第11回 日本脳神経HAL®研究会

プログラム・抄録集

開催日：2022年12月10日（土）10時-16時

会場：丸の内ホール コンファレンススクエアM+

会長： 山崎　正志
（筑波大学医学医療系　整形外科　教授）

筑波大学
University of Tsukuba

第 11 回日本脳神経 HAL®研究会を開催するにあたって

山崎正志（筑波大学医学医療系整形外科　教授）

この度、第 11 回日本脳神経 HAL®研究会を、2022 年 12 月 10 日（土）に丸の内ホールコンファレンススクエア M+（グランド）および　WEB（Zoom ウェビナー）のハイブリッド形式にて開催いたします。本研究会を筑波大学が担当させていただきますこと、大変に光栄に存じます。

ご存じのように HAL® (Hybrid assistive limb)は、筑波大学システム情報系の山海嘉之教授によって開発された外骨格型の動作訓練支援ロボットです。HAL®の効果は単なるパワーアシストによるものではなく、interactive Bio-Feedback (iBF) 理論に基づいた運動学習の反復、すなわち Errorless motor learning によってもたらされると考えられています。HAL®を用いた機能再生治療のコンセプトは、脳神経系由来の生体電位信号に端を発する人とロボットの融合であり、その意味で HAL®は「装着型サイボーグ」と呼称するにふさわしいとわれわれは考えています。

HAL®を用いた機能再生治療の安全性・有効性を検証するための臨床研究が、国内外の多くの施設で進められています。日本脳神経 HAL®研究会は、主としてわが国における HAL®の臨床研究の成果を議論する場として設立され（代表世話人：山海嘉之教授、宮本享教授[京都大学脳神経外科]、井上享教授[福岡大学脳神経外科])、2012 年 12 月に第 1 回日本脳神経 HAL®研究会が福岡大学で開催されました。その後、年に 1 度の頻度で研究会が継続的に開催され、今回が第 11 回目の開催となります。

本研究会の設立当初は、脳神経領域の疾患が主な HAL®研究の対象でしたが、その後、整形外科領域の様々な疾患に対しても HAL®を用いた機能再生治療が行われるようになっています。HAL®の機種についても、当初は両脚タイプ、単脚タイプを用いた歩行訓練の報告が主でしたが、最近では、単関節タイプ、腰タイプの報告が増えています。単関節タイプは、初

期には肘関節を対象とした上肢タイプ、膝関節を対象とした下肢タイプに分類されていましたが、その後、肩関節、手関節、手 MP 関節、足関節などへ用途が広がっています。

現在、わが国は少子高齢化のただ中にあります。近い将来、財源やマンパワーが確実に不足していく中、これまでの医療の概念では、わが国を支えていくことは困難です。超高齢社会の医療を組み立てる上では、新たな概念の導入が必須です。日本脳神経 HAL®研究会でこれまでに議論されてきた研究成果は、HAL®を用いた機能再生治療が、超高齢社会へ対応するための切り札になることを期待させます。

今回の研究会では、最新の HAL®を用いた機能再生治療について皆様からご披露いただき、未来の HAL®治療の可能性も含めて、大いにご議論いただきたいと思います。どうぞ、よろしくお願い申し上げます。

大会概要

1. 会長

山崎　正志（筑波大学医学医療系　整形外科　教授）

2. テーマ

「サイバニクスがもたらす神経・運動器疾患への革新的治療　～最前線での未来開拓に向けた挑戦～」

3. 会 期

2022 年 12 月 10 日（土）

4. 会 場

丸の内ホールコンファレンススクエア M+（グランド）
および　WEB（Zoom ウェビナー）のハイブリッド開催

5. 事務局

CYBERDYNE 株式会社
〒305-0818 茨城県つくば市学園南二丁目 2 番地 1
TEL：029-869-8448 ／ FAX：029-855-3181／E-mail：halsympo@cyberdyne.jp

6. 過去の開催地一覧（役職は当時）

回	会場	歴代会長
第 1 回	福岡大学メディカルホール	井上 亨（福岡大学 医学部 脳神経外科 教授）
第 2 回	福岡大学メディカルホール	井上 亨（福岡大学 医学部 脳神経外科 教授）
第 3 回	福岡大学メディカルホール	井上 亨（福岡大学 医学部 脳神経外科 教授）
第 4 回	京都国際会館	宮本 享（京都大学大学院医学研究科・医学部 脳神経外科 教授）
第 5 回	京都大学 百周年時計台記念館	宮本 享（京都大学大学院医学研究科・医学部 脳神経外科 教授）
第 6 回	筑波大学 大学会館 ホール	松村 明（筑波大学医学医療系 脳神経外科 教授） 山崎 正志（筑波大学医学医療系　整形外科 教授）
第 7 回	つくば国際会議場	松村 明（筑波大学医学医療系 脳神経外科 教授）
第 8 回	福岡大学メディカルホール	井上 亨（福岡大学 医学部 脳神経外科 教授）
第 9 回	WEB 開催	宮本 享（京都大学大学院医学研究科・医学部 脳神経外科 教授）
第 10 回	国立京都国際会館	宮本 享（京都大学大学院医学研究科・医学部 脳神経外科 教授）

7. 代表世話人

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
京都大学医学部附属病院	病院長	宮本 享
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

8. 世話人

茨城県立医療大学	学長	松村 明
筑波大学医学医療系 整形外科	教授	山崎 正志（幹事）
琉球大学病院 脳神経外科	教授	石内 勝吾
独立行政法人国立病院機構 新潟病院	病院長	中島 孝
医療法人博仁会 福岡リハビリテーション病院	院長・ 脳神経外科部長	入江 暢幸
社会医療法人春回会 長崎北病院	院長	佐藤 聡
社会医療法人医仁会 中村記念病院	理事長・院長	中村 博彦
徳島大学大学院医歯薬学研究部 脳神経外科学分野	教授	髙木　康志

（順不同）

2022 年 12 月 10 日（土）　第 11 回日本脳神経 HAL®研究会

プログラム

10:00 - 10:10 開会の挨拶

筑波大学医学医療系　整形外科　教授　**山崎　正志**

10:10 - 11:55 特別講演

座長： 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

筑波大学医学医療系　整形外科　教授　山崎　正志

演題：筑波大学における HAL を用いた機能再生治療の実際

座長： 京都大学大学院医学研究科・医学部 脳神経外科 教授
京都大学医学部附属病院　病院長　宮本 享

国立病院機構　新潟病院　院長　中島 孝

演題：HAL 医療用下肢タイプによるサイバニクス治療：digest & update

座長： 社会医療法人春回会 長崎北病院　院長　佐藤 聡

白十字リハビリテーション病院　リハビリテーション科　部長　三浦　聖史

演題：脳卒中リハビリテーションの現在地と HAL への期待

11:55 - 12:10 休憩・軽食配布

12:10 - 12:45 ランチョン講演

座長：茨城県立医療大学 学長　松村 明

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　山海 嘉之
CYBERDYNE 株式会社 代表取締役社長／CEO

演題：サイバニクス医療健康イノベーション
～ バイオ・医療系と AI・ロボット・情報系の融合：脳神経・身体系、再生医療/
核酸医薬、バイタルセンシング、IoH/IoT 、C-Cloud、繋がる未来医療 ～

12:45 - 13:00 休憩

13:00 - 13:50 一般演題

座長： 医療法人博仁会 福岡リハビリテーション病院
院長・脳神経外科部長　入江 暢幸

1 **歩行速度の向上を目的に HAL と rTMS を併用した症例**

医療法人明倫会 本山リハビリテーション病院　山本 翔貴

2 **回復期脳卒中の患者における HAL を用いた歩行練習距離に影響する要因―4 症例によるケースシリーズ研究―**

医療法人エム・エム会 マッターホルンリハビリテーション病院　平戸 大悟

3 **球脊髄性筋萎縮症患者における HAL 医療用下肢タイプを用いた歩行治療の長期的効果 ― 約 6 年間のフォローアップによる症例報告 ―**

医療法人北祐会 北海道脳神経内科病院　飯島 健介

4 **神経筋疾患に対する HAL による介入効果と介入前の身体機能の関連**

茨城県立医療大学付属病院　仲澤 諒

5 **ハムストリングスの過剰収縮に対して MAB 法を併用し HAL®トレーニングを行った一症例**

公益社団法人 京都保健会 京都民医連中央病院　小寺 奈月

13:50 - 14:00 休憩

14:00 - 14:50 一般演題

座長： 京都大学大学院医学研究科 脳神経外科 講師　菊池 隆幸

6 **パーキンソン病に対する HAL®腰タイプ自立支援用を導入したリハビリ効果の病期毎の検討**

社会医療法人杏嶺会 一宮西病院 リハビリテーション科　近藤 優香

7 **パーキンソン病における HAL 腰タイプの使用効果の検討**

地方独立行政法人 岐阜県総合医療センター 中央リハビリテーション部　瀬尾 健太

8 **当院における単関節 HAL を用いた急性期脳卒中患者に対する上肢リハビリテーションの取り組み**

徳島大学病院 リハビリテーション部　大前 博司

9 **サイバニクス治療前後の運動単位電位の変化と歩行改善メカニズム～球脊髄性筋萎縮症代表症例の検討～**

独立行政法人国立病院機構 新潟病院　長谷川 和彦

10 **脳性麻痺等の発達期非進行性運動機能障害児に対する HAL 下肢タイプ（2S サイズ）を用いた探索的研究（特定臨床研究）―治験プロトコル作成に向けた取り組み―**

筑波大学医学医療系 脳神経外科　渡邉 大貴

14:50 - 15:00 休憩

15:00 - 15:50 一般演題

座長： 筑波大学医学医療系リハビリテーション医学 清水 如代

11 **HAL®-SJ を使用した足関節骨折術後患者の一例 -下腿浮腫に着目して-**

社会医療法人財団 白十字会白十字病院 山下 泰貴

12 **脊柱変形に対する HAL 腰タイプ介護・自立支援用を使用したリハビリテーションの短期臨床成績（第一報）**

大原クリニック 横山 一弥

13 **当院に入院したサルコペニア症例に Hybrid Assistive Limb®腰タイプ自立支援用を使用した効果の検討**

医療法人誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション部 川田 稔

14 **末梢性神経障害による下垂足に対し、足関節 HAL を用いたリハビリテーションの効果―理学的・電気生理学的評価による検討―**

医療法人愛仁会 亀田第一病院 リハビリ科 荒川 太貴

15 **HAL-SJ による肘関節屈伸運動前後の感覚運動領野の脳活動変化―健常者における脳波を用いた予備的研究第 2 報―**

京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻先端作業療法学講座
京都大学医学部附属病院リハビリテーション部 草野 佑介

15:50 - 16:00 閉会の挨拶

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

一般演題：口演発表

口演発表　HAL 医療用下肢タイプ

1　歩行速度の向上を目的に HAL と rTMS を併用した症例

山本翔貴、森下寛司[1)]、井本浩史[2)]、安宅埋子[3)]

医療法人明倫会 本山リハビリテーション病院、[1)]医療法人明倫会 本山リハビリテーション病院、[2)]医療法人明倫会 本山リハビリテーション病院、[3)]医療法人明倫会 本山リハビリテーション病院

はじめに

歩行速度と日常生活における自立度の関連性が高いと報告されており、脳損傷などにより歩行再建を目指す場合、速度に着目する事は重要である。今回、脳卒中片麻痺を呈した回復期患者に対し、積極的な長下肢装具歩行練習において歩行速度の改善が乏しい為、装着型サイボーグ型ロボットHybrid Assistive Limb（以下：HAL）と反復性経頭蓋磁気刺激（以下：rTMS）を併用した。その結果、良好な効果が得られた為以下に報告する。

症例提示

80歳代女性。左被殻出血（保存的加療）により右片麻痺を呈し、発症後22日に当院入院。

経過

入院時より長下肢装具を用いた歩行練習を実施。発症3カ月が経過した時点で独歩に移行は出来ていたが、歩行速度が遅く転倒ハイリスク群に属し接触介助が必要であった。退院後の生活で移動手段の自立は必要であったが従来の治療方法では改善が乏しい為、HALとrTMSを併用した。

方法

治療プログラムは歩行練習に加えエルゴメーターと起立運動を基本プログラムとした。発症後60日から109日までは独歩練習、発症後110日から124日までHALを使用した歩行練習を3回/週、各2時間（以下：A期）、発症後125日から139日までrTMS後に独歩にて最大歩行速度での平地歩行練習を5回/週、各1時間（以下：B期）、発症後140日以降はHAL実施前同様の練習（以下：C期）を行った。各期の最終日に下肢運動機能Fugl-Meyer Assessment（以下：FMA）、10m歩行、Timed Up and Go Test（以下：TUG）、歩行自立度評価（以下：FAC）を測定した。

結果

（HAL実施前→A期→B期→C期）FMA：24点→25点→25点→25点。10m歩行：13.74秒→11.95秒→10.01秒→10.11秒。TUG：16.35秒→15.9秒→11.46秒→11.33秒。FAC：2→3→4→4であった。

考察

今回の2つの方法では、rTMSの方がより効果が得られた結果となった。HALの効果について中島は、自己固有受容感覚による運動の意図と現象の誤差を中枢神経系が修正を加え、デバイスも運動現象の誤差を補正し、双方による誤差修正を行うことで運動学習が出来ると述べている。本症例は先にHALによる運動学習が向上した上に、rTMSにより残存する皮質脊髄路の神経系の賦活を行うことで歩行時の筋出力が向上し、歩行速度の改善に繋がったと考える。今後の課題として、HALとrTMSの順番や実施頻度を踏まえてABABデザインで効果の再現性を評価していくことが必要であると考える。

2　回復期脳卒中の患者における HAL を用いた歩行練習距離に影響する要因―4 症例によるケースシリーズ研究―

Factors affecting the distance of walking practice with HAL in recovering patients with stroke; a case series study

平戸大悟[2)]、鈴木雄太[3)]、前田慶明[2)]、小宮諒[2)]、白川泰山[1)]、浦辺幸夫[2)]

マッターホルンリハビリテーション病院、[1)]マッターホルンリハビリテーション病院、[2)]広島大学大学院 医系科学研究科、[3)]九州栄養福祉大学 リハビリテーション学部

【目的】

脳卒中後の歩行自立度の改善には，反復的および集中的な歩行練習が必要であるが，歩行練習距離と症例の臨床的特徴との関連を述べた報告はない．本研究の目的は，回復期脳卒中患者に対してHAL下肢タイプを使用し，歩行練習距離および歩行自立度の改善に影響する要因を4症例を通じて検討することとした．

【方法】

対象は当院に転院した脳卒中患者4名（症例A：56歳男性，脳出血，症例B：82歳女性，脳梗塞，症例C：70歳女性，脳出血，症例D：88歳女性，脳梗塞）とした．HAL介入は週4回で1回あたり30分間の歩行練習を4週間継続した．介入開始時と介入4ヶ月後に評価を行い，歩行練習距離と臨床的特徴の変化の関連を記述的に検討した．

測定項目は総歩行練習距離（m），下肢のBrunnstrom Recovery Stage（BRS），歩行自立度（Functional Ambulation Category；FAC），下肢の運動機能（Fugl-Meyer Assessment for Lower Extremity；FMA-LE），認知機能（長谷川式認知症スケール；HDS-R）とした．

