

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：22101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K23292

研究課題名（和文）運動機能障害を持つ小児を対象としたロボットトレーニングプログラムの開発と評価

研究課題名（英文）Development and Evaluation of a Robot Training Program for Children with Motor Function Disorders

研究代表者

黒田 真由美（Kuroda, Mayumi）

茨城県立医療大学・保健医療学部・助教

研究者番号：80880955

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、脳性麻痺など小児特有に発症する病態に対して、新たに開発された装着型の動作支援ロボットを用いた運動プログラムの開発と評価法を確立することを目的とした。障がいを持つ小児の運動機能を従来医療よりも飛躍的に向上させる運動プログラムの開発を目指した。脳性麻痺をはじめとした小児期疾患により運動機能障害を呈した小児を対象とし、ロボットを用いた運動プログラムの頻度や内容、評価法を検証した結果、約1か月間に12回、1回20分の介入により粗大運動機能や歩行機能が改善を認め、ロボットを用いた運動プログラムの効用が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では小児の運動機能障害に対して効果的な治療法を開発することを目的とした。本研究で焦点を当てた随意運動を補助する機能を有するロボットの導入は、小児期疾患においても安全に遂行でき、運動機能や歩行能力の改善といった効用が得られた。

以上より、脳性麻痺など小児特有に発症する病態に対するロボットを用いた運動プログラムは、効果的なリハビリテーション手法であることが示された。今後、運動発達に遅延を来す小児の様々な疾患へ応用できる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to investigate the efficacy of training using a newly developed wearable robot in patients with childhood-onset motor disabilities.

The purpose of this study was to develop an exercise program to improve the motor function more dramatically than conventional therapy in patients with childhood-onset motor disabilities such as cerebral palsy.

Robot-assisted training was performed for 2 to 4 sessions/week for 20 minutes/session over a 4-week period (a total of 12 sessions), and robot-assisted training maintains improvements in walking ability, and motor function in patients with childhood-onset motor disabilities.

研究分野：小児リハビリテーション

キーワード：ロボット 理学療法 小児 サイボーグ 脳性麻痺 運動機能 神経筋疾患 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

本研究では、「脳性麻痺などの小児特有に発症する病態に対して、運動機能を向上させる手法としてロボットを用いた運動療法は有効か」という問いを立てた。脳性麻痺では、大脳半球など中枢神経系の損傷により痙性が出現することが円滑な動作の妨げとなっている。また、筋力の発達も未熟であり、身体成長とともに、痙性増悪、成長する身体を支える筋力の低下が問題となる。医療ニーズとして、脳性麻痺など小児特有に発症する疾患に対する運動機能を向上させる効果的な治療方法の開発は急務である。小児の発達期においては、心身の成長機会を逃さずに適切な運動学習を支援し、成人期においても能力を維持できるリハビリテーション手法を確立する必要があると考えた。

脳性麻痺など小児特有に発症する病態では、関節拘縮、疼痛、運動麻痺、歩行障害といった身体障害が生涯に渡り永続する。小児疾患に対して、長年ストレッチや関節可動域練習など痙性の増悪を予防する手法が用いられてきたが、これらの方法では運動機能は向上しない (Novak, 2010)。一方で近年、筋力増強運動や歩行練習などより運動強度の高いトレーニングによる運動機能の向上が報告されている (Aviram, 2017)。しかしながら、小児期に歩行が可能であった患者においても成長とともに痙性が増悪し、思春期以降で関節痛のため歩行が困難に陥る症例が多い (Morgan, 2014)。

そこで、本研究では痙性の出現を抑制しつつ、幼児期において運動麻痺が改善し、成人期においても運動機能を維持できる新たなリハビリテーション手法の構築を目指した。このためには、痙性の出現を抑えた自発的な運動を頻回に行うことが重要である。

