

昭和60年12月3日第4種郵便物認可 平成8年11月25日印刷 平成8年11月30日発行 ISSN 0910-5700

第13卷・第4号

Vol. 13 No. 4, 1996

# 日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



日 手 会 誌

日本手の外科学会

J. Jpn. Soc. Surg. Hand

# 手の痛みと腫れに



薬価基準収載

経皮複合消炎剤

## モビラート<sup>®</sup>軟膏

### [組成]

1g 中
ヘパリン類似物質 ..... 2.0mg
副腎エキス ..... 10.0mg
サリチル酸 ..... 20.0mg
添加物としてラノリナルコール、セトステアリルアルコール、モノエタノールアミン、チモール、エデト酸ナトリウムを含有する。

### [効能・効果]

変形性関節症(深部関節を除く)、関節リウマチによる小関節の腫脹・疼痛の緩解、筋・筋膜性腰痛、肩関節周囲炎、腱・腱鞘・腱周囲炎、外傷後の疼痛・腫脹・血腫

### [用法・用量]

通常、1日1～数回適量を塗擦又はガーゼ等にのばして貼付する。症状により密封法を行う。

### [使用上の注意]

#### 1. 禁忌(次の場合には使用しないこと)

(1)出血性血液疾患(血友病、血小板減少症、紫斑病等)

[本剤に含まれるヘパリン類似物質は血液凝固抑制作用を有し、出血を助長するおそれがある]

(2)僅少な出血でも重大な結果を来すことが予想される場合

[本剤に含まれるヘパリン類似物質は血液凝固抑制作用を有し、出血を助長するおそれがある]

(3)サリチル酸に対し過敏症の既往歴のある患者

#### 2. 副作用(まれに:0.1%未満、ときに:0.1～5%未満、副詞なし:5%以上又は頻度不明)

過敏症 ときに発赤、瘙痒、また、まれに発疹、皮膚炎、皮膚刺激等の過敏症状があらわれることがあるので、このような症状があらわれた場合には使用を中止すること。

● その他の使用上の注意等については添付文書をご覧ください。

資料請求先  
(1995.9作成)

製 造  
販 売



マルホ株式会社

大阪市北区中津1丁目6-24

提 携

ルイトポルド・ファルマ社  
ドイツ・ミュンヘン

# 日本手の外科学会定款

## 第1章 総則

第1条 本会は、日本手の外科学会 (Japanese Society for Surgery of the Hand) と称する。

第2条 本会は、事務局を福岡市東区馬出三丁目1番1号 九州大学医学部整形外科学教室内におく。

第3条 本会の事業年度は、総会のある学術集会終了の翌日に始まり、翌年の学術集会の最終日をもって終る。

## 第2章 目的および事業

第4条 本会は、手の外科の進歩発展を図ることを目的とする。

第5条 本会は、第4条の目的を達成するために次の事業を行う。

- 1) 学術集会の開催
- 2) 機関誌の刊行
- 3) その他、本会の目的達成に必要な事業

## 第3章 会員

第6条 会員は、本会の目的に賛同するつぎの者とする。

- 1) 正会員 日本医師免許証を有する個人で、別に定める年会費を納める者
- 2) 準会員 正会員以外の個人で、別に定める年会費を納める者
- 3) 賛助会員 本会の事業を賛助し、別に定める年会費を納める個人または団体
- 4) 名誉会員および特別会員 本会の進歩発展に多大な寄与、特別な功労のあった者で、別に定める規定により承認された日本および外国に在住する個人
- 5) Corresponding member 現在および将来にわたって、本会の発展に大きな寄与をなすと考えられる者で、別に定める規定により承認された外国に在住する個人

第7条 正会員、準会員および賛助会員として入会を希望する者は、所定の申し込み書に正会員2名の推薦書を付し、別に定める入会申し込み金を添えて本会事務局に申し込む。役員会の承認を受けたのち、当該年度の年会費の納入をもって会員としての権利行使できる。

ただし賛助会員を希望する場合は入会申し込み金を納めることを要しない。

2) 名誉会員、特別会員およびcorresponding memberとして承認された者は、入会の手続きを要せず、本人の承諾をもって会員となることができ、年会費を納めることを要しない。

第8条 退会希望者は、退会届を本会事務局に提出する。退会に際しては、正会員、準会員および賛助会員で年会費に未納があるときは、これを完納しなければならない。再度入会を希望するときは、第7条に規定する入会手続きをとることとする。

第9条 正会員、準会員および賛助会員で、正当な理由なく2年間年会費を納入しない者は自然退会とする。再度入会を希望するときは、第7条に規定する入会手続きをとり、会員であった期間の未納年会費を納入する。

第10条 本会の規定に背く行為、本会の名誉を損なう行為のあった会員は、役員会の議を経て除名することができる。

第11条 既納の入会申し込み金と年会費は、いかなる理由があってもこれを返還しない。

## 第4章 役員、評議員、委員会委員および幹事

第12条 本会には、次の役員を置く。

- 1) 会長、次期会長、次々期会長
- 2) 理事 6名以上10名以内
- 3) 監事 2名
- 4) 顧問 若干名

- 第13条 会長には次期会長が、次期会長には次々期会長が評議員会および総会の承認を得たのち就任する。次々期会長は評議員会において評議員の中から選挙し、総会で承認を得なければならない。
- 2 理事、監事は、評議員の中から会長が委嘱する。
  - 3 顧問は本学会の運営に必要と認めたときに名誉会員、特別会員の中から、会長が委嘱する。
  - 4 役員の任期は1年とする。会長、次期会長、次々期会長以外は再任を妨げない。
- 第14条 会長は本会を代表し、会務を総括する。次期会長は会長を補佐し、会長に事故あるときはその職務を代行する。次期会長にも事故あるときは次々期会長がその職務を代行する。
- 2 理事は、本会の運営に関する会務（庶務、財務、渉外、学術、各種委員会など）を分担掌握する。
  - 3 監事は、本会の会計ならびに運営についての監査を行う。
  - 4 顧問は、本会の運営について助言し、必要な職務を分担する。
  - 5 役員は役員会を組織し、この定款に定めるもののほか本会の総会の権限に属せしめられる事項以外の事項を決議し、執行する。
- 第15条 本会に、別に定める規定により評議員をおく。
- 2 評議員は評議員会を組織して、この定款に定める事項のほか、本会の運営に関する重要な事項を審議、決議する。名誉会員、特別会員は評議員会に出席して意見を述べることができるが、決議には参加できない。
- 第16条 本会には業務を処理するために必要な委員会を設置し、別に定める規定により委員会委員をおくことができる。
- 第17条 本会には、当該年度の学術集会の事務を処理するため、幹事をおくことができる。
- 2 幹事は会長がこれを委嘱し、任期は1年とする。
  - 3 幹事は役員会に出席することができる。
- ## 第5章 会議
- 第18条 役員会は、会長が必要に応じて招集する。
- 2 次の事項は役員会で審議し、評議員会の決議を経て、総会の承認を得なければならない。
    - 1) 会長、次期会長、次々期会長の選出
    - 2) 事業報告および収支決算
    - 3) 事業計画および収支予算
    - 4) 定款の変更
    - 5) その他、とくに必要と考えられる事項
  - 3 役員会の議長は、会長とする。
- 第19条 評議員会は、原則として年1回、会長が招集する。
- 2 会長が必要と認めたとき、および理事または評議員の1/3以上、正会員の1/4以上から開催の請求があったとき、会長は評議員会を1ヵ月以内に招集しなければならない。
  - 3 評議員会の議長は会長とする。
- 第20条 評議員会では第18条に規定する重要な事項を審議し、決議する。
- 2 評議員会の成立には評議員数の1/2以上（委任状を含む）の出席を要する。評議員会の議事は、出席者の過半数をもって決し、可否同数のときは議長がこれを決する。
- 第21条 総会は第6条1)に規定した正会員をもって組織する。
- 2 通常総会は年1回、学術集会の期間中に会長が招集する。  
臨時総会は、役員会からの請求があったとき、会長はこれを招集しなければならない。
  - 3 通常総会、臨時総会の議長は会長とする。
- 第22条 総会では第18条に規定する重要な事項を審議し、承認する。
- 2 総会の議事は出席者の過半数をもって決し、可否同数のときは議長がこれを決する。

第23条 総会の議題、日時、場所などは原則として1ヵ月前までに、会長が会員に通知することとする。

第24条 会議の議事および決議事項は、会員に周知させるため機関誌に掲載することとする。

## 第6章 学術集会

第25条 学術集会は年1回、会長が開催する。

2 学術集会での発表の主演者および共同演者は、原則として本会の会員に限る。

3 本会の会員以外でも、会長の承認を得て学術集会に特別参加し、主演者および共同演者として発表することができる。

4 前項に該当する者が機関誌に投稿を希望する場合には、臨時会費として主著者は年会費の全額、共著者は年会費の2分の1を納入しなければならない。

## 第7章 会 計

第26条 本会の経費は、年会費およびその他の収入をもって充てる。

第27条 本会の收支予算および決算は、役員会で審議し評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。

第28条 本会の会計年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月末日に終わる。

## 第8章 附 則

第29条 本定款の変更は、役員会で審議し、評議員会の決議を経たのち、総会において出席者の過半数の同意を要するものとする。

第30条 本定款は、平成5年5月27日より適用する。

## 入会申し込み金および年会費細則

第1条 正会員および準会員の入会申し込み金は2,000円とする。

第2条 正会員および準会員の年会費は12,000円として、当該年度に全額を納入することとする。

第3条 賛助会員の年会費は50,000円以上とし、当該年度に全額を納入することとする。

附則) この細則の変更は、役員会で審議し、評議員会の決議を経て、総会の承認を要するものとする。

## 評議員選任規則

1. 150名以内とする。

2. 正会員の中から次の条件をみたす者を評議員が推薦し、役員会で決定し、評議員会および総会で承認する。

1) 手の外科に関する初回口演あるいは論文発表から10年以上の経験を有すること

2) 最近5年間の手の外科に関する主著論文が5編以上あること

3. 任期は1年とする。再任を妨げず、会長がこれを委嘱する。

4. 理由なく3年連続評議員会を欠席した者、前年度に65歳に達した者は、評議員としてとどまることはできない。

附則) この規則の変更は、役員会の決議を経て、評議員会の承認を要するものとする。

## 内規

1. 名誉会員および特別会員に関する内規

国籍の如何を問わず、本会の進歩発展に多大な寄与、特別な功労のあった者で、役員会が

推薦し、評議員会および総会で承認された者とする。日本国籍を有する者については、原則として10年以上評議員を務め、65歳以上の者とする。

2. Corresponding member に関する内規

外国籍を有し、その国の手の外科学会の正会員で、現在および将来にわたって、本会の発展に大きな寄与をなすと考えられる者とする。役員会で推薦し、評議員会および総会で承認を得なければならない。

3. 委員会委員に関する内規

- 1) 原則として評議員の中から会長が委嘱する
- 2) 任期は1年とし、連続3年を越えないこととする
- 3) 委員長は委員の互選によって決定する

附則) この内規の変更は、役員会の決議を経て、評議員会の承認を要するものとする。

## 「日本手の外科学会雑誌」投稿規定

- 1) 本誌は年6回発刊する。
- 2) 寄稿者は、本会会員であることを要する。
- 3) 論文は未発表のものであることを要し、掲載後は、本学会の承諾なしに他誌への転載を禁ずる。
- 4) 論文の長さは、およそ下記制限内とする。  
原著、総説…………… 400字詰、35枚以内  
症例報告、その他……… 400字詰、20枚以内  
◎ 学術集会発表論文…………… 本文、図、表、写真、文献を含めて、400字詰、12枚以内(原則として当日会場で提出すること。また、図、表、写真是1個につき400字詰1枚と数えるものとする。)
- 5) 論文は、和文もしくは英文とする。和文論文はワープロ使用の場合、20字×20行で1枚400字にし行間を十分とすること。英文論文は、タイプライター、ワープロを用い、ダブルスペースとする。題は冠詞、接続詞、前置詞はすべて小文字、名詞、動詞、形容詞の頭文字は大文字とする。論文は、常用漢字、新かなづかい、新医学用語を用い、かつ「整形外科用語集」にできるだけ従うものとする。数量を示す文字は、cm, ml, ℥, gなどを使用する。文中の欧語はタイプライター使用のこと。文中の数字はアラビア数字(1, 2, 3……)を使い、人名はできるだけカナ書きを避け、横文字で記載すること。  
例 Heberden 結節, Volkmann 拘縮  
なお、別刷は改版後は原則として受け付けないので、著者校正の際に別刷所要部数を赤字で付記すること。
- 6) 著者の数は原則として5名以内とする。
- 7) 論文のほかに、下記形式で抄録とKey Wordと略題とリプリント請求先の住所を添えること。
  - a) 和文論文の場合  
英文抄録：タイプ用紙にダブルスペースで400語以内とする。(題名、全著者名[Full Name]、を加える。)  
例 Roentgenological Studies on the Hands of Japanese ; 4th Report  
(A Study on the Hands of Girls with Idiopathic Scoliosis)  
Takeshi Yoshie・Norio Numata & Toshiya Ueno
  - b) 英文論文の場合  
和文抄録：800字以内とする。(題名、著者名、所属を加える。)
  - c) 英語のKey Word 5個以内をつける。
  - d) 和文論文の場合 25字以内の略題をつける。
  - e) リプリントの請求先の氏名と住所を英語で添える。  
例 Taro Yamada, M. D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine,  
Kyushu University, 3-1-1 Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka 812, Japan.
- 8) 図および写真は正確、鮮明なものとし、それらの説明文および表はすべて英文とする。(挿入位置は、本文原稿の欄外に指定しておくこと。)図、表の番号は、Fig. 1, Fig. 2, ……, Table 1, Table 2, ……などを使用する。
- 9) 学会中の質疑応答の記載については、質疑および応答内容が共に提出されているもののみを学術集会発表論文に記載する。

- 10) 引用文献は重要なものにとどめ、論文の最後にアルファベット順に並べ、本文中に見出し番号を入れ、その記載法は次に従うこと。不備のものは削除することがある。
- a) 雑誌は著者名（姓を先に）標題、誌名、巻：ページ、発行年。
- 例えば、和文論文は、  
津山 直一 他：末梢神経損傷の種々相。災害医学, 11: 1-15, 1968.  
英文論文は、  
Boyes, J. H., et al.: Dupuytren's disease involving the volar aspect of the wrist. Plast. Reconstr. Surg., 41: 204-207, 1068.  
雑誌名の略称は和文論文、英文論文とも公式のものを用いる。  
共著者名は First Author のあとに et al. と略す。  
原著は、43: 909-915のごとく始めと終わりのページを書くが、Proceedings または学会抄録は 25: 112のごとく標題のページを書けばよい。
- b) 単行書は著者名（姓を先に）：書名、版、発行者（社）、発行地、ページ、発行年。  
例えば、  
Rank, L. K., et al.: Surgery of Repair as Applied to Hand Injuries. 4th ed., Churchill Livingstone, Edinburgh and London, 183-189, 1973.
- c) 英文論文の場合、文献に引用する日本語論文は、標題は英訳し、雑誌名は所定の欧文略記法があればそれを用い、なければローマ字で書き、次に（ ）して英訳名をいれ、末尾に (Japanese) とすること。
- 11) 初校は著者が行う。校正はできるだけ早く済ませ、書留速達にて返送のこと。
- 12) 投稿論文（学術集会発表論文は除く）はオリジナル1部の他コピー3部を添えて提出すること。ただし写真はすべて焼き付けしたものを提出する（コピーは認めない）。論文の採否については、編集委員会においてこれを決定する。なお、用語、表現などにつき投稿規定に従い修正があるのであるので、あらかじめ了承されたい。
- 13) 原著は、論文が当事務局へ到着した日を受付日とする。
- 14) 掲載料は、学術集会発表論文の場合、本文、図、表、写真を含めて4頁以内17,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし、図、表、写真は、4個まで無料とするが、これを超えるものは実費負担とする。学術集会発表論文以外の論文では、10頁以内1頁につき7,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし図・表・写真は実費負担とする。また抄録等は1頁につき7,000円とする。
- 参考
- ・図の組合せは文字の大きさが変ると各々を1個と数える。
  - ・表は1表を1個とする。
  - ・複数の写真を組合せて1つの図とする場合は、各写真の左下にA, B, C, の記号をロットリング、インスタントレタリング等で記入した上で合成すること。
  - ・組合せ写真になっていない場合は各1枚を1個と数える。
  - ・1つの図・表の大きさはB5判用紙1枚におさまる程度を限度とする。
  - ・写真と図の組合せは各々を1個と数える。
  - ・鉛筆書きの図はトレース料として実費を徴収する。
- 15) 別刷は実費著者負担とする。ただし、30部までは無料とする。別刷は掲載料納入後に送付する。30部を超える場合は実費を徴収する。
- 16) 事務局  
〒812 福岡市東区馬出3-1-1  
九州大学医学部整形外科学教室内  
日本手の外科学会事務局  
☎ 092-641-1151 内線 2434

