

ロボットスーツ HAL[®]医療用下肢タイプを脳卒中維持期患者に使用した一症例

橋本 和典¹⁾・宮本 亜紀¹⁾・赤宗 芽衣¹⁾・山本 哲¹⁾・佃 哲夫¹⁾・川端 重樹¹⁾

1) 医療法人伯鳳会 はくほう会セントラル病院
リハビリテーション部

【はじめに】

当院では、神経の障害をテクノロジーで治療するニューロテックリハビリテーションとしてボツリヌス療法・電気刺激療法・再生医療・ロボット療法を併用できる外来・一般入院を開始した。ロボット療法では、ロボットスーツ HAL[®]医療用下肢タイプ (Hybrid Assistive Limb : 以下 HAL)を平成28年11月より導入し、現在までに急性期入院・回復期入院・一般入院・外来を含め約26症例に対し HAL 治療を併用した。今回、一般入院された脳卒中維持期患者一症例に対し、臨床研究として HAL 治療を併用した結果、改善を認めたため報告する。

【症例紹介・方法】

本症例は、2015年9月左被殻出血を発症し、右片麻痺を呈した39歳男性である。自宅復帰後、ニューロテックリハビリテーションを目的に一般入院し2017年6月14日から21日の7日間に HAL 治療を1回60分、全4回併用した効果を検討した。入院時、Brunnstrom Recovery Stage は右下肢Ⅲであり、Fugl Meyer Assessment は右下肢28/72点であった。病棟内歩行は、T 字杖と右下腿に両側金属支柱付き短下肢装具を使用し、2動作揃え型にて自立であった。

評価項目として徒手筋力検査 (Manual Muscle Testing : 以下 MMT) ・10m 最大歩行・2分間歩行距離 (2-Minute Walking Distance : 以下 2MD) ・Timed“Up and Go”test (以下 TUG)を1回目の HAL 治療開始以前、4回目の HAL 治療終了以降に計測した。

【説明と同意】

本研究は、HAL の適応があると医師に判断された患者様に対し、当院で作成した HAL の装着説明書兼同意書を用いて、CYBERDYNE 株式会社より認定証を得た理学療法士が、症例本人に研究の趣旨を十分に説明後、装着同意書兼撮影・研究同意書への署名により同意を得た。

【結果】

治療前 MMT (左/右)は、体幹屈曲 (5) ・伸展 (2)、股関節屈曲 (3/2) ・伸展 (4/2)、膝関節屈曲 (3/1) ・伸展 (3/3) であり、治療後は左膝関節伸展筋力のみ4へ増強した。10m 最大歩行は治療前24. 54秒29歩・治療後22. 31秒29歩であり、10m を最大歩行する所要時間が2. 23秒短縮した。又、重複歩距離・歩行率は治療前0. 69m・1. 18steps/sec であり、治療後0. 69m・1. 30steps/sec となり、1秒間の歩数が0. 12 steps/sec 向上した。2MD は治療前25m98cm・治療後42m21cm であり、2分間での歩行可能距離が14m23cm延長した。TUG (左回り/右回り)は治療前 (45. 46秒/42. 66秒) ・治療後 (27. 56秒/27. 61秒) であり、左回りが17. 9秒、右回りが15. 05秒短縮した。

【考察】

パフォーマンステストでは、10m 最大歩行・歩行率・2MD・TUG に改善を認めた。脳卒中の歩行速度は、重複歩距離と歩行率から規定されている。今回 HAL 治療を4回併用し10m 最大歩行が2. 23秒短縮した理由は、歩行率が0. 12 steps/sec 向上した事が考えられる。歩行率を向上させ、歩行速度を速くすることは、歩行周期中の両脚支持期が短縮し、より円滑に下肢を振り出せるようになった事を示している。これは HAL の足底センサーからの重心位置や下肢筋群の生体電位信号、制御モード別のトルク調整機構等に関する情報をセラピストが統合し、装着者の意思に従った動作を実現できるようモードやパラメーターを調整することで、より多くの歩行運動が可能となったため、感覚のフィードバックが繰り返され、脳神経系の繋がりが調整された結果、最大歩行時における適切な筋力発揮のタイミングを学習できた事が考えられる。

脊髄硬膜外動静脈瘻により両下肢不全麻痺を呈した症例の歩行訓練においてロボットスーツ HAL を用いた一例～使用前後の筋出力に着目して～

豊生会 東苗穂病院 石田豊朗

【はじめに】

脊髄硬膜外動静脈瘻に対する血管遮断術後、両下肢不全麻痺を呈した症例に対し、下肢筋出力の向上、歩行による移動能力の獲得を目的にロボットスーツ HAL®(以下 HAL)を用いた歩行訓練を実施した。本症例において、HAL 使用前後の筋出力に着目し、HAL を用いた歩行訓練の即時効果について考察したためここに報告する。

【症例】

70歳代男性。脊髄硬膜外動静脈瘻を発症、血管遮断術施行され、術後1か月で当院転院された。転院時、両下肢に不全麻痺を呈し、下肢 MMT は右下肢で概ね1～2レベル、左下肢は2レベルであった。基本動作は起立、立位保持に中等度の介助を要し、歩行は困難であった。

【方法】

当院転院後、2週目に HAL の適応評価を行い、適切に装着可能であったため、3週目より HAL 装着下での歩行訓練を開始した。介入は2～3回/週の頻度で、1回につき約30分間行われた。HAL を用いた歩行訓練の下肢筋出力に対する即時効果を評価する為、Hand Held Dynamometer(以下 HHD : 酒井医療株式会社製)を用い、膝関節伸展等尺性筋出力を測定した。評価は HAL 導入日、導入1ヵ月、2ヵ月、退院時(3ヵ月)の使用前後に、計8回行われた。測定肢位は股関節、膝関節屈曲90°とし、測定値(単位: N)を体重(単位: kg)とモーメントアーム(膝関節裂隙から HHD 中央部、単位: m)で補正した値を筋出力(単位: Nm/kg)とした。HAL を用いた歩行訓練以外に、通常の理学療法及び作業療法が行なわれた。

【結果】

HAL 使用前の膝伸展筋出力に関して、左膝関節は導入日から退院時にかけて著明な変化を認めなかった(0.323Nm/kg→0.324Nm/kg)。右膝関節は導入日から導入1か月にかけて大きな改善(0.039Nm/kg→0.087Nm/kg)を認め、退院時まで更に更なる改善(0.098Nm/kg)が認められ

た。使用後の膝伸展筋出力は左右共に導入日から退院時にかけて改善が認められた。HAL 使用前後における筋出力の比較では、左膝関節の退院時(+0.131Nm/kg)、右膝関節の導入日、2ヶ月及び退院時(それぞれ +0.042,+0.014,+0.023Nm/kg)において使用後の筋出力が高値を示した。退院時、起立、立位保持は両上肢の支持を用いて自立レベルとなり、前腕支持型歩行器を用いて、連続10mの歩行が可能となった。

【考察】

本症例では、HAL を用いた歩行訓練の即時効果を、使用前後における膝関節伸展筋出力により検討した。その結果、特に右膝関節において使用後の筋出力向上が認められた。筋出力の向上には神経の伝導性における変化と筋肥大が関係していることが明らかとなっている。加えて、筋肥大には最低でも4週間かかるとの報告があることから、本症例における使用後の即時効果は、神経伝導性の変化によるものであることが推察された。また、筋出力が大きく異なる左右の膝伸展筋において即時効果に違いが認められたことから、HAL を用いた歩行訓練の膝伸展筋出力に対する即時効果は、使用前の筋出力に依存する可能性が示唆された。この筋出力の違いによる即時効果の変化が明らかとなれば、HAL 適応の判断基準として筋出力がひとつの指標となりうる。効果判定の意味も含め、HAL 使用前後において筋出力を評価することは有用であると考えられた。また、介入期間中、より筋出力の大きい左膝において大きな変化が認められていないにも関わらず、基本動作の介助量軽減や歩行レベル向上を認めたことから、HAL 使用により、動作中の筋活動が変化する可能性が示唆された。本症例では、動作中の筋活動を評価しておらず、使用後の筋疲労も考慮できていない。今後、HAL を用いた歩行訓練が下肢筋出力に与える即時効果について、動作中の筋活動やそれに伴う筋疲労を考慮したうえで検討する必要がある。

【結語】

本症例において、HAL を用いた歩行訓練は膝関節伸展筋出力を即時的に向上させた。また、その即時効果は使用前の筋出力に依存している可能性が示唆され、HAL 使用前後における筋出力の評価は有用であると考えられた。

演題名:歩行支援機およびポール活用時の歩行形態変化と快適性について

一ウェアラブル脳波計による脳機能変化から一

○柳本 有二:神戸常盤大学

五島 満, 伊藤智昭, 鈴木光久: (株)今仙技研

【目的】

我々は、ポールを使用したノルディック・ウォーク(以下, NW)を実施して、歩行困難な方の歩行形態を改善できることを可能にした。しかし、NWは、ある程度歩くことが可能な方には有効であるが、膝や股関節を手術した方には、改善が困難な方も存在する。

一方、最近では、科学技術の進歩により、歩行を補助するロボットスーツや歩行支援機などが製作されている。その中には、モーターなどを使用せずに、脚の進展と屈曲の力を利用したスタイルなどがある。しかし、それらを日常で使用するには、安全性(安定した歩行)を把握するためにも、それらを利用した歩行時の歩行形態やその快適性などを客観的に知る必要がある。

そこで、本研究では、歩行が膝関節障害などによって困難となった対象者に対して、上記に述べた歩行援助機やポールを使用した歩行時の歩行形態を観察するとともに、当時の快適性を脳波により解析し、それらを使用した時の安全性などについて検討を加えることにした。

【対象および方法】

(対象者)

兵庫県在住の中高齢男女 5名(平均年齢 77±18歳)

実施期間:2016年12月21日ー2017年3月28日

(方法)

1. 被験者の頭部、主に前頭前野部にウェアラブル脳波計(Nero sky社製)を装着し、それぞれ1分間の普通歩行(以下, WK)時、歩行支援機(ACSIVE, 以下, AC)を取り付けた時, NW時およびACとNWの両方を活用した歩行時(以下, ACNW)での歩行速度、歩幅および歩行形態と当時の脳波を測定した(10mの直線を往復する)(写真1)。
2. 被験者には、アンケート形式で、現在の健康度や活動前後の快適性などについて感想を受けた。
3. 脳波については、(株)リトルソフトウェア製のソフトを利用して、快適性の変化を示すαおよびβ波から解析した。

【結果】

1. 歩行速度は、WK時, AC時, NW時およびACNW時の順に上がっていた(表1)。
2. 歩幅は、WK時, AC時, NW時およびACNW時の順に広がっていた(表1)。
3. 各歩行活動時の歩幅と身長との割合では、WK時, AC時, NW時およびACNW時の順に増加していた(表2)。
4. 快適性は、WK時と比較して、NW時およびACNW時に増加傾向にあった(α波の増加)。

【結論】

歩行が膝関節障害などによって困難となった対象者に対して、歩行援助機やポールを使用した歩行は、歩行形態や快適性を改善することが示唆された。

以上は、日常生活において、歩行支援機やポールなどを使用することによって、安全で快適な歩行活動が実践できることを示している。

表1. 各歩行時(20-30m間の10m)の平均速度および平均歩幅

	年齢	身長	WK速度	AC速度	NW速度	ACNW速度
Mean	77	150.80	9.99	9.70	9.12	9.06
SD	18	4.09	2.87	2.90	2.64	2.82

	WK歩幅	AC歩幅	NW歩幅	ACNW歩幅
Mean	53.30	57.71	58.99	61.52
SD	14.54	16.12	13.71	15.65

注: 身長(cm), 速度(秒), 歩幅(cm)

表2. 各歩行時における平均歩幅と身長との関係

	WK歩幅	AC歩幅	NW歩幅	ACNW歩幅
Mean	35.23	38.16	39.04	40.74
SD	8.87	9.92	8.45	9.92

注: 数値は、%(各平均歩幅/身長*100)



写真1. ACNW時の歩行場面(グラフは、脳波の計時変化)。

【参考文献】

(参考文献)

- 1) 佐野明人, 鈴木光久(2015): 受動歩行由来の無動力歩行支援機 ACSIVE. PT ジャーナル. 49:1-7.
- 2) 柳本有二, 伊藤宏之, 奥山匡史, 岸本雅人, 山中ひろみ, 秋山直視, 坂崎貴彦, 若松勝彦(2010): 高齢者の歩行形態変化が認知機能および生活習慣におよぼす影響
一3ヶ月間にわたるノルディックウォーキング前後の比較から一
ウォーキング研究. 14:129-36.

ACSIVE による歩行支援の運動学・運動力学的検討

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科 瀧北 渚

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科 中嶋 みのり

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科/森ノ宮医療大学大学院保健医療学研究科 工藤慎太郎

【はじめに、目的】

受動歩行ロボットは動力モータ(含バッテリー)やセンサをもたず、制御を一切行わず緩やかな下りスロープを歩くことができる。このロボットは受動歩行を応用したもので、重力効果のみによって遊脚膝が自然に曲がり、脚の振り抜きが行われる。受動歩行ロボットの歩行はヒトの歩行に近く、エネルギー効率が低いことが知られている。この受動歩行ロボットの技術を駆使して作られた歩行支援機 ACSIVE は股関節のバネ機構により、立脚後期に弾性エネルギーをチャージし、遊脚期前半に股関節の屈曲をアシストすることが知られている。その効果として、高齢者において、歩幅や歩行速度の増加というパフォーマンスの向上も報告されているが、運動学的・運動力学的変化が生じているかは不明である。また高齢者はサルコペニアの影響により、下肢の筋力低下が生じていたり、関節機能障害により関節可動域制限が生じていたりする。そのため、立脚後期に弾性エネルギーが蓄えられず、十分なアシスト効果が得られない可能性が考えられる。つまり、高齢者の歩行獲得に向けたリハビリテーションにおいて ACSIVE が適応になるかは不明である。そこで本研究の目的は、高齢者に対して、ACSIVE の有用性を検証するための基礎的データを収集することを目的として、膝関節伸展筋力と伸展可動域を制限した健常者において、ACSIVE の装着がどのような影響を持つのか、運動学・運動力学的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は本研究の主旨を説明し同意を得られた健常若年男女20名(20肢)とした。なお、所属大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。被験者の正常歩行の分析と膝関節伸展の徒手筋力計を用いて膝伸展筋力を計測した。次にテーピングで大腿四頭筋の筋力低下と膝関節伸展の可動域制限を再

現した。そして2度目の歩行分析を行い、次にテーピングをつけたまま ACSIVE を装着し3度目の歩行分析を行う。最後に1000歩の平地での歩行練習を実施した後、ACSIVE を脱離し、4度目の歩行分析および筋力低下と可動域制限が持続しているかどうかを確認した。歩行分析には6台の赤外線カメラ(VICON)と2枚の床反力計を用いた。なお、解析には plug in gait model を用い、下肢3関節の関節角度とモーメントを求めた。各条件5回ずつ計測し、歩行周期中の特徴点の関節角度と関節モーメントの平均値を算出した。統計学的手法には、介入前歩行時・テーピング貼付時・ACSIVE 装着時・歩行練習後の4条件間で反復測定分散分析を用いて比較検討した。有意水準は5%とした。

【結果】

立脚中期の膝関節角度では、介入前歩行時とテーピング貼付時、ACSIVE 装着時、歩行練習後に有意差を認めた。前遊脚期から遊脚初期の膝関節角度では、介入前とその他の条件、および歩行練習後とテーピング貼付時、ACSIVE 装着時に有意差を認めた。立脚後期の股関節モーメントでは、介入前歩行時と ACSIVE 装着時に有意差を認めた。

【結論】

ACSIVE 装着時と歩行練習後で屈曲角度の増加がみられた理由として、ACSIVE が股関節の屈曲を補助することで、二重振り子が作用し前方への推進力が増加したためと考える。前方への推進力は、股関節内部伸展モーメントと足関節底屈パワーが発揮されることによって増加する。今回の結果でも、股関節内部伸展モーメントが歩行練習後で増加したことで、膝関節の屈曲角度も増加したと考える。

また、股関節内部伸展モーメントが介入前歩行と ACSIVE 装着時で有意差が認められた理由として、ACSIVE を装着したことにより、バネ機構が股関節の伸展に抵抗したため股関節内部伸展モーメントの減少がみられたためであると考えられる。

つまり、筋力低下や関節可動域制限を模した歩行において、ACSIVE は歩行の運動学・運動力学的変化を生み出すことがわかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属大学の倫理委員会の承認を取得し実施した。対象者には対象者の権利を説明し、研究への同意を得て測定を実施した。

ACSIVE を装着した歩行練習の効果

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科 中嶋
みのり

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科 瀧北
渚

森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科/森ノ宮
医療大学大学院保健医療学研究科 工藤慎太郎

【はじめに、目的】

受動歩行ロボットは動力モータ(含バッテリー)やセンサをもたず、重力効果のみによって遊脚膝が自然に曲がり、脚の振り抜きが行われる。この受動歩行ロボットの技術を駆使して作られた歩行支援機 ACSIVE は股関節のバネ機構により、立脚後期に弾性エネルギーをチャージし、遊脚期前半に股関節の屈曲をアシストすることが知られている。我々は筋力低下や関節可動域制限を模した健常者の歩行において、ACSIVE は歩行の運動学・運動学的変化を生み出すことを示した。しかし、歩行トレーニングに ACSIVE を用いることの有用性は示していない。そこで本研究の目的は、ACSIVE を装着した歩行トレーニング効果を検証するための基礎的データを収集することとした。

【方法】

本研究の主旨を説明し同意を得られた健常若年男女 20 名/20 肢とした。対象者は ACSIVE を装着して歩行トレーニングを行う ACSIVE 群 12 名、通常の歩行トレーニングを行うコントロール群 8 名とした。なお、対象者には事前に、下肢・体幹に既往がないことを確認した。

まず被験者の歩行分析と膝関節伸展の筋力測定を行った。筋力測定は徒手筋力計(ミュータス)で計測した。次にテーピングで大腿部を強く圧迫し、大腿四頭筋の筋力低下を起し、さらに膝関節 30 度屈曲位で、膝窩の後方でテーピングを交差させて貼付し、膝関節伸展可動域を制限した。この状態で 2 度目の歩行分析を行い、次にテーピングをつけたまま 1000 歩の歩行トレーニングを行った。その後、再度歩行分析および筋力低下と可動域制限が持続しているかどうかを確認した。歩行分析には 6 台の赤外線カメラ(VICON)と 2 枚の床反力計を用いた。なお、解析には plug in gait model を用い、下肢 3

関節の関節角度とモーメントを求めた。各条件 5 回ずつ計測し、歩行周期中の特徴点の関節角度と関節モーメントの平均値を算出した。その結果を VICON Nexus で運動学・運動学的解析を行い、介入前歩行時・テーピング貼付時・歩行練習後の関節角度を計測した。また、歩行練習後のパラメータとテーピング貼付時のパラメータの差を求めて、これを歩行練習効果とした。統計学的分析では t-test を用いて行い、なお正規性の認められなかった場合は Mann-Whitney U test で行い、有意水準は 5% とした。

【結果】

身長、体重、年齢、Taping 貼付時の膝関節伸展角度、Taping 貼付前後の膝伸展筋力、関節角度、関節モーメント、歩行練習効果のすべてに 2 群間で有意差はみられなかった。

【結論】

2 群間において、身長、体重、年齢、Taping 貼付時の膝関節伸展角度、Taping 貼付前後の膝伸展筋力に有意差がみられなかったことから、ACSIVE の装着による、歩行中の運動学・運動学的パラメータへの効果を認めなかった。

先行研究では、高齢者において、ACSIVE は歩幅や歩行速度の増加というパフォーマンスの向上も報告されている。本研究では、テーピングにより大腿四頭筋の筋力が発揮しにくい歩行を再現していたが、高齢者の筋力低下は全身性に生じている。そのため、部分的な筋力低下を再現した今回の筋力低下条件では、ACSIVE を装着してなくとも、その他の筋活動で代償した可能性が考えられる。また、ACSIVE 装着時の歩行練習の効果を上げるためにはパネの強度を強くすることでよりアシスト力を強くする必要があることの必要性も考えられる。

つまり、健常者でテーピングにより筋力低下を起したモデルにおいて、ACSIVE の歩行トレーニング効果は通常の歩行トレーニングと同等であった。今後は全身性に筋力が低下している高齢者での効果検証が必要になる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属大学の倫理審査委員会の承認を得て実施した。また、対象者には対象者の権利を説明し、紙面上にて同意を得た。

「ベトナムでの足こぎ車いすを利用したリハビリモデル開発及び、リハビリ人材育成プロジェクト」の報告

※独立行政法人 国際支援機構(JICA) 平成25年度 草の根技術協力事業(地域活性化特別枠)

三鬼 健太¹⁾ 鈴木 聖之²⁾ 三浦 尚人²⁾

1)大和ハウス工業株式会社 ヒューマン・ケア事業推進部 ロボット事業推進室

2)株式会社 TESS

【はじめに】

「足こぎ車いす COGY」は株式会社 TESS が開発したペダル付きの車いすである。通常の自走式車いすは車輪にハンドリムと呼ばれる操舵用の車輪が付帯されており、手を使って漕ぐことで進むものである。しかし脳卒中片麻痺者など両手が十分に使うことができない方にとっては片手・片足での操作となり実用性が十分でないことがある。そこで足で漕ぐことで進み、片手で操作可能な車いすとして COGY が開発された。COGY は現在までに約 6,000 台市場投入されており、新しい車いすとして活用されている。

