

労災疾病臨床研究事業費補助金

筋電電動義手の効果的な訓練手法を確立するための研究—装着訓練方法  
や試用装着期間についてのマニュアルの作成—  
(14060101-2)

平成26年度～28年度 総合研究報告書

研究代表者 田中 宏太佳

平成29 (2017) 年 3月

総合研究報告書目次

目 次

I. 総合研究報告		
筋電電動義手の効果的な訓練手法を確立するための研究		
—装着訓練方法や試用装着期間についてのマニュアルの作成—		
(14060101-2)	-----	1
研究代表者氏名 田中宏太佳		
(資料) Relationship between myoelectric hand mounting and QOL in adult upper limb amputee. ISPO World Congress 2015	-----	13
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	17
III. 研究成果1：腕神経叢損傷を伴う左上肢切断者にダブルチャンネルコントロールを用いた筋電電動義手の製作経験	-----	19
研究成果2：先天性左前腕欠損児に対するソケット周径調整式上腕筋電義手の症例報告	-----	20
研究成果3：職業復帰を見据えて筋電義手を習熟した左前腕切断の一例	-----	21
研究成果4：筋電電動義手を作製した上腕切断者5例の検討	-----	26
IV. 出版資料	-----	30
・重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例	-----	31
・整形外科医に必要な義肢装具の知識：義手(筋電義手を中心に)	-----	35
・日本における筋電電動義手の公的支給制度の現状	-----	47
・筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—筋電義手の処方とリハビリテーション—成人急性期～回復期—	-----	51
・筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—義肢製作者からの提言	-----	61
V. 動画で学ぶ筋電電動義手マニュアル	-----	67

労災疾病臨床研究事業費補助金  
(総合)研究報告書

筋電電動義手の効果的な訓練手法を確立するための研究—装着訓練方法  
や試用装着期間についてのマニュアルの作成— (14060101-2)

研究テーマ：労働災害による上肢切断への筋電電動義手支給制度を使用して中部労災病院で処方された筋電電動義手使用者の総合的な実態調査(個別症例における筋電電動義手の良い点と悪い点の問診調査でのアンケート調査結果付き)

研究代表者 田中宏太佳

独立行政法人 労働者健康安全機構 中部労災病院 リハビリテーション科

研究要旨：初めに：労災保険においては平成20年4月から5年間、1上肢を手関節以上失った切断者に対して、筋電電動義手の研究用支給が実施された。平成25年4月以降は労災保険での正式な補装具としての支給が開始された。

対象と方法：中部労災病院では平成20年9月から平成28年11月までに、成人において40名の上肢切断者に筋電電動義手の訓練を行った。担当労働局等より筋電電動義手の作成を許可された36名のうち装着後半年以上の経過を追って、切断患者の復職状況と筋電電動義手の使用状況、経時的なQOLを調査できた35名を対象にした。切断患者の復職状況と筋電電動義手の使用状況、経時的なQOL調査の集計結果を報告した。

方法は、復職の状況確認を、職場訪問や病院や義肢製作所での問診、電話での聴取などで実施した。健康関連QOLはSF-36を使用して、筋電電動義手訓練前・訓練終了時・訓練終了半年後の時期に調査した。

結果：35名の性別が男性31名・女性4名、平均年齢は43.9±13.7歳であった。切断者の障害左右別は右上肢23名・左上肢12名、手関節離断5名・前腕切断23名・上腕切断7名であった。装着半年後の復職率80%、半年後の復職形態：現職原業への復帰(17名)、現職配置転換(9名)、離職後再就職(2名)であった。

総合的な有効活用率は89%(31/35)で、仕事での有効活用率82%(23/28)、家庭での有効活用率は77%(27/35)であった。

筋電電動義手訓練前(初回n=35)の8つの下位尺度では、{RP日常役割機能身体(37.8) < RE日常役割機能精神(45.7) (P<0.005), PF身体機能(47.8) (P<0.001), MH心の健康(48.8) (P<0.001), VT活力(51.9) (P<0.001), GH全体的健康感(53.4) (P<0.001) BP体の痛み(44.5)(P<0.001), SF社会生活機能 (44.5) (P=0.035) } {SF社会生活機能 (44.5) < GH全体的健康感53.4 (P=0.001), 活力(51.9)(P=0.012) } {体の痛み(44.5) < VT活力(51.9)(P=0.012)} {MCS精神的健康度(54.7) > PCS身体的健康度(47.6) (P=0.039), RCS役割/社会的健康度(39.5) (P<0.001)}の間に有意差が見られた。

筋電電動義手訓練終了時(最終n=35)の8つの下位尺度では、{RP日常役割機能身体(37.8) < VT活力(55.2) (P<0.001), SF社会生活機能 (50.6) (P=0.001), MH心の健康 (53.8) (P<0.001), BP体の痛み(49.3) (P=0.011), PF身体機能(50.1) (P=0.002), GH全体的健康感 (56.6) (P<0.001), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.014)} {BP体の痛み(49.3) (P=0.018), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.014) < VT活力 (55.2) } {SF社会生活機能 (50.6) (P=0.014) < GH全体的健康感 (56.6) } {BP体の痛み(49.3) (P=0.001), PF身体機能(50.1) (P=0.005), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.01) < GH全体的健康感 (56.6) } {MCS精神的健康度(58.2) > PCS身体的健康度(49.0) (P=0.002), RCS役割/社会的健康度(44.5) (P<0.001)}の間に有意差が見られた。

訓練終了半年後(n=35)の8つの下位尺度では、{RP日常役割機能身体 (43.7) < VT活力 (52.8) (P<0.001), MH心の健康 (52.8) (P<0.0012), GH全体的健康感 (54.7) (P<0.001), PF身体機能(50.7) (P=0.001), SF社会生活機能 (51.9)} {VT活力 (52.8) > BP体の痛み(48.3) (P=0.014), RE日常役割機能精神(47.0) (P=0.001) } {MH心の健康 (52.8) > RE日常役割機能精神(47.0) (P=0.014) } {BP体の痛み(48.3) (P=0.003), RE日常役割機能精神(47.0) (P<0.001) < GH全体的健康感 (54.7) } {MCS精神的健康度(56.6) > PCS身体的健康度(48.8) (P=0.002), RCS役割/社会的健康度(44.6) (P<0.001)}の間に有意差が見られた。

筋電電動義手訓練前(n=35)の最終的な筋電電動義手継続使用群(使用群n=31)と筋電電動義手継続非使用群(非使用群n=4)の比較において、半年後のBP体の痛み, GH全体的健康感, MCS精神的健康度において、偏差得点で使用群に有意に高値であった。訓練前・訓練直後のすべての項目で、また訓練半年後ではRP日常役割機能身体, SF社会生活機能, RE日常役割機能精神, PF身体機能, MH心の健康, VT活力, PCS身体的健康度, RCS役割/社会的健康度において有意差はみられなかった。

考察：筋電電動義手の対象者におけるQOLの比較では、訓練前には全体的健康感、活力、精神的健康度などの心理面での得点が高く、身体的役割や身体的健康度、役割/社会的健康度など身体機能に関する項目の得点が有意に低いことが特徴であった。訓練終了後の経過を追うごとに各下位項目の得点は改善する傾向がみられたが、項目間の差は訓練前と同様に存在していた。

筋電電動義手継続使用群と非使用群においては、訓練終了半年後の身体の痛み, 全体的健康感, 精神的健康度において、使用群で得点の高い傾向が見られた。筋電電動義手の処方において継続的に使用してくれる対象者を選択したい場合に、これらの評価尺度は客観的な指標として参考になると思われた。

## A. 研究目的

労災保険においては平成20年4月から5年間、1上肢を手関節以上失った切断者に対して、筋電動義手の研究用支給が実施された。支給対象者は業務災害又は通勤災害により1上肢を手関節以上で失ったことにより、障害給付を受けた者又は受けると見込まれる者であって、次の要件をすべて満たす者。ア：研究調査に協力する。イ：装着訓練をしたことがない。ウ：職場復帰に意欲を有している。エ：必要な強さの筋電信号を検出できる。オ：判断力を有する。カ：筋力を有する。キ：ソケットの装着が可能である断端を有する。ク：肩および肘の関節の機能に著しい障害がないこと。ケ：継続使用が可能であると協力医療機関が判断していることとされた。平成24年6月の「義肢等補装具専門家会議報告書」に基づいた労働者災害補償保険法の義肢等補装具費支給要綱及び外科後処置実施要綱の改正により、平成25年4月以降は労災保険での正式な補装具としての支給が開始された。具体的には、片側上肢切断者に対する筋電動義手を新たに支給対象とされている。片側上肢切断者で障害（補償）給付を受けた者又は受けると見込まれる者であって、① 就労中（休職中を含む。）の者で、筋電動義手の装着により作業の種類の拡大等が見込まれるもの、② 申請時においては就労していないが、今後就労が予定されている者（ハローワークへの求職申込等就職活動中の者を含む。）で、筋電動義手の装着により作業の種類の拡大等が見込まれるもの、③ 他上肢又はその手指に一定以上の障害があることによって、筋電動義手の使用が特に必要と認められる者、のいずれかに該当するものが支給対象となる。

装着訓練の期間は、前腕切断者で最大10週間、上腕切断者で最大12週間の範囲内で医学的に必要な期間となった。ただし、能動義手の装着訓練と筋電動義手の装着訓練を合わせて行う場合は、前腕切断者で最大14週間、上腕切断者で最大16週間の範囲内で医学的に必要な期間となった。また筋電動義手の試用装着の期間として片側上肢切断者に係る筋電動義手の装着訓練に引き続き、義手取扱いの習熟度等を踏まえ、最大6か月間の試用装着期間を設定し、月1回程度、医療機関における指導等を行うことができるようになった。

中部労災病院では平成20年9月から平成28年11月までに、成人において40名の上肢切断者に筋電動義手の訓練を行った。切断患者の復職状況と筋電動義手の使用状況、経時的なQOL調査の集計結果を報告した。

## B. 調査研究の対象と調査方法

対象：研究者が過去に義手の治療や能動・装飾義手の製作に関与した労働災害による上肢切断患者において、断端の状況が良好で2か所の分離した筋電位を上肢から取得できることを確認し、筋電動義手の長所短所を理解でき、復職において積極的に使用する意思を確認できた上肢切断者の40名に、筋電動義手の訓練を行った。担当労働局等より筋電動義手の作成を許可された36名のうち装着後半年以上の経過を追って、切断患者の復職状況と筋電動義手の使用状況、経時的なQOLを調査できた35名を対象にした。

方法：復職の状況確認を、職場訪問や病院や義肢製作所での問診、電話での聴取などで実施した。健康関連QOLを、SF-36v2を使用して、筋電動義手訓

練前・訓練終了時・訓練終了半年後の時期に調査した。結果を国民標準値に基づいたスコアリングで算出し、Z値から変換した値より偏差得点（10をかけたその結果に50を足す）を求め、2元配置分散分析によって各時期における各下位尺度の比較、それぞれの下位尺度の経時的な変化の比較を行った。

次に、最終的な筋電動義手継続使用群（使用群）と筋電動義手継続非使用群（非使用群）の平均値の比較を(t検定)、筋電動義手訓練前・訓練終了時・訓練終了半年後の時期に下位尺度ごとに行った。

### 倫理面への配慮

研究対象者に対する人権擁護上の配慮、不利益、危険性の排除のため、倫理委員会で承認され、個々の対象者からインフォームド・コンセントを書面で得た。

## C 調査結果

(1)対象者のプロフィール：35名の性別が男性31名・女性4名、平均年齢は $43.9 \pm 13.7$ 歳であった。切断者の障害左右別は右上肢23名・左上肢12名、手関節離断5名・前腕切断23名・上腕切断7名であった(表1)。(2)職業的帰結：装着半年後の復職率80%(28/35)（非復職者：ハローワーク登録4名[1名は親の介護]、離職3名）。半年後の復職形態：現職原業への復帰(17名)、現職配置転換(9名)、離職後再就職(2名)であった。(3)筋電動義手継続使用率：総合的な有効活用率は89%(31/35)で、仕事での有効活用率82%(23/28)、家庭での有効活用率は77%(27/35)であった。

前腕切断者の継続使用率93%(26/28)、上腕切断者の継続的使用率71%(5/7)であった。

(4)筋電動義手使用時間：復職者(n=28)において仕事での1日当たりの平均使用時間は $5.4 \pm 4.2$ 時間、1週間当たりの平均使用日数 $3.8 \pm 2.3$ 日であった。

家庭生活での(n=35)1日当たりの平均使用時間は $3.7 \pm 3.6$ 時間、1週間当たりの平均使用日数 $4.5 \pm 2.9$ 日であった。

(5)訓練期間など(n=35)：筋電動義手の平均貸出し週数は $8.4 \pm 2.1$ 週、筋電動義手の訓練回数 $16.2 \pm 13.5$ 回、切断から筋電動義手装着までの平均月数は、 $76.7 \pm 88.5$ ヵ月であった。