装着型動作支援ロボット (ロボットスーツ HAL、CYBERDYNE 社製) は、骨盤から足部までが一体となったロボットスーツであり、筋電図を基に脳で意図した運動イメージに合わせ大きな関節運動を出力できる。HAL は、本邦にて開発されたロボットリハビリテーション機器であり、能動的な運動開始時に生じる生体信号をトリガーとして関節運動の補助を行う特徴的な方法を用いている。成人の神経難病や脳卒中などでは、既に臨床的効果が報告され、一部疾患に対して医療機器としての認可もされている。そこで、小児患者に対し、人の運動意図に合わせて関節運動を補助するロボットを用いた運動プログラムを提供することで、痙性を増悪させずに運動機能が向上するのではないかと考えた。生来の障害のため正常な運動イメージが未確立な小児患者においても、HAL により課題の運動に対し最適な筋出力と運動方向を伴った動作を汎化する事により脳の可塑性が賦活され、新たな神経伝達が強固になることで運動機能の改善が期待される。また、重度な運動障害を有した小児慢性疾患に対し HAL を使用することで画期的に運動能力が改善し健康を維持することに繋がる。本研究で得られた結果は、近年進展しつつある再生医療が臨床応用された後の機能回復に向けた効果的なリハビリテーション手法として位置づけられ、改善率が高い小児を対象とした研究成果が役立つのではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、小児患者の運動機能を従来医療よりも飛躍的に向上させることである。小児慢性疾患患者の自立生活、社会活動・就業を支援し、家族の介護負担を軽減することを可能し、障害者支援、福祉施策、医療、経済、産業に対するなど多大な効果が見込まれる。

脳性麻痺など小児特有に発症する病態に対して、HAL による自発的運動をトリガーとした関節運動を行うことで、中枢神経系のネットワークの再構築に必要な自発的運動と感覚の中枢へのフィードバックを構築させ、効果的な運動プログラムの提供を目指す。HAL のアシストを受けながら下肢の運動を繰り返し行うことによる効用効果は、関節可動域の拡大、痙性軽減、四肢の随意性向上、座位・立位などの姿勢保持能力向上・歩行や階段昇降といった動作能力の向上である。運動機能障害を持つ小児の身体機能を従来医療よりも飛躍的に向上させるリハビリテーションプログラムの開発をねらいとしている。

3. 研究の方法

(1) 対象者のプロフィール

男性 5 名、女性 4 名、平均年齢 18.9 ± 6.1 (13 ~ 32 歳)、身長 156 ± 10 cm (140 ~ 173cm)、体重 52.6 ± 11.0 kg (33 ~ 78 kg) であった。診断名は、脳性麻痺 6 名、新生児髄膜炎後遺症、脳炎後遺症、痙攣重積後のポリニューロパチーがそれぞれ 1 名であった。麻痺型は、痙直型両麻痺が 6 名、対麻痺が 2 名、四肢麻痺 1 名であった (表 1)。

(2) HAL を用いたトレーニングの方法

使用機体は、Cyberdyne 株式会社製ロボットスーツ HAL 両脚モデルであり、トレーニング内容は座位での膝関節屈伸運動、立位でのスクワット運動、歩行から対象者の能力に合わせて選択した。HAL を用いた介入は、HAL の安全使用講習を受講済みの理学療法士 2 名により実施した。歩行器の前後に療法士が付き、前方の介助者は歩行器の方向の修正、後方の介助者は HAL 本体の腰フレームを保持し、転倒に留意した (図 1)。HAL 装着歩行中の歩行速度は、前後の療法士が患者の歩容や表情を確認しながら、快適歩行速度と思われる速度に操作した。介入中は、装着者の随意的