COGY は移動手段としてだけでなくリハビリテーション・デバイスとしても活用されている。東北大学の半田ら(2009)によれば脳卒中片麻痺者の足漕ぎしている最中の麻痺側下肢の筋活動は下肢の曲げ伸ばしの時の筋活動に比べ大きく活動していることを報告している。つまり COGY は非麻痺側だけで動力を得ているだけでなく、麻痺側も積極的に使っていると解釈することで麻痺側のトレーニングとしても有用ではないかという考察である。

このような市場での活用を受け、ベトナムでは COGY を医療機器として認可し、「足漕ぎ車いす療法」として使われている。この度ベトナムでの COGY の活用においてどのような疾患にどのような効果があるのかを調べる為に株式会社 TESS と JICA が協力し 1 年間の実証試験を実施した。この結果を報告する。

【対象と方法】

場所はバックマイ病院(ベトナム)にて実施。期間は 2015 年

7 月から 2016 年 7 月であった。内容は COGY を使用したトレーニング(COGY を 3 分間漕ぎ、1 分間のインターバルをおいてまた 3 分間漕ぐということを 1 日 5 セット行う)を 1 か月間実施。トレーニング前と 1 ヶ月後の Brunstrom stage、握力、バーサルインデックス(BI)、10m 歩行速度・歩数を計測した。

【結果と考察】

74 名が実証に参加。59 名が本実証を完了(男性 41 名 女性 17 名 不明 1 名。年齢 男性 51SD13 歳 女性 47SD14 歳)。疾患は脳卒中 15 名、パーキンソン 1 名、脊髄麻痺 1 名、脊髄炎 1 名、骨髄炎 1 名、脊髄 4 名、半身麻痺 27 名、半身虚弱 1 名、外傷性脳損傷 2 名、小脳症候群 1 名、下肢麻痺 1 名、不明 4 名であった。急性期 15 名、回復期 33 名 維持・生活期 11 名(発症から 30 日までを「急性期」 発症 31 ~150 日までを「回復期」、発症 151 日以降を「維持・生活期」とした)。

BI は 59 名中 59 名に点数の改善があった(改善度 28.4SD9.8 点)。しかし急性期を含めた回復期段階にある方の動作能力の変化は他のリハビリ手法やデバイスと単純に比較することが難しい。特に今回の研究デザインでは“COGY”による効果については言及できない。59 名を「維持・生活期」に絞ると 11 名となり 11 名に BI の点数の改善がみられた(改善度 21.3SD10.5 点)。11 名は発症から 150 日~1200 日であり、発症 1 年以上が 6 名だった。この 11 名の BI の評価項目をそれぞれ観察すると、一番多くの変化があった項目が“更衣”であった(11 名中 7 名)。どのように更衣が良くなったのかは BI からは判断できない上、“足を動かす機械”と“更衣”の因果関係について考えることは難しい。

しかし今回いわゆる維持期に相当する方が 1 ヶ月 COGY に乗るだけで ADL に変化があったことは数が十分で無いが一考する価値があると考ええる。トレーニングとして“自らの運動で移動する”ということが価値あるならば COGY を新しいトレーニングデバイスとして提案したい。

痙性麻痺を呈した小児患者に対するロボットスーツ HAL を用いた歩行トレーニングの効果

松田真由美^{1,2)}, 吉川憲一^{1,2)}, 高橋一史¹⁾, 榎本景子¹⁾, 佐野久美子¹⁾, 久保田蒼¹⁾, 俣木優輝³⁾, 六崎裕高^{3,4)}, 富田和秀^{2,5)}, 水上昌文⁵⁾, 岩崎信明⁶⁾

- 1) 茨城県立医療大学付属病院リハビリテーション部理学療法科
- 2) 茨城県立医療大学大学院保健医療科学研究科
- 3) 茨城県立医療大学付属病院整形外科
- 4) 茨城県立医療大学医科学センター
- 5) 茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科
- 6) 茨城県立医療大学付属病院小児科

【はじめに】痙性麻痺を呈する代表的な小児疾患である脳性麻痺では、90%以上で歩行障害を認め、歩容の異常、歩行速度および歩行持久性の低下など非効率な歩行を呈する。

脳性麻痺に対する歩行トレーニングに関して、body-weight supported treadmill training (BWSTT)の効果が歩行速度を指標として報告されている。しかし、重度な歩行障害を有する脳性麻痺では、歩行時の振り出しに徒手介助を要する。

The Hybrid Assistive Limb (以下 HAL, CYBERDYNE 社)は、装着者の意思による随意的な歩行をアシストすることが可能な装着型ロボットである。股関節と膝関節の屈筋・伸筋の筋電位、および足底の荷重分布、関節の角度情報をもとに、股関節・膝関節のアクチュエータを駆動してトルクをアシストする。HAL を用いた歩行トレーニングの効果について、脳卒中や神経難病患者を対象に、歩行速度、歩行率、歩幅、歩行持久性の改善効果が報告されている。しかしながら、小児患者に関して HAL を使用した歩行トレーニングの効果を検討した報告はない。

【目的】本研究では、痙性麻痺を有する小児患者に対する、HAL を用いた継続的な歩行トレーニングによる歩行能力の変化を比較・検討することを目的とした。

【対象】2017年1月～8月に HAL を用いた介入を実施した8例を対象とした(男女各4例, 年齢10-17歳, Gross Motor Function Classification System Level I-IV, 片麻痺1例, 両麻痺7例)。診断名は、脳性麻痺7例(うち2例はアキレス腱延長術後)、脳炎後遺症1例であった。

【方法】介入には HAL 両脚用 S サイズを用いた。股関節・膝関節の屈曲・伸展バランス、トルクチューナーは各症例で最適

値に調整した。歩行速度は快適歩行速度とした。HAL 装着下での歩行を10-20分/回, 週2-4回, 約1か月間, 計12回を通常のリハビリテーションに加えて実施した。

歩行評価は HAL 開始前と終了時に実施し, HAL 非装着時の10m歩行テスト, 6分間歩行テスト(6MWT), 粗大運動能力尺度(Gross Motor Function Measure; 以下, GMFM)を測定した。

本研究の内容は、茨城県立医療大学倫理委員会の承認を得て実施し(承認番号682号), 同意を得て実施した。

【結果】歩行評価が可能であった7名に関して, HAL 介入前後の歩行速度は 0.6 ± 0.3 m/s から 0.8 ± 0.5 m/s ($p=0.04$)へ, 歩幅は 44.0 ± 12.6 cm から 49.4 ± 12.7 cm ($p=0.51$)へ, 歩行率は 81.4 ± 32.8 step/min から 95.4 ± 42.0 step/min ($p=0.27$)へ, 6MWT は 204.9 ± 99.3 m から 238.4 ± 127.2 m ($p=0.04$)へ変化し, 歩行能力の向上を認めた。また, GMFM は 164.6 ± 44.2 点から 172.6 ± 45.8 点($p=0.001$)へと変化し, 粗大運動能力の向上も認めた。

【考察】本邦では, HAL を装着した歩行介入を計9回実施した希少性神経・筋難病疾患に対する治験において, 2分間歩行テストを主要評価項目として介入の効果を認め, 進行抑制治療のための医療機器として薬事承認されている。また, 脳卒中後遺症に対しても, 計20回の介入にて10m最大歩行速度を指標に HAL の効果が報告され治験が開始されている。

今回, 成人に対する報告同様, 小児患者においても12回の HAL を装着した歩行介入によって, 歩行速度や歩行持久性が改善した。加えて, 起居動作, 座位, 床上動作, 立位, 歩行を含めた粗大運動能力にも向上を認めた。脳性麻痺特有の体幹前傾, 股関節屈曲・内転・内旋の立位姿勢が, HAL を装着することで良肢位に矯正され, 体幹筋や股関節周囲筋が働きやすい姿勢で随意的な歩行がアシストされること, HAL のトルク量や屈伸バランスを個別に調整し, 正常歩行により近い歩容で, アシストにより疲労感なく普段より長い時間歩行したことで, 弱い筋では筋活動が賦活し, 緊張が高い筋では過剰な筋活動が軽減したと考えられる。以上より, 歩行のみならず, 四つ這いや膝立ち, 立位バランスといった粗大運動能力の向上に繋がったと考えた。

本研究より, ロボットスーツ HAL を用いた歩行は小児患者においても歩行能力や粗大運動能力の改善に有効であると示唆された。

「脊髄損傷により大腿四頭筋に筋出力低下を認めた症例に対し、ロボットスーツ HAL[®]単関節タイプが有効であった一例」

喜瀬 直紀^[1] 後藤 恭輔^[1] 小谷 尚也^[1]
福田 宏幸^[1] 斉田 和哉^[2] 坂本 哲哉^[3]
田中 潤^[4] 鎌田 聡^[5] 塩田 悦仁^[5] 井上 亨^[6]

1 福岡大学病院 リハビリテーション部 PTR

2 福岡大学病院 リハビリテーション部 OTR

3 福岡大学病院 救命救急センター MD

4 福岡大学病院 整形外科 MD

5 福岡大学病院 リハビリテーション部 MD

6 福岡大学病院 脳神経外科 MD

キーワード:HAL single joint、フィードバック、脊髄損傷

【目的】事故や転倒・転落により脊髄に強い外力が加わることで下肢に弛緩性麻痺を生じることがある。弛緩性麻痺を生じた場合、歩行や日常生活において著しい制限を来すこととなるため、早期からの理学療法が必要とされる。今回、飛び降り自殺企図により脊髄損傷を呈し、大腿四頭筋に著明な筋出力低下を認めた症例に対して、ロボットスーツ HAL[®]単関節タイプ(以下 HAL-SJ)を使用した急性期理学療法が有効であった症例を経験したため報告する。

【対象】飛び降り自殺企図後、第2腰椎破裂骨折を呈し、後方固定術(L1-3)を施行した20歳代の女性。脊髄損傷により大腿四頭筋にMMT1の弛緩性麻痺を認めた。

【方法】筑波大学システム情報工学研究科山海研究室で開発されたロボットスーツ Hybrid Assistive Limb[®](HAL[®])は身体を動かそうとするときに皮膚表面に現れる微小な電位(生体電位)を検出して下肢に障害を持つ方や筋力の低下した方の筋力・歩行機能をサポートする装着型の自立歩行支援ロボットである。今回我々が使用した HAL-SJ は名称のとおり一つの関節のみを介助するものであり、目的筋の生体電位発生状況・強度をモニターにて確認しフィードバックすることにより膝・肘関節の目的筋促通・抑制に重点を置いたものである。

各電極の貼付部位やHAL-SJ装着方法に関しては「ロボットスーツ HAL[®]単関節タイプ(HAL-SJ)取扱説明書」に記載されている通りに実施した。受傷後3週目より、通常の理学療法のなかで膝関節伸展運動のみ HAL-SJ を週3回の9週間実施した。患者にモニターにて生体電位を確認してもらい20分間の膝関節伸展運動を疲労に応じて実施した。生体電位を検

出する電極貼付部位は、膝関節伸展筋では1~4週目外側広筋、5~7週目大腿直筋、8~9週目外側広筋へ貼付し、屈筋は大腿二頭筋を対象とした。アシストゲインは40%×16倍から開始し、膝関節伸展筋力の改善に応じてアシストを漸減させた。また、HAL-SJ終了時の膝関節伸展筋力をハンドヘルドダイナモメーター(以下HHD)にて膝関節屈曲70°位で計測した。

HAL-SJを用いたリハビリテーションについては、ヘルシンキ宣言に基づき福岡大学病院倫理委員会の承認と患者から書面による同意を得て実施した。

【結果】HAL-SJ実施前は大腿四頭筋にわずかな収縮を認める程度でMMT1レベルであった。介入1週後よりわずかに膝関節伸展運動が認められ、2週後には生体電位より大腿四頭筋収縮の筋出力向上を認めた。8週後でMMT3レベルとなり、最終評価時の自動膝関節伸展角度は-10°となった。HAL-SJ実施後の膝関節伸展筋力はHHDにて197.1Nmで、健側比72.5%までの改善を認めた。また、ADLに関してはFIM86点から119点までの改善を認め、介入7週目から独歩歩行可能となった。

【考察】今回、脊髄損傷により大腿四頭筋に著明な筋出力の低下を生じた症例に対し、HAL-SJを実施した結果、良好な改善効果が得られた。小谷らによると、人工股関節置換術後の大腿神経麻痺により大腿四頭筋の筋出力が低下した患者に対し、HAL-SJを使用し筋出力に著明な改善が認められ、術後6週でMMT3レベル、9週でHHDにて健側比54%までの改善を認めたと報告している。

今回、介入8週目でMMT3レベル、9週目で健側比72.5%までの改善を認めたことは、脊髄損傷患者に対してもHAL-SJが有効であることが示唆された。要因としては林らによると、ロボットスーツが生成する運動により随意性の神経・筋活動と同期した求心性の神経刺激が得られ、筋・神経系の活動が促進されることで効果的に筋活動を賦活できると報告しており、麻痺筋の不十分な生体信号からHAL-SJのアシストにより関節運動を行うことで、対象筋に対し効果的に神経・筋活動が賦活できたと考える。さらに、モニターにて生体電位を確認しながら運動を実施することで、視覚的情報を基に正のフィードバックが得られ、適切な運動学習を行うという観点からもHAL-SJは有効であると考えられる。

ケアサポートソリューション™ 導入による業務効率とケア品質の向上

大和ハウスライフサポート株式会社

ネオ・サミット茅ヶ崎ケアレジデンス

○坂口和宏、小川公美、高山隆夫

コニカミノルタ株式会社 QOL ソリューション事業部

関泰彦

【背景】

近年、介護スタッフの減少は、大きな社会課題となっている。2035年には68万人が不足するとの報告がある。¹⁾介護業務を効率化し生産性向上が急務となっている。

弊社は、ロボットスーツやコミュニケーションロボットを積極的に導入し、介護業務の負担軽減を図ってきた。今回、ICT機器を導入し介護業務の変革による業務効率化とケア品質の向上を図ったので報告する。

【目的】

当施設の介護業務は、居室やリビングなどにてご入居者への介助や介助準備・移動、またスタッフステーション等にて介護記録作成やスタッフ同士の情報共有から成る。これまでは、ナースコールと介護記録ソフトが個別であったため十分な効率化が図れていなかった。今回、スマートフォンとセンサを活用したケアサポートソリューション™を導入し、介護業務の効率化(=労働生産性向上)を検証した。

【方法】

今回用いたコニカミノルタ社製 ケアサポートソリューション™(以下、CSS)は、居室天井に設置したセンサに内蔵された近赤外線二次元センサとマイクロ波センサが、ご入居者の行動(起床、離床、転倒・転落、呼吸による体動異常)を画像認識し、独自のアルゴリズムによる解析結果を介護スタッフが所持するスマートフォンに映像とともに通知する。また、スマートフォンから介護記録の入力や介護スタッフ同士の情報共有を図ることができるシステムである。行動通知は、上記行動検知があつて初めて通知され、介護スタッフが任意に覗き見る事はできない。また、ライブ映像からリアルタイムでの状況把握を可能にする。近赤外線二次元センサは、消灯した居室内でも鮮明

に映し出す。CSS 介護記録は、選択操作にて入力でき、自動的に帳票に出力される。情報共有は、スマートフォン内の伝言板機能により、即座かつ確実に共有が可能となる。本研究では、CSS 導入前後での1日の介護スタッフ6名(早勤1名、日勤1名、遅勤1名、夜勤3名)の介護業務時間を計測し、時間比較により介護業務の効率化を評価した。

【結果】

1) 総介護業務時間の変化

介護スタッフ6名における1日の総介護業務時間は、CSS 導入前65時間からCSS 導入後61時間に減った。中でも介護スタッフによる居室への駆けつけ介助時間は52%減、介護記録作成時間は38%減った。一方、情報連携や定時介助時間は増えた。

項目	導入前	導入後	効果
総介護業務時間	65:27:00	61:51:50	5%減
・駆けつけ介助時間	2:39:13	1:16:14	52%減
・記録作成時間	11:35:17	7:09:03	38%減

単位 時:分:秒

2) 映像確認による訪室業務の変化

行動検知による映像通知や映像付きナースコールにより訪室数は50%減った。

項目	導入前	導入後	効果
行動通知による訪室数	36回	18回	50%減
1日の訪室回数/1日のコール数	0.62	0.49	13%減

【考察】

介護スタッフに状況判断を与えるご入居者行動起点映像は、訪室業務の効率化に期待できる。また、スマートフォンから介護記録の入力や閲覧ができることは、従来の紙記入やPC 転記の工程が省略でき効率化が図られた。業務効率化は介護スタッフにゆとりを与え、ご入居者へ丁寧な介助を促した。ICT技術の活用は介護スタッフの労働生産性向上をもたらし、ケアの品質を向上させる。

【参考文献】

1) 経済産業省経済産業政策局産業構造課「将来の介護需要に即した介護サービス提供に関する研究会報告書」2016年

脳性麻痺児・者におけるロボットスーツ HAL を用いた歩行練習の探索的研究 -安全性と即時効果について-

高橋一史¹⁾、松田真由美¹⁾、吉川憲一¹⁾、榎本景子¹⁾、佐野久美子¹⁾、久保田蒼¹⁾、水上昌文²⁾、俣木優輝³⁾、六崎裕高⁴⁾、岩崎信明⁵⁾

1) 茨城県立医療大学付属病院リハビリテーション部理学療法科

2) 茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科

3) 茨城県立医療大学付属病院整形外科

4) 茨城県立医療大学医科学センター

5) 茨城県立医療大学付属病院小児科

【目的】

脳性麻痺児・者が対象の Hybrid Assistive Limb (以下 HAL) を用いた歩行練習に関する報告は少なく、脳性麻痺児・者に対する HAL の安全性と有効性は確立されていない。今回は脳性麻痺児・者に対する HAL を用いた歩行練習の安全性と即時効果を検討した。

【方法】

2016年2月から2017年8月の期間に茨城県立医療大学付属病院に通院した脳性麻痺患者20例を対象とした。性別は男児(性)15例、女児(性)5例で年齢は平均15.0±6.3歳であった。麻痺分類は痙直型麻痺19例、アトローゼ型麻痺1例であった。粗大運動能力はGross Motor function Classification System (GMFCS) I 4例、II 3例、III 9例、IV 4例であった。使用機種はHAL両脚用Sサイズを用い、20分程度のHALを用いた歩行練習を1回施行した。HAL装着中および装着後の転倒、発赤、疼痛等の安全性の評価を行った。また、平地歩行が可能であった症例ではHALを用いた歩行練習の実施前後に10m快適歩行テストを施行し、歩行時間と歩数を測定し、それぞれに差があるかを算出した。統計解析は正規分布、等分散性の有無を確認した上でHAL実施前後の歩数の平均値の差を対応のあるt検定を用いて比較した。歩行時間は中央値の差をウィルコクソン符号付順位和検定を用いて比較した。統計ソフトウェアはRを使用し、有意水準は $p=0.05$ とした。本研究は茨城県立医療大学の倫理審査委員会の承認と患者/家族の同意を得て実施された。

【結果】

対象20例中2例は低身長によりHALを用いた歩行練習が実施困難であった。HALを用いた歩行練習を実施可能であった18例全例でHAL装着中に転倒・外傷等はなかった。重度尖足を認めた1例でHAL専用靴内で踵部が接地せず、フィッティングが難航し、HALを用いた歩行練習中に歩きにくさを訴えた。施行翌日に膝痛を認めたが、施行2日目には経過観察のみで膝痛は消失した。また、他の1例でHAL実施直後に下肢筋疲労を訴えたが、施行翌日に消失した。

HALを用いた歩行練習の実施が可能であった18例中4例は平地歩行に介助を要したため10m快適歩行テストは14例で実施した。HAL実施前後の歩数の平均値の差はHAL実施前 24.42 ± 6.90 歩、HAL実施後 22.64 ± 6.40 歩で有意な差を認めた($p < 0.05$)。HAL実施前後の歩行時間の中央値の差はHAL実施前15.56(9.84-18.76)秒、HAL実施後11.97(7.60-22.34)秒で有意差は認めなかった。しかし、歩行時間は14例中10例で向上を示した。HAL実施前・後で歩行時間の向上を認めなかった4例の内、差が大きい2例はフィッティングに難航した症例とHAL実施直後に下肢筋疲労を認めた症例であった。

【考察】

今回はHAL装着中・後に重篤な有害事象は認めなかった。重度尖足を有し、膝痛が出現した1例についてフィッティングに工夫を行ったが、動きにくさの改善は難しかった。下肢に変形・拘縮を有する症例、特に重度尖足を有する症例ではHALの適応を判断するにあたり十分注意する必要があると感じた。10m快適歩行テストの結果では、歩数で有意な改善を示し、歩行時間では有意差を認めなかった。しかし、歩行時間が低下した症例の中にフィッティングが難航した症例とHAL実施直後に下肢筋疲労を訴えた症例が含まれており、結果に影響を及ぼした可能性があった。

大腿骨頸部骨折術後の患者に対してロボットスーツ HAL 福祉用と Honda 歩行アシストによる歩行獲得を目指した一例

社会医療法人 原土井病院
リハビリテーション部 大島 裕 (PT)

