腕神経叢麻痺：全型節前損傷に対する手指機能再建 基本理念と最近の動向

山口大学医学部整形外科

土井 一 輝・酒井 和 裕
桑 田 憲 幸・伊 原 公一郎
金 子 和 生・河 合 伸 也

Brachial Plexus Injury : Reconstruction of Finger Function after Complete Avulsion. Present Art and Rationale.

by

Kazuteru Doi, Kazuhiro Sakai, Noriyuki Kuwata,
Koichiro Ihara, Kazuo Kaneko and Shinya Kawai

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine.

Prehension is a basic human function. The surgical procedure for reconstruction in complete brachial plexus injuries of all five nerve roots should take into account how to regain the grip function. There are several approaches to restore this basic hand function, however, powerful grip should be greatly appreciated more than weak key pinch which is used to be reconstructed based on the Moberg's rationale. Simultaneous reconstruction of elbow and finger function with free muscle and nerve transfers and its long-term results are described.

頸髄神経根の全根の引き抜き損傷である腕神経叢全型節前損傷は上肢の脊損とも言われ、上肢の機能回復は断念されていたが、Seddom, 津山, 小谷・松田らの先駆者の努力により、肋間神経・筋皮神経交差縫合術(Nerve-Crossing)により、肘屈曲は可能となってきた。しかしながら、上肢の基本機能である物体の把握機能のない上肢は実際の日常生活においては有用性は乏しい。

近年, Narakas, Millesi, 松田, Gueらにより、腕神経叢以外の神経移行術により前腕筋の作動が試みられてきた。この神経交差縫合術にのみによる方法の欠点は神経縫合部と目的とする前腕筋のNMUの距離が長いと、末梢神経断端は混合神経であり容易に軸索再生のmisdirectionが起こるため神経回復が不良なことである。また、これらの方法は移行する神経の数にも限りがあり、おのずと再建する機能も単一の機能であり、拮抗筋などの回復など考慮する余地もな

く、その結果は学問的な成功にのみおわり、日常生活で有用な機能回復にはほど遠いものであった。

筆者はフォルクマン拘縮や上位型の腕神経叢麻痺に対して、長い筋肉である広背筋を有茎で前腕中央部移行して、手指機能を獲得する方法を開発したが、この原理を全型節前損傷の手指機能の再建に応用しているため、今回は筆者の方法の基本理念と問題点について言及する。

手指機能再建方法の基本理念

物体の把握機能は人間の上肢の基本的機能である。この機能の再建なしには、どのような再建術も実用的に有用な上肢機能を回復させることはできない。腕神経叢全型節前損傷の治療は歴史上、より神経回復の容易な上肢の中樞機能の回復に目が向けられたのは、技術的に妥協せざるを得ないがこれは方法論としては誤りであり、より有用な上肢機能の回復のためには末梢

の機能回復から始めるべきである。仮に、末梢の機能が獲得できれば、中枢の機能は関節の可動より安定のみで十分有用である。

手指機能再建を計画する場合にまず、第1にどのような手の把握動作を回復させるか、第2にどのような手段をもちいるかの検討が必要である。一般に前腕以下に機能している筋肉が限られている場合は、Mobergの再建理念が用いられる。つまり、手関節伸展を活動化させ、2次的に腱固定術をおこない、間接的にピンチ機能を獲得する方法である。限られた力源しか存在しない場合に重力、腱固定効果を第2、第3の力源とする非常に利発的な方法である。筆者らにも、この原理に従った再建術の経験があり、また、原・赤坂らはこの方法に準じた再建術を行っている。この方法でも弱いピンチ機能の獲得は可能であるが、念頭におくべきなのはMobergの方法は脊髄損傷の四肢麻痺の機能再建術に対して考案された方法である。脊損の場合は両上肢の麻痺であり、腕神経叢麻痺は片側上肢の麻痺である。両上肢の麻痺の場合はきこちない、煩わしい、力の弱いピンチ機能でも日常生活での有用性は非常に高いが、反対側の上肢機能の正常な腕神経叢麻痺では、このようなピンチ機能は日常生活では全く使用されていないことを銘記すべきである。全型節前損傷の患者が最も必要としているのは、両上肢を使用せざるを得ない動作機能の獲得であり、その多くは物体の挙上、運搬、保持などの力強いグリップ機能である。グリップ機能は通常のpalm gripが理想的であるが、フックグリップでも十分目的を達することができる。つまり、腕神経叢麻痺においては力強いグリップ機能の獲得を目的とすべきである。

