

症 例

先天性右前腕欠損の幼児に対し電動義手を処方した1症例

伊藤 英明¹⁾, 越智 光宏¹⁾, 河津 隆三¹⁾, 豊永 敏宏²⁾¹⁾九州労災病院リハビリテーション科, ²⁾同 勤労者リハセンター

(平成18年8月7日受付)

要旨: 電動義手は、装飾性と機能性を併せ持った義手であり、近年欧米先進諸国では電動義手が標準的な義手の一つとなっている。しかし、我が国では電動義手に関する情報不足、精通した医師や義肢装具士が少ないこと、部品入手の困難性などから欧米と比較して明らかに処方例が少ないのが現実である。電動義手は高価であり、現在わが国では労災による両上肢切断者に対して一側のみ電動義手の給付が認められており、給付の対象が非常に限られている。小児に対する電動義手は、身体障害者福祉法における基準外交付として支給が認められているが、欧米に比較して成人と同様、電動義手の処方は少数である。早期から装着するメリットとして電動義手の機能や外観を受け入れやすいこと、body-imageの中に義手を取り入れやすくなること、バランスを改善する事などが挙げられ、電動義手の適正な評価と十分な期間の訓練を受けることが前提ではあるが、若年からの電動義手の処方が望まれている。

本症例は3歳6カ月の女児で、先天性に右前腕が欠損していた。両親が義手に対して非常に熱心であったこと、適切な指導訓練を受けており、今後も継続して使用する可能性が高いと判断され身体障害者福祉法の基準外交付にて電動義手の処方が認められた。

筋電義手作製後、日常生活動作にてなくてはならないものとなり、現在では両手動作にてバイオリンを弾けるまでになった。電動義手を作製したことにより、ADLだけでなくQOLも大きく向上したと言える。今後、電動義手を使い続けるためには成長に伴う修理、製作などのメンテナンス、本人のニーズの変化にすばやく対応できることが必要であり、本症例でも長期間経過を追う予定である。今後国内での必要な施設とシステムの確立及び、費用負担者の明確化などの問題も含めてさらなる整備が必要である。

(日職災医誌, 55: 55—59, 2007)

—キーワード—

電動義手, 小児, QOL

はじめに

電動義手は、装飾性と機能性を併せ持った義手であり、近年欧米先進諸国では電動義手が標準的な義手の一つとなっている。電動義手の操作は、断端の筋電位を利用するもの、機械的スイッチを利用するものに大きく分類でき、筋電位を利用した義手を筋電義手という。現在、電動ハンドの大きさも、幼児から大人までいろいろなサイズを選択することができる。今回、我々は先天性右前腕欠損の3歳6カ月の幼児に対し右電動義手を作製した一症例を経験したので報告する。

症 例

主 訴：右前腕欠損 利き腕は幼少のため不明（はしは左手で使用）

現病歴：症例は3歳6カ月の女児で、先天性に右前腕が欠損していた。平成15年7月に両親が他県のリハビリテーションセンターへ義手の相談に行き、電動義手の適応ありと判断され、仮義手の貸与を受けて訓練を行い、平成16年1月に児童福祉法基準外交付の決定を受け2月当科を受診し、本義手を作製した。

現 症：右前腕断端の状態は良好で、断端末には手指に値するものと思われる小さな突起を認め（図1）（レントゲン上は肥厚した軟部組織図2）、手根伸筋群と手根屈筋群によって随意的に動かすことが可能であった。上腕骨外側上顆から断端末は7cm、健側の上腕骨外側上顆か



図 1



図 3



図 2



図 4



図 5

ら尺骨茎状突起までは15cmで健側の46.6%と短断端(35~55%)であった。R.O.Mは肘屈曲120度、伸展-10度、回内外不能であった。

右電動義手：使用した電動パーツはOtto Bock社製のMYOBOCK System for Children's Prosthesesで、電動ハンドはELECTRIC HAND 2000、ソケットは顆上部支持式ソケット（ミュンスター式）とした（図3、4）。

電極部位：信号源は、一般的な電動義手の装着部位である手根伸筋群と手根屈筋群とした。

日常生活で本義手の使用状況：昼間約2~3時間、訓練、遊びの間のみ使用していた。義手装着にて靴下を右手でつまんで干す（図5）、お菓子の袋をつかみ両手で開封する右手ではさみを使う（図6）、右手で紙をつまみ左手でのりを付ける（図7）、両手で靴下を履く（図8）な