(6)筋電動義手の処方適応があると判断し、本義手として作成した切断患者の各時点における健康関連QOL：SF-36v2の国民標準値に基づいたスコアリングのZ値から算出された偏差得点を比較した(表2)。

○筋電動義手訓練前(初回n=35)の8つの下位尺度では、

{RP日常役割機能身体(37.8) < RE日常役割機能精神(45.7) (P<0.005), PF身体機能(47.8) (P<0.001), MH心の健康(48.8) (P<0.001), VT活力(51.9) (P<0.001), GH全体的健康感(53.4) (P<0.001) BP体の痛み(44.5)(P<0.001), SF社会生活機能(44.5) (P=0.35) }

{SF社会生活機能(44.5) < GH全体的健康感53.4 (P=0.001), 活力(51.9)(P=0.012) }

{体の痛み(44.5) < VT活力(51.9)(P=0.012)}

{MCS精神的健康度(54.7) > PCS身体的健康度(47.6) (P=0.039), RCS役割/社会的健康度(39.5) (P<0.01) }

の間に有意差が見られた。

○筋電動義手訓練終了時（最終n=35）の8つの下位尺度では、

{RP日常役割機能身体(37.8) <VT活力(55.2) (P<0.0



01), SF社会生活機能(50.6) (P=0.001), MH心の健康(53.8) (P<0.001), BP体の痛み(49.3) (P=0.011), PF身体機能(50.1) (P=0.002), GH全体的健康感(56.6) (P<0.001), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.014)}

{BP体の痛み(49.3) (P=0.018), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.014) < VT活力(55.2)}

{SF社会生活機能(50.6) (P=0.014) < GH全体的健康感(56.6)}

{BP体の痛み(49.3) (P=0.001), PF身体機能(50.1) (P=0.005), RE日常役割機能精神(49.2) (P=0.01) < GH全体的健康感(56.6)}

{MCS精神的健康度(58.2) > PCS身体的健康度(49.0) (P=0.002), RCS役割/社会的健康度(44.5) (P<0.01)}

の間に有意差が見られた。

○訓練終了半年後(n=35)の8つの下位尺度では、{RP日常役割機能身体(43.7) < VT活力(52.8) (P<0.001), MH心の健康(52.8) (P<0.0012), GH全体的健康感(54.7) (P<0.001), PF身体機能(50.7) (P=0.001), SF社会生活機能(51.9)}

{VT活力(52.8) > BP体の痛み(48.3) (P=0.014), RE日常役割機能精神(47.0) (P=0.001)}

{MH心の健康(52.8) > RE日常役割機能精神(47.0) (P=0.014)}

{BP体の痛み(48.3) (P=0.003), RE日常役割機能精神(47.0) (P<0.001) < GH全体的健康感(54.7)}

{MCS精神的健康度(56.6) > PCS身体的健康度(48.8) (P=0.002), RCS役割/社会的健康度(44.6) (P<0.01)}

の間に有意差が見られた。

(7)筋電電動義手訓練前(n=35)の最終的な筋電電動義手継続使用群(使用群n=31)と筋電電動義手継続非使用群(非使用群n=4)の比較において、半年後のBP体の痛み, GH全体的健康感, MCS精神的健康度において、偏差得点で使用群に有意に高値であった。訓練前・訓練直後のすべての項目で、また訓練半年後ではRP日常役割機能身体、SF社会生活機能、RE日常役割機能精神、PF身体機能、MH心の健康、VT活力、PCS身体的健康度、RCS役割/社会的健康度において有意差はみられなかった(表3)。

筋電電動義手の使用群と非使用群の比較において(表4)、切断から装着までの月数、筋電電動義手訓練回数、筋電電動義手貸出し週数、筋電電動義手装着年齢に有意差はなかった。

(8)個別症例における筋電電動義手の良い点と悪い点の問診調査の結果

筋電電動義手の良い点:

症例1:ロープを使用する。ビスを電動ドライバーで打ち込む。ごみ取りと箒を持つ。健手で機材を支えながらレンチでナットを締める作業ができる。両手で重量物を、はめたり引きぬいたりする作業が可能になる。能動義手では手先が開かない肢位でも使用できる。

症例2: グライファーの利点: 患者は仕事でネジやボルト操作を行う場合、しっかりとした把持力が必要とされている。ネジ回し・レンチ作業においてピンチ・把持操作が電動ハンドに比べて格段に良好である。把持する面が平たく握み易い。面で持つほうが安定性がある。高所や低い位置での作業も良好となった。復職後: グライファーを仕事で1日6-7時間使用している。仕事で両手動作が行えることは有利。ボルトやナットを固定することが行いやすい。

自宅では装飾義手のみを使用している。指の開閉の意識によって、そのまま筋電動作の開閉動作を行えるように熟練した。

症例3: 筋電電動義手を使用してから、手指の幻肢の違和感が改善した。自宅での生活で、受傷後蟹の殻の処理が面倒なので食べなかったが、両手動作で久しぶりに蟹を食べた。椀や皿の把持、靴紐結びも可能。皿や箸を洗うことも可能。リフト操作をはじめほとんどの作業で筋電電動義手を使用して行う。復職後: 職場でも自宅でも常に使用している。仕事では6時間で1つのバッテリーが消耗するので、1日に2つバッテリーを使用する。日常生活では、トレーニングウェアのゴムが縛りやすくなった。お椀の底面が広いものは掴むことができる。袋を破る時も両手動作は便利。装飾義手は不要になった。断端の発汗は、断端袋が吸ってくれる。

症例4: 装飾性と機能性を兼ね備えている、ハーネスが不要でどの位置でも作業が行える、両手動作ができる、ある程度の重量物が持てる。職場の同僚からは、「以前より仕事がスムーズにこなせている」との意見があった。復職後: 起床時から入浴前まで1日中使用している。充電を毎日行っている。両手で把持し、その押える力が強い。業務で家電を持ちやすい。配線時の細かな作業、電線を切るときに線をしっかりと把持できる。家電製品の部品がしっかりと持てる。発汗はあまり問題にならない。幻肢は変化していない。

症例5: 服を畳んでタンスに入れる。作業でひもを締める。コップなどを持てる。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。ある程度の重量物が持てる。

症例6: 食器をしっかりと把持できる。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。

症例7: ごみ出しの時、ごみ袋を縛りやすい。洗濯物が干しやすい。料理で包丁を使用する際、義手で食材をしっかりと固定できる。袋を開けるとき、今まで口を使用していた動作が両手でできるようになった。更衣動作でボタンがはめやすい。(仕事)書類が持てる。閉じ紐を両手で結べる。棚の上のファイルがとりやすくなった。(充電は4日に1回)

症例8: 能動義手のケーブルから開放されたことにより、肩の圧迫感が無くなり、慢性的に有った頭痛や肩こりが消失した。4CH筋電電動義手を選択したことにより、動作時に肩の外転動作など不自然な姿勢をとる必要が無くなった。事務機器(裁断機など)を両手で使用できる。書類の配布も両手動作で可能である。

症例9: 製品運搬時に物を把持して行う作業。洗濯物を干し取り入れる。掃除機を両手で使用する。鍋を両手で持つ。装飾性と機能性を兼ね備えている、ハーネスが不要。

症例10: 溶接の補修では両手作業が必要で、筋電電動義手使用前にはできなかったことが可能になった。頭の上のものを両手でつかむ、ペットボトルのキャップを外す、瓶のキャップを外す、バンドをズボンに通す、財布のファスナーを開けることができるようになった。

症例11: 事務仕事に配置転換し、ファイルを片手で持って、もう一方の手で動作ができる。能動義手のハーネスやケーブルの束縛感から解放された。ハーネスが無いので装着時の窮屈感がない。両手での資料の運搬、買い物での両手作業が可能になった。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。あ

る程度の重量物が持てる。手指の開く距離は能動義手より長い。

症例12:ゴミ袋を縛る。ひもを結ぶ。ハンガーに衣類をかける。洗濯物を干すことが可能になった。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。ある程度の重量物が持てる。

症例13:パソコンのキーボードの動作、書類をそろえることが両手で出来る。書類を義手で持ち、健側でドアノブを開けられる。職場で掃除機が両手で使用できる。靴の紐を結べる。割り箸を割れる。箸を使用し、飲み物の栓を抜ける。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。ある程度の重量物が持てる。細かい動作もできる。

症例14:両手で運搬でき、重量物も持つことができる。自転車の運転ができる。筋電電動義手でしっかり物を把握し、ハサミを使用することができる。運搬に両手が使用できる。洗濯物を干したり畳んだりしやすくなった。

症例15:洗濯物を干したり畳む動作。補助的に両手動作で使用した。上方にあるものをとれる。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。

症例16:両手でレングを持って選別がしやすい。洗濯物をハンガーにかけて畳む動作ができる。食器を洗い片づける。掃除機を持つ、紐を結ぶ動作が行いやすい。

症例17:パソコンの入力や清掃、靴ひもを含む更衣動作が容易。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。重量物が持てる。

症例18:コンボのレバーの把持や荷物運搬車のレバー操作が可能。スコップの操作が可能。後部のものが取れ、目線の高さのものがつかめる。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。重量物が持てる。

症例19:重いものを持ち上げる。握力をもって物を持ち上げる。靴ひもを結びやすい。服のチャックやカバンのチャックを使用し易い。買い物袋をぶら下げたり紙を両手で破れる。ペットボトルをもってふたを開ける。ボタンを締めやすい。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。重量物が持てる。

症例20:活性炭の入った袋を持ち運ぶ、ボルトやナットを押さえて行う作業、ミシンかけ、梯子段の昇降などが容易となり満足度が高い。食事のときに食器が把持できる。筋電電動義手で物を把持して、ドアノブを回すことができる。

症例21:もち米の袋を両手で持ち上げられる。食品の袋を両手で開けられる。

症例22:クレーンやリフトのレバー操作ができる。アリゲーターの操作盤を健側の補助として筋電電動義手で使用する。食事のときにコップを持てる。魔法瓶を把持する。ズボンの脱着、弁当の風呂敷や靴ひもを結べる。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。

症例23:装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。両手で事務作業ができる。外出するとき、掃除をするときに筋電電動義手は重宝している。背中に手を回して行為ができる。

症例24:機械の修理、事務、PC操作、鶏舎の掃除ができるようになった。更衣、家事、食事も容易になった。

症例25:重機の運転で両手が使用できる。ボルトを締める。工具を支えながら両手動作として行える。外食では義手で支えて食事をする。服や靴下やベルト

を両手で装着する。

症例26:ボルトやインパクトを使用し易い。両手で段ボールや部品を持ち、以前の2倍量を運べる。記録のチャート、両手でのパソコン操作、SDカードリーダー、ファイリング操作、スケールを両手で使用できる。車の解体から事務仕事まで有益である。玉ねぎを義手で持って切る。缶詰を開ける、両手で椅子を持つ、両手で袋を開ける、ペットボトルを義手で持ち健手で栓を開ける。本や新聞紙を見る。ハンガーに服をかける。財布や傘を使用する。両手で自動車のハンドル操作ができる。

症例27:組み立て作業、型に物をはめてロボット作業に進める。半径5cm以上のものは、義手で掴める。掃除、健手で液体をかけて左手で拭く。床のものを片づけたり、ペットボトルや缶を開ける。装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。

症例28:洗濯や掃除に使用する。台所仕事にも使用する。

症例29:ティッシュペーパーやトイレットペーパーを作成する仕事で、紙のローラーのちぎれたところの補修。段ボールに梱包する場合に使用。服を畳む、洗濯物を干す、靴の紐を縛る、車の運転を行う。装飾性と機能性を備えている。ハーネスが不要、重いものを持てる。

症例30:ワンスイッチ1チャンネルでの操作の場合、開きがプッシュスイッチ閉じ筋電を使用する。ハンドの向きの調整や空間位置でのポジショニング設定は習熟。傘操作や椅子運びは可能。スポンジや洗濯ばさみを把持できる。犬の散歩で紐を持てる、布団たたみややかんを持ち、ミカン箱を持てる。能動義手よりも把持力があるので、運搬することや箱の中のものを持てることは有益。

症例31:装飾性と機能性を兼ね備えている。ハーネスが不要。重いものが持てる。右手で袋を挟む。庭掃除で箒を持てる。箱を運ぶときや台車を使用する、クレーン作業で右手で固定するとき使用し易い。右手でコップを持ったりペットボトルを把持しやすい。両手動作が可能。

症例32:調理、洗濯、掃除買い物で便利で、自転車も見栄え良く操作できた。筋電義手で掃除機や炊飯器などの重いものが持てた。両手動作が行えることが良い。筋電義手を使用しているときには幻肢が改善する。

症例33:自転車が乗れる(筋電義手はハンドルに載せるのみ)。両手でチャックを扱う。重いものが持てる。重い買い物も楽。両手動作が便利。チャックを使用する、更衣を両手でできる、高いものを取る時に力を出せる。買い物時に手関節の位置を回旋できる。装飾性と機能性を備えている。筋電義手は重くない。ハーネスが不要になることは良い。更衣、家事、食事動作が容易になる。