第2に手指機能の獲得のための方法論を検討するには、グリップ機能獲得のために最低限必要な再建すべき機能と利用可能な手段、再建術式の対照検討である。後者は移行可能な腕神経叢以外の神経の数によりおのずと決定されてくる。強いグリップ機能獲得のために必要な機能は①手指屈曲と②拮抗機能である手指伸展、③肘屈曲と④拮抗機能である肘伸展、⑤肩関節の安定化と⑥手の知覚である。特に、手指の独立した機能獲得のためには、肘の安定化のため屈曲に対抗する肘伸展機能の再建が重要である。一方、運動機能の再建に移行可能な腕神経叢以外の運動神経は肋間神経（第3～第6肋間神経の4本）、副神経、横隔膜神経、反対側の第7頸髄神経根であるが、横隔膜神経、対側

のC₇根は現時点では合併症の可能性が高いため使用すべきではない。知覚神経としては肋間神経の皮枝と鎖骨上神経が使用可能である。再建すべき機能と使用可能な運動神経の数の差は明確である。

広背筋や薄筋などの長い筋肉をもちいれば、ひとつの運動神経で同時に複数の関節の作動が可能である。つまり、神経移行術と遊離筋肉移植術を併用することで、より多くの機能獲得が可能になり、また、筋肉移植術の場合、移植筋のNMUは上腕にあり、神経縫合部と近接し、当然、末梢側の神経断端は単一の運動神経であるので、単なる神経交差縫合術のみよりは成績は良好である。これが、筆者らの再建術の基本理念である。

再 建 術 式

既に2回の術式の改良を重ねたが、原法は次のとおりである。①広背筋（遊離あるいは有茎）移行術と副神経交差縫合術による肘、手指同時屈曲機能再建、②肋間神経（第2～4）と橈骨神経交差縫合術による肘伸展、手関節伸展再建、③鎖骨上神経あるいは肋間神経皮枝と正中神経交差縫合術による手の知覚再建、④肩関節固定術である。

結 果

この原法による再建術は11例に行い、既にその成績は報告している¹⁾。肘屈曲は平均伸展-30度から屈曲90度でMMTは3ないし4の回復が得られ、手指屈曲はダイナミックスプリントの手指伸展補助下でTAM 60度、MMT 3ないし4の回復を得ている。肘伸展のMMTも3ないし4の回復が得られているが、手関節伸展の回復はMMT 2程度である。手の知覚回復は手掌部にSemmes-Weinsteinで最高の4.17の回復が認められている。日常生活でも、7kgのカバンの挙上、運搬などフックグリップの機能が非常に有用である。

問 題 点

原法の問題点は手指伸展筋の回復が不良とintrinsic muscleの麻痺のため手指の伸展が不可能であり、claw handを呈していることである。手関節伸展筋を利用した腱移行術を行った症例もあるが、力源として弱いため十分な回復はえられなかった。そこで、最近の12例に対しては、もう2本の肋間神経を使用して遊

離筋肉移植による手指伸展（手間接伸展）機能の再建を行っている。この変法は2回目の筋肉移植からの経過日数が1年以内であるためまだ最終成績として報告するには早すぎのるが、良好な回復経過をたどっている。

ま と め

腕神経叢麻痺は脊髄損傷の機能再建と異なり、力強いグリップ機能の再建が合目的であり、より有用な手

指機能獲得のためには拮抗筋の再建が不可欠であり、また、中枢の肘，肩関節の安定も必要である。この多目的再建のためには遊離筋肉移植と多数神経交差縫合術による筆者らの方法が現在、唯一の解決策である。

文 献

- 1) Doi, K et al : Reconstruction of finger and elbow function after complete avulsion of the brachial plexus. J Hand Surg 16A : 796-803, 1991