どの動作が可能となった。

考 察

前腕義手の種類には、装飾義手、能動義手、電動義手がある。装飾義手は外観を中心に考えられた義手であり、物を押さえることは可能で、ゴムの手部であれば自転車、オートバイのハンドル保持は可能である。能動義手は、能動フックと能動ハンドに分かれ、能動フックは、二本のフックとハーネスを使用し、随意的に開閉可能である。開閉の強さはゴムで調整し、つまみ動作を中心に実用的

な操作が可能である。一方で、外観面が大きな問題であり、また扱うものによりフックの交換が必要であることがある。能動ハンドは5本の手指の形をしており、フックに比べ外観面で有利である半面、巧緻性に劣る。前腕義手について能動義手と電動義手の比較では、電動義手

は、把持する力が能動義手の手先具（随意開き式能動ハンド：約0.8Kg、随意開き式能動フック：約1.0Kg）に比べ、Otto-bock社製電動ハンド（約14Kg）では強い力で物を握ることができ、両手で重いものを運ぶ事や、靴紐をしっかりと結ぶなどに適している。また、紙コップやパンをつぶすことなく持ち続けることができるなど把持力の細かい調整も可能である。ハーネスがないことも利点の一つであり、動きが阻害されないため窮屈感がなく、義手の着脱も服を着たままでも楽に行うことが可能である（表1）。

これらのことから、見た目にも優れ、ある程度の機能性を備えた電動義手は多くの切断者が期待を寄せ、支給を希望することが予想される。川村らが行った近畿地区の上肢切断者の調査では、切断者の7割以上が電動義手の処方を希望していた。しかし、本体価格が高価なため、単に切断者が希望するだけで支給されるべきではない。したがって、電動義手を有効に活用してもらえらる対象を



図 6



図 7



図 8

表 1 前腕切断に対する能動義手、電動義手の比較

| | 手先部分 | 関節部 | ソケット | 力源 |
|-----------------|---|--|--|--|
| 能動義手 (体内力源式) | 能動フック：二本のフックの開閉ができる 随意開き式 (VO: voluntary opening type) 随意閉じ式 (VC: voluntary closing type) 能動ハンド：手指の形をしており、ケーブル操作によって手指が開閉する5指形の手先具 | 手継手： ①手先具の固定 ②手先具の交換、脱着 = 迅速交換式手継手 ③手先具の回旋が可能で、任意の位置で固定可能 = 手部回旋用手継手 ④手先具の角度調整が可能 = 屈曲用手継手 | 前腕： 吸着式 前腕用スプリットソケット 顎上支持式：ノースウェスタン型 ミュンスター型 差込式 | 上肢帯の運動をケーブルを介して継手のコントロールや手先具の開閉に使う |
| 電動義手 (体外力源式) | 指開閉機構はモーターと直結した減速器を介して歯車またはねじ機構によって2・3指を駆動し、リンク機構により母指も一緒に対立位方向に開閉する3点つまみ動作が基本 各指はMP関節が動き、PIP関節とDIP関節は動かない | 動力手継手 Otto Bock Electric Wrist Rotator：前腕の回旋運動が可能 (Otto Bock社) | 機能的に電極の安定性やソケットの支持能力からみて顎上部支持式ソケットが合理的 ・ミュンスター式 (前腕短断端用) ・ノースウェスタン式 ①懸垂支持性に優れ、ハーネスや上腕カフを使用せず装着が安定している ②断端とソケットの適合性が緊密に確保され、電極を設置しても動きの影響が極めて少なく動作が安定している | ①機械的スイッチを利用するもの ②断端の筋電位を利用するもの 筋の活動電位を利用して制御を行う義手 = 筋電義手 手継手部に装着した小型電動モーターで手先を回旋させる方法 断端の回旋機能を直接利用する方法 一連の前腕筋電義手を Myobock システムと称す最も実用性のある方式 |

選択する必要がある、そのためには電動義手を支給する前の段階で、その適合性の判断基準が必要である。陳らは、電動義手に適した上肢切断者の条件として、1)片側の前腕切断者であること、2)前腕断端長が10cm以上であること、3)近接する関節可動域に著しい制限が無いこと、4)訓練を理解し再現できるだけの知的能力があること、5)意欲を継続して維持できること、6)残存する側の片手動作が自立しており、ADLのほとんどが可能であること、を挙げている。さらに、不利な条件として、1)断端に継続的に疼痛を訴える、2)先天性の上肢切断者で長期間義手を装着せずに経過した、3)すでに長期間何らかの義手を用いており、生活パターンが確立してしまっている、4)断端皮膚に問題がある場合(植皮や瘢痕)、5)2週間の集中訓練にもかかわらず筋電信号の検出、分離が困難等を挙げている。また電動義手を使用開始し、日常生活において必需品となってからも、修理に時間がかかりすぎて使用を長期間中断してしまい、使用者が義手としての信頼を失って使用しなくなるという問題がある。修理に約1~3カ月かかることも多く、故障時のバックアップ体制の整備が必要である。

