

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10740

研究課題名（和文）先天性腕欠損症児の継続的な三次元身体所見に基づく早期介入法の開発

研究課題名（英文）Development of early intervention based on continuous 3D physical findings in children with congenital arm deficit

研究代表者

羽田 康司（HADA, Yasushi）

筑波大学・医学医療系・教授

研究者番号：80317700

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：3年間の研究を通じ、2名の先天性腕欠損症児に対し、我々の方法に基づく計測および義手作成を反復した。ソケット採型に適切な計測時姿勢・肢位を確立することにより、安定した上肢切断端の三次元スキャンおよび3Dプリンタによるソケット作成・使用訓練を行った。継続的な計測データの集積を行い、成長に伴う断端サイズ・形状の変化に応じた実際のソケット作成および微調整が可能となった。またCADソフトウェアを用いた脱着式の手先具作成により、目的に応じた義手への簡易的な変換が可能となった。また腕欠損症児のためのesportsのコントローラー操作目的のためのデバイスを新たに考案・作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

デジタル化技術を基に経時的に変化する先天性腕欠損児の身体所見（断端のサイズや形状測定と成長に伴う変化の計測）を定量化し3Dプリンタを用いて出力する技術を確立した。この技術を通じて安価で繰り返し修正も容易な義手作成が可能となり、より早期からの義手を用いたリハビリテーション訓練介入を通じて運動学習を支援することにより、患児の将来の活動の質をより向上させるためのアプローチ実現可能性を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：Throughout the three-year study, we repeated our method-based measurements and prosthesis preparation for two children with congenital arm deficit. By establishing an appropriate posture and limb position during measurement for socket molding, stable three-dimensional scanning of the amputated end of the upper limb and socket creation and use training using a 3D printer were conducted. It has become possible to accumulate measurement data over time, and to actually create and fine-tune sockets according to changes in stump size and shape due to growth. In addition, by creating a removable hand tool using CAD software, it has become possible to easily convert it into a prosthetic hand according to the purpose. We also created a new device for operating the esports controller for children with arm deficit.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：小児切断 義手 3Dプリンター esports

1. 研究開始当初の背景

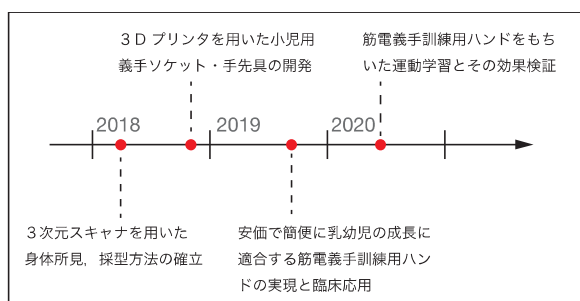
従来の小児筋電義手の作成・訓練の現場では、成長に伴い断端とソケットサイズ・形状の不適合が生じるため試行錯誤的な修正が頻繁に行われ、訓練が中断してしまう問題がある。また採型作業に協力してくれる成人に対し、小児では四肢を静止させたままでは困難であり、ギブス採型の際に生じる圧迫や熱に恐怖を感じて暴れ、採型作業に難渋することが多い。

一般的に筋電義手が公的支援制度で作成許可されるためには、対象者がすでに能動義手が使用できていることと、操作を行うのに十分な知的機能を有する場合が多い。しかしながら筋電義手が極めて高価であることも相まって、先天性腕欠損症児に早期から筋電義手が許可されるケースは本邦ではほとんど見られない。これに対して、先天性腕欠損症児の身体変化と筋電義手を用いた運動支援に関する知識と技術の体系化が重要である。またソケット採型が容易で、より安価な筋電義手の実現できれば、先天性腕欠損症児に対する早期からの筋電義手訓練が可能となり、日常生活や学校生活での ADL や QOL 向上に大きく寄与できると考えられる。

2. 研究の目的

本課題では、デジタル化技術を基に経時的に変化する乳幼児の身体所見を定量化し、臨床現場におけるエビデンスを作成し、筋電義手を用いた運動学習の評価に踏み込むことを目的とする。先天性腕欠損児の身体所見の定量化により、義肢装具士が試行錯誤的に行ってきた義手ソケットの製作をより効率的かつ切れ目のないものにできることが期待される。さらに、筋電義手を用いて乳幼児期から切れ目のない早期訓練により運動学習を支援することは幼児の将来の活動の質を向上する上でも意義がある。症例数が少ない先天性腕欠損症児への義手ソケットの製作や作業療法は、未だ臨床現場では試行錯誤しながら実施されている。本研究により症例の多くない先天性腕欠損症児の身体の三次元データと身体的特徴量の定量的なデータの獲得を通じエビデンスの蓄積に貢献できる。