### Key word をつける前に

本誌では、論文に英語の Key word をつけていただいておりますが、これは最近医学情報が世界的にコンピュータ処理されている実情に応ずるためです。そのため著者は、情報を求める人が簡単に効率的に検索できるよう、自分の論文が何に関するものか、どういう分野の参考となるかということをよく考慮し、Key word を選ぶ必要があります。従って単語を並べた長いものや、あまりに漠然としたことば（例えは result, change, problem など）や、あまりに難しいことばは Key word として適当ではありません。

また、手の外科領域に留まらず、例えば ME, biomechanics などの別の分野のことばもつけておくと、他科の研究者にも読まれる機会が増加するものと思われます。

なお、本誌第 6 号に Key word index を掲載いたしますので、どうぞご活用下さい。



## 目 次

### —絞扼性神経障害—

長期血液透析患者に発症した手根管症候群の鏡視手術

— 長期成績および手術の要点 — ..... 奥津一郎・他 ..... 655

*I. Okutsu, et al.: Long-term Follow-up Results of Carpal Tunnel Syndrome in Long-term Haemodialysis Patients Using the USE System*

長期透析患者に対する鏡視下手根管開放術の経験 ..... 前田登・他 ..... 659

*N. Maeda, et al.: Endoscopic Carpal Tunnel Release in Long-Term Hemodialysis Patients*

母指球筋萎縮を伴った手根管症候群に対する新しい再建術 ... 清重佳郎・他 ..... 663

*Y. Kiyoshige, et al.: New Thenar Muscle Plasty for Severe Carpal Tunnel Syndrome*

### 著明な母指球筋萎縮を伴う手根管症候群の

電気診断と治療経験 ..... 信田進吾・他 ..... 667

*S. Nobuta, et al.: Electrodiagnosis and Treatment for Carpal Tunnel Syndrome with Severe Thenar Muscle Atrophy*

重度手根管症候群における神経内剥離術の検討 ..... 宮崎洋一・他 ..... 671

*Y. Miyazaki, et al.: Evaluation of Internal Neurolysis for Severe Carpal Tunnel Syndrome*

重度手根管症候群に対する神経外剥離術の有効性 ..... 内尾祐司・他 ..... 677

*Y. Uchio, et al.: Efficacy of External Neurolysis for Severe Carpal Tunnel Syndrome*

### 手根管症候群（高度筋萎縮例）の手術成績

— 短母指外転筋針筋電図による検討 — ..... 田山信敬・他 ..... 680

*N. Tayama, et al.: Clinical Significance of EMG of Abductor Pollicis Brevis for Severe Carpal Tunnel Syndrome*

### 手根管掌側の靱帯解剖

— 鏡視手術の観点から — ..... 田邊恒成・他 ..... 683

*T. Tanabe, et al.: An Anatomical Study of the Ligamentous Structures at the Palmar Side of the Carpal Tunnel*

### 手根靱帯（Intercarpal ligament）の診断における

MRIと手関節造影の比較 ..... 塩之谷香・他 ..... 687

*K. Shionoya, et al.: Comparison of MRI and Arthrography in the Diagnosis of Intercarpal Ligament Injury*

- 肘部管症候群に対する尺骨神経前方移行術  
—皮下移行術と筋層下移行術との比較— ..... 朱 尚 孝・他 ..... 691  
*N. Shu, et al.: The Anterior Transfer of the Ulnar Nerve for the Cubital Tunnel Syndrome*  
—Comparing the Subcutaneous and Submuscular Transposition—
- 肘部管症候群術後の長期成績についての検討 ..... 浅 見 昭 彦・他 ..... 695  
*A. Asami, et al.: Long Term Follow-up Study in Cubital Tunnel Syndrome*
- 肘部管症候群術後の長期成績調査  
—手内筋筋力の回復を中心に— ..... 古 町 克 郎・他 ..... 699  
*K. Furumachi, et al.: Recovery of Motor Function after Surgery for Cubital Tunnel Syndrome*
- 肘部管症候群の術後成績不良例の検討 ..... 山 本 謙 吾・他 ..... 704  
*K. Yamamoto, et al.: Study of Postoperative Results in Cubital Tunnel Syndrome*
- 手根管症候群の術前評価  
—電気生理学的検査と知覚検査について— ..... 渡 邊 政 男・他 ..... 708  
*M. Watanabe, et al.: Preoperative Evaluation for Carpal Tunnel Syndrome*  
—Correlation Between Electrophysiological Examination and Semmes-Weinstein Monofilament Test—
- 当科における手根管症候群手術例の治療成績 ..... 市 川 誠・他 ..... 711  
*M. Ichikawa, et al.: Results of Surgical Treatment for Carpal Tunnel Syndrome*
- 橈骨遠位端骨折後に発症した手根管症候群14例15手の検討 ..... 末 松 典 明・他 ..... 715  
*N. Suematsu, et al.: 14 Cases of Carpal Tunnel Syndrome after Distal Radial Fracture*
- 手根管症候群における鏡視下手根管開放術 ..... 菊 池 啓・他 ..... 718  
*H. Kikuchi, et al.: Endoscopic Carpal Tunnel Release for Treatment of Carpal Tunnel Syndrome*
- 特発性手根管症候群における鏡視手術の長期成績  
—鏡視手術を行った特発例28症例44手の長期成績— ..... 浜 中 一 輝・他 ..... 721  
*I. Hamanaka, et al.: Long Term Follow-up Results of USE System Management of Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome*
- 手根管症候群に対する鏡視下手根管開放術と従来法との比較 ..... 中 島 英 親・他 ..... 724  
*H. Nakashima, et al.: A Comparative Study of the Conventional and the Endoscopic Approach to Carpal Tunnel Syndrome*
- 人工透析患者手根管症候群の手術治療  
—従来法と鏡視下手根管開放術の検討— ..... 六 角 智 之・他 ..... 728  
*T. Rokkaku, et al.: Clinical Comparison of Conventional and Endoscopic Procedures for Treatment of Carpal Tunnel Syndrome in Hemodialysis Patients*

—神経（基礎）—

神経切断における知覚・運動神経の再生 ..... 松浦 幸男・他 ..... 732

*Y. Matsuura, et al.: Nerve Regeneration Following Peripheral Axotomy  
—A Study on the GAP-43 Expression Following Sciatic Nerve Section—*

Perineurial Window に関する実験的研究 ..... 杉本 義久・他 ..... 735

*Y. Sugimoto, et al.: An Experimental Study on Perineurial Window*

神経接合法と神経端々縫合法の機能回復の実験的検討 ..... 安里 英樹・他 ..... 738

*H. Asato, et al.: Experimental Evaluation of Functional Recovery of  
Nerve Reconnection and Conventional Repair*

有連続性神経損傷に対する治療法

—シリコンチューブを用いた実験的研究— ..... 浦部 忠久・他 ..... 742

*T. Urabe, et al.: A Treatment for Neuroma in Continuity  
—An Experimental Study Using a Silicone Chamber—*

末梢神経欠損部の再建における生体吸収性 tube の有用性 ... 新井 健・他 ..... 746

*T. Arai, et al.: Reconstruction of Peripheral Nerve Gap Using an Atelocollagen  
Tube Regulated in Absorbing Period*

Functional Regeneration through the

Allogeneic Nerve Graft ..... Yasushi Nakao, et al. .... 750

脱神経筋と再神経支配筋のMRIに関する実験的研究 ..... 菊地 淑人・他 ..... 754

*Y. Kikuchi, et al.: An Experimental MR Study on the Denervated and  
Reinnervated Skeletal Muscles of Rat*

末梢神経損傷後のシュワン細胞における

プロテインキナーゼCの発現 ..... 岡島 誠一郎・他 ..... 758

*S. Okajima, et al.: Expression of Protein Kinase C in Injured Rat Schwann Cells*

末梢神経障害形態による筋エネルギー代謝と

血液量変動の相違 ..... 高井 宏明・他 ..... 761

*H. Takai, et al.: Changes in Muscle Energy Metabolism and Blood  
Volume in relation to the Type of Peripheral Nerve Lesion*

急速な神経圧迫による軸索輸送機構の一過性損傷

—蛍光抗体法を用いて— ..... 北尾 淳・他 ..... 768

*A. Kitao, et al.: Acute Nerve Compression Can Cause Mechanical Damage to Axonal  
Transport System in Nerve Fibers not Undergoing Wallerian Degeneration*

運動、知覚神経再生における遠位神経片の

誘導能力の差について（第2報） ..... 坪川 直人・他 ..... 772

*N. Tsubokawa, et al.: Comparison of Neurotropic Effect on Motor and  
Sensory Axon Regeneration (2nd report)*

- ラットにおける末梢神経同種移植の拒絶反応と  
神経再生過程の検討 ..... 高田治彦・他 ..... 776  
*H. Takata, et al.: Rejection and Regeneration Phenomenon of Peripheral Nerve Allograft after Withdrawal of Cyclosporine*
- 腕神経叢損傷機能再建術の作動神経に  
関する実験的研究（第3報） ..... 服部泰典・他 ..... 780  
*Y. Hattori, et al.: Experimental Study on Donor Nerves for Brachial Plexus Injuries*
- 神経（臨床）—
- 磁気刺激による末梢神経損傷評価の試み ..... 山崎郁哉・他 ..... 784  
*I. Yamazaki, et al.: Evaluation of Peripheral Nerve Injury in Continuity by Magnetic Stimulation*
- 神経束の「くびれ」による前骨間神経麻痺  
および後骨間神経麻痺 ..... 田崎憲一・他 ..... 788  
*K. Tazaki, et al.: Paralysis of Anterior Interosseous Nerve and Posterior Interosseous Nerve due to Fascicular Constriction*
- 後骨間神経麻痺例の検討 ..... 高瀬勝己・他 ..... 793  
*K. Takase, et al.: Clinical Study of Posterior Interosseous Nerve Palsy*
- 外傷性後骨間神経麻痺の臨床像 ..... 平地一彦・他 ..... 798  
*K. Hirachi, et al.: Clinical Features of Traumatic Posterior Interosseous Nerve Palsy*
- 絞扼性神経障害と頸髄症合併例の診断 ..... 金子和生・他 ..... 803  
*K. Kaneko, et al.: Diagnosis for Coexisting Entrapment Neuropathy and Cervical Myopathy*
- 電気刺激による神経束識別法（第2報）  
—低位正中、尺骨神経修復術の長期成績— ..... 加藤博之・他 ..... 807  
*H. Kato, et al.: Functional Results of Low Median and Ulnar Nerve Repair with Electrical Fascicular Orientation Technique*
- 手関節橈掌側ガングリオン有痛例と  
外側前腕皮神経の関与について ..... 福本恵三・他 ..... 812  
*K. Fukumoto, et al.: Radiopalmar Wrist Ganglion Pain and Its Relation to the Lateral Antebrachial Cutaneous Nerve*
- 上肢のRSDに対するStress Loading Programの効果 ..... 武富雅則・他 ..... 815  
*M. Taketomi, et al.: Effect of Stress Loading Program for RSD of the Upper Extremity*
- 切断肢指再接着術後に発症した反射性交感神経性  
ジストロフィーの治療経験 ..... 木村浩彰・他 ..... 819  
*H. Kimura, et al.: Treatment of Reflex Sympathetic Dystrophy of the Upper Extremity After the Replantation Surgery*

橈骨神経浅枝および橈側皮静脈の解剖	
—医原性神経損傷の予防—	徳永大作・他..... 823
<i>D. Tokunaga, et al.: An Anatomical Study of the Superficial Branch of the Radial Nerve and Cephalic Vein</i>	
—Prevention of Iatrogenic Nerve Injury—	
上肢における腱・靭帯付着部の組織学的分類	池田和夫・他..... 827
<i>K. Ikeda, et al.: New Classification of Soft Tissue Attachment to Bone from a Biomechanical Point of View</i>	
胸郭出口症候群に伴う肩甲・上背部痛の解剖学的考察	
—肩甲背神経・動脈の走行—	和泉在・他..... 831
<i>A. Izumi, et al.: Anatomical Background of the High Back Pain with the Thoracic Outlet Syndrome</i>	
—Research on Routes of the Dorsal Scapular Nerve and Artery in Cadavers—	
手根管症候群に対する長掌筋腱移行術の経験	富田良弘・他..... 834
<i>Y. Tomita, et al.: Palmaris Longus Tendon Transfer for Carpal Tunnel Syndrome</i>	
前腕内側皮神経を用いた神経移植術の検討	大森祐宏・他..... 837
<i>M. Ohmori, et al.: Nerve Graft Using the Medial Antebrachial Cutaneous Nerve</i>	
Reliability of Elbow Flexion Test in the Diagnosis of Cubital Tunnel Syndrome	
—Prospective Study in Normal Individuals—	... <i>Takahide Ikeda, et al.</i> ..... 841
—モーニングセミナー—	
リウマチ手の機能再建	水関隆也..... 845
<i>T. Mizuseki: Reconstruction of Rheumatoid Hand</i>	
—教育研修講演—	
手指の骨関節損傷	石突正文..... 852
<i>M. Ishizuki: Bone and Joint Injuries of the Hand</i>	
—その他—	
Complications Following the Fracture of the Distal Radius	
—With Emphasis on Tendinous and Neural Troubles—	... <i>Souichirou Takigawa, et al.</i> ..... 859
—原著—	
New Surgical Technique for the Reconstruction of Posttraumatic Recurrent Dislocation of the Extensor Carpi Ulnaris Tendon	... <i>Akinori Sakai, et al.</i> ..... 866

一次的骨移植による指節骨の外傷性骨欠損・ 粉碎骨折の再建	内沼栄樹・他	869
E. Uchinuma, et al.: Primary Reconstruction of Hand Injury Using Bone Graft in Primary Treatment		
屈筋腱癒着剥離術の経験	中村潔・他	874
K. Nakamura, et al.: Clinical Assessment of Tenolysis After Repair of the Flexor Tendon		
マウス胎仔肢芽におけるプログラム細胞死 —正常、および5-fluorouracilによる異常肢誘発	凌晨光	880
マウスのアポトーシス出現部位—		
S. Rin: Programmed Cell Death in the Limb Bud —The Role of Apoptosis in the Normal and Abnormality-Induced Mice—		
第2回神奈川手・肘の外科研究会		887
第40回日本手の外科学会平成8年度第1回役員会議事録		892

## 絞扼性神経障害

# 長期血液透析患者に発症した手根管症候群の鏡視手術

## —長期成績および手術の要点—

日本赤十字社医療センター整形外科

奥 津 一 郎・浜 中 一 輝

田 辺 恒 成・二ノ宮 節 夫

東京大学医学部整形外科学教室

高 取 吉 雄

## Long-term Follow-up Results of Carpal Tunnel Syndrome in Long-term Haemodialysis Patients Using the USE System

Ichiro Okutsu · Ikki Hamanaka · Tsunenari Tanabe  
Setsuo Ninomiya & Yoshio Takatori

During the past ten years, we have operated 1572 hands in 985 long-term haemodialysis patients who suffered from carpal tunnel syndrome, using the USE system. We followed up 169 hands in 112 patients for over two years. The mean follow-up period was  $3.8 \pm 1.52$  years (two to 8.17 years).

Clinical and electrophysiological recovery were satisfactory, however, the recurrence rate was 18 percent. When we reoperated using the USE system, we observed newly formed flexor retinacula and remaining distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR).

We suspect that the cause of the recurrence in this series may be the remaining DHFFR which function as a holdfast of the released distal end of the flexor retinaculum. We conclude that release of both the flexor retinaculum and the DHFFR are essential to delay the onset of recurrence in long-term haemodialysis patients.

### はじめに

長期血液透析例に発症した手根管症候群における、鏡視手術の長期治療成績についての報告は無い。今回、長期成績、再手術例の鏡視所見、および鏡視手術手技上の要点を報告する。

### 症例および方法

1986年から1996年3月までに手根管症候群に罹患した長期血液透析患者、男性541症例853手（右手403手、左手450手）、女性444症例719手（右手346

手、左手373手）の合計985症例1572手に対してUSE systemを用いた鏡視手術を行なった。

手根管症候群の診断は、臨床症状<sup>2)</sup>、電気生理学的検査結果<sup>2)4)</sup> および局所麻酔下に手術直前に行った手根管内圧測定結果<sup>1)~6)</sup>から総合的に診断した。手根管内圧測定は、epinephrine入りの1.5% lidocaine 10mlの局所麻酔下にcontinuous infusion techniqueを用いて行なった。安静位で15mmHg以上または指最大自動屈曲位で135mmHg以上の値を示す症例を手術適応とした。

このうち、臨床症状と電気生理学的検査結果の両者

**Key words:** flexor retinaculum, distal holdfast fibers of the flexor retinaculum, endoscopic surgery, long-term haemodialysis, carpal tunnel syndrome

**Address for reprints:** Ichiro Okutsu, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Japanese Red Cross Medical Center, 4-1-22, Hiroo, Shibuya-ku, Tokyo 150, Japan.