表 1 対象者の背景因子

| 症例 | 性別 | 年齢 (歳) | 身長 (cm) | 体重 (kg) | 診断名 | 麻痺型 | 麻痺部位 | GMFCS | MACS | CFCS |
|------|----|-----------|------------|------------|-----------|-----|------|-------|------|------|
| 1 | 男 | 16 | 160 | 45 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 両麻痺 | II | I | I |
| 2 | 男 | 32 | 173 | 61 | ポリニューロパチー | 痙性 | 対麻痺 | III | I | I |
| 3 | 男 | 24 | 160 | 49 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 両麻痺 | III | I | I |
| 4 | 女 | 22 | 156 | 41 | 新生児髄膜炎 | 痙直型 | 両麻痺 | III | I | I |
| 5 | 男 | 17 | 153 | 51 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 両麻痺 | III | IV | I |
| 6 | 女 | 17 | 140 | 49 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 両麻痺 | III | I | I |
| 7 | 女 | 15 | 168 | 78 | 脳幹脳炎 | 痙性 | 対麻痺 | III | I | I |
| 8 | 女 | 13 | 142 | 48 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 両麻痺 | III | I | I |
| 9 | 男 | 14 | 153 | 51 | 脳性麻痺 | 痙直型 | 四肢麻痺 | IV | III | II |
| 平均 | | 18.9 | 156.1 | 52.5 | | | | | | |
| 標準偏差 | | 6.1 | 10.8 | 11 | | | | | | |

GMFCS (Gross Motor Function Classification System), MACS (Manual Ability Classification System, ※左右上肢のうちより重度な方を記載), CFCS (Communication Function Classification System)

な筋収縮に伴う生体電位信号をトリガーとして股・膝関節のアシストトルクを制御するサイバニック随意制御モード(Cybernic Voluntary Control mode; 以下, CVC モード)を使用した。HAL 装着歩行中は, 足圧センサーから立脚/遊脚を判断する walk モードを用いたが, 足圧センサーが反応しない場合は no task モード(生体電位信号のみに依存し出力)を使用した。HAL を用いた介入の開始にあたり, HAL のアシストレベル, アシストバランスを以下の手順で最適となるよう設定した。HAL 装着歩行を行う前に, 座位での膝関節屈伸運動や立位でのスクワット運動を行い, HAL モニタ上の生体電位信号と対象者の訴えを参考にアシストレベルを調整した。歩行開始後, 良好な歩容が得られない場合アシストレベルやアシストバランスの調整により良好な歩容を目指した。本研究における良好な歩容とは, 単脚支持側で膝折れを生じていないこと, 左右の下肢の振り出しが円滑であること, 体幹が直立位で目線が前方を向いていること, 歩調が一定していることを目指す。HAL を使用した介入は, 対象者の状態(疲労の訴え, 表情, 脈拍など他覚的な疲労)に応じて実施し, 休憩時間を控除した積算の実介入時間で 20 分以内とした。介入回数は, 小児患者に対するロボットトレーニングに関する先行研究を参考に週 2~4 回, 4 週間, 合計 12 回実施した。通常の入院でのリハビリテーションに加えて, HAL を用いたトレーニングを実施した。

(3) 評価項目

介入前後と介入後 1, 2, 3 か月後に快適・最大歩行における歩行速度, 歩幅, 歩行率, 6 分間歩行距離, physiological cost index (PCI), 等尺性膝関節伸展最大トルク, Gross Motor Function Measure (GMFM), Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), Canadian Occupational Performance Measure (COPM) を計測した。介入効果については介入前後で検討し, 効果の持続性の検討は, 介入前後と介入後 1, 2, 3 か月に検討した。介入前後の測定は, 介入初日, 介入最終日から 5 日以内に入院中に実施した。介入後 1, 2, 3 か月の測定は, 各基準日から前後 7 日以内に外来にて実施した。歩行補助具や下肢装具は対象患者が普段使用している物を使用した。測定項目は, 小児患者に対しロボットを用いた先行研究を参考にした。

介入前, 介入後, 介入後 1 か月, 2 か月, 3 か月の 5 時点での計測値について Shapiro-Wilk の検定にて正規性を確認した。歩行速度, 歩行率, 6MD, PCI, 等尺性膝関節伸展最大トルク, GMFM, PEDI は正規分布していた。快適歩行での歩幅は介入 2 か月後のみ $P < 0.05$ であったため, Benjamini & Hochberg 法による補正を行った。その結果, $P < 0.05$ で正規分布に従うと判断された。統計には反復測定分散分析を適用して, 各測定値に経時的な変化があるか解析した。多重比較には Dunnett 法を用いた。統計解析には, IBM SPSS(ver.24.0)を使用し有意確率は $p < 0.05$ とした。