症例34:養鶏場での卵のパックを運ぶ台車やトイレの洗浄を行う。両手を使用して洗浄用の機械に洗浄される物品を置く。両手で物品を取り出す。蛍光灯やランプの取り換えなど物品の修理を両手で行える。自宅では洗濯物を両手で干す。コップで水を飲む。ハーネスが不要。装飾性と機能性を兼ね備えている。

症例35:自宅で洗濯物を干すとき、食事でお皿を抑える、小袋を開けることができる。

症例36:包丁の使用、野菜をつかんで皮をむく。両手で鍋をつかむ。細かい事務作業(字を書くこと)、左手:義手で把持し右手で作業を行う。机や椅子を両手で掴んで移動する。洗濯物を両手で畳む。

### (9)筋電電動義手の問題点：

症例1：重い→膝腰痛を誘発する。

症例2:電動ハンドでは、指の把持面が丸いためにネジやナットなどが指先で滑ってしまう。夏のソケット内の発汗は問題となる。減量したために断端が痩せてしまって、ソケットに合いにくくなった。手部と手関節部が破損するほど使用頻度が多い。重いので2時間以上の長時間使用になると肩や腕が疲労する。

症例3:仕事において、筋電電動義手を傷つけないように、金属を削る作業のみ作業用義手を使用する。グライファーを試用したが、つまみ部分が平面であるために患者が扱う製品の固定が難しく、最終的に電動ハンドを選択した。汗の匂いが強いので、消臭スプレーを使用している。開いたハンドが自然に閉じてしまうので修理した。グローブの汚れや破損で困ることがある。

症例4:グライファーを紹介したが、仕事で接客する場面があるので、外観を気にして使用することを断念した。細かい作業が困難。両手で重量物を持つことが難しい。

症例5:細かなひもを締めることや箸を持つことが困難。メンテナンスが面倒。

症例6:重量物を持つことが難しい。

症例7:(仕事)小さいものは持てない。装飾義手の指の形は1本ずつ変えられるのでキーボードが打ちやすいが、筋電電動義手では打ちにくい。時に発汗が問題になり、消臭剤を使用。

症例8:毎日業務中に装着している。充電は、3日に1回程度行う。誤動作は、疲れる時間帯、特に夕方に多い。断端の発汗や匂いは問題である。

症例9:小さな物品を把持することが行いにくい。瓶などの小さなものが寝た状態であると拾うことが難しい。滑りやすいものをひっくり返すことは難しい。義手が重い。

症例10:柔らかいものを軽くつまむことや鉛筆を削るような細かな動作は難しい。

症例11:ハンドの開き具合は視覚的に確認する必要がある。相当な重量物は持てない。梯子は登れない。

症例12:家事で、細いものを刻むこと、リンゴの皮をむくことができない。

症例13:非常に重いものは運べない。水を使用する作業は行いにくい。重い。

症例14:工場で自転車を使用してハンドがよく壊れる。把握する角度が合わないことがある。細かいものを握れない。両手動作で時間がかかる。自転車のハンドルの角度によっては動作がぎこちない。お盆は持ちにくい。

症例15:義手での巧緻な動作ができない(紐結びなど)。義手が重い。

症例16:レンガの運搬は重いので不可能。筋電電動義手で歯磨きや洗体動作はできない。

症例17:材料を運ぶ。調理をしたり大型機械に材料をセットすることはできない。

症例18:除雪車のタイヤショベルの操作は不能。

症例19:ソケットの汗で蒸れることが気になる。義手の装着に手間がかかる。水回りの作業が難しい。重いものをつかんだり粉の付きやすい作業は無理。茶碗を持ったり手を洗うことは難しい。

症例20:20kg以上のものは持てない。細かなものはつかめない。

症例21:両手を使用する細かな作業が困難。

症例22:品物を持ち上げることは汚れる作業のために控えている。動きの硬いレバー作業は行いにくい。階段を上などの汚い物の把持、梯子を両手で持つことは控えている。左上肢を後方に伸展するときには誤動作が起こることがある。

症例23:非常に重いものは持てない。髪を結ぶこと、ブラを付けることは難しい。

症例24:水を使用した作業や調理動作はできない。

症例25:水を使用する作業には使用できない。車の洗車や食器の洗浄は手袋をつける。洗剤を付けると滑ってしまう。

症例26:両手で10kg程度のものは持てない。高所からの重量物の積み下ろしができない。靴紐結びはできない。

症例27:義手が重い。

症例28:長く使用すると皮膚障害が出現する。

症例29:特になし。

症例30:上腕三頭筋の収縮でハンドを閉じ、ボタンでハンドを開くので操作性は制限される。

症例31:プレスのボタンを両手で押すときはフックの方が押しやすい。重い鉄板や棒を運ぶときには不向きである。水仕事ができない。

症例32:重い。頸上ソケットは引っかかりやすく上衣の更衣が行いにくい。

症例33:装着時に音がする(空気の入る音:本義手で軽減した)。不都合はあまりない。

症例34:少し義手が重い(重さに慣れることはできる)。

症例35:屈曲リストを使用しないとハンドを口元の持ってゆけない(右ひじの拘縮あり)。バイオリンを弾くときは能動義手の方が軽い。

### D 考察

平成26、27年度に検討した筋電電動義手対象患者に新規の患者を追加して検討し、選択基準(特に、前腕・上腕用筋電電動義手の場合)をより詳細に以下に提示した。(1)筋電電動義手の価値や訓練方法を理解できる判断力がある。(2)保守点検などに協力的で常識的な使用ができる適切な性格特性を持っている(健康関連QOLにおける全体的健康感)。(3)筋電電動義手使用の意欲が高い(健康関連QOLにおいて精神的健康度)。(4)あらかじめ能動義手を実用的に使用できる程度の能力がある。(5)断端に傷がない・断端の皮膚が過度に湿潤または乾燥していない・瘢痕やケロイドがない・血腫や浮腫がない・重度な感覚異常や疼痛がないなどソケットの装着が困難でない断端を有し筋電電動義手の操作に向く切断端である(健康関連QOLにおける身体の痛み)。(6)手先装置の開閉操作に必要な強さの筋電信号を分離して発生できる。(7)上腕断端長は8cm以上あることが必要で、前腕断端で断端障害や麻痺のあるものは肘離断とみなして(前腕断端長0cmでも可能)作成することは可能。(8)両側上肢切断者への片側への筋電電動義手の作成も、目的(外出時の自動車の運転動作など)を明確にすれば有益である。(9)肘や肩関節の著しい可動域制限や筋力低下がない。(10)筋電電動義手の重量による健常部の負担が無い(腰痛など:健康関連QOLにおける身体の痛み)。(11)先天性の上肢欠損者で長期間義手を装着せずに片手動作だけでADLを行っていた患者でも、筋電電動義手の必要性を感じ上記の条件を満たせば外傷性の患者と区別する必要はない。(12)職業は主に軽度または中等度な作業の従事者である(筋電電動義手を破損する程度に過度な

重作業従事者は筋電電動義手の使用用途を検討する必要がある)。(13)定期的な保守などのサービスが可能である居住地であること(公共交通機関や自家用車の普及および道路網の発達により、点検などのサービスが困難な山間僻地の居住者の場合で、サービス方法の目処をつけるように慎重に対処する必要性のある対象者は少なくなっている)。(14)知的レベルが平均以上であること。

この研究の対象となった筋電電動義手患者の半年後の復職率は80%と高い値を示した。また復職困難者が筋電電動義手を使用することにより復職可能となった症例も見られた。筋電電動義手の半年後の継続使用率は、89%(31/35)で、仕事での有効活用率82%(23/28)、家庭での有効活用率は77%(27/35)で、今回の対象者でも職場で筋電電動義手が有効活用されていることが示された。

筋電電動義手の対象者におけるQOLの比較では、訓練前には全体的健康感、活力、精神的健康度などの心理面での得点が高く、身体的役割や身体的健康度、役割/社会的健康度など身体機能に関する項目の得点が有意に低いことが特徴であった。訓練終了後の経過を追うごとに各下位項目の得点は改善する傾向がみられたが、項目間の差は訓練前と同様に存在していた。

筋電電動義手継続使用群と非使用群においては、訓練終了半年後の身体の痛み、全体的健康感、精神的健康度において、使用群で得点の高い傾向が見られた。筋電電動義手の処方において継続的に使用してくれる対象者を選択したい場合に、これらの評価尺度は客観的な指標として参考になると思われた。

## E 結論

筋電電動義手を制作することが有益な切断者の選択基準14項目を提示した。筋電電動義手患者の半年後の復職率は80%であった。筋電電動義手の半年後の継続使用率は、89%で、仕事での有効活用率82%、家庭での有効活用率は77%であった。筋電電動義手の対象者におけるQOLの比較では、訓練前には全体的健康感、活力、精神的健康度などの心理面での得点が高く、身体的役割や身体的健康度、役割/社会的健康度など身体機能に関する項目の得点が有意に低いことが特徴であった。筋電電動義手継続使用群と非使用群においては、訓練終了半年後の身体の痛み、全体的健康感、精神的健康度において、使用群で得点の高い傾向が見られた。

## F 謝辞

この研究を実施するにあたり、中部労災病院中央リハビリテーション部の中村恵一主任作業療法士をはじめとする作業療法士、(株)松本義肢製作所の林満義肢装具士をはじめとする義肢装具士に多大な協力を得た。

## G 参考文献

- 1) 榎本修：障害者自立支援法による補装具の支給。総合リハ, 35:745-750, 2007.
- 2) 青山孝・他：筋電電動義手の給付と使用実態の調査。平成7年度災害科学委託研究報告書, (付録1) 平成8年3月
- 3) 陳隆明：リハを支えるテクノロジー最前線。筋電義手。臨床リハ19(6):514-519, 2010.
- 4) 福原俊一 鈴嶋よしみ：健康関連QOL尺度 SF-36v2 日本語版マニュアル。健康医療評価研究機構、

2004年

- 5) 溝手雅之：筋電義手を製作する立場から一ポイント、留意点。第30回日本義肢装具学会研修セミナー資料, 平成26年3月 pp25-34.
- 6) 溝部二十四・他：義手の訓練方法のポイントと指導のコツ：筋電電動義手。義装会誌29(4):240-245, 2013.
- 7) 陳隆明(編)：筋電義手訓練マニュアル, 全日本病院出版会, 2006.
- 8) 澤村誠志：切断と義肢, 医歯薬出版株式会社, 2007.
- 9) 澤村誠志(編)：義肢学, 第2版, 医歯薬出版株式会社, 2010.
- 10) 金子翼 編：簡易上肢機能検査STEF—検査者の手引き—, 酒井医療, 1986年5月

## H.

### 1. 論文発表

#### ○田中宏太佳

日本における筋電電動義手の公的支給制度の現状。義装会誌30(4):219-222, 2014

○田中宏太佳、中村恵一、川村享平、富永美菜、八谷カナン、青柳えみか、溝手雅之、林満、宮川拓也、渡邊真、野本葵、松本芳樹：筋電電動義手を製作した成人一側上肢切断患者の義手装着と復職状況およびQOLについて。第30回日本義肢装具学会学術大会講演集, 2014, p162.

