症例報告 Vol. 37 No. 4 2021

# 片側肩甲胸郭間切断者に対する能動式と筋電電動式肩義手の比較

三ツ本敦子[1)] 中川 雅樹[2)] 近藤 怜子[2)]

キーワード | 上肢切断，リハビリテーション，筋電電動ハンド

**抄録**

肩義手は，義手の重量や操作効率の低下により，義手の装着の受け入れと継続使用が困難であることが多いといわれており，その拒否率は他の大切断を対象とした義手と比べて高いと報告されている．国内において肩関節周囲で切断となる者の割合は少なく，報告もほどんど無い．そのため，肩義手の適応について整理できていないのが現状である．今回，外傷により片側肩甲胸郭間切断に至った成人男性に対し，能動式肩義手とハイブリッド式の筋電電動式肩義手の訓練と評価を行ったところ，上肢機能評価Southampton Hand Assessment Procedure（SHAP）の点数は能動式肩義手のほうが筋電電動式肩義手より高い結果となったが，仕事における作業は筋電電動式肩義手のほうが有効に使われた．

## 1. はじめに

肩関節周囲の切断者に対する肩義手の適応は，他の切断高位の上肢切断者に比べ，義手の重量や操作効率の低下により，義手の受け入れと継続使用が困難であることが多い[1)]．また国内において肩関節周囲で切断となる者の割合は少なく，肩義手の適応について整理できていないのが現状である．

肩義手は他の義手と同様に，装飾用，作業用，能動式そして筋電電動式の型式がある．上肢切断者が義手の特徴を理解するには，これらの義手の試用評価を行う機会を設けることが有効で，生活での使用をイメージしやすくなり，医療スタッフ側も義手による動作の違いとその適応を評価することができる．前腕義手や上腕義手における試用評価は国内の報告でも散見されるが，肩義手の試用評価に関する報告はきわめて少ない．

今回，外傷により片側肩甲胸郭間切断に至った成人男性に対し，能動式肩義手と筋電電動式肩義手の試用評価を行った．その結果，労働者災害補償保険による筋電電動式肩義手の支給に至ったので，この経過を報告する．

## 2. 症 例

44歳男性．土木建築用機械の整備中に，利き手である右手を巻き込まれて右肩甲胸郭間切断（部分的な肩甲骨切断）に至った．同時に肩甲骨と鎖骨を骨折し，骨折部はプレートによる内固定が施された（**図1**）．患側肩甲骨の運動は損失していた．受傷から約6週後，義手の製作と操作訓練のため，国立障害者リハビリテーションセンター病院へ転院となった．訓練用仮義手となる能動式肩義手の操作を獲得し退院に至った後，外科後処置による筋電電動式肩義手の装着訓練を実施し，適合判定を受けた．症例は，建築業への復職は考えておらず，副業として勤務していた飲食店（ラーメン店）にて筋電電動式肩義手を使いたいという希望があった．

## 3. 義手の構成

### 3-1 能動式肩義手

装着した能動式肩義手を**図2**に示す．肩継手は屈曲外転継手（Flexion Abduction Joint, Fillauer）を選択し，健側の徒手にて肩継手の角度を設定できるようにした．肘継手は，能動単軸肘ブロック継手（E-200A Elbow w/Inside Cable Exit, Fillauer）に肘プーリーユニット（KP1-6, 近畿）と前腕リフトアシストユニット（Lift Assist Unit, Fillauer）を付加した．能動単軸肘ブロック継手の固定・固定解除は，走路ケーブルの末端に取り付けたカナビラを通してズボンのベルト部に引っ掛け，体幹側屈により行った．手継手は屈曲手継手（10V39, Ottobock）を用いた．手先具は，随意開き式能動フックを選択した．フックのエクステンションバンドは，必要な把持力を確保するため，最終的に3枚半

2020年8月19日受付
Comparison of body-powered and myoelectric prostheses for a person with unilateral forequarter amputation
1）国立障害者リハビリテーションセンター研究所 〒359-8555 埼玉県所沢市並木4-1
National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities, Research Insutitute
4-1 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama, 359-8555 Japan
Atsuko MITSUMOTO（義肢装具士）
2）国立障害者リハビリテーションセンター病院
Masaki NAKAGAWA（作業療法士），Reiko KONDO（医師）