4. 研究成果

介入後に有意差を認めた項目は, 歩行速度, 歩行率(快適・最大歩行), 6 分間歩行距離, GMFM, COPM であった(表 2)。快適歩行での歩行速度の平均値は, 介入前 $0.46 \pm 0.26\text{m/s}$ から介入後 $0.62 \pm 0.44\text{m/s}$ ($P < 0.05$, $r = 0.64$), 歩行率は介入前 $65.4 \pm 30.8\text{step/min}$ から介入後 $78.0 \pm 41.3\text{step/min}$ ($P < 0.05$, $r = 0.75$)と有意に増加した。最大歩行での歩行速度は介入前

0.65±0.36m/s から 介入後 0.83±0.53m/s(P<0.05 , r = 0.67) , 歩行率は介入前 82.0±41.6step/min から介入後 95.7±50.1step/min(P<0.05 , r = 0.75)と有意な増加を認めた。一方で、快適歩行での歩幅は介入前 41.5±10.6cm から 44.8±12.0cm , 最大歩行での歩幅は 46.9±8.8cm から 49.3±9.8cm へと増加したが有意差を認めなかった(快適歩行歩幅 ; P 0.05 , r = 0.50 , 最大歩行歩幅 ; P 0.05 , r = 0.48)。6 分間歩行距離は介入前 151.9±72.9m から介入後 174.7±94.5m へと有意に増加した(P<0.05 , r = 0.65)。PCI は介入前 2.14±1.10 beat/m から介入後 1.87±0.63beat/m と低下したが、有意差は認めなかった(P 0.05 , r = 0.42)。

表 3 介入前後による変化

| 測定項目 | n | 介入前 | 介入後 | p 値 | 効果量 |
|---------------|---|--------------|--------------|---------|-------|
| | | 平均値±標準偏差 | 平均値±標準偏差 | | |
| 快適歩行 | | | | | |
| 歩行速度 (m/s) | 9 | 0.46 ± 0.26 | 0.62 ± 0.44 | 0.047 * | 0.64 |
| 歩幅(cm) | 9 | 41.5 ± 10.6 | 44.8 ± 12.0 | 0.141 | 0.50 |
| 歩行率(step/min) | 9 | 65.4 ± 30.8 | 78.0 ± 41.3 | 0.012 * | 0.75 |
| 最大歩行 | | | | | |
| 歩行速度 (m/s) | 8 | 0.65 ± 0.36 | 0.83 ± 0.53 | 0.047 * | 0.67 |
| 歩幅(cm) | 8 | 46.9 ± 8.8 | 49.3 ± 9.8 | 0.186 | 0.48 |
| 歩行率(step/min) | 8 | 82.0 ± 41.6 | 95.7 ± 50.1 | 0.020 * | 0.75 |
| 6分間歩行距離(m) | 8 | 151.9 ± 72.9 | 174.7 ± 94.4 | 0.041 * | 0.65 |
| PCI (beat/m) | 8 | 2.14 ± 1.10 | 1.87 ± 0.63 | 0.222 | 0.42 |
| 等尺性最大膝関節伸展トルク | | | | | |
| 強脚 (Nm) | 9 | 50.6 ± 20.5 | 51.5 ± 21.0 | 0.744 | 0.14 |
| 弱脚 (Nm) | 9 | 43.9 ± 16.7 | 47.4 ± 16.5 | 0.110 | 0.54 |
| GMFM 総合点 | 9 | 159.0 ± 18.5 | 165.9 ± 21.5 | 0.004 * | 0.82 |
| COPM | | | | | |
| 遂行度 | 9 | 3.4 ± 0.9 | 4.4 ± 1.4 | 0.024 * | -0.75 |
| 満足度 | 9 | 2.9 ± 1.2 | 3.9 ± 1.4 | 0.024 * | -0.75 |
| PEDI | 9 | 159.6 ± 32.4 | 159.6 ± 32.4 | 1.000 | - |