○渡邊真 田中宏太佳 林満 溝手雅之 前野昭博 宮川拓也 野本葵 松本芳樹 川村享平 中村恵一 富永美菜：先天性左前腕欠損児に対するソケット周径調整式上腕筋電義手の症例報告。第31巻日本義肢装具学会誌 31巻特別号2015年11月 p319

○前野昭博 田中宏太佳 青柳えみか 中村恵一 川村享平 富永美菜 野本葵 宮川拓也 渡邊真 溝手雅之 林満 松本芳樹：腕神経叢損傷を伴う左上肢切断者にダブルチャンネルコントロールを用いた筋電電動義手の製作経験。第31巻日本義肢装具学会誌 31巻特別号2015年11月 p247

○田中宏太佳：筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—筋電義手の処方とリハビリテーション—成人急性期～回復期—。臨床リハ24(2), 128-137, 2015

○溝手雅之 田中宏太佳：筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—義肢製作者からの提言。臨床リハ24(2), 152-157, 2015

○Hiroataka Tanaka, Keiichi Nakamura, Kyohei Kawamura, Mina Tomonaga, Kanan Yatsuya, Masayuki Mizote, Mituru Hayashi, Yoshiki Matsumoto

Relationship between myoelectric hand mounting and QOL in adult upper limb amputees ISPO World Congress 2015 (国際義肢装具連盟) 第15回学会講演集 平成27年6月22日から6月25日 フランス、リオン

○青柳えみか 田中宏太佳 中村恵一 八谷カナン 前野昭博 溝手雅之 林満：重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例

臨床リハ 2016; 25: 827-830, 2016

○田中宏太佳 林満 溝手雅之 野本葵

整形外科医に必要な義肢装具の知識：義手(筋電義手

を中心に)

整・災外 60(1)11-22, 2017

○伊藤成美 中村恵一 田中宏太佳

職業復帰を見据えて筋電義手を習熟した左前腕切断の一例

愛知県作業療法学会雑誌 2017

○Shintaro Oyama, Shingo Shimoda, Fady S. Alnajjar, Katsuyuki Iwatsuki, Minoru Hoshiyama, Hiroataka Tanaka, Hitoshi Hirata

Biomechanical Reconstruction Using the Tacit Learning System: Intuitive Control of Prosthetic Hand Rotation

Frontiers in Neurorobotics published: November 2016 doi: 10.3389/fnbot.2016.00019

○田中宏太佳 編著

動画で学ぶ筋電電動義手マニュアル(DVD-ROM付). 2017年3月24日発行、発行所 松本義肢製作所

## 2.学会発表

○田中宏太佳: 筋電電動義手の現状- 交付と使用の実態 -. 第30回日本義肢装具学会研修セミナー. (香川) 2014年3月23日(日)

○青柳 えみか、田中 宏太佳、八谷 カナン、渡邊友恵、井上 虎吉

重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例

第52回 日本リハビリテーション医学会学術集会

新潟 平成27年5月28日

○田中宏太佳

脊髄損傷患者のリハビリテーションと医学的管理および労災保険における上肢切断者への筋電義手の適応

滋賀県のリハビリテーションを推進する医師の会 第14回研修会 2016年2月27日 大津市

○伊藤成美 中村恵一 田中宏太佳

症状固定前に筋電義手で両手動作を習熟した左前腕切断の一例

第24回 愛知県作業療法学会 名古屋 平成28年5月15日

○田中宏太佳

労災疾病臨床研究事業を利用した筋電電動義手のリハビリテーション: 中部労災病院で処方された筋電電動義手使用者の実態調査第64回日本職業・災害医学会学術大会 2016年10月23日 仙台

○田中宏太佳

労災保険の義肢等補装具費支給制度の改正

日本リハビリテーション医学会 中部・東海地方会 第2回若手医師のためのリハビリセミナー 2017年2月18日(土) 名古屋

○中村恵一 田中宏太佳

筋電電動義手の取り組みについて

第2回 近畿中部ブロック研修会 平成29年1月21日(土) 中部労災病院 講堂

○野本葵(PO)、田中宏太佳(MD)、林満(PO)、溝手雅之(PO)、宮川拓也(PO)、前野昭博(PO)、渡邊真(PO)、片野ふくみ(PO)、松本芳樹(PO)、中村恵一(PT)、千賀将(PT)、富永美菜(PT)、坂野志麻(PT)、伊藤成美(PT)

中部労災病院における小児筋電義手の取り組み

第24回日本義肢装具士協会学術大会 2017

I. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし

表1 中部労災病院で筋電電動義手を処方した上肢切断症例の一覧

切断症例番号	装着年齢(歳)	性別	断端	職業	復職	筋電電動義手の仕事での活用(1:使用する、2:使用しない)	仕事での1日当たりの使用時間	仕事での1週間当たりの使用日数	筋電電動義手の家庭での活用(1:使用する、2:使用しない)	家庭での1日当たりの使用時間	家庭での1週間当たりの使用日数	2:指の屈伸、4:指の屈伸+手関節の回旋(ローテーション10S17)	使用ハンド・肘継手種類OttoBock社の製品番号	屈曲リスト10V38×使用せず○使用	切断部位(前腕1、上腕2)	筋電電動義手貸出し週数	筋電電動義手訓練回数	切断から装着までの月数	筋電使用:有効利用1使用せず0
1	63	女	右前腕中 断端 (64%)14cm	アルミ加工	○元職 復帰	2	0	0	1	1	7	2	8E38=6(DMC) 7 1/4	×	1	10	8	72	1
2	39	男	右前腕長 断端 (88%)21cm	エンジンの 整備	○元職 復帰	1	1	1	1	1	1	2	8E33=9(バリプラス グライファー)	×	1	7	6	27	1
3	52	男	右手関節 離断 23cm	鍛冶屋(検 品、リフト操 作)	○元職 復帰	1	1	3	1	9	6	2	8E44=6(デジタル→ DMC) 7 3/4	×	1	8	7	120	1
4	39	男	左前腕中 断端 (63%)15cm	家電販売	○元職 復帰	1	11	6	1	3	7	2	8E38=6(DMC) 7 3/4 → 8E44=6(DMC) 7 3/4	×→○	1	5	5	15	1
5	36	男	右手関節 離断 27cm	リサイクル物 粉砕加工(重 機の操作)	○元職 復帰	2	0	0	2	0	0	2	8E44=6(DMC) 7 3/4	×	1	5	5	78	0
6	47	男	右前腕中 断端 (67%)16cm	プレス作業 →事務職に 配置転換	○元職 復帰	1	8	6	1	1	7	2	8E38=6(DMC) 7 3/4	×	1	5	5	24	1
7	46	男	右前腕短 断端 (44%)11.5cm	プレス作業 →パソコン 操作、機械 監視に配置 転換	○元職 復帰	1	7	4	1	6	7	2→4→2	8E38=6(DMC) 7 1/4→ 8E44=6(DMC) 7 1/4 → 8E38=6(DMC) 7 1/4→ 8E38=6(DMC) 7 3/4	×→○ →×	1	7	7	285	1
8	42	男	右前腕短 断端 (40%)10cm	プレス作業 →生産管 理、パソコン に配置転換 (資材管理)	○元職 復帰	1	8	5	1	3	7	4	8E38=6(DMC) 7 1/4 ・ 8E44=6 (DMC) 7 1/4	×→○	1	8	8	180	1
9	48	男	右前腕長 断端 (93%)25cm	元プレス工 →事務職に 再就職	○再就 職	1	2	5	1	3	5	4→2	8E38=6(DMC) 7 1/4 ・ 8E44=6 (DMC) 7 1/4	×→○	1	8	16	180	1
10	67	男	右前腕中 断端 (62%)16cm	不織布の製 造販売(型の 溶接が外れ たところの修 理)	○元職 復帰	1	2	4	2	2	2	4	8E44=6(DMC) 7 1/4 ・ グライファーは 自費で購入	○	1	8	16	144	1

11	36	男	右前腕短 断端 (50%)12c m	製造業(ライ ンのオペ レーター→ 事務職に配 置転換)	○元職 復帰	1	11	5	2	0	0	2	8E38=6(DMC) 7 1/4 ・ 8E44=6 (DMC) 7 1/4	x→○	1	6	6	63	1
12	59	女	左手関節 離断 22cm	食材加工→ 保育の用務 員	○再就 職	1	8	7	1	8	7	2	8E44=6(DMC) 7 1/4	○	1	8	15	21	1
13	61	男	左前腕短 断端 (50%)13c m	プラスチック 粉碎作業→ タクシー配車 係に配置転 換	○元職 復帰	1	1	2	1	3	4	4	8E44=6(DMC) 7 1/4	○	1	4	4	310	1
14	33	男	左前腕切 断断端 (54%)14c m	クッション材 の制作(ライ ン作業→事 務に配置転 換)	○元職 復帰	1	14	5	1	4	7	4	8E44=6(DMC) 7 3/4→ 8E38=6(DMC) 8	○→x (断線の 原因に なる)	1	8	8	23	1
15	44	男	左前腕切 断断端 (41%)9cm	シュレッダー 作業→配達	x(離職)	2	0	0	2	0	0	1(ダブルチャ ネル)	8E38=7(デジタル)ダ ブルチャンネル 7 1/ 4 シコライザー 通 電糸を縫込み(内 側)	x	1	8	8	32	0
16	41	男	右前腕切 断断端 (65%)17c m	煉瓦製造→ ハローワー ク→自動車 部品の検 品・電子部 品のハンダ 付け	○再就 職	1	8	5	1	5	7	4	8E44=6(DMC) 7 1/4	○	1	8	9	26	1
17	29	男	右前腕切 断断端 (72%)18c m	段ボール製 造(プレス作 業→事務・ 生産管理に 配置転換)	○元職 復帰	1	12	7	1	2	7	4	8E44=6(DMC) 7 3/4	○	1	9	45	7	1
18	32	男	右上腕切 断標準型 (82%)13c m	重機のオペ レーター(事 務職へ配置 転換)→営 業	○元職 復帰	1	9	4	1	14	2	4	8E44=6(DMC) 7 3/4 肘継手 12K44 吸着式	○	2	7	35	10	1
19	26	男	右上腕切 断標準型 (87%)20c m	食品業(粉の 攪拌→ライ ンの仕事へ配 置転換)	○元職 復帰	1	5	5	1	10	7	4	8E44=6(DMC) 7 3/4 肘継手 12K44 吸着式	○	2	7	8	30	1
20	52	男	右上腕切 断標準型 (54%)9cm	活性炭の製 造	○元職 復帰	1	8	6	1	3	1	4	8E44=6(DMC) 7 1/4 肘継手 E- 200(ホスラー) 吸着 式	○	2	14	20	14	1

21	21	男	右上腕切断標準型 (73%)22cm	菓子の製造ライン	○元職復帰→ ○配置転換:事務職	2	0	0	2	0	0	4	8E38=6(DMC)7- 1/4 肘継手12K44 シロライター	x	2	8	8	10	0
22	68	男	左上腕切断標準型 (89%)24cm	鉄の加工処理(管理職)	○元職復帰	2	0	0	2	0	0	2	8E44=7(デジタル) 7 1/4 肘継手 12K44 吸着式	○	2	8	16	20	0
23	50	女	右前腕切断長断端 (95%)20cm	精肉業→求職活動中	x(ハローワークに登録中)	2	0	0	1	5	4	2	8E44=6(DMC)7- 1/4	○	1	9	20	22	1
24	28	男	右前腕切断端 (52%)13cm	養鶏	○元職復帰	1	8	5	2	0	0	2	8E44=6(DMC)7- 3/4→8E33=9	○→x (グライファー)	1	10	10	67	1
25	56	男	左前腕切断中断端 (74%)22cm	ガラス原料の製造販売ラインのメンテナンス	○元職復帰	1	8	6	2	12	1	2	8E44=6(DMC)7- 1/4	○	1	10	50	8	1
26	23	男	左肘離断(麻痺前腕)極短断端 (28%)7cm	車の部品製造	○元職復帰	1	5	2	1	0.5	2	1(ダブルチャンネル)	8E44=7(ダブルチャンネル)7-1/4	○	1	14	16	60	1
27	33	男	左前腕切断長断端 (76%)20cm	塗装→リマ市に帰国	x(ハローワークに登録中)	2	0	0	1	6	7	4	8E44=6(DMC)7- 1/4	○	1	10	22	37	1
28	33	女	左手関節離断(実用性のない近位手根骨が残存)27cm	精肉業→主婦	x(ハローワークに登録中)	2	0	0	1	3	7	2	8E=44=6(DMC)7- 1/4	x	1	9	16	168	1
29	38	男	右前腕切断長断端 (84%)21cm	製紙業	○現職復帰→ ○配置転換	1	8	5	1	2	5	2	8E44=6(DMC)8	○	1	10	50	10	1
30	45	男	左上腕切断標準断端 (50%)8cm	食品会社の検査や仕分け	○テラ配りのアルバイト	1	4	3	1	8	7	2	8E38=6、筋電義手肘継手(12K44)閉じるのが上腕三頭筋、開くのは健側でのスイッチ、差し込み式オープンショルダー	x	2	9	12	152	1



31	61	男	右手関節 離断 25cm	プレス	○現職 復帰	2	0	0	1	5	7	2	8E44=6(DMC) 7・ 3/4 軟性ソケット手 離断差し込み	x	1	9	9	312	1	
32	25	男	左前腕切 断長断端 (65%)17cm	トラックの シートを作成 する仕事	x(コン ピニを経 営する 予定)	2	0	0	1	2	7	4	8E44=6(DMC) 7・ 1/4(吸着用の電 極)	○	1	10	50	8	1	
33	66	男	右前腕切 断短断端 肘屈曲制 限 (46%)11c m	リサイクルの 仕事でベル トコンベアを 使用(退職し ていた)	x無職	2	0	0	1	5	7	2	8E44=7(デジタル) 7 3/4	○	1	9	10	17	1	
34	63	男	右前腕切 断短断端 (47%)12c m	養鶏場の洗 浄を行っている。	○元職 復帰	1	3	6	1	1	7	1(ダブル チャンネル: 手根屈筋採 取)	8E44=7(デジタル)7 3/4 倍動継手(歯 車式)上腕コルセツ トシリコライナー (キャッチピン付き)	○	1	9	15	120	1	
35	34	男	右前腕切 断短断端 (50%)12c m	トラックの運 転手	x(ハ ローワ ーク登 録)	2	0	0	1	3	7	4	8E44=6 7 1/4	○	1	10	23	14	1	
36	42	男	左前腕切 断長断端 (77%)17c m、右手 挫滅 (22cm)	製菓業	x	2	0	0	1	2	4	4	左8E38=6 DMC	x	1	16	21	10	1	
37	49	男	右上腕切 断標準断 端 (65%)13c m	炭製造業	○現職 復帰、配 置転換	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーショ ン治療 中	2	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中
38	28	男	右手関節 離断 (23.5cm)、 左手部 切断 (23.5cm)	プレス設計	現在の 仕事に 復職予 定	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーショ ン治療 中	1	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中
39	36	男	右前腕切 断短断端 (42%)11c m	陶器の原料 製造	現在の 仕事に 復職予 定	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーショ ン治療 中	1	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中
40	39	男	右上腕切 断標準断 端 (75%)15c m	肩鉄業務:ペ ルトコンベ ア	現在の 仕事に 復職予 定	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリテーショ ン治療中	リハビリ テーショ ン治療 中	2	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中	リハビリ テーション 治療中