が完全な形で、2年以上の長期にわたりフォローアップできたのは、男性56症例89手（右手44手、左手45手）、女性56症例80手（右手36手、左手44手）の合計112症例169手であった。これらの症例の初回手術時の平均年齢（土標準偏差）は $52.1\pm9.32$ 歳、平均透析期間（土標準偏差）は $14.7\pm3.16$ 年（1~21年）、術後の平均追跡期間（土標準偏差）は $3.8\pm1.52$ 年（2~8.17年）であった。

電気生理学的検査結果の判定には、知覚神経遠位潜時（DSL）および運動神経遠位潜時（DML）を用いた。DSLが3.4msec以下、DMLでは4.2msec以下の値を示した場合を正常と判定した。臨床症状の改善の判定には、しびれ感、痛覚、触覚を用いた。しびれ感が正中神経領域全域で、自覚的に完全に消失した時点を改善時点とした。3gm痛覚計、2gm v. Frey hairを用いて検査を行い、正中神経領域全域で患側の尺骨神経領域あるいは健側の正中神経領域と同等の感覚を示した時点を、改善時点とした。

内圧測定のコントロール値を知るために、術前、屈筋支帯およびDHFFR<sup>7)</sup>（DHFTCL<sup>5)~7)</sup>の切離を行った後に、内圧測定を行なった。内圧測定を行なった透析患者は、男性130症例181手（右手82手、左手99手）、女性104症例145手（右手69手、左手76手）の合計234症例326手である。手術時の平均年齢（土標準偏差）は $55.5\pm9.42$ 歳、平均透析期間（土標準偏差）は $16.3\pm4.04$ 年（3~24年）であった。

再発例における初回手術後とコントロールの術後内圧測定値を安静位および指最大自動屈曲位においてそれぞれ比較検討した。Wilcoxon ranksum testを用い、 $p<0.05$ を有意とした。

## 結 果

### 1. 初回手術

#### A. 電気生理学的改善：

知覚神経遠位潜時では、術前、169手中123手すなわち73%（123/169手）が異常値を示した。術後、術前に異常値を示した69%（85/123手）が正常値まで回復した。一方、運動神経遠位潜時では、術前、169手中152手、すなわち90%（152/169手）が異常値を示した。術後、術前に異常値を示した63%（95/152手）が正常値まで回復した。

#### B. 臨床症状の改善：

電気生理学的に測定値が正常範囲に回復しなかった症例でも、臨床症状の回復は良好であった。術後、し

Table 1 APP muscle power recovery

MMT	POSTOP.						n=169
	0	1	2	3	4	5	
P	0				1	4	
R	1	1				6	
E	2					9	
O	3				5	32	
P.	4					69	
	5				1	41	

（≥24MOS.）

びれ感が完全に消失した平均消失期間（土標準偏差）は $70.2\pm171.7$ 日、痛覚が完全に回復した平均改善期間（土標準偏差）は $13.1\pm30.1$ 週、2gmのv. Frey hairでも同様に $12.9\pm30.1$ 週で回復していた。筋力の回復は術前の筋力により異なっていた（Table 1）。

### 2. 再発例

169手の内、30手（18%）に再発がみられた。

再発の診断は、初回発症時と同様の診断基準で行った。すなわち臨床症状、電気生理学的検査結果と手根管内圧測定結果より判定した。再発時の平均年齢（土標準偏差）は $54.3\pm8.10$ 歳、平均透析期間（土標準偏差）は $19.6\pm2.48$ 年であった。初回手術から再手術迄の平均期間は $5.24\pm1.71$ 年であった。

再発例27手に対して再度、USE systemを用いて初回手術同様の手術を行なった。

#### A. 鏡視所見

切離された支帯間に、膜様組織あるいは線維が粗な横走する組織が鏡視できた（Fig.1）。この組織を切離すると、遠位部分で、かつ手掌腱膜との間に横走する線維、すなわち、われわれの言うdistal holdfast fibers of the flexor retinaculum 略してDHFFR<sup>7)</sup>が認められた（Fig.2）。

#### B. 初回手術時の手根管内圧測定結果

再発30手の内、21手において初回手術前および術後の手根管内圧が測定してあった。術前、安静位における平均手根管内圧（土標準偏差）は、 $69.7\pm39.7$ mmHg、指最大自動屈曲位においては、 $202.5\pm67.1$ mmHgであった。術後はそれぞれ $5.33\pm4.04$ mmHg、平均 $62.0\pm66.7$ mmHgへと測定値は低下した。

### 3. コントロールの手根管内圧測定結果

術前、安静位の平均手根管内圧（土標準偏差）は $77.0\pm35.6$ mmHg、指最大自動屈曲位では、平均 $140.1\pm47.2$ mmHgであった。



Fig. 1 Newly formed flexor retinaculum

Initial operation was performed five years ago using the USE system. The fibers of the newly formed flexor retinaculum (arrow) run transversely and are less dense than the original flexor retinaculum as observed endoscopically.

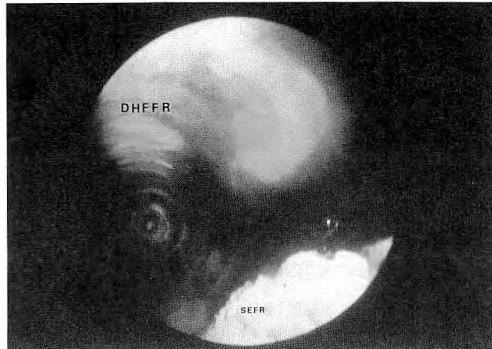


Fig. 2 Distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR)

When the newly formed flexor retinaculum is released, the DHFFR is observed just distal to it. These fibers run transversely in the same way as the flexor retinaculum and function as a distal holdfast of the sectioned newly formed flexor retinaculum. Almost all recurrent cases retained the DHFFR.

SEFR : Sectioned end of the flexor retinaculum.

術後の測定値は同様に、それぞれ平均  $5.11 \pm 2.93$  mmHg、平均  $18.9 \pm 12.3$  mmHg と低下していた。

#### 4. 手根管内圧測定結果の比較

再発例とコントロールの術後測定値を比較してみると、安静位および指最大自動屈曲位の両肢位において、両者間には有意差があった。

## 考 察

手根管 (carpal tunnel) と横手根靱帯 (transverse carpal ligament) という言葉は一般に広く使用されている。整形外科医にとって、横手根靱帯は、手術時の肉眼所見や鏡視所見の形態から、なじみ易い言葉であり、その使用にも抵抗が無い。しかし、1955年、パリで開かれた国際解剖学会の用語に準拠すれば、transverse carpal ligament (横手根靱帯) は flexor retinaculum ([手の] 屈筋支帶), carpal tunnel (手根管) は carpal canal という用語を用いる必要がある。

鏡視手術を行なう際に、屈筋支帶の単独切離を行なった時点での鏡視を行なってみると、屈筋支帶の近位端と遠位端の中間点における切離端の距離は、2 mm程度<sup>3)5)6)</sup> と十分に離開せず、また、切離された屈筋支帶の遠位端より末梢でかつ体表面側に屈筋支帶の遠位端を押さえるような形で、横走する薄い線維が鏡視出来る。この線維と屈筋支帶の間は一層の脂肪層により分離されているために、相互に連続性を示さない。また、この組織は、屈筋支帶と手掌腱膜の間に存在して、その中枢端と末梢端の距離は 10mm 程度<sup>5)</sup> で、肉眼的<sup>7)</sup> には母指球と小指球の筋膜間に存在する。機能的観点からみれば、あたかも鉤 (holdfast) のように、体表面側から切離された屈筋支帶の遠位端を把持している。われわれは、この線維性の組織を、distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR)<sup>7)</sup> と呼ぶのが適切であると考えている。

今回の、長期透析例に発症した手根管症候群の再発例の鏡視所見、再発例およびコントロールの手根管内圧測定結果の比較から見ると、手根管を鏡視下に完全に開放、手根管の完全除圧を計るには、屈筋支帶の単独切離だけでは不十分で、DHFFR の切離が必要と考えられた。

## ま と め

1. 長期血液透析例における手根管症候群の鏡視手術成績は良好であった。しかし、長期におよぶ追跡調査の結果、18%の手術例で再発が見られた。

2. 再手術時、初回手術で切離した屈筋支帶の間に膜様組織が鏡視できた。また、膜様組織を切離すると、その遠位に DHFFR が鏡視できた。

3. 再発例における初回手術終了時の手根管内圧測定値とコントロールの内圧測定値を比較してみると、

再発例の初回手術終了時においては、屈筋支帯が単独で切離されたのみで、われわれの言う DHFFR の切離が完全に行われなかつたことが示唆された。

4. 長期血液透析例においては、初回手術時に可能な限り手根管の拡大を計り、その後の維持透析による amyloid 沈着、これに伴う手根管の相対的狭小化による内圧の上昇、その結果引きおこされる再発を少しでも遅らせるために、屈筋支帯のみならず DHFFR の切離が不可欠であると考えられた。

### 文 献

- 1) Okutsu, I., et al.: Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 71A : 679-683, 1989.
- 2) 奥津一郎 他: 手根管症候群の鏡視下手術. *関節外科*, 13 : 57-64, 1994.
- 3) Okutsu, I.: What is endoscopic surgery in carpal tunnel syndrome? In Vastamaki, M. (Ed): Current trends in hand surgery. International congress series 1083, *Amsterdam*, Excerpta Medica, 1995, 299-303.
- 4) 奥津一郎: 手根管症候群の鏡視下手術. *関節外科*, 14 : 53-60, 1995.
- 5) 奥津一郎 他: 手根管症候群の鏡視下手術とは何か. *日手会誌*, 12 : 391-394, 1995.
- 6) 奥津一郎: 日本手の外科学会—第一回秋期教育研修会テキスト—. 日本手の外科学会教育研修委員会, 東京, 105-112, 1995.
- 7) 奥津一郎: 手根管症候群の鏡視下手術. *関節外科*, 15 : 33-40, 1996.

質問 名古屋第二赤十字病院 前田 登  
Open CTR での再発例をみると、シャント側に再発が多い傾向がありました。ECTR での再発とシャントの有無との関連はあったか。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎  
シャントの存在と ECTR 術後の再発に関連はみられなかった。

質問 岡山大学整形外科 橋詰 博行  
1. ECTR の再発例に対する再手術は再度の ECTR でよいのか。  
2. 再発の原因は DHFFR のみか？

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎  
1. 再手術は再度鏡視手術で行なえばよい。  
2. DHFFR は、屈筋支帯とは別の層に存在する。これを切離しなければ手根管の完全開放、除圧は行なえない。

3. DHFFR を切除しない場合、切離した屈筋支帯の切離端の距離は、1~2 mm 程度である。容易に靭帶様組織が再生されアミロイドの沈着とあいまって再度内圧の上昇が早期におこると考えられる。DHFFR を切離して、手根管の完全開放、除圧を行ない、アミロイドが沈着しても容易に再発しないような状況を作る必要がある。

## 長期透析患者に対する鏡視下手根管開放術の経験

名古屋第二赤十字病院整形外科

前田 登・鈴木 和広  
高津 哲郎

Endoscopic Carpal Tunnel Release in Long-Term  
Hemodialysis Patients

Noboru Maeda · Kazuhiro Suzuki & Tetsuro Takatsu

Endoscopic carpal tunnel release (ECTR) was carried out in 103 hands in 85 long-term hemodialysis patients with carpal tunnel syndrome (CTS) and 10 hands in patients with idiopathic CTS. The average duration of hemodialysis was 15 years ranging 7 to 25 years. Electrophysiologic tests were performed preoperatively in all cases. There is no significant differences in distal motor latency and sensory conduction velocity in median nerves between two groups. Carpal tunnel pressures were recorded in all cases and two control subjects using the continuous infusion technique. Pressures in long-term hemodialysis patients elevated significantly compared with control subjects. When the wrist was in neutral position the mean pressure was 42.2 millimeters of mercury in hemodialysis patients and 22.3 millimeters mercury in patients with idiopathic CTS. Pressures with the wrist in neutral and palmar flexion were significantly higher in hemodialysis patients with CTS than in patients with idiopathic CTS. Pressures after ECTR decreased immediately in both groups. Three months later satisfactory results were obtained in 93% of long-term hemodialysis patients. Four patients developed digital nerve apraxia which resolved within three months. These findings suggest that ECTR is effective for long-term hemodialysis patients who suffer from CTS.

### はじめに

長期血液透析患者に発症する手根管症候群 (CTS) は手根管内にアミロイド沈着を伴った腱鞘滑膜炎が原因とされるが滑膜切除の必要性については結論が得られていない。そこで透析患者に発症した CTS に対して鏡視下手根管開放術 (ECTR) を行い、その前後に手根管内圧を計測した。そして特発性手根管症候群の内圧と比較した。

### 対象

臨床症状および電気生理学検査にて診断した CTS 94 症例、113 手に対して ECTR を行った。そのうち血液透析患者に発症した CTS の症例が 85 例 103 手、

(男性 50 手、女性 53 手) であり、特発性 CTS の症例が 9 例 10 手、(男性 5 手、女性 5 手) であった。平均年齢はそれぞれ、55.3 歳、58.3 歳であった。なお透析患者の平均透析期間は 15.8 年 (7~25 年) であった。シャント側が 63 手、非シャント側が 40 手であった。また control として 2 手に対して手根管内圧を計測した。

腋窩伝達麻酔下にターニケットは使用せず、Continuous infusion technique を用いて手根管内圧を計測した。Chow の ECTR の方法に従い Entry portal を wrist crease の近位 5 mm に作製した後、直径 1.33mm の先端が丸く閉じており、side hole が 2 カ所にある 50cm のポリエチレンチューブを Entry portal から手根管内に挿入して、先端が有鉤骨鉤の

**Key words :** carpal tunnel syndrome, endoscopic carpal tunnel release, carpal tunnel pressure

**Address for reprints :** Noboru Maeda, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Daini Red Cross Hospital 2-9 Myokencho Showaku, Nagoya 466, Japan.

位置になるように設置した。ここで横手根靱帯の切離前後に手関節中間位、最大背屈位、掌屈位でそれぞれ、内圧を計測した。その後ECTRを行ない、同じ肢位で内圧を計測した。

### 結 果

Controlの平均手根管内圧は、中間位5.5mmHg、背屈位56.0mmHg、掌屈位19.0mmHgであった。透析症例の手関節中間位での手根管内圧の平均±標準偏差は $42.2 \pm 18.0$ mmHgとcontrolに比較して高い内圧値を示した。背屈位では $115.6 \pm 36.2$ mmHg、掌屈

位で $80.1 \pm 37.9$ mmHgと上昇した。ECTR後の内圧は中間位 $4.1 \pm 3.5$ mmHg、背屈位 $26.5 \pm 11.3$ mmHg、掌屈位 $9.6 \pm 9.1$ mmHgであった(Fig.1)。

血液透析症例と特発性症例とで運動神経遠位潜時(DML)と知覚神経伝導速度(SCV)を比較した。誘発されなかった例をのぞいたDMLの平均値は $8.17 \pm 2.35$ msecと $8.01 \pm 3.73$ msecで、SCVの平均は $17.83 \pm 6.73$ m/secと $21.32 \pm 9.71$ m/secと有意差はなかった。手根管内圧はいずれの肢位でも透析症例で高い値を示した。中間位での内圧は、特発性症例では $22.3 \pm 10.2$ mmHgと透析症例に比較して有意に低い内圧を

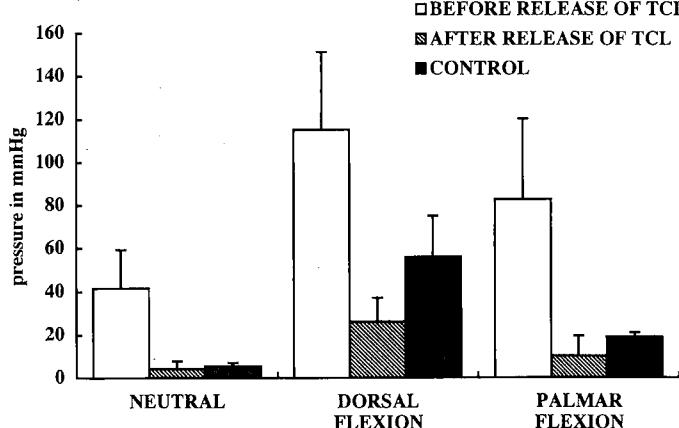


Fig.1 Changes in carpal tunnel pressures following endoscopic carpal tunnel release  
TCL: transverse carpal ligament

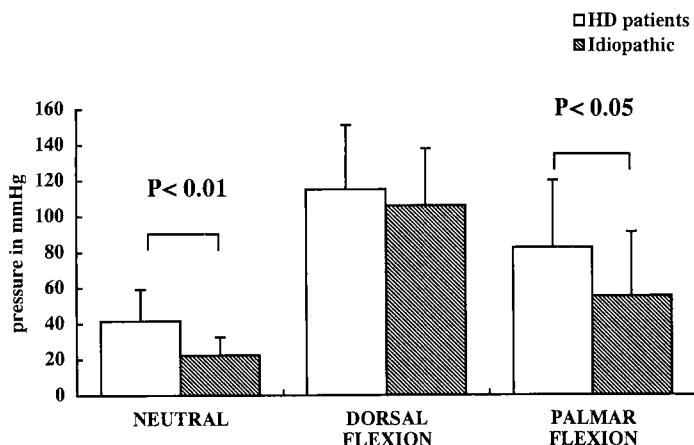


Fig.2 Carpal tunnel pressures before release of transverse carpal ligament in hemodialysis patients and patients with idiopathic carpal tunnel syndrome