【結果と考察】

各対象の4週間での歩行練習距離の合計は，症例A：2998 m，症例B：3264 m，症例C：1318 m，症例D：572 mであった．対象の介入前／後のBRSおよびFACはそれぞれ症例A：Ⅲ／Ⅲ，3／4，症例B：Ⅳ／Ⅵ，2／4，症例C：Ⅱ／Ⅴ，1／3，症例D：Ⅱ／Ⅲ，1／1であった．

歩行練習距離が多かったのは症例A，Bの2例であり，介入後の歩行自立度も改善していた．症例AはFMA-LEが12/34点と麻痺の重症度は高かったものの，若年であったため歩行練習距離を多く獲得できたと考える．症例Bは介入開始時点からFMA-LEが20/34点と麻痺が重度でないことが介入初期から長距離歩行の獲得につながった．

歩行練習距離が少なかった症例CはFMA-LEが12/34点と重症度が高いものの，歩行自立度に改善がみられた．これは立位が困難であったFAC1の時期からHALを使用し，集中的に歩行練習を行ったことが歩行自立度の改善につながったと考える．症例DはFMA-LEが8/34点，HDS-Rが4/30点と運動機能および認知機能の低下を認め，歩行自立度も改善がみられなかった．このことから，認知機能が著しく低下している脳卒中後の症例はHAL介入による歩行自立度の改善が十分に得られにくい可能性がある．

以上より歩行練習距離を多く獲得した症例は歩行自立度が改善したことが確認でき，練習距離に影響する要因は年齢，運動麻痺の重症度，認知機能があげられた．HALを用いて歩行練習を行うことは，下肢のアシストによって反復的な練習が可能になり，歩行練習距離を多く獲得できると考えられた．

3　球脊髄性筋萎縮症患者における HAL 医療用下肢タイプを用いた歩行治療の長期的効果 ― 約 6 年間のフォローアップによる症例報告 ―

Long-term Effects of the Gait Treatment Using a Wearable Cyborg Hybrid Assistive Limb in a Patient with Spinal and Bulbar Muscular Atrophy: A Case Report with 6 Years of Follow-Up

飯島健介、渡邉大貴[2)]、中城雄一[1)]、飯田有紀[3)]、野中道夫[3)]、森若文雄[3)]、濱田晋輔[3)]

医療法人北祐会 北海道脳神経内科病院、[1)]北海道脳神経内科病院 リハビリテーション部、[2)]筑波大学医学医療系 脳神経外科、[3)]北海道脳神経内科病院 医務部

【背景】球脊髄性筋萎縮症（以下，SBMA）は脊髄や脳幹の下位運動ニューロンや骨格筋の変性により，筋力低下や筋萎縮が生じる進行性の変性疾患である．SBMA患者の新たなリハビリテーションとしてHAL医療用下肢タイプを用いた歩行治療（以下，HAL歩行治療）の短期的効果が実証されているが長期的効果については明らかではない．そこで，本研究の目的はSBMA患者を対象にHAL歩行治療を継続した際の長期的な効果について検討することとした．

【方法】症例は68歳男性．初回のHAL歩行治療開始時には両下肢の筋力低下と筋萎縮，歩行の非対称性，歩行耐久性の低下が認められた．HAL歩行治療は2016年12月から2022年6月の期間で合計10クール（1クールを週3回，3週間，合計9回）実施した．HAL歩行治療開始前には担当理学療法士の目視による歩行観察と3軸加速度計による歩行分析を基に適宜HALのアシスト設定や調整等を実施した．評価項目は2分間歩行距離（以下，2MWD），10m歩行テスト（最大歩行速度，歩幅，歩行率，歩行の対称性），下肢の筋力，Revised Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Assessment Scale（以下，ALSFRS-R），血清クレアチニンとし各コースの前後に計測した．10クール終了時には日本語版Decision Regret Scale（以下，日本語版DRS）を聴取した．長期効果を検証するために，1クールの開始前と10クール終了時の各評価項目の値を比較検討した．

【結果】1クールの開始前と10クール終了時の比較では，2MWDは94mから102.2m，血清クレアチニンは0.36㎎/dLから0.38㎎/dLに改善し，ALSFRS-Rの歩行項目は維持（score 2）された．約6年の間にSBMAの病勢は緩徐に進行が認められたが，歩行の対称性，歩行耐久性，歩行の自立度を維持することができた．日本語版DRSは5点であり，症例はHAL歩行治療に対する高い満足感を示した．

【結論】SBMA患者に対する長期的なHAL歩行治療は，歩行耐久性や歩行自立度の維持・向上に寄与する可能性が示唆された．HALを用いたサイバニクス治療による正しい歩行動作の再学習により，症例は過度に疲労することなく，適切な歩行動作の反復が可能であった．HAL歩行治療の効果を最大限に引き出すためには，理学療法士による歩行分析および身体機能評価に加え，症例に適したHALのアシスト設定や調整等が重要であると考える．

4　神経筋疾患に対する HAL による介入効果と介入前の身体機能の関連

仲澤諒、古関一則[1)]、吉川憲一[1)]、松下明[2)]、鯨岡裕司[2)]、河野豊[3)]

茨城県立医療大学付属病院、[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)]茨城県立医療大学付属病院 診療部 脳神経外科、[3)]茨城県立医療大学付属病院 診療部 神経内科

【目的】当院では入院中の神経・筋疾患患者に対し通常のリハビリテーションに加え，Hybrid Assistive Limb®医療用下肢タイプ（HAL）を用いた歩行運動処置を実施する介入プログラム（HALプログラム）を提供している。しかし，介入前の身体機能とHALプログラムの効果の関連は明らかではない。そこで本研究では，HALプログラムによる効果が介入前の身体機能と関連があるかを探索した。
【方法】対象はHALプログラムを実施した神経筋疾患15例とした。HALプログラムでは，5週以内で計9回のHALを用いた歩行運動処置とADLレベルの維持・向上を目的とした通常リハビリテーションを実施した。介入前後に，歩行耐久性の指標として2分間歩行距離（2MD），動的バランス能力の指標としてTimed up and go test（TUG），下肢筋力の指標として左右膝屈曲・伸展トルクの合算値（M-power）を計測し，介入前後の各指標の平均値の差を統計的に解析した。また，変化量（Δ2MD，ΔTUG，ΔM-power）を算出し，介入前の各指標の値とその変化量，さらに各指標の変化量間の関係性を統計的に解析した。
【結果】2MD（P=0.028, 変化量: +9.1±13.1m），M-power（P=0.013, 変化量: +0.46±0.63Nm）は介入後に有意に増加し，TUG（P=0.074, 変化量: -2.3±3.3秒）には有意な変化を認めなかった。Δ2MDは介入前TUG（r=0.721, P=0.019）とのみ正の相関を示した。ΔM-powerと相関を示す項目はなかった。
【結論】HALプログラムの実施後に歩行耐久性と下肢筋力の改善を認めた。歩行耐久性の改善量は，介入前の動的バランス能力と関連認められた。また，介入前の動的バランス能力が低い（TUGが高値）ほど，歩行耐久性の改善が大きい傾向が示された。一方，下肢筋力の改善は得られたが，これと関連する項目はなく，HALプログラムによる歩行能力改善の主因ではないと考えられた。これらの結果から，HALプログラムは動的バランス能力が低下している症例や充分な筋力の改善が得られない症例に対しても歩行耐久性を改善させることができる可能性が示唆された。

5　ハムストリングスの過剰収縮に対して MAB 法を併用し HAL® トレーニングを行った一症例

小寺奈月、加藤優佑[1)]、金本雅俊[1)]、中川裕大[1)]、横溝大[2)]、四方裕子[2)]

京都民医連中央病院、[1)]京都民医連中央病院 リハビリテーション部、[2)]京都民医連中央病院 リハビリテーション科

【目的】

今回，右視床出血により重度運動麻痺を呈した症例を経験した．ハムストリングス（以下，HA）の過剰収縮に対してmuscle afferent block（以下，MAB）法による1%リドカインを併用し，HAL®を実施した．

【症例】

症例は右視床出血を呈した50歳代女性．リハビリ継続目的で発症25日目に当院回復期リハビリテーション病棟へ転院となった． 転院時，下肢Brunnstrom Stage（以下，BRS）Ⅱ．発症91日目，HAL®自立支援用単関節タイプ（以下，HAL®-sj）開始時，下肢BRSⅡ．筋緊張はModified Ashworth Scale（以下，MAS）にて左大腿四頭筋（以下，QF）0，左HA1+.感覚は重度鈍麻.歩行は実施困難であった．

【経過】

発症91日目より HAL®-sj は週2～3回，計12回実施した．発症137日目より HAL®自立支援用下肢タイプPro（以下，HAL®下肢タイプ）を退院まで週2回のペースで計13回実施した．リドカインは半膜様筋・半腱様筋に対してHAL®-sj7回目より併用し，HAL®下肢タイプ10回目まで合わせて計11回，介入前に医師により施行した．リドカイン施行前後で生体電位の変化を確認した．HAL®下肢タイプの効果判定には歩行が可能となった9回目より10m歩行最大速度，Functional Ambulation Categories（以下，FAC）を測定した．

【結果】

リドカイン施行前の膝伸展運動は運動範囲が狭く，さらにインジケーター上のHAの生体電位は振り切れるほどの強さであった．リドカイン施行後は膝完全伸展が可能となり，HAの生体電位は過剰収縮の軽減を認めた．さらに症例より「軽い」「動かしやすい」と発言があった． HAL®下肢タイプ実施時もリドカインを併用することで左立脚期のHAの過剰収縮が軽減し，下肢伸展位を保持しやすくなった． HAL®下肢タイプ最終実施後は，金属支柱付き短下肢装具と四点杖を使用して10m歩行は0.13m/s，FAC2となった．

発症202日目，退院時の下肢BRSⅡ～Ⅲ． 筋緊張はMASにて左QF0，左HA0～1 と改善を認めた．感覚は重度鈍麻と変化がなかった．四点杖歩行が軽介助で可能となった．

【考察】

臨床上，HAL®施行時に拮抗筋の同時収縮が運動を阻害することを経験する．本症例においても同様であった．そこでHAL®-sj施行前にMAB法によるリドカインを併用したことで適切な膝伸展運動が可能となりHAの痙縮抑制とQFの促通に寄与したと考える．リドカインの併用終了後もHAの筋緊張は亢進することなく過剰収縮の抑制を図れた．QFの促通が図れたことにより左立脚期での下肢支持性が向上し杖歩行の獲得につながったと考える．

6　パーキンソン病に対する HAL®腰タイプ自立支援用を導入したリハビリ効果の病期毎の検討

近藤優香、岩田祥[1)]、山口啓二[2)]

一宮西病院 リハビリテーション科、[1)]一宮西病院 リハビリテーション科、[2)]一宮西病院 脳神経内科

【はじめに】
当院では、2020年11月よりHAL®腰タイプ自立支援用（以下，腰HAL）を導入し、パーキンソン病患者へのリハビリテーション（以下、リハビリ）を中心に使用している。
腰HALを導入したリハビリを経験した中で多くの症例で起立・歩行能力の改善が得られているが、病期毎の効果について検討はされてない。
今回、当院に入院して腰HALを導入したパーキンソン病、パーキンソン症候群の患者において、病期毎の改善度について調査を行った。
【方法】
当院に2020年11月～2022年7月に入院して腰HALを導入したパーキンソン病、パーキンソン症候群の患者で、20分～40分間の腰HAL装着下の起立訓練を含む計60分間の理学療法（1セッション）を午前、午後に各1回、連続5日間、計10セッション（1クール）を実施し、かつクール前後の10m歩行速度、Time up and go（以下、TUG）の評価が行われた40名を対象とした。対象40名のHoehn＆Yahrの重症度を調査し、重症度毎に分け、10m歩行速度とTUGの改善率を抽出し、群間比較を行った。
【結果】
重症度の内訳はⅠ度で2名、Ⅱ度で15名、Ⅲ度で17名、Ⅳ度で6名となった。
10m歩行速度はⅠ度で22.5±0.04%、Ⅱ度で39.9±0.6%、Ⅲ度で38.6±0.5%、Ⅳ度で15.4±0.3%の改善を認めた。TUGは、Ⅰ度で6.0±0.04%、Ⅱ度で15.7±0.2%、Ⅲ度で14.2±0.2%、Ⅳ度18.8± 0.2%の改善を認めた。
【考察】
どの病期でも、歩行能力の改善はみられたが、特にⅡ度、Ⅲ度で大きな効果が得られることがわかった。Ⅰ度は症状が比較的軽く、歩行障害が少ないため、改善率は低かったのではないかと考える。Ⅳ度では、日常的に歩行を行っていないものがいることなどが改善率に影響したと思われる。また、歩行能力の向上がみられても、患者自身が効果を感じていない症例もおり、腰HALを導入した訓練により改善した能力が日常生活にどのような変化をもたらしたかを調査する必要があると思われる。

口演発表　HAL 腰タイプ

7　パーキンソン病における HAL 腰タイプの使用効果の検討

瀬尾健太、武田康裕[1)]、岡﨑裕平[1)]、青木龍太郎[1)]、西田浩[2)]

岐阜県総合医療センター 中央リハビリテーション部、[1)]岐阜県総合医療センター 中央リハビリテーション部、[2)] 岐阜県総合医療センター 脳神経内科

【目的】
当院では、2018年4月からHAL医療用下肢タイプ、2022年4月からHAL腰タイプ自立支援用（以下、腰HAL）を導入した。先行研究では、腰HAL訓練はパーキンソン病（以下、PD）患者に対し安全かつ有効な治療法であると報告されている。今回、先行研究の腰HAL訓練を参考とし、PD患者に対し訓練を実施、良好な結果が得られたため報告する。
【方法】
当院にリハビリ目的で入院したPD患者16例（男性8例、女性8例、年齢75.4±4.9歳）を対象とした。腰HAL訓練の内容は先行研究を参考とし、コア・エクササイズと起立運動を1日1セッション、計5セッション実施した。休養日を含め最短8日間の入院期間を要し、初期評価（TUG、10m歩行試験、CS-30、FBS）、機器詳細設定を行った後、計5セッションの腰HAL訓練を実施、その後最終評価による効果判定を行った。
【結果】
全例腰HAL訓練を完了することができ、計5セッションでの総起立回数は430.4±53.7回であった。PD重症度分類の内訳は、Hoehn＆Yahr分類Ⅲが13例、Ⅳが3例であった。訓練前後でTUG、歩行速度、歩幅、歩行率、CS-30、FBSにおいて有意な改善がみられた。中でも、歩行速度は0.19m/sec（0.97→1.16m/sec）、歩幅は0.05m（0.46→0.51m）、CS-30は2.87回（12.44→15.31回）、FBSは4.50点（46.38→50.88点）の改善がみられた。
【考察】
腰HALの起立運動アシストにより、理想的な起立運動を軽負荷かつ高頻度で行うことができる。これにより、バイオフィードバックによる神経筋促通および運動学習効果が得られ、起立能力の改善がみられたと考える。また、腰HALを使用した計5セッション400回以上の起立運動により、体幹・下肢筋力の向上や立位姿勢の改善がみられ、これらが歩行能力およびバランス機能の向上に寄与したと考える。
【まとめ】
先行研究と同様に、腰HAL訓練の介入により起立能力・歩行能力の向上を認めた。さらに、FBSの合計点および各小項目の改善がみられ、バランス機能の向上を認めた。起立能力、歩行能力に加えて、バランス機能においても腰HAL訓練の有用性を示唆する結果となった。本研究のリミテーションとして、長期効果が不明なこと、腰HAL非使用下での起立訓練との比較ができていないことなどがあげられ、更なる検討が必要である。

