

2023年12月16日(土) 第12回日本脳神経 HAL®研究会

プログラム

10:30 - 10:40 開会の挨拶

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院
脳卒中センター長

井上 亨

10:40 - 11:40 特別講演

座長：京都大学医学部附属病院 特任病院教授
脳卒中療養支援センター センター長

宮本 亨

特別講演 1. Cybernic Rehabilitation と Mental Energy

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院 脳卒中センター長

井上 亨

座長：福岡大学医学部 脳神経外科 教授

安部 洋

特別講演 2. 脊椎・関節・神経疾患に対する

HAL を用いた機能再生治療の実際

筑波大学医学医療系 整形外科 教授

山崎 正志

11:40 - 12:00 休憩・軽食配布

・INTERNATIONAL CONFERENCEon CYBERNICS HAL 2023
～記録動画放映～

・ポスター閲覧

12:00 - 12:50 ランチョン講演

座長：茨城県立医療大学 学長

松村 明

演題：世界規模で加速する「サイバニクス医療健康イノベーション」最前線

～ HAL, 薬剤・再生医療, 心理, Cybernic Rehabilitation,

AI-Robot, IoH/IoT, C-Cloud ～

筑波大学 サイバニクス研究センター 研究統括教授
筑波大学 未来社会工学開発研究センター (F-MIRAI) センター長
CYBERDYNE 株式会社 代表取締役社長 CEO

山海 嘉之

内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) プログラムディレクター

12:50 - 13:25 一般演題 (5分+質疑2分)

座長：医療法人 博仁会 福岡リハビリテーション病院 病院長 入江 暢幸

1. 脊髄損傷術後リハビリ中に発症した脊髄硬膜動静脈瘻患者に対し HAL®下肢及び HAL®単関節タイプを同時に長期併用し歩行獲得まで至った症例

公益社団法人 京都保健会 京都民医連中央病院 理学療法士 加藤 優佑

2. 頸髄損傷不全麻痺患者に対する HAL®自立支援用下肢タイプ Pro を用いた治療経験

医療法人社団瑞鳳会 松岡整形外科・内科リハビリテーション 理学療法士 池戸 和也

3. 転倒後不全対麻痺を来して緊急手術が行われた腰椎変性すべり症患者に HAL®医療用下肢タイプを実施した治療効果の検証

国立病院機構 徳島病院 理学療法士 澤田 侑貴

4. 脳卒中後患者の筋シナジーに対する HAL®歩行練習の急性効果

九州栄養福祉大学リハビリテーション学部 理学療法士 鈴木 雄太

5. HAL®自立支援用下肢タイプ pro による評価機器としての臨床応用の可能性について
～重度脳卒中片麻痺患者の運動課題別生体電位信号の分析より～

医療法人秀友会 札幌秀友会病院 理学療法士 坂田 凌

13:25 - 14:00 一般演題 (5分+質疑2分)

座長：社会医療法人春回会 長崎北病院 病院長 佐藤 聡

6. HAL®による歩行訓練で歩容の改善を得られた深部感覚障害による歩行障害の一例

徳島大学 脳神経外科 松田 拓

7. 当院における HAL®自立支援用下肢タイプ Pro の使用状況について

福山市民病院 理学療法士 俵 紘志

8. HAL®医療用単関節タイプを用いた足部・足関節骨折術後リハビリテーションの足腫脹に対する効果-シングルケース ABAB 法デザインによる検討

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院 リハビリテーション部 理学療法士 山下 泰貴

9. 慢性期脳卒中患者の足関節背屈機能障害に対する装着型サイボーグ HAL®による足関節背屈反復運動の効果

福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部 理学療法士 池尻 道玄

10. 脳卒中後の肩関節運動障害に対する HAL®の有効性の検討

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院 リハビリテーション部 理学療法士 梅田 裕樹

14:00 - 14:35 一般演題 (5分+質疑2分)

座長：社会医療法人財団 白十字会 白十字リハビリテーション病院 渡邊 芳彦
回復期リハビリテーション科部長

11. 肩関節に対する HAL®治療を 5000 回以上実施した患者の FMA A 項目の変化について
医療法人雄心会 函館新都市病院 理学療法士 波田 耕祐
12. パーキンソン病患者に対する HAL®-SJ と作業療法を併用した実践の経験
-シングルケースデザイン AB 法を用いた検証-
社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 リハビリテーション室 作業療法士 久村 悠祐
13. HAL® - SJ と主観的上肢機能評価の併用が麻痺手の日常的使用へ繋がった症例
社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 リハビリテーション室 作業療法士 田中 裕大
14. HAL®腰タイプ自立支援用を使用した起立着座練習後の着座動作の影響について
～脳卒中片麻痺患者 1 症例の筋活動パターン分析より～
医療法人 秀友会 札幌秀友会病院 理学療法士 神原 夏音
15. 成人脳性麻痺患者に対し HAL®腰タイプ自立支援用を使用し立ち上がり能力に改善を
認めた一症例～シングルケースデザインによる検討～
独立行政法人 国立病院機構 松江医療センター 理学療法士 西川 準

14:35 - 14:50 休憩

14:50 - 15:50 基調講演

座長：福岡大学病院 リハビリテーション部診療部長 鎌田 聡

基調講演 1. 脳卒中の回復期リハビリテーションにおける HAL®の活用

社会医療法人財団 白十字会 白十字リハビリテーション病院 三浦 聖史
回復期リハビリテーション科部長

座長：社会医療法人財団 白十字会 阪元 政三郎
白十字リハビリテーション病院 病院長

基調講演 2. 大学病院でのロボットリハビリテーション開発経験

福岡大学病院 脳神経外科 診療教授 森下 登史

座長：独立行政法人国立病院機構 新潟病院 病院長 中島 孝

基調講演 3. 急性期病院における HAL®の活用法

社会医療法人杏嶺会 一宮西病院 副院長 脳神経内科部長 山口 啓二

15:50 - 16:00 閉会の挨拶

社会医療法人財団白十字会 白十字病院 井上 亨
脳卒中センター長

一般演題：口演発表

1 脊髄損傷術後リハビリ中に発症した脊髄硬膜動静脈瘻患者に対し HAL®下肢及び HAL®単関節タイプを同時に長期併用し歩行獲得まで至った症例

加藤 優佑¹⁾、中川 裕大¹⁾、四方 裕子²⁾

京都民医連中央病院 リハビリテーション部¹⁾

” リハビリテーション科²⁾

【背景】

今回、重度対麻痺を呈した脊髄硬膜動静脈瘻患者に対し通常の理学療法に加え HAL®自立支援用下肢タイプPro（以下、下肢HAL）と HAL®自立支援用単関節タイプ（以下、単関節HAL）を長期併用したことで、身体機能が著明に改善し歩行獲得まで至った症例を経験した。