我が国では、幼児に比べ、すぐに実用となりやすい成人に対し電動義手の作製許可がおりる傾向にある。しかし、電動義手を幼児など早期から処方するメリットとして、米国のFriedmanらは、①両手動作が増加すること、②子供と両親が電動義手の機能や外観を受け入れやすいこと、③子供のbody-imageの中に義手を取り入れやすくなる、④バランスを改善する、⑤子供が四肢の正常な長さに慣れやすい、⑥側弯症やその他の姿勢および骨格異常を防ぐ、⑦子供が把握異常に気づく、⑧眼と手の協調を助けるとしている。一方で課題としては、一般的に挙げられる他の義手と比べて重いこと、随意動作の巧緻性が低い点、電極の位置の設定の難しさに加え、幼児期特有の課題として両親の心理的ケアや本人の義手受容のアプローチ、成長に対するfollow up(ソケット、1電極から2電極への移行)、部品のメンテナンスなどが挙げられる。本症例は3歳6カ月という若年での電動義手の処方例であった。前施設にて仮義手での訓練を受けていたことから、早期に義手を使いこなしていた。また、両親が義手作製に積極的で本人も意欲的に電動義手を用いたことが長時間使用するに至ったポイントであると考えられた。現在では、電動義手使用での両手動作にてバイオリンを弾くことも可能となり、ADLだけでなくQOLの向上という付加的価値も達成することができた。

他国での報告として、D. Dattaらは英国Northern general hospitalで、英国では一般的に3.5歳以下の小児には電動義手は処方されないが、3.5歳以下の小児11名(上腕欠損10名、through elbow 1名)に試みたところ、訓練プログラムがその他の年代と比べて順調に行われたとの報告があった。スウェーデンのRolf Sorbyeは、オントリオ

のRegional Hospitalにて40名の前腕切断の小児に対して電動義手を処方し、義手作製後しかるべきチームが両親と密な協力をしながら調整や修理についての説明を行い、適合をチェックしていく必要があるが、成人と比較して明らかに適合に優れ、受け入れられたと報告している。M. K. Glynnらは、アイルランドのIrish National Orthopedic Training Programにて前腕切断にて電動義手を作成した小児50名(平均使用期間5.4年、9カ月~18年間)について調査し、1日のうち8~12時間装着していたのは36名、4~8時間装着が6名、2~4時間が1名、0~2時間が2名、0時間が5名(10%)であり、使用しなくなった原因として、機能の不十分、義手の不快感、故障を挙げている。以上のように、follow upを十分に行う態勢を整えた上で、できるだけ若年での電動義手の作製を推奨する報告が多い。また、スウェーデンでは1歳4カ月での電動義手作製の報告があり、米国でも1歳での作製報告がある。日本で電動義手が基準外交付された症例で最も若年症例は2.5歳での報告があるが、海外に比べ遅いという印象がある。

本症例は3.5歳での基準外交付症例であり、身体障害者福祉法における基準外交付として、わが国では若年での筋電義手作製症例であった。両親が義手作製及び訓練に非常に熱心でありモチベーションが高かったこと、また適切な指導訓練をうけており、今後も継続して使用する可能性が非常に高いと判断され、電動義手の処方が認められたと考える。電動義手処方後、訓練により日常生活上の場面において様々な両手動作が可能となり、今では無くてはならない義手となった。

以上より、電動義手の処方の判断に際しては、両親が義手装着に対し熱心であること、また適応の決定、処方、装着訓練などの十分な医学的な管理ができること、また今後のフォローアップが可能であることなどを確認の上で、若年であっても電動義手の基準外交付が望まれる。しかし、切断者が電動義手の操作に習熟するためには、経験と知識を持った医師、義肢装具士、作業療法士、リハエンジニアなどのスタッフがいる専門施設において、電動義手の適正な評価と十分な期間の訓練を受けることが前提であろう。さらに今後電動義手を使い続けるためには成長に伴うメンテナンス(製作、修理、本人のニーズの変化)にすばやく対応できることが必要であり、本症例も今後長期間、経過を追う必要がある。今後は、国内での必要な施設とシステムの確立及び、費用負担者の明確化などの問題も含めてさらなる整備が必要である。

文 献

- 1) 東原孝典, 加倉井周一, 陳 隆明, 他: 特集筋電義手. 日本義肢装具学会誌 17(4):228-233, 2001.
- 2) 古川 宏, 中村春基, 柴田八重子, 他: 特集筋電義手—小児筋電義手を中心に—. Assis Tech 第35号:1-14, 2002.