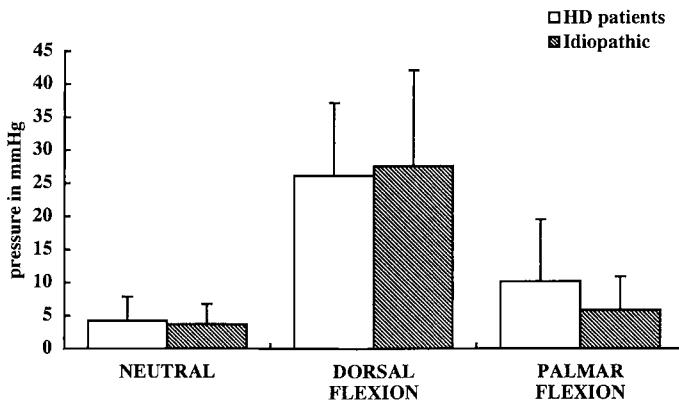


Fig. 3 Carpal tunnel pressures after release of transverse carpal ligament in hemodialysis patients and patients with idiopathic carpal tunnel syndrome

Table 1 Carpal tunnel pressures in patients with carpal tunnel syndrome and control subjects (mmHg)

Study		No. of wrist	Neutral	Dorsal flexion	Palmar flexion	Grip
Gelberman	1981	Control	12	2.5	30.0	31.0
		CTS	15	32.0	110.0	94.0
Werner	1983	CTS	16	31.0	105.0	75.0
Futami	1986	Control	20	7.0		
		CTS	7	23.0		
Okutsu	1989	Control	16	14.3	157.8	143.9
		CTS	62	43.0	222.4	191.9
Luchetti	1989	Control	4	13.0		
		CTS	30	26.0		
Rojviroj	1990	Control	32	3.5	12.7	9.3
		CTS	61	11.9	32.8	26.6
Seradge	1995	Control	21	24.0	101.2	79.5
		CTS	81	43.8	119.4	98.0
						234.0
						124.9

示した ( $p<0.01$ )。掌屈位でも  $55.4 \pm 36.0$  mmHg と低く ( $p<0.05$ )、しかし背屈位では特発性症例は  $106.2 \pm 31.8$  mmHg と有意差は認めなかった (Fig. 2)。

また ECTR による靭帯切離後の手根管内圧は特発性症例では中間位  $3.7 \pm 3.0$  mmHg、背屈位  $27.6 \pm 14.5$  mmHg、掌屈位では  $5.8 \pm 5.1$  mmHg と透析症例と有意差を認めなかった (Fig. 3)。

術後 3 カ月以上経過観察できた透析症例 80 例について自覚症状の改善に基づき Kelly の評価を用いて 4 段階で評価した。60% にあたる 48 例で術前の症状がすべて消失した。33% にあたる 27 例では軽度の知覚鈍麻を指尖部に残すのみとなった。残り 6% の 5 症例では疼痛は消失したが知覚障害が続いている。このう

ち 1 例は頸椎破壊性脊椎関節症を合併している症例で、他の 4 例は電気生理学的検査で高度の障害がみられた症例であった。

合併症は 103 例のうち 4 例、3.9% に neurapraxia と思われる異常知覚を認めた。しかしいずれも 3 カ月以内に軽快した。これは不適切な cannula の設置のため、cannula による正中神経の圧迫によると思われた。

## 考 察

これまでの手根管内圧の計測は Gelberman<sup>1)</sup> が wick catheter を用いて計測した報告以来いくつかの報告がみられる (Table 1)<sup>2)~7)</sup>。これらの報告での

計測方法はそれぞれ異なっているので直接比較することはできないが Control では 2.5 から 24mmHg であり、CTS の症例ではいずれの報告も高い内圧を示し、11.8 から 48mmHg と報告されている。また手関節の掌屈、背屈で上昇すると報告されている。

今回の結果から、透析患者に発症した CTS では中間位で 42.2mmHg と上昇していた。これは特発性 CTS の 22.3mmHg に比較して高い内圧値を示しており、透析症例における著しい腱鞘滑膜炎を反映していると考えられる。

Lundborg<sup>8)</sup> は volunteer の手根管において 30 mmHg の圧を加えて 90 分後に正中神経の伝導障害を認めたと報告している。これに比較して透析患者では中間位においても高い内圧値を呈しており、副子固定などの保存的治療が無効と考えられる。

ECTR 後の手根管内圧は中間位、掌背屈位においても、特発性 CTS と同様に低下しており、control に比較しても低い値を示した。このことは滑膜切除を行わない ECTR で十分除圧が可能であることを示している。

ECTR の合併症は神経損傷や血管損傷などの報告がみられる。我々の経験では 4 例に neurapraxia と考えられる知覚異常が認められた。これは cannula の不適切な設置が原因と考えられ、正確に portal の positioning が行われれば防ぐことが可能である。また血管損傷の報告もみられるが、我々は exit portal を作製する時に浅掌動脈弓や common digital nerve を確認しており、損傷を起こすことはなかった。

ECTR は小さな侵襲で行うことができ、術後の疼痛が少なく早期の機能回復が得られる。ことに血液透析患者においてはシャント側での出血が問題となり、術後の血腫、瘢痕が再発の要因となるため、小さな侵襲ができる ECTR が、術後の出血も少なく優れていると思われる。滑膜切除を行わない点で CTS の再発が問題となり、今後 ECTR の症例の長期の経過観察が必要である。

## 文 献

- Gelberman, R. H., et al.: The carpal tunnel syn-

drome: a study of carpal canal pressure. *J. Bone Joint Surg.*, 63-A : 380-383, 1981.

- Werner, C. O., et al.: Pressure and nerve lesion in the carpal tunnel. *Acta Orthop. Scand.*, 54 : 312-316, 1983.
- 二見俊郎 他：手根管内圧に関する検討. 整形外科, 37 : 1945-1948, 1986.
- Okutsu, I., et al.: Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 71-A : 679-683, 1989.
- Luchetti, R., et al.: Carpal-tunnel pressure. *Acta Orthop. Scand.*, 60 : 397-399, 1989.
- Roviroj, S., et al.: Pressure in the carpal tunnel. *J. Bone Joint Surg.*, 72-B : 516-518, 1990.
- Seradge, H., et al.: In vivo measurement of carpal tunnel pressure in the functioning hand. *J. Hand Surg.*, 20-A : 855-859, 1995.
- Lundborg, G., et al.: Median nerve compression in the carpal tunnel: functional response to experimentally induced controlled pressure. *J. Hand Surg.*, 7-A : 252-259, 1982.

**質 問** 北海道大学整形外科 加藤 博之  
手根部の滑膜炎が強く、手指の握りに障害のある例では鏡視下手根管開放術は不十分ではないでしょうか。

**回 答** 名古屋第二赤十字病院整形外科 前田 登  
手指の屈曲制限を認める症例では狭窄性腱鞘炎が原因となっていることが多い、鏡視下手根管開放術と腱鞘切開術を同時に行っている。

**質 問** 千葉大学整形外科 六角 智之  
Neuroapraxia を防ぐためにも、局麻下でモニターしながら行なうべきと考えているが。

**回 答** 名古屋第二赤十字病院整形外科 前田 登  
腋窩伝達麻酔で行っていたが、最近は局所麻酔下に行っており、局所麻酔で十分であり、モニターできる点で Neuroapraxia の合併症をさけることが可能と考えられる。

## 母指球筋萎縮を伴った手根管症候群に対する新しい再建術

東北大学大学院医学系運動機能再建学

清重佳郎・半田康延

秋田大学医療技術短期大学部理学療法学科

市江雅芳

山形大学医学部整形外科学教室

石垣大介

New Thenar Muscle Plasty for Severe Carpal Tunnel Syndrome

Yoshiro Kiyoshige · Yasunobu · Handa · Masayoshi Ichie  
& Daisuke Ishigaki

We report the new thenar muscle plasty without postoperative immobilization for severe carpal tunnel syndrome with thenar paralysis and atrophy. Anatomical findings: Palmaris longus continued to palmar aponeurosis, which receives an accession of fibers from the flexor retinaculum, sending some tendinous slips to the thenar muscles' fascia. The median nerve innervated thenar muscles arised from the retinaculum. Surgical procedure: Skin incision was made parallel to the longitudinal palmar curves into the distal wrist flexion crease. The palmaris longus was divided, preserving continuity with the fibers of palmar aponeurosis to thenar eminence. The thenar muscles' fascia was stripped distally just proximal of the insertion of motor branch to the thenar muscles from the flexor retinaculum. Then, the contraction force of palmaris longus muscle came to abduct the thumb.

Advantages of this procedure are no loss of motor function, no requiring of postoperative immobilization and no special postoperative re-education. Because the palmaris longus is potentially the synergist of thenar muscles. The plasty has its greatest application in severe carpal tunnel syndromes with thenar muscle atrophy in the elderly.

### はじめに

母指球筋萎縮を伴った手根管症候群に対し母指球筋再建術を行うか否かは意見の別れるところである。母指球筋萎縮があっても手根管開放術、神経剥離術で約70%に萎縮の改善がみられるという報告がある<sup>1)2)</sup>。また、知覚障害のみならず巧緻障害を訴え、それらの改善を希望する症例の多くが高齢女性で、術後の3週間の固定が拘縮などを併発する可能性を考慮すると、かかる症例に対して再建術になかなか踏み切れないことが多い。

一般に再建術のdonarはsynergistであることが望ましいが、過去に報告された母指球筋再建術のdonarは長掌筋(PL)を除いて真の意味での母指球筋のsynergistではない。Camitz法<sup>3)</sup>の良好な術後成績が示すようにPLが母指球筋の動きに何らかの関与をしていることは想像に難くないが、Kaplanはその著書でPLの関与について初めて記載した<sup>4)</sup>。また、FahrerとTubianaはPLの外側腱の末梢に短母指外転筋(APB)の表層中央部がlumbrical muscle of thumbを形成しているとし、これを利用した再建術を報告している<sup>5)</sup>。

**Key words:** carpal tunnel syndrome, thenar muscle, plasty, atrophy

**Address for reprints:** Yoshiro Kiyoshige, M.D., Department of Restorative Neuromuscular Surgery, Tohoku University Graduate School of Medicine, 2-1 Seiryo-machi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-77, Japan.

我々は、PL と母指球筋膜の解剖学的検索から、通常の手根管開放術の皮切で行え、かつ術後の固定の必要なない再建術を考案したので報告する。

### 解剖学的検討

成書には PL は手掌部で手掌腱膜 (AP) に移行、4 本の pretendinous band を形成し、その作用は手関節の屈曲と記されている。しかし、母指球筋膜に移行する外側腱の存在は 1884 年 Testut が報告している<sup>6)</sup>ものの、その作用は Kaplan が言及<sup>4)</sup>するまで不明であった。

解剖学的な掌側手根靱帯 (TCL) と PL-AP との関係は、尺側は両者間に脂肪組織が介在しているが、橈側では母指球筋起始部で両者は連続し母指球筋膜に移行する (Fig. 1)。

そのため通常は PL の収縮力は TCL や母指球筋起始部である舟状骨結節を牽引することとなり、結果的に手関節を屈曲させる。また、単に PL-AP を TCL から剥がすのみではその牽引力は 4 本の pretendinous band に伝わり、MP 関節を屈曲させる。PL-AP を

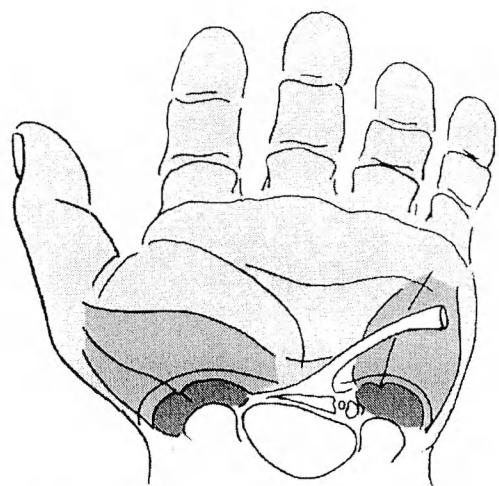


Fig. 1 Cross section at the carpal tunnel level. Aponeurosis palmaris inserts to the tubercle of scaphoid with transverse carpal ligament and thenar muscle fascia.

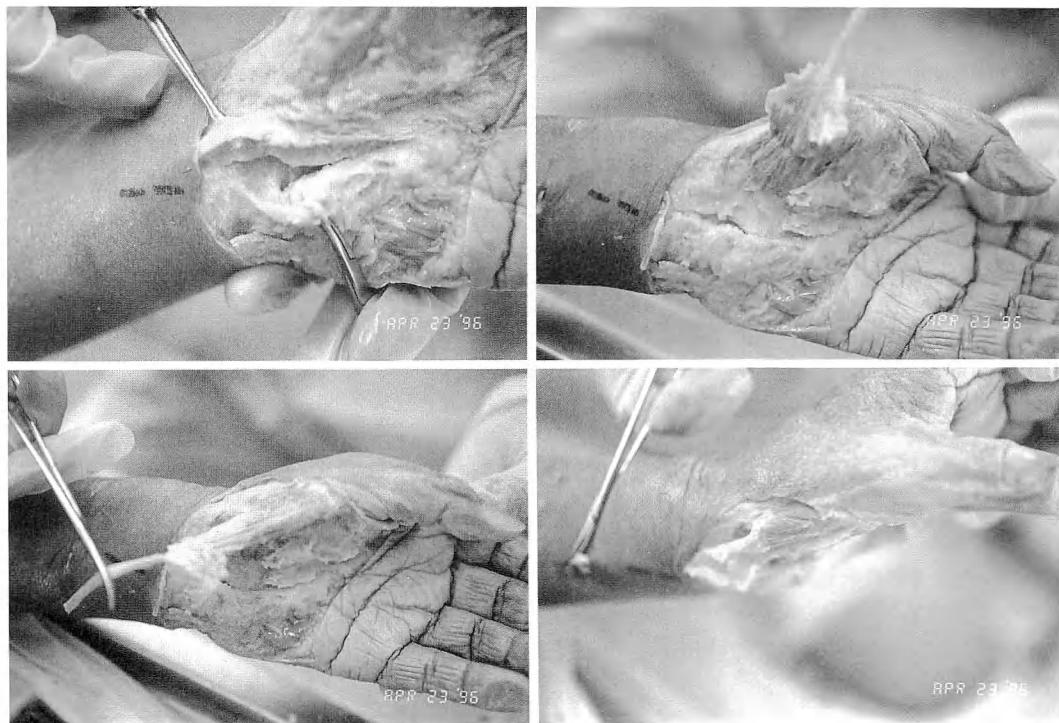


Fig. 2 The procedure and its effectiveness in cadaver. The transverse carpal ligament is released as usual.

TCL から剥がし、4 本の pretendinous band との連続性を断つてはじめて母指のみに PL の収縮力が働くこととなる。

### 手 術 手 技

通常の手根管開放術に用いる thenar crease に沿った皮切を用いる。AP は PL がその外側腱と連続性を保ち、かつ、4 本の pretendinous band との連続性を断つよう逆 L 字状に切る。次に母指球筋膜に移行する AP を TCL 様側から正中神経回反枝が母指球筋に入る部分まで遠位に向かって剥がす。この時、最も強革な OP 様側の外側腱と手掌知覚枝の剥離に注意する必要がある。TCL は従来どおり尺側で開放する (Fig. 2)。

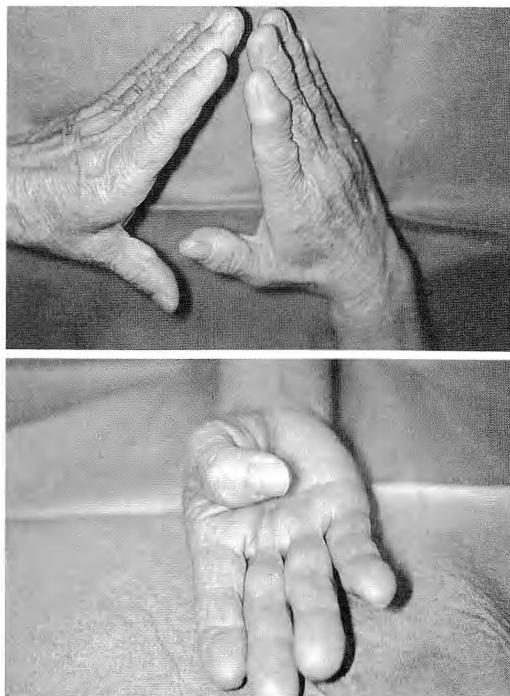
### 症 例

77 歳女性。1994 年 12 月、数年来の右母指から中指までのしびれと巧緻障害に対し、本法を施行した。術直後より母指の掌側外転が改善した。術後 1 年 2 ヶ月のフォロー時には母指球筋の萎縮には変化がみられない (Fig. 3)。

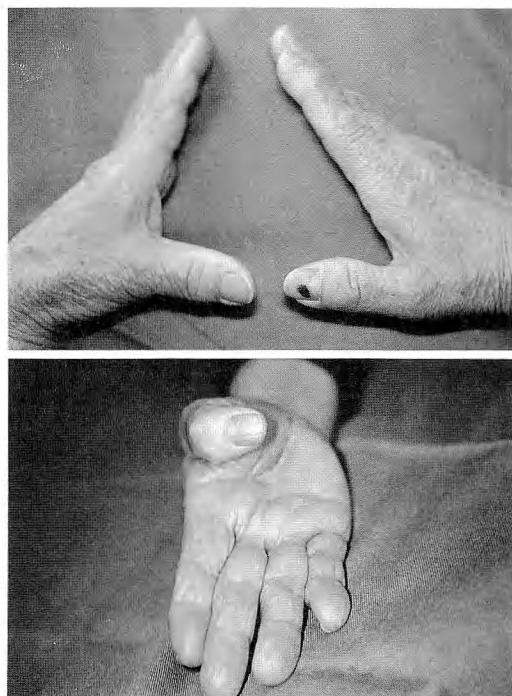
かったものの、針仕事などを除いて巧緻障害の訴えはなかった (Fig. 3)。

### 考 察

共著者の市江は、男性 5 名、女性 3 名の健常ボランティアを対象とした多 channel 同時筋電図所見から PL が母指球筋の眞の synergist であることを報告してきた<sup>7,8)</sup>。すなわち、長母指伸筋 (EPL)、短母指伸筋 (EPB)、長母指外転筋 (APL)、母指対立筋 (OP)、短母指外転筋 (APB)、短母指屈筋 (FPB)、母指内転筋 (AdP) および PL の多 ch 同時筋電図に於いて、前腕中間位、手関節軽度背屈位で母指をその長軸に対して 45° 每に中間位から最大往復運動を行った時の最大筋活動の振幅と、長軸からの最大偏位をたどった回旋運動時の積分筋電図から、PL の最大活動電位は 90 ~ 180° (ピーク 135°) の範囲で得られ、APB、OP のそれと一致すること、また、回旋運動時の積分筋電図にでも APB、OP、FPB と同様の活動パターンを示すことを明らかとしてきた。この意味で、PL を母指球筋再建術の donar に用いることは最も生理的で



PRE OPE



POST OP

Fig. 3 77-year-old female underwent the procedure. The improvement in thumb abduction was seen immediately after operation.