【症例】

40歳代男性、就労あり。X月Y日に転倒し脊髄損傷及び黄色靭帯骨化症と診断、椎弓形成術を施行。Y+47病日リハビリ継続目的で当院回復期リハビリテーション病棟（以下、回りハ）へ転院。転院後下肢HAL及び単関節HALの運用を開始したが、入院中対麻痺が増悪しMRIにて脊髄硬膜動静脈瘻が疑われた。Y+84病日に診断、治療目的に他院へ転院しY+95病日にカテーテル動脈塞栓術、Y+116病日に動静脈瘻遮断術を施行。Y+133病日にリハビリ継続目的に当院回りハへ再転院となる。再転院時は感覚重度鈍麻、下肢MMT1～2レベル、CS-30困難。移乗はトランスファーボードを使用し自立していたが起立重介助、歩行困難であった。ASIAは運動サブスコア（右/左）が34点/15点、感覚サブスコア（触覚/痛覚）が93点/92点であった

【経過】

当院回りハから初回入院中に下肢HALを3回、左膝関節に対する単関節HALを9回実施していた。Y+138病日にHALを再開し、下肢HALは週2日、左膝関節に対する単関節HALは週1～2日の頻度で退院までに下肢HALを合計38回、単関節HALを合計36回実施した。下肢HAL使用時は約500m歩行訓練を実施し、単関節HAL使用時は約200回膝伸展運動を実施した。また、Y+153病日に左大腿四頭筋に対する低周波治療、Y+165病日に左長下肢装具の作成、Y+187病日に免荷式天井走行レールの運用をそれぞれ開始した。

【結果】

退院時感覚障害は中等度残存していたが下肢MMTは3～4レベル、CS-30は15回、基本動作は自立し短下肢装具とピックアップ歩行器を使用し屋内歩行自立まで獲得した。ASIAは運動サブスコアが50点/36点、感覚サブスコアが100点/101点まで改善しY+276病日に自宅退院。

【考察】

回りハ再転院後早期より、通常の理学療法に加え下肢HALと単関節HALの積極的な併用を行ったことで体幹や下肢筋群に対する促通効果が得られ、著明な身体機能の改善に繋がったと考える。通常、患者の身体機能の変化に合わせ単関節HALから下肢HALへ徐々にステップアップすることが多いと思われるが、本症例においてはステップアップせずに下肢HALと単関節HALを併用したことで十分な運動量が確保できて運動学習のための相乗効果が得られ自立歩行獲得に繋がったと思われる。

2 頸髄損傷不全麻痺患者に対する HAL®自立支援用下肢タイプ Pro を用いた治療経験

池戸 和也¹⁾、松岡 佑嗣²⁾、松岡 竜輝²⁾、松岡 正治²⁾

松岡整形外科・内科 リハビリテーション 理学療法士¹⁾
〃 医師²⁾

【目的】

今回、脊椎脊髄疾患の歩行困難例に対して装着型サイボーグHAL®自立支援用下肢タイプ Pro(以下HAL)とハーネスサスペンション付き歩行器(以下歩行器)を使用し、その効果について検証する。

【対象および方法】

対象は発症後半年経過した12歳男性。頸髄損傷C6、改良Frankel分類C1、ASIA分類Cであり、Ashworth scale下肢1/2、下肢筋力はMMTにて股関節屈曲1/1、伸展1/1、膝関節屈曲1/0、伸展1/0である。ADLはFIMにて総合計83点である。介入はまず膝関節のMMTが1～0であり収縮を促す目的でタッピングと併用しHAL®自立支援用単関節タイプを用いた。訓練頻度は週3回HAL取り付け含め60分とした。6週後、MMT膝関節屈曲1/1、伸展1/1となった段階でHALと歩行器を併用し、訓練を行った。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の趣旨を説明した書面にて同意を得て実施した。

【結果】

Ashworth scaleは変化が見られなかったが、改良Frankel分類、ASIA分類において改善がみられた。ADLでも介入当初は立位不能であったが、10メートル程であるが歩行器と短下肢装具を用いて可能となった。

【考察】

今回、脊椎脊髄疾患患者に対してHALと歩行器を使用し、評価項目の改善を認め、本人、介助者の負担軽減につながった。不全脊髄損傷者の特徴的な問題に、麻痺の軽い筋や反応しやすい痙縮筋が過剰に使用され、麻痺の重度な筋は使用されにくいといった筋活動の不均衡がある。HALの使用により過剰努力を軽減した運動を習得することが出来、中枢パターン発生器Central Pattern Generator(CPG)を賦活し、不活性化の是正、筋活動の改善を図ることに有用であったと考える。また、歩行器を使用することで歩行困難例でも安全に歩行訓練を行うことが出来、体幹を直立位に保ちながら歩行が行え、適切な荷重感覚の入力が可能となった。HALを用いた運動を行うことにより、発症からの時期を問わず不全麻痺に対してADL能力の回復を促進する可能性が示唆された。

3 転倒後不全対麻痺を来して緊急手術が行われた腰椎変性すべり症患者に HAL®医療用下肢タイプを実施した治療効果の検証

澤田 侑貴¹⁾、馬淵 勝¹⁾、高田 信二郎²⁾

国立病院機構 徳島病院 理学療法士¹⁾
〃 整形外科 外科医長・リハビリテーション科医長²⁾

【目的】

本研究は、腰椎変性すべり症患者に発生した転倒後不全対麻痺を改善するために行われた緊急手術術後に実施した装着型サイボーグHAL®医療用下肢タイプ (HAL) を用いたロボットリハビリテーション (ロボットリハ) の治療効果を検証するものである。

