

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

Development of a Support System for Myoelectric Hands for Infant Amputees

松原裕幸 中川昭夫

MATSUBARA Hiroyuki, NAKAGAWA Akio

陳 隆明 中村春基 柴田八衣子 大庭潤平 山下英俊 溝部二十四 深澤喜啓

CHIN Takaaki, NAKAMURA Haruki, SHIBATA Yaeko, OBA Junpei, YAMASHITA Hidetoshi

MIZOBE Futoshi, FUKAZAWA Yoshihiro (Hyogo Rehabilitation Center)

古川 宏(神戸大学)

FURUKAWA Hiroshi (Kobe University)

キーワード :

乳幼児、筋電義手、システム

Keywords:

Infants, Myoelectric upper limb prostheses, Support system

Abstract:

In Japan, there have been few cases of rehabilitating infants using myoelectric below elbow prostheses so that it is difficult to efficiently support those parents who want to give their children the prostheses.

With our team approach, the overall system, such as prescription, manufacture and training caring psychological respect, of myoelectric upper limb prostheses for children and infants have been researched since 2002.

From six cases in two years, 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.

With nine cases, including three new cases researched in this year, the application of the sockets to children's stump and their psychological respect are estimated and the overall system is established in this study.

1 はじめに

欧米においては、上肢欠損児の筋電義手に関して、生後数ヶ月より装飾用義手や筋電義手を積極的に処方するリハビリテーションシステムを確立している。

一方、我が国においては、小児に関して筋電義手のリハビリテーションの経験が少なく、上肢欠損児をもつ両親の要望に適切に対応することが困難な状況である。そのために義手を使用しない生活に慣れてしまい、成長後に義手装着訓練を開始しても義手の装着が煩わしくなり、義手を使用しない生活を選択してしまう。

そこで、我々は平成 14 年度より、上肢欠損児及び両親をはじめとした家族、医師、作業療法士(以下 OT)、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によって、心理的なケアを含めた総合的なケアの一手段として、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。そして、2 年間で 6 名に対し筋電義手の処方、製作および follow up を行う経験を得た。この経験より、小児であっても筋電義手使用の可能性および早期装着によるメリットを検証した。また、小児の切断に対して筋電義手をいつから処方し、そして成長とともにどのように対応すれば良いのか、または必要とされるのか、という一連のシステムのノウハウの蓄積を図った。その中で生後 1 年以内に義手の使用を開始できた乳幼児と異なり、言葉による理解が可能な年齢で義手の使用を開始し、随意操作の習得が可能となるには、本人に筋電義手に対す

る興味を持ってもらい、使いたいと思わせることが重要であるという知見を得た。

本年度は、新たに3名の上肢欠損小児に対して、筋電義手を処方製作し、昨年度までに開始している6名とあわせ、9名に対してソケット適合や義手の心理的受容などに関して評価し、システムの確立を図ったので報告する。

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。

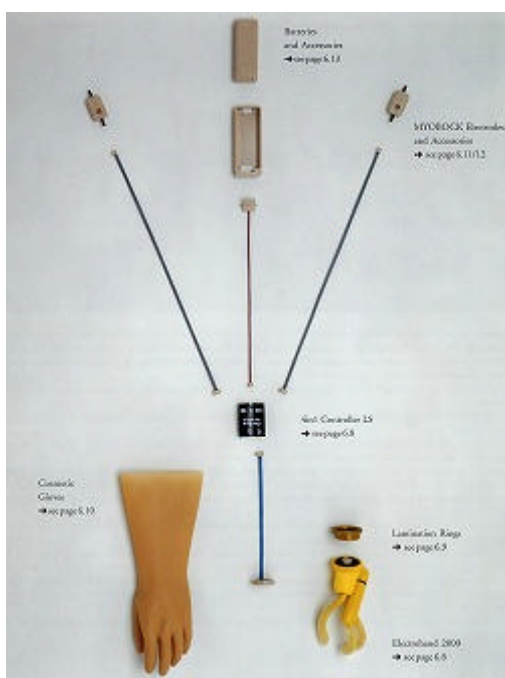


図1 小児用筋電義手パーツ（Otto Bock社製）
Fig.1 Parts of Myoelectric Hand for Infants
(Otto Bock)

3 症例

症例プロフィールを表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	筋電義手装着開始年齢	筋電義手希望者
症例1	男	左	横断性中手骨欠損	1歳4ヶ月	両親
症例2	女	左	横断性手根骨欠損	1歳3ヵ月	両親
症例3	女	左	横断性中手骨欠損	7歳5ヶ月	本人
症例4	女	右	横断性前腕部欠損	3歳3ヵ月	両親、開始直後本人
症例5	男	左	横断性前腕部欠損	4歳1ヶ月	両親
症例6	女	右	長軸性前腕部欠損	4歳4ヶ月	両親、開始直後本人
症例7	女	右	横断性手根骨欠損	12歳10ヶ月	両親
症例8	女	右	横断性中手骨欠損	5歳11ヶ月	両親、開始直後本人
症例9	女	左	横断性前腕部欠損	7歳10ヶ月	両親および本人