8　当院における単関節 HAL を用いた急性期脳卒中患者に対する上肢リハビリテーションの取り組み

Upper limb rehabilitation for acute stroke patients using single joint type of Hybrid Assistive Limb at our hospital

大前博司、藤本真希[1)]、松田拓[2)]、梅村公子[1)]、佐藤紀[1)]、松浦哲也[1)]、兼松康久[2)]、髙木康志[2)]

徳島大学病院 リハビリテーション部、[1)]徳島大学病院 リハビリテーション部、[2)]徳島大学病院 脳神経外科

【緒言】麻痺側上肢の使用頻度はQuality of life(QOL)に関連しており，機能改善が麻痺側上肢の使用頻度に影響を与えることが報告されている．急性期脳卒中患者に対するリハビリテーションではSingle joint type of Hybrid Assistive Limb(HAL-SJ)の有効性が示されており，当院におけるHAL-SJを用いた急性期脳卒中患者に対するリハビリテーションの取り組みと代表症例を紹介する．【方法】2021年9月以降にリハビリテーションが処方された脳梗塞および脳出血患者を対象に，週3回HAL-SJを用いたリハビリテーションを2週間提供している．包含基準は年齢85歳以下，意思疎通が可能，Brunnstrom recovery stageⅤ以下，上腕二頭筋または上腕三頭筋の筋収縮が確認できる，電極貼付を妨げる皮膚疾患がない，患側上肢に急性期の整形外科疾患がないこととした．対象者には装着前・中間・装着後にそれぞれFugl-Meyer Assessment Upper Extremity(FMA-UE)，Action Research Arm Test(ARAT)，Modified Ashworth Scale(MAS)，Mental Rotation(MR)，線分抹消検査，NIH Stroke Scale(NIHSS)，Modified Rankin Scale(mRS)，Manual Muscle Test(MMT)を評価している．【症例】70歳代女性．左視床出血と診断され，介入時のFMA-UE30/66，ARAT27/57であったが，2週間の介入後はFMA-UE64/66，ARAT45/57まで改善が認められた．【考察】脳卒中のリハビリテーションではUse dependent plasticity(UDP)が示されており，HAL-SJは可搬性があり，超急性期においてもベッドサイドで麻痺側上肢の運動回数を確保することが可能である．今後は症例数を増やし，適用基準や評価項目を検討していく．

9　サイバニクス治療前後の運動単位電位の変化と歩行改善メカニズム～球脊髄性筋萎縮症代表症例の検討～

長谷川和彦、中島孝[1)]、高橋修[2)]

独立行政法人国立病院機構 新潟病院、[1)]独立行政法人国立病院機構 新潟病院 院長、[2)]独立行政法人国立病院機構 新潟病院 リハビリテーション科

【目的】
球脊髄性筋萎縮症（以下SBMA）を含む神経筋8疾患におけるHAL医療用下肢タイプ（以下HAL）を用いた歩行運動療法(以下サイバニクス治療)の有効性は2分間歩行テストを主要評価項目として医師主導治験NCY-3001試験（Nakajima T, et al. Orphanet J Rare Dis. (2021) 16:304.）により検証された。HALの動作メカニズム上、CVCは重要であり、歩行時の股関節、膝関節の屈曲/伸展に対応する筋群の運動単位電位を皮膚表面から計測及び信号処理した生体電位信号（以下BES）を用いてCVCの動作が行われている。本研究では、SBMA患者に対してサイバニクス治療での前後評価を行い、皮膚表面の運動単位電位の変化と歩行改善メカニズムについて検討する。
【方法】
61歳SBMA男性を1症例代表とした。代表例において、ハーネスにより転倒防止下でトレットミルを使用したサイバニクス治療を9回実施し、前後評価で歩行機能（2分間歩行テスト及び10m歩行テスト）の改善があり、血清クレアチンキナーゼ（CK値）は減少した。歩行分析計、ゲイトジャッジシステム（クラスⅠ一般医療機器、パシフィックサプライ株式会社製）を使用し、トレットミル歩行中に、HAL使用時の電極貼り付け部位（左股関節屈/伸筋及び膝関節屈/伸筋）において、皮膚表面から計測できる運動単位電位を検討した。計測中は歩行動画を撮影し関連付けた。
【結果】
SBMA患者では健康成人に比べて皮膚表面における運動単位電位が大きかった。サイバニクス治療前に、皮膚表面から測定した運動単位電位は高く、過活動だったが、サイバニクス治療後は電位が低くなった。立脚期：遊脚期比率は70:30から60:40へ変化した。
【考察】
SBMA患者では健康成人に比べて皮膚表面における運動単位電位が大きく、筋力低下に伴い複数ある運動ニューロンの一部が過活動を引き起こしているからと考えた。また、過活動を起こしている運動ニューロンがある一方で廃用状態に陥っている運動ニューロンも存在すると考えられ、過活動は運動ニューロンを破壊し、廃用状態は運動ニューロンの廃用を加速させると考えられる。サイバニクス治療は最適な歩行動作を学習でき、歩容と皮膚表面における運動単位電位が調整されると同時に、過活動を引き起こしている運動単位は抑制され、廃用状態の運動ニューロンは賦活化されると考えることができる。

10　脳性麻痺等の発達期非進行性運動機能障害児に対する HAL 下肢タイプ（2S サイズ）を用いた探索的研究（特定臨床研究）―治験プロトコル作成に向けた取り組み―

A pilot study using HAL lower limb type (2S size) for children with developmental non-progressive motor dysfunction such as cerebral palsy - Efforts to create clinical trial protocol-

渡邉大貴、丸島愛樹[1)]、高橋一史[2)]、山口礼乃[3)]、西川浩子[3)]、清水朋枝[3)]、石川公久[3)]、渡慶次香代[4)]、俣木優輝[4)]、清水如代[4)]、羽田康司[4)]、鎌田浩史[5)]、山崎正志[5)]、六崎裕高[6)]、岩崎信明[6)]、中島孝[7)]、松村明[8)]、水上昌文[9)]

筑波大学医学医療系 脳神経外科、[1)]筑波大学医学医療系 脳神経外科、[2)]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、[3)]筑波大学附属病院 リハビリテーション部、[4)]筑波大学医学医療系 リハビリテーション科、[5)]筑波大学医学医療系 整形外科、[6)]茨城県立医療大学 保健医療学部 医科学センター、[7)]国立病院機構 新潟病院、[8)]茨城県立医療大学、[9)]茨城県立医療大学　保健医療学部　理学療法学科

【はじめに】

脳性麻痺は、脳の非進行性病変に基づく運動及び姿勢の異常に加え、筋緊張の異常による永続的な身体運動機能障害を呈する。特に成人期以降は、2次的な身体運動機能の低下も加わり、日常生活動作や社会参加を困難にする。そのため、運動障害を軽減し、自立生活を向上させるためにも身体発達に対応した運動支援を行うことが重要である。我々は、小児脳性麻痺等を対象にした医師主導治験（LIFE-STAGE trial）を計画するにあたり、特定臨床研究：脳性麻痺等の発達期非進行性運動機能障害児に対するHAL下肢タイプ（2Sサイズ）を用いた探索的研究を実施した（jRCTs032200037）。特定臨床研究の結果を基に治験プロトコル作成に至るまでの経緯、評価項目の選定、工夫した点等について発表する。

【対象と方法】

対象は、身体運動機能障害や歩行障害を呈する脳性麻痺患者、二分脊椎患者、脳血管障害患者、脳脊髄損傷患者とした。主要評価項目は、粗大運動能力尺度（GMFM-88）、副次評価項目は、GMFM-66、GMFCS、最大歩行速度、2分間歩行距離、COPMとした。介入は、1日1回20分間、合計8～12回のHAL治療プログラム（坐位での膝屈伸運動、立位・歩行練習）を入院または外来で実施した。各種評価は治療期に治療期初回評価と治療期最終評価を実施した。

【結果】

7名の患者（平均年齢8.4歳、6～10歳）が本研究に参加した。疾患名は、脳性麻痺4名、脊髄ユーイング肉腫1名、低酸素性虚血性脳症1名、二分脊椎1名、GMFCSはⅡが2名、Ⅲが2名、Ⅳが3名であった。介入は全例10～12回、安全に実行可能であった。GMFM-88、GMFM-66、COPMの遂行度、COPMの満足度が介入前後で改善した。サブ解析として、GMFMの領域別、GMFCS別で検討した結果、GMFCS Ⅱ～Ⅲの領域D（立位）や領域E（歩行等）の変化量が高いことが明らかとなった。

【考察】

HAL治療プログラムにより、粗大運動能力全体としてGMFM-88やGMFM-66、COPMの遂行度と満足度が向上した。治験の対象集団としてはGMFCS Ⅳを除いた、GMFCS Ⅱ～Ⅲが良く、評価項目はGMFMの領域D（立位）＋ 領域E（歩行等）が主要評価項目として適切である可能性が高いと思われた。現在、小児脳性麻痺等を対象にした医師主導治験（LIFE-STAGE trial）が5施設で進行中である（jRCT2032210573）。

11　HAL®-SJ を使用した足関節骨折術後患者の一例　-下腿浮腫に着目して-

山下泰貴、谷口由香理、古賀研人、中山貴之、井倉俊平、齊藤祐貴[1)]、小嶋栄樹[2)]

社会医療法人財団 白十字会白十字病院、[1)]社会医療法人財団 白十字会白十字病院、[2)]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

【目的】

足関節底背屈反復運動は下腿浮腫を軽減させる効果が期待できるが、足関節骨折術後は足関節底背屈反復運動が容易でない。足関節のHAL®-SJの運動は、足関節底背屈反復運動を行うが、足関節骨折術後患者にHAL®-SJを使用した報告はない。今回、足関節骨折術後の浮腫を認めた患者に対してHAL®-SJを使用したため報告する。

【症例紹介】

関節内腓骨遠位端骨折と診断された50代女性である。元々ADL、IADL自立されていた。階段を踏み外して転倒され受傷され、前医より手術加療目的に当院入院。受傷12日目に観血的骨接合術施行され、術後1日目より理学療法開始。術後7日目よりHAL®- SJを用いた訓練を開始した。

【方法】

通常の理学療法 40分（関節可動域運動30分、荷重歩行訓練10分）終了後に、HAL®-SJ装着下の足関節底背屈反復運動100回の治療介入を10日間行った。

効果判定はVAS、figure of eight（以下FOE)、関節可動域（自動及び他動の足関節底背屈)、筋力（足関節底背屈）とした。測定は実施日毎に行い、それぞれ個別リハビリテーション開始前（以下開始前)、HAL®- SJ実施前（以下HAL®- SJ前)、HAL®- SJ実施後（HAL®- SJ後）で記録した。治療介入10日間中、１～3日間の平均値を初期値、8～10日間の平均値を最終値とした。

【結果】

測定結果（開始前初期値→開始前最終値、HAL®- SJ前初期値→HAL®- SJ前最終値、HAL®- SJ後初期値→HAL®- SJ後最終値）は、VAS：0.3→0、0.5→0、1.5→0、FOE（cm）：47.5→47.1、47.1→46.1、46.9→46.2、自動底屈可動域（度）：50→52.5、53.3→53、55→54.3、他動底屈可動域（度）：53.3→55、55→54.3、55→55.3、自動背屈可動域（度）：1→9.3、6→12、7.7→12.3、他動背屈可動域（度）：2.7→11.7、9→13.3、8.7→13.7、底屈筋力（kgf）：3.9→23.7、5→23.6、5.4→23.9、背屈筋力（kgf）：4.5→26.4、5.4→24.6、5.7→30.5であった。

【考察】

初期値と最終値を比較して、VAS、FOEは減少し、背屈関節可動域、底背屈筋力は向上した。由利らは、足関節底背屈運動が静脈循環を促し下腿浮腫を軽減すると報告している。本症例はHAL®- SJを使用して底背屈運動を反復することで筋ポンプ作用が影響し、由利らと同様の効果を得たと考えられる。

HAL®- SJは、VAS（初期値→最終値）を減少させたため、低リスクの運動と考えられた。しかし、VASの初期値（開始前→HAL®- SJ前→HAL®- SJ後）のみを比較すると増悪している。HAL®- SJの急性期初期での使用は、創部の状態に応じて決定する必要がある。HAL®- SJは、足関節術後患者の浮腫への対処療法となり得ることが示唆された。

12　脊柱変形に対する HAL 腰タイプ介護・自立支援用を使用したリハビリテーションの短期臨床成績（第一報）

The short term clinical evaluations of the rehabilitation using Hybrid assisted limb (HAL) for the spinal deformity patients with brain and spinal disorders.

横山一弥、児玉泰輝[1)]、荒井達二[1)]、加藤義治[2)]

大原クリニック、[1)]大原クリニック、[2)]河野臨牀医学研究所附属第三北品川病院

【はじめに】脊柱後弯あるいは側弯を持つ脊柱変形患者では背筋力低下、バランス障害などにより立位・歩行障害、片脚起立などの運動機能が低下する。今回我々は脊柱変形患者に対しHAL腰タイプ介護・自立支援用（HAL-BB4）を使用したリハビリテーション(以下HALリハビリ)を行ったので報告する。
【対象および方法】対象は2022年4月より当院にてHALリハビリを行った男性4、女性2の計6例で、平均年齢は70.7歳であった。脳および脊椎・脊髄疾患としてパーキンソン病、ジストニアが各1例、頚椎症性脊髄症が各2例、腰部脊柱管狭窄症1例これら神経疾患の合併のない変性腰椎側弯症（術後を含む）が1例であった。方法は脊柱変形の画像診断として立位および臥位の全脊柱単純Ｘ線正面・側面像、立位腰椎の単純Ｘ線正面・側面像と機能写を撮影をした。HALリハビリとしては、上下肢・体幹のストレッチ、HAL装着下で座位での体幹屈伸・回旋、立ち上がり・座り訓練、スクワット、立位・歩行訓練を中心に施行した。リハビリ効果の評価はAlterating Motion Rate（AMR: 10秒テスト)、握力、片脚起立時間、VASなどに加え、とくに①10ｍ歩行速度、②5回立ち上がり時間を評価した。これらを1クール3カ月（12回）としてHALリハビリ施行前・後に評価した。
【結果】全6例の10ｍ歩行時間は中枢疾患合併例ではHALリハ施行前の平均12.2秒/10ｍから施行後平均9.2ｍ/10秒、5回立ち上がりテストは8.8秒/5回から8.7秒/5回であった。一方中枢疾患なし群では平均11.7秒/10ｍから10.4秒/10ｍ、5回立ち上がりテストは平均11.1秒/5回から9.4秒/5回に改善した。VASでは全例改善を自覚していた。単純Ｘ線像では正面像、側面像ともに明瞭な変化はなかった。
【考察】高齢者の脊柱後弯・側弯変形は女性に多く、原因不明の変性腰椎後側弯症が最も多い疾患であるが、パーキンソン病など脳および脊髄疾患に合併する場合も少なくない。本変形により背筋の筋力低下、バランス障害などが生じ、歩行、運動機能等が低下する場合も多い。今回我々は、パーキンソン病、ジストニアなど中枢神経疾患の合併例も含め脊柱変形患者に腰椎HALを使用し運動機能の改善を試みた。その結果、中枢疾患が合併していてもHALリハビリにより運動機能は明らかに改善した。このことは、改めてバイオフィードバック運動（脳・脊髄⇆末梢神経⇆筋肉）の有効性が示されたと考えている。
【結語】今回我々は脊柱変形に対し、HAL腰タイプ介護・自立支援用を使用したリハビリテーションを施行し、運動機能の改善をみた。HALリハビリによりバイオフィードバック運動の有効性が示唆される。