【はじめに】

ロボットスーツ HAL (以下, HAL) や Honda 歩行アシスト (以下, H.W.A) を含め現状の歩行支援機器 (以下: 支援機器) は脳血管障害を想定している印象が強い。また、脳卒中ガイドライン¹⁾では歩行補助ロボットを用いた歩行訓練に対しグレード B の推奨を示しており、症例報告も多い。一方で大腿骨頸部骨折ガイドライン²⁾では、明確なリハビリテーション (以下: リハ) メニューはない。石橋³⁾によると大腿骨頸部骨折のリハの阻害因子に疼痛を挙げている。そこで、大腿骨頸部骨折骨接合術後の患側荷重時の疼痛がある 60 歳代男性に支援機器を用いた介入をしたのでここに報告する。

【倫理的配慮, 説明と同意】

HAL と H.W.A を使用するに当たり、本人と家族に機器の概要を含む治療の説明と治療データの使用承諾書の説明を実施し、署名による同意を得た。

【対象】

症例は、60 歳代男性。診断名は右大腿骨頸部骨折。現病歴は平成 29 年 3 月、スケートをしていて転倒。翌日、股関節痛増悪により歩行困難となり、右大腿骨頸部骨折と診断あり、骨接合術施行。術後 6 週間は完全免荷、術後 7 週目から 1/2 荷重、術後 8 週目から全荷重開始となる。

【実施内容】

HAL の頻度は週 2 回、1 回の訓練時間は 40 分程度を目安に実施した。アシストレベルは、サイバニック随意制御モードにて、疼痛強度に合わせ High から LOW にて調整。初回のみ歩行器を、5 回目以降はトレッドミルを併用した歩行練習を行い、全 7 回実施した。

H.W.A の実施頻度は週 5 回を目安に行い、6 分間歩行を 2 セット実施した。アシストレベルは、追従モードにて本人の疼痛強度と左右の股関節運動角の対称性をもとに設定。本人の希望もあり、努力歩行による 6 分間歩行も行

った。期間は、HAL 終了の翌週から、約 3 週間実施した。

【理学療法評価】全荷重開始時 ⇒ 退院時

・ GMT : 体幹 4, 右下肢 4(p) ⇒ 体幹 5, 右下肢 5

・ 疼痛 : 右下肢荷重時 NRS 8/10 ⇒ 0/10

・ FIM : 117 点 ⇒ 126 点

【考察】

今回、6 週間の免荷期間があった症例に対し、全荷重開始時から HAL を使用した。非装着時に比べ疼痛が少なくリハを行うことができた。症例において、運動時や荷重時における疼痛を軽減する事は歩行の早期獲得を目指す上で重要である。HAL を使用することで筋活動を補助し、円滑な荷重練習につながったと考える。

症例は、退院後の職場復帰が目標であり、実用的な歩行の獲得、また歩行耐久性の向上が必要であった。H.W.A では、歩容の改善と歩行距離延長を目的として導入した。H.W.A は独歩にて使用した。非使用時と比べ疼痛の増悪なく歩行可能であり、運動量の増加につながったと考える。また、平常歩行では股関節運動角が対称に保たれていたが、努力歩行では、アシストの再調整が必要であった。しかし、H.W.A のアシストでは矯正力が不十分であり、努力歩行に対して使用方法の検討が今後の課題となった。

今回、歩行導入時期には HAL、その後の実用歩行獲得時期には H.W.A を使用した。症例の使用感により HAL から H.W.A へ移行した。最終的に疼痛は消失し、違和感程度となり、歩行時の異常姿勢も改善した。今回のように運動器疾患において疼痛による荷重困難な症例が、実用的な歩行獲得を目標とする場合に支援機器が有効な手段となりうると考えられた。今後、症例数を増やし、支援機器を使用しないリハとの比較を検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 日本脳卒中学会, 脳卒中ガイドライン委員会編: 脳卒中治療ガイドライン 2015: 288-291, 2015
- 2) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 大腿骨頸部/転子部骨折ガイドライン策定委員会: 大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン. 南江堂
- 3) 石橋英明: 大腿骨頸部骨折のリハビリテーション. 理学療法学 20(3):227-233, 2005

HONDA 歩行アシストを用いた回復期脳卒中患者に対する歩行練習の効果 —ABAB 法を用いた 4 週間の介入による学習効果の検証—

札幌溪仁会リハビリテーション病院

長井勇磨¹⁾ 白坂智英²⁾

1)理学療法士 2)医師

1. はじめに

脳卒中後のリハビリテーション(以下リハ)の重要な目標の一つに歩行機能の再建がある。近年、ロボット技術を利用したリハが期待されており、HONDA 歩行アシストは股関節の屈伸を助ける装着型ロボットとして導入されている。HONDA 歩行アシストの治療効果において重要なことは装着時のみの効果ではなく、運動機能に対する学習効果を得ることであるとされている。今回、回復期脳卒中患者における歩行アシスト使用後の効果を ABAB 法を用いて検証した。

2. 対象

著しい高次脳機能障害、認知面の低下を有さない脳梗塞により右片麻痺と呈した 80 代女性。病前は ADL、屋外歩行ともに自立していた。HONDA 歩行アシスト開始時は発症から 52 日目、運動麻痺は BRS 上肢 IV、下肢 IV、感覚障害は軽度鈍麻、SIAS60 点であった。歩行バランス能力は杖歩行見守りレベルで歩行が可能、FACIII、FBS36 点であった。ADL 能力は FIM96(m61/c35)点であった。

3. 方法

ABAB 法によるシングルケーススタディを用いた。アシスト実施期間を A、通常歩行練習期間を B とし、各期間を 1 週間とした。比較項目は 10m 歩行時間、ケイデンスとした。HONDA 歩行アシストは理学療法実施中の歩行訓練の中で使用した。

4. 倫理的配慮、説明と同意

本研究は当院倫理委員会の承認を得て行い、対象者に本研究の趣旨を十分に説明した上で同意を得た。

5. 結果

10m 歩行時間ではベースライン期 16 秒 A 期間 13 秒 B 期間 14 秒 A '期間 12 秒 B' 期間 13 秒となった。ケ

イデンスではベースライン期 81 歩/分、A 期間 99 歩/分、B 期間 94 歩/分、A '期間 104 歩/分、B' 期間 98 歩/分となった。

5. 考察

HONDA 歩行アシストは股関節角度センサーにより得られた情報に応じて股関節モーターを制御し、その出力により立脚期や遊脚期における適切な運動方向を誘導することにより、歩行運動を改善することを目標としている。

本症例では麻痺側遊脚期において stiff knee pattern、麻痺側立脚期では股関節外転、伸展筋力低下により骨盤スウェイが観察された。この歩容により歩行速度の低下、歩行効率の低下が生じていたと考える。大畑らによると HONDA 歩行アシストの使用の効果として麻痺側股関節屈曲と非麻痺側伸展の補助により麻痺側股関節屈曲の慣性力によって生じる膝関節屈曲角度が増加したと報告がしている。また、麻痺側股関節伸展の補助により前方への推進力を増加させることができる。これらのことから麻痺側遊脚期の膝関節角度の増加、前方推進力の増加により歩行速度、歩行効率の向上が見られたと考える。

また、10m 歩行時間、ケイデンスともに通常歩行期間後にはパフォーマンスの下降が見られるもベースライン期と比べると向上が見られている。このことから HONDA 歩行アシストの使用により効率の良い歩行が誘導され歩行パターンが学習されたと考えられ、その学習効果は歩行アシストを外した後も持続していると考ええる。

脳卒中患者に対する歩行訓練において誤学習を防ぎ、最良の歩行パターンを再現し反復することが重要であるとされており HONDA 歩行アシストの使用はその一助になると考える。

6. 理学療法研究としての意義

脳卒中患者に対する HONDA 歩行アシストの使用は歩行速度の向上、歩行の効率化が行えた。ABAB 法によるシングルケースデザインを用いることで回復期における学習効果を示すことができた。

当院における中・重度歩行障害を有する 症例の HAL 介入戦略 ～脳卒中片麻痺患者における歩行再建～

社会医療法人敬和会
大分リハビリテーション病院
中原浩喜 渡邊亜紀

社会医療法人敬和会 大分岡病院
佐藤浩二 森照明

【はじめに】

脳卒中ガイドライン 2015 では、歩行障害を改善するために歩行や歩行に関連する下肢訓練量を多くすることはグレード A、発症 3 ヶ月以内の歩行不能例への歩行補助ロボットを用いた歩行練習、ならびにトレッドミルを使用した歩行練習はグレード B として記載されている。当院では、中・重度歩行障害を有する脳卒中片麻痺患者の歩行再建への戦略として早期より HAL[®]を用いた歩行練習を導入している。2017 年 2 月より免荷式トレッドミル(HAL[®]トレッド)と併用して訓練を実施しており、HAL[®]トレッドを併用することで、より効率の良い訓練が可能となることが期待される。今回、HAL[®]トレッドを併用した歩行練習の結果を報告する。

【方法】

対象は当院回復期病棟に入院した発症 3 ヶ月以内の初発脳血管障害の患者 17 名である。全て歩行 FIM 得点 3 点以下で、歩行時の下肢振り出しに介助を必要とし長下肢装具を使用しないと膝折れを認める状態であった。方法は、HAL[®]トレッド導入以前に免荷式歩行器を使用した 12 名（以下、免荷式歩行器群）と HAL[®]トレッドを使用した 5 名（以下、HAL[®]トレッド群）に分け両群を比較した。両群の基本属性に差はなかった。HAL[®]を用いた訓練は、HAL[®]を用いた歩行練習 40 分、週 2～3 回計 10 回実施した。効果判定は 1 回の運用に必要なスタッフ数、1 回の訓練での平均歩数、下肢 Brs、振り出しの改善、歩行 FIM の改善点を比較した。統計解析は Mann Whitney U 検定、t 検定を用いた。

【結果】

必要なスタッフ数は、免荷式歩行器群では平均 1.92 人/回、HAL[®]トレッド群では平均 1.00 人/回であり有意差を認めた ($p < 0.01$)。平均歩数は、免荷式歩行器群 512.4 ± 213.6 歩/回、HAL[®]トレッド群 912.9 ± 152.7 歩/回であり有意差を認めた ($p < 0.05$)。下肢 Brs は、免荷式歩行器群で 10 名改善、HAL[®]トレッド群では 4 名改善であり有意差は認めなかった。下肢の振り出しは、両群ともに HAL[®]での歩行練習後は可能となった。歩行 FIM の改善点は免荷式歩行器群で平均 2.00 点、HAL[®]トレッド群で平均 2.67 点であり有意差は認めなかった。

【考察とまとめ】

今回の結果から、HAL[®]トレッドを併用することで少数のスタッフ数でより多くの歩行量を確保する事が可能であった。今後積極的に HAL[®]トレッド用いて中重度者の早期の歩行再建を目指して行きたい。また、症例数を増やし、HAL[®]トレッドの運用システムを構築したいと考える。

脊椎疾患術後患者への HAL を使用した ニューロリハビリテーション

矢次 彩 1)2), 森下登史 1), 八木謙次 1),
福田宏幸 1)2), 安部洋 1), 塩田悦仁 2), 井上亨 1)
所属: 1) 福岡大学病院 脳神経外科
2) 福岡大学病院 リハビリテーション部

【はじめに】

ロボットスーツ HAL (Hybrid Assistive Limb, 以下 HAL) は人が筋肉を動かそうとした際に皮膚表面から検出される微弱な生体電位信号をトリガーとし、随意的な運動を補助するロボットである。これまで脳卒中や脊髄損傷、膝関節術後など様々な障害に対して HAL 治療がなされてきたが、術後早期の脊椎疾患に対しての先行研究は少ない。

【目的】

術後早期の脊椎疾患患者に HAL を用いたリハビリテーションの安全性と効能について、歩容に着目して評価すること。

【方法と対象】

期間: 2011 年 10 月～2016 年 2 月

対象: 当院脳神経外科にて手術を受けた脊椎疾患患者で HAL 治療を 3 回以上受けた者、9 名 (男性 6 名、女性 3 名)
除外: 完全麻痺や重度の麻痺患者は生体電位が検出できないため除外した。

診断: 脊髄くも膜嚢胞 1 名、脊髄硬膜動静脈瘻 2 名、頸椎後縦靭帯骨化症 1 名、脊髄脂肪腫 1 名、頸椎症性脊髄症 1 名、頸髄内腫瘍(上衣腫) 1 名、脊髄腫瘍(上衣腫) 2 名

平均年齢: 53.6 ± 16.1 歳 (29～72 歳)

術後 HAL 開始までの日数: 14.2 ± 8.1 日 (7～29 日)

HAL 回数: 5.0 ± 2.6 回 (3～12 回)

リハビリ期間: 13.6 ± 9.1 日 (4～35 日)

【評価】

- ① 10m 歩行スピード: 運動機能の評価 (毎回の HAL 施行前後に実施)
- ② GARS-M (the Modified Gait Abnormality Rating Scale): 歩容の評価 (HAL 初回、終了時の定期評価に実施)

- ③ B I (Barthel Index): ADL の評価 (HAL 初回、終了時の定期評価に実施)

なお全対象者、HAL トレーニング中はビデオ撮影を実施した。

【結果】 統計解析には Wilcoxon の符号付き順位検定を使用し、 $P < 0.05$ とした。

10m 歩行(秒) : HAL 開始時 9.8 ± 2.2 秒
→ HAL 終了時 8.2 ± 1.2 秒 ($P = 0.015$)

10m 歩行(歩数): HAL 開始時 17.1 ± 2.9 歩
→ HAL 終了時 15.4 ± 1.8 歩 ($P = 0.031$)

GARS-M : HAL 開始時 6.0 ± 5.7
→ HAL 終了時 2.3 ± 3.3 ($P = 0.012$)

B I : HAL 開始時 83.3 ± 16.0 点
→ HAL 終了時 95.6 ± 5.8 点 ($P = 0.042$)

【結論】

本研究から、HAL は脊髄障害を持つ術後患者にも安全に早期回復を促進することを示した。また、歩行スピードだけでなく歩容の改善も認められたため、HAL は CPG (Central Pattern Generators) を含む脊髄システムの活性化による歩行機能向上をもたらす可能性があると考えられる。

今後はより多くの患者とコントロール群を含んだ、さらなる研究が必要と考える。

脳卒中後左片麻痺患者への上肢用ロボット型運動訓練装置の使用

～当院での ReoGo-J 運用の取り組み～

甲斐幸太郎(OT) 劉濤(OT) 高橋真紀(Dr)

医療法人相生会福岡みらい病院リハビリテーション科

【はじめに】

近年、ロボットを用いたリハビリテーションの有用性を示した報告が散見され、当院でも上肢用ロボット型運動訓練装置である ReoGo-J(以下 RGJ)を導入している。RGJ は、様々なモードや負荷量の設定が可能であり、伸縮するジョイスティック型のアームを前方の画面に表記される目標に合わせて操作する。RGJ は通常の訓練に加え自主訓練として導入することが有用とされている。今回、当院の回復期リハビリテーション病棟(以下回復期リハ)に入院した左片麻痺患者に対し、自主訓練の一つとして RGJ を導入し作業療法を行ったところ、上肢機能と日常生活での使用頻度が向上した。以下に、上肢訓練の経過と当院での RGJ の運用方法も踏まえ報告する。なお、発表に際し、症例に対して十分に説明後に同意を得た。

【症例】

50 歳代女性、右前頭頭頂葉皮質下出血を発症し保存的治療後、25 病日に当院に転院した。認知機能低下や高次脳機能障害はみられなかった。左麻痺側上肢の Br. stge 上肢Ⅲ手指Ⅱ、感覚は表在覚、深部覚ともに中等度鈍麻、握力 2 kg Fugl-Meyer assessment(以下 FMA) 17/66 点、Motor Activity、Log-Amount of Use(以下 MAL-AOU) 0、Motor Activity Log-Quality of Movement(以下 MAL-QOM) 0、Action Research Arm Test(以下 ARAT) 実施困難、FIM 運動項目 44 点認知項目 35 点で移動手段は車椅子であった。

【介入】

28 病日より RGJ を作業療法内で開始し使用方法の説明と RGJ の難易度調整を行い、42 病日より自主訓練で導入した。難易度はわずかに努力を有する程度、その他の設定は適宜変更した。セッティングに関してはセラピスト介助にて行い、訓練終了後自己にてアームから手を離し帰宅していただいた。RGJ 開始時は麻痺が重度だったため、作業療法では物品を用いての Shaping を中心に作業療法を行った(以下機能訓練を重視した時期)。55 病日より様々な作業課題が反復して可能となり、作業法時間内では、Shaping、Task Practice を反復

して行った(以下課題指向型訓練時期)。80 病日からは、日常生活での上肢使用を汎化させるため、ADL 訓練中心に介入した(以下 ADL 訓練時期)。各時期の最終時に再評価を行った。

・機能訓練を重視した時期: 訓練課題を前腕回内位にて、前方リーチ 30 回、外転リーチ 3 回、モードは軌道アシストモード、負荷量を軽負荷とし車椅子座位の状態で行った。

・課題指向型訓練時期: 訓練課題を前腕回内位にて前方リーチ 30 回、前腕回外位にて外転リーチ 10 回、回旋リーチ 10 回、模擬リーチ 5 回、モードを軌道アシストモード、負荷量を軽負荷とし椅子座位で行った。

・ADL 訓練時期: RGJ を終了し、Shaping、Task Practice を反復して行い、自主訓練も生活動作に関連した上肢訓練の課題へと変更した。

【結果】

・機能訓練を重視した時期: FMA47 点 MAL-AOU0.5、

QOM0.5、握力 6.7 kg、ARAT37 点、FIM 運動項目 58 点。

・課題指向型訓練時期: FMA56 点、MAL-AOU3.1、

QOM2.6、握力 10.4 kg、ARAT48 点、FIM 運動項目 72 点。

・ADL 訓練時期: FMA 60 点、MAL-AOU4.1、QOM 3.5、握力 14.3kg、ARAT57 点、FIM 運動項目 80 点となり、上肢機能と日常生活での上肢の使用頻度、質が向上した。

【考察】

当院では、RGJを導入するにあたり自主訓練が可能な患者には早期から車椅子座位でも積極的にRGJを導入している。高橋ら¹⁾は、回復期リハで通常のリハビリテーションにRGJを併用した群が通常の自主訓練を併用した群よりも上肢の運動機能に改善があったことを報告している。本症例においても早期からRGJを自主訓練で導入し、上肢麻痺の程度に応じて適切な訓練モードを設定したことで上肢機能が向上した可能性がある。また、牛腸²⁾らは、生活様式に合わせ麻痺側上肢の使用を促すことで日常での使用頻度が向上することを報告している。RGJで機能向上を図り、作業療法内で段階付けて生活に即した上肢訓練を行ったことで、生活の中での使用頻度向上に繋がったと考えられる。今後も症例数を増やしより良い運用方法の検討を進めていきたい。

【参考文献】

1) 高橋佳代子 バイオメカニクス学会誌 Vol.37 No2p.87-92

2) 牛腸昌利 作業療法ジャーナル Vol.34 No.6p678-686

麻痺手を生活で使用することを目標に、上肢用ロボット型運動訓練装置(ReoGo-J)を活用した1症例

横浜市立脳卒中・神経脊椎センター
リハビリテーション部

加藤千尋 山田裕子 坂本里佳 白倉麻美
早川裕子 前野 豊(MD)

【はじめに】上肢用ロボット型運動訓練装置(以下 ReoGo-J)による訓練は、脳卒中後の麻痺側上肢の機能改善に有効だが、実生活に汎化されにくいと報告されている。今回経験した症例では、ReoGo-Jによる訓練を取り入れ、生活での麻痺手の使いやすさが向上した。ReoGo-Jを活用した作業療法について考察し報告する。なお、本報告に対し、症例に書面での同意を得た。

【症例】50歳代男性。右手利き。脳梗塞(右被殻背側～放線冠)。左片麻痺。第1病日からベッドサイド OT 開始。第11病日に回復期病棟に転棟。第90病日に自宅退院。

【ReoGo-J 導入～1ヶ月の経過】ReoGo-J 訓練を、第31病日より肩周囲の随意性向上を目的に開始した。当初は上肢 Fugl-Meyer Assessment (以下 FMA) 22/66, Motor Activity Log (以下 MAL) Amount of Use (以下 AOU) 0.44, Quality of Movement (以下 QOM) 0.22 であった。ReoGo-J 開始から1ヶ月で FMA56/66, MAL の AOU2.77, QOM2.66 で、肩屈曲・外転を中心とした上肢運動機能の改善を認めたものの、生活での麻痺手使用には非麻痺側の介助が必要だった。症例は洗顔と茶碗の保持が麻痺手で楽に行えるようになりたいと述べた。動作を評価したところ、両手で水をためる・茶碗の把持時に前腕回外が不十分で、肩甲骨下制・内転、肩関節内転・外旋位の保持も困難だった。また顔へのリーチ時に肩甲骨挙上・外転し、肩関節の外転が出現した。

【ReoGo-J の課題設定】洗顔と茶碗保持動作の評価から、前腕回内外、肩関節内外旋、肩甲骨内転・下制のコントロールが困難なのではないかと考え、ReoGo-J の課題設定に落とし込んだ。開始肢位を水平ハンドルは回外位で把持する設定とし、手関節の背屈と前腕回外位を保持できるようにジャイロアダプタを固定した。課題は放射リーチ(上