あるといえる。

母指球筋再建術の donar に PL を用いることについては Camitz が、さらに外側腱と lumbrical muscle of thumb を用いることは Tubiana が先鞭をつけている。後者は lumbrical muscle of thumb をその神経支配から遊離させて使用しているが、我々は筋膜自体には操作を加えないで、半年から 1 年後に筋萎縮が改善したとしても正常な動きが得られ、後にも先にも本法による motor loss はないと考えられる。

PL が母指球筋の synergist であるため術後特別な後療法の必要がなく、外固定の必要もない。欠点としては、PL が 3 ~ 6 % に欠損がある<sup>9)</sup>こと、対立筋再建術というよりは外転筋再建術であること、基節骨ではなく第一中手骨を引くこととなるため、外転力が若干弱く、dynamic tenodesis の作用も利用している点が考えられる。

### 結 語

従来の手根管開放術の皮切で行え、術後の固定の必要のない長掌筋を利用した母指球筋再建術を紹介した。

### 文 献

- 1) Phalen, G. S.: The carpal tunnel syndrome. Clinical evaluation of 598 hands. Clin. Orthop., 83 : 29-43, 1972.
- 2) Curtis, R. M., et al.: Internal neurolysis as an adjunct to the treatment of the carpal tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 55A : 733-740, 1973.
- 3) Camitz, H.: Über die Behandlung der Oppositionslähmung. Acta Chir. Scand., 65 : 77, 1929.
- 4) Kaplan, E. B.: Functional and surgical anatomy of the hand. 3rd ed. Philadelphia, J B Lippincott, pp. 327-332, 1984.
- 5) Fahrer, M., et al.: Palmaris longus, anteductor of the thumb. an experimental study. Hand, 8 : 287-289, 1976.
- 6) Testut, L.: Les Anomalies Muscularis chez l'Homme. Paris, Masson, 1884.
- 7) 市江雅芳：長掌筋の作用に関する機能解剖学的研究。信州医誌, 35 : 33-44, 1987.
- 8) Ichie, M.: Control of thumb movements: EMG analysis of thumb and its application to functional electrical stimulation for a paralyzed hand. Frontiers Med. Biol. Engng, 6 : 291-307, 1995.
- 9) 鈴木 誠：日本人長掌筋の研究—統計的並びに遺伝的調査—。人類学雑誌, 63 : 225-233, 1955.

## 著明な母指球筋萎縮を伴う手根管症候群の 電気診断と治療経験

塩釜掖済会病院整形外科

信田 進吾

東北労災病院整形外科

小島 忠士・佐藤 克巳

佐々木整形外科

佐々木 和義

Electrodiagnosis and Treatment for Carpal Tunnel Syndrome with Severe Thenar Muscle Atrophy

Shingo Nobuta · Tadao Ojima · Katsumi Sato  
& Kazuyoshi Sasaki

We performed nerve conduction study in 4 cases, 5 hands of carpal tunnel syndrome with severe thenar muscle atrophy and made a comparative study between electrophysiological parameters and surgical findings. We used the inching technique and recorded compound muscle action potential (CMAP) from the abductor pollicis brevis (APB) and the second lumbrical (SL) muscle, and recorded sensory nerve action potential (SNAP) from index finger. Distal latency, conduction time in 1 cm segment and amplitude in the above potentials were parameteres analyzed. APB-CMAP was not recordable in all 5 hands. SNAP was recorded only in case 1 with low amplitude and delayed distal latency. SL-CMAP was recordable in all 5 hands, in which 4 hands showed low amplitude and delayed distal latency. In case 2, conduction time of SL-CMAP was prolonged in the proximal site of flexor retinaculum. Surgical findings of median nerve revealed abnormality in the course of thenar muscle branch in case 1, pseudoneuroma in the proximal area of flexor retinaculum in case 2 with Kienböck disease. The other 3 hands showed a marked narrowing of median nerve entrapped by thickened flexor retinaculum. In conclusion SL-CMAP was one of the most valuable potential in the nerve conduction study for the definite diagnosis of carpal tunnel syndrome with severe thenar muscle atrophy.

### はじめに

手根管症候群の確定診断には、臨床所見とともに複合筋活動電位 (compound muscle action potential, 以下 CMAP と略す) や知覚神経活動電位 (sensory nerve action potential, 以下 SNAP と略す) の導出による神経伝導速度、遠位潜時の測定をもとに、手根管部における正中神経の局在性伝導障害を把握する

ことが不可欠である。しかし、重度手根管症候群で SNAP や短母指外転筋からの CMAP が導出されない場合は、電気生理学的診断が困難となることがある。そこで我々は、著明な母指球筋萎縮を伴う手根管症候群に対する有用な電気診断法の検索を目的として、短母指外転筋 (APB) および第2虫様筋 (SL) よりの CMAP、示指よりの SNAP を分析し、電気生理学的所見と手術所見を比較検討した。

**Key words :** carpal tunnel syndrome, thenar muscle atrophy, electrodiagnosis, second lumbrical, median nerve  
**Address for reprints :** Shingo Nobuta, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Shiogama Ekisaikai Hospital, 1-15-24 Shinhamacho, Shiogama, Miyagi 985, Japan.

## 対象と方法

対象は、1992年7月より1995年9月までに経験した手根管症候群の手術症例22例25手のうち、初診時に母指球筋萎縮が著明で母指掌側外転筋力がP以下であった4例5手である。性別は男性1例、女性3例4手であり、年齢は33歳から63歳で平均50歳である。発症後の経過期間は9カ月から5年、平均2年である(Table 1)。なお症例3、4は同一症例であり、左側手術の1年2カ月後に右側手術を施行し、左側手術時に右側は無症状であり、右側手術時に左側は完全回復を認めたので、検査時点での反対側とともに健側とみなした。

神経伝導検査の刺激方法は、インチング法に準じて正中神経を皮膚上から1cm間隔で刺激し<sup>3)</sup>、刺激点は遠位掌側皮膚線を基準点0として近位方向を+、遠位方向を-として1cm毎に各3cmずつ設定した。刺激強度はCMAPでは最大上刺激、SNAPでは弱刺激とした。短母指外転筋よりCMAPの導出には記録電極(皿電極)を0点より5cm距離の短母指外転筋

の筋腹中央に、基準電極をその5cm末梢に置いた。示指よりSNAPの導出は逆行性に行い、記録電極(リング電極)を0点より10cmの示指MP関節部に、基準電極を示指DIP関節部に置いた。第2虫様筋よりのCMAPの導出にはLogigianら<sup>2)</sup>の方法に準じて、記録電極を0点より7cmの第3中手骨橈側に、基準電極を中指DIP関節部に置いた。

分析方法は、CMAPは立ち上がり潜時、SNAPは頂点潜時を計測し、基準点の刺激による潜時を遠位潜時として正常値と比較した。1cm区間の伝導時間は0.4msec以下を正常とし<sup>3)</sup>、振幅は健側と比較した。遠位潜時の正常範囲は健康成人10手の計測値よりMean±2S.D.を算出して用いた。すなわちAPB-CMAPでは1.64~4.72msecで4.7msec以下、SNAPは1.79~3.67msecで3.6msec以下、SL-CMAPは2.03~4.07msecで4.0msec以下を各々正常値とした。以上の分析結果を手術所見と比較検討した。

## 結 果

### 1) 神経伝導検査 (Table 2)

短母指外転筋より導出のCMAPは、5手全例において振幅100μV以上の波形が導出できず、分析不能であった。

示指より導出のSNAPは、症例1では低振幅の波形を導出したが、遠位潜時は4.1msecと軽度の遅延を認めた。症例3、5では手根管末梢部の刺激でのみ低振幅の波形を認めたが、症例2、4では振幅10μV以上のSNAPが導出できなかった。

第2虫様筋より導出のCMAPは、健側の10~63%と低振幅ながら、5手全例に振幅100μV以上の明瞭

Table 1 Materials

Case	Age	Sex	Side	Period	MMT
1. F.K.	33	F	R	13	P
2. S.T.	63	M	L	9	P
3. K.M.	52	F	R	26	P
4. K.M.	50	F	L	12	T
5. R.K.	50	F	R	60	P

Period: period from the onset (months)

MMT: manual muscle test of thumb palmar abduction

Table 2 Results of nerve conduction studies

Case	APB-CMAP	SNAP: (Amp DL)	SL-CMAP: (Amp DL CT)				
			(-)	(+)	42	4.8	
1. F.K.	(-)	(+)	60	4.1	(+)	42	4.8
2. S.T.	(-)	(-)			(+)	63	2.4(+1~0)
3. K.M.	(-)	(±)	40		(+)	50	4.1 0.5(-1~-2)
4. K.M.	(-)	(-)			(+)	10	4.1
5. R.K.	(-)	(±)	80		(+)	21	7.2

APB: abductor pollicis brevis

CMAP: compound muscle action potential

SNAP: sensory nerve action potential

SL: second lumbrical

Amp: amplitude (per cent, compared with normal side)

DL: distal latency (msec)

CT: conduction time in 1 cm (msec)

Table 3 Surgical findings and nerve conduction studies

Case	APB-CMAP	SNAP	SL-CMAP	Surgical findings of median nerve
1. F.K.	(-)	(+)	(+)	abnormality of thenar muscle branch
2. S.T.	(-)	(-)	(+)	pseudoneuroma, Kienböck disease
3. K.M.	(-)	(±)	(+)	severe entrapment
4. K.M.	(-)	(-)	(+)	severe entrapment
5. R.K.	(-)	(±)	(+)	severe entrapment

な波形が導出可能であった。症例2の伝導時間は0点から近位1cmの区間に、症例3では遠位1cmから2cmの区間に延長を認めた。症例2以外の4手における遠位潜時は4.1msecから7.2msecと遅延を認めた。

## 2) 手術所見 (Table 3)

手術は全例に手根管開放と正中神経剥離術 (epineurotomy) を行った。症例1は正中神経の絞扼とともに、母指球筋枝が手根管内で正中神経橈側より分岐して屈筋支帯を貫通する分岐・走行異常例であり、貫通部で母指球筋枝の絞扼を認めた。症例2はキーンベック病合併例であり、月状骨レベルである屈筋支帯の中枢側に正中神経のくびれと肥大した偽性神経腫を認めたが、月状骨の圧潰による手関節掌側の関節包の膨隆は軽度であった。症例3, 4, 5は屈筋支帯による正中神経の強い絞扼と狭小化を認めた。

## 考 察

著明な母指球筋萎縮を伴う重度の手根管症候群は、短母指外転筋よりの CMAP や示指よりの SNAP が導出不能で神經伝導速度、遠位潜時が測定不能となり、従来の正中神経の電気診断が困難となることを日常診療でしばしば経験する。河崎ら<sup>1)</sup>はこのような症例に対して、中潜時体性感覚誘発電位の導出による神経絞扼部位の局在診断を試みているが、波形が意識レベルにより影響され、多数回の加算が必要で被験者への拘束時間が長く、日常診療に応用するには煩雑な方法である。

Logicianら<sup>2)</sup>は手根管症候群および正常例を対象として、短母指外転筋と第2虫様筋より CMAP を導出して遠位潜時を検討し、手根管内で正中神経の第2虫様筋枝は母指球筋枝よりも深部に存在するので障害を受けにくくと報告した。また白石ら<sup>7)</sup>は短母指外転筋より CMAP が導出不能の17手のうち12手、71%に第2虫様筋より CMAP が導出可能であったと述べ、手根管症候群では屈筋支帶に近い母指球筋枝が最

も障害を受けやすく、第2虫様筋枝は深部背側に位置するので障害される可能性が少ないと報告した。同様に佐藤<sup>6)</sup>は、短母指外転筋より CMAP が導出されない症例の約50%は第2虫様筋より CMAP が導出可能であると述べている。

今回我々が経験した症例では、短母指外転筋より CMAP が導出不能であった5手全例において第2虫様筋より明瞭な CMAP が導出され、諸家の報告と同様の結果であった。4手に遠位潜時の遅延を認め、症例2, 3ではインチング法により1cm区間の伝導遅延も確認でき、これらの電気生理学的所見は手術所見をも裏付ける結果であり、第2虫様筋よりの CMAP は手根管部における正中神経の局在性伝導障害の把握に唯一有用な方法であった。また SNAP は症例2～5において導出されず、症例3, 5では手根管末梢部の刺激でのみ低振幅の波形が導出された。従って第2虫様筋枝は示指への知覚枝よりも障害されにくいと推測され、Logicianら<sup>2)</sup>も第2虫様筋枝が示指への知覚線維よりも障害されにくいことがあると述べている。白石ら<sup>7)</sup>の解剖学的検討によると、示指への知覚枝の大半は第2虫様筋枝よりも深部背側に位置するとされており、示指への知覚枝が第2虫様筋枝よりも障害されやすい理由は不明である。

症例1は術前に知覚障害を全く認めず、母指球筋枝の分岐異常例であった。Phalen<sup>5)</sup>は手根管症候群の27.5%の症例には知覚障害がないと報告し、また長岡ら<sup>4)</sup>は運動麻痺優位の症例は母指球筋枝の分岐・走行異常を念頭におくべきであると述べている。知覚障害がなくほぼ正常の SNAP が導出され、母指球筋萎縮が高度で短母指外転筋より CMAP が導出不能である症例1のような症例では、第2虫様筋より導出の CMAP のみが伝導障害の根拠となるので、母指球筋枝分岐異常例に対しては第2虫様筋よりの CMAP が特に有用な電気診断法であるといえる。

今後さらに症例を重ねて、術後の臨床症状の回復と

ともに短母指外転筋および第2虫様筋よりの CMAP と SNAP の回復過程も併せて検討したいと考えている。

### ま　　と　　め

1. 著明な母指球筋萎縮を伴う手根管症候群 4 例 5 手に対して電気診断を行い、手術所見と比較した。

2. 短母指外転筋よりの CMAP と示指よりの SNAP は導出不能または困難であったが、第2虫様筋よりの CMAP は 5 手全例で導出され、分析可能であった。また第2虫様筋の CMAP により手術所見が裏付けられた。

3. 正中神経の第2虫様筋への筋枝は屈筋支帯による障害を免れやすいと考えられ、手根管症候群の重症例や母指球筋枝分岐異常例では第2虫様筋より導出の CMAP の分析が確定診断に有用と考える。

稿を終えるにあたり、宮城野病院整形外科・宮坂芳典先生の御指導に深謝致します。

### 文　　献

- 1) 河崎美也子 他：重度手根管症候群に対する中潜時体性感覺誘発電位の臨床応用に関する研究. 日整会誌, 69 : 891-898, 1995.
- 2) Logigian, E. L., et al.: Lumbrical sparing in carpal tunnel syndrome. Neurology, 37 : 1499-1505, 1987.
- 3) 宮坂芳典 他：INCHING 法による上肢の末梢神経局在病変の検索. 臨整外, 25 : 137-144, 1990.
- 4) 長岡正宏 他：手根管症候群の臨床像. 日手会誌, 8 : 869-872, 1992.
- 5) Phalen, G. S.: Reflections on 21 years' experience with the carpal-tunnel syndrome. J. Am. Med. Ass., 212 : 1365-1367, 1970.
- 6) 佐藤勤也：手根管症候群の臨床像と診断. M B Orthop., 8(1) : 1-6, 1995.
- 7) 白石仁志 他：手根管症候群における第2虫様筋の電気生理学的および解剖学的検討. 日手会誌, 8 : 269-272, 1991.