13　当院に入院したサルコペニア症例に Hybrid Assistive Limb® 腰タイプ自立支援用を使用した効果の検討

川田稔、石原佳子[1)]、藤原春華[2)]、水田泰博[1)]、森本隆也[1)]、
横田暁雄[3)]、芳田勝正[3)]、伊勢眞樹[4)]

誠和会倉敷紀念病院リハビリテーション部、[1)]誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション部、[2)]誠和会 介護老人保健施設 福寿荘、[3)]誠和会 倉敷紀念病院 通所リハビリテーション、[4)]誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション科

【はじめに】
サルコペニア（sarcopenia）は，骨格筋の加齢性変化を示す用語である．サルコペニアを生じると死亡，転倒，骨折などのリスクが高くなる．加齢による筋力低下は，下肢筋群を中心に生じ，特に大腿四頭筋の筋力低下が早期から生じやすく超高齢者社会となる本邦にとって，大腿四頭筋を中心とした下肢筋力を評価し改善することは重要である．また立ち上がり動作に関連するが，サルコペニアを呈していることが多く通常の運動療法に耐えることが難しい．そこで今回，サルコペニアを呈する患者に対してHybrid Assistive Limb®腰タイプ自立支援用（以下：腰HAL） を使用することで，立ち上がり動作が改善するか検討することにした．
【対象と方法】
対象は，2021年8月～2021年12月に当院へ入院し，サルコペニアワーキンググループが作成したサルコペニア診断基準（下腿周径，握力）を満たす11例とした．疾患名は，パーキンソン病3例，廃用症候群2例，脳梗塞・下肢閉塞性動脈硬化症術後・慢性心不全・胸椎圧迫骨折・慢性閉塞性肺疾患・直腸がん各1例であった．男性5例，平均年齢81.2±2.5歳（最低71歳～最高95歳）であった．検討項目は，腰HAL使用開始終了時の虚弱高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト（以下：Frail CS-10），腰HAL実施回数，使用開始終了時のトルクレベル，立ち上がり練習（回/セット/合計 数）を検討した．腰HALは，骨盤前後傾，体幹前傾，立ち上がり練習に使用した．
【説明と同意】
対象患者に対し，ヘルシンキ宣言，当院臨床研究に関する倫理指針に準じて実施することを口頭で説明し同意を得た．
【結果】
Frail CS-10は2.5±2.1→4.0±1.9回．腰HAL実施回数は6.7±6.4回（最低1回～最大15回），腰HALトルクレベルは2.4±0.4→2.5±0.6，立ち上がり練習は，10.0±0.8/2.7±1.1/22.2±5.5→10.0±0.0/2.3±0.5/23.3±5.2となった．
【考察】
今回の検討では，腰HALを使用することで立ち上がり動作を改善することが可能であった．サルコペニア患者では，通常の立ち上がり練習やスクワット練習は負荷が大きく施行困難なことが多い．腰HALを使用することで，装着者が前傾姿勢から立位になる際に，脊柱起立筋の電位と正常運動パターンに基づき，腰HALのパワーユニットが両側股関節の伸展運動をアシストし負荷を軽減し効果的に運動ができたことが結果につながったと考えた．
【結論】
HAL装着下立ち上がり練習は，サルコペニア患者の負担を軽減し効果的な運動が可能と推測した．

14　末梢性神経障害による下垂足に対し、足関節 HAL を用いたリハビリテーションの効果 ―理学的・電気生理学的評価による検討―

Clinical results of rehabilitation using HAL for drop foot due to peripheral nerve injuries
~Short term physical and electrophysiological evaluations ~

荒川太貴、捧琢真[1)]、大矢渉[1)]、村岡幹夫[1)]、鷲尾翔太[2)]、坂井路子[2)]、徳永邦彦[3)]

亀田第一病院 リハビリ科、[1)]亀田第一病院・リハビリ科、[2)]亀田第一病院・電気生理検査部、[3)]亀田第一病院・新潟股関節センター

【はじめに】下肢手術後ならびに腰椎疾患により発生した下垂足に対し、足関節 HAL を用いたリハビリテーションの効果を検討するとともに、HAL の効果発現機序について考察した。
【対象と方法】対象は下肢手術後に坐骨神経・腓骨・脛骨神経麻痺を発症した 6 例 6 肢および腰椎椎間板ヘルニアによる L5/S1 神経障害 6 例 6 肢の計 12 例 12 肢である（女性 8 例、男性 4 例、年齢 43～86 歳)。麻痺発症から HAL リハ開始までの期間は 9 日～22 年であった。1 例は 1 週間の入院、7 例は 2 週間の入院で連日午前・午後の HAL リハを施行、2 例は 1～2 カ月半の入院で連日午前・午後のリハのうち 1 回は HAL リハを施行し、最終日に評価した。2 例は 1 回/週の外来通院で HAL リハを施行し、1 ヵ月後に評価した。評価は HAL リハ前後の徒手筋力テスト(MMT)、Timed Up and Go test(TUG)、10m 歩行、患者満足度を調査した。8 例については神経伝導速度検査（NCS）と積分筋電図（IEMG）による電気診断的評価をした。
【結果】MMT は前脛骨筋で 4 例に改善が見られ 4 例は+1 以下の増加であった。長母趾伸筋は 5 例で Δ0.5～2 の増加、腓腹筋は 7 例で+0.5～3 の増加を示した。TUG、10m 歩行では、6 例に改善が見られた。自己評価では全例が満足し不満例はなかった。多くの例で歩行の改善を訴える中、立位安定性の増大による ADL の拡大や、浮腫の改善を訴える例もあった。NCS では短趾伸筋の複合筋活動電位（CMAP）の振幅は 0～0.3mv の変化しかなく有意な改善を認めなかった。足関節背屈運動時の IEMG 値は前脛骨筋で 5 例が増加する一方で、腓腹筋は 7 例が減少した。また、足関節底屈運動時は腓腹筋で 3 例の増加が見られる一方で、前脛骨筋は 6 例で減少が認められた。
【考察】足関節 HAL リハ後のMMTや IEMG 検査では、足関節背屈筋の改善は一部にとどまり、TUG、10m 歩行速度の改善も半数に留まった。一方、発症から長時間経過した例や高齢者でも自覚的満足度は極めて高かった。NCS で CMAP の振幅に改善がないことは、HAL リハで残存神経の回復（再生）がないままに高い自覚的効果を出していることが示唆された。IEMG は、足関節背屈、底屈運動時の動作筋の改善よりも拮抗筋抑制がより強く起きていることを示唆しており、HAL リハ効果の機序の一つではないかと思われた。HAL による麻痺筋の運動は、動作筋・拮抗筋の作業効率を高めることで残存筋力を最大限に引き出すべく、末梢よりも中枢での再教育・賦活化に寄与していることが推察された。

15　HAL-SJ による肘関節屈伸運動前後の感覚運動領野の脳活動変化―健常者における脳波を用いた予備的研究第２報―

Effects of brain activities in the sensory-motor cortex before and after elbow flexion-extension exercise using HAL-SJ: Second report of a preliminary study using electroencephalography in healthy subjects

草野佑介、島淳[1)]、小川明莉[1)2)]、大前恵利夏[1)3)]、田中和樹[1)4)]、菊池隆幸[5)]、宮本享[5)]、小金丸聡子[1)]

京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻先端作業療法学講座
京都大学医学部附属病院リハビリテーション部、[1)]京都大学大学院医学研究科附属脳機能総合研究センター 神経機能回復・再生医学講座、[2)]京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻先端作業療法学講座　認知運動機能制御科学研究室、[3)]京都大学大学院医学研究科　高次脳科学講座　神経生物学分野、[4)]高井病院リハビリテーション科、[5)]京都大学大学院医学研究科脳神経外科学

【目的】我々はこれまで脳卒中や脊髄損傷による上肢麻痺に対しHAL-SJによるトレーニングを行ってきた．その際,「HALを行った後に動かされる感覚が残る」と患者からしばしば伺うことがある．このような患者の主観的経験は，HALの原理であるinteractive biofeedback（iBF）による体性感覚のフィードバックにより，トレーニング後にも運動錯覚が生じている可能性を示唆する．そこで我々は， HAL-SJを用いたトレーニングは，中枢性に運動機能および感覚機能に持続的な影響を及ぼすとの仮説を立て，HAL-SJトレーニング実施前後で運動感覚領野を中心とした脳活動変化について，脳波を用いて検討した．本発表は，2021度の当研究会以降に被検者を増やして検討した第2報である．
【方法】健常成人15名を対象に予備的に計測を行った．下記の3条件において右肘関節屈曲・伸展運動を0.5Hzの音刺激に合わせて100回ずつ実施した．条件1)右肘関節の自動運動（HAL-SJ非装着），条件2)右肘関節のHAL-SJ補助下での自動運動，条件3)条件2の実施直後に右肘関節の自動運動（HAL-SJ非装着）．HAL-SJの設定は，mode: CVC-gentle, assist gain: 30%, torque limit: 100%, balance:1:1, Angle: 0-120° とした．3条件での運動実施中の脳波および上肢の運動加速度を同時計測した（脳波：64チャンネル，サンプリング周波数：2kHz，3軸加速度計：右前腕遠位背側に装着）．また，HAL-SJ実施前後で「動かされている感覚」，および「動かしやすさ」について，VASで評価した．解析はMatlabを用いて，各条件実施中の脳波（β帯域）と加速度計のRMS（Root Mean Square）値のクロススペクトルを計算後，逆フーリエ変換を行い相互相関関数を求めた．運動前30～50ミリ秒の脳活動と右上肢肘関節運動との相関を検討した．
【結果】右上肢肘関節運動と相関を示した脳領域は，HAL-SJ前は，左感覚運動領野および右の後部頭頂野を含め幅広い領域であった．一方，HAL-SJ後に相関を示したのは，左感覚運動領野に限局する傾向があった．VAS評価では，HAL前後で「動かされている感覚」が増加したのは6名であった．一方,「動かしやすさ」はHAL前後において，動かしやすくなった6人，変化なし4人，動かしにくくなった5人，という結果であった．
【考察】HAL-SJによる右上肢肘関節運動後は，運動と相関する脳領域が減少する傾向があった．HAL-SJ実施後には運動が効率化した可能性が示唆された．一方，健常被験者の約4割にHAL後運動錯覚様の感覚変化が生じており，これら感覚変化とHAL-SJ実施後の脳活動変化との関連について今後検討が必要であると考えられた．

一般演題：ポスター発表

ポスター発表

1 **重度感覚障害、失行症状を呈した症例へのHAL-SJ(膝関節)の有用性について**

公益財団法人 健和会 大手町リハビリテーション病院 長野 弘枝

2 **慢性期脳出血患者に対するHAL®医療用単関節タイプの使用経験―麻痺側上肢の袖通しに着目して―**

社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 田中 裕大

3 **パーキンソン病患者の上肢機能障害に対するHAL-SJの使用効果-ADL・IADL動作とおしゃれ行動が改善した一例-**

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 久村 悠祐

4 **重度の運動麻痺を呈する脳卒中後の患者に対しHAL下肢タイプを用いて歩行自立に至った一症例**

医療法人エム・エム会 マッターホルンリハビリテーション病院 藤川 祐也

5 **腰タイプHAL®を用いてNEURO HALFIT®を行ったアテトーゼ型脳性麻痺の粗大運動機能・リーチ動作の変化**

岡山ロボケアセンター株式会社 小笠 佑輔

6 **慢性期脳卒中患者の上肢痙縮に対するボツリヌス療法とHAL®単関節タイプの併用**

茨城県立医療大学付属病院 吉川 憲一

7 **小児期の尖足手術後にHAL単関節タイプ足関節ユニットを使用したリハビリテーション**

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 高橋 一史

8 **当院地域包括ケア病棟におけるロボットスーツHAL®短期入院の取り組み報告**

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 古賀 研人

9 **当院におけるHAL®腰タイプ自立支援用の実際と今後の課題について**

医療法人誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション部 石原 佳子

10 **脊髄損傷不全対麻痺者1例に対するHAL自立支援用単関節タイプ足関節ユニットを用いた介入効果**

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 古関 一則

11 **腕神経叢損傷患者に対する上肢HALを用いた筋再教育バイオフィードバック訓練**

筑波大学 医学医療系 運動器再生医療学（整形外科） 久保田 茂希

12 **前十字靭帯再建患者に対して装着型動作支援ロボット(単関節HAL)を使用した経験**

筑波大学附属病院 リハビリテーション部 相馬 裕一郎

13 **ミトコンドリア脳筋症に対する負担軽減下での歩行練習の効果**

秋田県立リハビリテーション精神医療センター 金子 真

14 **脳卒中片麻痺一症例に対する足関節アタッチメント付き医療用HAL単関節タイプの治療効果 −運動量増加機器としての検証−**

志村大宮病院 志村大宮病院・茨城北西総合リハビリテーションセンター 藤井 有希也

15 **腰部脊柱管狭窄症術後早期からHAL医療用単関節タイプとHAL自立支援用下肢タイプProを使用した1例**

福山市民病院 リハビリテーション科 俵 紘志

16 **原因不明の腓骨神経麻痺による両側下垂足に対し、HAL単関節タイプ（足関節）を使いリハビリテーションを実施した1例**

医療法人愛仁会 亀田第一病院 リハビリ科 大矢 渉

17 **脳卒中を既往にもつ大腿骨頸部骨折術後患者に対し歩行速度向上を目的にHALとトレッドミルを併用した一症例**

医療法人エム・エム会 マッターホルンリハビリテーション病院 平岡 風気

18 **重度片麻痺患者に対してのHAL腰タイプ使用でリハビリテーション意欲が向上し身体機能改善に繋がった一症例**

医療法人和幸会 阪奈中央病院 北尾 知己

19 **「頚椎症性脊髄症に対する腰HAL使用の有用性」～退院後4か月間のフォローアップを含めて～**

医療法人和幸会 阪奈中央病院 丹下 夏樹

20 **神経難病患者に対する装着型サイボーグHAL®治療の運動学的考察**

筑波大学附属病院 リハビリテーション部 山内 駿介

21 **HAL腰タイプを用いた反復重量物挙上動作における上肢・体幹筋協調制御の解析**

筑波大学 門根 秀樹

ポスター発表１　重度感覚障害、失行症状を呈した症例へのＨＡＬ-ＳＪ(膝関節)の有用性について

長野弘枝、米田浩[1)]、安田遼[2)]、平川陽[3)]

公益財団法人 健和会 大手町リハビリテーション病院、[1)]大手町リハビリテーション病院 医師、[2)]大手町リハビリテーション病院 理学療法士、[3)]大手町病院 理学療法士