方)、放射リーチ(下方)、ジグザグ軌跡、多角軌跡1を選択し、モードは全介助、軌道アシスト、自動運動を選択した。

【訓練経過】1日目(第63病日):症例は「きついね」と述べ、動作中体幹の屈伸と肩外転の代償運動が出現していたが、肩外旋と肩甲骨下制・内転の動きは確認できた。また痛みなども生じていないことも確認した。5日目(第68病日):症例から「もっと肘を伸ばしたい」とリクエストがあり、各課題でリーチ範囲を拡大し、肘伸展と肩外旋を伴うよう倍率を上げた。6日目(第69病日):洗顔動作を確認すると、脇が開かずに両手で顔へのリーチが可能となったが、動作の繰り返しは困難だった。耐久性が必要であると判断し、課題を継続した。症例は「難しいけど、距離はちょうどいいよ」と述べた。20日目(第83病日):課題実施時間が短縮したため、訓練回数と負荷を上げた。症例は実施後「負荷が軽すぎると動きが雑になるから丁度いいね」と述べていた。この課題は退院まで継続した。

【最終評価(第90病日)】FMA59/66, MALのAOU3.66, QOM3.33となった。洗顔動作は、数回連続して顔を洗っても麻痺手を保持できるようになった。茶碗保持は、碗を持ち上げる際の肩外転が軽減した。症例はReoGo-J訓練について「長い時間は大変だけど、前より疲れなくなった」と話した。麻痺手の使用については「使ってるから大丈夫だよ」と発言し、実際に本を読む・タオルで体を拭く・髪の毛をとかす・ボタンを留めるなど、麻痺手を生活で使う場面も増えていた。

【考察】本症例においては、ReoGo-Jを活用したことで麻痺側上肢の運動機能改善に加え、使用頻度・動作の質が向上し、生活での使用も増加した。このような結果が得られたのは①ReoGo-Jの課題設定する際に、目標とする麻痺手を使用した動作を分析し、必要な運動要素をReoGo-Jの課題に落とし込み、繰り返し行なったこと、②経過の中で症例の言動や機能改善に合わせて課題設定を変更したためだと考えられる。

ロボットを使用した訓練効果を単に上肢機能改善に留めず、生活に汎化させるためには、具体的な獲得動作の設定とその動作分析に基づいた課題設定が必要であると思われる。

進行性多巣性白質脳症により四肢麻痺を呈した症例に対して、 ADL 動作の介助量軽減を目的にロボットスーツ HAL を使用した一例

小林卓馬 1)、遠藤祐紀 1)、石田豊朗 1)、竹中宏幸 1)、平田雅文 1)

1)豊生会 東苗穂病院 リハビリテーション部

【はじめに】

進行性多巣性白質脳症により四肢麻痺を呈した症例に対し、移乗時における介助量軽減を目標にロボットスーツ HAL(以下 HAL)を用いた。HAL を用いて立位・歩行訓練を実施したことによる治療効果について、左下肢の支持性と立位動作の変化に着目し、考察したためここに報告する。

【進行性多巣性白質脳症の概念・定義】

多くの人に潜伏感染している JC ウイルスが、免疫力が低下した状況で再活性化して脳内に多発性の脱髄病巣をきたす疾患。

【症例】

40 歳代男性。30 歳代で進行性多巣性白質脳症を発症。四肢麻痺を呈し、Brunnstrom Recovery Stage 右下肢Ⅳ、左下肢Ⅱ。痙性により筋緊張が亢進しており、特に股関節屈筋群と下腿三頭筋が著明。立位姿勢は骨盤左回旋位で股関節屈曲位、足関節底屈・内反位。介助歩行では、大殿筋と大腿四頭筋の筋出力低下により、左立脚終期で骨盤左回旋と股関節屈曲が助長され、左下肢の支持性低下が認められた。立位保持は軽介助、移乗はウエイトシフトやステップが困難であり、手すりのある環境下で軽介助を要した。

【方法】

HAL を使用した立位・歩行訓練を 2 日間実施し、1 日あたり 30 分間 (HAL 脱着を含む) とそれ以外に通常の理学療法を 60 分間実施した。HAL は両脚型を使用し、左下肢の設定は CVC モードでバランス機構は股、膝関節ともに伸展優位に調節、アシスト量は対象の歩容に合わせ適宜調節した。右下肢の設定は CIC モードとした。客観的評価として、HAL 使用前後の等尺性膝関節伸展筋出力を Hand Held Dynamometer (酒井医療株式会社製)を用いて計測した。また、動画撮影を行い姿勢の変化を評価した。

【結果】

1 日目の HAL 介入時、右膝関節伸展筋出力は使用前後ともに 100.6Nm と変化は見られず、2 日目の介入では使用後に筋出力が上昇した(91.8Nm→99.2Nm)。左膝関節伸展筋出力については、1 日目(49.0Nm→39.0Nm)と 2 日目

(35.6Nm→28.0Nm)ともに使用前後で筋出力が低下した。立位姿勢は、骨盤左回旋、股関節屈曲角度が改善され、動作では左側へのウエイトシフトやステップが可能となった。これらにより、移乗時のステップが円滑となり、手すりのある環境下での移乗時における介助量が軽減した。

【考察】

本症例では移乗時における介助量軽減を目標に、股・膝関節伸展筋出力向上に伴う左下肢の支持性向上を目的として、HAL を使用しての立位・歩行訓練を実施した。HAL 使用後の左膝関節伸展筋出力が低下したにもかかわらず、立位姿勢や歩行において、骨盤左回旋と股関節過屈曲が改善し左下肢の支持性向上が認められた。また、ウエイトシフトやステップが安定して可能となり、移乗時における介助量も軽減された。これは、HAL 後において立位や動作中での骨盤帯・股関節アライメントに寄与している、股関節伸展筋出力向上が起因している可能性が考えられた。また山海は、HAL の効果について、HAL の受動アシストによる末梢からの sensory feedback と随意制御による運動関連領域の賦活との両面から生じる interactive Bio-Feedback(iBF)仮説を提唱している。本症例でも、HAL での立位・歩行訓練を実施したことで、効率的な左下肢への荷重やステップの運動学習に繋がった可能性が考えられ、歩行能力だけではなく、ADL 動作の介助量軽減に繋がることが示唆された。本研究では、股関節伸展筋力の評価を実施していないため、HAL 介入が股関節伸展筋出力や動作に対して与えた影響については仮説の域をでない。今後、HAL 介入が股関節伸展筋力に与える影響について更なる研究が求められる。

【結語】

本症例では HAL を用いた立位・歩行訓練後の膝伸展筋出力は低下したが、移乗時の介助量軽減が認められた。これは、股関節伸展筋出力向上と効率的な運動学習に起因している可能性が考えられ、歩行能力向上以外を目的とした HAL の使用は有用であることが示唆された。

脊髄損傷不全麻痺患者の歩行訓練にロボットスーツ HAL®福祉用を使用した経験

国立病院機構 村山医療センター
リハビリテーション科 理学療法士 碓徹也

【背景と目的】

近年ロボット技術の発展がリハビリテーションの分野にも多く応用されている。ロボットスーツ HAL®福祉用(以下 HAL)もその一つとして多くの施設等で導入されている。しかし脊髄損傷患者に対する使用報告は少ない。今回、脊髄損傷不全麻痺患者 4 症例に対して HAL を用いた歩行訓練を実施したので報告する。

【症例紹介】

当院に入院した脊髄損傷不全麻痺患者 4 例(年齢: 34±12.3 歳。性別: 全症例男性。フランケル分類: C1 名, D3 名)を対象とした。患者選定の基準としては、歩行補助具を使わずに 10m を安全に自立歩行できない症例で、かつ軽介助や歩行補助具を使用することで 10m 以上歩行が可能な症例。さらに病棟での車椅子 ADL が自立している症例とした。

【訓練方法】

HAL 装着での歩行訓練(以下 HAL 歩行訓練)は、1 週間に 2 回以上、計 15 回実施することとした。HAL 歩行訓練は、転倒予防を目的に専用ホイスト(免荷機能付き歩行器オールインワン)を使用し、当院理学療法室内を周回して実施した。介助者は専用ホイストの誘導に 1 名と HAL のアシスト調整に 1 名の計 2 名とした。アシスト調整は歩容を元にセラピストが適宜行った。HAL 歩行訓練期間の前後に前評価日と後評価日を設け、評価を実施した。評価項目は、筋力測定(Manual Muscle Test(以下 MMT)で腸腰筋、大腿四頭筋、前脛骨筋、大殿筋、中殿筋)、10m 歩行テスト(歩行速度、歩数、主観的な歩きやすさ、自覚的疲労度)とし、それぞれの平均値を前評価日と後評価日で比較した。尚 10m 歩行テストは 3 回実施し、その平均値で比較を行った。10m 歩行テストの際の歩行補助具、装具の有無、種類は問わないものとし、前評価日と後評価日での条件は同一のものとした。

【結果】

評価結果の平均値の変化は以下の通りである。(以下、右/左で表記)〈MMT〉腸腰筋 3.5/3.5→4/4、大腿四頭筋 3.5/3.5→3.75/3.75、前脛骨筋 3.25/4→3.25/3.75、大殿筋 2/2.25→2.25/2.25、中殿筋 2.5/2.5→3/2.75 〈10m 歩行テスト〉歩行速度(秒)31.32→20.66、歩数(歩)27.00→20.83、主観的な歩きやすさ 0.5→0.75、自覚的疲労度 0.75→1.5 以上のように、平均値の改善が見られた。

【考察】

HAL 歩行訓練前後で比較して、歩幅が拡大し、歩行速度が増加した要因として、歩容の変化が挙げられる。その変化としては、円滑な関節運動や振り出しの拙劣さに改善がみられた。立脚期での支持性の向上や反張膝が改善し、遊脚ではスムーズな膝屈曲が足クリアランスを向上させている。また、この立脚での支持性の向上とスムーズな遊脚により、主

観的・自覚的に歩きやすく、疲れにくい歩行につながったと考えられる。

今回、HAL 歩行訓練での 1 回の歩行時間は、フィッティング時間と歩行中の休憩時間を除いて、30-45 分実施した。その歩行距離は、回数を重ねる毎に増加し、最終 15 回目には、最も短い症例でも 650m、最長で 2210m であった。HAL を装着することで歩行できる時間、距離を延長することが可能であると考えられる。このことから廃用性筋萎縮の改善や筋力・筋持久力の増強効果は期待できる。またこの歩行の量的な増加と共に、歩行の質的な面で、立脚期の股関節伸展の促通、適切な荷重感覚の入力、遊脚肢のスムーズな振り出しを促すことでの CPG の賦活による神経可塑性の促通の効果も期待できるのではないかと考えられる。

今後の課題としては、HAL 歩行訓練の実施期間の再検討と HAL のフィッティングとアシスト調整の習熟は挙げられる。

また他の運動療法との併用により効果的な治療の提供ができるのではないかと考える。

回復期における脳卒中後の上肢麻痺に対してロボット療法と CI 療法を組み合わせた治療を実施した一症例

庵本直矢¹⁾ 竹林崇²⁾

1)名古屋市総合リハビリテーションセンター 作業療法科

2)吉備国際大学保健医療福祉学部 作業療法学科

【背景と目的】

脳卒中後の上肢麻痺に対するロボット療法は、上肢機能の改善には有効だが、日常生活における麻痺手の使用頻度や使いやすさといった使用行動の改善は難しいとの報告が多い。

今回は、回復期の脳卒中後片麻痺患者 1 名に対し、ロボット療法(上肢機能訓練用ロボット ReoGo®-J を使用した自主訓練[以下、Reo 訓練])と麻痺手の使用行動の改善に有効である CI 療法を併用して実施することで、上肢機能の改善と日常生活での麻痺手の使用行動の改善が得られたため報告する。

【症例紹介】

60 歳代男性で、利き手は右手。診断名は脳梗塞、左片麻痺である。30 病日に病棟での日常生活動作が大凡自立レベルとなったため、Reo 訓練と CI 療法を組み合わせた治療(以下、併用療法)を開始。併用療法開始時点での麻痺手の機能レベルを示す Fugl-Meyer Assessment (FMA) は、上肢項目 41/66 点、肩肘前腕項目 26/36 点であり、中等度の上肢麻痺が残存していた。また、簡易上肢機能検査 (STEF) は右 92/100 点、左 4/100 点であり、左手による物品の移動や物品操作はほぼ困難であった。また、生活における麻痺手の使用頻度を示す Motor Activity Log (MAL) の Amount of Use (AOU:0 点[全く使っていない]~5 点[発症前と同様の頻度で使っている])は 0.69 点、主観的な使いやすさを示す Quality of Movement (QOM:0 点[全く使っていない]~5 点[発症前と同様の使いやすさ])は 0.63 点であり、補助手としての役割も果たせていない状態であった。

なお、本研究にあたって、症例に書面にて研究説明を行い、同意を得た。また、当院の倫理審査委員会の承認を得ている。

【方法】

作業療法士による介入 40 分(CI 療法)と Reo 訓練 40 分を平日の 5 日間、6 週間実施した。CI 療法では、課題指向型アプローチと日常生活における麻痺手の使用を促進する行動戦略(Transfer Package: TP)を中心に実施した。また、TP の手

法にない、病棟生活下で麻痺手の使用場面を想定したチェックリストを作業療法士が作成した。さらに、週に 1 度、その時点での麻痺手の機能で何とか可能であろう動作を 5 つ程度抽出した週間目標動作チェックリストを作成し、毎訓練時には、週間目標動作チェックリストや口頭にて、麻痺手の使用状況を確認した。遂行が困難な動作に対しては、自助具の提供や環境設定の方法を提言した。

Reo 訓練では、作業療法士が症例の上肢機能に合わせた訓練メニューを設定し、機能改善に合わせて負荷量を調整することで、可能な限り高強度の訓練内容となるように意識した。

【評価】

評価は併用療法開始時点(30 病日)と 3 週間後(50 病日)、6 週間後(72 病日)、退院 1 ヶ月後(131 病日:併用療法終了より 2 ヶ月後)に FMA, STEF, MAL を使用した評価を行った。

【結果】

併用療法開始時点→3 週間後→6 週間後→退院後で結果を記載する。上肢機能は、FMA 上肢項目 41→54→61→65 点、FMA 肩肘前腕項目 26→33→35→36 点、STEF4→41→80→85 点と改善を認めた。MAL の AOI は 0.69→1.31→3.00→3.63 点、QOM は 0.63→1.75→2.63→3.25 点であり、麻痺手の使用頻度と使いやすさの改善も認めた。また、肩の痛みや神経症状の悪化もなく、安全に訓練を完遂できた。

【考察】

Takahashi ら(2016)は、回復期の脳卒中後片麻痺患者に対して、ReoGo®-J と同様の機能を有した ReoGo®を使用したロボット療法 40 分と通常の作業療法 40 分を実施し、FMA での改善を認めたが、MAL での大きな改善を認めなかったと報告している(訓練前後の AOI の変化量 0.46 ± 1.02 、QOM の変化量 0.54 ± 0.92)。今回は FMA のみならず、MAL においても一定の改善が得られた(訓練前後の AOI の変化量 2.31 点、QOM の変化量 2.00 点)。その要因として、行動戦略である TP によって、生活における麻痺手の積極的使用を促したことが大きかったと考えられる。症例は、常に生活の中で適度な困難さを持つ目標に挑戦した。目標を達成していく過程で得られる自己有能感や達成感が麻痺手の積極的使用の動機付けとなり、自発的に訓練時間外で麻痺手を使用することにつながったと考えられる。その結果として、退院後も継続的に麻痺手の機能改善と使用行動の改善が認められた可能性がある。しかし、症例検討のため、今後は症例数を重ねる必要がある。

介護用ロボットの使用により広がる在宅復帰 ～リショナーネを使用し在宅復帰できた事例を通して～

介護老人保健施設 サン

小川彩香(CS) 中野隆介(PT) 石橋経久(医師)

【はじめに】

介護老人保健施設サンでは、平成 26 年からロボット介護機器リショナーネ(以下リショナーネ)3 台を導入し、ADL・QOL の向上を目的にターミナルケアや寝たきりの利用者 18 名に使用してきた。

今回対象の利用者は脊髄損傷のため寝たきり状態であり、車椅子では長時間の良肢位を保つことが難しい為、入所時からリショナーネを使用した。リショナーネを使用する事により耐久性が付き、利用者の希望であった在宅復帰まで可能となったので、その経過について報告する。

【事例紹介】

A 氏 84 歳 男性 介護度 5 HDS-R28 点

寝たきり度 C2 認知性自立度 II b

脊髄損傷(C6 以下) 四肢麻痺

【経過・結果】

① リショナーネの使用

全身の耐久性低下により、車椅子では良肢位を保つことが難しく、入所時(H28 年 11 月 17 日)よりリショナーネを使用した。毎食事時に電動車椅子で 1 時間程度の離床を行い、居室外での生活を可能にすることができた。

② リショナーネから車椅子への変更

電動車椅子で 1 日に 3 回、合計で 3 時間から 4 時間程度の離床を続けて行う事で、耐久性の向上を図ることができた。その為、平成 29 年 1 月 18 日(使用 2 ヶ月後)から他職種連携のもと昼食を跳ね上げ式車椅子での離床へと変更する事が出来た。

③ 退所前訪問

環境の確認や改修工事の必要性・利用するサービス内容の検討目的にて平成 29 年 4 月 5 日に自宅への訪問を行った。

④ 退所時訪問

平成 29 年 8 月 31 日に退所時に再度自宅訪問を行い、改修後の環境・利用サービスの確認を行った。

【考察】

今回の A 氏のように脊髄損傷により寝たきり状態となる事例が多い。離床する機会も減り廃用は進んでいくと考えられる。しかし、リショナーネを使用する事で、離床ができるようになった。電動車椅子使用により 1 日のうち 3 時間から 4 時間程度の離床を続ける事で、耐久性の向上に繋がった。また A 氏は病前、毎日仏壇に手を合わせてお経を唱えるのが日課だった。入所中にも「家に帰って仏壇に手を合わせてお経は唱えたか～」と何度も話をされていた。そして実際に自宅に帰り A 氏が最初に行ったのが仏壇で手を合わせる行為であった。その際 A 氏も涙を流して喜んでいたことはすごく印象に残っている。リショナーネの使用により ADL の向上が図れただけでなく、A 氏の自律心向上や自信に繋げることができ、人との関わりである「参加」の機会を増やし、QOL の向上にも繋がったと考えられる。

【まとめ】

在宅での介護支援が促進される現在で、人による介護には限界がある。しかし、そこに介護用ロボットや福祉機器が加わる事で在宅介護への可能性を広げる事ができる。その一つにリショナーネはある。今後も介護度の高い方でも本人の希望をかなえられるよう ADL・QOL の改善に邁進していきたい。

慢性期脳卒中片麻痺患者の上肢機能に対する HANDS(Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation)療法と経頭蓋直流電気刺激 (Transcranial direct current stimulation:tDCS)併用療法の試み

特定医療法人茜会 昭和病院 リハビリテーション部
作業療法課 中島大輔 栗崎愛 小川清洋

【目的】

経頭蓋直流電気刺激 (Transcranial direct current stimulation:以下,tDCS)の介入研究は多数報告されてきている。これまで慢性期脳卒中患者の麻痺側上肢機能回復には Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation (以下,HANDS) 療法等が有効性を示しているが,tDCS との併用療法の効果を検証した報告は少ない。

今回我々は,慢性期脳卒中片麻痺患者に対して HANDS 療法と tDCS 併用療法を実施し,麻痺側上肢機能が改善した症例を経験したため報告する。

【症例紹介】

70 代女性,左片麻痺.症例より,脳梗塞発症の詳細は不明との事であるが,約5年以上は経過していると聴取される。入院時の麻痺側上肢・手指の Brunnstrom stage は上肢:III,手指:III レベル.異常感覚はなく,関節可動域練習時も痛みなく,著明な拘縮も無く経過している。

【方法】

入院 3 日目にボツリヌス療法(botulinum toxin therapy:以下,BTX)を上腕二頭筋,浅指屈筋,橈側手根屈筋,尺側手根屈筋に実施し 3 日間ストレッチ実施後,HANDS 療法を 5 週間実施.HANDS 療法での改善がプラトーに達した時点で HANDS 療法と tDCS の併用療法を実施した.効果判定には Fugl-Meyer Assessment(以下:FMA),Stroke Impairment Assessment Set(以下:SIAS), Wolf Motor Function Test(以下:WMFT),Motor Activity Log(以下:MAL)を用い,入院時,BTX 時,HANDS 療法 2 週及び 5 週実施時,HANDS 療法 tDCS 併用療法 2 週実施時に効果判定を行った。

tDCS の刺激部位は陽極を損傷半球の頭頂葉部に,陰極を

非損傷半球の頭頂葉部に貼付し(Dual-tDCS),出力は 2mA で連続 20 分間行い,2 週間実施した。

研究にあたり,対象者には研究の趣旨を説明し,同意を得た。また当院倫理委員会の承認及び指示に従い研究を行った。

【結果】

tDCS 施行中に有害事象は認めなかった。各評価結果を入院時,BTX 時,HANDS 療法 2 週及び 5 週実施時,HANDS 療法 tDCS 併用療法 2 週実施時で以下に示す.FMA では 16→24→28→28→32, WMFT では 21→32→38→37→42,STEF では 0→0→0→0→1,MAL(AOU)では 0.6→0.5→0.5→未実施→1.4,MAL(QOM)では 0.5→0.6→0.6→未実施→1.2と改善を認めた.SIAS 近位は 2,遠位は 1C から変化を認めなかった。また,目標動作に関しても改善を認め,満足度も向上していた。

【考察】

脳梗塞後遺症による左片麻痺患者に HANDS 療法と tDCS 併用療法を実施した結果,発症より 5 年以上経過していたにもかかわらず,機能向上を認め,目標動作能力も改善及び満足度の向上を認めた。