表2 SF-36各下位項目の偏差得点の平均値(n=35)

下位項目	訓練前	訓練直後	訓練終了半年後
RP日常役割機能身体	37.8±16.0	43.2±10.1	43.7±9.6
SF社会生活機能	44.5±14.4	50.6±10.7	51.9±7.6
RE日常役割機能精神	45.7±15.2	49.2±9.9	47.0±10.7
PF身体機能	47.8±8.9	50.1±6.8	50.7±6.1
BP身体の痛み	44.5±13.6	49.3±9.9	48.3±10.7
MH心の健康	48.8±10.6	53.8±8.1	52.8±9.0
VT活力	51.9±8.5	55.2±7.7	54.1±9.0
GH全体的健康感	53.4±8.5	56.6±7.9	54.7±9.0
PCS身体的健康度	47.6±7.0	49.0±7.2	48.8±8.9
MCS精神的健康度	54.7±8.8	58.2±8.2	56.6±9.5
RCS役割/社会的健康度	39.5±17.7	44.1±13.1	44.6±10.8

表3 下位項目ごとの各時期での筋電電動義手使用群・非使用群の平均値と標準偏差

下位項目	訓練前		訓練直後		訓練半年後		訓練半年後の差の検定
	使用群(n=31)	非使用群(n=4)	使用群(n=31)	非使用群(n=4)	使用群(n=31)	非使用群(n=4)	
RP日常役割機能身体	38.1±16.7	35.8±9.7	43.3±10.5	42.4±6.1	43.7±10.0	43.2±6.8	
SF社会生活機能	45.6±13.9	36.1±17.7	51.0±11.1	47.4±6.4	52.4±7.5	47.4±8.3	
RE日常役割機能精神	46.4±15.6	40.5±16.1	49.5±10.3	46.7±7.1	48.1±10.4	38.4±9.2	
PF身体機能	47.8±8.9	47.9±10.3	49.6±6.2	54.2±5.1	50.6±6.5	51.5±1.8	
BP身体の痛み	44.9±13.9	41.4±11.5	50.1±9.4	43.2±13.5	49.9±10.3	35.6±3.8	P<0.001
MH心の健康	49.6±9.8	42.4±15.6	54.5±7.6	48.5±11.7	53.6±8.9	46.5±8.5	
VT活力	52.8±8.3	44.2±6.6	55.7±7.9	50.6±5.5	55.2±8.7	45.0±4.15	
GH全体的健康感	53.8±8.5	50.2±9.1	56.9±8.2	54.2±4.9	55.3±9.0	49.9±8.9	P=0.031
PCS身体的健康度	47.1±7.3	50.9±3.7	48.6±7.1	51.9±8.1	48.8±6.0	48.2±5.2	
MCS精神的健康度	55.6±8.6	47.6±7.9	59.1±8.2	51.6±5.6	57.9±9.1	47.1±7.5	P=0.031
RCS役割/社会的健康度	40.2±18.0	33.6±15.8	44.3±13.8	42.6±6.8	44.9±11.2	42.1±7.7	

表4 筋電電動義手使用群・非使用群の年齢などの平均値と標準偏差

	筋電電動義手使用群 (n=31)	非使用群 (n=4)
切断から装着までの月数 (P=0.32)	44.1	42.3
筋電電動義手訓練回数 (P=0.28)	17.1	9.2
筋電電動義手貸出し週数 (P=0.25)	8.5	7.3
筋電電動義手装着年齢 (P=0.81)	44.1	42.3

# Relationship between myoelectric hand mounting and QOL in adult upper limb amputees



Hirotaaka Tanaka<sup>1)</sup>, Keiichi Nakamura<sup>1)</sup>, Kyohei Kawamura<sup>1)</sup>, Mina Tomonaga<sup>1)</sup>, Kanan Yatsuya<sup>1)</sup>, Masayuki Mizote<sup>2)</sup>, Mituru Hayashi<sup>2)</sup>, Yoshiki Matsumoto<sup>2)</sup>

1)Japan Labour Health and Welfare Organization  
Chubu Rosai Hosital

2)Matsumoto Prosthetics & Orthotics Manufacturing CO., LTD.

**Contact details Hirotaaka Tanaka, MD, DMSc**

**E-mail: tanakahirochubu@yahoo.co.jp <http://www.chubuh.rofuku.go.jp>**

## Background

The Japanese welfare system regards myoelectric hands as a special prosthetics. Many upper extremity amputees have used hook hands and cosmetic hands and had limited opportunity of using myoelectric hands.

Worker's compensation insurance in Japan classified myoelectric hands as formal prosthetics in 2013.

As such, many amputees will desire myoelectric hands in the future. Physiatrists need to choose the upper extremity amputees who can properly use myoelectric hands.

Prescription criteria for myoelectric hands from the physical point of view are well defined. However, prescriptions for myoelectric hands must also consider the quality of life in use of the hand.

## Aim

We looked at the characteristics of patients eligible for prescription of a myoelectric hand, based on continuous use or non-use in terms of quality of life metrics.

We assessed the SF-36 survey results for patients with myoelectric hands, and examined the relationship scores for each item of the survey as it related to time of treatment and use of the myoelectric hand.

**Method:** Twenty-two upper limb amputees who had been prescribed myoelectric hands were included in this study. The status of use (or non-use) of the hand was determined by face-to-face or telephone interview. We examined health-related QOL metrics, using the SF-36v2 before, and at the end of myoelectric hand training, and again after 6 months. Subscales were compared at each survey instance and over the entire study period by two-way analysis of variance.

Each subscale was compared by T-test in the use group and the non-use group.

Characteristics and clinical aspects of the subjects of the study: 22 subjects (20 male, 2 female) and ranged in age from 21 to 68 years with a mean of 44.6 ( $\pm 13.2$ ) years.

Among the 22 unilateral upper limb amputees, transradial amputation was the most frequent (n=14), followed by transhumeral amputation (n=5), and wrist disarticulation (n=3).

After their amputations, 1 subject could no longer work, while 3 subjects worked at another workplace, 9 performed different tasks at the same workplace, and 9 performed the same tasks at the same workplace.

The use group was defined as an active user of the myoelectric hand during work and ADL (n=17). The non-use group were not active user of the myoelectric hand during work and ADL (n=5).

## Results-1

Analysis of variance of the eight subscales showed that:

Over time variation of subscale, Social functioning (SF) was significant: Before myoelectric hand training (43.6) < After 6 months (52.6) (P=0.026)

Before myoelectric hand training, {Role physical (RP) 39.3 < Role emotional (RE) 47.1 (P=0.048), Physical functioning (PF) 48.1 (P=0.015), Bodily pain (BP) 48.5 (P=0.009), Mental health (MH) 49.6 (P=0.002), Vitality (VT) 52.3 (P<0.001), General health (GH) 54.5 (P<0.001)}

{Social functioning (SF) 43.6 < Vitality (VT) 52.3 (P=0.016), General health (GH) 54.5 (P=0.001)}

Immediately following training, { Role physical (RP) 43.2 < Bodily pain (BP) 50.0 (P=0.023), Role emotional (RE) 50.2 (P=0.018), Social functioning (SF) 51.1 (P=0.004), Physical functioning (PF) 51.3 (P=0.003), Vitality (VT) 54.7 (P<0.001), Mental health (MH) 54.9 (P<0.001), General health (GH) 58.5 (P<0.001)}

{Bodily pain (BP) 50.0 (P=0.002), Role emotional (RE) 50.2 (P=0.002), Social functioning (SF) 51.1 (P=0.01), Physical functioning (PF) 51.3 (P=0.013) < General health (GH) 58.5}

Table 1. Mean value of the eight subscales (SF-36).

Subscale	Before training (n=22)	Immediately following training (n=22)	After 6 months (n=22)
Role physical (RP)	39.3±15.7	43.2±10.3	44.9±9.4
Social functioning (SF)	43.6±14.4	51.1±8.6	52.6±6.2
Role emotional (RE)	47.1±4.7	50.2±9.0	46.7±11.0
Physical functioning (PF)	48.1±9.5	51.3±7.2	51.9±4.9
Bodily pain (BP)	48.5±1.0	50±9.2	47.9±9.7
Mental health (MH)	49.6±10.4	54.9±7.5	52.4±8.8
Vitality (VT)	52.3±8.7	54.7±7.8	52.3±8.6
General health (GH)	54.5±7.2	58.5±6.6	54.6±9.7

Table 2. Mean value of use or non-use group (SF-36).

Subscale	Before training		Immediately following training		After 6 months	
	use group (n=17)	non-use group (n=5)	use group (n=17)	non-use group (n=5)	use group (n=17)	non-use group (n=5)
Role physical	39.6±17.2	38.5±10.6	43.4±11.4	42.6±5.4	44.7±10.1	45.3±7.4
Social functioning	44.7±13.5	40.0±18.4	51.7±9.1	49.2±7.2	53.6±5.3	49.2±8.6
Role emotional	48.1±14.6	43.8±15.9	50.6±9.5	48.9±7.6	48.0±10.8	42.1±11.5
Physical functioning	49.5±6.8	43.2±15.7	51.8±4.7	49.5±13.3	52.4±4.8	50.2±5.4
Bodily pain	49.4±10.5	45.3±13.3	51.8±7.8	44.1±11.8	50.0±8.2	40.7±12.0
Mental health	51.1±9.0	44.3±14.0	56.6±5.8	49.1±10.1	54.1±8.6	46.5±7.3
Vitality	54.0±8.7	46.6±6.7	56.0±8.1	50.2±4.9	54.8±7.9	44.1±4.9
General health	55.4±6.6	51.6±9.2	59.6±6.6	54.8±5.9	56.6±9.4	48.1±8.2



After 6 months, {Role physical (RP) 44.9< Physical functioning (PF) 51.9 (P=0.017), Vitality (VT) 52.3 (P=0.009), Mental health (MH) 52.4 (P=0.008), Social functioning (SF) 52.6 (P=0.005), General health (GH) 54.6 (P<0.001)}  
{Role emotional (RE) 46.7 (P=0.004), Bodily pain (BP) 47.9 (P=0.025)< General health (GH) (54.6)}

## Results-2

Comparing the use group and non-use group: Before myoelectric hand training, the Vitality (VT) value was 54 (use group) vs. 46.6 (non-use group) (P = 0.092).

Immediately following training, the Bodily pain (BP) value was 51.8 (use group) vs. 44.1 (non-use group) (P = 0.098), Vitality (VT) value (use group) was 56.0 vs. 50.2 (non-use group) (P = 0.149), and Mental health (MH) value was 56.6 (use group) vs. 49.1 (non-use group) (P = 0.178).

After 6 months, the Bodily pain (BP) value was 50.0 (use group) vs. 40.7 (non-use group) (P = 0.057), Vitality (VT) value was 54.8 (use group) vs. 44.1 (non-use group) (P = 0.01), Mental health (MH) value was 54.1 (use group) vs. 46.5 (non-use group) (P = 0.086).

## Discussion and Conclusion

- Reviewing the survey results for patients selected by common criteria of myoelectric hand use showed that Vitality, Mental health and General health were important items before patients had completed myoelectric hand training. The value of items at SF-36 showed the same trend at before, and at the end of myoelectric hand training, and again after 6 months.
- Social functioning values increased significantly at the 6 month time point, following myoelectric hand training time.
- For patients who continued to use the myoelectric hands, Vitality, Bodily pain, and Mental health were important items.

## Recommendations

It is advantageous to use selection criteria based on health-related QOL for the prescription of myoelectric hands.

## References

Fukuhara S, Ware JE, Kosinski M, Wada S, Gandek B. Psychometric and clinical tests of validity of the Japanese SF-36 Health Survey. *J Clin Epidemiol* 1998; 51: 1045-1053.