【症例紹介】

77歳、女性、身長153cm、体重60.7kg。転倒1か月前から右下肢筋力低下を自覚していた。転倒直後から不全対麻痺が出現した。徳島県内救急病院を受診し、同日緊急手術 (腰椎部分椎弓切除術) が行われた。術後リハでは、長下肢装具(KAFO)を装着した運動療法を受けた。

術後筋力の回復は、右股関節および膝関節周囲筋群のmanual muscle testing (MMT)は2レベルにとどまった。右足関節筋力はMMTで0から1であった。本院へ転院後に右下肢筋力の回復が見られたため、短下肢装具(AFO、shoehorn brace)、オルトトップ®へ変更した。

【方法】

HALを用いた歩行訓練 (HAL訓練) は、1回60分、週3回、計9回実施した。HAL訓練を実施しない日は、通常リハを実施した。

運動機能評価項目はMMT、2分間歩行テスト、timed up and go test (TUG)、10m歩行テスト (測定3回の平均値) とし、HAL訓練実施前後の測定値を比較した。

【結果】

短下肢装具 (shoehorn brace) を装着下では、2分間歩行テストは16.20 m / 12.70 m (HAL訓練実施前/同後)、TUGは右回りで1分7秒/1分9秒 (同)、左回りで1分7秒/1分14秒 (同)、10m歩行テストは1分8秒/1分14秒 (同)、歩数45歩/52歩と測定値の改善はなかった。一方、オルトトップ®を装着した退院時評価では、2分間歩行テスト16 m 30 cm、TUG右回り49秒85左回り53秒06、10m歩行テストでは1分1秒、49歩となり歩行能力が改善したと判断した。

【考察】

HAL訓練は、患者の歩行能力と歩容を改善した。その主因は、HAL訓練における歩行パターンの正常化にあると考えた。

HAL訓練実施前後の歩行機能評価の比較では、使用した下肢装具によって結果の相違がみられた。その原因として、shoehorn braceとオルトトップ®における機能の相違を考えた。HAL訓練で実現した歩行能力と歩容の改善効果は、使用する下肢装具の性能や機能によっても差異が発生する可能性を考えている。

脳卒中後患者の筋シナジーに対する HAL®歩行練習の急性効果

Acute effects of HAL gait training on muscle synergy in patients with stroke

鈴木 雄太¹⁾、平戸 大悟²⁾、白川 泰山²⁾

九州栄養福祉大学リハビリテーション学部¹⁾

マッターホルンリハビリテーション病院²⁾

【はじめに】

歩行中の筋活動は筋シナジーにより協調的に制御される。健常者では4つの筋シナジーが独立しているが、脳卒中後の患者では筋シナジーが併合し、歩行能力の低下と関連する。本研究は、HAL®による歩行練習の急性効果を筋シナジーの観点から検証することを目的とした。

【方法】

対象は回復期脳卒中患者3名とした。症例1は、70歳代、女性、脳梗塞、Functional Ambulation Categories (FAC) : 2、Fugl-Meyer Assessment (FMA) : 26点、症例2は、40歳代、男性、脳出血、FAC : 3、FMA : 25点、症例3は、50歳代、女性、心原性脳塞栓症、FAC : 5、FMA : 19点であった。筋シナジーは、表面筋電計（テレマイオG2、Noraxon社）により下肢8筋から記録した快適歩行中の筋活動に対して、非負値行列因子分解を行い、シナジー数、活動パターンおよび各シナジーを構成する筋の重み付けを算出した。HAL®による1回30分間の歩行練習の前後で急性効果を確認した。本研究はマッターホルンリハビリテーション病院倫理委員会の承認を得て実施した（MRH22002）。

【結果】

すべての症例でシナジー数が2→3へ分離した。症例1は振り出し困難を呈し、立脚後期～遊脚期が1つのシナジーに併合していた。介入後は立脚前期、立脚後期、遊脚期の3つのシナジーで構成され、遊脚のための前脛骨筋の筋活動の分離が確認された。症例2は立脚期にExtension thrustパターンを呈し、立脚前期の下腿三頭筋を中心としたシナジーと、立脚後半～遊脚期を構成するシナジーの2つに併合していた。介入後は立脚前期（前脛骨筋、大腿四頭筋）、立脚後期（下腿三頭筋）、遊脚期（前脛骨筋、ハムストリング）の3つのシナジーとなった。症例3は立脚期と遊脚期の2つのシナジーで構成されていた。ぶん回し歩行を呈し、遊脚期のシナジーにおける中殿筋の活動が顕著であった。介入後は中殿筋の活動が抑制され、遊脚期のシナジーが前脛骨筋とハムストリングで構成された。

【考察】

対象の動作パターンに基づくHAL®のアシストは、脳卒中患者の歩行中の筋シナジーを即時的に変化させることが確認できた。本研究はHAL®による歩行能力改善のメカニズムの解明に重要な視点を提供すると考える。

5 HAL®自立支援用下肢タイプ Pro による評価機器としての臨床応用の可能性について

~重度脳卒中片麻痺患者の運動課題別生体電位信号の分析より~

坂田 凌、浦家 昇太、神原 夏音、杉原 俊一

医療法人秀友会 札幌秀友会病院

【はじめに】

歩行再建に向けた治療戦略の立案において、麻痺側体幹筋と四肢近位筋の評価は重要であり、運動回復は病巣対側の皮質網様体路と密接に関連していることが報告されている (Jang, 2022)。臨床場面では表面筋電図を利用するが、上記筋活動の評価は困難な場合が多く、治療戦略の立案に難渋する。そこで、重度脳卒中片麻痺患者に対し、Hybrid Assistive Limb®自立支援用下肢タイプPro (以下HAL) の生体電位信号(以下BES)を活用し、評価機器としての臨床応用の可能性について検討したので報告する。

【症例紹介】

70代女性、BMI25.7、右視床出血発症26病日。脳画像所見では、放線冠、内方後脚にも高吸収域を認めた。左Br.stage II/II/II。表在深部感覚重度鈍麻、FACT2/20点(動的座位保持困難)、FIM51/126 (運動21点、認知30点)。姿勢観察では、端坐位、立位ともに非麻痺側へ重心が偏位しており、触診による麻痺側近位筋の詳細評価は困難であった。