対応のあるt検定, 効果量 : r, COPMのみウィルコクソンの符号付順位和検定, 効果量 : r

表 2 介入後の効果の持続性

| 測定項目 | 介入後の経時変化 (介入前と有意差を認めた時期) | | | | |
|--------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 介入後 | 1か月後 | 2か月後 | 3か月後 | |
| | 歩行機能 | 0.62 ± 0.44 * | 0.62 ± 0.44 * | 0.62 ± 0.44 | 0.62 ± 0.44 * |
| 歩行機能 | 歩幅 | 44.8 ± 12.0 | 45.7 ± 10.6 | 43.5 ± 10.3 | 45.2 ± 10.8 |
| | 歩行率 | 78.0 ± 41.3 * | 77.2 ± 40.2 | 77.1 ± 38.6 | 76.5 ± 43.6 |
| | 最大歩行速度 | 0.83 ± 0.53 | 0.78 ± 0.41 | 0.81 ± 0.47 | 0.78 ± 0.41 |
| | 歩幅 | 49.3 ± 9.8 | 49.5 ± 8.9 | 49.2 ± 9.6 | 49.8 ± 10.2 |
| | 歩行率 | 95.7 ± 50.1 * | 92.5 ± 42.5 * | 93.9 ± 42.4 * | 91.4 ± 41.7 * |
| 歩行持久性 | 6分間歩行距離 | 188.6 ± 90.5 * | 194.0 ± 93.8 | 188.9 ± 78.5 | 196.8 ± 90.5 |
| | PCI | 1.89 ± 0.67 | 1.83 ± 0.93 | 2.00 ± 1.06 | 1.95 ± 0.66 |
| 下肢筋力 | 等尺性最大 (強脚) | 51.5 ± 21.0 | 55.4 ± 19.8 | 55 ± 18.8 | 56.4 ± 21.4 |
| | 膝関節伸展トルク (弱脚) | 47.4 ± 16.5 | 49.7 ± 15.1 | 46.4 ± 13.1 | 49.0 ± 17 |
| 粗大運動能力 | GMFM 総合点 | 165.9 ± 21.5 * | 165.7 ± 22.0 * | 166.3 ± 23.1 * | 166.7 ± 22.0 * |
| 主観的評価 | COPM 遂行度 | 4.4 ± 1.4 * | 4.5 ± 1.5 | 3.9 ± 1.5 | 3.8 ± 1.8 |
| | COPM 満足度 | 3.9 ± 1.4 * | 4.0 ± 1.6 | 3.5 ± 1.6 | 3.8 ± 1.8 |
| ADL能力 | PEDI | 159.6 ± 32.4 | 159.8 ± 32.4 | 159.9 ± 32.5 | 160.0 ± 32.4 |

* ; 有意差ありP<0.05

等尺性膝関節伸展最大トルクは、強脚で介入前 $50.6 \pm 20.5\text{Nm}$ から介入後 $51.5 \pm 21.0\text{Nm}$ へと増加したが有意差は認めなかった ($P = 0.05$, $r = 0.14$)、弱脚は介入前 $43.9 \pm 16.7\text{Nm}$ から介入後 $47.4 \pm 16.5\text{Nm}$ へと増加したが、有意差は認めなかった ($P = 0.05$, $r = 0.54$)。GMFM の総合点は、介入前 159.0 ± 18.5 点から介入後 165.9 ± 21.5 点へと有意に増加した ($P < 0.05$, $r = 0.82$)。COPM 遂行度の平均値は、介入前 3.4 ± 0.9 点から介入後 4.4 ± 1.4 点へと有意に増加した ($P < 0.05$, $r = -0.75$)。満足度の平均値は、介入前 2.9 ± 1.2 点から介入後 3.9 ± 1.4 点へと有意に増加した ($P < 0.05$, $r = -0.75$)。PEDI は介入前後とも 159.56 ± 32.40 点であり、変化を認めなかった (表 2)。