## 重度手根管症候群における神経内剥離術の検討

愛野記念病院整形外科

宮 崎 洋 一・平 野 英 二  
木 村 和 也

Evaluation of Internal Neurolysis for Severe Carpal Tunnel Syndrome

Youichi Miyazaki · Eiji Hirano & Kazuya Kimura

Adjunctive internal neurolysis of the median nerve followed by release of the carpal tunnel is widely performed for treating carpal tunnel syndrome. However, the efficacy of internal neurolysis is still controversial. In this study, severe carpal tunnel syndrome cases were evaluated pre and post-operatively. We also compared the results of patients treated by internal neurolysis followed by release of the carpal tunnel with patients who had release only.

Between 1987 and 1993, 23 hands of 22 patients with severe carpal tunnel syndrome that was associated with sensory loss and severe thenar atrophy with no motor response to stimulation were treated at the Aino Memorial Hospital. All hands were randomized to two treatment groups, release of the carpal tunnel with the addition of an internal neurolysis of the median nerve or release of the carpal tunnel without neurolysis. All patients were diagnosed primary carpal tunnel syndrome. Group 1, consisting 11 hands in 11 patients, were treated by release of the carpal tunnel and internal neurolysis of the median nerve. Group 2, consisting 12 hands in 11 patients, were treated by release of the carpal tunnel without neurolysis. Thenar muscle strength and bulk were recorded in all hands. Thenar muscle strength was evaluated a manual grade scale of 0 to 5 according to the classification of the American Orthopaedic Association. Thenar atrophy was graded as none, mild, moderate, or severe based on the bulk of the thenar muscle. Mild atrophy consisted of mild decreasing of thenar muscle bulk, moderate atrophy consisted of flattening of the thenar eminence, and severe atrophy consisted excavation of the thenar eminence. Median nerve function was evaluated using two-point discrimination test and electromyography. The two treatment groups were compared using a non-paired T test.

Analyzing the post-operative data, the majority of the hands in both groups achieved satisfactory results and there was no significant difference between the results of the two groups. Results of this study indicate that standard surgical release of the carpal tunnel is equally effective in patients with severe carpal tunnel syndrome.

### はじめに

神経内剥離術は神経内の瘢痕により生じた神経束への圧迫を解除する手技であるが、この臨床的効果についてはいまだに論議がある。今回我々は、著明な母指筋萎縮を伴った重度手根管症候群に対し手根管開放術のみを行った例と、これに神経内剥離術を加えた例

との術後成績を比較し、神経内剥離術の有用性について検討したので報告する。

### 対象および方法

1987年から93年までの7年間に当院で手術を行った手根管症候群274例367手のうち、特発性と診断され術前の筋萎縮が高度で運動神経伝導速度が導出不能

**Key words :** carpal tunnel syndrome, muscle atrophy, internal neurolysis

**Address for reprints :** Youichi Miyazaki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Aino Memorial Hospital, 3838-1, Aino-cho, Minamitakagi-gun, Nagasaki 854-03, Japan.

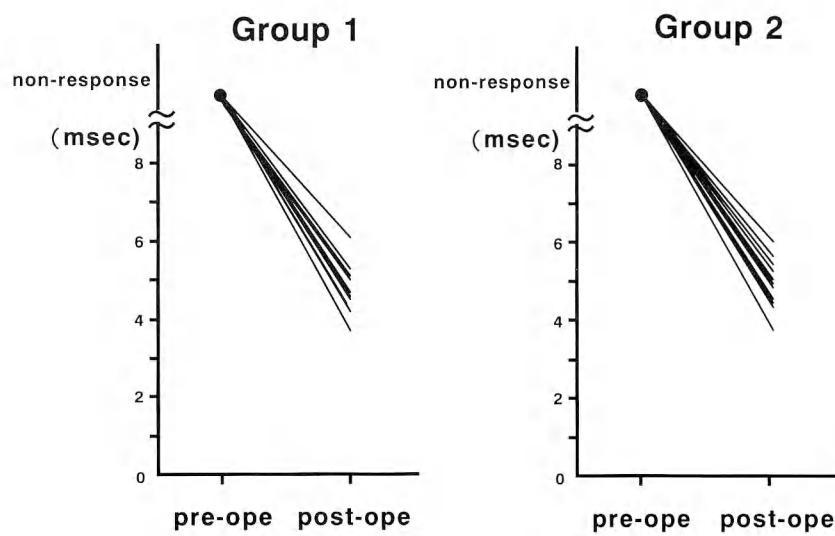


Internal neurolysis  
(epineurectomy)

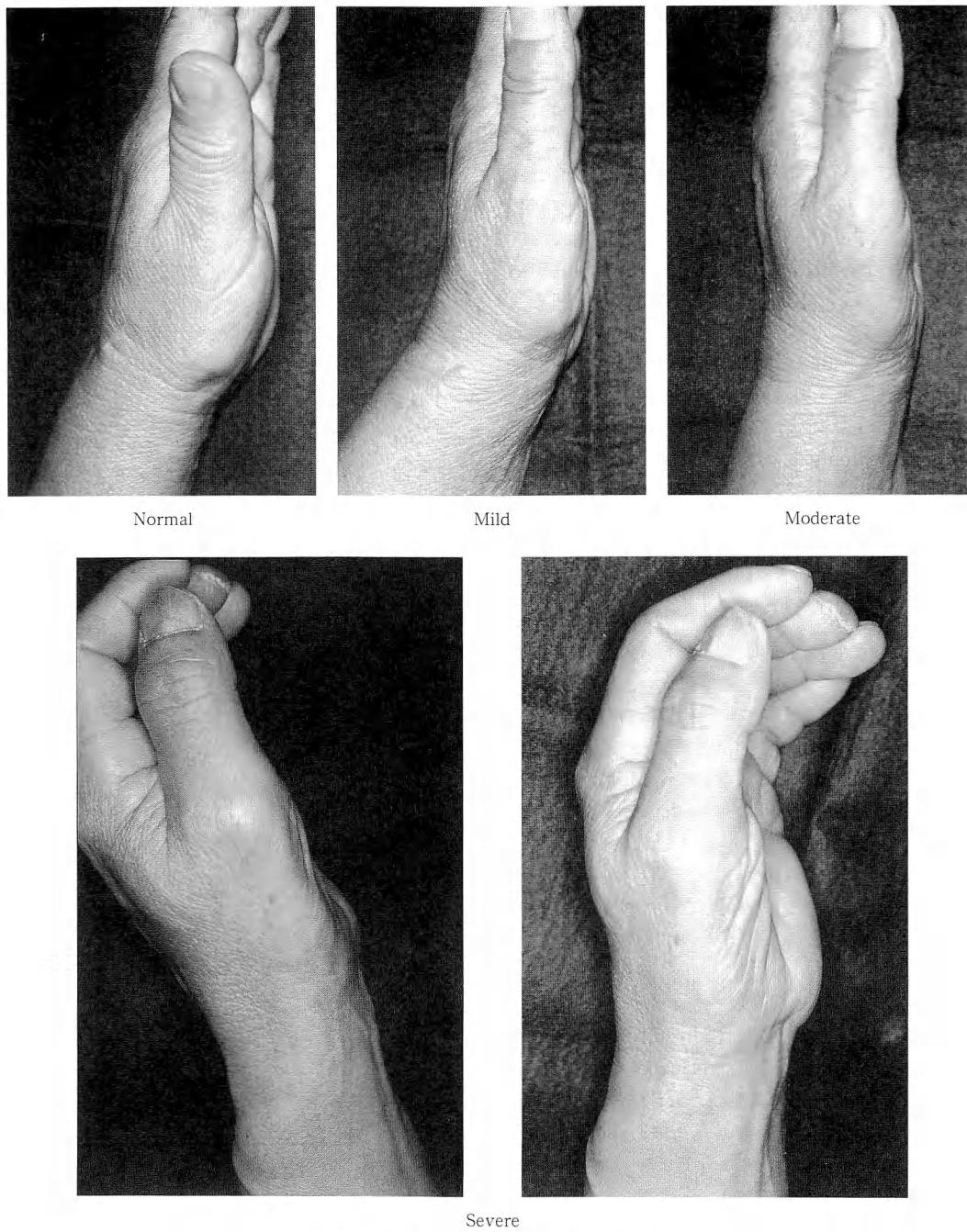


Decompression only

**Fig. 1** A curvilinear incision was used in all hands. The transverse carpal ligament was incised on its ulnar side. Internal neurolysis was performed with resection of the epineurium and dissection of the fascicular groups in the palmar side of the median nerve.



**Fig. 2** Recovery of Distal Motor Latency



**Fig. 3** Grading of the nerve muscle atrophy

であったもので、直接検診できた22例23手を対象とした。これらのうち、手根管開放術に神経内剥離術を加えた例をグループ1、手根管開放術と神経周囲の剥離のみを行った例をグループ2とした。グループ1は11例11手、男性2例女性9例、右手8例左手3例、平均年齢60.6歳、発症から手術施行時までの平均罹病期間は7.4年、追跡期間は27ヵ月から64ヵ月、平均41.5ヵ月であった。グループ2は11例12手、男性1例女性10例、右手7例左手3例両側1例、平均年齢58.8歳、平均罹病期間7.7年、追跡期間は14ヵ月から36ヵ月、平均21.4ヵ月であった。手術は、腋窩神経ブロック下に手掌部にCurved Incisionを加え、横手根靱帯を切離して、手根管を開設した。さらに、グループ1の11手には顕微鏡下に正中神経の神経上膜を切離してこれを剥離し、神経束を展開した。神経束の剥離は正中神経の掌側にとどめ、いわゆるpartial epineurectomyとした(Fig.1)。なお手術はすべて同一術者によって行われた。術後はいずれも約1週間のシーネ固定を行った。このうちグループ1の5手と、グループ2の2手にCamitz法を追加した。これら全例について術前と術後に知覚、筋力、筋萎縮、運動神経終末潜時の測定を行った。知覚はstatic two point discrimination test(以下2PD)を計測し、アメリカ手の外科学会の評価基準に従い、4段階に判定した。筋力は徒手筋力検査で母指外転筋力を測定した。筋萎縮はGelbermanら<sup>3)</sup>の評価法を一部改正し、健側と比べ容積が減少しているものをMild、母指球の隆起が平坦化しているものをModerate、さらに母指球橈側に陥凹が認められるものをSevereとした(Fig.3)。以上の4項目について2群間の成績を比較し、両術式の優劣について検討した。なお有意差検定は対応のないt検定を用いて5%の危険率で行った。

## 結果

知覚の回復は、術前は全例Protectiveであったものが、術後はグループ1ではNormal8手、グループ2ではNormal11手に改善し、両群とも良好な回復が得られた。有意差は認めなかった(Table 1)。母指外転筋力は、術前は全例0から1であったが、術後は3以上の筋力を獲得しており、両群間に差はなかった(Table 2)。筋萎縮については、術前は全例Severeであったが、術後グループ1、グループ2ともに5手がNormalにまで回復し、これらはほぼ1年前後で完全回復が得られていた。回復がみられなかっ

Table 1 Static two-point discrimination test

	Group 1		Group 2	
	pre-ope	post-ope	pre-ope	post-ope
Normal (0~6mm)	0	8	0	11
Fair (7~10mm)	0	3	0	1
Poor (11~15mm)	0	0	0	0
Protective (>15mm)	11	0	12	0

Table 2 Thenar Muscle Strength

grade	Group 1		Group 2	
	pre-ope	post-ope	pre-ope	post-ope
5	0	4	0	5
4	0	5	0	4
3	0	2	0	3
2	0	0	0	0
0~1	11	0	12	0

Table 3 Thenar Muscle Atrophy

	Group 1		Group 2	
	pre-ope	post-ope	pre-ope	post-ope
None	0	5	0	5
Mild	0	3	0	2
Moderate	0	2	0	3
Severe	11	1	12	2

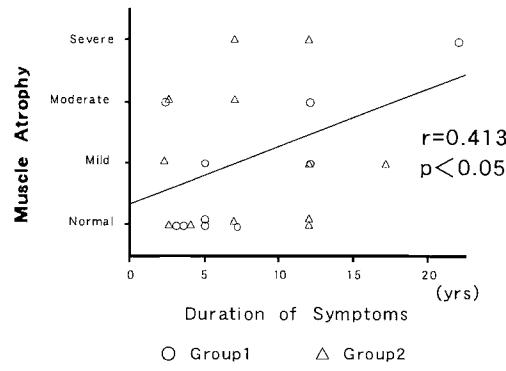


Fig.4 Recovery of Thenar Muscle Atrophy

たのはそれぞれ1手と2手であった(Table 3)。このように筋萎縮の回復についても両群間に有意差はなかった。運動神経終末潜時は術前には全例で測定不能であったが、調査時には全例で測定可能となり、グループ1は平均4.8msec、グループ2は平均5.2msecに回復しており、両群間に有意差はなかった(Fig. 2)。以上の項目について両群間には差が認められず、神経内剥離術の成績は手根管開放術単独のものに比べてくに優れてはいなかった。今回、さらに筋萎縮の回復と年齢、性別、罹病期間、追跡期間について検討したが、罹病期間と筋萎縮の間には相関係数0.413( $P<0.05$ )の相関が認められ、筋萎縮の回復は罹病期間に影響される傾向が認められた(Fig. 4)。しかし、そのほかの因子との相関は認められなかった。

### 考 察

神経内剥離術の操作が局所におよぼす影響についてはいくつかの矛盾した結果が報告されている。Lundborgらは手術操作は神経のすべての層に線維化を引き起こし、新たな障害の原因になると指摘しているが<sup>4)6)</sup>、Mackinnonらは術後6カ月では特に瘢痕を作らなかつたと述べている<sup>5)</sup>。また鶴田らは神経内剥離術で神経の血流の増加を認めたと述べているが<sup>11)</sup>、松本らは逆に約20%減少したと報告している<sup>12)</sup>。こうした実験的研究の矛盾した結果に加え、臨床的な検討においても神経内剥離術による良好な成績の報告はいくつかあるが<sup>1)8)</sup>、対象とした症例の重症度が報告によってばらつきがあることから神経内剥離術の有用性についてはいまだに議論がある。今回我々は術前の筋萎縮が高度で運動神経伝導速度が導出不能であった重度手根管症候群のみを対象に神経内剥離術の有用性を検討した。知覚は全例で2PDが改善していた。知覚については諸家の報告でも神経内剥離術の有無を問わず良好な成績が報告されており<sup>1)3)6)</sup>、重度手根管症候群においても手根管開放術のみで良好な知覚の回復が得られると考えられた。今回対象としたような重度手根管症候群の筋力や筋萎縮の回復については、Curtisら<sup>1)</sup>やRhoadesら<sup>6)</sup>が神経内剥離術の有用性を報告している。一方Gelbermanら<sup>2)</sup>は、Rhoadesらとほぼ同じ重症度の症例に対し手根管開放術のみを行いその成績を比較した結果、両群の成績に差はなく、重度手根管症候群でも手根管開放術のみでよいと述べている。そこで、今回特に筋萎縮の回復に注目して調査を行ったが、両群間の成績に有意差はなかった。ま

たNormalまで回復した症例は両群ともほぼ1年前後で回復しており、神経内剥離術は筋萎縮の回復時期にも影響をおよぼしていないかった。今回の我々の調査ではほぼ同じ重症度の二つのグループに同一術者が手術を行つたが、術後成績に有意な差は認められず、重度手根管症候群に対しても手根管開放術による神経外からの除圧のみで良好な成績が得られると考えられた。

### ま と め

- 著明な母指球筋萎縮を伴い、術前の運動神経伝導速度が導出不能であった重度手根管症候群22例23手に対して、11手に神経内剥離術を、12手に手根管開放術のみを行い両群の術後成績を比較した。
- 知覚の回復は両群とも良好で、筋力、筋萎縮、終末潜時の回復についても両群間に差はなかった。
- 以上より重度手根管症候群に対しても手根管開放術による神経の除圧で十分な治療成績が得られると考えられた。

### 参 考 文 献

- Curtis, R. M., et al.: Internal Neurolysis as an Adjunct to the Treatment of the Carpal-Tunnel Syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 55A : 733-740, 1973.
- Celberman, R. H., et al.: Results of Treatment of Severe Carpal Tunnel Syndrome without Internal Neurolysis of the Median Nerve. *J. Bone Joint Surg.*, 69A : 896-903, 1987.
- Graham, R. A. et al.: Carpal Tunnel Syndrome: A Statistical analysis of 214 cases. *Orthopaedics*, 6 : 1283-1287, 1985.
- Lundborg, G., et al.: Intrinsic vascularization of human peripheral nerves: Structural and functional aspects. *J. Hand Surg.*, 4 : 34-41, 1979.
- Mackinnon, S. E. and Dellen, A. L.: Evaluation of micro-surgical internal neurolysis in a primate median nerve model of chronic nerve compression: Internal neurolysis versus decompression. *J. Hand Surg.*, 13A : 345-351, 1988.
- 松本 昇 他: 亜急性圧迫末梢神経障害に関する実験的研究. 整形外科, 33 : 1492-1494, 1982.
- Rhoades, C. E., et al.: Results of Internal Neurolysis of the Median Nerve for Severe Carpal Tunnel Syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 67A : 253-256, 1985.
- Rydevik, B., et al.: Intraneuronal tissue reactions induced by internal neurolysis. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 10 : 3-8, 1976.
- 桜井 実 他: Neurolysisの適応と限界について. 整形外科, 30 : 1133-1139, 1979.
- 桜井 実 他: Internal Neurolysisの適応と成績. 日

- 手会誌, 3: 902-905, 1987.
- 11) 鶴田俊一 他: 神経剥離術による血行改善の証明. 日手会誌, 3: 146-149, 1986.
- 12) 杉岡 宏 他: 手根管症候群における完全変性筋の術後経過. 整形外科, 33: 1587-1590, 1982.

