
成長に合わせた 小児筋電義手訓練システムに関する研究

Development of a Training System for Myoelectric Hands with Infant Amputees's growth

松原裕幸 原 良昭 赤澤康史 中村俊哉

MATSUBARA Hiroyuki, HARA Yoshiaki, AKAZAWA Yasushi, NAKAMURA Toshiya

陳 隆明 柴田八衣子 溝部二十四 深澤喜啓 岡本真規子

(兵庫県立総合リハビリテーションセンター)

CHIN Takaaki, SHIBATA Yaeko, MIZOBE Futoshi, FUKAZAWA Yoshihiro, OKAMOTO Makiko

(Hyogo Rehabilitation Center)

キーワード：

成長、筋電義手、訓練システム

Keywords:

Growth, Myoelectric upper limb prostheses,
Training system

Abstract:

In Japan, there have been few cases of rehabilitating infants using myoelectric below elbow prostheses. With our team approach, the overall system of myoelectric upper limb prostheses for children and infants have been researched since 2002. In this result, the infants' and children's ability of using myoelectric upper limb prostheses and the merit of the earlier application of the prostheses have been verified.

But many cases have used myoelectric upper limb prostheses on a few scenes. Therefore, some training approaches to increase usage rate of myoelectric upper limb prostheses have been tried since 2005.

The results have increased cases who continue to use myoelectric upper limb prostheses for a period of years. It has led to other problems that prostheses not have been fit there, because they grow up. We tried some approaches to resolve this problem since last year. The results of these trails are described in this report. In addition, new five cases have started to use upper limb prostheses in this year. These cases are reported in this report.

1 はじめに

我々は平成14年度より、上肢欠損児及び家族、医師、作業療法士、エンジニアおよび義肢装具士からなるチームアプローチで、上肢欠損児に対する筋電義手の処方、製作および訓練システムに関する研究を開始した。しかし、筋電義手の随意操作が可能となっても、使用率が低下するケースも多く見られ、使えることと使いたいということは別であることが分かった。このため、原因を明らかにするとともに、使用率を低下させない訓練システムの構築を目的とした研究を平成17年度より3年間行った。その成果として、スイッチの導入や複数人での訓練の導入などを図り、使用率の向上に関して一定の効果が見られた。

この結果、数年にわたり使用するケースが増加し、身体の成長に伴うソケットの不適合など、成長に伴う問題が多く見られるようになってきた。そこで昨年度より、成長に合わせてどのような問題点が生じ、どのようなフォローが必要なのかを検討する研究を開始した。また、「本人にとって筋電義手を使いたいと思える場面および動作が見つけられない」という問題に関しても根本的な解決策が見つかっていないため、今後も引き続き検討する。

さらに、今年度は義手使用を開始した症例が5症例と多かった。これらの症例のそれぞれの問題点、工夫点を報告するとともに、近年、訓練に活用しているパーツや、昨年度開始した義手使用開始年齢が理想的な2例の現状、今年度に行った成長に合わせて必要なフォローの検討およびその結果なども併せて報告する。

2 使用している義手パーツ

昨年同様Otto Bock社製システム（図1）を使用している。

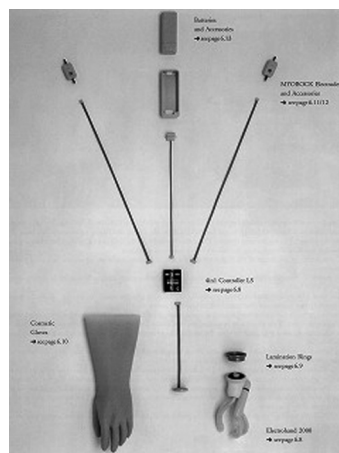


図1 小児用筋電義手パーツ（Otto Bock社製）
Fig.1 Parts of Myoelectric Hand for Infants (Otto Bock)