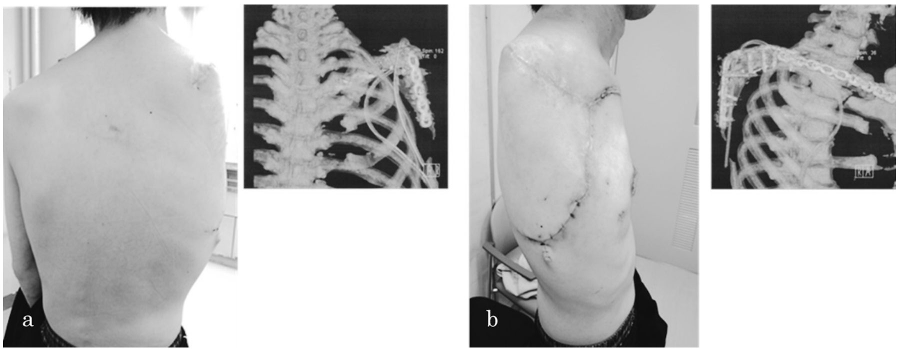


**図 1　断端と X-ray 所見**
a：前額面（後方より），b：矢状面（右側より）.

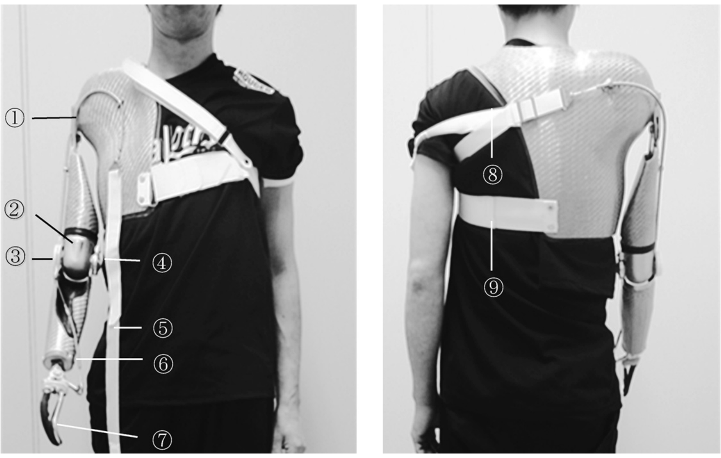


**図 2　能動式肩義手の装着の様子**
①屈曲外転継手（Flexion Abduction Joint, Fillauer），②能動単軸肘ブロック継手（E-200A Elbow w/Inside Cable Exit, Fillauer），③肘プーリーユニット（KP1-6, 近畿），④前腕リフトアシストユニット（Lift Assist Unit, Fillauer），⑤肘継手固定解除ケーブル，⑥屈曲手継手（10V39, Ottobock），⑦能動フック（Model 5XA, Fillauer），⑧ハーネス，⑨胸郭バンド.

であった．ハーネスは，2 通りの走路を設定した．能動フックの開閉に微調整が必要な時は腋窩ループとし，フックを大きく開閉する必要があるときは肩関節の屈曲と内旋によりケーブル牽引距離を稼ぐことができる肩スリング[2)]として，使用場面に応じて使い分けた（**図 3**）．総重量は 1.8 kg であった．

### 3-2　筋電電動式肩義手

電極の配置は，断端の MRI（Magnetic Resonance Imaging）画像とマイオボーイ®を使い，筋電分離可能な位置を探索し，僧帽筋の下方と大胸筋の腹部に 2 電極を設置した（**図 4**）．筋電電動式肩義手の仕様は，能動式肩義手の部品と組み合わせたハイブリッドであり，能動式との違いは手継手と手先具に屈曲リスト付き DMC ハンド（10V38, 8E44＝6, Ottobock）を用いたのみである．チェックソケットを用いて組み立てた重量は 2.3 kg であった．