一般に片麻痺患者では,麻痺側上肢の巧緻性が低下しており,日常生活での患肢の使用頻度が減少し,学習された不使用(learned non-use)となっていることが多い¹⁾.学習された不使用から機能的な上肢操作の獲得を図るため,BTX による筋緊張緩和と HANDS 療法を行うことで,通常は不可能な手指伸展動作も行え,さらに集中的な上肢操作練習を行えた事で,神経路への興奮伝導やシナプス結合強化による神経路強化²⁾により機能改善を認めたと考えられる。

今回は損傷半球の神経細胞活動促進及び非損傷半球の神経細胞活動抑制を行う目的で Dual-tDCS を実施した.Dual-tDCS による運動機能回復は一側半球に対する Uni-tDCS より高いと報告されている³⁾.BTX と HANDS 療法がプラトーに達した後,tDCS との併用療法を行い,さらなる機能改善を認めた.この要因としては Dual-tDCS により非損傷半球の半球間抑制の減少に併せて,損傷半球の M1 の興奮性を増大させたことにより,BTX と HANDS 療法による神経路強化を増強させ,機能改善を認めたと考えられる。

『急性期脳梗塞症例に対してロボットスーツHAL[®]の訓練方法を工夫した一症例』
 社会医療法人白十字会佐世保中央病院
 リハビリテーション部 久田 勇輔

【はじめに】

当院では急性期ロボットスーツHAL[®]（以下 HAL）アプローチを行っているが、重度運動麻痺や高次脳機能障害を有する症例に対してのHAL[®]歩行訓練に難渋するケースを経験する。

今回、重度運動麻痺、高次脳機能障害を有する症例に対して、HAL[®]を用いた歩行訓練のみではなく、起立訓練、膝関節伸展運動を行い基本動作の介助量軽減が図れた症例を担当したため報告する。

【症例】50歳代男性、平成X年1月に右内包後脚梗塞を発症し左片麻痺を呈した。ブルンストロームテスト（以下 B/Stest）は上肢Ⅰ、手指Ⅰ、下肢Ⅱで感覚障害が中等度鈍麻。高次脳機能障害として、半側空間無視（以下 USN）、注意障害を認める。FIMは36/126点。発症X+1よりベッド上理学療法介入開始。X+7よりHAL訓練開始。合計7回実施。

【HAL[®]評価】

		1週目	2~3週目	4週目
モード		CVC		
アシストレベル		MAX	MAX	HIGH
生体電位の有無	股 jt	無し	無し	有り
	膝 jt	無し	有り	有り

【HAL[®]訓練経過】

○介入初回（1週目）：訓練中の生体電位は検出できず。膝関節伸展運動の単関節運動では随意運動可能で生体電位軽度出現。歩行・起立時の膝折れ著名。・膝関節伸展運動：10回×3~4set・起立ー着座訓練10回×2set・歩行訓練20m×1set（3名介助）

○介入中期（2~3週目）：麻痺側下肢の運動を意識できる。生体電位は検出するが注意障害のため持続しない。・膝関節伸展運動：10回×2set・起立ー着座訓練10回×4set・歩行訓練30m×4set（2~3名介助）

○介入終期（4週目）：随意運動の改善、注意障害の改善

に伴い、歩行訓練でも生体電位検出できる。・膝関節伸展運動：10回×1set・起立ー着座訓練15回×3set・歩行訓練50m×4set（2名介助）

【結果】症例より『HAL[®]を使って体の使い方が分かった』との発言が聞かれ、基本動作、ADL場面での介助量の軽減を認め、FIMは36点から80点までの改善ができた。身体機能はB/Stestは上肢Ⅲ、下肢Ⅳまで改善を認めた。感覚障害が中等度鈍麻残存。高次脳機能障害は注意障害のみ残存。

【考察】

急性期脳卒中症例ではHAL[®]訓練に難渋するケースを経験する。理由としては意識障害の残存、空間・身体失認、注意障害等の高次脳機能障害の影響で麻痺側下肢の運動を意識できないために筋電位を検出できずHAL[®]アシストが得られにくいことが原因だと考える。

このような症例に対して歩行訓練を行うと麻痺側下肢立脚時の膝折れ、振り出し不十分により歩行動作が困難であることが多い。重度運動麻痺や高次脳障害を有する症例ではHAL[®]モニターの生体電位を確認しながら訓練方法の検討を行うことで安全、効果的に介入できることを経験した。

介入初期は麻痺側随意性低下に加え、USNや注意障害が認められ、麻痺側を意識した運動が困難であった。歩行訓練では股関節・膝関節・足関節・体幹など多関節を意識した動作となるため、介助量が多く転倒のリスクが高かった。そのため、HAL[®]のアシストシステムを利用し単関節運動やCKC（Close Kinetic Chain）：閉鎖性運動連鎖を狙った起立訓練を行い膝関節周囲筋の神経賦活を狙ったアプローチを行った。

介入終期はB/StestⅢレベルまでの改善、高次脳機能障害の改善を認めたため、HAL[®]アシストを利用し効果的な歩行訓練を行なう事が可能となり、基本動作の介助量軽減、FIMの改善を図ることが出来た。

【まとめ】

急性期脳卒中症例では、重度運動障害や高次脳機能障害により生体電位の検出の有無がHAL[®]アシストに影響を与える。本人の状態に合わせた訓練方法の検討を行なう事でHALを効果的に使用することが可能であった。

ロボットスーツ HAL を使用し、アシスト調整により歩行能力が向上した下肢痙縮を伴う頸髄不全損傷の一症例

田村 晃司¹⁾, 岡野 生也¹⁾²⁾, 篠山 潤一¹⁾,
山本 直樹¹⁾²⁾, 安田 孝司¹⁾²⁾, 代田 琴子¹⁾,
安尾 仁志¹⁾, 相見 真吾¹⁾, 延本 尚也¹⁾,
橋本 奈実¹⁾, 深津 陽子¹⁾, 瀬川 真史¹⁾,
西村 明見¹⁾, 戸田 光紀¹⁾²⁾, 陳 隆明¹⁾²⁾

¹⁾兵庫県社会福祉事業団

総合リハビリテーションセンター

²⁾兵庫県立福祉のまちづくり研究所

ロボットリハビリテーションセンター

【目的】

今回、下肢痙縮を伴う頸髄不全損傷者に対しロボットスーツ HAL (以下、HAL) を用いた歩行練習を行う機会を得た。本症例に対し、約 6 ヶ月間の HAL 歩行練習を実施し、アシスト調整において若干の知見を得たので報告する。

【症例提示】

症例は、頸髄不全損傷受傷 9 ヶ月を経過した 40 代男性。神経学的損傷レベルは C6 であり、ASIA Impairment Scale D であった。ASIA 下肢筋力スコア 29 点、Modified Ashworth Scale (以下、MAS) は、左右膝関節屈曲 1、左伸展 1、右伸展 1+, 左右足関節背屈 2 であった。10m 最大歩行テスト (sec/step) は 68/35 であり、歩幅の減少、遊脚相での股・膝関節の屈曲角度減少や過度な骨盤前方回旋、歩行時に痙縮の増強を認めた。

【HAL 練習経過および結果】

本症例に対し、週 6 回の理学療法に加え、HAL を用いた歩行練習を週 2 回、6 ヶ月間で計 48 回実施した。歩行練習内容は、歩行器を使用して、6 分間歩行を 3 回行い、休憩を 3 分間とした。HAL のモードはサイバニック随意制御 (以下、CVC) で実施し、初期では、痙縮により調整困難な場合にサイバニック自律制御 (以下、CAC) を併用した。歩行観察および、患者の訴えに基づきトルクリミット (各関節の最大出力トルクの上限を設定)、トルクチューナ (生体電位信号を基にしたアシストトルクを調整) の調整を適宜行った。評価として、1 ヶ月ごとに HAL 非装着で ASIA 下肢筋力スコア、MAS、10m 最大歩行

テストを測定した。

HAL 歩行練習開始時より痙縮が著明に出現しており、特に振り出しの際に屈筋群と伸筋群の同時収縮が生じ、下肢の振り出しが困難であった。これに対し、HAL のアシストは、トルクリミットを低値に、トルクチューナを高値にした。また、適宜 CAC も併用した。その結果、HAL 歩行練習開始時から 2 ヶ月までは ASIA 下肢筋力スコアや歩行能力が向上した。しかし、2 ヶ月以降は歩行能力に変化を認めずトルクチューナの調整を行ったが効果はみられなかった。そこで、4 ヶ月以降に HAL のアシスト調整を再考し、トルクリミットを高値、トルクチューナを歩容に合わせて変更した。結果、振り出しが円滑となり、歩行能力が向上した。

各評価結果を 1 ヶ月ごとに示す。10m 最大歩行テスト (sec/step) は、47/29、39/30、40/26、43/26、34/24、31/23。ASIA 下肢筋力スコアは、29、37、36、41、39、40。MAS は、初期と変化なかったが、歩容は歩幅の向上や振り出しが円滑となり、歩行時の痙縮が軽減した。

【考察】

HAL 歩行練習において、装着者と HAL アシスト調整を適合させることは重要であるが、その点に関する報告は少ない。本症例においては、アシスト調整に着目したことで歩行能力の向上が得られた。

HAL 歩行練習導入時は、筋活動を過剰に感知し HAL の円滑なアシストが得られず、装着者と HAL の動きが伴っていないと考えた。そこで痙縮の影響を軽減させるためトルクリミットを低値とし、アシストを得るためトルクチューナを高値に設定した。藤縄は、脊髄不全損傷者は、痙縮筋や、軽度麻痺筋が過剰に使用され、歩行時に立脚から遊脚への切り替えが阻害されると報告している。本症例では、アシスト調整により、歩行中の過剰努力が軽減し、また HAL での歩行パターンを学習したことで 2 ヶ月までは身体機能や歩行能力が向上したと考える。しかし、その後 4 ヶ月までは身体機能と歩行能力に向上を認めず、トルクチューナの調整のみでは変化を認めなかった。4 ヶ月からトルクリミットの調整を行ったことで、アシストを得られやすくなり、筋収縮のスピードやタイミングを学習し、HAL 本来の効果を得られたことで HAL 非装着での歩行能力が向上したと考える。

回復期脳卒中片麻痺者に対する装着型ロボット

トランスによる歩容の改善効果

～歩容の時間的解析を使用して～

吉川憲一¹⁾²⁾、水上昌文²⁾³⁾、佐野 歩¹⁾、古閑一則¹⁾、佐野久美子¹⁾、小野裕介¹⁾、浅川育世³⁾、中井 啓⁴⁾、大瀬寛高⁵⁾、河野 豊⁴⁾

1)茨城県立医療大学付属病院理学療法科

2)茨城県立医療大学大学院保健医療科学研究科

3)茨城県立医療大学理学療法学科

4)茨城県立医療大学付属病院神経リハビリ

5)茨城県立医療大学付属病院内科

【はじめに】我々は先に回復期脳卒中片麻痺者に対する

Hybrid Assistive Limb(HAL)単脚型を用いた歩行練習(HAL

training: HT)による歩行速度の増大を明らかにした(Mizukami

2016, Yoshikawa 2017)。本研究ではHTによる歩容変化を検

討した。

【方法】本研究は本学倫理委員会の承認後、対象者への事前

説明のうえ同意を得た(番号:502, 644, 57)。対象者の適用

基準は初回発症の脳梗塞または脳出血の片麻痺患者である

こと、HALが装着可能な体格であること、研究協力の同意が

得られた者とした。除外基準はくも膜下出血、理学療法実施

に高いリスク管理を要する合併等を有する患者、既に院内外

で歩行自立である患者などとした。

対象者の割り付けは、2013年10月から2014年6月までに

当院回復期リハビリテーション病棟に入院した方をHAL群に、

その後、途切れなく2014年7月から2015年7月に入院した

方を対照群とした。入院時から10m最大歩行速度を毎週測定

し、速度改善率が一定の基準を満たした後に介入を開始した。

最大歩行速度が一定の介入開始基準を満たした段階で、同

意を撤回した者、継続的な歩行トレーニングが困難となる疼痛

を有する者、心疾患のリスクが顕在化した者、新たなてんかん

発作が明らかになった者、強度の易疲労性の訴えがある者、

継続的な抑うつがみられた者、装具・歩行補助具を用いない

で屋外歩行が自立した者などを除外とした。

介入期間は5週間、週5回とし、祝日や体調による休みを

考慮して20～25回の実施で介入完遂とした。

HAL群への介入は休憩時間を除く積算の実歩行時間を最

大20分実施し、介入期間中の通常理学療法は40分までとし

た。Cyberdyne 株式会社製ロボットHAL福祉用単脚モ

デルを使用し、吊り上げ装置付き歩行器を転倒予防目的に使

用した。HT中は装着者の随意的な筋収縮にともなう生体電位

信号をトリガーとして股・膝関節のアシストルックを制御するモ

ード(Cybernetic Voluntary Control mode, CVCモード)を主に

用いた。HAL介入中は対象者の歩行が安定したことを確認し

た後、理学療法士は歩行器を誘導する速度を速め、HALの

アシストを受けて良好な歩容を維持できる範囲における最大

速度でのトレーニングを実施した。

対照群はHAL介入期間に相当する期間においても、通常

の理学療法を1日あたり60分以上実施した。

評価は介入前後の快適歩行中の1歩行周期に占める麻痺

側および非麻痺側単脚支持時間割合(P-SSとN-SS)、麻痺側

前方と非麻痺側前方の両脚支持時間割合(P-DSとN-DS)とし

た。ビデオ画像で各相を判定し3歩行周期分の平均を代表値

とした。さらに、単脚支持時間非対称性(SSAR)、両脚支持時

間非対称性(DSAR)を上記パラメータから[非麻痺側]/[麻痺

側]として算出した(値が1に近いほど対称)。解析には介入前

後変化量に対する群と介入開始時の値をモデルに含めた共

分散分析を用いた(有意水準 <0.05 , SPSS ver.22.0を使用)。

【結果】介入群8例、対照群8例の計16例が最終的に介入へ

投入された。対象者の背景情報に群間差を認めなかった。

P-SSの調整後変化量の群間差は $0.04(95\%CI: 0.01/0.08$,

$P=0.029)$ とHAL群の有意な増大を、SSARは同様に

$-0.28(95\%CI: -0.58/0.01, P=0.057)$ と減少傾向を認めた。その

他の項目では群間に有意な差を認めなかった。

【考察】一般的に脳卒中片麻痺者は、麻痺側立脚相の姿勢制

御が困難となり、非麻痺側の踵接地が代償的に早くなるため、

麻痺側単脚支持時間が短縮する。先行研究では単脚支持時

間割合の増大が単脚支持性に関連することが示唆されている。

したがって、HAL群におけるP-SSの有意な増大は、歩行時の

麻痺側単脚支持性の増大を示唆する結果であったと考える。

SS-ARはHAL群の増大傾向に留まったが、脳卒中片麻痺者

に対するHTにはP-SS増大によるSS-AR(歩行対称性)の改

善効果を有する可能性を示唆する結果であったと考えた。

【結論】回復期脳卒中片麻痺者に対するHTは単脚支持性の

改善および対称性向上の可能性を有し、歩容を改善する。

整形外科術後に生じた extension lag に対する

HAL®自立支援用(単関節タイプ)の使用効果

社会医療法人敬和会 大分岡病院 リハビリテーション課

○宮川真二郎、佐藤浩二、亀井誠治(MD)

【はじめに】

临床上、整形外科術後の症例において膝関節の自動伸展不全(extension lag)をしばしば経験する。当院ではH27.4よりHAL®自立支援用(単関節タイプ)(以下、HAL-SJ)を導入しextension lagの生じた症例に対し運用を開始した。今回使用効果をまとめたためここに報告する。

【対象】

当院にて整形外科術を施行した入院患者10名、外来患者2名、合わせて12名とした。(男性2名、女性10名)平均年齢は71.3±10.5歳、疾患別に分けると人工膝関節全置換術(total knee arthroplasty 以下TKA)8名、人工股関節全置換術(total hip arthroplasty 以下THA)(大腿神経麻痺)3名、膝蓋骨骨折(ひまわり締結法)1名である。

【方法】

術後extension lagが生じた症例に対しHAL-SJを1日1回使用(1回あたりの運動回数は症例に応じて変動させた)。疾患別に術後HAL-SJ使用までの日数、使用回数、Active ROM改善度(終了時-開始時)、VAS改善度(開始時-終了時)の平均値を算出した。また、THA術後症例に関しては入院、外来に分けて算出した。

【結果】

① TKA(入院8名)

TKA術後症例は手術開始までの日数4.9±2.0日、使用回数5.6±3.2回、膝関節伸展Active ROM改善度19.4±13.6°、VAS改善度36.5±16.9であった。

② 1 THA(入院2名)

入院リハで関わったTHA(大腿神経麻痺)術後症例は使用開始まで22.5±2.5日、使用回数2.5±0.5回、膝関節伸展Active ROM改善度7.5±2.5°、VAS改善度4.0±4.0であった。

2 THA(外来1名):当院にて手術後、回復期病院へ転院し、自宅退院。その後当院整形外科を外来受診し外来リハ開始となった症例。

外来リハにてHAL-SJ開始となったため、手術後使用開始まで145日、使用回数4回、膝関節伸展Active ROM改善度15°、VAS改善度0(疼痛無し)であった。

③ 膝蓋骨骨折(外来1名):当院にて手術後自宅退院。退院後当院整形外科を外来受診し外来リハ開始となった症例。

自宅退院後外来リハにてHAL-SJ使用開始となったため手術後使用開始まで61日経過しており、使用回数4回、膝関節伸展Active ROM改善度15°、VAS改善度20であった。

【考察】

TKA術後症例は使用開始まで平均4.9±2.0日、使用回数5.6±3.2回と早期からの使用によりActive ROM改善度19.4±13.6°、VAS36.5±16.9の改善が見られた。塩田¹⁾はHAL-SJによるリハは膝の自動伸展不全を早期に回復させ、訓練中の疼痛を増悪することなく急性期から術後リハが可能であると述べている。今回のケースも同様の結果が得られ、HAL-SJの早期使用がextension lagの改善、疼痛緩和に有効であることが示唆された。THA(大腿神経麻痺)術後症例は使用開始まで平均22.5±2.5日、使用回数2.5±0.5回と術後の使用開始時期が遅れ、使用回数が少なかった。その要因としては術後MMT0レベルであったためHAL-SJでの筋活動電位を感知できるようになるまで日数を要したこと、回復期への転院期限の関係もあり長期間の使用が困難であったことが考えられた。Active ROM改善度7.5±2.5°に関しては末梢神経障害に対する視覚情報の有用性は多く報告されており²⁾、中でも小谷³⁾らは大腿神経麻痺の主症状であり、かつ長期化しやすい大腿四頭筋の筋出力低下に対し、HAL-SJを適切に使用することで、大腿四頭筋の神経筋再教育が短期間で可能であると述べている。そのため使用回数が少ない中でも改善が得られたのではないかと考える。VAS改善度4.0±4.0に関しては術後3週間経過しており炎症症状が落ち着いてきていたことから目立った改善が見られなかったのではないかと考える。

また、外来リハに関してはTHA(大腿神経麻痺)術後症例は使用開始まで145日、膝蓋骨骨折術後症例は61日経過しておりextension lagが遷延していた。双方とも使用回数は4回と少なかつたにも関わらずROMは15°改善した。術後早期の使用ではない症例であっても入院患者と同様正のフィードバックにより適切な運動学習がなされたのではないかと考える。

【まとめ】

今回、TKA術後早期のextension lagには先行文献同様HAL-SJの早期使用が有効であることが示唆された。また、THA(大腿神経麻痺)術後、膝蓋骨骨折術後、日数の経過した症例であってもextension lagの改善にHAL-SJの使用は有効であることが示唆された。

【参考文献】

- 1)塩田悦仁:運動器リハビリテーションへのロボット導入.臨床整形外科.2015:772-775
- 2)眞野厚生:末梢神経障害のリハビリテーション.リハビリテーション医学.1991:453-458
- 3)小谷尚也 他:大腿神経麻痺に伴う大腿四頭筋の筋出力低下に対するロボットスーツ HAL 単関節タイプおよび随意運動介助型電気刺激装置 IVES の有効性.理学療法学.2017:232-237

慢性炎症性脱髄性多発神経炎者へのロボットスーツ HAL®外来での介入効果

○菅原達也 海野竜志 上野朋美

中伊豆リハビリテーションセンター

【はじめに】

当院は、ロボットスーツ HAL®（以下：HAL）を使用し始めて7年目であり、専門外来としてHAL外来を開設し5年目になる。当院では、脳血管障害患者、脊髄損傷患者、神経難病患者を中心にHALにてリハビリテーション（以下：リハビリ）を行ってきた。短期間の集中したHALでのリハビリの効果は、長谷川ら¹⁾や渡邊ら²⁾により多数報告されている。しかし、外来リハビリでのHALの効果についての報告は少ない。また、神経難病に対してはHALを使用したリハビリが保険適応となり、HALを使用した訓練効果への希望は高まりつつあるといえる。

今回、慢性炎症性脱髄性多発神経炎の症例を担当し、5か月間HALを使用したリハビリを提供する機会を得た。歩行能力向上を目的としてHALを使用したリハビリ介入を行い一定の効果を得たので、症例報告としてまとめ、報告する。

【対象及び方法】

対象は40歳代女性。疾患名は慢性炎症性脱髄性多発神経炎。発症から20か月程度の維持期の患者であり、現在の障害としては不全対麻痺の状態である。自宅内のADLは全て自立しているが、屋内の移動はPick up Walkerを使用し、屋外は車椅子を使用している。