4 症例

症例プロフィールおよび使用状況を表1に示す。

表1 症例プロフィール
Table1 Profile of cases

	性別	左右	欠損部位	使用状況
症例1	男	左	横断性中手骨欠損	縄跳び時に使用
症例2	女	左	横断性手根骨欠損	使用率低下
症例3	女	左	横断性中手骨欠損	ほぼ不使用
症例4	女	右	横断性前腕部欠損	ヴァイオリン練習時に毎日使用
症例5	男	左	横断性前腕部欠損	使用中止
症例6	女	右	長軸性前腕部欠損	毎日使用している・家で工作などに使用
症例7	女	右	横断性手根骨欠損	使用中止
症例8	女	右	横断性中手骨欠損	ヴァイオリン練習に毎日使用・お手伝い等
症例9	女	左	横断性前腕部欠損	ほぼ不使用
症例10	女	右	横断性中手骨欠損	訓練時のみ使用
症例11	男	左	横断性中手骨欠損	訓練時使用・食事に使用
症例12	女	右	横断性中手骨欠損	訓練時のみ使用
症例13	男	左	横断性中手骨欠損	訓練時使用・毎日1時間程度家で訓練
症例14	男	右	横断性中手骨欠損	訓練時使用・毎日1時間程度家で訓練
症例15	男	左	横断性中手骨欠損	月一回の訓練を行ったが使用中止
症例16	女	右	横断性中手骨欠損	訓練時使用・不定期だが家で訓練
症例17	男	左	横断性前腕部欠損	訓練時使用・毎日1時間程度家で装着
症例18	女	右	横断性中手骨欠損	訓練時使用・家では不定期だが装着
症例19	女	右	横断性手根骨欠損	訓練時使用・毎日3時間程度家で装着
症例20	男	左	横断性中手骨欠損	訓練時使用・家では不定期だが装着
症例21	女	左	横断性手根骨欠損	訓練時使用・毎日1時間程度家で装着

3 筋電義手の使用状況

今年度、新たに5名が義手の装着を開始し、前年度までの症例と加え16名が継続使用中である。このうち2名は装飾用義手を使用している。

しかし、使用暦が数年に及ぶ症例10と症例12は当センターで行う訓練時のみの使用であり、生活の中で使用しているとはいえない状態である。担当医からも、使用を中止しても良いと、判断を本人とご家族に委ねているが、当センターに訓練に通うことや団体訓練に参加することは魅力がある様子で、現在は訓練を継続している状態である。団体訓練に参加する気があるうちに、この2症例に有効な動作を早急に検討していく必要があると考えている。

ヴァイオリンを習っている2症例は今年度も練習のために毎日筋電義手を使用し、使用率の低下は見られなかった。楽器等、長期にわたる習い事が使用率の低下を防ぐには効果があると今年度も証明された。

5 今年度使用開始した症例と問題点および工夫点

5.1 症例17

症例17は図2のように極短断端である。



図2 症例17の断端
Fig.2 Residual limb of case17

訓練を開始し装飾義手の使用を開始した時にはすでに、つかまり立ちが可能であったが、左右の上肢の長さが著しく異なるためか、移動方法は非欠損側の上肢と臀部から下肢を用いたいざりを行い、両手を用いたハイハイなどの四つ這い移動は一切行っていなかった（図3）。



図3 症例17の移動方法
Fig.3 Locomotion type of case17

このため、欠損側上肢の筋力が非常に弱く、装飾義手を装着した状態でも義手に体重をかけることはほとんどしなかった。また、筋電義手の装着を開始した後は、筋電義手が重いのか、肩関節が過度に内旋してしまうことがあったが、自身の筋力でこれを防止することが不可能であった。また、稀に義手側に体重をかけた場合にも肩関節が過度に内旋していた。このため、図4のような肩関節の内旋防止ハーネス_タイプ1を製作した。タイプ1は、非欠損側からハーネスにて欠損側の肩関節を外旋方向に引っ張るものである。しかし、タイプ1では過度の内旋は防止できたが、肩関節の屈曲を阻害してしまう結果となり、体の中央で行う作業において、義手を用いないことが多くなってしまった。これはハーネスの走路が肩関節から遠かったことが原因と考えられた。



図4 内旋防止ハーネス_タイプ1
Fig.4 Harness to stop internal rotation_type1

このため、図5のような内旋防止ハーネス_タイプ2を製作した。タイプ2ではハーネスの伸縮素材部分を細く延長し、欠損側の義手から上腕にかけて外旋方向に1回転巻きつけ、肩関節の近くを通り、非欠損側に引っ張るハーネスとした。この結果、過度の内旋は防止するが、肩関節の運動は阻害しない、良い結果が得られた。



図5 内旋防止ハーネス_タイプ2

Fig.5 Harness to stop internal rotation_type2

症例17に関して担当のOTと検討し、ハーネスを用いて肩関節の内旋を防止し、重量の大きい筋電義手を用いることで筋力増強訓練になるのではないかと考えた。しかし、義手側に体重をかけることはほとんどなく、また、ハンドの開閉を用いて体の中央で作業する時間も増加しなかった。このままでは、欠損側上肢の筋力不足が解消する前に、欠損側上肢を用いない癖がついてしまうのではないかと考え、担当のOTと協議の結果、装飾義手も併用して用いることとした。筋電義手では内旋防止ハーネスを用いつつ体の中心での作業を行うことを目的とし、装飾義手では自由に動き回る際に体重を欠損側でも支える肢位をとることを目的とした。