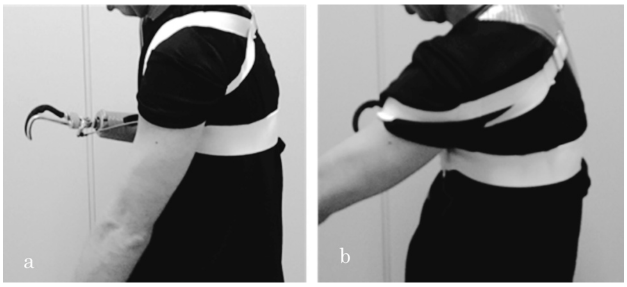


**図 3　ハーネスの切り替え**
a：腋窩ループ，b：肩スリング.

## 4.　評　価

能動式肩義手と筋電電動式肩義手を比較する項目は，「装着時間」，「上肢機能評価 Southampton Hand Assessment Procedure（SHAP）」，「作業性」「主観的評価」の 4 項目に着目した．

作業療法にて能動式肩義手の操作訓練を 6 週間，筋電電動式肩義手の評価訓練を 5 週間行い，操作の習熟を確認し

た．筋電電動式肩義手は外来訓練終了後，試用装着期間に一旦貸し出し，仕事で試用してもらい両義手の比較を行った．

## 5. 結 果

能動式肩義手と筋電電動式肩義手の項目別比較結果を**表 1** に示す．

### 5-1 装着時間

筋電電動式肩義手の重量は 2.3 kg であり，能動式肩義手の 1.8 kg に比べ 500 g 増加（1.3 倍）したが，両者ともに出勤から帰宅までの 1 日 10 時間の装着ができていた．

### 5-2 SHAP

SHAP のスコアは，筋電電動式肩義手 22 点に比べ能動式肩義手は 38 点と高いスコアだった．両義手とも，鍵の開閉やコップに水を注ぐ等の前腕回内外動作が必要なテスト項目は不可能であった．

### 5-3 作業性

ラーメン店での業務は，筋電電動式肩義手のほうが能動式肩義手に比べて，有利となる作業が多かった．作業性は以下の 5 項目において，両義手間の差が顕著だった．

⑴ 操作範囲：厨房での作業は，机上だけなく，腕を上げた空間での作業もある．能動式肩義手は，両側の肩甲骨の外転がコントロールケーブルの力源となるが[3]，本症例の場合，患側の肩甲骨の外転ができない分，力源は半減する．ハーネスの走路をアレンジすることで健側の肩関節の屈曲と内旋もケーブルの力源として機能していた．両腕を挙上する空間での作業は，健側の肩甲骨の外転と肩関節の屈曲が伴うため，能動式肩義手ではケーブルが最大牽引されて把持動作が厳しかったが，筋電電動式肩義手では，ケーブルの牽引を気にすることなく，机上以外の把持動作ができた．

⑵ 両手動作：能動式肩義手では，健側の肩関節の動作が能動フックの開閉に影響するため，両手動作でご飯を盛る動作等ができなかった．一方で筋電電動式肩義手では，電動ハンドに茶碗を持たせながらご飯をよそうことができた（**図 5a, b**）．

⑶ 手先具の形状：下膳作業時は，筋電電動式肩義手は能動式肩義手よりも，より多くのコップや食器を運ぶことができた．例えば，能動フックは並列に 2 つのコップしか把持できないが，電動ハンドは 4 つのコップを重ねて把持することができた（**図 5c, d**）．

⑷ 把持力の強さ：食器洗い時は，能動式肩義手よりも筋電電動式肩義手のほうが，スポンジやタワシ等をしっかり把持できた．食器洗いは，電動ハンドの内部への浸水がリスクとなる作業であるが，毎日，装飾グローブ表面の確認することでその影響は無かった．