【方法】

課題実施前の準備として、HALの電極を麻痺側大殿筋(以下股伸筋)・大腿直筋(以下股屈筋)・外側広筋(以下膝伸筋)・大腿二頭筋(以下膝屈筋)に貼付し、BES評価ではHAL本体を装着せず電極ケーブルのみを接続した。

手順は、課題特異的なBES評価として、端坐位での麻痺側股関節屈曲、膝関節伸展自動運動(以下、自動運動)、起立動作(麻痺側下肢への荷重を側方軽介助にて誘導)、長下肢装具着用下の麻痺側重心移動、麻痺側片脚立位、介助歩行(約10m)の計5課題を、担当理学療法士による介助のもと実施した。

分析方法は、各課題実施中のBESをHALモニター上に記録し、BESの出現を確認した。

【結果】

自動運動と麻痺側重心移動では、BESを認めなかったが、起立動作の伸展相で股伸筋、膝屈筋、膝伸筋にBESを認めた。また、麻痺側片脚立位では股伸筋、膝伸筋、介助歩行中の麻痺側立脚期では股伸筋、膝屈筋、膝伸筋にBESを認め、他の筋群は認めなかった。

【考察】

拡散テンソル画像により皮質網様体路の損傷を考慮した効果的な治療の提供が期待されているが(辻本, 2018)、BESの評価により筋活動の把握が困難な状況においても麻痺側近位筋の活動が確認できた。以上より、本症例のような感覚障害を呈する重度片麻痺患者においても、筋活動を惹起させる課題特異的な条件ではBESによる評価が可能と考えられ、HALによる新たな評価機器としての臨床応用の可能性が示唆された。

6 HAL®による歩行訓練で歩容の改善を得られた深部感覚障害による歩行障害の一例

松田 拓¹⁾、鹿草 宏¹⁾、佐藤 紀²⁾、梅村 公子²⁾、松浦 哲也²⁾、兼松 康久¹⁾、高木 康志¹⁾

徳島大学病院 脳神経外科¹⁾
リハビリテーション部²⁾

【緒言】

Hybrid assistive limb® (HAL)を利用した脳卒中後遺症に対する歩行訓練は有効であるという報告は散見されるが、その効果は確立されていない。今回、脳卒中後の深部感覚障害による歩行障害に対してHAL自立支援用下肢タイプProを利用した歩行訓練が歩容の改善に有効であった症例を経験したので報告する。

【症例】

81歳男性。左顔面、左上下肢のしびれ、構音障害を自覚し、救急搬送された。病院到着時、意識は清明で、軽度の左片麻痺、左上下肢の感覚障害、構音障害を認め、NIHSSは2点であった。頭部単純CTで橋出血と診断され、保存的加療を行い、発症17日後に回復期病院へ転院した。回復期病院転院時、左片麻痺はごく軽度であったが、左下肢の重度の深部感覚障害や反張膝による歩行障害を認め、FIMの運動項目は34点であった。発症27日後からHAL自立支援用下肢タイプProを使用した歩行訓練を開始し、週3回、3週間、計9回HALを使用した歩行訓練を行った。

【結果】

歩行時の不安定性や歩容は徐々に改善し、最終的にはフリーハンド歩行可能となり、発症後3か月で自宅退院した。歩行解析では反張膝は改善し、double knee actionが出現し、正常の歩行様式に近付いていることが確認できた。退院時のFIM運動項目は88であった。

【考察】

HALによる歩行訓練は、本症例のように歩容の改善にも有効である可能性がある。麻痺がわずかでも著明な歩容改善が得られたため、要因としては、麻痺の改善効果ではなく、運動学習による効果などが考えられる。

7 当院における HAL®自立支援用下肢タイプ Pro の使用状況について

Usage of HAL Lower Limb Type for Well-being at our hospital

俵 紘志¹⁾、奥田 咲穂¹⁾、奥田 卓矢¹⁾、坂本 暁良¹⁾、三浦 泰裕¹⁾、
藤井 一輝¹⁾、豊川 容平¹⁾、森田 有紀¹⁾、吉岡 雄一¹⁾、岡崎 智弘¹⁾、
三島 明¹⁾、藤井 俊宏²⁾

福山市民病院 リハビリテーション科¹⁾
〃 医療技術部²⁾

【目的】

当院は、一般病床500床、感染症病床6床の計506床を有する広島県東部地域における基幹病院である。HAL®は2017年10月より自立支援用単関節タイプ（以下、HAL-SJ）を導入し、2019年9月からは足関節用アタッチメントを増設、2020年11月からは医療用単関節タイプに変更し、2022年4月からは自立支援用下肢タイプPro（以下、HAL-FL）を増設した。今回は、導入から1年経過したHAL-FLの当院における使用状況について報告する。

【方法】

当院では、HAL-SJ導入当初から医師1名、理学療法士（以下、PT）3名、作業療法士2名で構成されるHAL®チームを結成し、HAL-SJを使用するメンバーを固定し、適応症例に対してチームでHAL-SJを使用できる体制をとっている。HAL-FL増設にあたり、既存のHALチームのPT3名を含む計10名のPTが安全使用者講習を受講し、HAL-FL使用可能な体制となった。この度、2022年4月から2023年8月までに、HAL-FLを使用した入院患者の年齢、性別、病名、使用回数、主科の情報を電子カルテ上データから後方視的に調査した。

【結果】

2022年4月から2023年8月のHAL-FL使用者は23名（男性20名/女性3名）、使用件数は延べ111件であった。平均年齢は67.3歳。使用回数は一人あたり平均4.8回。主科は、脳神経外科・脳神経内科・整形外科・外科・内科・救急科であり、病名は脳梗塞が最も多く、疾患別リハビリ処方では脳血管13名、運動器9名、がん1名であった。

【考察】

当院はDPC対象病院のため入院期間が短く、加えて患者の全身状態によりHAL-FL介入までに一定の期間を要することが多いため、患者一人あたりのHAL-FL使用回数が少なくなる傾向がある。一方で、基幹病院という体制上、リハビリテーション科への処方が多岐にわたるため、HAL-FLを使用した患者の診療科や病名も多岐にわたることは、当院の特徴と考える。