## 追加発言

東北中央病院 桜井 実

治療手段を変えて比較群を作るのは臨床研究として評価できる. 手根管症候群における神経の病変には神経上膜の肥厚しているものは少い. 従って余り神経上膜縦割をする必要はない例が多く, その結果2群に差が出なかつた可能性がある. 時によっては神経内除圧の手段が必要もあるう.

---

## 重度手根管症候群に対する神経外剥離術の有効性

島根医科大学整形外科学教室

内尾祐司・朱尚孝  
越智光夫

Efficacy of External Neurolysis for  
Severe Carpal Tunnel Syndrome

Yuji Uchio · Naotaka Shu & Mitsuo Ochi

A retrospective study was undertaken to determine the efficacy of external neurolysis in patients with severe carpal tunnel syndrome (CTS). The criteria for severe CTS in this study were severe thenar atrophy, anesthesia, unobtainable median sensory-evoked response and absent or prolonged median motor distal latency. Eighteen hands in 16 patients met these criteria. These patients (severe, S-group) were compared with 25 patients (35 hands) without these criteria (mild, M-group). All patients had symptoms, including pain, weakness, or decreased sensation. Postoperative follow-up averaged 74 months. Symptomatic improvement was obtained in both group. Two-point discrimination, Semmes-Weinstein monofilament testing, and distal latency of the median nerve significantly improved to normal in both group ( $p<0.05$ ). But grip and pinch strength did not improve in S-group. These results indicate that external neurolysis is of benefit to patients with severe CTS, but thumb function does not return to normal. To improve thumb function, not only external neurolysis but also opponens plasty is recommended for severe CTS.

### 目的

母指球の萎縮や知覚消失を伴う神経活動電位の導出されない重度手根管症候群に対する治療成績についての報告は少ない<sup>1)2)5)</sup>。本研究の目的は重度障害例に対する神経外剥離術の有効性を調査するとともに、軽度障害例と比較して、その問題点を明らかにすることである。

### 方 法

対象は昭和53年以降、他の末梢神経障害を伴わない、特発性手根管症候群に対して当科で手術的治療を行った2年以上経過した42例53手である。男性5手、女性48手であり、手術時平均年齢は52(27~71)歳であった。これらは病歴及び理学的所見によって本疾患と診断され、電気生理学的には正中神経の運動神経遠

位潜時が4 msec以上か、知覚神経遠位潜時が3.5 msec以上の患者である<sup>1)</sup>。これらの内、母指球筋の萎縮や知覚消失があって、知覚神経電位が導出されないか、運動神経遠位潜時が10msecを越えるものを重度手根管症候群<sup>5)</sup>とした。すなわち、この定義に合致する16例18手を重度障害群（以下S群と略す）、他の26例35手を軽度障害群（以下M群）とした。両群の年齢、性別、利き手側、罹病期間、経過観察期間はTable 1に示す通りであり、両群には有意の差はなかった。両側に対して、全例手根管を開放して、神経外剥離術を加えた。

これらに対して、術前と最終調査時において以下の項目を調査した。臨床症状はLevineら<sup>3)</sup>の方法に従って、疼痛、しびれ感、脱力を5段階にわけ、正常を1点、重度を5点として自己採点の後、各項目の評価点を算出して、その平均を評価ポイントとした。ま

Key words : severe carpal tunnel syndrome, external neurolysis, opponens plasty

Address for reprints : Yuji Uchio, M.D., Department of Orthopaedics, Shimane Medical School, Enyacho 89-1, Izumoshi, Shimane 693, Japan.

Table 1 Demographic Data

	S-group*	M-group†	p value
No. of hands	18	35	
Age (years)	51(35~61)	51(27~71)	0.993
Male female ratio	1:17	4:31	0.651
Dominant side	9/18	25/35	0.125
Duration (months)	56(7~240)	36(3~240)	0.286
Occupation	15/18	27/35	0.125
Follow-up (months)	82(26~156)	70(24~153)	0.356

\*severe group, †mild group

Table 2 Preoperative and postoperative results (S-group)

	Preop.	Postop.	p value
Symptoms	3.8±1.1	1.1±0.1	<0.05
Grip (%)	61.7±0.3	80.0±26.6	0.106
Pinch (%)	66.3±43.5	78.4±22.7	0.486
s 2 PD	8.0±1.2	4.6±1.4	<0.05
m 2 PD	7.3±1.5	2.9±1.6	<0.05
SW	8.3±3.5	5.3±2.0	<0.05
Motor latency (msec)	7.1±0.3	4.1±0.7	<0.05
Sensory latency (msec)	8.2±2.9	3.2±0.8	<0.05

Table 3 Preoperative and postoperative results (M-group)

	Preop.	Postop.	p value
Symptoms	3.7±1.0	1.2±0.5	<0.05
Grip (%)	61.7±0.3	80.0±26.6	<0.05
Pinch (%)	66.3±43.5	78.4±22.7	<0.05
s 2 PD	6.2±1.9	4.3±1.1	<0.05
m 2 PD	5.7±1.9	2.5±1.3	<0.05
SW	5.9±2.2	4.6±1.2	<0.05
Motor latency (msec)	6.0±1.4	4.5±1.1	<0.05
Sensory latency (msec)	4.2±1.8	3.3±1.4	<0.05

た、理学的所見では握力、ピンチ力、示指指腹部での 2 point discrimination (以下 2 PD)、Semmes-Weinstein monofilament testing (以下 SW) を調査した。尚、握力、ピンチ力は年齢、性別、左右を合わせた健常人<sup>4)</sup>のそれに対する比率を求めた。さらに知覚、運動神経の電気生理学的検索を行った。

術前の調査時の比較には実測値の比較とともに、改善率を術前と調査時の差を術前の値で除してもともめ、両群間で比較した。統計学的処理には unpaired t 検定を用い、危険率 5 %未満を有意差有りとした。

## 結果

臨床評価では疼痛、しひれ感、脱力とも両群で有意に改善し、総合評価でも自覚症状の評価ポイントが S 群では術前平均 3.8 であったのが術後 1.2 に改善した

(Table 2)。M 群でも術前 3.7 が術後 1.1 に改善した (Table 3)。

しかし、理学的所見のうち、握力は M 群では術前 79% であったのが術後 103% に改善し正常化したのに対して、S 群では術前 61% が術後 80% に改善傾向を示すものの、正常化するには至らなかった。同様にピンチ力についても M 群は調査時正常化していたのに対して、S 群では回収傾向はあるものの正常のピンチ力を獲得してはいなかった。一方、2 PD は両群とも static, moving とも有意な改善を示し、正常化した。SW においても両群とも有意に改善し正常化した (Table 2, 3)。

電気生理学的検索では S 群では術前知覚神経の活動電位が導出できなかった 9 手のうち調査時 6 手は導出可能となり、遠位潜時は 8.1 msec から 3.1 msec まで改善した。一方、運動神経では S 群では術前導出

Table 4 Improvement ratios

	S-group	M-group	p value
Symptoms	69.4±11.2	64.6±17.1	0.287
Grip	2.5±21.5	15.1±14.4	0.157
Pinch	16.9±25.1	32.4±42.7	0.320
s 2 PD	40.4±21.4	23.2±32.2	<0.05
m 2 PD	57.4±25.9	48.2±39.3	0.652
SW	26.7±31.6	11.0±42.6	0.341
Motor latency	42.9±6.8	20.6±25.5	0.208

\*improvement ratio: | preop.-postop. | /preop. ×100

されなかった8手が、調査時4手で正常となり、遠位潜時は術前7.1msecであったのが調査時4.0msecに有意に改善した(Table 2)。

さらに改善率を両群間で比較すると、握力、ピンチ力ではS群はM群よりも小さい傾向にあり、他の項目ではS群の方がM群よりも大きい傾向があり、特にstatic 2 PDでは有意にS群が大きかった(Table 4)。

### 考 察

手根管症候群に対する神経外剥離術は自覚症状や理学的所見および電気生理学的所見をともに改善させることができ、有効な治療法のひとつである。本研究においても、軽度障害群では全ての調査項目で有意な改善を示し、術後2年以上では正常に回復していた。しかし、重度障害群では自覚症状や知覚の改善をもたらすものの、握力やピンチ力などの母指球の機能の十分な回復は得られなかつた。

改善率でみると、static 2 PDやSWなどの知覚検査において重度障害群では改善率は高く、一方、握力やピンチ力などの運動機能の改善率は軽度障害群よりも低い結果であった。このことは重度障害群に対しても神経外剥離術は知覚神経の改善には有効であることを示す一方で、その運動神経が関わる握力やピンチ力の改善には限界があることを示している。すなわち、握力やピンチ力が重度に障害されている重度手根管症候群においては、神経外剥離術だけではその改善に限界があつて母指球の十分な機能回復までには至らないものと推察する。

母指球の機能再建の必要性については論議のあるところであるが<sup>1)2)5)</sup>、これらの報告のいずれもが筋萎縮の観察や単一筋の筋力測定での改善を検索したものであつて、把持やピンチ動作などの機能をえたより詳細な評価ではなかつた。従つて、われわれの調査か

ら、重度手根管症候群に対しては把持やピンチ動作の改善のためには神経外剥離術だけでは不十分で母指球の機能再建を加える必要があると考える。

### 結 語

重度手根管症候群に対する神経外剥離術は臨床症状や2 PD, SW testおよび電気生理学的所見を有意に改善させることができるものの、握力やピンチ力の回復は困難である。従つて、母指球の機能再建を加える必要があると考える。

### 文 献

- 1) Finestone, H. M., et al.: Severe carpal tunnel syndrome: Clinical and electrodiagnostic outcome of surgical and conservative treatment. Muscle Nerve., 19 : 237-239, 1996.
- 2) Gelberman, R. H., et al.: Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome without internal neurolysis of the median nerve. J. Bone Joint Surg., 69-A : 896-903, 1987.
- 3) Levine, D. W., et al.: A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 75-A : 1585-1592, 1993.
- 4) Mathiowets, V., et al.: Grip and pinch strength: Normative data for adults. Arch. Phys. Med. Rehabil., 66 : 69-74, 1985.
- 5) Nolan, W. B., et al.: Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome. J. Hand Surg., 17-A : 1020-1023, 1992.

発 言 北海道大学整形外科 加藤 博之  
母指球筋の筋回復が悪い症例では、母転拘縮が悪化するような例がないでしょうか。私達は、重度例では、母指外転筋の再建と同時に内転拘縮も解離するようにしている。

## 手根管症候群（高度筋萎縮例）の手術成績 — 短母指外転筋針筋電図による検討 —

松村総合病院整形外科

田山信敬

福島県立医科大学整形外科学教室

菊地臣一

原町市立病院整形外科

横村伸夫

Clinical Significance of EMG of Abductor Pollicis Brevis  
for Severe Carpal Tunnel Syndrome

Nobutaka Tayama · Shinichi Kikuchi & Nobuo Yokomura

Needle-EMG of abductor pollicis brevis (APB) for 15 hands with severe carpal tunnel syndrome (CTS) before carpal tunnel release were examined. In view of the findings on APB EMG we evaluated the recovery of motor function after surgery in the cases with severe CTS. Motor unit potential (MUP) was recognized on APB EMG in 4 hands and not recognized in 11. The motor function improved in the cases in which MUP was recognized before surgery. Of the cases in which MUP was not recognized, the cases with a long history of the disease had poor recovery in the motor function.

Opponoplasty is sometime performed for severe CTS at the time of carpal tunnel release, but we think it should not be performed in the cases in which MUP is recognized on APB EMG before surgery.

### 目的

のみの除圧術を施行した。術後経過観察期間は、8カ月から62カ月、平均27カ月であった。

手根管症候群のうち、短母指外転筋の高度筋萎縮を呈する重症例に対し、術前に短母指外転筋の針筋電図を施行した。その所見から除圧術による運動機能の予後が予測可能であるかどうか検討した。

### 対象

手根管症候群で母指対立運動ができない、短母指外転筋（以下APBと略す）の徒手筋力テスト（以下MMTと略す）の筋力が0と評価された15手（男性2手、女性13手）を検討の対象とした。年齢は、48から76歳（平均59歳）であった。全例に、手根管開放

### 方 法

術前、全例にAPBに対して針筋電図検査を行った。運動単位（以下MUPと略す）が認められたのは4手で、MUPが認められなかったのは11手であった。MUPの有無で、MUP+群とMUP-群に分けて対比検討した。検討項目は、1. 手術時年齢 2. 罹病期間 3. 術後経過観察時におけるAPB筋力 4. 患者の術後におけるAPB筋力の回復認識時期 5. 術後経過観察時のAPBの針筋電図所見である。

**Key words :** carpal tunnel syndrome, severe case, needle-EMG, surgical treatment

**Address for reprints :** Nobutaka Tayama, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Matsumura General Hospital, 1-1 Kotaro-cho Taira, Iwaki, Fukushima 970, Japan.

## 結 果

## 1. 手術時年齢

手術時年齢は、MUP+群で平均55歳、MUP-群で平均60歳であった。両群間に有意差は認められなかった。すなわち、手術時年齢が高齢であるからAPBのMUPが認められないわけではない。

## 2. 発症時から手術までの罹病期間

罹病期間は、MUP+群で平均46カ月、MUP-群で平均44カ月であった。両群間に有意差は認められなかった。すなわち、罹病期間が長いからといってAPBのMUPが認められないわけではない。

## 3. 術後経過観察時におけるAPBの筋力 (Table 1)

術後の調査時におけるAPBのMMTは、MUP+群では全例が5であった。これに対し、MUP-群ではMMT0が3手、2が1手、4が6手、5が1手であった。MMTが0から3までの症例を非回復群、4から5までの症例を回復群とすると、MUP+群は、全例が回復群に属していた。一方、MUP-群は、非回復群4手と回復群7手の2群に大別され、その回復は様々であった。

## 4. 術後におけるAPB筋力の回復認識時期

APB筋力の回復群11手において、患者が自覚的に筋力の回復を認識した時期を検討した。自覚的な筋力の回復は、ボタンはめの可否と針仕事における作業の改善の有無とした。その結果、MUP+群4手では術後平均5.5カ月、MUP-群7手では術後平均6.5カ月であった。両群間に有意差は認められなかった。すなわち、術前にMUPが認められない症例でも術後に筋力が回復している症例は、術前にMUPが認められ、筋力が回復した症例と比べて、筋力回復が遅延しているわけではない。

## 5. 術後経過観察時のAPBの針筋電図所見

APB筋力の非回復群4手について検討した。4手全てにおいて、術前のMMTは0であった。また、EMGでもMUPは認められなかった。術後もMMTで0の3手では、術後もMUPは認められなかった。一方、術後MMT2と回復が認められた1手は、術後MUPが認められた。しかし、その電位は神經原性電位を呈していた。

## 6. MUP-群での非回復群と回復群の手術時年齢

術前にMUPが認められなかった11手の術後の回復具合は、非回復群4手と回復群7手とに分けられた。この両群間で手術時年齢について、比較検討した。手

Table 1 Relationship between MUP on APB EMG before the operation and MMT of APB after the operation

MUP	MMT 0	1	2	3	4	5
+						4
- N=11	3		1		6	1
no recovery group				recovery group		

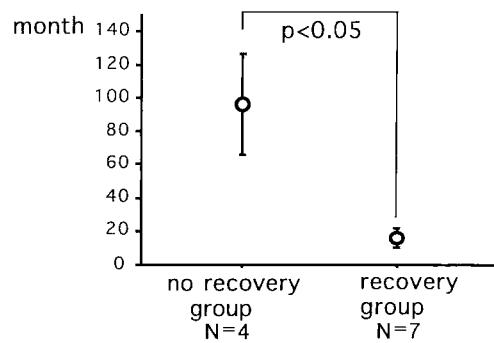


Fig. 1 Period of involvement —MUP (-) group,

11 hands—

The period of involvement of recovery group on MMT of APB were significantly longer than no recovery group ( $p<0.05$ ).