3. 研究の方法



図：申請者の研究計画

初年度は、乳幼児での確実な三次元スキャン方法を検討した。三次元形状の計測は、静止物が計測中に静止できる成人などでは技術的に確立していると言えるが、乳幼児の三次元形状の計測は静止させることが難しく、計測部位を限定し計測時間短縮する方法ないしは器具による計測部位の固定が必要となる。本課題では幼児に適した計測方法により安定した三次元形状の計測を実現した。そして、得られた三次元データから CAD ソフトウ

ェアを用いて、断端長、断端周径、肘頭骨位置、上腕骨内側上顆、上腕骨外側上顆などの採型を身体所見に資するデータを選択する手順を明確にし、同時にデジタルデータを蓄積した。次年度は、三次元スキャンに基づくデータから筋電義手ソケットの製作の可能性を明らかにした。三次元スキャンによって得られたデータを CAD ソフトで変更を加えられるようにするため、三次元のボクセルデータからサーフェスモデルを作成し、ソケットのデータを 3D プリンタにより出力した。以上の手順でソケット部を作成し、本ソケットが乳幼児に対して筋電義手を懸垂できる性能を有するか明らかにした。次に、筋電義手訓練用ハンドの製造方法の基盤化とその有効性を明らかにした。多様な目的の訓練用ハンドを三次元スキャンからの前述の一連のソケット作成を経て、デジタルデータから簡便に乳幼児の身体変化に合わせて作成できる製造方法の基盤化を進めた。最終年次では作成した訓練用ハンドを用いて切れ目のないリハビリテーションを行い、その効果を検証した。

4. 研究成果

3年間を通じ、2名の先天性腕欠損症児に対し、上記方法に基づく計測および義手作成を反復した。初年度は適切な計測時姿勢・肢位を確立することにより、安定した上肢切断端の三次元スキャンが可能となり、実際にソケットを作成し、簡易式手先具も 3D プリンタで作成し、使用訓練を行った。次年度は継続的な計測データの集積が順調に進み、成長に伴う断端サイズ・形状の変化に応じた実際のソケット作成および微調整が可能となった。また脱着式の手先具を変更することで、お椀の把持や縄跳び用の義手への簡易的な変換が可能となった。最終年度は成長に伴

うソケット不適合に対する再作成を行った。また CAD ソフトウェアを用いた手先具作成については、簡便な脱着可能な手先具交換システムを維持しながら、次年度までのニーズ(お茶碗を持つ、縄跳びを持つ、裁縫の時に布を把持するなど)に加え、先天性上肢欠損小児のための esports のコントローラー操作目的のためのデバイスを新たに考案・作成し、それぞれ使用訓練の後に実生活における使用テストを行いながら、適合状態や形状の微調整を適宜行い、義手全体としての性能の向上に努めた。特に esports のコントローラー操作目的のデバイスに関しては、先天性上肢欠損小児の義手操作訓練への積極的な取り組みが見られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 CCORIMANYA Luis, WATANABE Reiko, HASSAN Modar, HADA Yasushi, SUZUKI Kenji	4. 巻 2020
2. 論文標題 Development of a 3D-Printed Prosthetic Hand for Preschool Intervention	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Proceedings of JSME annual Conference on Robotics and Mechatronics (Robomec)	6. 最初と最後の頁 2P2-E15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/jsmermd.2020.2p2-e15	査読の有無 有
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5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Modar HASSAN, Yukiyo SHIMIZU, Reiko WATANABE, Luis CCORIMANYA, Yasushi HADA, Kenji SUZUKI
2. 発表標題 Prosthetic Hand with Hook-Plugin for Holding Bowl-Shaped Dinnerware
3. 学会等名 ROBOMECH2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Modar HASSAN, Yukiyo SHIMIZU, Reiko WATANABE, Luis CCORIMANYA, Yasushi HADA, Kenji SUZUKI
2. 発表標題 Prosthetic Hand with Hook-Plugin for Holding a Rice Bowl
3. 学会等名 ISPO 17th World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Reiko Watanabe, Tomoyuki Ueno, Yukiyo Shimizu, Modar Hassan, Louis Ccorimanya, Yuji Idei, Kenji Suzuki, Yasushi Hada
2. 発表標題 A case study on myoelectric prosthetic hand training for a preschool child
3. 学会等名 ISPO 17th World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Luis Ccorimanya, Reiko Watanabe, Modar Hassan, Yasushi Hada, and Kenji Suzuki
2. 発表標題 Design of a Myoelectric 3D-Printed Prosthesis for a Child with Upper Limb Congenital Amputation
3. 学会等名 EMBC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Luis Ccorimanya, Reiko Watanabe, Modar Hassan, Yasushi Hada, and Kenji Suzuki
2. 発表標題 Design of a myoelectric 3D-printed prosthesis for a child with upper limb congenital amputation
3. 学会等名 the 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

英文論文 2 件投稿中

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
---------	---------