今後は、HAL®チームのメンバーを増員し、より安定してHAL®を使用できる体制を整備する予定である。

8 「HAL®医療用単関節タイプを用いた足部・足関節骨折術後リハビリテーションに対する効果」

-シングルケース ABAB 法デザインによる検討

山下 泰貴¹⁾、福井 哲¹⁾、谷口 由香理¹⁾、古賀 研人¹⁾、梅田 裕樹¹⁾、
田代 千晴¹⁾、渡邊 芳彦²⁾、井上 亨²⁾、小林 知弘³⁾

社会医療法人財団 白十字会 白十字病院 リハビリテーション部¹⁾
〃 脳神経外科²⁾
〃 整形外科³⁾

【目的】

临床上、足部・足関節骨折術後は腫脹や疼痛、可動域制限、筋力低下を呈する。術後は筋力低下や筋緊張コントロール不良などの様々な理由により十分な可動域での関節運動が困難である。そこでHAL®を使用し、適切なアシストを行うことで最大範囲での関節可動域運動ができると考えた。また、急性期における下肢運動器疾患において、膝関節に対してHAL®医療用単関節タイプ（以下、HAL®-SJ）を用いた報告はあるが、足部・足関節骨折術後に用いた報告はない。

今回、HAL®-SJの効果を検証するためABAB法で実施して効果を検証した。

【症例紹介】

70代男性。診断名は右踵骨折（Essex-Loppresti分類DepressionType、Sanders分類TypeIV）であり、受傷10日目に骨接合術を施行した。術後1日目より理学療法開始し、バルキードレッシングを除去した術後5日目より研究を開始した。

【方法】

研究デザインはABAB法であり、研究期間は4週間とした。各期は1週間とし、1週目から順にA期、B期、A´期、B´期に分けた。両期とも通常の理学療法は同様に実施した後、A期とA´期は通常の足関節運動100回、B期とB´期はHAL®-SJを使用した足関節運動100回を実施した。各期の介入前後に腫脹を評価するFigure of Eight変法（以下、FOE変法）、足関節底背屈可動域、ハンドヘルドダイナモメーターを用いた足関節底背屈筋力、疼痛をVisual Analog Scale（以下、VAS）を測定した。

【結果】

A期→B期→A´期→B´期→最終評価の順で記載する。底屈筋力（kgf）：4.9→7.3→9.0→10.2→13.9、背屈筋力（kgf）：6.5→8.7→11.7→12.0→13.2、自動底屈可動域（度）：20→40→45→45→50、他動底屈可動域（度）：35→45→50→50→50、自動背屈可動域（度）：-15→-5→5→5→10、他動背屈可動域（度）：0→5→10→10→10、FOE変法（cm）：52.0→51.0→50.2→50.3→50.2、VAS：2.2→0.1→5.0→1.0→1.0であった。今回有害事象を認めなかった。可動域と筋力に関して、改善が緩徐となった後のB´期で再度改善を認めた。腫脹、疼痛に関してはHAL®-SJの有無で著変は無かった。

【考察】

筋力に関しては、改善が緩徐となったタイミングでHAL®-SJを用いることで再度筋力の増強を認める可能性が示唆された。HAL®-SJを使用し適切なアシストを行うことで、最大範囲での関節運動が行うことができ、これにより筋力の向上を認め、自動の関節可動域の改善を認めたのではないかと考えられる。本研究の限界として、先行研究の不足とサンプル数の不足がある。今後の展望としてサンプル数を増やし、再度HAL®の効果を検証していきたい。

9 慢性期脳卒中患者の足関節背屈機能障害に対する装着型サイボーグ HAL[®]による足関節背屈反復運動の効果

Effect of repetitive ankle dorsiflexion exercise with the Wearable Cyborg HAL on ankle dorsiflexion dysfunction in chronic stroke patient

池尻 道玄¹⁾、入江 暢幸²⁾

福岡リハビリテーション病院 リハビリテーション部¹⁾
〃 脳神経外科²⁾

【目的】

脳卒中による足関節背屈機能障害は非対称な立位バランスや歩行時の麻痺側での荷重応答や遊脚期への円滑な移行を阻害する。また発症から期間が経過するほど学習性不使用が生じ、身体機能だけでなく身体認知も変化すると言われている。装着型サイボーグHAL[®]は生体電位信号をセンシングし、動きをアシストすることで反復運動を可能とし、麻痺を改善することが期待される機器である。今回の目的は、慢性期脳卒中片麻痺患者の麻痺側足関節背屈機能障害に対しHAL[®]単関節タイプでの足関節背屈反復運動の効果を検証した。

【方法】

症例は発症から6年経過した70歳代女性の脳卒中片麻痺患者。右片麻痺でBrunnstrom recovery stageIVで足関節背屈の分離運動困難。使用機器はHAL[®]医療用単関節タイプ及びHAL[®]単関節タイプ足関節アタッチメント（以下、HAL[®]）を用い、端座位にて麻痺側足関節背屈運動を1回当たり20分実施した。評価項目は麻痺側足関節背屈運動回数、前脛骨筋、下腿三頭筋のModified Ashworth Scale(以下、MAS)、開眼開脚位での重心動揺、10m最大歩行速度、6分間歩行距離、内省報告とし、評価は入退院時で実施した。重心動揺データは95%楕円信頼面積、前後位置、左右位置を用いた。

【結果】

25日の入院期間中に理学療法への介入は21回。その内HAL[®]を用いた介入は12回。足関節背屈反復運動はHAL[®]装着にて1回目、非装着で3回目から可能となった。入退院時での比較では、麻痺側足関節背屈自動運動は0回から1回、MASは前脛骨筋、下腿三頭筋共に2から1+、95%楕円信頼面積は4.83cm²から4.46cm²、前後位置は2.14±0.44cmから2.47±0.53cm、左右位置は2.35±0.59cmから0.78±0.46cm、10m最大歩行速度は0.29m/sから0.32m/s、6分間歩行距離は80mから91m、内省報告は「右の足首が動かない。」から「右の足首が曲がっているのが分かって歩きやすい。」と変化した。

【考察】

HAL[®]による視覚フィードバック、アシスト、バランス調整を行うことで困難だった足関節背屈の反復運動が可能となった。反復運動の効果として、足関節背屈運動、筋緊張に変化が生じ、麻痺側方向への重心の変位、歩行スピード、歩行距離に波及したと推察する。また内省から“使える”足として麻痺側足関節への身体認知の変化も重心位置、歩行へ影響を与えたと考える。

