

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 1 日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350662

研究課題名(和文)先天性上肢欠損児のための発達を促す義手の開発

研究課題名(英文) Development of upper limb prosthesis for promoting neurodevelopment of child with congenital upper limb deficiency

研究代表者

小北 麻記子 (OKITA, MAKIKO)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：00389694

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、先天性上肢欠損児のための発達を目的とするボディパーツ開発を行った。現状では就学時点でもって義手を製作して装着させることが多いが、私たちはその時点からでは遅いと考えた。学校生活への適応だけでも大きな負担となっているうえに、上肢欠損児は義肢装具という道具自体の習熟および障がいの受容をせねばならず、本人の知的活動や情動の発達に問題がないにも関わらず大きな困難を感じることになる。そこで本研究では、出生後できるだけ早期から装着できる発達支援のためのボディパーツを開発し、ボディイメージの形成に働きかけるとともに、従来型の義手を受容するための適切な接続を支援することを目指し試作を行った。

研究成果の概要(英文)：This research aims to develop artificial body part for promoting neurodevelopment of child with congenital upper limb deficiency. Currently, upper limb prostheses for congenital upper limb deficiency are often prescribed around 2 years-of-age or at starting school, however, we believe this is late to make good use of the prosthesis. The child can be troubled do to the load of adapting to new tasks of school life being excessive to learn and adjust the use of the prosthesis while accepting the handicap, even if the child does not have problem of development in intelligence and emotion. To overcome this problem, this project targets to develop an artificial body part that can be used soon after birth to assist the psychological and neurodevelopment of forming the body image with the artificial arm. The use of the device targets to have better acceptance of the prosthesis and silicone gum prototypes were created.

研究分野：デザイン科学

キーワード：先天性上肢欠損 小児義肢装具 発達支援 デザイン

1. 研究開始当初の背景

幼児は、成人と腕の軟部組織の構成や輪郭、動作パターンが異なり、義手に必要となる機能も成人用と幼児用とではそもそも同じではない。手先具をはじめとする義手部品を成人用から小型化するのみでは幼児の発達時期における機能的な要求を満たすには十分ではなく、幼児用義手は幼児の成長(図1)とともにその寸法が変化するだけでなく、運動と知能の発達段階に応じ成熟する神経・筋に合わせ機能的な要求を把握し、義手部品を適切に組み合わせて提供されることが求められる。その意味では、成人の後天性切断用の義手は欠損した手の機能の復元・代替を目的とした人工肢であるのに対し、先天性上肢欠損幼児にとってより必要なのは、正常発達を支援し、切断肢を健側と同じように使えるように促す人工肢であり、より多様な改良部品があつて然るべきである。

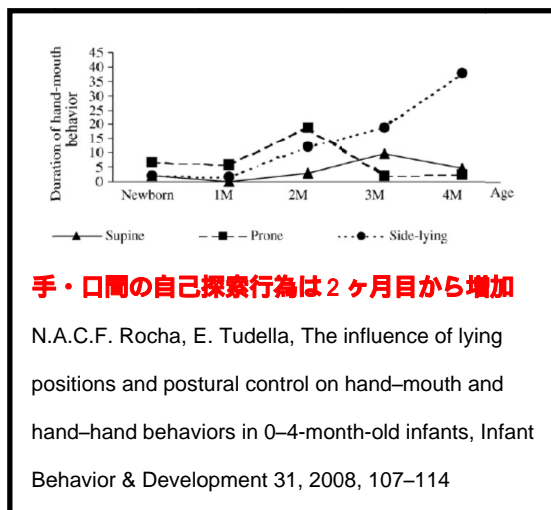


図1: 幼児の成長

2. 研究の目的

本研究は、先天性上肢欠損児の誕生からより積極的に両親と幼児の発達を支援するための人工肢とリハビリプログラムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

これまでの片側先天性前腕・上腕欠損児の義手処方は、座位バランスが取れ、健側の手で物を取る、身の周りのものをいじろうとするタイミングが推奨されてきた(1)。これは義手を物を掴むという機能に限定している前提があり、両手を協調して物を掴んだり、腕の先端に物を保持できるという機能の有効性の理解を促すための基準といえる。このため、このタイミングでパッシブハンドを与え、人工肢の重さと長さに慣れさせ、ものを挟みこみつかえることの有効性を認識できるようにリハビリプログラムが提供される。また、この前段階では「這い這い」が行えることが発達