さらに、歩行速度 (快適歩行)、歩行率 (最大歩行)、6 分間歩行距離、GMFM においては介入 3 か月まで改善を維持した (表 3)。

本研究では、運動機能障害を有した小児患者を対象に、HAL の適応と安全性の検証、継続介入の効果検討と介入後 3 か月までの効果の持続性について検討した。その結果、HAL 介入中に重大な有害事象は認めず、HAL を用いたトレーニングは小児患者においても安全に施行可能であった。また、継続介入では歩行機能や歩行持久性、GMFM、COPM といった指標において改善した。なお、下肢筋力や PEDI では変化を認めず、HAL 介入による身体変化は、筋力強化ではなく、姿勢制御や身体の動かし方など運動学習に寄与する点が大きい事が示唆された。また、快適歩行速度や最大歩行速度での歩行率、歩行持久性、GMFM については、介入後 3 か月まで効果の持続性が認められた。

ロボットトレーニングの導入により、発達途上である小児において、脳の可塑性を促進させる新たな方法が現実化してきた。本邦では、諸外国と比較し、小児リハビリテーションの分野へのロボット導入が進んでいない。本研究の結果を元に、効果的な介入プログラムが確立され、より多くの運動機能障害を有したこども達にロボットトレーニングを提供されるようになることが望まれる。