【まとめ】

慢性期脳卒中患者の足関節背屈機能障害に対しHAL[®]による足関節背屈反復運動は効果を示された。

【謝辞】

本研究はCYBERDYNE社よりHAL[®]単関節タイプ足関節アタッチメントの無償貸与を受けたものである。

脳卒中後の肩関節運動障害に対する HAL[®]の有効性の検討

梅田 裕樹¹⁾、渡邊 芳彦²⁾、山下 泰貴¹⁾、田代 千晴¹⁾、古賀 研人¹⁾、
谷口 由香理¹⁾、福井 哲¹⁾、藤原 史明³⁾、福田 健治³⁾、林 修司³⁾、井上 亨³⁾

社会医療法人財団白十字会 白十字病院 リハビリテーション部¹⁾
社会医療法人財団白十字会 白十字リハビリテーション病院 リハビリテーション科²⁾
社会医療法人財団白十字会 白十字病院 脳神経外科³⁾

【はじめに】脳卒中後の上肢運動麻痺に対するリハビリテーションの一つとしてロボット療法が推奨されており、脳卒中ガイドライン2021においてもグレードBと定められている。HAL[®]医療用単関節タイプ (HAL[®]) は、肘・膝・足関節に対する有用性は報告されているものの、肩関節運動障害に対する効果は明らかになっていない。そこで、本発表ではHAL[®]にサイバーダイン社が開発中である三脚・上肢用カフを併用し、脳卒中後の上肢運動障害に対する安全性と有用性を検討するとともに、実用化に向けた課題を抽出した。

【対象】2022年12月～2023年6月までに当院に入院した脳卒中患者で、HAL[®]を用いた肩屈曲訓練 (肩HAL[®]) に同意し、5回以上実施可能であった症例5例。診断名は脳梗塞2名、脳出血2名、上矢状静脈洞血栓症1名、平均年齢±標準偏差は61±19.61歳、男性4例、女性1例であった。

【介入方法】椅子座位にてHAL[®]を三脚に装着して上肢用カフを着用してセッティングし、三角筋の生体電位信号を検出し、肩関節屈曲運動を反復した。有害事象の確認は表面電極による皮膚トラブル、肩HAL[®]による疼痛、過度の疲労を口頭と目視にて確認した。評価データは自動肩関節屈曲可動域 (肩ROM)、上肢Fugl-Meyer Assessment (FMA) をHAL[®]開始前と終了時に記録した。肩HAL[®]前後の肩ROMとFMAの比較を対応のあるt検定を用いて統計処理を行った。なお、1例のみ運動学的評価として表面筋電図を用いて三角筋前部線維と後部線維の肩関節自動屈曲運動時の波形変化をみた。

【結果】肩HAL[®]に直接起因する重篤な有害事象は認められなかった。HAL[®]開始前の肩ROMは開始前 $57.0 \pm 48.6^\circ$ 、終了時 $112.0 \pm 37.2^\circ$ 、FMAは開始前平均 18.4 ± 12.9 点、終了時平均 32.2 ± 12.5 点であった。HAL[®]開始前後の肩ROMとFMAにおいて有意差を認めた ($p < 0.05$)。表面筋電図における筋電位の変化は三角筋前部線維が $208 \rightarrow 322 \mu\text{V}$ 、後部線維が $88.9 \rightarrow 162 \mu\text{V}$ と肩HAL[®]実施前後で筋活動量の増大が見られた。

【考察】今回の症例では肩ROM、FMAともに改善傾向がみられ、急性期からHAL[®]を用いて反復トレーニングを行うことで上肢運動障害の改善が示唆された。また、肩HAL[®]は内外転・水平内外転運動にも適応可能であり今後さらなる効果の検討が必要と考えられる。課題としては三脚の設定の簡便化、上肢用カフの改良、肩関節運動時の運動軸の変化に対応するための改良の必要性は考えられるが単関節HAL[®]を用いた肩のトレーニングが有用である可能性が示唆された。

11 肩関節に対する HAL®治療を 5000 回以上実施した患者の FMA A 項目の変化について

波田 耕祐

医療法人雄心会函館新都市病院

【はじめに】

当院では肩関節にHAL®を用いた治療法（以下肩HAL）を亜急性期から実施,早期の機能回復を目標に実践してきた.本症例は高頻度の肩HAL治療を実践,Fugl Meyer assessment A 項目（以下FMA A項目）にて評価,臨床上意義のある最小変化量（以下MCID）を用いて効果判定を行った,治療結果を以下に報告する.

【症例紹介】

年齢70歳代 性別男性 身長163.1cm 体重55.5kg BMI 20.86

疾患名；左脳梗塞（右片麻痺）

現病歴；農作業中に右上下肢の脱力を感じ帰宅,構音障害も認めため救急要請, MRI・A試行,左脳梗塞を認め入院

リハビリテーション開始；2病日目 肩HAL開始；18病日目

初期評価；FMA A項目9点

【肩HAL装着方法】

介助用手すりにHAL上腕アタッチメントを固定,患者の上腕に前腕アタッチメントを装着,弾性包帯でアタッチメントと上肢を固定,電極は三角筋前部・後部繊維に貼付.

【治療内容】実施回数24回

肩HAL上肢屈曲伸展運動；計5250回 PT OT ST治療に加え実施.

【肩HAL評価】評価FMA A項目

中間評価；2000回時(11病日目)15点,3000回時(29病日目)25点

最終評価；5000回時（81病日目）28点

【MCID】¹⁾

2000回終了時6点 3000回終了時16点 5000回終了時19点

【考察】

本症例のFMA・A項目は初期評価時9点から,最終評価28点まで向上,MCIDは5000回終了時19点であり治療介入による効果が認められた.上肢の機能回復には1度に300回以上の関節運動が必要との報告²⁾もあり,HALを使用した低負荷高頻度の治療も良い結果をもたらしたと考えられる.

【まとめ】

今後も脳卒中片麻痺上肢の中等度,重度麻痺に対し肩HAL治療を実践し機能効果の有無を立証していく必要がある.