介入頻度は1週間に1回、HALの着脱を含め1時間のリハビリを行い5か月間継続して実施した。リハビリの内容はHALを使用した前後左右への荷重練習や立ち上がり、着座練習を行い、さらに免荷トレッドミルを併用し歩行練習を実施した。リハビリ中は、患者自身の生体筋電位をHAL本体のモニターにてフィードバックを行いながら実施した。評価項目は、歩行速度（計測室内の平行棒内の歩行速度）、左右歩幅、下肢荷重量とし、ビデオ動画にて矢状面上における歩容の変化の比較を行った。評価時期は4・5回程度のHAL介入毎に行い、計4回の評価を実施した。なお、本症例報告は当院倫理委員会の承認を受け、患者には文書にて説明し、同意を得ている。

【結果】

歩行速度は初回10.5 m/min、最終23.7m/minと速度の向上を認めた。歩幅は初回585mm、最終771mmと拡大を認めた。下肢荷重量は初回415N 最終505Nと下肢荷重量の増加を認めた。歩容は、左立脚後期での股関節伸展角度が増加し、体幹の前傾角度が減少した。歩行時常に見られていた下方注視が前方注視へ変化していた。また、上肢の位置が体から離れた位置へ移動しており、上肢への依存が減少している様子が確認できた。



図1 立脚後期の比較 左初回,右最終

【考察】

本症例の介入前の歩行は股関節の下肢の筋活動が乏しく、膝折れを生じるために上肢に依存した歩行であった。また、恐怖感から、足元を常に確認しながらの歩行となり常に下方を注視し、そのために歩幅の短縮、歩行速度の低下を生じていた。

HALは外骨格型ロボットである利点から下肢の運動の自由度を減らすことできる。下肢の機能が低く、恐怖感の強い患者に対しては、関節の自由度を減らすことで歩行訓練の難易度を下げ、恐怖感なく下肢の活動を促していく。結果として上肢への依存が減り下肢への荷重量の増加が得られた。

また、HALは、装着者の運動意志に応じてリアルタイムに運動をアシストすることが可能である。上記の利点と合わせHALを使用して歩行練習をすることで、通常の訓練よりも立脚期の安定や下肢の大きな振り出しが得られ、その反復にて歩行速度の向上、歩幅の拡大が得られ、運動学習がされたと考える。

今回のHAL介入によって上記の効果が得られ、歩行時の下方注視が前方注視へと変化し歩行能力の向上に一定の効果を得たと考える。

回復期脳卒中片麻痺者に対する HAL 歩行機能改善治療の効果 — 発症後期間の影響、臨床的に意味のある差 (MCID) — との比較

渡邊大貴^{1,2}, 後藤亮平³, 田中直樹⁴, 丸島愛樹¹, 鶴嶋英夫¹, 松村 明¹, 柳 久子⁵

1. 筑波大学医学医療系 脳神経外科
2. 筑波大学 サイバニクス研究センター
3. 筑波大学医学医療系 地域医療教育学
4. 筑波記念病院 リハビリテーション部
5. 筑波大学医学医療系 福祉医療学

【目的】

回復期脳卒中片麻痺者に対する単脚型のロボットスーツ Hybrid Assistive Limb (HAL) を使用した歩行機能改善治療 (HAL 治療) の効果を臨床的に意味のある差 Minimal Clinically Important Difference (MCID) と比較検証すること。

【対象と方法】

対象は、回復期脳卒中片麻痺者 15 名とした。HAL 治療は、1 回を 20 分間 (1 単位) とし、週 3 回合計 12 回 (4 週間) または週 3 回合計 18 回 (6 週間) 実施した。その他の理学療法、作業療法、言語聴覚療法は必要に合わせて実施した。評価指標は、Functional Ambulation Category (FAC)、最大歩行速度 (m/s)、歩幅 (m)、歩行率 (steps/min)、Timed Up-and-Go test (TUG)、6 分間歩行距離 (m)、下肢の Fugl-Meyer Assessment (下肢 FMA) とした。各評価は、開始時 (HAL 治療前)、終了時 (HAL 治療後)、1 か月後 (HAL 治療 1 か月後)、2 か月後 (HAL 治療 2 か月後) に実施した。発症後期間の中央値で 2 群に分け、グループ A は発症後 60 日以内、グループ B は発症後 60 日から 180 日の間とした。統計学的分析は、基本属性における群間比較には、マンホイットニーの U 検定、フィッシャーの正確確率検定を使用した。開始時と終了時の群内比較には、ウィルコクソンの符号付き順位検定を使用し、効果量 (d) を算出した。4 時点における群間比較には、混合モデルによる経時測定データの分析を実施した。多重比較には、Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5% とし、統計ソフトは IBM SPSS Statistics, Version

24.0 を使用した。本研究は、A 病院の倫理委員会の承認を得て実施し、研究の参加者に対しては書面にて研究参加についての同意を得た。

【結果】

以下、終了時評価の値から開始時評価の値を引いたもの (変化量) として記載する。群内比較では、グループ A の FAC は 1.1 ± 0.3 ($p < .01$, $d = 3.6$)、最大歩行速度は 0.35 ± 0.22 ($p < .05$, $d = 1.5$)、歩幅は 0.07 ± 0.10 ($p = .22$, $d = 0.7$)、歩行率は 35.1 ± 18.3 ($p < .05$, $d = 1.9$)、TUG は -17.5 ± 9.9 ($p < .05$, $d = 1.7$)、6 分間歩行距離は 81.2 ± 79.1 ($p < .05$, $d = 1.0$)、下肢 FMA は 1.7 ± 2.3 ($p = 0.06$, $d = 0.7$) となった。グループ B の FAC は 1.0 ± 0.5 ($p < .05$, $d = 2.0$)、最大歩行速度は 0.14 ± 0.19 ($p = .07$, $d = 0.7$)、歩幅は 0.06 ± 0.06 ($p = .07$, $d = 1.0$)、歩行率は 7.6 ± 17.9 ($p = .17$, $d = 0.4$)、TUG は -10.4 ± 15.1 ($p < .05$, $d = 0.6$)、6 分間歩行距離は 51.1 ± 41.5 ($p < .05$, $d = 1.2$)、下肢 FMA は 1.8 ± 1.8 ($p < .05$, $d = 1.0$) となった。

群間比較では、全ての評価指標において有意な交互作用は認められなかった。時間要因では、FAC、最大歩行速度、6 分間歩行距離 (開始時 vs 終了時、開始時 vs 1 か月後、開始時 vs 2 か月後)、歩幅 (開始時 vs 2 か月後)、歩行率 (開始時 vs 終了時、開始時 vs 1 か月後) で有意な改善が認められた。しかし、群間要因では全ての評価指標において有意差は認められなかった。

【考察】

回復期脳卒中片麻痺者を発症後期間によって 2 群に分類し、HAL 治療の効果について検証した。その結果、両群の評価指標の変化のパターンに違いは認められず、回復期前期に加え、回復期後期の脳卒中片麻痺者に対しても、HAL 治療の効果が期待できる可能性が示唆された。また、これらの効果は、従来のリハビリテーションの MCID と比較しても、同程度またはそれ以上の効果であった。

【結論】

自立歩行困難な回復期脳卒中片麻痺者に対する HAL 治療は、臨床的に意味のある差 (MCID) と同等またはそれ以上の効果を有する可能性がある。

当センターにおけるロボットスーツ HAL を使用したリハビリテーションの実績と運用・取り組みについて

農協共済中伊豆リハビリテーションセンター
リハビリテーション部 理学療法科

○海野竜志、菅原達也、小長谷拓也、橋本勇作、松尾海吏、長谷川直紀

【はじめに】

当センターではロボットスーツ HAL（以下 HAL）を平成 23 年度に導入し、今年で 7 年目となる。導入時 1～2 年目については HAL の使用を各セラピスト個人に任されており、使用頻度も少なく介入方法も確立されていなかったため、効率的な運用ができていなかった。そのため 3 年目より HAL ワーキンググループが設置され、効率的な活用や効果的な運用方法などを検討した。その後 4 年目より HAL 専門チームが設置され科内の活動として HAL の運用や取り組みを行ってきた。今回はこれまでの HAL 使用延べ件数を疾患別に集計し、当センターの実績とこれまでの取り組みを報告する。

【対象と方法】

平成 24 年 4 月から平成 29 年 8 月までの期間において、当センターで HAL を使用された方を対象とし、延べ使用回数と疾患別延べ使用回数を集計した。また年度別の延べ使用回数と疾患別延べ使用回数及び使用実人数を集計した。さらに使用実人数に占める HAL を 2 回以上行った方の割合をリピート率として算出した。

【結果と考察】

対象期間の延べ使用回数は 964 回であり、疾患別では脳血管障害：459 回、脊髄損傷：313 回、神経難病：142 回、骨折：38 回、その他：12 回であった。割合では脳血管障害：48%、脊髄損傷：32%、神経難病：15%、骨折：4%、その他：1%であった。年度別の実績と疾患別の実人数、リピート率を以下の表 1 と表 2 に示す。

表1 年度別の延べ使用回数と疾患別延べ使用回数

	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
脳血管障害(回)	52	30	149	149	52	27
脊髄損傷(回)	55	41	61	63	54	39
神経難病(回)	0	14	49	42	18	19
骨折(回)	4	3	5	19	2	5
その他(回)	6	0	6	0	0	0
合計(回)	117	88	270	273	126	90

表2 疾患別の実人数とリピート率

	脳血管障害	脊髄損傷	神経難病	骨折
実人数(人)	134	61	16	10
リピート率(%)	61	79	94	80

結果より当センターでは脳血管障害に対し最も HAL を使用し、次いで脊髄損傷、神経難病、骨折であった。年度別では HAL 専門チームが設置されるまでの期間は使用回数が少なかった。しかし設置されてからは使用回数が 2 倍以上に増加した。これは HAL 専門チームの活動として各週で科員より HAL の対象者を聴取し、HAL の適応となり得る症例に対してチームが適宜訓練を提供できていることが考えられる。また県内で HAL 外来を行っている病院はまだ少ない中、当センターでは HAL 外来を行っているため、HAL を使用した訓練を目的とした外来患者が多くなってきたことも考えられる。更にチーム内で月一回の会議を開き症例検討会を行い、学会への参加や発表を行うことでチーム内での知識や技術向上を図っている。そのためチーム全員が HAL を使用した訓練を提供しやすくなった。疾患別でのリピート率を比較すると、神経難病に次いで、骨折、脊髄損傷、脳血管障害の順で高かった。この要因としては神経難病のほとんどが当センターの外来患者であり、HAL を使用した訓練目的での介入となるため、リピート率が高いと考えられる。また脳血管障害では、高次脳機能障害の影響で継続困難となる方や、重度片麻痺に対しては、HAL の設定が不十分となりやすく、過負荷になってしまうことや動作を阻害してしまっていた。そのため効率的な訓練が出来ずに継続困難と判断され、リピート率が低くなったと考えられる。脊髄損傷や骨折については脳に損傷がなく、特に脊髄損傷に至っては比較的左右対称の機能障害が起きやすいため HAL での左右対称なリズムカルな歩行やアシストを利用した訓練が効率よく学習できる。そのため患者の反応も良く、脳血管障害よりもリピート率が高いと考えられる。これらのことから脊髄損傷に対しては積極的な HAL での介入を勧め、脳血管障害に対しては、症例の身体機能や動作パターンをより考慮して介入することが、リピート率の向上とより効果的な訓練が期待できると考える。

生活期における脳卒中重度片麻痺者の麻痺側膝伸展能力向上により自立歩行を再獲得した一症例

—IVES 併用による相乗効果の可能性—

南大和病院・南大和クリニック リハビリテーション部

○若松奨,長島英哉,酒井美弥

【はじめに】

治療用装具としての位置づけが大きい長下肢装具(knee ankle foot orthosis,以下 KAFO)から,短下肢装具(ankle foot orthosis,以下 AFO)に移行する際の着目点として,下肢の支持性や適切な膝関節運動がある.¹⁾

本症例は,麻痺側膝関節運動の学習効果が著しくないために AFO への移行に難渋した。そこで,随意運動学習効果の報告が散見される²⁾随意運動刺激装置 IVES(以下 IVES)を通常リハビリテーションとの併用を開始した。その後,下肢の支持性向上,麻痺側膝関節運動の学習効果がみられ,KAFO から AFO に移行が可能となり,居室内移動方法が自立歩行となった症例を経験したため報告する。

【対象・経過】

症例は 50 代女性,左被殻出血による右片麻痺を発症,急性期病院と回復期病院にて約 6 ヶ月のリハビリテーションを実施した,その間に KAFO を作製し,サービス付き高齢者住宅に入所した。リハビリテーションの継続希望があり,発症から9ヶ月後,当通所リハビリテーション開始(週 2 回)となる。

通所リハビリ開始時,Brunnstrom Recovery Stage(以下 BRS)上肢 II,手指 II,下肢 II,移動方法は車椅子自立,歩行は Functional Ambulation Category(以下 FAC)の 1,KAFO とサイドケーン使用し 3 動作で,装具装着に介助を要した。通所リハビリを開始し発症から約 13 カ月となり,歩行は FAC の 2,KAFO と T 字杖使用し 2 動作となった。しかし,AFO での歩行となると,麻痺側の遊脚期から初期接地に膝屈曲位となる点,荷重応答期から立脚終期の膝不安定性により重心移動が制限される点が要因となり自立歩行レベルとならず,移動方法は車椅子のままであった。そこで,IVES の介入による麻痺側膝伸展能力向上を目的として併用開始した。

【方法】

治療モードは,対象筋から検出した筋活動量により出力が調整され,かつ運動指令に同期した電気刺激が可能とされているパワーアシストモードを使用した。標的筋は,大腿直筋・内

側広筋とした。運動方法は仰臥位にて,三角クッション使用し膝関節屈曲 90° からの最小介助下での麻痺側膝伸展反復運動を 7 分 2 セット行った。実施頻度は週 1 回とした。評価項目は,下肢の BRS,膝の随意伸展角度(°),使用装具,使用杖,FAC,総歩行練習量(m),居室内移動方法の 7 つとし,介入前後で比較することとした。

【結果】介入前→介入後

- ①下肢 BRS: II→IV②膝の随意伸展角度(°): 困難→-5°
- ③使用装具: KAFO→AFO④使用杖: サイドケーン→T 字杖
- ⑤FAC: 2→4⑥総歩行練習量(m) 120→500⑦居室内移動方法: 車椅子自立→歩行自立

【考察】

本症例は,退院後の生活の場としてサービス高齢者住宅を選択した。バリアフリー環境下ゆえに,移動方法は車椅子であり,KAFO は日常での使用頻度が少なかった。

通常理学療法を 4 ヶ月行っていたが,麻痺側膝関節伸展において,徒手療法では随意収縮は認めるが関節運動の獲得に至らなかった。そこで,随意収縮に比例した電気刺激が可能である IVES による治療の併用を開始した。即時効果として関節運動が認められ,IVES 併用開始から1ヶ月ほどで,麻痺側膝関節伸展運動が困難から-5° まで可能となった。反復練習により,膝の支持性と運動学習効果を認め,KAFO から AFO へ移行が可能となったと考える。また,AFO になったことにより装具装着が簡易となり,就寝時以外は装具を装着し,居室内移動が車椅子自立から T 字杖歩行自立の獲得に至った。

本研究は,単独症例であり,IVES 以外の効果も十分に考えられ,その有効性を証明するには至らないもの,これまで有効的な報告が少なかった脳卒中片麻痺者の下肢に対する IVES の介入について,本報告が一助となれば幸いである。

【結語】

生活期においても,IVES の通常リハビリテーションとの併用により麻痺側膝伸展の随意性向上が図れたことで,KAFO から AFO への移行を可能とし,対象者の日常生活活動能力向上につなげることが出来る可能性を経験した。

【参考文献】

- 1) 大畑光司: 歩行獲得を目的とした装具療法. PT ジャーナル 51(4): 291-299, 2017.
- 2) 石尾晶代・他: リハビリテーション治療への応用電気刺激- IVES も含めて-. MB Med Reha No, 166: 79-85, 2014.

脳卒中に対してロボットスーツ HAL を使用したリハビリテーションの効果検討

～FIM (motor FIM) の改善について～

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院
理学療法士

小嶋栄樹、砥板泰久、中山貴之、渡壁聖也、
板井彩、時枝亜沙美

【目的】

ロボットスーツHAL (以下HAL) は、装着者の運動意図に応じて皮膚表面から検出される生体信号を基に身体運動をアシストする装着型人支援ロボットである。HAL 装着下で訓練実施前後の痺側下肢への荷重量増加や歩行速度向上などの即時的な効果判定についての報告は多いが、FIM (functional Independence Measure 以下FIM) の運動項目に特化した報告は少ない。当院は平成24年4月からHALを導入し、病院連携として近隣大学病院の紹介も含め、平成29年3月まで60症例の訓練を実施しその効果検証を行っている。今回脳卒中患者のFIM (motor FIM) 評価結果に着目し、得られた結果をもとに報告する。

【対象】

対象は当院の急性期、または回復期病棟に入院中でHAL装着下での起立、歩行訓練を5回以上行った脳卒中患者60名 (男41名、女性19名)。平均年齢 65 ± 9.73 歳、内訳は脳梗塞24名、脳出血36名とした。診断日からHAL開始までの期間は平均 44.03 ± 32.81 であった。

【方法】

HAL両脚タイプ (CYBERDYNE社・福祉用) と免荷式リフトオールインワンを用いた起立訓練および歩行訓練を1回20～30分、週に2～3回の頻度で実施し、HAL開始時、終了時のFIM評価結果の変化について検証した。

HAL実施期間、通常のリハビリテーション、病棟活動も並行して実施した。

統計学的分析において、検定方法としてはWilcoxonの符号付順位和検定を用いた。危険率5%未満を有意とした。

【倫理的配慮、説明と同意】

HALの実施、演題作成にあたって、本人とご家族にHALの概要、適応、禁忌を含む治療の説明とデータの使用承諾書の説明を実施し、署名による同意を得ており、ヘルシンキ宣言に沿って行っている。また、当院倫理委員会の承認を得ている。今回の発表に関連し、開示すべきCOIはありません。

【結果】

motor FIM合計では、終了時が有意に向上していた ($p < 0.0001$)。移乗項目は①ベッド・椅子・車椅子への移乗、②トイレ移乗、③浴槽・シャワーで終了時が有意に向上していた ($p <$

0.0001)。また、移動項目は①歩行・車椅子、②階段で同様に終了時が有意に向上していた ($p < 0.0001$)。

【考察】

今回脳卒中患者に対してHALを実施した結果、motor FIM合計、移乗・移動に有意差がみられた。丸島らの研究によると、HALの前後比較試験において、歩行速度、12段階片麻痺機能評価、NIHSS、mRS、Barthel index、motor FIMの有意な改善を認められていると報告がある。また、鳥谷らはHALの実施を行い、麻痺側荷重率、バランス能力向上の即時効果や持続的効果を報告している。移乗動作は目的方向に応じた重心の移動能力、抗重力肢位保持能力、バランス能力が必要とされるため、骨盤から下肢に装着し訓練を実施することにより体幹と下肢骨盤帯促進ができていと考えられる。また、有意な改善がみられた項目に関しては、山海はHALを用いた動作はバイオフィードバックによる機能改善が促進されると言っており、正しい運動パターンでの立位・歩行訓練は麻痺側のみならず、身体上下左右の連動・協調性改善の一助になっていると考える。加えて、免荷式リフトオールインワンを使用し、転倒リスクを除去し患者、スタッフが安心できる環境で訓練を行うことは訓練環境の改善となり、質と量の確保に貢献していると考えられる。

以上の事から当院の取り組みにおいても、motor FIM合計、移乗・移動項目における有意差が見られたのではないかと考える。

【まとめ】

今回の研究においてHAL実施がFIM向上の一助になり、改善に至ったと考える。リハ現場は人口高齢化、疾病障害像の複雑化が進み、より一層の安全性の高い労働環境とエビデンスレベルの高いものが求められている。ロボットとの業務共存は遠い将来と言えない現状である。今後もHAL実施における検証を継続し、将来のリハビリテーション提供環境を模索していきたいと考える。

HAL医療用下肢タイプおよび促通 反復療法により歩容改善を認めた橋 梗塞の一症例 -麻痺側下肢振り出 し内転位改善に着目して-

1) 社会医療法人春回会 長崎北病院
総合リハビリテーション部 2) 社会医
療法人春回会 井上病院 リハビリテー
ション科 3) 社会医療法人春回会 長
崎北病院 神経内科 4) 促通反復療法
研究所

福田千尋¹⁾・森山祐志¹⁾・宗岡直斗¹⁾・
菊地結貴²⁾・西本加奈¹⁾・河野靖子³⁾・
瀬戸牧子³⁾・川平和美⁴⁾

【はじめに】

今回、橋梗塞により左片麻痺と注意障害を呈した症例を
担当した。歩行時は、麻痺側遊脚期に下肢伸展内転パター
ンが出現し、内転位接地となることに加え、麻痺側立脚期
では荷重が不十分で骨盤の外側動揺を認めていた。

そこで、歩行時の支持脚強化と分離運動の促通を目的に、
麻痺側下肢への促通反復療法と Hybrid Assistive
Limb(以下、HAL)に免荷式リフト(以下、POPO)を用いた歩
行練習を実施したところ歩容改善を認めたため報告する。

【症例紹介】

60歳代、女性、診断名はアテローム血栓性脳梗塞(病巣
部位:右橋部)、障害名は左片麻痺、注意障害である。易疲労
性あり。病前の生活は独居で年金暮らし。また自立した生
活をされており、杖などの利用もなく近くのスーパーまで
買い物にも出かけていた。Demandsは1本杖を使ってひと
りで歩けるようになりたい、Needsは屋内伝い歩き、屋外
は1本杖を使用し、介助下にて歩行可能レベルであった。