図 1 HAL を用いた運動プログラム中の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Kuroda Mayumi Matsuda, Mutsuzaki Hirotaka, Nakagawa Shogo, Yoshikawa Kenichi, Takahashi Kazushi, Mataka Yuki, Takeuchi Ryoko, Iwasaki Nobuaki, Yamazaki Masashi | 4. 巻 14 |
| 2. 論文標題 Short-Term Outcome of Rehabilitation Program with Hybrid Assistive Limb after Tendon Lengthening in Patients with Cerebral Palsy | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Pediatric Reports | 6. 最初と最後の頁 505 ~ 518 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/pediatric14040059 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Kuroda Mayumi Matsuda, Iwasaki Nobuaki, Yoshikawa Kenichi, Takeuchi Ryoko, Mataka Yuki, Nakayama Tomohiro, Nakayama Junko, Ohguro Haruka, Tokeji Kayo, Mutsuzaki Hirotaka | 4. 巻 7 |
| 2. 論文標題 Voluntary-assisted Upper Limb Training for Severe Cerebral Palsy Using Robotics Devices and Neuromuscular Electrical Stimulation: Three Case Reports | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Progress in Rehabilitation Medicine | 6. 最初と最後の頁 n/a ~ n/a |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2490/prm.20220050 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Kuroda Mayumi Matsuda, Iwasaki Nobuaki, Mutsuzaki Hirotaka, Yoshikawa Kenichi, Takahashi Kazushi, Nakayama Tomohiro, Nakayama Junko, Takeuchi Ryoko, Mataka Yuki, Ohguro Haruka, Tomita Kazuhide | 4. 巻 15 |
| 2. 論文標題 Benefits of a Wearable Cyborg HAL (Hybrid Assistive Limb) in Patients with Childhood-Onset Motor Disabilities: A 1-Year Follow-Up Study | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Pediatric Reports | 6. 最初と最後の頁 215 ~ 226 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/pediatric15010017 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Mayumi Matsuda Kuroda, Hirotaka Mutsuzaki, Kenichi Yoshikawa, Haruka Ohguro, Iwasaki Nobuaki. | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Gait training using a hybrid assistive limb after botulinum toxin treatment for cerebral palsy: a case report. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science | 6. 最初と最後の頁 499-504 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.33.499. | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 Mataki Y, Mutsuzaki H, Kamada H, Takeuchi R, Nakagawa S, Yoshikawa K, Takahashi K, Kuroda M, Iwasaki N, Yamazaki M. | 4. 巻 56(12) |
| 2. 論文標題 Effect of the Hybrid Assistive Limb on the Gait Pattern for Cerebral Palsy. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Medicina (Kaunas). | 6. 最初と最後の頁 673 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/medicina56120673. | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Kuroda M, Nakagawa S, Mutsuzaki H, Mataki Y, Yoshikawa K, Takahashi K, Nakayama T, Iwasaki N. | 4. 巻 42(6) |
| 2. 論文標題 Robot-assisted gait training using a very small-sized Hybrid Assistive Limb (R) for pediatric cerebral palsy: A case report. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Brain and Development. | 6. 最初と最後の頁 468-472 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.braindev.2019.12.009. Epub 2020 Apr 2. | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計10件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 俣木 優輝, 六崎 裕高, 鎌田 浩史, 竹内 亮子, 高橋 一史, 吉川 憲一, 黒田 真由美, 古関 一則, 山崎 正志 |
| 2. 発表標題 重度脳性麻痺患者に対するロボットスーツHAL単関節タイプを使用した膝伸展運動前後での立ち上がり動作の変化 |
| 3. 学会等名 第37回日本整形外科学会基礎学術集会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 黒田真由美, 吉川憲一, 高橋一史, 六崎裕高, 竹内亮子, 岩崎信明 |
| 2. 発表標題 整形外科手術後の脳性麻痺に対するHAL医療用下肢タイプを用いた立位・歩行練習の試み |
| 3. 学会等名 第9回 日本小児理学療法学会学術大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高橋一史, 水上昌文, 黒田真由美, 古関一則, 吉川憲一, 渡邊大貴, 岩崎信明, 松村明, 丸島愛樹 |
| 2. 発表標題 脳性麻痺等による若年の立位・歩行障害に 対するHAL下肢タイプ(2Sサイズ)での介入に関する探索的研究 |
| 3. 学会等名 第9回 日本小児理学療法学会学術大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高橋一史, 水上昌文, 六崎裕高, 岩崎信明, 中山智博, 黒田真由美, 吉川憲一, 古関一則, 榎本景子, 佐野久美子, 松田智行, 浅川育世, 渡邊大貴, 松村 明, 丸島愛樹 |
| 2. 発表標題 HAL下肢タイプ(2Sサイズ)を用いてトレーニングを行った脳性麻痺の1症例 |
| 3. 学会等名 第10回日本脳神経HAL研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 俣木優輝, 六崎裕高, 鎌田浩史, 中川将吾, 竹内亮子, 松田真由美, 吉川憲一, 高橋一史, 岩崎信明, 山崎正志 |
| 2. 発表標題 痙直型脳性麻痺患者に対するロボットスーツHAL使用前後での歩容変化 |
| 3. 学会等名 第93回日本整形外科学会学術総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中川将吾, 六崎裕高, 俣木優輝, 鎌田浩史, 松田真由美, 吉川憲一, 高橋一史, 岩崎信明, 山崎正志 |
| 2. 発表標題 小型軽量ロボットスーツHAL (R) を使用した小児脳性麻痺患者へのリハビリテーションの即時効果 |
| 3. 学会等名 第93回日本整形外科学会学術総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | 黒田真由美, 岩崎信明, 中川将吾, 中山智博, 中山純子, 大黒春夏, 渡慶次香代, 四津有人, 吉川憲一, 高橋一史, 六崎裕高 |
| 2. 発表標題 | 小児疾患患者に対して新規開発された小型ロボットスーツHALを用いたロボットトレーニング |
| 3. 学会等名 | 第62回日本小児神経学会学術集会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| | |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | 渡慶次 香代, 中山 智博, 西川 絢子, 中山 純子, 大黒 春夏, 黒田 真由美, 岩崎 信明 |
| 2. 発表標題 | 歩行障害を有する急性壊死性脳症後遺症患者におけるロボットスーツHALを用いた歩行訓練の効果 |
| 3. 学会等名 | 第62回日本小児神経学会学術集会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | 俣木優輝, 六崎裕高, 鎌田浩史, 中川将吾, 竹内亮子, 松田真由美, 吉川憲一, 高橋 一史, 岩崎信明, 山崎正志 |
| 2. 発表標題 | 痙直型脳性麻痺患者に対するロボットスーツHAL使用前後での歩容の左右対称性変化 |
| 3. 学会等名 | 第57回日本リハビリテーション医学会学術集会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | 黒田真由美, 岩崎信明, 俣木優輝, 竹内亮子, 大黒春夏, 渡慶次香代, 六崎裕高 |
| 2. 発表標題 | 上肢機能障害を呈した脳性麻痺3名に対するロボットスーツHAL単関節タイプを用いた上肢機能練習 |
| 3. 学会等名 | 第57回日本リハビリテーション医学会学術集会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|