パーキンソン病患者に対する HAL-SJ と作業療法を併用した実践の経験-シングルケースデザイン AB 法を用いた検証-

Experiences in Practice with HAL-SJ and Occupational Therapy for Parkinson's Disease Patients - Validation Using the Single Case Design AB Method -

久村 悠祐¹⁾、田中 孝子¹⁾、川添 由加利¹⁾、杉岡 駿¹⁾、田中 裕大¹⁾、渡邊 哲郎²⁾、庄司 紘史³⁾、谷口 雅彦⁴⁾

社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 リハビリテーション室¹⁾
 〃 リハビリテーション科²⁾
 〃 神経内科³⁾
 〃 病院長⁴⁾

【目的】

パーキンソン病 (PD) 患者は、上肢機能の低下を主訴とする患者も少なくない。HAL®医療用単関節タイプ (HAL-SJ) をPD患者の上肢に使用した報告は僅かであり、今回PD患者2例の障害側にHAL-SJを装着した訓練と作業療法 (OT) を併用した実践の効果について検討した。

【方法】

対象は、上肢の使用困難感を主訴とする外来PD患者2例 (事例1: 70代女性・ヤール I 度, 事例2: 70代男性・ヤール II 度)。実践終了まで内服薬の変更はない。シングルケースデザイン (AB法) にて、A期は1週間に1回通常OTを実施 (事例1: 5回, 事例2: 8回) した。B期は1週間に1回HAL-SJとA期同様のOTを併用して実施 (事例1: 5回, 事例2: 8回) した。各時期の初期と最終にUPDRS (Part3), 握力, 3指つまみ, MMT, MAS, STEF, VAS (疲労感), FIM, Hand20, カナダ作業遂行測定 (COPM) を評価し、各評価の点数をグラフ化し目視法にて分析した。また、握力, 3指つまみは訓練後に毎回評価した。事例1は、A期とB期の結果を最小2乗法による回帰直線のあてはめと2項分布を用いて比較した。事例2は、Wilcoxonの符号付き順位検定を用いて比較した。また、2例ともに効果量 (PND) を算出した。

【結果】

A期の初期にCOPMにて目標を設定した (事例1: 料理, 洗濯, ボタンをとめる。事例2: 箸を使う, ペンを握る, ボタンをとめる)。A期は、各評価の改善を認めたが近位筋の過緊張や巧緻動作の低下が残存し、疲労感や困難感 (肩挙上・肘屈伸時のこわばり, 手指に力が入らない) が残存した。COPM (事例1: 遂行+0.3/満足+0.7, 事例2: 遂行+2.7/満足+3.0) は事例1にて最小重要差 (MIC) を達成しなかった。B期は、A期よりMAS (大胸筋, 上腕二・三頭筋) の筋緊張低下を認めた。UPDRS, STEFの巧緻動作を含む各項目が改善し、洗濯動作や更衣動作時等の疲労感や困難感は軽減し、関連するFIMやHand20の項目が改善した。2例ともに握力, 3指つまみにてA期と比較し有意な改善を認めた ($P < 0.05$)。また、COPMは、A期初期からB期最終までの経過 (事例1: 遂行+2.6/満足+3.3, 事例2: 遂行+5.0/満足+5.6) でMICを達成した。

【考察】

HAL-SJは、iBF理論に基づく反復訓練にてスムーズな肘屈伸運動を可能とし、より近位部の筋緊張が低下したことが手指の筋力や巧緻動作の改善に繋がった。一方でADL/IADLへの汎化について、HAL-SJ単独の訓練では限界があると考えられる。今回、OTによる巧緻動作訓練や動作指導を併用した実践により目標を達成したと考察する。

13 HAL - SJ と主観的上肢機能評価の併用が麻痺手の日常的使用へ繋がった症例

田中 裕大¹⁾、田中 孝子¹⁾、川添 由加利¹⁾、吉田 淑絵¹⁾、久村 悠祐¹⁾、
渡邊 哲郎²⁾

社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 リハビリテーション室¹⁾
〃 リハビリテーション科²⁾

【はじめに】

今回、麻痺手の日常的使用に乏しい慢性期脳卒中患者に対し作業療法(OT)とHAL®医療用単関節タイプ (HAL-SJ) を用いた訓練, および患側上肢の自己評価(HAND20)に基づくフィードバック(FB)を併用し, 上肢機能向上と麻痺手の日常的使用に至った症例を経験したため報告する。

【症例紹介】

症例は10代女性, 診断名は脳出血で左片麻痺を呈し, 発症8か月より当院紹介となった。初期評価は左上肢にてBRS:上肢IV, 手指IV, FMA:46/66点, MAS:上腕二頭筋2, 上腕三頭筋2, 中等度の深部感覚障害, 軽度の表在感覚障害を認めた。ADLは概ね修正自立。麻痺手は固定程度の準補助手だが日常使用は乏しかった。効果判定はFMA, HAND20, 毎回のHAL-SJ実施後に反復運動速度を10回テスト(肘屈伸, 前腕回内外, 手関節掌背屈の10回反復に要す時間を計測)にて計測した。

【経過】

介入はHAL-SJを機能訓練として用い, 1~3回/月の頻度で10か月間, 計28回実施した。前半14回の介入でFMAは+7点, MAS:1に改善したが, 実生活での麻痺手の参加は乏しい状況だった。そのため, 後半14回はADLに関する上肢機能の自己評価としてHAND20を用い, 結果に基づくFBと行為訓練, セラピストへ取り組みの報告を実施した。整容項目より実施し, 徐々に包丁の模擬訓練など段階的に訓練を展開した。

【最終評価】

FMAは+12点と最小変化量 (MCID) 7.25点を上回った。介入14回目のHAND20は59/200点から44/200点へ整容を中心に改善を認めた。また, 10回テスト, FMAの効果量(PND)の算出を行い, 肘屈伸93%(とても効果的), 掌背屈78%(効果あり), FMAは100%(とても効果的)と介入効果を認めた。生活場面では両手でのゲーム使用, 包丁操作, 結髪が実用的に可能となり, 補助手として日常的使用に至った。

【考察】

iBF理論に基づく運動学習により筋緊張が軽減し上肢機能向上を認めたが, 実生活での使用に変化は得られなかった。しかし, HAND20導入後は患者自身がPDCAサイクルを構築できるようFBを行い, 機能と実際のすり合わせを支援することで, 麻痺手を用いた取り組みが増えた。竹林(2015)は「慢性期における長期的な上肢機能の改善は, 実生活における麻痺手の使用頻度と関連がある」と報告しており, 本症例においては麻痺手の具体的な使用イメージを高め, 日常的使用を強化できた事が行動変容において重要だったと考察する。