この結果、装飾義手を装着している際に、すでに二足歩行が可能であるが、両手を用いたハイハイをするようにもなってきた。このため症例17は筋電義手と装飾義手の併用を今後も続けていくべきだと考えている。

5.2 症例18

症例18も横断性中手骨欠損と考えられ、手関節も残存しているが、女兒であるため重量に関して差込型よりも安定する顎上支持ソケットで筋電義手の使用を開始した。その後、操作はすぐに可能となり、義手の装着には問題はないが、やはり使いたいと思う動作が見つからない。自宅でも訓練できており、順調ではあるが、引き続き便利だと思える動作を検討していく予定である。

5.3 症例19

症例19は装飾義手を装着した直後より、義手側に体重をかけて立ち上がる動作を行い順調かと思われた(図6)。しかし、歩行時や座位にておもちゃで遊ぶときなどは、欠損側上肢および肩甲帯全体が、非欠損側に比べると体の後ろに引く癖が見られた。



図6 症例19

Fig.6 case19

このため担当OTより、より重量の大きい筋電義手に移行する前に、欠損側の上肢および肩甲帯が前方に出てくるように訓練したいため、装飾ハンドでも物が掴めるようにして欲しいとの訴えがあった。このため、装飾ハンドの製作をお願いしている株式会社佐藤技研に相談し、通常は各指に1本ずつ入れる指芯を、母指と示指をつなげ「Cの字」の形に入れてもらうことで、指芯の弾性を用いてはさむことが可能となるようにした。これにより、多少の把持は可能となったが、まだ不十分であるため、今後も検討を続けて行きたい。

また、装飾ハンド以外にも訓練として、「手遊び歌」が有効であった(図7)。「手遊び歌」を用いることで、必ずしもおもちゃ等の物を用いなくとも拍手や両手を頭の上にかざす等の動作の中で、両手の長さを合わせることに意識が向く瞬間が見られた。今後も「手遊び歌」を用いた訓練を検討して行きたいと考えている。

これらの訓練の結果、現在の症例19は、欠損側の
上肢および肩甲帯を後ろに引く癖はほとんど見られ
ず、左右均等な姿勢をとるようになってきた。今後、
筋電義手への移行の時期を検討して行きたい。



図7 手遊び歌による訓練
Fig.7 Training of hands dance with songs

5.4 症例20

症例20は横断性中手骨欠損であると考えられ、手
関節およびその遠位部分も残存しているため、通常
であれば差込型ソケットが適応となる。しかし、仮
合せ当初より、すぐに外したいとの訴えが強く、訓
練時間が作れない可能性が高かった。このため、敢
えて顎上支持ソケットとした。なぜなら、差込型ソ
ケットにすると、症例20自身でソケットが外すこ
とが容易にできるからである。このため、顎上支持ソ
ケットで引き布を用いないと装着できない程度にソ
ケット開口部を小さくすることで、周りの大人の手
伝いがなくては外せないようにした。この結果、当
初は10分程度と短い時間ではあるが訓練時間を確保
することが出来た。その後自宅で、義手を装着した
まま好きな映画を見るなど、義手の操作はしなく
ても良いので、装着時間を延ばすことを目的とした訓
練を行った。この結果、現在では40分程度の訓練時
間の間は連続して装着することが可能となってい
る。しかしまだ、筋電義手を用いての作業を40分
間継続するのは不可能である。今後は筋電義手を用
いての作業を継続できるような動作を検討していく
予定である。

5.5 症例19

症例21は外傷による後天的な切断であり、その縫
合跡などを保護するための肘関節より近位までの専
用のソックスを常に装着している。このソックスを
つけたままソケットを装着するように、主治医から
指導を受けていたため、ソックスの上から装着する

ソケットを製作した。本来ならソックスが肘関節に
かかっていると顎上支持ソケットでは抜けやすくな
ってしまう。このため、ソケット開口部の割合を小さ
くしたノースウェスタン式ソケットを製作した。ソッ
クスを装着しているため通常よりも滑りやすいこと
を逆に利用し、引き布を用いればなんとか入るとい
う割合まで開口部を小さくすることにより、ソケッ
ト装着時に抜けることを防止した。

6 近年訓練に活用しているパーツ

○ペアレンタルスイッチ

近年、訓練に活用しているパーツとして、ペアレ
ンタルスイッチがあるが一昨年までは図8のような
アルミ箔を用いた簡易的なもの（ペアレンタルスイッ
チ_タイプ1）を使用してきた。しかし、このスイッ
チは動作の確実性に向け、かつ数ヶ月から半年程度
で反応しなくなり、その都度修理する必要があった。