4 経過

4.1 症例1

男児：左 横断性中手骨欠損

10ヶ月：装飾用義手装着開始

1歳4ヶ月：筋電義手装着開始(1電極)

OT訓練（装着開始当初2~3日/週）

1歳9ヶ月：筋電義手の随意操作習得

OT訓練（1日/週）

2歳4ヶ月：2電極の訓練開始

OT訓練（1日/2週）

2歳6ヶ月：児童福祉法にて交付を受ける

2歳7ヶ月：2電極にて筋電義手装着開始

2歳9ヶ月：1電極に戻し日常は使用

平行して週1回2電極の操作訓練

筋電発生のため前腕回内外を行う

3歳1ヶ月：2電極練習用のソケットに交換

前腕回内外防止用のソケットを使用

3歳3ヶ月：制御方式をDMCからDigitalに変更

現在（3歳9ヶ月）：2電極にて使用中

OT訓練（1日/週）

装着時間3~6時間/日

症例1は1電極の随意開き式（自動閉じ式）によって随意操作を獲得していたが、ハンドが不随意に開いてしまうことに不満を訴え始めた。これを機会に2電極による随意操作への転換を図ったが、当初はうまくいかなかった。これは症例1が筋電を発生するために前腕の回内外を行っていたため、筋電の分離ができなかったことによると考えられた。また同時期に症例1に手関節が残存しており随意的に掌背屈可能であることが分かった。このため、OTおよび両親が手関節の掌背屈による筋電発生の訓練を行った。さらにソケットも前腕回内外を防止するため

に、橈尺骨の間を押し込むような形状とした。この結果、現在では2電極による随意操作が可能となり、日常で使用している。また、食事動作の中でお茶碗等を口元で保持したいという訴えがあり、OTがマグカップの持ち手のようなデバイスを製作したことにより、両手での食事動作も可能となっている。

4.2 症例2

女兒：左 横断性手根骨欠損

12ヶ月：装飾用義手装着開始

1歳3ヶ月：筋電義手装着開始

OT訓練(1日/月)

2歳1ヶ月：筋電義手の動作認識

OT訓練(1日/月)

2歳8ヶ月：筋電義手の動作認識

3歳9ヶ月：成長対応のためソケット交換

装着時間1~2時間/日

症例2は自宅が遠方であり、訓練開始当時は月1回訓練を行っていたが、昨年度および今年度はほとんど訓練が行えていない。今後も、訓練環境を構築すべく検討中である

4.3 症例3

女兒：左 横断性中手骨欠損

7歳5ヶ月：筋電義手装着開始

随意操作の習得

OT訓練(1日/月)

8歳：児童福祉法にて交付を受ける

装着時間3~6時間/日

症例3は昨年度児童福祉法にて交付を受け、今年1年間学校で使用した。ただし、学校へ持って行く荷物が多いときは持って行くのが不可能であったり、義手装着直後にはハンドが開閉しにくいと、使用頻度が落ちる時期もあった。また、自宅ではほとんど使用していない等、いくつかの問題点も残された。

症例3は本人が選択を行える年齢ということもあり、今年度はOTでの訓練は行ななかった。今後も経過を観察するとともに、年齢に応じた訓練の必要性や興味を持たせる動作等の検討を行う予定である。

4.4 症例4

女兒：右 横断性前腕部欠損

3歳3ヶ月：筋電義手装着開始

筋電義手の動作認識

OT訓練 短期集中にて4日連続

3歳7ヶ月：筋電義手の動作確認

随意操作習得

OT訓練 短期集中にて4日連続

3歳9ヶ月：児童福祉法にて交付を受ける

4歳3ヶ月：成長対応のためソケット調整

4歳7ヶ月：ヴァイオリンのデバイス合せ

装着時間2~4時間/日

症例4は昨年度、随意制御を順調に習得し、児童福祉法にて申請し、交付を受けた。その後、地元のリハビリテーションセンターでの義手調整体制を構築できたが、訓練体制が構築できなかった。その結果、義手は安定した随意制御が可能であり、健側、義手側どちらでもはさみを使用可能であったが、使用頻度は落ちてきていた。そこで、両親の発案によりヴァイオリンを習わせることとし、本人も興味を示しており、現在練習中である。