14 HAL®腰タイプ自立支援用を使用した起立着座練習後の着座動作の影響について

～脳卒中片麻痺患者 1 症例の筋活動パターン分析より～

神原 夏音、浦家 昇太、坂田 凌、杉原 俊一

医療法人 秀友会 札幌秀友会病院

【はじめに】

脳卒中後遺症患者の起立動作においては、いくつかの筋活動の組み合わせである筋シナジーの存在が示され、筋シナジーの活性化タイミングに注目した新しいリハビリテーション戦略が期待されている (Qi An, 2019). 我々はHybrid Assistive Limb®腰タイプ自立支援用(以下腰HAL)の起立訓練後に着座動作が向上する症例を多く経験しており、脳卒中片麻痺患者1名の着座動作について、腰HAL起立着座訓練後の筋活動パターンについて検討したので報告する。

【症例紹介】

左視床梗塞発症73病日の70代女性、右Br.stage V/V/V、表在、深部感覚軽度鈍麻、FBS42/56、FIM95/126点(運動60点、認知35点)。起立動作は自立レベルであるが、着座動作は、重心の後方偏移を認め、見守りレベルであった。

【方法】

手順は、通常起立着座訓練(以下通常訓練)と翌日に腰HAL装着起立着座訓練(以下腰HAL訓練)を各々10回2set行い、筋活動評価として各訓練前後で起立着座を5回計測した。なお、HALの設定は、CAC modeとシアシスト1で統一した。

筋活動の記録は、麻痺側大腿直筋(以下RF)、麻痺側前脛骨筋(以下TA)に電極を貼付し、表面筋電計アプリTS-MYOで計測した筋活動と、撮影した矢状面上の起立着座動画を同期させ記録した。表面筋電図は、サンプリング周波数1000Hzで計測し、20～450Hzのバンドパスフィルターでノイズ除去後、RMS処理を実施し、データを出力した。

分析方法は、着座動作を準備相(立位-体幹前傾開始)、着座前期相(体幹前傾開始-体幹最大前傾)、着座中期相(体幹最大前傾-着座)、着座後期相(着座-静止座位)に相分けし、各相の時間軸を100%で正規化した後、各訓練前後の5試行平均値のRF、TAの筋活動パターン及び、着座動作の比較を行った。

【結果】

通常訓練後の着座動作ではRF、TAの筋活動に変化は認めず、腰HAL訓練後のRFにも変化を認めなかったが、TAについては、着座中期相で筋活動の増大を認めた。また、着座動作の分析では、通常訓練前後で変化を認めなかったが、腰HAL訓練後には、着座中期相の下腿前傾が増大した。

【考察】

脳卒中後遺症者では、歩行時の独立した筋シナジーの数は少ないことが報告されている (Clarkら, 2009)。腰HALの起立訓練は、新たな筋活動パターンの出現に寄与し、着座動作の戦略に影響を及ぼした可能性が推測され、着座動作においても筋シナジー変化に着眼する必要性が示唆された。

15 成人脳性麻痺患者に対し HAL[®]腰タイプ自立支援用を使用し立ち上がり能力に改善を認めた一症例
～シングルケースデザインによる検討～

西川 準¹⁾、長谷川 慧¹⁾、久保田 智香²⁾

独立行政法人国立病院機構 松江医療センター リハビリテーション科¹⁾
〃 小児科²⁾

【はじめに】

脳性麻痺（以下CP）患者では、加齢に伴い日常生活活動（ADL）や仕事に関する能力の低下を来しやすく、その半数以上が30歳前から生じ、30歳後半ごろから目立つようになると報告されている。脳性麻痺患児におけるHALを使用した報告は散見するが、成人CPの報告はまだ少ない。今回、家族から立位・歩行時の不安定性の訴えがあった成人CP症例に対し、HAL[®]腰タイプを使用した機会を得たため報告する。

【症例】30歳台、男性、GMFCSレベルⅢ、痙直型四肢麻痺にて屋内外は両下肢短下肢装具装着し歩行器歩行。外来にて1～2回/週リハビリ通院中。ここ最近、立位や歩行時の不安定性を以前よりも感じ、転倒も増えてきたようだ、との家族からの訴えがあり、主治医と相談しHAL[®]腰タイプを用いた起立練習を計画した。なお、本報告にあたり患者および家族に書面と口頭にて説明し同意を得た状態で実施した。

【方法】シングルケースデザインのABデザインを用いた。基礎水準期であるA期は起立練習を行い、操作導入期であるB期はHAL[®]腰タイプを使用した起立練習（CACモード）を実施した。練習回数はどちらも10回を3セット実施したのち、休憩後手すり支持30秒椅子立ち上がりテスト（HSCS-30）を行った。その後休憩を再度挟み、歩行器にて歩行練習を実施した。

【評価測定】

評価項目は、HSCS-30の回数と快適歩行下での10m歩行速度を3回計測し平均値を求めた。解析には、HSCS-30の回数および10m歩行速度と時間経過をグラフ化し、celeration line（CL）を作成し、視覚的分析とNAP（nonoverlap of all pairs）を算出し効果量の判定を行った。

【結果】

HSCS-30において、A期 11.25 ± 0.83 回、B期 13.2 ± 0.75 回と増加していた。トレンドはA期-0.7、B期0.4と改善を認め、2項検定にて有意な改善を認め（ $p < 0.05$ ）、NAPは95%であった。10m歩行速度は、A期 14.04 ± 0.63 秒、B期 13.69 ± 0.33 秒と低下していたが、トレンドはA期-0.33、B期0.04とB期で維持、有意な差は認められず（ $p > 0.05$ ）、NAPも33%であった。

【考察】

HAL[®]腰タイプを用いた起立練習だけでは歩行能力の改善は図れなかったが、立ち上がり能力の改善を認めた。成人CP患者は、加齢に伴う機能低下に親の高齢化が重なり、介護負担や不安の増加につながってしまう。HAL[®]腰タイプを使用することにより、立ち上がり能力が改善することにより、それらの軽減に寄与する可能性がある。