図8 ペアレンタルスイッチ_タイプ1
Fig.8 Parental switch_typ1

このため近年は、図9のように電極とコントロー
ラの間から配線を分岐させて、電極とスイッチの両
方から信号が送れるシステムを製作して使用してい
る。このスイッチの導入の結果、ペアレンタルスイッ
チの動作が安定し、後述する症例13や症例14のよう

な、言葉による意思疎通が不可能な症例の訓練が、安定して行えるようになった。

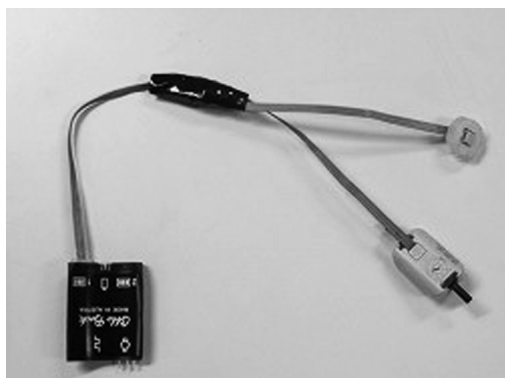


図9 ペアレンタルスイッチ_タイプ2
Fig.9 Parental switch_typ2

7 症例13と症例14の現状

症例13と症例14の2症例は他の症例とは異なり、使用開始年齢が生後5ヶ月と8ヶ月という理想的な症例であり、訓練のノウハウの蓄積も出来てきた状態でもあるため、この2症例の今後の進捗状況に注目をしていきたいと考えている。

今年度、2症例とも2歳10ヶ月になるが、この1年間で生じたこととして

- 2症例とも重たい筋電義手を宙に浮かした状態で、ハンドの開閉が可能となった
- 2症例とも筋電の発生量をコントロールし最低限の開きで把持を行うようになった
- 1歳5ヶ月前後で始まった訓練が集中して出来ない状態が続いていたのは収まった
- しかし、自身の意思がはっきりしてきたため、訓練に集中できる回と出来ない回が出てきて、やりたくない時や動作に関してははっきりと否定の意思表示をするようになった
- ソケットに関しては、症例13は今年度当初に、症例14は昨年度末に交換したが、その後は身長が伸びるに従いソケットの延長は行ったが、周計に関しては小さくなり、今年度後半はソケット交換は行わなかった

2症例とも、ハンドの開閉を細かな操作まで習得しているので順調だと思われる。しかし、どの症例も必ず訓練が集中して出来ない時期があり、成長過

程として致し方ないのではと考えられる。しかし、この期間にどのように訓練すればよいのか、または自宅で装着時間がゼロにならない程度であれば訓練のために病院まで来て強制的に装着させない方がご両親の労力を減らしたり、筋電義手のマイナスイメージをつけずにすむので良いのではないかなどが疑問として残された。これらの問題は個々の症例により違いが大きく、未だはっきりとは分からないが、今後も症例を増やしていくことで検討していく必要があると考えている。

8 今年度に行った成長に合わせて必要なフォローの検討およびその結果

8.1 ヴァイオリンの演奏会

今年度も年2回のヴァイオリンの演奏会や団体訓練を行った。症例4と症例8はヴァイオリンの演奏会を楽しみにしているとのことであり、ヴァイオリンの練習のために毎日筋電義手を使用していることから、使用率の維持に関して効果があったと考えられる。

8.2 団体訓練

今年度も団体訓練を行い、最大で7名による団体訓練を行った。通常の訓練では集中力が続かない症例も、団体訓練では集中力が維持できるので、効果的な訓練方法であると考えられる。また、普段は筋電義手を使用しない症例が、団体訓練には参加したいと思い、訓練中は筋電義手を使用していることから、団体訓練には筋電義手の使用率の維持にはある程度の効果があると考えられる。しかし、あくまで月1回程度の頻度であるため、団体訓練の効果があるうちに便利だと思える動作を検討する必要があると考えられた。

9 まとめ

昨年度より、成長に伴う問題点を明らかとし、どのようなフォローが必要なのかを検討する研究を開始した。この結果、断端長が短いなどの理由で欠損側上肢の使用率が低い症例では筋力不足が見られることが多く、筋電義手移行の前にこの左右不均等を解消することが重要であり、かつ可能であることが分かってきた。今後も左右対称な発達に必要な訓練方法や自宅に戻った後のフォローアップ方法などを引き続き検討して行きたい。