【はじめに】
今回、重度感覚障害及び失行症状を呈した症例を担当した。ＨＡＬ-Ｓ Ｊ(膝関節)の導入に際し、運動課題の難易度調整を行うことで歩行獲得に繋がった症例経験から、感覚障害、失行症へのHAL-SJの有用性が示唆されたため報告する。
【症例紹介】
症例は、意識障害、言語障害、右片麻痺を呈した左被殻出血の40代女性。第２９病日に回復期病棟転院。歩行獲得のため装具を用いた運動療法を中心に４か月介入。Fugl-MayerAssessment(FMA)右下肢運動機能9点、感覚機能は０点で、右膝運動知覚困難、運動時痛により積極的な右下肢運動が困難であった。左下肢運動も拙劣で、観念運動失行を認めた。独歩では、「右足がどこにあるかわからない」と常に視覚で代償し右下肢へ過剰な注意を向け立脚期も短縮し非対称性を呈していた。Functional Ambulation categories(FAC)Ⅱ、Berg Balance Scale(BBS)40点、Timed up＆Go Test(TUG)12.3秒であった。高次脳機能は、失語や注意障害により処理速度の低下を認めた。
【方法および結果】
第141病日よりHAL-SJによる膝運動を開始。しかし、重度感覚障害や失行症状、高次脳機能障害の影響により新規の課題への適応に難渋した。
そのため、健側である左側より開始したが、左側でも優位な生体電位信号の検出が困難であった。失行症を考慮し、運動の予測と結果が一致するように言語教示を行い、電位波形を確認しながら正反応経験となるように配慮し、右側へ移行していった。また、視覚情報や閉眼での体性感覚情報を用い、適切な身体知覚が可能になるよう課題の難易度調整を行った。これらの介入により「久しぶりに足が動いている感じがする」と記述した。バランス・歩行練習と並行し200回／1日、5回／週、1か月間実施した結果、170病日には、FMA下肢運動機能13点、感覚機能は7点で、右膝運動知覚認識可能となった。夜間痛は残存したが、他動運動時痛は認めず、積極的な下肢運動に繋がった。FAC Ⅳ、荷重認識が可能となり歩行の非対称性が軽減、BBS52点、TUG8.3秒と改善した。
【考察】
本症例は、適切な身体知覚や運動の情報処理が行われず、意図する運動や結果に対する知覚も変質し、拙劣さや歩行障害を呈していた。課題の難易度を調整したHAL-SJの介入により意図した運動へのアシストや感覚フィードバックが得られやすく、適切な身体への注意配分が可能となった。これらが、膝運動知覚認識や拙劣さの改善に繋がり、歩行獲得に至ったと考えられ、HAL‐SJの感覚障害や失行症への有用性が示唆された。

ポスター発表 2　慢性期脳出血患者に対する HAL®医療用単関節タイプの使用経験―麻痺側上肢の袖通しに着目して―

田中裕大、田中孝子[1)]、前田亮介[1)]、久村悠祐[1)]、泉清徳[1)]、渡邊哲郎[2)]

社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院、[1)]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、[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科

【はじめに】

今回，発症より約10年経過した慢性期脳出血患者へHAL®医療用単関節タイプ（以下，HAL-SJ）を作業療法にて使用し，上衣更衣動作における麻痺側上肢の使用頻度向上を認めたため以下に報告する．なお，本報告にあたり症例と保護者から同意を頂き，当院研究倫理審査委員会より承認を得た．

【症例概要】

10歳代女性，就学前に左皮質下出血を発症し右上下肢（BRS:Ⅳ-Ⅱ-Ⅳ，廃用手）の麻痺を呈し，以後外来リハビリを実施．ADLは修正自立レベルだが，痙縮による動作緩慢さや動き難さを認めていた．

【方法】

実施頻度：月2回，計12回（6か月）時間：HAL-SJによる肘関節屈伸の反復促通訓練として5分間×2セット，間で5分間の休憩を設けた．その他の時間は通常訓練を行い計60分の訓練とした．評価：HAL-SJ実施前後に座位にて肘関節屈伸10回テストを行い所要時間を計測した．また，実施2回毎に上肢機能評価（FMA，MAL），MAS，COPMを実施した．長期的な継続効果は評価経過をグラフ化し分析した．即時効果の効果判定は10回テスト合計12回分の結果を最小二乗法による回帰直線のあてはめと，二項分布を用い準統計学的手法にて検証した．

【結果】

10回テストの結果はHAL-SJ実践前32sに対し12回目の実践後20sと有意な改善および実践毎に即効性・持続性を認めた（P＜0.01）．FMA:19/66点，動作の質を表すMAL のQOMにおいては毎回1.8点で変化を認めなかった．また，毎回MASは2から 1 へ軽減した．使用頻度を示すMALのAOUで1.4点から2.1点（＋0.6）の向上を認めた（MCID:0.5点）． COPMは初期の遂行度2，満足度3に対し最終は遂行度5，満足度4に向上した（MCID:2点）．

【考察】

今回のHAL-SJを用いた実践で，肘関節屈伸の反復運動速度の向上を認めた．これは，iBF理論に基づく運動学習が筋緊張の調節を促し，肘関節屈伸速度を向上させたためと考えた．また，主観的な評価とフィードバックの実施が，麻痺側上肢を更衣場面で使用するようスキーマの変化を促し， AOUと遂行度に影響したと考えた．東ら（2017）は「(HAL-SJ使用後）座位での更衣動作や歩行速度が上昇した際にも麻痺側上肢の緊張の抑制ができた.」と報告しており，本症例においても更衣中の筋緊張の軽減が生じたと考えられた．

【まとめ】

本症例は長期間，上肢機能の改善が乏しく麻痺側の不使用が生じていた．HAL-SJを用いた実践と，主観評価やフィードバックを行うことが麻痺側上肢の使用頻度向上に奏功したことが示唆された．

ポスター発表 3　パーキンソン病患者の上肢機能障害に対する HAL-SJ の使用効果-ADL・IADL 動作とおしゃれ行動が改善した一例-

久村悠祐、田中孝子[1)]、前田亮介[1)]、田中裕大[1)]、泉清徳[1)]、渡邊哲郎[2)]、谷口雅彦[3)]、庄司紘史[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)]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、[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科、[3)]社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 外科、[4)]社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 神経内科

【目的】

パーキンソン病（以下，PD）に対するHAL®の報告は，HAL®医療用下肢タイプやHAL®腰タイプの報告が散見され，HAL®医療用単関節タイプ（以下，HAL-SJ）を上肢に使用した報告はない．

今回，PD患者の障害側（左上肢）に，HAL-SJによる訓練を継続的に実施し，ADL・IADL動作の獲得と趣味活動が可能となった症例を報告する．

【方法】

対象は，外来通院中の60歳代女性．利き手は右手，ヤール分類Ⅱ度．抗PD薬の変更はない．

シングルケースデザイン（BABデザイン）にて，A期：1週間に1回HAL-SJ実施（計5回），B期：1週間に1回上肢機能訓練実施（計5回），C期：1週間に1回HAL-SJ実施（計5回）と実践期を設定した．

継続効果は各時期の初期・最終時に評価し，即時効果は訓練前後に毎回評価した．各評価の点数をグラフ化し目視法にて分析した．また，各時期5回の計測値を最小二乗法による回帰直線のあてはめと2項分布を用い，準統計学的手法による効果判定を実施した．

【結果】

COPMにて，ADL動作（更衣），IADL動作（洗濯），趣味活動（おしゃれ）の獲得を目標とした．遂行困難な理由は，左手の機能障害（A期開始時：握力 20kg，3指つまみ 50N，STEF 48点）による活動の不参加（Hand20 58.2点，FIM-更衣 4点，IADL尺度 4点）が要因であった．HAL-SJ実践により，上肢機能（C期終了時：握力 27kg，3指つまみ 76N，STEF 52点），活動への参加（Hand20 44.4点，FIM-更衣 7点，IADL尺度 7点）は改善した．

B期は，A期，C期より倦怠感が強く，B期よりC期にて上肢機能は改善した（$P<0.05$）．即時効果は，A期で上肢機能の改善を認めた（$P<0.05$）．

COPMは，C期終了時は遂行スコア（＋4.1），満足スコア（＋4.7）共に改善した．

【考察】

HAL-SJを行ったA期やC期は，継続的・即時的な上肢機能の改善を認めた．活動への参加が増え，ADL・IADL動作の獲得に至り，行動変容から趣味のおしゃれを行うに至った．PD患者は，前頭葉機能の低下から複雑な運動は混乱を生じる．HAL-SJによるサイバニクス治療は，単純な屈伸運動で脳活動や運動単位の増加が可能ことは大きな利点である．今後，他デザインでの検討や男女差による効果の相違など症例数を増やし検討していく．

ポスター発表 4　重度の運動麻痺を呈する脳卒中後の患者に対し HAL 下肢タイプを用いて歩行自立に至った一症例

A case of stroke with severe motor paralysis who achieved walking independence using Hybrid Assistive Limb.

藤川祐也、平戸大悟[1)2)]、鈴木雄太[3)]、白川泰山[1)]、浦辺幸夫[2)]

マッターホルンリハビリテーション病院、[1)]マッターホルンリハビリテーション病院、[2)]広島大学大学院医系科学研究科、[3)]九州栄養福祉大学リハビリテーション学部

【目的】

重度の運動麻痺を呈した症例にHAL下肢タイプを使用した歩行練習を集中的に行い，歩行自立が獲得できた報告する．

【方法】

対象は70代前半の女性で，左半身のしびれと麻痺を自覚し，転倒したところを夫が発見し，急性期病院へ救急搬送された．搬送当日に右皮質下出血と診断され，同日に入院となった．リハビリテーション継続目的で発症後19日後に回復期病院へ転院となった．

転院当日より5日後からHALによる集中的な歩行練習を開始した．HAL介入は週4回で1回あたり30分間とし，8週間継続した．HAL左単脚タイプの随意制御モードを選択し，免荷式トレッドミルを併用した．測定項目は歩行自立度（Functional Ambulation Category；FAC)，10 m歩行テスト（秒)，6分間歩行テスト（m)，Brunnstrom Recovery Stage（BRS)，脳卒中機能障害評価法（Stroke Impairment Assessment Set；SIAS)，下肢の運動機能（Fugl-Meyer Assessment for Lower Extremity；FMA-LE）とした．評価は介入開始時と8週間後に行った．

【結果と考察】

HAL介入開始時の歩行能力はFAC 1（最大介助レベル)，10 m歩行テストは46.0秒（45歩)，6分間歩行テストは80 mであった．BRSは上肢Ⅴ，手指Ⅴ，下肢Ⅱ．SIASは60/76点，FMA-LEは12/34点，長谷川式認知症スケールは30/30点であった．

初回は，30 kg免荷，歩行速度が0.4 km/hで練習を行い，歩行距離は合計47 mであった．介入初期では麻痺側下肢の筋出力が乏しかったため，アシストレベルを上げた．介入を重ねるごとに筋出力の向上を認めたため，免荷量の軽減，トレッドミル速度の向上，アシストレベルの調整を行いながら練習を進め，32回目（介入8週後）では10 kg免荷，歩行速度が2.5 km/hで合計450 mの練習が可能となった．

介入終了時はFAC 3（監視レベル）であり，T字杖見守りにて歩行可能となった．10 m歩行テストは16.2秒（24歩)，6分間歩行テストは200mと改善した．BRSは上肢および手指に変化なかったが，下肢がⅡからⅤと著明に改善した．SIASは71/76点，FMA-LEは22/34点と運動麻痺の改善を認めた．

本症例の主な問題点は重度の運動麻痺であり，麻痺側の振り出し困難および支持性の低下を認め，歩行自立度が低かった．HALを使用して反復的，集中的，課題指向的な歩行練習を行うことで運動麻痺の改善に伴って歩行自立度の改善を認めた．本症例は認知面の機能低下がなくリハビリテーションに対しても意欲的であったことからも歩行自立度の向上に繋がったと考えられる．

ポスター発表 5　腰タイプＨＡＬ®を用いて NEURO　HALFIT®を行ったアテトーゼ型脳性麻痺の粗大運動機能・リーチ動作の変化

小笠佑輔

岡山ロボケアセンター株式会社

【目的】腰タイプＨＡＬ®を使用したNEURO　HALFIT®を短期間集中的に行うことで,粗大運動能力及び座位のリーチ動作が改善したアテトーゼ型脳性麻痺の症例を報告する。
【症例と経過】アテトーゼ型脳性麻痺,GMFCSレベルⅢの13歳の女児。歩行時に上半身の筋緊張亢進を有しており,歩行は短下肢装具を装着にて独歩可能であるが、不安定な足場では転倒リスクが高く介助が必要である。NEURO　HALFIT®は2～3回/週,計5回,1回30分,腰タイプHAL®を用いた体幹トレーニングを中心に実施した。今回NEURO　HALFIT®実施前後の変化として,ＧＭＦM66　B＆C63.0から65.6, 端座位にてFunctional Reach Test（以下,FRT）24cmから48cm,肩関節屈曲可動域（自動運動）右90°/左120°から右170°/左175°, Time up and Goテスト（以下,TUG）14.17sから11.93s,chair standing 30 second（以下,CS30）12回から15回と改善を認めた。さらにNEURO　HALFIT®の最終実施後1ヶ月間,上記効果の持続を確認することができた。
【考察】本症例はアテトーゼ型脳性麻痺の中でも痙縮とジストニアの混合型であり,不随意に生じる持続的もしくは断続的な筋収縮で捻れや反復運動,異常姿勢,あるいはその両方を引き起こす運動障害を伴う症例である。独歩は可能であるが,動作時には右上半身（肩甲骨付近、体幹部を含む）の筋緊張が亢進した状態での活動が多い。体幹部の安定性が低いため,右上半身の筋緊張は亢進し,身体を固定させることで運動の自由度をあげてきたと考えられる。結果,日々の動作による筋緊張亢進の積み重ねが関節可動域制限や側弯進行の要因となっていると考えられる。今回腰タイプHAL®を使用することで,過剰な筋緊張亢進がない状態での座位や立位・立ち上がり動作が行うことが可能となったと考える。
【結論】アテトーゼ型脳性麻痺児に対して,腰タイプＨＡＬ®を使用したNEURO　HALFIT®は,まず座位での姿勢筋緊張を構成する筋群のコントロールを可能とした。次に姿勢保持筋を安定させた状態で動作の反復練習を行うことで,身体操作の向上,過緊張による誤学習を防止しながら運動学習を効率的に行えることができる可能性を示唆した。
【倫理的配慮】本発表はヘルシンキ宣言に則り,対象者に対して研究の目的,内容,対象者の有する権利,個人情報の取り扱いについて口頭にて十分な説明を行い,参加の同意を得た状態で実施した。

ポスター発表 6　慢性期脳卒中患者の上肢痙縮に対するボツリヌス療法と HAL® 単関節タイプの併用

Combination of Hybrid Assistive Limb and Botulinum Toxin Type A Therapy for Upper Limb Spasticity in Patients with Chronic Stroke

吉川憲一、松下明[1)]、古関一則[1)]、山本哲[2)]、遠藤悠介[3)]、三日市充[1)]、飯田裕章[1)]、四津有人[1)]、河野豊[1)4)]