⑸ 操作の連続性：能動単軸肘ブロック継手と手先具における操作の連続性は，筋電電動式肩義手のほうが速く，滑らかだった．

**図 4 電極位置の決定**

### 5-4 主観的評価

重量は能動式肩義手のほうが筋電電動式肩義手よりも軽量にも関わらず，能動式肩義手は疲労感があった．なお，

**表 1 能動式肩義手と筋電電動式肩義手の項目別比較結果**

| | 能動式肩義手 | 筋電電動式肩義手 |
|---|---|---|
| 装着時間 | 10 時間以上 | 10 時間以上 |
| SHAP | 38 | 22 |
| 業務での作業性 | | |
| 操作範囲 | 主に机上 | 机上以外に挙上時の把持が可能 |
| 両手動作 | 茶碗が持ちにくい | 茶碗を持ってご飯をよそえる |
| 手先具の形状 | コップが持ちにくい | コップを重ねて持てる |
| 把持力の強さ | 弱い | 強い |
| 操作の連続性 | コントロールケーブルシステムの切り替えが必要のため時間がかかる | 肘継手と手先具が，独立しているので同時に動かせる |
| 主観的評価 | | |
| 疲労感 | ある | なし |
| 外観 | 問題なし | 問題なし |

**図 5　業務中の動作**

a：能動式肩義手でご飯をよそう動作（茶碗はテーブルの上に置く），b：筋電電動式でご飯をよそう動作（茶碗は電動ハンドに持たせる），c：能動式肩義手でコップを持つ動作，d：筋電電動式でコップを持つ動作.

手先具が能動フックでも接客に対する意欲は変わらず，外観は問題にならなかった.

## 6. 考　察

義手の重量は，継続使用が困難となりうる１つの要因であるが[1]，本症例では義手の重量の増加は義手の装着時間に影響を与えなかった.

SHAP のスコアは，能動式肩義手のほうが筋電電動式肩義手より高い結果となった．SHAP は，英国で義手の使用者向けに開発された評価手法であり，6 つの把持動作と 14 課題の日常生活動作を行った時の遂行時間を計測し点数化する評価手法である[4]．本症例の動作を見ていると，筋電電動式肩義手よりも能動式肩義手のほうが，手先具開閉の反応スピードが速い．そのため，このような遂行速度が得点に結びつく評価手法では，能動式肩義手のほうが有利だった.

その一方で，筋電電動式肩義手の方が速く行える場面もある．例えば，能動式肩義手は複式コントロールケーブルシステムにより肘継手とフックの操作に切り替えが必要だが，筋電電動式肩義手は肘継手と電動ハンドの力源が異なるため，独立してそれぞれを操作することが可能となる．そのため，肘継手の制御を繰り返し行うような複合した作業の場合は，本症例で使用したハイブリッドの筋電電動式肩義手のほうが時間を短縮することができる．この点を含め，本症例にとって義手の作業性は，筋電電動式肩義手の選択に至る最も大きな要因であった．業務の作業性を重要視した結果，操作範囲，両手動作，手先具の形状，把持力の強さ，操作の連続性の項目全てにおいて筋電電動式肩義手が優れた.

疲労感は，両義手間で異なった．能動式肩義手は，エクステンションバンドの枚数を増加させることでフックの把持力を増加させることができる．しかし代償として大きなケーブル牽引力が必要となり，健側肩関節のパワーと持久力が必要とされる．そのため連続装着時間が長くなるとフックの開閉に疲労を感じる問題が挙げられた．一方，筋電電動式肩義手では，健側肩関節の動作は肘ブロックの屈曲制御のみのため，運動量を抑えることができ，身体的疲労が軽減されたと考えられる.

一般的に肩関節周囲で切断となった者に対する義手の適応は容易ではなく，義手の拒否率は 39〜65% と報告されている[5]．能動式肩義手の拒否率の原因として，懸垂性（ソケットの問題），発汗や暑さ，肩継手に機能的な継手がない，動作力源が乏しく制御系の効率が悪いこと，重量，外観が悪い等が挙げられている[6-8]．またハイブリッドの筋電電動式肩義手の欠点として，能動式肩義手と比較して，高価（メンテナンス費も含めて），重量の増加，耐久性の低下，水に弱い等が挙げられている[6]．しかし本症例においては，どちらの義手も拒否の理由とならず，さらに筋電電動式肩義手はこれらの欠点よりも作業性が利点として優先された.