上重要であることから、掴む機能しかない義手は、床の上を自由に動く妨げになるため処方は無意味と考えられてきた。

しかし、あえて人工肢の機能から把持を外し、重さと長さに慣れさせることで、体重支持ができること、もしくはこの時期の成長に重要である指しゃぶりを促すこととすれば、より早期に人工肢の着用を行うことは無意味ではないと考えられる。特に指しゃぶりは、物や指をしゃぶることで物の形や性質、自分の体について学習する上で好ましいとの考えもあり、誤飲や衛生面に気をつければ、義手を初めて着用した時に問題となる断端触覚が妨げられたことによる違和感から義手と切断肢を無視するという反応を抑制することも期待できると考えている。さらに、幼児用義手の処方は、装着を担う両親の義手に対する態度と関心が良好であることが重要である。これまでも、両親が買い物や公園に幼児を連れ出した際の他人の目を不快に感じる訴えがあり、左右の手の長さ形状や色を揃えられる装飾性を備えた人工肢への期待もある。このことから、人工肢を装着したボディイメージの育成促進と装飾性を満足する人工肢の開発を目標とした。

4. 研究成果

シリコン材料・成型専門企業の協力のもとシリコン製の人工肢先欠損乳児用人工肢を試作した。高伸展性で耐裂性に優れたシリコンを用い、流し込み成型により製作した1歳児の右手腕の採寸値を参考とし、離型性と装飾性を兼ね備えるため、第二から第五指は一体として滑らかな曲面をなす外形状で屈曲位の姿勢の形とした。そして、母指は指しゃぶりを意識し内転伸展位で突出する形状とした。本試作(図2)では手骨格を内蔵しないシリコンの中実構造とした。触感もヒトの肌に近く柔らかいが、低粘性高弾性ではあるので、外力が加わった場合は適度な復元力が発生する。ただし、伸展性に優れることから、高くない速度で対象物にあたった場合でも、変形し、衝撃力は装着側はもとより相手にも比較的小さい状態となる人工肢が製作できた。



図2: 試作

<引用文献>

(1) ヨシオセトグチ, ルースローゼンフェルダー, 小児切断と義肢, 加倉井周一訳, パシフィックサプライ, 1987

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

1. Fujiwara S, Hoshikawa S, et.al. : SOX10 transactivates S100B to suppress Schwann cell proliferation and to promote myelination. PLoS One.(査読有) 23;9(12) 2014

[学会発表](計14件)

1. 小北麻記子, 大西謙吾, 藤原清香, 松田靖史, 吉川雅博, 河島則天, 上肢先天欠損乳児の発達支援を目的とした人工肢の開発, 第31回日本義肢装具学会学術大会, 査読無, p.125, 2015/11/7-8, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)
2. K. Ohnishi, F. Takemasa, H. Takami, Development of baseball fielding terminal device for bilateral upper limb amputee, ISPO World Congress 2015, 査読有, p.601, 2015/6/22-25, Lyon Congress Centre, Lyon, France
3. 渡邊紗由里, 小北麻記子, 大西謙吾, 高見響, 義肢への関心を高めるためのメディア設計, 日本感性工学会北海道支部, 日本感性工学会 あいまいと感性研究部会・感性インタラクション研究部会, 査読無, 頁番号無, 2015/2/14, 札幌市立大学サテライト(北海道札幌市),
4. 大西謙吾, 武政文哉, 高見響, 両側上肢切断者を対象とした野球守備用義手手先具の設計と解析 第二報: 投球機能の設計, 第35回バイオメカニズム学術講演会, 査読無, pp.53-54, 2014/11/8,9, 岡山大学鹿田キャンパス(岡山県岡山市)
5. 大西謙吾, 能動上腕義手用コントロールケーブルの部品構成による伝達効率の比較実験, 第30回日本義肢装具学会学術大会, 査読無 p.150, 2014/10/18,19, 岡山コンベンションセンター(岡山県岡山市)
6. 高見響, 大西謙吾, 義手使用者のリハビリテーションを支える計測技術, 第16回医療福祉技術シンポジウム, 査読無, 頁番号無, 2014/10/2, 東京都立産業技

術研究センター(東京都江東区)