茨城県立医療大学付属病院、[1)]茨城県立医療大学付属病院、[2)]茨城県立医療大学 理学療法学科、[3)]健康科学大学、[4)]茨城県立医療大学医科学センター

【目的】痙縮を有する慢性脳卒中患者に対し、ボツリヌス毒素A（BoNT-A）療法とHAL®単関節タイプ（HAL-SJ）を用いた反復トレーニングを含むリハを実施し、前後の痙縮・動作困難性（努力）・筋力・関節可動域（ROM）・筋の共収縮の変化を明らかにし、HAL-SJ装着中の反復頻度を評価することを本研究の目的とした。
【方法】慢性期脳卒中患者7例（Fugl-Meyer上肢スコアは平均17.0±8.6）に対し、BoNT-A療法（上肢は屈筋群）が施行され、通常リハに加えて肘関節のHAL-SJトレーニングを1回20分、２週間に計6〜7回を実施した。HAL-SJ装着中は大きく屈伸を行うよう指示し、運動速度・リズム、休息の有無・長さ・回数は患者の任意とした。上腕二頭筋・三頭筋のModified Ashworth Scale（MAS-biとMAS-tri、0〜5換算）、肘伸展・屈曲の他動的ROM（PROM-extとPROM-flex）、最大等尺伸展・屈曲トルク（TRQ-extとTRQ-flex）、肘の最大随意伸展角度（AROM-ext）、visual analog scale（0〜10）を用いた随意運動時の主観的努力（VAS-effort）、筋電位計測による上腕二頭筋・三頭筋の共収縮の程度（伸展時CoI-ext、屈曲時CoI-flex）を評価した。BoNT-A投与前とHAL-SJトレーニング後の差を分析した。効果(r)を判定した（r>0.5を大、0.3<r<0.5を中程度）。
【結果】MAS-bi（2.3±0.7から1.6±0.5）、MAS-tri（2.6±1.0から0.9±0.8）、VAS-effort（6.7±1.4から4.8±1.8）、PROM-flex（122.9±8.0度から134.3±10.2度）、AROM-ext（-65.7±30.8度から-45.2±22.2度）に有意な改善（$p < 0.05$）と大きな効果を認めた。PROM-extとTRQ-extの増加、およびCoI-extの減少は中程度の効果を示した。HAL-SJトレーニング（全46回）は平均20.0±15.7回/分の反復運動であった。
【考察】BoNT-Aを投与した上腕二頭筋だけでなく、投与されていない上腕三頭筋の痙縮と自動運動中の肘伸展角度が改善し、麻痺側の肘屈伸運動時の努力が軽減した。少数例の結果だがBoNT-A投与筋の拮抗筋の痙縮改善を示した報告はなく興味深い結果であった。CoI-ext減少は中等度の効果に留まったが、AROM-ext・PROM-ext・TRQ-extの増大およびVAS-effortの減少と矛盾のない変化であり、肘伸展中の上腕二頭筋の共収縮低減を示唆している可能性がある。
本研究は本学倫理委員会の承認を得、書面にて説明し同意を得た。本演題は第20回日本神経理学療法学会学術大会等にて発表した内容を含む。

ポスター発表 7　小児期の尖足手術後に HAL 単関節タイプ足関節ユニットを使用したリハビリテーション

Rehabilitation using HAL single-joint type after pediatric equinus surgery

高橋一史、吉川憲一[1)]、山本哲[2)]、古関一則[1)]、竹内亮子[3)]、俣木優輝[4)]、六崎裕高[3)5)]

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、[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)]筑波大学附属病院 リハビリテーション科、[5)]茨城県立医療大学医科学センター

脳性麻痺等の小児期の中枢神経障害児において尖足の発生率は高く、整形外科手術は尖足治療の有効な手段の一つである。手術後のリハビリテーションにおいて足関節背屈/底屈の反復練習は重要であるが、小児は集中力が乏しく、反復練習を長時間続ける事は困難である。我々は、小児尖足に対する矯正手術を施行した2症例に対してHAL単関節タイプ(HAL-SJ)足関節ユニットを使用したリハビリテーションを実施した。患児達は楽しみながら足関節背屈/底屈の反復運動を行い、良い結果を得る事が出来た。症例は8歳のクラリーノ症候群の男児（症例1）と6歳の脳性麻痺痙直型片麻痺の男児（症例2）である。手術側は、症例1が右側、症例2は左側である。HAL-SJトレーニングは、手術後に裸足で独歩が可能になった時点から開始し、1回20分、合計8回（週2〜4回）行った。トレーニングの前後で評価を行い、評価項目は、10m歩行テスト、足関節背屈/底屈の関節可動域と筋緊張評価のModified Ashworth Scale 、下肢随意運動評価のSelective Control Assessment of the Lower Extremity 、粗大運動評価のGross Motor Function Measure(GMFM)の中項目の内、立位項目のD領域と歩行・走行・ジャンプのE領域を行った。また、3次元動作解析装置を使用して歩行解析を行った。さらに、下腿筋群の共収縮の程度を評価するため、表面筋電図を使用して前脛骨筋と腓腹筋のcoactivation index（COI）を測定した。結果、両症例共に歩行速度、足関節背屈角度、GMFMのE領域で改善をみとめた。また、歩行解析では症例1の手術側の立脚相の股関節・膝関節の伸展角が改善し，症例2では遊脚相の下垂足が改善した。COIは両症例共にHAL-SJトレーニング前はCOI値が高く、過剰な共収縮を認めたが、トレーニング後にCOI値が低下した。HAL-SJ足関節ユニットを使用したトレーニングによって運動機能指標が改善し、効果的な介入であったと考える。

ポスター発表　HAL 自立支援用下肢タイプ、HAL 自立支援用下肢タイプ Pro、HAL 腰タイプ

ポスター発表 8　当院地域包括ケア病棟におけるロボットスーツ HAL®短期入院の取り組み報告

古賀研人、三浦聖史[1)]、小嶋栄樹[1)]、中島雄基[1)]、中尾元紀[1)]、
平嶺公鏡[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、[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

【背景と目的】

ロボットスーツHAL®（Hybrid Assistive Limb®）は近年、急性期や回復期でのリハビリテーション治療以外にもデイケアや訪問リハビリテーション等の生活期サービスにおいても多く活用されており活躍の場を広げている。今回、地域包括ケア病棟の特性を活かし生活期の症例に対して2週間の短期入院でHAL自立支援用下肢タイプPro（以下、HAL®）を用いた歩行リハビリテーションを行い、歩行状態の改善を認めた症例を報告する。

【症例紹介】

熱中症にて同法人急性期病院へ救急搬送された30代女性。既往の脊髄脂肪腫（硬膜形成術後）により両下肢の感覚障害と痙性麻痺を呈しており、これまでに痙性歩行に対してHAL®を使用した歩行訓練を継続的に行った経緯あり。熱中症に対しては数日の療養にて退院可能な状態まで改善したが歩行に不安が残った為、HAL®を使用した歩行リハビリテーションを目的として当院地域包括ケア病棟へ転院となった。地域包括ケア病棟での入院期間は2週間であり個別の理学療法、作業療法に加えてHAL®、HALTREADを使用した歩行訓練を8回、HAL腰タイプを使用した起立、階段昇降訓練を5回行った。

【結果】

10m歩行は15.25秒（30歩）から9.32秒（20歩）と向上し、TUGも13.38秒から11.58秒へと向上した。CS30も9回から12回へ向上した。両下肢MASは3から1へと改善した。

【考察】

本症例は既往の脊髄脂肪腫により7年ほど前から両下肢の感覚障害、異常筋緊張を認めており痙性歩行が出現していた。今回、地域包括ケア病棟にて短期集中でのHAL®装着訓練を実施し起立、歩行能力の向上を認めた。先行研究でもHAL®を用いた歩行訓練はinteractive bio-feedback（iBF)理論に基づき脊髄症術後（脊髄萎縮）に対して歩行能力を改善させることが報告されている。本症例もHAL®を用いた動作訓練によって、望ましい動作を装着者にフィードバックしながら反復できたことで異常筋緊張の緩和が図れ、起立、歩行能力の向上に繋がったと考える。

本症例は30代と若く、今後も定期的なケアが必要となる可能性が高い。特に介護保険対象外の若年障害者の機能維持・向上には医療保険制度の下での集中リハビリテーションが必要とされる場合が多い。地域包括ケア病棟の特性を活かしたHAL®短期入院は脊髄由来の慢性期歩行障害に対して有用であることが示唆された。

ポスター発表 9　当院における HAL®腰タイプ自立支援用の実際と今後の課題について

石原佳子、藤原春華[2)]、水田泰博[1)]、森本隆也[1)]、川田稔[1)]、横田暁雄[3)]、芳田勝正[3)]、伊勢眞樹[4)]

医療法人誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション部、[1)]医療法人誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション部、[2)]医療法人誠和会 介護老人保健施設 福寿荘、[3)]医療法人誠和会 倉敷紀念病院 通所リハビリテーション、[4)]医療法人誠和会 倉敷紀念病院 リハビリテーション科

【はじめに】

当法人は各施設でHAL®腰タイプ自立支援用(以下，腰HAL)を導入し，積極的な腰HALの活用を目指して腰HALチームを設置している．昨年度，チームで運用上の課題を抽出し改善にむけ検討を行った．今回チームでの検討後の病院における腰HAL運用の実際と今後の課題について報告する．

【対象と方法】

令和3年10月から令和4年7月で，当院入院患者と外来患者で腰HALを2回以上実施できた17例．内訳は入院患者12例，外来患者5例．平均年齢は入院患者78.1歳，外来患者70.0歳．平均実施回数は入院患者9.1回，外来患者5.4回．17例を目標別に群分けし評価データを後方視的に調査した．

目標は対象者の動作レベルに合わせて座位安定性向上，起立動作安定性向上，立位・歩行安定性向上の3群とした．評価項目は，座位安定性向上群はHoffer座位分類，起立動作安定性向上群は虚弱性高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト(以下，フレイルCS-10)とFunctional Reach Test(以下，FRT)，立位・歩行安定性向上群は起立動作安定性向上群の評価項目に加えてTimed Up & Go Test(以下，TUG)とした．

【結果】

座位安定性向上群は１例でHoffer座位分類が初回2から最終１．起立動作安定性向上群は5例でフレイルCS-10は初回平均0.8回から最終平均1.3回，FRTは初回平均0㎝から最終平均19.5㎝．立位・歩行安定性向上群は11例でフレイルCS-10は初回平均2.3回から最終平均3.9回，FRTは初回平均16.3㎝から最終平均22.4㎝，TUGは初回平均14.17秒から最終平均13.14秒とすべての項目で向上が見られた．主観評価として「バランスがとりやすくなった」「立ち上がりやすくなった」という回答を得た．

2回以上の使用が困難な例は50例いて，理由の主なものは急な退院や状態悪化，本人受入れ不良，股・膝関節の関節可動域制限や疼痛，アシストと動作タイミングが合わないなどであった．

【考察】

目標と評価項目を設定したことで療法士へ使用目的を明確にしやすくなったと考える．また、群分けすることで当院の腰HAL使用患者の特色が明確にしやすくなった．しかし，継続して使用できる症例数がまだ少なかった。実施困難な理由の中にリハ療法士の知識や使用技術によるものもあった．腰HALチームから部署内へ腰HALの治療方法や効果を定期的に公表して周知を図り，困難例は積極的に介入して治療法の検討を行うなどの活動が必要と考える．今後も症例数を増やし,より効果的な治療提供ができる体制を整えていきたい．

ポスター発表 10　脊髄損傷不全対麻痺者 1 例に対する HAL 自立支援用単関節タイプ足関節ユニットを用いた介入効果

Ankle training with Hybrid Assistive Limb in a patient with incomplete spinal cord injury

古関一則、高橋一史[1)]、山本哲[2)]、吉川憲一[1)]、安部厚志[1)]、六崎 裕高[3)]

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、[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 保険医療学部 理学療法学科、[3)]茨城県立医療大学付属病院 整形外科

【背景・目的】

脊髄損傷後は損傷高位以下の運動麻痺・感覚障害が生じ、腰髄・仙髄領域の支配である足関節機能は障害を受けやすい部位の一つである。今回、脊髄損傷による不全対麻痺者1例に対し、単関節Hybrid Assistive Limb(HAL)足関節ユニットを用いた介入(HAL-T)を行い、その効果を動作筋電図の手法を用いて検証することを目的とした。

【方法】

症例は30代男性、第1腰椎破裂骨折に伴う脊髄損傷（Neurological level of injury: L1, ASIA Impairment Scale: C, ASIA motor score(R/L) L2: 4/4, L3: 3/4, L4: 0/0, L5: 0/0, S1: 1/0）の不全対麻痺患者。HAL-Tは受傷後101日時点で開始し、HALのアシスト下での①端坐位での足関節底背屈運動、②立位での膝屈伸運動、②立位でのステッピング練習を組み合わせて、１回20分、5回/週の頻度で計10回行った。HAL-T前後評価として端坐位での足関節底背屈自動運動を10回行い、3次元動作解析装置(myoMOTION™, Noraxon）及び表面筋電図(EMG, Ultium, Noraxon)を用いて左右足関節底背屈角度、前脛骨筋・腓腹筋のEMGを計測し、比較した。

【結果】

HAL-T前後の下肢筋電図を比較すると、介入前は足関節底背屈運動時に左右共明らかな筋活動は認められなかったが、介入後は左前脛骨筋においてphasicな筋活動が出現した。HAL-T前後の左右足関節底背屈角度に明らかな関節角度変化は認められなかった。

【考察】

脊髄損傷後の重度下肢機能障害患者については、一般に電気刺激療法やEMGバイオフィードバック療法等が適用される。本症例では初回介入時にはCVCモードで有効な関節運動が得られなかったが、HALのGain、Assist Level、Assist Balanceを調整して関節運動が起こりやすい状態を作り、コントローラーのEMGグラフを視覚的に提示する、意図する関節運動が生じた際に正のフィードバックを適宜行うことで徐々に随意運動が出現した。本症例ではこのように視覚的・感覚的なフィードバックを利用し繰り返し介入することが、足関節機能の賦活に有効であったと考えられた。

【結論】

単関節HAL足部ユニットを用いた介入は脊髄損傷後の足関節運動の誘発に効果的な可能性が示唆された。

ポスター発表 11　腕神経叢損傷患者に対する上肢 HAL を用いた筋再教育バイオフィードバック訓練

Muscle re-educational bio-feedback training using upper limb Hybrid assistive limb for patients with brachial plexus injury

久保田茂希、門根秀樹[2)]、清水如代[3)]、山崎正志[4)]

筑波大学 医学医療系 運動器再生医療学（整形外科）、[1)]筑波大学 医学医療系 運動器再生医療学（整形外科）、[2)]筑波大学 未来医工融合研究センター（CIME）、[3)]筑波大学 医学医療系 リハビリテーション科、[4)]筑波大学 医学医療系 整形外科