## 研究成果の刊行に関する一覧表

## 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
田中宏太佳、 中村 恵一、 富永美菜、川 村亨平、林 満、溝手 雅 之、宮川拓 也、前野昭 博、渡邊真、 野本 葵	動画で学ぶ筋電電 動義手マニュアル (DVD-ROM付)	田中宏太佳 編	動画で学ぶ筋電電 動義手マ ニュアル(DVD -ROM付)	松本義肢 製作所	愛知県	2017	Pp1-123

## 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田中宏太佳、中村 恵一、川村亨平、 富永美菜、八谷カ ナン、青柳えみ か、溝手雅之、林 満、宮川拓也、渡 邊真、野本葵、松 本芳樹	筋電電動義手を製作し た成人一側上肢切断患 者の義手装着と復職状 況およびQOLについて	第30回日本義 肢装具学会学 術大会講演集	30	162.	2014
田中宏太佳	日本における筋電電動 義手の公的支給制度の 現状	義装会誌	30	219-222	2014
渡邊 真 田中 宏太佳 林 満 溝手 雅之 前野昭博 宮 川 拓也 野本 葵 松本 芳樹 川村亨平 中村 恵一 富永美菜	先天性左前腕欠損児に 対するソケット周径調 整式上腕筋電義手の症 例報告	義装会誌	31	319	2015
前野昭博 田中 宏太佳 青柳え みか 中村恵一 川村亨平 富 永美菜 野本葵 宮川拓也 渡 邊真 溝手雅之 林満 松本芳 樹	腕神経叢損傷を伴う左 上肢切断者にダブルチ ャンネルコントロール を用いた筋電電動義手 の製作経験	義装会誌	31	247	2015

田中宏太佳	筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—筋電義手の処方とリハビリテーション—成人急性期～回復期—	臨床リハ	24	128-137	2015
溝手雅之 田中宏太佳	筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—義肢製作者からの提言	臨床リハ	24	152-157	2015
Hiroataka Tanaka, Keiichi Nakamura, Kyohei Kawamura, Minami Tomonaga, Kanayan Yatsuya, Masayuki Mizote, Mituru Hayashi, Yoshiki Matsumoto	Relationship between myoelectric hand monitoring and QOL in adult upper limb amputees	ISPO Book	9	92	2015
青柳えみか 田中宏太佳 中村恵一 八谷カナン 前野昭博 溝手雅之 林満	重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例	臨床リハ	25	827-830	2016
田中宏太佳 林満 溝手義之 野本葵	整形外科医に必要な義肢装具の知識：義手(筋電義手を中心に)	整・災外	60	11-22	2017
伊藤成美 中村恵一 田中宏太佳	職業復帰を見据えて筋電義手を習熟した左前腕切断の一例	愛知県作業療法士協会誌		1-5	2017
Shintaro Oyama, Shingo Shimoda, Fady S. Alnajjar, Katsuyuki Iwatsuki, Minoru Hoshiyama, Hiroataka Tanaka, Hitoshi Hirata	Biomechanical Reconstruction Using the Tacit Learning System: Intuitive Control of Prosthetic Hand Rotation	Frontiers in Neurorobotics	doi: 10.3389/fnbot.2016.00019	November 2016	2016



### Ⅲ 研究成果

#### 研究成果 1

#### 腕神経叢損傷を伴う左上肢切断者にダブルチャンネルコントロールを用いた筋電電動義手の製作経験

キーワード：筋電義手、ダブルチャンネル、腕神経叢損傷

株式会社 松本義肢製作所<sup>1)</sup>

独立行政法人労働者健康福祉機構中部労災病院リハビリテーション科<sup>2)</sup>

前野昭博<sup>1)</sup> 田中宏太佳<sup>2)</sup> 青柳えみか<sup>2)</sup> 中村恵一<sup>2)</sup> 野本葵<sup>1)</sup> 宮川拓也<sup>1)</sup> 渡邊真<sup>1)</sup> 溝手雅之<sup>1)</sup> 林満<sup>1)</sup> 松本芳樹<sup>1)</sup>

#### 【はじめに】

現在国内外で製作されている筋電電動義手(以下、筋電義手)のシステムは、2個の電極を使用した物が最も一般的であると思われる。しかし、切断原因や断端の状況によっては十分な筋電を得る事が出来ず、1つの電極により開閉操作を行う選択肢もある。

今回我々は、中部労災病院において腕神経叢損傷を伴う上肢切断により、2か所での筋電採取が困難な症例に対して1電極による操作が可能なダブルチャンネルコントロールを用いた筋電義手の製作を試み、良好な結果が得られたので報告する。

#### 【経緯と製作】

対象:23歳、男性。バイクと電車との事故で受傷し、近区において左肘直下で前腕切断と断端形成術を受けた。受傷より1年11ヶ月後に能動義手を導入し、5年9ヶ月後に筋電義手訓練及び作成の希望があり中部労災病院を受診した。

初診より約3ヶ月後に肘義手有窓式、ハーネス懸垂での筋電義手を製作し、ハンドの開き操作をハーネスPULLスイッチ(以下、PULLスイッチ)、閉じ操作を筋電により行うようにした(図1)。

肘継手のロック及び解除については、アウトサイドロッキングヒンジを上下逆に取り付け、前腕側での健手による操作とした。



図1 ハーネスPULLスイッチ使用

PULLスイッチと電極を併用する事で、両手動作が可能となったが、開きの操作時に誤動作する場面が見られた為、同年11月にPULLスイッチを取り外し、前腕部にPUSHスイッチを取り付けた仕様に変更した(図2)。開き動作を健手での操作に切り替える事で誤動作は改善されたが、両手動作を行う事が難しく操作性が悪い為、

ダブルチャンネルコントロール方式とした。



図2 PUSHスイッチによる開き動作

同年12月にシリコンライナー(以下、ライナー)による懸垂方式に変更してソケットを再製作。ソケット上腕部と前腕部の長さバランスを考え、ピン懸垂時に使用するライナーロックアダプターを内蔵した場合よりも短く製作が出来るマジックベルトによる懸垂方式とした。また、ライナーを使用し、肘ロック操作も健手で行う事でハーネスを取り外して使用するようにした。

ライナーを使用する事により懸垂性が向上し、回旋方向へのズレも軽減された事から、筋電操作での誤動作も減少した(図3)。

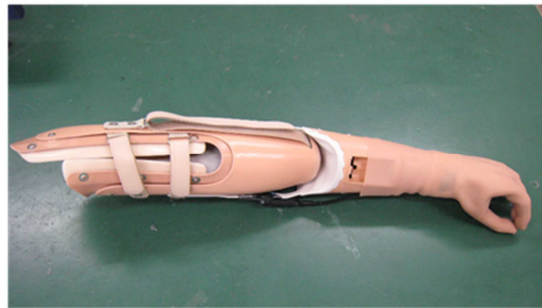


図3 完成品

#### 【結果】

- 1、筋電義手を用いての把持、固定及び両手を使用した作業を行う事が可能となり、職場での作業能力が改善した。
- 2、懸垂方式をライナーとし、自社製作によるアタッチメントを使用する事で小型軽量化、ハーネス除去が可能となった。
- 3、一つの筋電しか採取出来ないような麻痺を伴った高位上肢切断等の症例においても、ダブルチャンネルコントロールを用いる事で筋電義手を有益に活用出来る可能性のある事が分かった。

#### 【参考及び引用文献】

- 1) 陳隆明:筋電義手訓練マニュアル, 全日本病院出版,
- 2) 青柳えみかほか:重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例, 第52回日本リハビリテーション医学会学術集会, 2015

## 研究成果 2

### 先天性左前腕欠損児に対するソケット周径調整式上腕筋電義手の症例報告

キーワード：ソケット周径調整式、筋電義手、小児

株式会社 松本義肢製作所<sup>1)</sup>

独立行政法人労働者健康福祉機構中部労災病院リハビリテーション科<sup>2)</sup>

渡邊真<sup>1)</sup> 田中宏太佳<sup>2)</sup> 野本葵<sup>1)</sup> 前澤研博<sup>1)</sup> 宮川拓也<sup>1)</sup> 溝手雅之<sup>1)</sup> 林満<sup>1)</sup> 松本芳樹<sup>1)</sup> 中村恵一<sup>2)</sup> 川村享平<sup>2)</sup> 富永美菜<sup>2)</sup>

#### 【はじめに】

筋電動義手(以下、筋電義手)は電極の正確な位置などを含め厳密な適合を求められる義肢の一つである。成人では成長を考慮する必要はないが、小児に関しては成長に伴い断端形状が変化するためソケットの適合について随時適合を確認し修正を行う必要がある。

今回我々は、中部労災病院において他院からの紹介により初診時から現在に至るまで対応している羊膜系症候群による先天性左前腕欠損児に対し上腕義手を製作した。当初は上腕義手殻構造差込装飾用(以下、上腕義手装飾用)にて処方から適合へと至ったが、成長に伴いソケット周径調整式に変更した。その後、ソケット周径調整式上腕筋電義手の適合も得られたため報告する。

#### 【対象と経過】

対象：初診時2歳7ヶ月、男児

羊膜系症候群による先天性左前腕欠損(図1)。



図1 初診時X-p

初診より1ヶ月後に上腕義手装飾用が処方され、翌月完成となった。さらに初診より1年1ヶ月後に成長に伴い再製作となり上腕義手装飾用が再処方された。前回は肘継手なし上腕義手装飾用であったが、年齢に伴う成長に対応するためソケット周径調整式に変更した。その後、日常生活動作も考慮し肘継手付上腕義手装飾用へ処方を追加した。

患児の将来を見据え、早期に両手動作を習得することで上肢感覚を適切に習得し、四肢の正常な長さにも慣れバランスの改善、良好な成長や友人関係を築くことで体や心の発達に対し好影響を及ぼすことを見込み上腕筋電義手の訓練を開始し、上腕義手装飾用と同様のソケットを周径調整式とした(図2)。経過を表1に示す。

表1 経過

初診より経過	製作義肢	内容	年齢
1ヶ月後	装飾用	新規製作	2歳8ヶ月
1年1ヶ月後	装飾用	再製作	3歳8ヶ月
1年2ヶ月後	装飾用	ホネ調整・手関節柔らかく	3歳9ヶ月
1年5ヶ月後	装飾用	ホネ調整・ソケット調整	4歳0ヶ月
1年7ヶ月後	仮筋電義手	仮筋電義手の操作情報開始	4歳2ヶ月
1年9ヶ月後	仮筋電義手	仮ソケット差込調整式	4歳4ヶ月
2年3ヶ月後	本筋電義手	特別能装具にて特精	4歳10ヶ月
2年9ヶ月後	本筋電義手	特別能装具にて2ヶ指許可	5歳4ヶ月

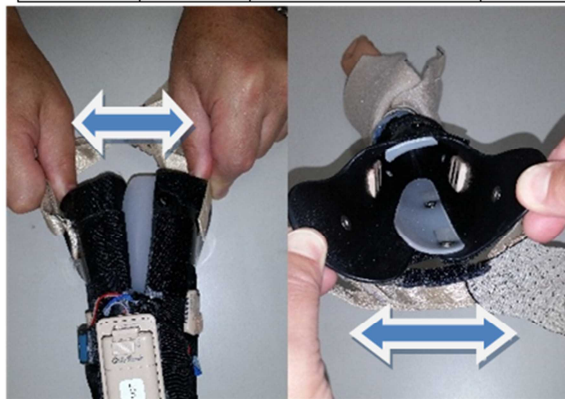


図2ソケット周径調整式

#### 【結果】

今回は装飾用から導入したことで患児の受け入れもよく、ソケット調整式上腕筋電義手装飾用：筋電義手共に使用が可能となった。

保育園の泥んこ遊び等義手が汚れたり濡れたりする場合は装飾義手を使用している。また筋電義手を装着することによって自転車のハンドルの操作性が良くなり、安全な馬場を獲り坂道や段差での乗馬が可能となった。筋電義手を使用し登園準備の鞆の中にタオルやティッシュを入れることも自身で行えるようになった。

#### 【結語】

小児の脳の成長過程において早い段階で正しくボディイメージを獲得するか否かは重要である。先天性上肢欠損児にとって、より早期から筋電義手を装着し活用した生活を送ることはADLやQOLの向上に繋がると考えられる。筋電義手を使用しない場合でも片手での生活動作が可能であるが、成長してから片手動作を再び義手を使った両手動作へ変えることは難しく、義手を製作しても受け入れられないことも予想される。将来、義手を装着し生活の幅の拡大を望む時期に選り好ましいことが重要である。

今回は小児の成長への対応としてソケット周径調整式を使用した。今回は長軸方向に対しての検討課題と考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 古川 宏, 中村 春基, 柴田 八重子ほか: 特集筋電義手—小児筋電義手を中心に—, Assis Tech 第35号, 1-14, 2002
- 2) 陳隆明ほか: 乳幼児に対する筋電義手装着訓練プログラムの検証 総合リハビリテーション 第37巻3号, 239-244, 2009
- 3) 陳隆明: 筋電義手訓練マニュアル, 全日本病院出版社, 2006