4.5 症例5

男児：左 横断性前腕部欠損

4歳1ヶ月：筋電義手装着開始

筋電義手の動作認識

OT訓練(1日/月)

4歳4ヶ月：筋電義手の動作確認

OT訓練(1日/月)

装着時間1~2時間/日

5歳3ヶ月：筋電義手の試用を中止

症例5はセンター来所時、筋電義手を希望していたのは両親であり、本人は興味を示さなかった。また自宅が遠方であるため、ハンドの開閉双方にparental switchを設けるなどして、自宅にて両親により訓練を行うこととし、試用評価を開始した。

しかし、訓練体制が構築できなかったこともあり、1電極による随意操作は可能となったが、自宅ではほとんど試用しなかった。このため、両親の判断により試用評価を中断した。

4.6 症例6

女兒：右 長軸性前腕部欠損

4歳4ヶ月：筋電義手装着開始

随意操作の習得

4歳6ヶ月：義手の懸垂方法を変更

装着時間1~2時間/日

症例6は形成不全により肘関節は機能しないが、手指が1本残存しており、筋電ではなく、スイッチによる操作が可能となった症例である。

義手の試用評価に問題は生じなかったが、義手非装着時に転倒し、断端部を骨折、しばらく義手を装着できなかった。骨折治癒後、義手装着を再開した際、非試用期間があることにより装着しなくなる可能性が考えられたが、問題は見られなかった。

4.7 症例7

女兒：右 横断性手根骨欠損

12歳10ヶ月：筋電義手装着開始

随意操作の習得

装着時間1~2時間/週

13歳5ヶ月：筋電義手の試用を中止

症例7は開始年齢が12歳であり、また、手関節の機能も残存していたため、操作訓練の習得も早く、初日に随意操作可能となった。その後数回のOTにて訓練を行い、自宅でも試用評価を行ったが、本人は筋電義手を便利だと思わず、週に一回程度ビーズ遊びを行う際に使用している程度であった。このため、本人の希望で試用評価を中止した。

4.8 症例8

女兒：右 横断性中手骨欠損

5歳11ヶ月：筋電義手装着開始

随意操作の習得

OT訓練(1日/月)

6歳3ヶ月：義手の懸垂方法を変更

OT訓練(1日/月)

装着時間1~4時間/日

症例8は開始年齢が5歳であり、また、手関節の機能も残存していたため、操作訓練の習得も早く、初日に随意操作可能となった。さらに、本人も筋電義手に興味を示したため、そのまま自宅での試用評価となった。途中、懸垂方法の変更を行ったが、月1回のOTでの訓練と自宅での練習により様々な動作が義手を用いて可能となり、今年度児童福祉法に申請し交付を受けた。ただし、毎日義手を使用しているが、何か特定の動作を行うときは必ず義手を持ちいるという動作は見つかっておらず、また両親の希望でもあるため、引き続き月1回の訓練を行っていく予定である。

4.9 症例9

女兒：左 横断性前腕部欠損

7歳10ヶ月：筋電義手随意操作訓練開始

OT訓練(1日/週)

7歳11ヶ月：筋電義手装着開始

8歳：随意操作の習得

OT訓練(1日/月)

装着時間1~2時間/日

症例9は今までの症例の中で一番短い短断端であったため筋電発生の困難が予想された。訓練開始時は年齢が7歳であったため成人同様、断端に直接電極を当て筋電の発生および分離訓練を行った。訓練開始当初は、肘関節と片関節両方を動かさないと前

腕部で筋電を発生させられない状況であった。このため随意操作を習得するまでにかかなりの時間を要すると思われたが、訓練開始から2ヶ月後には義手を装着し、ソケット内で筋電の発生と分離が可能となった。その後、月1回のOT訓練と自宅での試用評価を通じて、筋電義手を用いる動作を探しているが、現状では漫画を読む、ゲームをするといった場面にしか使用できていない。今後申請に向けて月1回の訓練を行い義手を用いる動作をより多く見つけていく予定である。

5 義手製作

小児に対する義手の製作においては様々な工夫を要しなければならないケースがある。以下に、本年度製作した義手に関して工夫を要した点を述べる。

先天性欠損児の場合、断端部の骨の状況は様々である。通常前腕切断では上腕骨顆部にソケットを引っ掛けることにより義手の懸垂を行うが、肘関節が癒合し上腕骨顆部が存在しないケースがあった。また、手関節が残存しているケースも多いため、成人同様に有窓式として手関節部をパッドで締める方法も考えられるが、この場合も小児は軟部組織が多いため、ピストン運動が大きくなってしまった。したがって、上記のようなケースに対しシリコン自体の粘着性を利用して懸垂を行うこととした。