【理学療法初期評価】[81-86病日]

左下肢ブルンストロームステージIV、ROM(右/左)は足関
節背屈(20°/0°)、下肢GMT(右/左)は股関節屈曲・伸展・
外転・内転(4/2)、膝関節屈曲・伸展(5/4)である。Modified
Ashworth Scaleは左股関節内転筋群2、Berg Balance
Scale(W-caneを使用)は22/56点、膝伸展筋力(右/左)は
(15.1kgf/9.6kgf)、片脚立位は不可であった。FIM運動項

目は38/91点、うち移動項目(屋内歩行)は3点であった。
歩行はW-caneと短下肢装具を使用した2動作であり、中
等度介助レベルで、10m歩行速度が0.27m/sと歩行率は
1.01歩/s、歩数37歩であった。また、麻痺側遊脚期に股関
節内転筋の痙縮により内転位接地となることに加え、麻痺
側立脚期では股関節外転筋群の支持力が弱くトレンデレ
ンブルグ徴候を認め、骨盤の外側動揺がみられた。またこ
の麻痺側立脚期の荷重不十分さや内転位接地が、非麻痺側
の振り出しを阻害しており、転倒予防のために中等度の介
助を必要としていた。

【方法】[87-104病日]

発症後から3か月後よりHALとPOPOを用いた重心移
動・歩行練習(HAL装着期、POPOの免荷量:約20kg)を開始
したが、疲労感の訴えが強く、HALを装着せず促通反復療
法・W-caneを用いての歩行練習・反復起立訓練(HAL非装
着期)を交互に実施した。実施頻度は、HAL装着期2日毎
にHAL非装着期1日を設け、15日間実施した。促通反復療
法は麻痺側下肢の屈曲外転、外転、複合、骨盤回旋と挙上、
足関節背屈を1日50回2セット実施した。

【結果】[105-107病日]

左下肢ブルンストロームステージ5、下肢GMT(右/左)は
股関節屈曲・伸展・外転・内転(4/3)である。Modified
Ashworth Scaleは左股関節内転筋群1、Berg Balance
Scale(W-caneを使用)は44/56点、膝伸展筋力(右/左)は
(17.9kgf/12.9kgf)、片脚立位(右/左)は(3秒/11秒)。FIM
運動は54/91点、うち移動項目(屋内歩行)は5点となった。
歩行はW-caneと短下肢装具を使用した2動作で、軽介助
レベルとなり、10m歩行速度が0.57m/sと歩行率は1.44歩
/s、歩数25歩となった。また麻痺側遊脚期に痙縮軽減と随
意性向上により内転位接地の改善に加え、麻痺側立脚後期
には股関節伸展がみられ、骨盤の外側動揺が軽減した。

【考察】

今回易疲労性でHAL装着練習が断続的となった症例で
あったが、HALのアシストとPOPOによる左右重心移動の
反復練習により、抗重力位での重心管理能力が向上した。

HAL非装着期にも促通反復療法を継続して行ったこと
に加え、反復した起立練習により非麻痺側強化を行ったこ
とで麻痺側遊脚期の下肢の随意性向上や痙縮軽減、また立
脚期の支持性向上を認め、運動路の強化・再建に奏功し、
歩容改善に至ったと考える。

脳卒中片麻痺者に対する重心動揺リアルタイムフィードバック装置の効果について

福岡リハビリテーション病院
山口義雄 内藤卓也

【はじめに】

脳卒中片麻痺者の立位の特徴として、非麻痺側下肢の筋活動を優位に働かせ、重心は非麻痺側に変位する。今回、重心リアルタイムフィードバック装置（BASYS、テック技販社製）を使用した。この装置では知覚にのぼらない状況で重心動揺を減弱させる In-Phase mode と増幅させる Anti-Phase mode の 2 つのモードがある。この 2 種類のモードでの介入が脳卒中片麻痺患者の立位重心動揺、筋活動にどのような効果を示すか検討した。

【方法】

対象は 80 代男性の右片麻痺患者である。診断名は左視床出血、Brunnstrom recovery stage は上肢Ⅳ・手指Ⅴ・下肢Ⅴ、麻痺側には中等度の感覚障害あり、基本動作は物的介助下で自立、最大歩行能力は独歩監視である。

In-Phase mode と Anti-Phase mode の 5%、10%、15% でそれぞれ 30 秒間立位保持を実施した。重心動揺の評価には介入前後における COP の 95%楕円面積、COP 動揺の前後・左右の平均位値、および最大範囲とした。筋活動の評価には前脛骨筋・ヒラメ筋の筋電図を測定し、介入前後における平均振幅を比較し筋活動の変化をみた。また、2 つのモードは別日で実施した。対象者に書面及び口頭にて説明し、同意を得て実施した。

【結果】

In-Phase mode 後では 95%楕円面積が減少し、COP 動揺の平均位値は非麻痺側、後方に変化、COP の最大範囲位は前後・左右ともに減少した。また、麻痺側、非麻痺側ともに前脛骨筋の平均振幅は増加し、ヒラメ筋は減少した。

Anti-Phase mode 後では 95%楕円面積が減少し、COP 動揺の平均位値は僅かに麻痺側、前方に変化し、COP の最大範囲は前後方向で減少した。また、麻痺側前脛骨筋の平均振幅は増加し、ヒラメ筋はほぼ同じであった。麻痺側

前脛骨筋ではほぼ変化なく、ヒラメ筋はわずかに増加した。

【考察】

In-Phase mode と Anti-Phase mode とともに静止立位での COP の 95%楕円面積は減少した。In-Phase mode では重心動揺を同方向にプレートが動くことで揺れを減弱し、先行研究同様に COP の 95%楕円面積が減少したと考えられる。介入後に COP 動揺の平均位値が非麻痺側方向に変位したのは、動揺が減弱したことで麻痺側下肢からの感覚情報が減少し、非麻痺側下肢での立位姿勢制御にシフトしたのではないかと考えられる。また、COP の位置が後方に変位したことで麻痺側・非麻痺側ともに前脛骨筋の筋活動が増加したと考えられる。

Anti-Phase mode では重心動揺と逆方向にプレートが動く事で揺れを増幅させ自律的な調節を促したことで麻痺側下肢の筋活動が増大し、COP の 95%楕円面積が減少し、麻痺側方向に COP 平均位値が移動したと考えられる。先行研究では、脳卒中片麻痺者において In-Phase mode での介入後に麻痺側への荷重シフトが報告されているが、今回の結果から症例によっては Anti-Phase mode での介入が効果的になる可能性が示唆された。

半側空間無視に対する選択反応課題と視線分析を用いた新たな評価手法の開発

○大松聡子^{1),2)} 高村優作^{2),3)} 藤井慎太郎^{2),4)} 森岡周^{2),5)} 河島則天^{1),5)}

1 国立障害者リハビリテーションセンター研究所、2 畿央大学大学院健康科学研究科、3 村田病院、
4 西大和リハビリテーション病院、5 畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター

【目的】 半側空間無視 (USN) は右半球脳卒中後に好発する症状で、病巣側の対側空間 (左空間) にある物事に反応・応答できない症状とされる。近年、USN は意図的・自発的に駆動する能動的注意と外発的に駆動する受動的注意に関する 2 つの空間性注意ネットワークの機能不全により生じるとされる。そのため USN の病態を明確にするためには、この 2 つの系に分けた観点が必要である。USN の評価には BIT 行動性無視検査が広く使用されており、これは包括的な無視症状の把握が可能である。しかし、USN を注意ネットワークの障害として捉えると、BIT は能動的注意機能の側面の評価には有用である一方、受動的注意の側面においては一定の限界があると予想される。これらの問題点を解決するため、我々の研究グループは、タッチパネル PC と視線計測装置を用いて臨床現場における USN 症状の定量的評価を行ったため、結果を報告する。以下の評価はすべて、クレアクト社の @Attention を用いて実施した。

【2 つの選択反応課題】 PC ディスプレイ上に配置した 35 個のオブジェクトに対し、任意の順序でオブジェクトを選択する能動探索課題と、点滅するオブジェクトを選択する受動探索課題の 2 条件にて実施した。これら 2 つの課題では、探索対象であるオブジェクトの空間的配置は同じだが、両課題で動員される注意ネットワークが異なると考えられた。我々は特徴的な 2 症例を対比することで、損傷部位に応じた無視症状の特徴が課題成績に反映される可能性があることを明らかにした。

【探索課題中の視線分析】 USN は多くの場合、時間経過とともに改善するが、回復過程において病識の定着に伴い、左空間への注意配分による代償戦略を採る

ことも知られている。水平配列された 5 個のオブジェクトのうち、点滅したオブジェクトを注視する課題を実施した。USN が重度な症例では、明らかな非無視空間への視線偏向を認め、無視空間のオブジェクト点滅を追視できない。一方、軽微な無視症状を示す症例において、課題開始前に無視空間への意図的な視線偏向を行う傾向にあった。この意図的な無視空間への注意配分は前頭機能の過活動を伴う代償戦略であることを脳波計測にて明らかにした。日常生活を送る上では適度な代償戦略の活用は不可欠であるが、その反面今回の結果から、過剰な代償戦略により易疲労性や作業効率性の悪化に影響を及ぼす可能性も考えられた。

【画像や動画提示中の注視点分析】 さらに実際の視覚情報取得の側面に焦点を充てた評価として、左右反転画像／動画を用いた Free-viewing 時の注視点分析を実施している。USN のない症例では、画像を左右反転させると注視対象も反転する一方、USN 症例の注視対象は反転せずに右空間に留まる。この方法は画像に含まれる視覚的要素を統一した上で、左右の空間的配置のみを変化させるため、注視点の左右非対称性の把握により、直感的な無視症状の評価が可能となる。また、この手法における臨床でのメリットとして、提示された画像を見るだけであることから、重度症例も対象とした評価が可能である点が挙げられる。

【結語】 USN の病態や行動の特性を評価する上では、既存の評価に加え、能動的注意／受動的注意という 2 つの空間性注意に焦点を充てる視点を持つことが重要であろう。USN の病態の理解とともに評価の関連を整理し、包括的に病態解釈を行うことで、病態に合わせた治療選択が可能になると考えられる。

脊髄完全損傷者における嗅粘膜組織移植前後のロボットリハビリテーション効果の検討

愛知 諒¹⁾ 緒方 徹²⁾ 河島則天¹⁾

1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 運動機能系障害研究室 神経筋機能障害研究室

2) 国立障害者リハビリテーションセンター病院 再生リハビリテーション室

【はじめに,目的】

慢性期脊髄損傷に対する自家嗅粘膜組織移植（以下、OMA）は、2012年に本邦先進医療Bの許可を受け、現在では保険診療適応への移行を目指した臨床試験が行われている。当センターでは昨年度より再生医療リハビリテーション室を設置し、昨年より大阪大学医学部附属病院でのOMA実施と連携した、術前術後のリハビリテーションを開始した。当センターでのリハビリテーションは、動力歩行装置 Lokomat（Hocoma社、スイス製）による受動歩行を介入および評価の両面で中心に位置付けており、正常歩行に近い下肢への荷重印加、関節運動に伴う歩行関連体性感覚を与えることで脊髄歩行中枢の活動を惹起し、かつ、この動作時に生じる「歩行様筋活動」を評価指標として、リハビリテーション効果を定量的に捉える試みを進めている。装具歩行では、残存機能を使用した代償歩行となり、平行棒内数メートルを数往復するのみで質、量ともに充分とは言い難いが Lokomat を用いた歩行練習では正常歩行に近い下肢動作を実現でき、速度は最高で時速 3.2 キロメートル、実施時間は症例の体調や状態に合わせて上限なく実施可能なため、質、量共に十分な歩行動作が実現可能である。本発表では、現在実施中の 1 症例のリハビリテーションの経過について、受動歩行中の歩行様筋活動、脊髄反射応答の変化を中心に報告する。

【方法】

対象は OMA 施行後 3 ヶ月が経過した 30 代の第 10.11 胸髄完全損傷者の男性。介入方法は、通常の理学療法（関節可動域練習、座位バランス練習、起居動作練習等）、歩行様動作が可能な立位練習装置 Easy stand（アクセスインターナショナル）での立位練習、長下肢装具、動力歩行装置 Lokomat を使用しての歩行練習を 1 日計 5-6 時間、週に 5 日間実施した。評価方法は、損傷部以下の脊髄神経回路の興奮性をヒラメ筋 H 波と M 波の最大振幅比（H/M 比）で、下肢に関する皮質脊髄路の興奮性を経頭蓋磁気刺激法（TMS）を用いて下肢一次運動野を刺激し、両側前

脛骨筋の MEP で評価した。歩行様筋活動は Lokomat 中の下肢筋活動を表面筋電図を用いて評価した。評価時期は、術前 1 ヶ月前、術後 1, 2, 3 ヶ月の計 5 回実施した。

【結果】

H/M 比 (%) は 35.9→43.3→31.5→24.5→19.3（術前 1 ヶ月前、術後 1, 2, 3 ヶ月）

MEP と安静座位時の随意収縮時の下肢筋活動は全時期において観察できなかった。

Lokomat の歩行様筋活動は、術前後で発現を認めた。大腿二頭筋は術前で遊脚終期から初期接地において出現していたものが、一度消失し、術後 3 ヶ月で増大を認めた。術前では、随意指令に伴う活動の変化は認めなかったが、術後 2 ヶ月で立脚終期から遊脚初期にかけて大腿直筋、術後 3 ヶ月で立脚中期から遊脚初期にかけて中殿筋の随意指令に伴う活動の増加を認めた。

【考察】

Lima らは嗅粘膜移植と同時に、長期にわたるリハビリテーションの重要性を報告している (Lima, 2010)。今回、再生医療と Lokomat での歩行練習を中心としたリハビリテーション介入によって、MEP や安静座位での随意収縮時の筋活動での評価では皮質脊髄路の繋がりを示唆する結果は得られなかったものの、Lokomat 中の下肢の受動運動中の随意指令に伴う歩行様筋活動を認めた。これは、術後 3 ヶ月現在では明確な大脳皮質からの麻痺領域への明確な指令は確立されていないものの、Lokomat 中の繰り返しの足底からの感覚入力、適切な関節運動によって脊髄歩行中枢の活動を高めることで、大脳皮質から麻痺領域への連絡が行いやすい状態になっていたため、筋活動の変化を認めたと考えられる。この結果は Lokomat による脊髄歩行中枢を高めた状態での歩行練習の有用性を示唆するだけでなく、歩行様筋活動の随意指令に伴う変化など観察することで、再生医療後の脊髄神経回路の微細な変化に合わせた、リハビリテーション戦略の立案、効果の検証が可能と考える。

脳卒中患者の上肢操作練習効果

-促通反復療法にHAL単関節を併用した2例-

1) 社会医療法人春回会 長崎北病院
総合リハビリテーション部 2) 同、神経内科
3) 促通反復療法研究所

本多歩美¹⁾・西本加奈¹⁾・松尾理恵¹⁾・小柳
昌彦¹⁾・伊東幹也¹⁾・河野靖子²⁾・佐藤秀代²⁾・瀬戸牧子²⁾・佐藤聡²⁾・川平和美³⁾

【はじめに】

脳卒中患者への上肢機能においては、電気刺激を併用しての促通反復療法の有効性が報告されており、近年ロボットを用いたリハビリテーションの有効性も報告されている。当院ではHAL®自立支援用単関節タイプ(以下、HAL単関節)を導入した上肢操作練習を行っており、「箸が使えるようになりたい」という Demands のあった2例において改善を認めたので紹介する。尚、本報告に対し、症例の同意を得ている。

【方法】

発症2ヶ月目以降より、振動刺激を肩甲帯から上肢全体に与えた後、電気刺激下促通反復療法 20分を継続して行い、介助上肢操作練習 20分併用(A期; 5日/週)とHAL単関節を用いた上肢操作練習 20分(B期; 5日/週)とを、ABAB法で4週間行った。各期の最終日にFMA, Motor Activity Log(以下、MAL)を聴取し、自助箸での物品移動動作を動画撮影し、A期とB期で比較した。深部感覚障害のため、努力性で動かした場合とスムーズに動かした場合の違いを感じる事が困難であったので、動作時のHAL生体電位の波形を呈示して、体性感覚以外での手掛かりが運動学習の一助となることを期待した。

【症例1】

右被殻梗塞による左片麻痺、60代の男性、右利き。上肢機能はBrunnstrom Recovery Stageが上肢Ⅲ～Ⅳ、手指Ⅳ。Fugl-Meyer Assessment(以下FMA)が38/66点、著明な高次脳機能障害はなく、深部感覚が軽度鈍麻であった。動作時に痙縮が高まりやすく、箸操作時に頸部や肩関節での代償運動が見られた。日常生活動作はFunctional Independence Measure(以下、FIM)で61/126(運動項目; 37/91, 認知項目; 24/35)であり、精神機能面Mini Mental State Examination(以下、MMSE)は30点であった。

【結果1】

各評価の初期値とA1B1A2B2各期の変化は、FMAが38, +10, -1, -1, +5であったが、HAL単関節を用いた際の肩・肘・前腕においては、+4,+2と改善がみられた。自助箸操作で初期に見られた頭頸部や肩甲骨の下制・内転内旋での代償動作は改善し、肩・肘関節の機能向上と上肢操作の質的变化を認め、自助箸での食事が可能となり、中枢部の改善や分離への一助となった。

【症例2】

左視床出血による右片麻痺、70代の男性、右利き。上肢機能はBrunnstrom Recovery Stageが上肢Ⅲ～Ⅳ、手指Ⅴ。Fugl-Meyer Assessment(以下FMA)が40/66点、感覚障害が触覚軽度鈍麻、位置覚重度鈍麻、運動覚正常であった。肩関節周囲筋は安静時に低緊張で、0.5横指の亜脱臼を認めた。日常生活動作はFIMで85/126(運動項目; 55/91, 認知項目; 30/35)だったが、自助箸の操作は努力性で、肩甲骨の下制・内転位と運動失調のため操作が拙劣だった。精神機能面は、MMSE 28点、高次脳機能障害は、注意と前頭葉機能の低下を認めた。

【結果2】

各評価の初期値とA1B1A2B2各期の変化は、FMAが40, +2, +3, +3, -1とABどちらも改善がみられ、自助箸操作で初期に見られた肩甲骨の下制・内転と肘関節の屈伸・前腕の回内外のコントロールは改善し、最終的には円滑な動きとなった。感覚障害の改善は認めなかった。

【考察】

今回、電気刺激併用での促通反復療法に加えて、徒手による上肢操作練習(A期)と単関節HALを用いた上肢操作練習(B期)を交互に行い、いずれの期間にも改善を認めた。

徒手操作訓練では箸操作時における前腕の動きを最終可動域まで実現・反復できるため、HA単関節Lでは構造上制限を受けやすい前腕の可動性を補うことができ、上肢全体の運動コントロールを学習しやすかったのではないかと考える。

HAL単関節での上肢操作練習では、感覚障害による固有感覚情報の減少を補うためにモニターによる動作時の生体電位波形を視覚的に提示したが、注意障害のある症例にはダブルタスクが困難なことから活用できなかった。しかし、操作のフィードバックにおいては治療者が筋出力をモニターで確認することにより、症例の動きに合わせた単関節HALの設定変更を行う事で、より分離運動を促通した効率的な肘関節の運動学習に繋がったのではないかと考える。

失調症状を伴う歩行に対するロボットスーツ HALの効果

1) 社会医療法人春回会 長崎北病院 総合リハビリテーション部 2) 同、神経内科 3) 促通反復療法研究所

井上亮子¹⁾・西本加奈¹⁾・本多歩美¹⁾・溝口真一¹⁾・織田友子¹⁾・荒木里枝¹⁾・松永祐樹¹⁾・松村星輝¹⁾・久留間勇人¹⁾・内藤拓也¹⁾・濱崎 凌¹⁾・大木田治夫¹⁾・佐藤 聡²⁾・瀬戸牧子²⁾・佐藤秀代²⁾・川平和美³⁾

【はじめに】

Hybrid assisted Limb(以下、HAL)装着下での運動効果を明示した報告が近年の諸学会で散見されるが、その多くは脳卒中であり失調症状に対する報告は少ない。一方、一般的な理学療法には、重錘負荷法や弾性緊縛帯を使用した報告が多く、運動出力のコントロールや協調運動障害に対する効果があげられている。

今回、失調症状を有する難病疾患患者の歩行に対し、HAL自立支援用モデルを用いて治療介入を行った。動揺性の症状を伴う特徴的な歩容に対する効果検証を行ったところ、下肢の支持性とバランス能力に変化が得られ歩行能力の向上に繋がったため報告する。

【対象】

対象は、神経変性疾患により失調症状を呈した入院患者で、端座位保持が可能であり実用移動手段は補助具の使用を含む歩行が可能者10名(男性8名、女性2名)。平均年齢は52.2±21.6歳。診断は、脊髄小脳変性症が9名、多系統萎縮症が1名。MMSEの平均は27.1±3.3点。診断日からHAL開始までの平均期間は1136.2±917.8日であった。

【方法】

方法は、HALと免荷式リフトPOPO(以下、POPO)を装着した歩行練習を1クール10回施行した。リハビリ算定単位は1日6単位であり、内、HALの実施時間は1回40分、回数は、週5回を2週間、合計10回とした。残りの時間は歩行の構成要素となる通常練習を行った。評価はScale for the Assessment and Rating of Ataxia(以下、SARA)、粗大筋力(以下、GMT)、10m歩行(速度、歩幅、歩行率)、Berg Balance Scale(以下、BBS)、片脚立位時間、(体幹・股関節・膝関節屈曲・伸展筋力)、を