## 職業復帰を見据えて筋電義手を習熟した 左前腕切断の一例

伊藤成美\*1 中村恵一\*1 田中宏太佳\*2

\*1 独立行政法人労働者健康安全機構 中部労災病院 中央リハビリテーション部

\*2 独立行政法人労働者健康安全機構 中部労災病院 リハビリテーション科(医師)

要旨：今回、職業復帰を見据えて筋電義手で両手動作を習熟した症例を経験したため報告する。症例は20歳代男性、縫製工場にて仕事中に受傷した。断端長17cmの前腕中断端である。初診時のセルフケアは、時間を要する修正自立であった。症例の希望は筋電義手を使用しての家事動作の獲得と復職である。介入は筋の分離収縮練習、基本操作練習、応用操作練習と進めた。経過とともにハンドの開閉幅の調整が可能となり、視覚確認の時間が短縮して操作スピードが向上した。復職を見据えて行った重量物の持ち運び、布のセッティング動作、縫製作業では、屈曲リストと2サイト4ファンクションによる回旋操作を活用して、空間位におけるハンドの適切なポジショニングを練習した。空間位で確実な把持を行い、健側手の自由度を確保することは、少ない行程で動作を遂行できることを意味している。これにより両手の協調動作が習熟して、作業効率の向上につながった。能動義手と筋電義手双方の特性を理解して訓練することは、症状固定後に開始するよりも早期に習得でき、実生活での活用が可能であった。

### はじめに

労災保険においては、平成25年度より正式に筋電義手支給制度の運用が開始されている。具体的には、両上肢を手関節以上で失った者に加えて、片側上肢切断者を新たに筋電義手の支給対象とした。支給対象の条件は表1の通りである。訓練期間は医学的に必要な場合、前腕切断者で最大10週間、上腕切断者で最大12週間である<sup>1)</sup>。

労災医療では筋電義手訓練は症状固定後に外科後処置として行われる。訓練用仮義手として筋電義手が支給されることはない。当院は筋電義手に関する環境が充実し、医師、作業療法士、義肢装具士がチームとして関わり、筋電義手の様々なパーツが常備されていることにより、復職後に筋電義手の使用を希望する切断者の適性を評価することが可能である。本症例は症状固定前に評価用筋電義手を使用して職業復帰に

表1 労災保険における支給対象（片側上肢切断者の場合）

上肢を手関節以上で失ったことにより、障害（補償）給付を受けた方、または受けると見込まれる方で、次のアからウのいずれかに該当する者
ア 就労中（休職中を含む）の者で、筋電電動義手の装着により就労時の作業の質の向上や作業の種類の拡大などが見込まれる者
イ 申請時には就労していないが、筋電電動義手装着後に就労が予定されている者（公共職業安定所への求職申込など就職活動中の方を含む）で、筋電電動義手の装着により就労時の作業の質の向上や作業の種類の拡大などが見込まれる者
ウ 非切断肢側の上肢、または手指に一定以上の障害があるため、筋電電動義手を使用しなければ社会生活ができないと認められる者

必要な両手動作を習熟した。これにより労災保険による公的支給制度を受けることが適切であると早期に判断できたために報告する。なお、本稿執筆にあたり、症例から同意を得て、個人情報保護には十分配慮した。

### 症例紹介

症例は、未婚の20代男性で、学歴が大学卒業、右利きの左前腕中斷端切斷者であった。縫製工場にて仕事中に受傷した。前院では斷端ケアを受け、受傷約1ヶ月後に義手装着訓練を目的として当院に入院した。

### 作業療法評価

治療初期における斷端の評価結果を示す。斷端長は17cm、周径は上腕骨外側上顆上で23cm、以下5cmごとの間隔で22.3cm、19.7cm、16.5cmであった。関節可動域は左前腕回外60°回内10°と制限があった。筋力は左肘屈曲MMT4・左肘伸展MMT4・左前腕回内MMT4・左前腕回外MMT4と低下がみられた。斷端部にケロイドはなく、筋電義手を使用する上で良好な状態であった(図1)。初診時は受傷後約1ヶ月であり、斷端部に若干の腫脹がみられた。また斷端痛・幻肢痛も出現していた。幻肢は手部型であった。

評価用筋電義手を使用した評価結果を以下に示す。簡易上肢機能検査(以下、STEF)はNo.1~7を実施した。No.8以降は構造的に筋電義手での把持が困難なため実施しなかった。治療開始時は14/70点であった。

ADLの評価は、陳らの筋電義手用ADL評価<sup>2)</sup>を参考に行った。これは調理動作、家事動作、一般動作、更衣動作、整容動作、食事動作などを評価するもので70%以上あれば実用的な

使用が可能なレベルであるとされている。治療開始初期の達成率は60%であった。初診時のセルフケアは片手で行っており、時間がかかることによる修正自立であった。家事動作は未実施であった。症例の希望は「筋電義手を使用し、



図1 斷端

両手が使えるようになりたい。独居のため家事動作が行えるようになり復職したい」であった。長期目標は復職とし、まず筋電義手を使用したADL・IADLの向上を短期目標とした。

### 評価用筋電義手

筋電義手は、斷端の筋活動電位をソケット内に設置した電極によって検出し、電動ハンドに内蔵されたモーターのコントロールに用いた体外力源義手である。評価用筋電義手を用いる場合には、まず義肢装具士と連携をとり、ソケットの電極位置決定やパーツの選択を行う必要がある。症例の評価用筋電義手について説明する(図2)。ソケットは前腕中斷端のため顆上支持式ソケットを使用した。制御システムには初回入院時は、2つの電極で2つの動作を制御する2サイト2ファンクションを使用した。これは、1つの電極でハンドを開き、もう1つの電極でハンドを閉じる仕様である。



a|b

図2 評価用筋電義手(a:全体 b:屈曲リスト付トランスカーパルハンド)



受傷後6ヵ月には、より操作方法が複雑な2サイト4ファンクションを使用した。これは1つの電極でハンドを開く動作とリストの回外動作を制御する。弱くゆっくりとした筋収縮ではハンドが開き、強く素早い筋収縮でリストが回外する。同様に、もう1つの電極でハンドを閉じる動作とリストの回内を制御することができる。

ハンドは代償動作を軽減する屈曲リスト付トランスカーパルハンドを使用した。操作方式は、手先の開閉スピードや把持力が筋電シグナルの強さに比例する比例制御方式を使用した。

### 経過

当院の治療方針では、切断後可能な範囲で早期に義手装着を行い、成熟断端でなくても能動義手訓練を実施している。一方筋電義手においては、切断後断端が落ち着いて電極の位置がテストできるようになってから装着訓練を始めるようにしている。本症例も最初に能動義手装着訓練を実施した。スタンプシュリンカーで断端成熟を促しながら、軽量の能動フックで訓練を開始した。断端成熟に伴って周径は変化するため、随時ソケットの修正・交換が必要であった。装着時間を延長しながら、慣れてきたら重量のある能動ハンドも使用していった。症例は早期に能動義手の操作を習熟した。さらに筋電義手の操作方法を理解できる知的機能を有し、意欲的であり、今後復職の可能性があるといた適応要件を満たしていたため、筋電義手訓練を症状固定前から開始することとなった。

症状固定前の治療では、能動義手訓練・筋力強化訓練・可動域訓練と並行して評価用筋電義手を使用した訓練を6週間行った。その後退院

表2 介入の経過

I 症状固定前 (10 週間入院)	
1~5 週目	能動義手訓練
6 週目	PC (Myoboy) による筋収縮分離訓練
7 週目	2 サイト 2 ファンクションによる基本操作訓練
8 週目	屈曲リスト・トランスカーパルハンドを追加
8~10 週目	応用操作訓練
II 2 ヶ月半自宅で生活	
III 症状固定後 (4 週間再入院)	
2~4 週目	2 サイト 4 ファンクションで回旋操作を練習

し、約2ヶ月半貸出用筋電義手・能動義手を使用して自宅での生活で評価を行った。症状固定後は、外科後処置として4週間再訓練を行い、評価用筋電義手を使用した。介入の経過を表2に、訓練場面を図3~図5に示す。

#### (1) 筋収縮分離訓練

バイオフィードバックシステム(Ottobock 社製, Myoboy)を使用して、筋収縮分離訓練を行った。これを使用することにより、対象者の筋収縮を同社の専用ソフト(Myosoft)にて、パソコン画面で視覚的に確認することができる。症例の断端は良好であったため、筋電採取は十分に収縮と弛緩を行うことができる手関節背屈筋群・掌屈筋群の2箇所を使用した。ハンドの開きは手関節背屈筋群、ハンドの閉じは手関節



a | b | c

図3 訓練場面 1(a: 筋収縮分離訓練 b: 基本操作訓練 c: 同時つまみ訓練)

掌屈筋群が担った。

ンドの開閉幅を調整するように指導しながら、



a | b | c

図4 訓練場面2(a: 革細工 b: 洗濯 c: 調理動作)

訓練開始当初は、前腕回旋運動による同時収縮で操作しようとする場面がみられた。パソコン画面で視覚的に確認しながら、分離収縮を促した。また筋疲労が起りやすかったため、筋電増幅器で筋出力を調整して疲労に配慮した。1週間程で十分な分離収縮が行えるようになった。

### (2) 基本操作訓練

2 サイト 2 ファンクションの貸出用筋電義手を装着して、基本操作訓練を開始した。まずは、ハンドと姿勢の関係として、椅子座位でペグの平行移動を練習し、垂直移動へと進めた。ハンドの開閉操作を一動作ずつ行い、慣れてきたらスポンジなどの柔らかい物品やピンセットでのつまみ練習を追加した。当初は筋出力の強弱を調整することが難しく、ハンドは最大開閉幅で操作していた。物品の大きさに合わせて開閉幅を変更するように指導した。

### (3) 応用操作訓練

8~10 週目では、応用操作訓練を導入した。両手での同時つまみ練習では、当初は義手操作に集中してしまい、健側手の動きが止まる場面が頻繁にみられた。物品の大きさに合わせてハ

反復訓練を行った。

訓練開始当初の洗濯動作では、机上に服を置いて健側手のみでシャツをハンガーにかけていた。そこで、筋電義手でシャツを保持し、健側手でハンガーを袖に通す方法を練習した。当初は1枚の開きシャツをハンガーにかけるのに20秒を要した。シャツの把持位置を変更して練習し、効率的に行える把持位置を探していった。治療終了時の洗濯動作では、1枚の開きシャツをハンガーにかけるのに要す時間は6秒に短縮された。

調理訓練の包丁動作では、ハンドの開閉幅を調整して柔らかい食材でもまな板上に筋電義手で固定することを誘導した。健側手で鍋の中を混ぜる時には、鍋の固定にも活用した。袋の開封では、筋電義手導入前はハサミを使用しないと困難であったが、筋電義手により袋をつまみ両手で開封することが可能となった。

さらに、復職を見据えて筋電義手で重量物の持ち運び、布のセッティング動作、縫製作業を練習した。ここでは、屈曲リストと回旋操作を積極的に活用した。布のセッティング動作では、



a | b

図5 訓練場面3(a: 布のセッティング動作 b: 縫製作業)

両手で布を広げる動作を練習した。2 サイト 2 ファンクション、2 サイト 4 ファンクションの両方を使用して比較検討も行った。縫製作業で

はミシンかけの際に布を送るのに筋電義手を活用した。机上動作では肩の外転・挙上の代償動作がみられたため、前腕回内位となるようにハンドの回旋を促した。

### 結果

症例は、評価の結果2サイト4ファンクションハンドで本義肢を作成することが有益であると本人の意見も含め、作業療法士、義肢装具士、医師で最終的に判断した。症例は、復職を見据えて筋電義手で縫製作業、重量物の持ち運び、布のセッティング動作を獲得した。

最終評価時の STEF の得点は 40/70 点で、操作のスピードが速くなり、作業能率の向上がみられた。最終 ADL の達成率は 74% で実用的な使用が可能なレベルに達した。再入院までの自宅での生活について本人より聴取した。水を使用する動作、特に皿洗いでは能動義手を活用した。それ以外は、筋電義手を使用しており、調理、洗濯、掃除、買い物も自分で行っていた。筋電義手では、掃除機や炊飯器など重いものも持つことに役立っていた。

### 考察

症例の希望は「筋電義手を使用しての家事動作の獲得と復職」である。長期目標は復職、短期目標は筋電義手を使用した ADL・IADL の向上として介入した。最初の基本操作訓練では、操作方法の理解を目的としている。まずは比例制御方式によるハンドの開閉幅の調整に慣れることが重要であると考えられた。応用操作訓練では、スピードや作業効率の向上を目的として介入している。操作スピードが向上したのは、両手動作においてもハンドの開閉幅の調整が可能となり、視覚確認の時間が短縮したことによると考えられる。

復職を見据えて行った重量物の持ち運び、布のセッティング動作、縫製作業では、屈曲リストと2サイト4ファンクションによる回旋操作を活用して、空間位におけるハンドの適切なポジショニングを練習した。空間位で確実な把持を行い、健側手の自由度を確保することは、少ない行程で動作を遂行できることを意味している。これにより両手の協調動作が習熟して、作業効率の向上につながったと考える。またハン