【背景】腕神経叢損傷は再建する機能に限界があり、肘屈曲力不足などにより補助手にとどまる症例が散見され、新しい技術開発が望まれる。
【対象と方法】腕神経叢損傷を受傷した13例を対象とした（平均年齢35.8歳）。損傷型はC5-6型（上位型）4例、C5-7型1例、C5-8型1例、全型7例、手術は肘屈曲再建術12例（肋間神経→筋皮神経移行術7例、肋間神経→胸背神経移行術1例、尺骨神経部分移行術2例、遊離神経移植術2例）、保存治療は1例であった。全13例に対して上肢HALを用いた肘屈曲訓練を外来通院にて週1回～月1回の頻度で実施し、有害事象の有無を調査した。HAL開始時は、受傷から平均49.5カ月（4カ月～23年）が経過していた。肋間神経→筋皮神経移行術7例について、術後再神経支配が得られ上腕二頭筋筋力[1]に到達した時点から上肢HAL訓練を開始した症例は5例であり、HAL訓練開始前・終了後・最終観察時（平均23カ月）での肘屈曲力、上腕二頭筋筋力[3]までの到達期間を調査した。また5例中1例に対して、上肢HAL訓練中の上腕二頭筋MMT1、2時の筋活動（平均振幅）を、無線筋電図計測機器を用いて計測しHAL装着時・非装着時で比較した。
【結果】全例で重篤な有害事象なく上肢HALを用いた訓練が可能だった。HAL実施回数は、平均21.2回であった（7～52回）。筋力[1]からHALを開始した5例について、肘屈曲力（MMT）はHAL開始前1から3へ改善し、最終観察時（平均23カ月）はMMT4が3例、3が2例であった。筋力[3]までの到達期間は14.2カ月であった。1症例における肘屈曲を命じた状態でのHAL装着時、非装着時での上腕二頭筋筋活動は、最大収縮時に対して各々77.2±29.8%、63.0±32.6%であり、HAL装着時が有意に高値を示した。
【考察】腕神経叢損傷に対して、上肢HAL用いた肘屈曲訓練は安全に実施でき、筋電図学的にも良質な筋再教育バイオフィードバック訓練となりうる可能性が示唆された。

ポスター発表 12　前十字靭帯再建患者に対して装着型動作支援ロボット(単関節HAL)を使用した経験

Single-joint Hybrid Assistive Limb in Knee Rehabilitation after anterior cruciate ligament Reconstruction

相馬裕一郎、六崎裕高[1)]、吉岡友和[2)]、久保田茂希[2)]、清水如代[3)]、金森章浩[2)]、羽田康司[3)]、山崎正志[2)]

筑波大学附属病院 リハビリテーション部、[1)]茨城県立医療大学 保健医療学部医科学センター、[2)]筑波大学 医学医療系整形外科、[3)] 筑波大学 医学医療系リハビリテーション科

【はじめに】
前十字靭帯(anterior cruciate ligament、以下ACL)再建後の患者に対し膝単関節Hybrid Assistive Limb(HAL、CYBERDYNE社)を用いた膝関節屈曲・伸展訓練を施行し、訓練前後での膝関節機能を評価したため報告する。
【方法】
2019年4月から2020年10月までに当院でACL再建術が施行された11名(男性6名、女性5名; 平均年齢25.0±8.4歳; 身長167.6±8.4cm; 体重68.4±11.0 kg)を対象とした。膝HAL訓練は安全性を考慮し、介入開始時期は移植腱の組織学的成熟が得られる再建術後18週目からとし、週１回、合計3セッションを実施した。セッション毎に、HAL装着下にて膝関節伸展・屈曲のアシスト訓練を50回ずつ行った。各評価項目は再建術後17週目(HAL前)と21週目(HAL後)に測定した。主要評価項目の等速性膝伸展屈曲筋力はBIODEX system3(BIODEX社製)を用いて角速度設定60・180/300deg/secで測定し、得られた最大トルクから対称性指数(LSI)を求めた。その他膝関節機能及び臨床評価として自動および他動関節可動域(ROM)、Tegner Activity Scale score、Lysholm Knee Questionnaire score、Pivot shiftテスト、Lachman's テスト、KT-2000を測定した。統計学的手法は検定に先立ち各変数が正規分布に従うかをShapiro-Wilk検定で確認し、正規分布に従うことが確認された項目の比較に対応のあるt検定を、正規分布に従わなかった項目は対応のある2群の検定としてWilcoxonの符号順位検定を用いた。
【結果】
等速製膝伸展屈曲筋力のLSIは角速度60deg/secで統計学的有意差を認めた。またROM、Tegner Activity Scale、Lysholm Knee Questionnaire scoresはHAL前後で有意に改善した。Pivot shift、Lachman's テストはそれぞれ陰性であった。KT-2000はHAL前と後でそれぞれ1.1±1.3から0.7±0.5だった。
【考察】
ACL再建後の患者に対し膝HAL訓練を施行し、介入前後で膝機能評価に統計学的有意差を認めた。安全性が示されたと同時に、ACL再建後の臨床成績に重要な筋力改善にHAL訓練が寄与した可能性が示唆された。

ポスター発表 13　ミトコンドリア脳筋症に対する負担軽減下での歩行練習の効果

金子真、須藤恵理子[1)]、武田超[1)]

秋田県立リハビリテーション精神医療センター、[1)]秋田県立リハビリテーション精神医療センター

【はじめに】6年前にミトコンドリア脳筋症と診断された本症例は、長期の経過で筋力低下と易疲労が顕著で、歩行速度は保たれているが運動失調による安定性の低下があった。また、通常の歩行訓練では150m程度の歩行で急激な心拍数の上昇と、歩行安定性と速度の急激な低下が見られ歩行量の確保が困難だった。今回HAL®自立支援用下肢タイプ（HAL）を用い、適度な運動負荷量の歩行訓練を継続して実施し、歩行耐久性が改善したので報告する。

【方法】症例は63歳女性。X年当院回復期に入院後、通常の訓練内容は、バランス訓練や筋力強化に加え、疲労や心拍数に配慮して120m×3回の歩行練習を実施した。HAL装着下での歩行訓練は、週3～4回、280m×3回の計20回実施した。HALはCVCモードで、心拍数や筋疲労を確認し、アシストの強さは重さを感じず、疲労感の少ない状態に訓練毎に調整した。股関節伸展を意識し、良姿勢で歩幅の大きい歩行となるよう促し、転倒防止のため免荷式歩行器（POPO）も併用した。評価項目としてBerg　Balance　Scale（BBS)、6分間歩行距離（6MD)、Physiological　Cost　Index（PCI)、10m最大歩行速度（MWS）を計測し、カルテより入退院時の骨格筋量指数（SMI)、CPK値も確認した。

【結果】HAL実施前後の比較では、BBSは47→54点、6MDは243→292mに改善。PCIの変化は0.87→0.7beats/mで、心拍数変化量が変わらず（37→38)、快適歩行距離が124→162mに向上し改善した。入院時高値だったCPK値は251から136U/Lに低下し正常範囲となった。またSMIは5.2→5.3kg/m^{2}でサルコペニアの状態に変化なく、MWSは1.23→1.3m/Secで変化は少なかった。

【考察】HALアシストの筋出力補完と、外骨格フレームで失調性動揺を軽減させた歩行が、負担が少なく、良姿勢での歩行量増加を確保できた。HALとPOPOの併用が、有害事象を生じさせず、反復練習を可能にした。HAL開始前に見られた長距離歩行での急激な心拍数の増加や、筋疲労による歩行安定性低下も穏やかとなり、歩行耐久性の改善につながったと思われる。症例を重ね検討する必要はあるが、HALを使用が慢性期のミトコンドリア脳筋症の歩行耐久性向上に寄与する可能性が示唆された。

ポスター発表 14　脳卒中片麻痺一症例に対する足関節アタッチメント付き医療用 HAL 単関節タイプの治療効果 -運動量増加機器としての検証-

藤井有希也、浅野圭亮[1)]、伊藤彰良[1)]、上倉洋人[1)]、今野洋輔[1)]、高橋宏太[1)]、鈴木邦彦[2)]

志村大宮病院 志村大宮病院・茨城北西総合リハビリテーションセンター、[1)]医療法人博仁会 志村大宮病院・茨城北西総合リハビリテーションセンター、[2)]医療法人博仁会 志村大宮病院

【はじめに】脳卒中発症早期にロボット機器などを用いた反復運動がリハビリテーション効率を高めるとして、令和2年診療報酬改定で運動量増加機器加算が新設された。運動量増加機器として認証を受けているHAL®医療用単関節タイプ(以下：HAL-SJ)だが、足関節アタッチメントを用いた介入の報告は少ない。

今回、脳梗塞により片麻痺を呈した一症例に対し足関節アタッチメントを付けたHAL-SJを用いた運動療法を行った結果を報告する。なお抄録文字数の都合上、詳細な方法・経過については発表当日に紹介する。

【症例紹介】脳梗塞(右内包後脚)を発症し左片麻痺を呈した80歳代男性。回復期リハビリテーションにて80病日よりHAL-SJを用いた介入を開始。

HAL-SJ開始時所見：Br.stage下肢IV（足関節背屈運動は極わずかのみ出現)、感覚障害無し、歩行はAFO・4点杖使用監視～軽介助（FAC=2)、10m歩行試験は16.6秒・24歩、6分間歩行試験136.6m。

【倫理的配慮】症例に本報告の趣旨を十分に説明し同意を得ている。

【介入・結果】HAL-SJを用いた運動療法は80病日から94病日(87病日の休息日を除き13日間)で20分／日行い、合計260分実施した。介入では、足関節アタッチメント用いて麻痺側足関節へ機器を装着し、端座位または立位にて足関節底屈・背屈運動を時間内でできるだけ多く繰り返した。設定はstandardモードで、代償運動無く足関節底屈・背屈運動が最も大きく行えることを目安にアシスト力を調整した。介入期間での足関節の底屈・背屈の反復回数は合計 7065 回 、1 介入あたり504.6± 35.2回だった。

終了時所見：Br.stage下肢IV（足関節背屈運動は十分に出現)、歩行はAFO・4点杖使用監視（FAC=3)、10m歩行試験14.3秒・21歩、6分間歩行試験202.0m。大幅な歩行耐久性と足関節背屈運動の改善、わずかだが歩行速度向上・歩幅の増大と歩行介助量の軽減を認めた。

【結論】本症例ではHAL-SJ足関節アタッチメントを用いた足関節底背屈運動によって十分な下肢運動量が確保され、下肢機能・歩行機能に変化をもたらしたと考える。本症例においてHAL-SJ足関節アタッチメントは運動量増加機器として有用であった。

ポスター発表 15　腰部脊柱管狭窄症術後早期から HAL 医療用単関節タイプと HAL 自立支援用下肢タイプ Pro を使用した 1 例

A case of lumbar spinal canal stenosis using HAL-SJ and HAL-FL from early postoperative period

俵紘志、奥田咲穂[1)]、奥田卓矢[1)]、吉岡雄一[1)]、森田有紀[1)]、内田綾[1)]、藤井一輝[1)]、豊川容平[1)]、坂本暁良[1)]、三浦泰裕[1)]、岡崎智弘[1)]、三島明[1)]、藤井俊宏[1)]

福山市民病院 リハビリテーション科、[1)]福山市民病院 リハビリテーション科

【はじめに】
腰部脊柱管狭窄症（lumbar spinal stenosis；以下，LSS）は、疼痛や痺れに伴い歩行障害を呈する退行変性疾患であるが、先行研究において、LSSのリハビリテーションにHALを使用した報告は少ない。今回、LSS術後早期からのリハビリテーションにHALを使用する機会を得たため、若干の考察を加えて報告する。

【症例紹介】
10年前から反復性うつ病性障害にて当院精神科に通院している80歳代女性。もともと独居で、自宅内は独歩、屋外は杖歩行で自立していたが、2年前からLSSによる右下垂足と間欠性跛行が徐々に進行。自宅内数mのつたい歩きにも難渋するようになり、外出は車いす移動となった。CT検査にてC5/6、L3/4・L4/5レベルでの狭窄あり、LSSに対して椎弓切除術を施行した。

【経過】
術翌日より、右足首に対してHAL医療用単関節タイプ（以下,HAL-SJ）を使用した運動療法を開始。バイオフィードバックとして、タブレットで生体電位信号を確認しつつ反復練習を施行した。術後３日目からは、HAL-SJでの反復練習に加えて、HAL自立支援用下肢タイプPro（以下, HAL-FL）を使用した立位・歩行練習をリハビリテーションプログラムに追加し、All In Oneで安全を確保し、積極的な交互歩行練習を実施した。術後10日目には、リハビリテーションと退院調整目的で他院へ転院となった。
尚、HAL-SJはgentleとauto extのモードを、HAL-FLは右下肢CVC、左下肢CICモードを使用した。

【結果】
入院中、気分の落ち込みなく、前向きにリハビリテーションを実施出来た。
リハビリテーション介入前後で、右第1趾伸展はMMT2のまま、右足関節背屈はMMT2から3となった。また、Barthel Indexは40点が60点となった。転院時のTimed up and go testは24歩、17.8秒。10m歩行は25歩、16.7秒であった。

【結語】
LSS手術患者に対する積極的な術後リハビリテーションの一助として、HALを使用することは、身体機能のみでなく、手術満足度、不安解消度など、心理的要素の成績の向上にもつながることが推察される。

ポスター発表 16　原因不明の腓骨神経麻痺による両側下垂足に対し、HAL 単関節タイプ（足関節）を使いリハビリテーションを実施した 1 例

Usefulness of Rehabilitation using single joint HAL (ankle joint) for drop foot due to unknown peroneal nerve palsy - A case report -

大矢渉、荒川太貴[1)]、坂井路子[2)]、鷲尾翔太[2)]、徳永邦彦[3)]、村岡幹夫[4)]

亀田第一病院 リハビリ科、[1)]亀田第一病院・リハビリ科、[2)]亀田第一病院・電気生理検査部、[3)]亀田第一病院・新潟股関節センター、[4)]亀田第一病院・リハビリテーション科

【はじめに】

原因不明の腓骨神経麻痺により、両側下垂足を呈した症例に対し、足関節HAL（足HAL）を使用したリハビリテーション（リハ）を施行し、著しい歩行およびADLの改善を認める事が出来た。類似する末梢性神経障害性下垂足への足HALの適応拡大を期待し報告する。

【症例】

57歳女性、生来、両側の下垂足、足部変形あり、跛行あるも独歩可でADLも自立しており、医療機関を受診する事無く現在に至る。2021年7月に右側、8月に左側の両側末期変形性股関節症に対する人工股関節全置換術を施行するも術後3か月においても、活動性の低さ、ADLの改善が乏しい事から、リハ科へ紹介。両側下垂足に対して足HALを外来通院で実施することとした。下垂足は、原因不明の腓骨神経麻痺によるものと診断されたが、凹足、鉤爪趾変形の他、下腿後面筋群の短縮、母趾球と小趾球には足部変形による胼胝が見られた。

【方法】

開始から5か月間は週3回、各日1時間、両足HAL（座位背屈）と足HAL装着下で荷重位での訓練を行い、その後は1月に6日の頻度でリハを実施した。評価は徒手筋力検査(MMT)、3m times up go test(TUG)、10m歩行、2分間歩行距離(2MWT)、動画撮影（自由歩行、足関節自動底背屈、足趾自動屈曲伸展）を行った。また、患者主観におけるADL上での変化を聴取した。