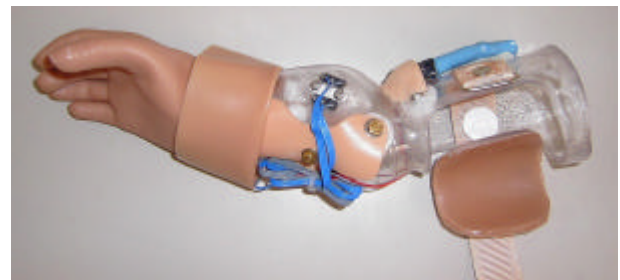


図2 シリコンパッド

Fig. 2 silicon pad

6 考察

6.1 訓練

初年度の乳幼児 2 名に比べ、昨年と今年の小児 7 名は言葉による理解が可能であったため、随意操作習得の訓練はスムーズであった。しかし、たとえ言葉による理解が可能な年齢に達しており、随意操作の習得に関しては問題がなかったとしても、頻回にわたる訓練が不可能であった症例は筋電義手の使用頻度が落ちる傾向が見られている。また、訓練のため当センターに来所することにより両親は安心感を得ているという主観的評価を得ている。

以上より、小児に対する筋電義手の訓練において最も重視すべき点として両親と OT をはじめとするリハビリテーションスタッフのコミュニケーションであり、可能な限り頻回に行うことが重要であることが分かった。

訓練内容に関しては、処方された 9 名全員が随意操作が可能となったことから判断して、ノウハウの蓄積はできたのではないかと考えている。しかし、全員に共通するような訓練方法は無く、その都度個人の興味を引く訓練を行っている状態であり、さらに義手を使うことが便利であると感じられる動作を経験させられるまでには至っていない。今後、より経験を積み、より効果的な訓練方法を検討していきたい。

6.2 義手の受容

3 年目にして 2 名の試用評価中止者が出た。1 名は開始年齢が 12 歳と遅く、すでに義手なしでの動作が確立してしまっていたことが最大の原因であると思われた。もう 1 名は、開始年齢は 4 歳であり義手を用いたほうが便利である動作もあるように思われたが、本人は便利だと思わなかったようであった。そして、この 2 名に共通して言えるのは、訓練開始直後や随意操作が可能となった時に筋電義手に興味を示さなかったことである。本人が興味を示さない時点で可能性が無いのか、または訓練方法や貸出し期間等によっては興味を示すようになるのか、より経験を積んで検討する必要があるように思われた。

また開始年齢についても、ほぼ同年代の症例がうまく行っている症例もあり、検討の必要があると思われる。ただし、2 名は試用中止にはなったものの両親は一度試してみたことにより納得ができ、心理的なケアにつながったとの主観的評価は得られた。このことから、現時点では本人が興味を示さなかったとしても一度は試してみる価値はあるのではないかと考えている。

6.3 処方基準

この 3 年間で 9 例に対し筋電義手の処方を行い、製作を行った。断端は手関節が残存している症例から短断端まで様々であり、訓練開始年齢も 0 歳から 12 歳まで幅があったが、随意操作に関しては全員獲得できた。この結果より、筋電義手を使用できるかということに関しての処方基準は身体状況や年齢はあまり関係ないと思われた。しかし、筋電義手を使用することができても使わなかった症例を考えると、義手を受け入れ使用し続けることに関して検討を加え、処方基準を決定していかなければいけないと思われた。

また、筋電義手製作を希望し当センターを訪れ説明を受けた症例は他にも何名かいた。処方されなかった理由として、

- ・手指だけの欠損等、断端が長すぎたケース
 - ・欠損以外に障害が重複していたケース
 - ・両親および本人が興味を示さなかったケース
- が挙げられる。

以上のことも考え合わせて、現時点では以下のような処方基準が考えられた。

- ・可能な限り早期に開始すること
- ・義手のパーツが入るスペースがあること
- ・最低でも本人か両親のどちらかに義手に対する興味があること

7 おわりに

今年度も 1 名に対して児童福祉法で交付を受けることができた。今後も、より多くの交付例を出していくとともに広く情報を発信し、産婦人科医や小児科医、保健師、療育施設等と連携を図れるシステムの構築を考えていきたい。

付録

平成 11~13 年度の受託研究テーマ「筋電（電動）義手の処方と製作システムの確立に関する研究」に関連する本年度の follow up を報告する（表 2）。本年度中に新たにシステムを適用した上肢切断者は 7 名（男性 6 名、女性 1 名）であり、全員が試用を継続中である。また、今年度成人の筋電義手に関しても 1 名が公的給付を受けることができた。成人においても引き続き筋電義手の公的給付が受けられるよう follow up を続けていく予定である。