ドの適切なポジショニングは、肩挙上・外転や体幹側屈といった代償動作を防ぎ、安楽な姿勢を作る。長期的に筋電義手を使用する上で、腰痛や側弯の予防は重要であると考えられる。

また、2サイト2ファンクション、2サイト4ファンクションの両方を使用して比較検討を行ったので以下に述べる。2サイト2ファンクションでは手動式回旋リストを使用していたため、健側手でハンドの向きを変更しなければならなかった。そのため布のセッティング動作の途中で、一度物品から手を離す必要がある。しかし、症例は2サイト4ファンクションを活用し、健側手を放すことなくリストの位置を調整できるようになっている。

一般的に能動義手は巧緻動作に向いており、把持力は弱い。一方、筋電義手は把持力が強い。そのため重量物の運搬・固定に有益である。仕事に重量物の持ち運びを行う症例にとって、筋電義手を活用することは適切であったと言える。陳によると、「片側切断者が筋電義手をあくまで補助手として用い、実生活の中で有効利用することが最善であると思われる。さらに諸外国の筋電義手使用者のように、従来の能動義手を用途に応じて使い分けることで、日常生活での利便性が増し、切断者の QOL 向上に大いに役立つと考える」とある<sup>3)</sup>。本症例も、家事動作や復職場面を想定した作業療法を行ったことで、能動義手と筋電義手双方の特性を活かして、実生活で活用するに至った。そのため、症状固定前より筋電義手訓練を作業療法で行うことは有効だと考えられる。

### 文献

- 1) 田中宏太佳：日本における筋電電動義手の公的支給制度の現状、義装会誌 30(4), pp219-222, 2014.
- 2) 陳隆明 編：筋電義手訓練マニュアル。全日本病院出版会, pp78-80, 2006
- 3) 陳隆明：上肢切断のリハビリテーションの今後、義装会誌 vol. 20 No. 1, 2

## 筋電電動義手を作製した上腕切断者5例の検討

研究分担者 八谷カナン

独立行政法人 労働者健康福祉機構 中部労災病院 リハビリテーション科副部長  
(研究協力者 中部労災病院 リハビリテーション科 青柳えみか)

要旨：労災保険において、平成20年度より片側上肢切断者への筋電電動義手の研究用支給が始まった。義肢等補装具費支給要項等が改正され、平成25年度より片側上肢切断者へも正式な支給制度が運用されている。中部労災病院では、初期に筋電電動義手を導入した上肢切断者は22例であり、そのうち5例は上腕切断者であった。筋電電動義手を作製した5名の上腕切断患者の長期的な予後において、職業動作や日常生活動作において両手動作を必要とする場合、筋電電動義手が有用であった。上腕切断者であっても、中期的には8割もの患者(長期的には6割)が筋電電動義手を継続して使用していた。上腕筋電電動義手において、ある程度の細かな動作や、重量物の運搬や把持が実用的に可能であった。上腕筋電電動義手は、その重さのために腰痛が生じたり、加齢の要素が加わることにより継続使用が難しくなるという問題点が挙げられるので注意が必要である。

## A. 研究目的

労災保険において、平成20年度より片側上肢切断者への筋電電動義手の研究用支給が始まった。また義肢等補装具費支給要項等が改正され、平成25年度より片側上肢切断者へも正式な支給制度が運用されて現在に至っている。

日本においては、筋電電動義手の公的支給制度が長く整備されて来なかったため、上肢切断者が筋電電動義手を取得する機会が少なかった。また、特に上腕切断者は、手指のコントロールに加えて肘関節の制御が必要で実用性に乏しいのではとの問題が指摘され、処方検討されない場合も多く見られた。

中部労災病院では、初期に筋電義手を導入した上肢切断者は22例であり、そのうち5例は上腕切断者であった。同一施設で複数例の上腕切断者に筋電電動義手を作成し、長期に経過をフォローしていること機関は少なく、その臨床経験をまとめることは今後の筋電電動義手処方を行う上で重要であるので、以下に詳細に検討した。

## B. 研究方法

労働災害による上腕切断を受傷した患者で、中部労災病院で仮義手(能動義手)作成を行い、その後筋電電動義手作製を行った者、または筋電電動義手作製を目的に中部労災病院を受診し、筋電電動義手の処方経験が多いリハビリテーション科専門医が筋電電動義手を処方されることが職場復帰に有益であると判断した症例で、担当労働局から筋電電動義手作製の許可が得られた被災労働者を対象とした。日常生活や職場場面での筋電電動義手の使用状況の確認を、職場訪問や病院や義肢製作所での問診、電話での聴取、アンケートの郵送などで実施した。

(倫理面への配慮)

研究対象者に対する人権擁護上の配慮、不利益、危険性の排除のため、倫理委員会で承認され、個々の対象者からインフォームド・コンセントを書面で得た。

## C. 研究結果

症例 1 右上腕切断(標準断端) 32歳男性(HY)  
職業：重機のオペレーター、復職後も継続(事務職)

切断端：右標準断端(健側の82%)

断端の先端に指が5本あるような幻肢がみられる。

しびれのみで痛みはない。

現病歴：仕事中にベルトコンベアに右手を巻き込まれて受傷。前医に入院し挫滅が重度なため断端形成術が行われた。受傷後4週目で能動義手が装着された。

経過：受傷7か月後に仮義手の最終的なチェックと修正、および筋電電動義手の適応判断のために中部労災病院を受診。自宅が遠方のために5週間入院し、能動義手を修正し、貸出し用筋電電動義手を上手に操作できることを確認した。退院1週後に症状固定とし、同時に外科後処置を申請した。4週間の筋電電動義手訓練を入院にて行い、その後復職した。ほぼ1日中(仕事で1日8時間使用)筋電電動義手を装着しており、満足度は高い。

症例 2 右上腕切断(標準断端) 26歳男性(KY)

職業：食品工業のラインの業務、事務

切断端：右標準断端(健側の87%)

断端に欠損肢の指が付着するように幻肢がある。

幻肢痛のために不眠あり。

現病歴：攪拌器の内部を清掃中、攪拌機が動きだし右上肢を巻き込まれて受傷。前医に救急受診し、肘関節での離断と上腕動静脈の損傷が見られ、同日上腕切断が行われた。4週間から能動義手の訓練が開始された。

経過：6か月2週目に、仮義手の最終チェックと筋電電動義手の適応の判断目的に中部労災病院に紹介された。受傷後2年3ヶ月後に筋電電動義手の訓練実施許可が得られた。週1-2回の訓練を6週間行い、貸し出し用の筋電電動義手での職場作業も良好であることが確認できた。本義手の作製も許可も得られ仕事で1日9時間筋電電動義手を使用している。

症例 3 右上腕切断(標準断端) 51歳男性(YI)

職業：製造業(活性炭の製造、袋詰め等)

切断端：右標準断端(健側の54%)



幻肢あり（ない手が動く気がする）

現病歴：活性炭を製造する機械に右手を巻き込まれて受傷。近医搬送され、上腕以遠の皮膚欠損が重度なために、同日上腕切断術を施行された。受傷6週目より能動義手訓練開始。

経過：5か月の能動義手訓練の後に復職した。能動フックではしっかり把持できない、袋をフックで破ってしまうなどの問題があり、受傷1年後に筋電電動義手訓練を開始した。上腕筋での筋電分離を確認し、訓練期間2ヶ月(13回)の訓練を行うも追加1ヶ月半(7回)の訓練を行うことが必要であった。筋電電動義手での復職後、活性炭の入った袋を持ち運ぶ、ボルトやナットを押さえて行う作業、ミシンかけ、梯子段の昇降などが容易となり満足度が高い。仕事で1日あたり8時間筋電電動義手を使用している。

症例4 右上腕切断(標準断端) 21歳男性(SY)

職業：菓子製造業

切断端：右標準断端(健側の72%)

ほぼ上肢全体に幻肢あり

幻肢痛なし

現病歴：菓子製造機に右上肢が巻き込まれ受傷。前医へ救急搬送され、同日断端形成術施行された。4週後より能動義手訓練が開始された。

経過：能動義手は上手に操作可能となり、復職した。もともとライン作業に従事していたが、復職後は片手で行える作業しか行えなかったため、以前に近い職種に戻るため、筋電電動義手を導入した。8週間の筋電電動義手訓練を行い、操作良好となった。しかし、筋電電動義手の重量による腰痛が生じ、また幻肢痛が増強したため、職場や日常生活において筋電電動義手をほとんど使用しなくなった。

症例5 左上腕切断(標準断端) 68歳男性(SN)

職業：鉄の加工処理

切断端：左長断端(健側の86%)

肩関節に、義肢装着時に問題となる可動域制限なく、自発痛や圧痛もない。断端近くに手の幻肢あり、幻肢痛も伴う。

現病歴：プレス機に前腕を挟まれて受傷。左前腕レベルで完全切断された。近医受診し同日再接着術を施行されたが、ほぼ廃用肢となった。創部の壊死を認めため、6週後に左上腕切断術を施行された。9週後に能動義手訓練が開始された。

経過：左能動義手の操作良好で、鉄の加工処理に復職したが、汎用フックをつけた能動義手では操作性や把持力に限界があり、また管理職としての立場上、外観の観点から装飾義手を用いるようになっていった。筋電電動義手訓練を8週間行い、上手に操作で

きるようになった。クレーンの運転操作など職場での作業がしやすくなった(仕事で1日7時間使用)が、義手の重量による苦痛が強くなり、2年後には仕事で用いることが非常に少なくなった。

#### D. 考察

患者アンケート調査も踏まえて、5症例の臨床経験から以下に上腕筋電義手のメリット、デメリットを以下に考察した。

##### 上腕筋電電動義手のメリット

ペットボトルなどの蓋を開けられる。

ある程度重い物を持てる。

物の持ち運びがしやすい。

小さいものを持てる。

細かい作業がしやすい。

力を要する作業がしやすい。

作業スピードが速くなった。

クレーンなどの運転操作が可能である。

##### 上腕筋電電動義手のデメリット

重い。

着脱が大変。

ある程度の重量には耐えられない。

汚れ物(油の付着した物など)を持ってない。

汗、蒸れが気になる。

汗で滑ることによる誤作動がときにある。

上腕切断の場合、当初から肘関節のコントロールの煩雑が生じるために、筋電電動義手の適応をあきらめてしまう場合もあるが、個人の特性や患者が就業している仕事の内容をよく検討し、筋電電動義手の適応をしっかりと見極めることは被災労働者にとって有益である。その場合義手の重さによる阻害因子はよく検討する必要がある。

#### E. 結論

職業動作や日常生活動作において両手動作を必要とする場合、筋電電動義手が有用であった。

上腕切断者であっても、中期的には8割もの患者(長期的には6割)が筋電電動義手を継続して使用していた。

上腕筋電電動義手において、ある程度の細かな動作や、重量物の運搬や把持が実用的に可能であった。

上腕筋電電動義手は、その重さのために腰痛が生じたり、加齢による影響で継続使用が難しくなる場合があるという問題点が挙げられた。



症例 1 お手玉投げ



症例 1 新聞めくり操作



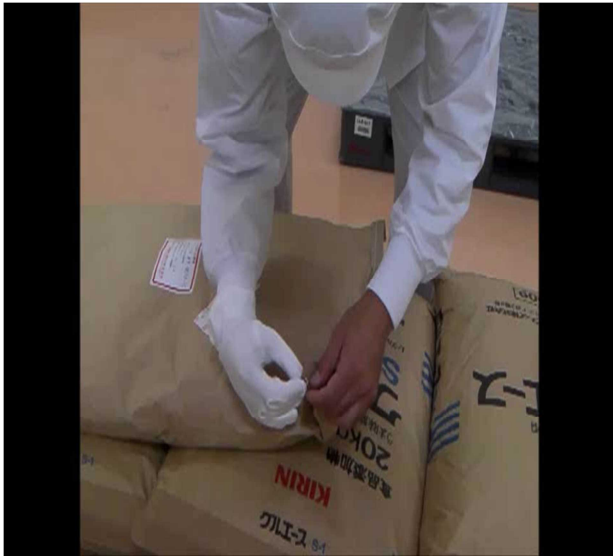
症例 1 紙パックの操作



症例 2 パレット準備



症例 2 段ボール運び



症例 2 外装剥がし

#### IV 出版資料

- ・重度の腕神経叢損傷を合併した左上肢切断に筋電電動義手の使用が有益であった一症例
- ・整形外科医に必要な義肢装具の知識：義手(筋電義手を中心に)
- ・日本における筋電電動義手の公的支給制度の現状
- ・筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—筋電義手の処方とリハビリテーション—成人急性期～回復期—
- ・筋電義手Update—リハビリテーション医工学最前線—義肢製作者からの提言

## V. 動画で学ぶ筋電電動義手マニュアル（別冊）