数少ない肩義手の報告には，松田ら（1988）による能動式肩義手の処方数を報告した資料[9]や妹尾ら（2001）による肩甲胸郭間切断用の能動式肩義手の症例報告[10]，横山ら（2009）による筋電電動式肩義手の症例報告[11]がある．こ

れらの国内における肩義手の報告は，処方の報告と１つの義手に対するアプローチのみであった．本報告は，能動式肩義手と筋電電動式肩義手の違いと評価のプロセスを提示したことになる．

評価終了後，仕事で前腕回内動作（例えば，ザルに入った麺を皿に盛る動作）が必要であったためリストローテーター（10S17, 13E205, Ottobock）を筋電電動式肩義手に導入した．リストローテーターと電動ハンドの切り替えに筋電位の同時収縮させる訓練を行ったが，誤動作が多く，最終的にスイッチコントロールを利用した切り替え方法を選択した．これにより，ラーメン店業務の麺の湯切り後の盛り付け作業でザルの反転が可能となったため，さらに作業効率が上がった．筋電電動式肩義手は，リストローテーターを加えた仕様で労働者災害補償保険による支給に至った．完成した筋電電動式肩義手の総重量は，チェックソケット時よりさらに500 g 増加し，2.8 kg となったが，半年以上経過した現在も継続使用されている．

## 7.　おわりに

片側肩甲胸郭間切断者に対し能動式肩義手とハイブリッドの筋電電動式肩義手の比較を行った．試用評価を通して，実際の仕事環境で両義手の違いは明瞭になり，本症例では能動式肩義手よりも筋電電動式肩義手のほうが仕事場面で有効に使われた．

本報告は，肩甲胸郭間切断者に対する筋電電動式肩義手の適応に関して有益な情報になると考えている．

当報告は，国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査にて承認を得たものである（30-93）．開示が必要とされる利益相反はない．

## 文　献

１）Farnsworth, T. et al. Shoulder region socket considerations. J. Prosthet. Orthot. 20 (3), 93-106 (2008).
２）澤村誠志．第３章 義手 ５肩離断と義手．切断と義肢．第２版．185-186，医歯薬出版，2016.
３）三上真弘　他．義肢装具の基本的知識Ⅰ．義肢 2．義手．最新義肢装具ハンドブック．143-144，全日本病院出版会，2007.
４）大庭潤平　他．義手に関する評価法―日本と世界の動向―．義装会誌 29（4），222-226（2013）.
５）Biddiss, E. et al. Upper-limb prosthetics : Critical factors in device abandonment. Am. J. Phys. Med. Rehabil. 86 (12), 977-987 (2007)
６）Krajbich, J.I. et al (Eds.). Section 2 : Upper limb 23 amputations about the shoulder : prosthetic management. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies : Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. 4th edition. 287-298, Lippincott Williams & Wilkins, 2016.
７）中島咲哉．義手処方の実際．リハビリテーション医学 30（1），23-27（1993）.
８）田中洋平．筋電義手・電動義手の現状と課題．義装会誌 34（2），110-114（2018）.
９）松田美穂　他．フォークォーター切断及び肩離断用能動義手の実用性．義装会誌 4（1），17-21（1988）.
10）妹尾勝利　他．肩甲胸郭間切断用能動義手における新しい試み．義装会誌 17（2），139-143（2001）.
11）横山　修　他．肩義手に筋電義手を用いた１症例．義装会誌 25（3），156-159（2009）.

**Abstract** : Shoulder prosthesis is reported to be difficult to accept and continue to use due to the heavy weight and reduced operating efficiency of the prostheses. Refusal rates are reported to be higher than those for other major forms of amputation. The proportion of persons with high level amputation in Japan is small and very little reported. In this study, training and evaluation of a body-powered prosthesis and hybrid myoelectric prosthesis were conducted for an adult man who had suffered unilateral forequarter amputation by trauma. The Southampton Hand Assessment Procedure (SHAP) score was higher with the body-powered prosthesis than with the hybrid myoelectric prosthesis ; however, the effectiveness of the hybrid myoelectric prosthesis was revealed in his workplace.

**Key words** : upper limb amputation, rehabilitation, myoelectric hand