- 3) 小西克浩, 中川昭夫, 陳 隆明, 他: 小児切断リハビリテーションにおける筋電義手処方システムの確立に関する研究, 平成15年度版 兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集. 151—156, 2003.
- 4) 梶谷 勇, 樋口哲也: 多機能筋電義手の開発, 兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集.
- 5) 木村彰男, 千野直一, 佐々木鐵人: 義肢装具のチェックポイント第6版: 加倉井周一, 赤居正美編. 東京, 醫學書院, 2003, 86—121.
- 6) 武智秀夫, 明石 謙: 義肢. 東京, 醫學書院, 1988, 104—148.
- 7) 澤村誠志: 切断と義肢 第2版. 東京, 医歯薬出版株式会社, 1990, 103—184.
- 8) 日本義肢装具学会, 澤村誠志: 義肢学. 東京, 医歯薬出版株式会社, 1989, 48—56, 104—107.
- 9) 千野直一, 安藤徳彦, 大橋正洋, 他: リハビリテーションMOOK 義肢装具とリハビリテーション. 東京, 金原出版, 2003, 64—73, 122—126.
- 10) 古川 宏, 黒岩貞枝, 菅原洋子, 他: 義肢・装具学, リハビリテーション関連機器 作業療法技術論1. 東京, 協同医学出版社, 1997, 4—80.
- 11) Crandall RC, Tomhave W: Pediatric Unilateral Below-Elbow Amputees: Retrospective Analysis of 34 Patients Given Multiple Prosthetic Options. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 22: 380—383, 2002.
- 12) Kuyper MA, Breedijk M, Mulders AHM, et al: Prosthetic management of children in the Netherlands with upper limb deficiencies. *Prosthetics and Orthotics International* 25: 228—234, 2001.
- 13) Datta D, Ibbotson V: Powered prosthetic hands in very young children. *Prosthetics and Orthotics International* 22: 150—154, 1998.
- 14) Soby R: Myoelectric prosthetic fitting in young children. *Clin Orthop* 148: 34, 1980.
- 15) Glynn MK, Galway HR, et al: Management of the Upper-Limb-Deficient Children with a Powered Prosthetic Device. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 209: 202—205, 1986.

(原稿受付 平成18.8.7)

別刷請求先 〒807-8555

北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1

産業医科大学リハビリテーション医学講座

伊藤 英明

Reprint request:

Hideaki Ito

Department of Rehabilitation Medicine, University of Occupational and Environmental Health, 1-1 Iseigaoka, Yahatanishi-ku, Kitakyusyu-city, 807-8555, Japan

MANAGEMENT OF UPPER-LIMB-DEFICIENT CHILDREN WITH A MYOELECTRIC UPPER LIMB PROSTHESIS; A CASE REPORT

Hideaki ITO¹⁾, Mitsuhiro OCHI¹⁾, Takamitsu KAWAZU¹⁾ and Toshihiro TOYONAGA²⁾

¹⁾Dept of Rehabilitation, Kyusyu Rosai Hospital

²⁾Clinical Research Center for Worker's Rehabilitation, Dept of Kyusyu Rosai Hospital, Japan Labour Health and Welfare Organization

The myoelectric upper limb prosthesis is an artificial arm that is decorative as well as functional, and in recent years this prosthesis has become one of the standard artificial arms in Europe and the U.S.

In Japan, however, we have experienced few cases with myoelectric upper limb prosthesis because of a lack of information on the prosthesis, few doctors, prosthetists and orthotists familiar with the prosthesis, and the difficulty of the supply of parts. The myoelectric upper limb prosthesis is highly expensive, and workmen's compensation insurance allows this prosthesis on only one side for a person with amputation of both upper limbs. Exceeding standard in the child welfare, the provision of this upper limb prosthesis for infants is permitted, but prescriptions of this upper limb prosthesis are few compared with Europe and the U. S. Earlier putting on of this prosthesis is effective in accepting its function and appearance, and improving the body balance. The prescription of the myoelectric upper limb prosthesis is based on proper evaluation and sufficient training.

We experienced a 3-year and six months old girl who was missed her right forearm congenitally. The myoelectric upper limb prosthesis was provided because it would continue to be used in the future, the parents wished this prosthesis for her and she had been fully trained. Although she cannot perform daily activities without this prosthesis, she has learned to play the violin with both hands with it. The prosthesis has improved not only her ADL but also QOL greatly. To continue using the myoelectric upper limb prosthesis, it is necessary to repair and do maintenance on this prosthesis with her growth or change of needs. The prescription system of this prosthesis, including the problem of its cost, should be established in the future.