7. 大西謙吾, 金子周平, Kinect を用いた非接触呼吸計測システムの低呼吸数測定実験, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2014, 査読無, File:P-12, 2014/9/24-26, ルスツリゾート(北海道虻田郡留寿都)
8. 高見響, 大西謙吾, 藤原清香, 小北麻記子, 幼児・児童の遊戯用 PET ボトル義手, 第29回リハビリテーション工学カンファレンス in ひろしま, 査読無, File:253ST3, 2014/8/25-27, 広島国際大学(広島県呉市)
9. 矢野裕也, 中垣健斗, 大西謙吾, 幼児用筋電義手コントローラの開発, 第19回知能メカトロニクスワークショップ, 査読なし, pp.33-36, 2014/7/12-13, 高野山「宝城山」(和歌山県高野町)
10. 大西謙吾, 多機能電動義手とセンシング, 第19回知能メカトロニクスワークショップ, 査読なし, p.140, 2014/7/12-13, 高野山「宝城山」(和歌山県高野町)
11. 大西謙吾, 能動上腕義手用 Bowden Cable 制御方式の伝達方式と操作性, 第34回バイオメカニズム学術講演会 SOBIM2013, 査読無, pp.101-102, 2013/11/16,17, 国立障害者リハビリテーションセンター(埼玉県所沢市)
12. 小北麻記子, 安井友康(他16名), 北海道教育大学特別支援プロジェクトによる地域支援の試み 第8回北海道特別支援教育学会, 第19回日本特別ニーズ教育学会合同大会, 2013/10/19-2, 北海道教育大学札幌校(北海道・札幌市) 査読無
13. 三輪昭生, 大西謙吾, オーディオ入力を筋電信号の取り込みに使用したりハ支援システムの開発, 日本機械学会 2013年度年次大会, 査読無, J151024, 2013/9/8-11, 岡山大学津島キャンパス(岡山県岡山市)
14. 大西謙吾, 山本真, 河辺和宏, 両側上肢切断者を対象とした野球守備用義手手先具の設計と解析, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 LIFE2013, 査読無, GS3-1-3, 2013/9/2-4, 山梨大学甲府西キャンパス(山梨県甲府市)

〔その他〕

1. 大西謙吾, 招待講演: 基調講演 1. 「義手技術の現状と未来」, ヘルスケア村自由区シンポジウム「義手関連技術の現状と未来」, ちよだプラットホームスクウェア (東京都千代田区), 2015/6/19
2. 藤原清香, 招待講演: 基調講演 2. 「手に障害のある小児の成長を支えるには」, ヘルスケア村自由区シンポジウム「義手関連技術の現状と未来」, ちよだプラットホームスクウェア (東京都千代田区), 2015/6/19
3. 藤原清香, 招待講演: 特別講演: Holland Bloorview での経験と小児切断への取り組み, 第 6 回全国電動義手研究会, ロボットリハビリテーションセンター主催講演会, 2015, 兵庫県立リハビリテーション中央病院 (兵庫県神戸市) 2015/4/5
4. 藤原清香, 芳賀信彦, 小児の骨関節疾患のリハビリテーションと装具, 日本義肢装具学会誌, 査読無, 31: 215-221:2015
5. 藤原清香, 大西謙吾, 日本における筋電義手の現状と欧米の次世代筋電義手と研究開発, 整形・災害外科, 査読無, 58: 1267-1272 : 2015
6. 藤原清香, 田中栄, 歩容異常, 今日の臨床サポート-診断・処方・エビデンス- 2014, エルゼビア・ジャパン株式会社, 2014. Online
7. 藤原清香, 招待講演: 「手足に障害のある子どもたちの成長を支える」~ 子どもから高齢者まで真の共生社会へ, 技術後進国日本からの脱却~ ,健康医療開発機構 第 26 回健康医療ネットワークセミナー, 東京大学医科学研究所 (東京都港区) 2014/12/19

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小北 麻記子 (OKITA, Makiko)
北海道教育大学・教育学部・准教授
研究者番号: 00389694

(2) 研究分担者

大西 謙吾 (OHNISHI, Kengo)
東京電機大学・理工学部・准教授
研究者番号: 70336254

(3) 連携研究者

藤原 清香 (FUJIWARA, Sayaka)
東京大学・医学部附属病院・助教
研究者番号: 20648521

松田 靖史 (MATSUDA, Yasushi)
大阪大学大学院・工学研究科・招聘准教授
研究者番号: 30593751

吉川 雅博 (YOSHIKAWA, Masahiro)
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
研究者番号: 40584511

河島 則天 (KAWASHIMA, Noritaka)
国立障害者リハビリテーションセンター (研究所)・その他部局等・その他
研究者番号: 30392195