実施しHAL開始前と終了後を比較した。歩行評価に関しては、動画撮影を行いその映像からDart Fishを用いて歩幅と歩隔(平均±標準偏差)を算出した。統計学的分析において、10m歩行と片脚立位時間は対応のあるT検定、その他はWilcoxon符号付き順位検定を用い、いずれも棄却率を5%とした。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には、ヘルシンキ宣言に基づいた説明を口頭ならびに書面にて説明し、書面にて協力への同意を得た。

【結果】

HAL導入前後の評価の変化は、SARA(計)が14.6±4.5から11.6±4.1へと減少し(P<.05)、小脳性運動失調の重症度に有意な改善を認めた。GMTは、体幹の屈曲が3.9±0.9から4.0±0.7へ(p<.001)、伸展が4.2±0.9から4.4±1.0へ(p<.001)、股関節の屈曲が4.1±0.9から4.6±0.7へ(P<.05)、伸展が3.9±0.9から4.2±0.9へ(P<.01)、膝関節の屈曲が4.6±0.5から4.8±0.4へ(p<.001)と筋力増強を認めた。以下も同様に、10m歩行は歩行速度(p<.05)では、0.8±1.0から0.4±0.5と増加、歩幅(p<.05)は0.5±0.1から0.6±0.2と拡大、歩行率(p<.05)は1.5±0.6から1.8±0.6へと向上し、全ての項目で有意差を認めた。片脚立位時間(p<.05)は、8.9±13.9から16.0±20.7と立位時間の延長を認め、BBS(P<.05)では38±11.2から45.2±8.8とバランスが向上しており、各評価項目において有意な結果を認め、全対象者において歩行能力の改善を認めた。

【考察】

HALの適応として、これまで失調症状はすすめられていないが、今回、HALを失調症例に用いて、SARAや筋力、10m歩行、立位バランスにおいて有意な改善を認めた。これらの訓練効果のメカニズムとして、(1)HALによって下部体幹と下肢が連結し、ベルトで固定されているため、緊縛帯の役割を果たした、(2)機体の重さは、重錘負荷としての役割を果たした、(3)POPOとHALによる直接懸架が動きの自由度を減らし、骨盤帯を安定させ、失調による側方動揺を軽減する役割を果たして固有感覚の賦活と安定性を補填し、HALのアシスト機能を有効にしたことが考えられる。また中島は、希少性難病の長期試験において、間歇的かつ反復したHAL治療を行った症例では、自然経過と比較すると、歩行障害の進行速度が緩やかになり、2年以上進行を遅らせることができたとも報告している。本研究においても、HAL training毎に、同様の改善を認めた症例を経験しており、病状の進行に対し、HALの治療を行ったことで、歩行や筋力、バランス能力などの身体機能の向上が見られ、病状の進行と誤認されやすい、廃用症候群の改善にも寄与したものと考えられる。

重心動揺リアルタイムフィードバック装置を用いた立位バランス練習が歩行に与える影響 ～3軸加速度センサを用いた即時効果の検討～

内藤 卓也¹⁾, 山口 義雄¹⁾, 玉利 誠²⁾³⁾

1)福岡リハビリテーション病院 2)福岡国際医療福祉学院 3)国際医療福祉大学大学院

【背景と目的】

重心動揺リアルタイムフィードバック装置(BASYS, テック技販社製)は, 立位姿勢時の重心動揺を増減または減弱させることで姿勢調節の最適化を図る装置である。

これまで, BASYS の効果として立位時の重心偏位や重心動揺の改善が知られているが, その一方で, BASYS が歩行に及ぼす影響については知られていない。

そこで本研究では, BASYS を用いた立位バランス練習が歩行に及ぼす即時効果について検討した。

【対象と方法】

対象は当院でリハビリテーションを実施している脳卒中片麻痺患者 2 名(症例 1:左片麻痺の男性, 症例 2:右片麻痺の女性), 股関節疾患の術後患者 2 名(症例 3:大腿骨頸部骨折の術後の男性, 症例 4:変形性股関節症の術後の女性)とした。対象の歩行レベルは杖歩行もしくは独歩自立レベルであった。立位バランス練習には BASYS の Anti-phase mode(足圧中心の前後変位と反対に床面が移動する)を使用し, 対象者に前後へ足圧中心を移動させるように指示した。BASYS の COP 動揺量は 5%, 10%, 15%と段階的に増加させ, それぞれ 30 秒施行し, 30 秒の休息を与えた。

立位バランス練習前後に, COP の位置, 10m 歩行速度, 歩幅を計測し, また, 3 軸加速度センサ(Q'zTAG™walk, 住友電工社製)を用いて 10m 歩行時の加速度(上下・前後方向)を計測し, 歩行時の姿勢変動性の指標として二乗平均平方根(Root Mean Square:RMS)を算出した。歩行速度と歩幅は 10m 歩行時の歩数から算出した。

【結果】

COP の前後位置は全症例において正中化を認めた。10m

歩行速度と歩幅は 3 名(症例 1・2・4)において増加した。加速度は 3 名(症例 2・3・4)において上下方向成分が増加し, 3 名(症例 1・2・4)において前後方向成分が増加した。また, RMS は 3 名(症例 1・2・3)において減少した。

【考察】

本研究の結果, 全症例において COP の前後位置の正中化が認められた。先行研究では高齢者に対し BASYS の Anti-phase mode を用いた介入効果として COP 動揺の前後方向の平均値は正中化を認めており, 本研究においても同様の結果であった。

また, 3 名(症例 1・2・4)において, 10m 歩行速度, 歩幅, 前方加速度の増加が認められた。

正常歩行では, 立脚中期から立脚終期にかけて足関節背屈角度及び股関節伸展角度の増加とともに前方加速度が上昇することが知られている。また, 立脚終期の Trailing Limb Angle が前方への推進力に影響していることも知られていることから, BASYS の Anti-phase mode を用いた前後方向への立位バランス練習により下腿三頭筋の反射感受性が増幅することで足関節による姿勢戦略が優位となり, 立脚終期の足関節背屈角度及び股関節伸展角度が増加し, 前方加速度が増加したことが考えられる。

ロボットスーツ HAL における電極貼り付け位置の違いによる歩行、立ち上がりのパフォーマンスの関連性の検証

公益社団法人 群馬県医師会 群馬リハビリテーション病院¹⁾

稲垣 貴大¹⁾、鈴木篤史¹⁾、遠宮 陽光¹⁾

【目的】

Hybrid Assistive Limb (以下:HAL)は装着者の皮膚に電極を貼り付け、生体電位信号を検出し、装着者の意思に従った動作のアシストを行う機器である。我々は事前研究として自動運動にて HAL 操作パネルに表示された生体電位信号を比較し、サイバーダイン社推奨の電極貼り付け位置とは違う、筋出力値の検知される再現性の高い電極貼り付け位置があることを示すことが出来た。今回、HAL 装着時の電極の貼り付け位置においてサイバーダイン社推奨の位置と筋出力値の検知される再現性が高い位置とでパフォーマンスにおいてどのように差異が見られるかを比較し、電極の貼り付け位置の重要性について検証した。

【対象と方法】

対象は平均年齢 27.5 歳(24~30 歳)、平均体重は 60kg (47~66kg)であり、両股関節、膝関節に疾病のない 6 名の男性健常者を対象とした。被験者全員に HAL を装着し、筋活動の情報からアシストを行う随意制御モード(Cybernic Voluntary Control モード:以下 CVC モード)を使用し、被験者がより動作しやすと感じる両股関節、両膝関節アシスト量 1 状態で、10m 歩行テスト(以下 10MWT とする)、30 秒椅子立ち上がりテスト(以下 CS-30 とする)を計測した。10MWT は HAL 装着下で歩行器を使用し、快適歩行速度にて 3 回計測した。また、CS-30 は高さ 40cm のプラットフォーム使用にて両上肢は胸の前で腕組みさせ、1 回のみ計測した。HAL を使用する際に電極を貼る大腿直筋、大殿筋、外側広筋、大腿二頭筋の 4 筋に対し 2 つの貼り付け方法で実施した。サイバーダイン社推奨の貼り付け位置として、大腿直筋は上前腸骨棘より 5cm、大殿筋は上後腸骨棘より下方 5cm を 0cm とし、それより外側に 5cm とし、外側広筋は膝蓋骨上縁より 5cm、大腿二頭筋は膝窩より 5cm とした。また、筋出力値の検知される再現性の高い貼り付け位置として大腿直筋は上前腸骨棘より 10cm、大殿筋は上後腸骨棘より下方 5cm を 0cm とし、それより外側に 10cm とし、外側広筋は膝蓋骨上縁より 15cm、大腿二頭筋は膝窩より 10cm とした。なお、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋は端座位、大殿筋は立位で貼り付けた。被験者 6 人にはサイバーダイン社推奨の貼り付け位置もしくは再現性の高い貼り付け位置で 10MWT、CS-30 を行う事を 1 回目とし、2 回目は 1 回目に行った貼り付け位置とは違う貼り付け位置で行った。1 回目から 2 回目まで 3~4 日間の期間を取り、計 2 回行った。また、各貼り付け位置のパフォーマンスの再

現性を確認する目的で 6 名中 4 名の被験者は追加でデータ収集を行い、10MWT、CS-30 を同条件下で各貼り付け位置 1 回ずつ行い、計 2 回行った。(以下、サイバーダイン社推奨の貼り付け位置を A、筋出力値の検知される再現性が高い貼り付け位置を B とする)統計処理は 2 群間での計測した歩行時間、立ち上がり回数

の差を見るため、マンホイットニーの U 検定を使用した。

【結果と考察】

2 つの貼り付け方法で実施し、10 MWT の歩行時間平均値、CS-30 の立ち上がり回数を算出した。6 名の各貼り付け位置の 1 回目の計測値を使用し、統計処理を行った。10 MWT において A は 10.41 ± 2.34 、B は 10.28 ± 2.52 、貼り付け位置 A、B で比較し、 p 値 $0.74 > 0.05$ となった。CS-30 において A は 24.83 ± 5.56 、B は 24.00 ± 6.44 、貼り付け位置 A、B で比較し、 p 値 $0.57 > 0.05$ となった。また、追加で収集したデータでは貼り付け位置 A、B について、1 回目と 2 回目とをそれぞれ比較し、A での 10 MWT は 10.89 ± 2.35 、 p 値 $0.56 > 0.05$ 、CS-30 は 25.87 ± 7.25 、 p 値 $0.14 > 0.05$ となった。B での 10 MWT は 10.16 ± 2.27 、 p 値 $0.77 > 0.05$ 、CS-30 は 26.12 ± 6.87 、 p 値 $0.91 > 0.05$ となった。

前述したように、10 MWT、CS-30 のデータにおいては統計上 A、B で有意差が認められなかった。また、追加で収集したデータも有意差が認められず、A、B ともに差が少ない傾向にある結果となった。このことからパフォーマンスにおいて貼り付け位置の違いによる影響は少ないと考える。今回の A、B での大きな違いは筋腱移行部、筋腹部の違いである。骨格筋の収縮力および収縮速度は運動単位、筋線維による要因が挙げられる。しかし、各運動単位の動員、発射頻度はその運動単位の筋肉内の部位に関わらず、一様に同時に調節され、筋肉内の 1 つの運動ニューロンに支配される筋線維群(typeI 線維または typeII 線維)は広範囲に分布しており、組織学上 typeI・typeII 線維の配分は一定であると言われる。これらから A、B において収縮力、収縮速度には差異は見られないと考え、今回、パフォーマンスも同様に有意差が認められなかったと考える。また、対象が健常者であり、アシスト量の影響を受けにくく、事前研究での動作とは違い、歩行や立ち上がり動作の反復運動であり、連続性の高い収縮を求められ、毎回、筋収縮力、速度が一定になり易い事から、A、B それぞれで 1 回目と 2 回目とに差が少ない傾向となったと考える。今回の研究では A、B 比較し、どちらの電極位置が良いと一概には言えない。しかし、バイオフィードバック訓練での安定した確実な筋出力値を得る事や、装着者の貼り付け位置に術創部があり、皮膚状態が不良である場合に目的、使用用途に合わせ、貼り付け位置を変える事でアシスト強度、バランス調整の精度を高める事となり、介入効率向上に繋がるのではないかと考える。今後の研究では今回の研究で得られた健常者での結果が HAL 訓練使用者でも同様の数値として得られるのかなど再考していく事が必要であると考えられる。

HAL-SJ 卓上固定器具を使用した

肘 HAL-SJ の可能性について

福岡リハビリテーション病院 吉田 裕作

山田 達己

【はじめに】

肘 HAL-SJ は、上肢機能の改善を目的とした上肢機能リハビリテーション用ロボットである。従来の肘 HAL-SJ は、背臥位での使用が主であったが、当院ではテーブル等に固定し、端座位で実施可能な HAL-SJ 卓上固定器具 (HAL-SJ tabletop mount : 以下 HSTM) を導入している。背臥位で実施する従来の肘 HAL-SJ を患者に使用していく中で、一部ではあるが肩、肩甲帯周囲の筋緊張が亢進し、痛みにつながるケースがあった。そういった患者の肘 HAL-SJ の使用時の特徴として、肩関節の屈曲、伸展を伴った共同運動での動作となることが散見された。今回シングルケースにて、端座位での HSTM を使用した肘 HAL-SJ を使用することで共同運動の軽減と、肘関節の分離運動促進に対して有用性が示唆されたため、以下に報告する。

【方法と対象】

方法として、当院回復期病棟へ入棟後、1週間以内に上肢機能の評価として Fugl-Meyer Assessment (以下上肢 FMA)、筋緊張の評価として Modified Ashworth Scale (以下 MAS)、生活での麻痺手の参加の評価として Motor Activity Log (以下 MAL) の AOU (使用頻度)、QOM (動作の質) を評価した。その後、治療期間として一ヶ月、端座位での HSTM を使用した肘 HAL-SJ を週3回の頻度で通常の作業療法リハビリ中 (60分/1回) に実施し、治療期間終了後、1週間以内に上肢 FMA、MAS、MAL の再評価を実施した。症例は 70 歳代女性、脳梗塞、右片麻痺。Brunnstrom stage は上肢 III、手指 IV、下肢 IV であり、表在、深部感覚は軽度鈍麻、軽度運動性失語があるも、認知機能は保たれている。上肢 FMA は 36/66、MAS は肩 3、肘 2、前腕 2、手 2、手指 3 であり、肩甲周囲筋群の過緊張を認めた。MAL の平均値は、AOU 0.6、QOM 0.4 であった。

【結果】

上肢 FMA は、44/66 と 8 点の向上を認め、MAS は肩 1+、肘 1+、前腕 1、手 1+、手指 2 と全体的に筋緊張の緩和が認められた。MAL は AOU 2.0、QOM 2.1 と生活場面での改善も認めた。また症例より「動かし易くなった」と発言を認め、日常生活場面にて麻痺側上肢でリーチ動作を実施した際の肩関節の共同運動が軽減し、肘関節の分離運動が滑らかとなった。

【考察】

背臥位で実施する従来の肘 HAL-SJ は、一部の症例では大胸筋、広背筋の作用により、肘関節だけでなく、同時に肩関節の共同運動を誘発し、肘の分離運動を促進しにくい状況となることが散見された。HSTM を使用した肘 HAL-SJ は、肩関節軽度屈曲位で固定されることで、ローテーターカフや三角筋 (前部繊維) の筋収縮による上腕骨頭の安定化機構が働き、肘関節の分離運動を促進しやすい肢位となり、上肢機能の改善に繋がったのではないかと考える。また背臥位での肘 HAL-SJ に比べ、肩、肘関節の動きに対する視覚的なフィードバックも得られ易く、共同運動が出現する場合とそうでない場合の症例自身の運動主体感にも違いが出てくる可能性が示唆された。今回の結果より、端座位での HSTM を使用した肘 HAL-SJ の利点として、症例によっては肘関節の分離運動を促進しやすく、視覚的なフィードバックも得られ易いため、上肢機能の改善に繋がるのではないかと考えた。対象者の姿勢や肘関節以外の肩、手関節の肢位等、各個人によってフィードバックされやすい状況はありと考えられ、端座位での HSTM を使用した肘 HAL-SJ は姿勢、肢位のバリエーションを拡大する一助になると考えられる。しかし、今回の発表では推論の域でしかないため、今後は背外位と端座位で肘 HAL-SJ を実施した群を比較する等の効果検証が求められ、肘 HAL-SJ の使用方法の拡大に繋がるのではないかと考えられる。

HAL 福祉用単脚の使用により歩行時の不安感が軽減した一症例

1) 福岡リハビリテーション病院リハビリテーション部 2) 福岡リハビリテーション病院脳神経外科
○角銅 悠海¹⁾ 池尻 道玄¹⁾ 伊原 直¹⁾ 山本 育実¹⁾ 入江 暢幸²⁾

【はじめに】

脳卒中の後遺症では、片麻痺となり麻痺側足部の内反尖足を伴うことが少なくない。痙性が強く、強度のある装具が必要な場合、靴の選択肢が限られてくる。今回、靴のバリエーションを増やしたいとの希望があった若い女性の片麻痺患者に対してロボットスーツ HAL を使用した。その結果、歩行時麻痺側足部内反パターンに変化が見られ、さらに歩行時の転倒に対する不安感が軽減し満足度向上に繋がった症例を経験したので報告する。

発表に関しては、倫理委員会の承認後、症例に文書をもって説明を行い、協力の同意を得た上で実施した。

【経過・方法】

症例は 27 歳女性。21 歳で右被殻出血を発症し左片麻痺を呈した。Br.stage 上肢Ⅲ、手指Ⅲ、下肢Ⅲ。歩行時の麻痺側遊脚期では麻痺側股関節の分離が乏しく、体幹を非麻痺側へ側屈させ麻痺側下肢を骨盤から持ち上げた分廻し様の歩行となっていた。そのため、連合反応により足部内反が強まり、立位不安定となりやすく金属支柱付き装具を使わざるを得なくなっていた。

入院時に目標と現状を共有する目的で事前面接を行い、Canadian Occupational Performance Measure (以下、COPM) を用いて現在の歩行に対する満足度を、装具を変更した状態での歩行時の転倒に対する不安感を Modified Falls Efficacy Scale (以下、MFES) を用いて聴取した。HAL 福祉用単脚 (以下、HAL) を用いての訓練では、麻痺側股関節屈筋群へのアシストにより股関節の分離性向上と足部内反が軽減する事を期待し、1 日 1 時間週 5 回実施した。設定は CVC モードで麻痺側股関節屈曲方向へのアシストを調整しながら、麻痺側下肢 TSt から ISw の股関節からの振り出しを中心に行った。また、反張膝がある事も考慮し、HAL の膝関節カフの位置を最前列に設置、膝関節伸展角度を -20° に設定した状態で行った。

【結果】

麻痺側股関節屈曲方向の分離した運動が見られ、下肢振り出し時に骨盤からの代償と足部内反が軽減した。初期評価時 SIAS 33/76 点、プラスチック短下肢装具での 10m 歩行は 18 秒 23 歩であったが、最終では SIAS 44/76 点、プラスチック短下肢装具での 10m 歩行は 11 秒 17 歩となりスムーズに行えるようになった。同時に初

期の MFES ではプラスチック短下肢装具での歩行は 9 と転倒に対する不安感がかなり強く、COPM の歩行満足度は 3 を示していたが、最終では MFES の歩行時の転倒に対する不安感は 2、COPM の歩行満足度も 8 とプラスチック短下肢装具装着時の歩行時の転倒に対する不安感が軽減し、歩行に対する満足度も向上した。本人からも「装具を変えられたからいろんな靴を履けそう。」との発言が聞かれた。

【考察】

症例は病前からファッションや美容に興味があり活発な女性であった。しかし発症後は、金属支柱付き装具の利用により靴の選択肢が限られファッションのバリエーションが少なくなっていた。今回靴の選択肢を増やしたいとの希望があり、現状の身体機能面を考慮し優先的にプラスチック短下肢装具の使用を検討した。しかし、プラスチック短下肢装具の外観は金属支柱付き装具と比べ良いものの、柔軟性があり麻痺側足部の安定性に欠けるため装着時の歩行は足部内反が強まり、本人からも「歩きにくく不安定だ。」との発言が聞かれていた。外観と機能性を考慮した装具に変更するためには麻痺側足部内反パターンを変える必要性があった。今回、HAL 訓練をする際、股関節屈曲の反応が上手く出現した場合は『軽い』、骨盤から代償として下肢を持ち上げた場合は『重い』という症例の反応と HAL のモニターを確認し情報共有しながら行った。それにより麻痺側股関節屈曲方向の分離した運動が見られ、骨盤から下肢を振り出す代償動作の軽減に伴い連合反応による足部内反が軽減したことにより、プラスチック短下肢装具での歩行がスムーズに行えるようになったと考えた。このことから、HAL は分離運動を向上させ、連合反応を軽減させる効果があると示唆された。また、以前までは金属支柱付き装具に合わせた大きめのスニーカーしか履けていなかったが、今後はサンダルや細めのスニーカーなども履けるようになるのではないかと考える。さらに今回のように事前に面接し不安感や満足度を聴取しながら実施する事で、現状の身体機能面と向き合いながら目標を明確に持って HAL 訓練を実施する事ができ、今後の HAL 訓練をより効率よく行う事ができる可能性があるのではないかと考えた。