【結果】

評価時期を開始前→開始後1か月→3か月→6か月で示す。

MMTは6か月間、左右共にMMT1以下の増加幅にとどまった。TUG:12.62秒→11.10→10.53→10.34、10m歩行:11.35秒（20歩）→10.49（19）→10.27（19）→9.99（19）、2MWT:90m→100m→110m→115mといずれも経時的改善を示した。またHAL開始直後から足関節背屈や足趾を軽く動かせる感じや歩行時の足の軽さを実感した。またHAL実施前には半日生活すると午後には疲労感で身体を休めなくてはならなかった生活が、開始1か月後には1日中疲労なく動けるようになった。半年後にはバイキング会場でトレーを自分で持って料理を選び運べるまでになり、本人の満足度は非常に高いものとなった。

【考察】

MMTの改善は僅かであるもののADL改善の満足度は非常に高いものとなった。鉤爪趾による浮趾状態が解消したことによって立位、動作時に趾を含めた支持基底面が拡大し、姿勢の安定性が増加、易疲労性の解消、活動性の飛躍的向上につながったように思われた。これは、HALによる足関節の反復運動が拮抗筋の抑制効果を高め、分離運動を促進すると推察されたが、本症例では電気診断的にこれを証明することは出来なかった。

ポスター発表 17　脳卒中を既往にもつ大腿骨頸部骨折術後患者に対し歩行速度向上を目的に HAL とトレッドミルを併用した一症例

A case of use of HAL and treadmill to improve walking speed in a patient with femoral neck fracture who had a history of stroke

平岡風気、平戸大悟[1)2)]、鈴木雄太[3)]、山岡滉太[1)]、浦辺幸夫[2)]、白川泰山[1)]

マッターホルンリハビリテーション病院、[1)]マッターホルンリハビリテーション病院、[2)]広島大学大学院医系科学研究科、[3)]九州栄養福祉大学リハビリテーション学部

【目的】

今回，視床出血を既往にもつ大腿骨頸部骨折術後患者に対しHybrid Assistive Limb（HAL）下肢タイプとトレッドミルを併用したリハビリテーションを行った．慢性期脳卒中患者に対してHALを使用した歩行練習は歩行速度の向上に有用であるが（Watanabe et al., 2020），大腿骨頸部骨折を併発した症例に対するHALの効果は不明である．本報告の目的は脳卒中を既往にもつ大腿骨頸部骨折術後患者に対するHALの効果を歩行速度に着目して検討することである．

【症例報告】

対象は左大腿骨頸部骨折術後に当院回復期病棟へ転院した50代男性である．7年前に視床出血を発症し，左片麻痺を呈していた．本人のデマンドは「もっと速く歩けるようになりたい」であった．

HAL介入開始時の歩行自立度（Functional Ambulation Category；FAC）は3（監視レベル）であり，4点杖と短下肢装具を使用した3動作揃え型の歩容であった．10 m歩行テストは35.2秒（42歩），6分間歩行テストは105 mであった．Brunnstrom Recovery Stage（BRS）は上肢Ⅲ，手指Ⅲ，下肢Ⅲ．Stroke Impairment Assessment Set（SIAS）は合計34/76点，Fugl-Meyer Assessment下肢運動項目（FMA-LE）は12/34点．MMTは患側膝関節伸展が2，股関節屈曲が2であった．HAL歩行練習は週4回，1回30分とし，左単脚型HALの随意制御モードを使用し，免荷式トレッドミルを併用した．評価は介入開始時，4週後に行った．

【結果と考察】

初回介入は15 kg免荷，1.1 m/hの速度で開始し，練習距離は合計200 mであった．遊脚期での振り出しの困難を認めたため，股関節アシストレベル6；バランス屈曲4，膝関節アシストレベル4；バランス屈曲4とし，屈曲アシストが優位になるよう調整した．徐々に膝関節アシストを減らし，股関節アシストを増大させた．4週目では免荷なし，1.8 km/hの速度で合計700 mの歩行が可能となった．

介入終了時のFACは4（屋内歩行自立レベル）に改善し，歩容は3動作前型歩行となった．10 m歩行テストは23.1秒（37歩），6分間歩行テストは140 mと改善を認めた．BRSは変化なく，SIASは40/76点，FMA-LEは15/34点であった．MMTは患側膝関節伸展は2と変化がなかったが，股関節屈曲は3と改善を認めた．

今回，股関節周囲の随意性および筋力の低下に対して，HALを用いて股関節アシストを多くして歩行練習を行った．介入後では股関節周囲の機能改善を認め，歩行自立度の改善および歩行速度の向上が得られた．HAL介入前の機能評価の結果から，股関節と膝関節アシストのバランス調整を行ったことが今回の結果につながったと考えられた．

ポスター発表 18　重度片麻痺患者に対しての HAL 腰タイプ使用でリハビリテーション意欲が向上し身体機能改善に繋がった一症例

北尾知己、関照美[1)]、額賀翔太[1)]、萩野凌[1)]、里上惇[1)]、丹下夏樹[1)]、HOANG VIET TRAN[1)]、川原勲[1)]

医療法人和幸会 阪奈中央病院、[1)]医療法人和幸会 阪奈中央病院

【目的】
左中大脳動脈梗塞による右片麻痺を呈した60代男性に対して、動作能力改善を目的に理学療法とHAL腰タイプにて介入し、運動能力、FIM、体重、HbA1cの改善を認めたため報告する。また、患者はHAL使用以前からロボットリハビリテーションに高い意欲があった。
【方法】
急性期病棟では1日40分の理学療法を行い、回復期病棟転棟後は1日60分の理学療法を毎日行うことに加えて、2回に分けて計19日間HAL腰タイプによる訓練を行った。入院期間は125日であった。訓練内容として骨盤前後傾運動、体幹前後屈、立ち座り運動を各20回行った。評価項目は10m快適歩行、TUG、CS-5、FIM、体重、BMI、HbA1cを入院期間中適宜測定し比較した。また、通常リハビリテーションとロボットリハビリテーションに対する意欲についてはPittsburgh rehabilitation participation scale（PRPS）を用いて評価を行った。
【結果】
入院時と退院時を比較し、体重は89.1kgから74.0kg、BMIは31.9kg/m^2から26.5kg/m^2。HbA1cは7.0%から5.5%。10m快適歩行は23.1秒から16.4秒、TUGは26.4秒から16.7秒、CS-5は30.1秒から19.9秒。FIM は57点から110点。PRPSは通常リハビリテーションでは4点、HAL腰タイプでは6点であった。
【考察】
左中大脳動脈梗塞患者に対してHAL腰タイプを併用しリハビリテーションを行った結果、目的としていた動作能力改善に繋がった。さらにHbA1cや体重、BMIの改善もみられ肥満患者や2型糖尿病患者に対しても良好な影響を与えると考えられた。これらはHALによる疲労の少ない運動によって、入院期間中に一定の運動量が得られたため良好な結果に繋がったと考えた。また、患者は通常リハビリテーションに対する意欲は低かったが、ロボットリハビリテーションへの意欲は高く、積極的にリハビリテーションに取り組めたことも影響したと考えた。本症例からHAL腰タイプによる訓練は動作能力の改善にとどまらず、幅広く身体に影響を与える可能性が考えられる。

ポスター発表 19　「頚椎症性脊髄症に対する腰 HAL 使用の有用性」
～退院後４か月間のフォローアップを含めて～

丹下夏樹、額賀翔太[1)]、松浦直希[2)]、関照美[1)]、萩野凌[1)]、北尾知己[1)]、里上惇[1)]、HOANG VIET TRAN[1)]、川原勲[1)]

医療法人和幸会 阪奈中央病院、[1)]医療法人和幸会 阪奈中央病院、[2)]医療法人和幸会 パークヒルズ田原苑

目的：頚椎症性脊髄症による不全麻痺に対するリハビリテーションにHAL腰タイプを使用し機能回復への影響を検討した。さらに施設間での継続したHAL腰タイプの使用が可能であったため、退院4か月後のフォローアップが可能であった症例を経験したので報告する。

方法：対象は、頚椎症性脊髄症と診断された70歳代女性、身長139㎝、体重57kg、BMI29.5kg/m²。四肢の脱力感から歩行困難となり当院入院となった。１病日から通常リハビリテーション開始。29病日から57病日まで通常リハとHAL腰タイプを併用。当院退院後、他施設にて継続してHAL腰タイプを４か月実施した。HAL腰タイプの使用頻度は3～5回/週実施、運動内容は骨盤前後傾および反復起立運動を実施した。1回の使用時間は20分間実施した。介入時間は入院時1日４０分×２回、他施設では２０分であった。評価項目は5回立ち上がり時間、膝伸展筋力、握力、10m歩行（以下10MWT)、運動FIMを入院期間中HAL腰タイプ使用後2週毎、退院後他施設で6か月後に測定した（29病日、43病日、57病日、177病日)。

結果：膝伸展筋力（右/左：kgf）は10.1/7.9、12.4/11.2、10.8/13.4、7.1/10.9。握力（右/左：kg）9.3/9.０、12.4/11.2、10.9/10.1、11.8/9.6。5回立ち上がり時間（Pick Up Walker使用：秒）は32.79、18.52、12.3、9.84。10m歩行（秒）200、105、60、35。運動FIM（点）21、31、57であった。

考察： 10m歩行テスト、5回立ち上がり時間の改善が認められた要因として、入院期間中の下肢筋力向上によるものではないかと考えられた。他施設において２０分間の介入であっても継続してHAL腰タイプを使用することにより筋力、動作能力の維持が出来ていたことから、HAL腰タイプの継続使用は運動療法の一助になると考えられる。今回入院期間中で大きく運動機能面の向上が認められ、さらに他施設での介入の結果、筋力に変化はなかったが動作能力の向上が確認できた。今回は１症例の検討であったため、さらなるHAL腰タイプの効果検証が必要である。

ポスター発表 20　神経難病患者に対する装着型サイボーグ HAL®治療の運動学的考察

山内駿介、清水如代[2)]、門根秀樹[3)]、上野友之[4)]、青木麻美[1)]、岡本善敬[1)]、西川浩子[1)]、俣木優輝[2)]、渡部岳[2)]、阿部正治[2)]、伊藤優[2)]、上村周平[2)]、石川 公久[1)]、羽田康司[2)]

筑波大学附属病院 リハビリテーション部、[1)]筑波大学附属病院 リハビリテーション部、[2)]筑波大学 医学医療系リハビリテーション医学、[3)]筑波大学附属病院 未来医工融合センター、[4)]茨城西南医療センター病院 リハビリテーション科

【はじめに、目的】

神経難病患者に対する装着型サイボーグHALを用いた治療により、多くの患者において歩行機能の改善が認められている。しかしながら、治療効果にはばらつきが多く、改善率が大きい症例や小さい症例を経験してきた。そのため、HAL治療のより効果的な運用には、歩行機能が改善しやすい症例の特徴や傾向について検討を行う余地があると考えた。

今回、HAL治療前後の歩行機能を評価し、運動学的に解析を行った。治療成績と関節機能において知見を得たのでここに報告をする。

【方法および分類】

当院においてHAL治療を行った神経難病患者10例を対象とした。歩行評価時に三次元動作解析(VICOM Mx)を行い、歩行フェーズごとの下肢関節矢状面角度・角速度を評価した。また、歩行機能評価として2分間歩行テスト（以下、2MWT)、6m歩行テストによる最大歩行速度を用いた。

【結果】

各群の改善率は中央値を算出した。4例が高い改善率を示し、2MWTの改善率は34.5%、最大歩行速度の改善率は37.5%であった。3例において中等度の改善率を示し、2MWTの改善率は11%、最大歩行速度の改善率は4%であった。改善が低い群は3例認められ、2MWTの改善率－3.9%、最大歩行速度の平均改善率は-1%であった。

歩行解析の結果、Pre swing時に足関節背屈角速度と歩行機能の改善率が有意に相関していた(2MWT;P=0.001,R=0.903)。また高い改善率を示した症例では股関節伸展角度も治療前後で拡大している傾向にあった。

【考察】

本研究において足関節背屈角速度と治療成績の関係が認められた。足関節機能が維持されている時期にHAL治療を行うことで大きく機能改善する可能性を示唆した。また足関節機能が低い症例でも歩行機能は改善しており、他関節の機能温存も重要と思われる。そのため、HAL治療は各関節機能が比較的温存されている時期に実施されることが望ましい。

今後の課題として治療前の身体活動量や頚部・体幹機能、使用している補助具や装具の影響も考え、さらに検討する必要がある。

ポスター発表 21　HAL 腰タイプを用いた反復重量物挙上動作における上肢・体幹筋協調制御の解析

Analysis of coordinated muscle control during repetitive lifting using Lumbar-HAL

門根秀樹、チュンクワンタン[1)]、三浦紘世[1)]、鈴木健嗣[1)]、山崎正志[1)]

筑波大学、[1)]筑波大学

【目的】重量物挙上を伴う作業による腰痛が問題となっている。介護職における腰痛は休業や離職の原因ともなる。HAL腰タイプ(以下、HAL)は、腰部および大腿に外骨格およびベルトを装着し、股関節の伸展支援によって腰部動作の負荷を軽減するものであり、これまでに作業時の疲労軽減や作業効率の向上が報告されている。ここでは、HALを使用した高負荷作業時におけるHALの生体力学的効果の評価を目的として、疲労限界まで重量物挙上を反復した際の上肢・体幹筋活動を計測し、HAL有無で比較した。
【方法】健常者20名（男13女7、31.5±6.6歳）が本研究に参加し、HAL有および無の条件で疲労により継続困難となるまで、重量物(男12kg、女6kg)を2秒ごとに挙上または降下を行う反復重量物挙上をメトロノームに合わせて行った。動作は、膝伸展を保った状態で重量物を地上から体幹伸展まで挙上するストゥープリフティングとした。HAL有無の条件の順序はランダム割りつけにより12名において有→無、8名において無→有とした。条件間は15分間の休憩を設けた。筋活動は左右の上腕二頭筋、広背筋、脊柱起立筋、大殿筋で計測し(Delsys Trigno Lab)、同期した3次元動作計測(Vicon Mx)により股関節角度を計測して反復サイクルを抽出した。疲労前/疲労後は、反復運動開始直後および終了直前の各3回の平均値により比較した。筋活動量は二乗平均平方根(RMS)、筋シナジーは非負行列分解(NMF)により算出し、類似度を相関係数によって算出した。
【結果】挙上回数はHAL有87.2±45.9回、無67.3±30.2回であり($p<0.01$)、終了直後の疲労度VASはHAL有6.2±2.3、無7.1±1.9であった($p<0.05$)。降下時の股関節屈曲角度は疲労の有無にかかわらずHAL装着で大きかった(HAL有83.5±7.8°、無77.4±12.6°、$p<0.05$)。筋活動量は疲労の前後にかかわらず広背筋においてHAL装着で小さく($p<0.05$)、HALの有無にかかわらず大殿筋において疲労時に大きかった($p<0.05$)。筋シナジーはHAL無/疲労前を基準として、HAL無/疲労後、HAL有/疲労前、HAL有/疲労後の順で類似度が減少した($p<0.05$)。HAL有による筋シナジー変化はシナジー時係数により多くみられた。
【考察】HAL腰タイプを用いることで重量反復挙上をより多く実行可能であった。広背筋活動量が抑制され自覚疲労度は低く効率的な挙上が可能であった。HAL装着時のシナジー変化が大きいことは、HALによる生体電位信号に基づく随意運動支援によってシナジー適応が発生し、反復負荷による疲労時の効率的な上肢体幹筋協調制御が可能になることが考えられた。

第11回日本脳神経HAL®研究会プログラム・抄録集

筑波大学
University of Tsukuba