術時年齢は、非回復群で平均58.6歳、回復群で平均61.8歳であり、手術時年齢に、有意差は認められなかった。すなわち、手術時年齢が高齢であるから、回復が不良というわけではない。

## 7. MUP-群での非回復群と回復群の罹病期間 (Fig. 1)

同様に、罹病期間について検討した。罹病期間は、非回復群で平均96.0カ月、回復群で平均16.1カ月であった。非回復群と回復群間で、危険率5%で有意差を認め。すなわち、回復不良例は、回復良好例と比較して罹病期間が長い。

## 考 察

手根管症候群の重症例において、APBの針筋電図検査でMUPが認められる症例は、圧迫部位での神経線維の障害が、完全な伝導遮断となるまでは至ってはない。つまり、神経機能が残存しており、軸索輸送

によって筋の完全変性が免れている状態と考えられる。除圧によって神経機能は、順調に遠位へ回復し筋萎縮も改善する。

これに対し、APB の針筋電図検査で MUP が認められない症例では、圧迫部において完全な伝導遮断となっており、遠位で軸索変性が生じていると考えられる<sup>1)</sup>。この状態では軸索輸送遮断により、神経筋接合部や筋線維の変性がおこっている。除圧により、神経線維は遠位へ再生する。しかし、神経筋接合部または筋線維が変性したままで、インパルスが筋線維まで達しない可能性がある。造影 MRI 所見で、高度筋萎縮例の手根管症候群の圧迫部位での正中神経が、除圧前には造影されるのに対し、除圧後には造影されない事<sup>2)</sup>は以前に報告した。この事実は、除圧という操作によって、神経血管関門が正常化することを示唆している。つまり、神経線維自体は再生していると考えられる。神経線維に対する長期圧迫症例では、神経筋接合部や筋線維が不可逆性の変性に陥っている事が考えられる。このため、術前に MUP が認められない症例で、罹病期間の長い症例は除圧後の運動機能の改善が不良となる。

臨床上、APB の高度萎縮例では母指対立再建が考慮される。術前に APB 針筋電図で MUP が認められた症例では、除圧後 3 ないし 9 カ月以内に APB 筋力の回復が認められた。これに対し、術前に APB 針筋電図検査で MUP が認められなかった症例のうち、罹病期間が長い例は、APB 筋力の回復は不良であった。

このような検討結果から、母指対立再建術の除圧術との併用の適応に対して考えてみる。母指対立再建術後、日常生活で母指の機能が有用となるのは、固定期間等を含め 3 ないし 6 カ月を有すること<sup>3)</sup>を考慮すると、術前に APB 針筋電図で MUP が認められた症例では、除圧術時に母指対立再建を併用する必要は無いと考えられる。

## ま　と　め

1. 母指対立不能な手根管症候群 15 手について、除圧術前の短母指外転筋の針筋電図から手術成績を検討した。

2. 運動単位が認められた症例の除圧術後の運動機能の回復は良好であった。

3. 運動単位が認められなかった症例のうち罹病期間の長い症例は、除圧術後の運動機能の回復は、不良であった。

4. 短母指外転筋筋電図で運動単位が認められる症例は、除圧術時に母指対立再建の併用をする必要はない。

## 文　献

- 1) Dawson, D. M.: Entrapment Neuropathies, 2nd ed., Little Brown, Boston, 5-20, 1990.
- 2) 田山信敬 他：手根管症候群の MRI. 日手会誌, 12 : 357-359, 1995.
- 3) 中村隆二郎 他：当科における手根管症候群の手術治療. 日手会誌, 2 : 152-155, 1985.

## 手根管掌側の靭帯解剖 —鏡視手術の観点から—

埼玉医科大学整形外科学教室

田邊恒成・坂田悍教  
二ノ宮節夫

日本赤十字社医療センター整形外科

奥津一郎・浜中一輝

### An Anatomical Study of the Ligamentous Structures at the Palmar Side of the Carpal Tunnel

Tsunenari Tanabe · Takenori Sakada · Setsuo Ninomiya  
Ichiro Okutsu & Ikki Hamanaka

We have been treating patients who suffered from carpal tunnel syndrome using the Universal Subcutaneous Endoscope (USE) system since 1986.

We discovered fibers which function as a distal holdfast of the flexor retinaculum (DHFFR) or the distal portion of the flexor retinaculum. When only the flexor retinaculum is released using endoscopic procedure, the sectioned ends of the flexor retinaculum are separated by only 1-2 millimeters.

This study demonstrates that the carpal canal is not completely released by the section of the main part of the flexor retinaculum, but completely released by adding the section of the DHFFR.

#### はじめに

手根管症候群に対する手術の目的は、手根管掌側の構造物を切離して、手根管内圧を低下させ正中神経を除圧することにある。われわれは、Universal Subcutaneous Endoscope (USE) system を用いた手根管症候群に対する鏡視手術<sup>6)</sup>を1986年より行なってきた。この臨床経験および手根管内圧測定結果から、屈筋支帶 (flexor retinaculum) あるいは横手根靱帯の単独切離のみでは屈筋支帶の切離端は1~2mm程度しか離開せず、手根管の拡大が不十分であるばかりでなく、手根管内圧も十分に低下しない<sup>8)9)10)</sup>ことに気付いた。さらに、USE system による手根管圧の注意深い観察から、屈筋支帶の遠位掌側に、横走する靱帯様構造物が存在する<sup>8)9)</sup>ことを見いだした。こ

の横走する靱帯様構造物を奥津は機能的観点から distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (以下 DHFFR と略す) または distal holdfast fibers of the transverse carpal ligament (DHFTCL) と命名した<sup>9)</sup>。そして、屈筋支帶のみならず DHFFR をも切離することにより、屈筋支帶の切離端は6~7mm離開し、手根管内圧も屈筋支帶の単独切離時に比べて有意に低下する<sup>9)10)</sup>ことを見いだした。すなわち、手根管を完全に開放して十分に除圧するためには、屈筋支帶に加えて DHFFR の追加切離が必要である事を報告<sup>8)9)10)</sup>した。

今回、われわれは、解剖学的に DHFFR を検証したので報告する。

**Key words :** anatomy, carpal canal, endoscopic surgery, flexor retinaculum

**Address for reprints :** Tsunenari Tanabe, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Saitama Medical School, 38, Morohongo, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama 350-04, Japan.

### 対象および方法

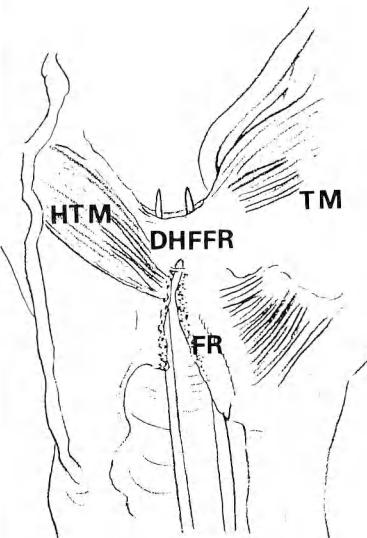
固定屍体12手、新鮮屍体4手、計16手を用いた。全例日本人で、男性7例9手、女性7例7手、平均年齢は74.5歳であった。

固定屍体については、標準的観血手術と同様に掌側より展開し、手根管掌側の靭帯構造を調べた。新鮮屍体については、鏡視手術と全く同様の手技<sup>6)~10)</sup>を行つ

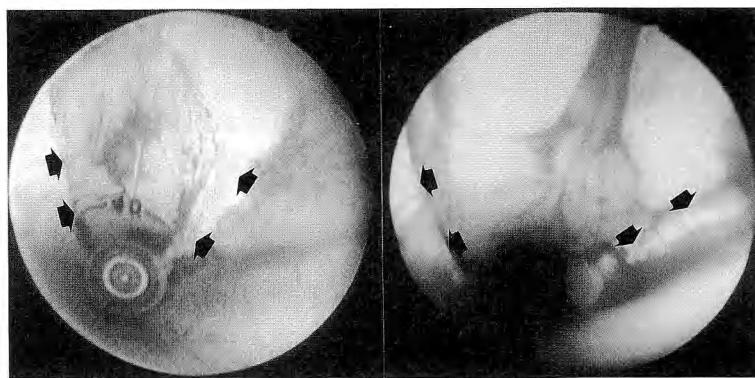
た。すなわち、前腕1cmの小切開よりUSE systemを手根管内に挿入し、屈筋支帶のみを切離した。その後、掌側より展開し、手根管掌側に残る靱帯構造物を検証した。計測はノギスおよびマイクロメーターを用いて行った。

### 結果

固定標本および新鮮標本の全例でdistal holdfast



**Fig. 1** The distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR). The DHFFR is located between the thenar and hypothenar fascia, running transversely. TM : thenar muscle. HTM : hypothenar muscle.



**Fig. 2** Endoscopic view. When only the flexor retinaculum (FR) is released, the distance between the released ends of the flexor retinaculum is 1-2 millimeters (left), however, when both the distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR) and the FR are released, the distance is 6-7 millimeters (right). Arrows show the released ends of the flexor retinaculum.



**Fig. 3** When only the flexor retinaculum (FR) is released, the mean distance between the released ends of the FR is 1.3 millimeters. When both the DHFFR and the FR are released, it is 6.6 millimeters.

fibers of the flexor retinaculum (DHFFR) の存在が確認された (Fig. 1)。DHFFR は、手掌腱膜を切除すると、母指球と小指球の筋膜間に存在し、かつ屈筋支帶より遠位で、その近位端は屈筋支帶の遠位端に位置していた。また、屈筋支帶とは脂肪層により分離され、明らかに違う層を形成していた。すなわち、DHFFR は手掌腱膜と屈筋支帶の間に位置していた。

屍体標本の測定結果では、DHFFR は長さ :  $9.0 \pm 0.5$  mm、幅 :  $13.3 \pm 0.6$  mm、厚さ :  $0.7 \pm 0.1$  mm であった。

新鮮屍体を用いた模擬手術の結果では、実際の鏡視手術 (Fig. 2) と同様の所見が得られた。屈筋支帶単独切離ではその切離端は平均 1.8 mm しか離開しないが、DHFFR をも切離すると平均 6.6 mm の離開が得られた (Fig. 3)。

#### 考 察

手根管症候群に対する手術療法としては、観血手術と鏡視手術がある。観血手術は 1933 年、Learnmonth が初めて報告<sup>5)</sup>した。一方、鏡視手術は 1986 年奥津らが Universal Subcutaneous Endoscope (USE) system を用いて行ったのが始まり<sup>6)</sup>である。それ以後、USE system とは全く概念が異なった鏡視手術

法<sup>1)2)4)</sup>も開発され、鏡視手術が広く行なわれる様になった。

観血手術は、手根管に対して手掌側から侵入する。したがって、今回検証した distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR) は、屈筋支帶の体表面側に位置するために、観血手術を行なう際、その組織を認識することが困難なことと相俟って、無意識に切離していたものと考えられる。したがって、臨床上問題となることは少なかったと推察される。一方、鏡視手術においては、屈筋支帶の切離方向は手根管内側より掌側に向かう。しかし、DHFFR の手根管面は脂肪組織に覆われているため通常の鏡視機械では確認が困難である。DHFFR の存在は、USE system を用いた注意深い鏡視と手根管内圧測定結果の解析により明らかになった。

屈筋支帶 (flexor retinaculum) は、1955 年以前は横手根靱帯 (transverse carpal ligament) と呼ばれていた。Cobb ら<sup>3)</sup>は屈筋支帶の詳細な解剖を行ない、① proximal portion of the flexor retinaculum, ② classic flexor retinaculum (transverse carpal ligament) および ③ distal portion of the flexor retinaculum の 3 つの部分に分けている。この distal portion of the flexor retinaculum は、われわれの

いう DHFFR に相当するとも考えられる。しかし、今回の解剖学的所見およびわれわれの鏡視手術の観察結果からみると、flexor retinaculum の一部とするよりも、別の独立した靭帯構造物として捉えた方が良いと考えられた。

### ま　と　め

1. 尸体標本 16 手を用いて手根管掌側の靭帯構造を調べた。

2. 全例で distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR) の存在が確認された。DHFFR は屈筋支帶の遠位掌側に存在し、構造的に屈筋支帶を掌側から把持しているものと考えられた。

3. 手根管症候群の鏡視手術においては、必ず切離する必要がある組織である。

御校閲をいただいた埼玉医科大学整形外科学教室東博彦主任教授に深謝します。また、解剖学的検索に関して御指導いただいた埼玉医科大学第一解剖学教室金子勝治教授、穂田真澄助教授に深謝いたします。

### 文　献

- 1) Agee, J. M., et al.: Endoscopic release of the carpal

- tunnel: a randomized prospective multicenter study. *J. Hand Surg.*, 17A : 987-995, 1992.  
 2) Chow, J. C. Y.: Endoscopic release of the carpal ligament: a new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy*, 5 : 19-24, 1989.  
 3) Cobb, T. K., et al.: Anatomy of the flexor retinaculum. *J. Hand Surg.*, 18A : 91-99, 1993.  
 4) 二見俊郎 他: 手根管症候群に対する関節鏡を利用した治療法の有用性について. *関東整災誌*, 22 : 7-10, 1991.  
 5) Learmonth, J. R.: The principle of decompression in the treatment of certain diseases of peripheral nerves. *Surg. Clin. North Am.*, 13 : 905-913, 1933.  
 6) 奥津一郎 他: Universal Endoscope の開発と皮下鏡視下手術の試み. *日整会誌*, 61 : 491-498, 1987.  
 7) Okutsu, I., et al.: Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J. Bone and Joint Surg.*, 71A : 679-683, 1989.  
 8) Okutsu, I.: What is endoscopic surgery in carpal tunnel syndrome? *Current Trends in Hand Surgery*, Elsevier Science B.V., 299-303, 1995.  
 9) 奥津一郎 他: 手根管症候群の鏡視下手術とは何か. *日手会誌*, 12 : 391-394, 1995.  
 10) 奥津一郎: 手根管症候群の鏡視下手術. *関節外科*, 15 : 421-428, 1996.

## 手根靱帯 (Intercarpal ligament) の診断における MRI と手関節造影の比較

名古屋大学分院整形外科

塩之谷 香・中 村 蓼 吾

今 枝 敏 彦・後 藤 泰 子

トヨタ記念病院放射線科

牧 野 直 樹

Comparison of MRI and Arthrography in the Diagnosis  
of Intercarpal Ligament Injury

Kaori Shionoya · Ryogo Nakamura · Toshihiko Imaeda

Yasuko Gotou & Naoki Makino

Hitherto the diagnosis of wrist lesions has depended primarily on wrist arthrography, but recently with the enhanced precision of MRI the usefulness of this modality in this area has also attracted attention. In the present study in cases subjected to wrist arthrography and MRI prior to arthroscopy we compared the usefulness of the two modalities in the diagnosis of wrist ligament injury.

Of 500 cases undergoing wrist arthrography at this hospital since 1984-, 40 ligaments of 37 wrists in which injury to the scapho-lunate ligament (S-L, 22 ligaments) or luno-triquetral ligament (L-T, 18 ligaments) was confirmed and both MRI and wrist arthrography were performed within the 3-month period before surgery were investigated. 3 cases had both of S-L and L-T injury. On arthrography the presence/absence of communication between the midcarpal joint (M-C) and radiocarpal joint (R-C) and its location were determined. S-L and L-T on routine MR coronal images are depicted as a low-signal small triangular area. The presence/absence of injuries to these structures was determined, and the two compared with the site of ligament injury confirmed by arthroscopy.

On arthrography the site of leakage and site of ligament injury were consistent in 19 of 22 at S-L ligament (86.4%), 15 of 18 at L-T ligament (83.3%), totally 34 of 40 cases (accuracy=85%). In 16 of 22 S-L ligament (72.7%) and 11 of 18 L-T ligament (61.1%), totally 27 cases in which ligament injury was discernible on MRI the accuracy was 67.5%, which was a lower figure as compared with arthrography.

The cases misdiagnosed on arthrography showed communication between M-C and R-C or influx from the torn portion of TFC to the distal radioulnar joint, and it was thought that insufficient contrast medium reached the injured portion of the ligament. The cases misdiagnosed on MRI showed destruction of the lunate bone, high-grade DISI deformity and/or small perforations, with the image rough and the presence/absence of ligament injury not discernible.

On arthrography the site of communication between R-C and M-C was largely consistent with the site of ligament injury, and the site of injury could be relatively easily diagnosed. At the presently feasible resolution of MRI accurate grasp of the findings is difficult, and so with respect to the diagnosis of ligament injury wrist arthrography is superior to MRI.

**Key words :** MRI, wrist arthrography, S-L ligament, L-T ligament

**Address for reprints :** Kaori Shionoya, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Branch Hospital of Nagoya University, 1-1-20 Daiko-minami, Higashiku, Nagoya 461, Japan.

## はじめに

手根靭帯損傷の有無については従来手関節造影が主に用いられてきた。MRI画像の向上により、その診断に対する適応が可能かどうか注目されている。手根靭帯損傷の診断においての両者の有用性を比較、検討した。

## 対 象

1989年以降1996年4月までの間に当院において施行した手関節鏡500例のうち、術前3カ月以内に手関節造影、MRIの両者が行われており、かつ、術中に舟状月状靭帯（以下 scapho-lunate ligament と称す）または月状三角靭帯（以下 luno-triquetral ligament と称す）の損傷が確認された37手関節を対象にした。両方の靭帯が損傷していた3症例を含め、scapho-lunate ligament の損傷が22手関節に、luno-triquetral ligament の損傷が18手関節に認められ、全部で40靭帯を対象とした。症例の内訳は、尺骨突き上げ症候群12例、キーンベック病8例、TFC損傷疑い6例、舟状骨骨折5例、手根靭帯損傷疑い及び橈骨遠位端骨折各2例などであった。

## 方 法

『手関節造影』手関節造影は、手根靭帯損傷を疑つた2例については手根中央関節より、他の症例は橈骨手根関節よりの single injection 法を主に用い、透視下に造影剤を注入した。橈骨手根関節と手根中央関節の交通の有無及び交通部位を読影した。

『MRI』MRIでは通常手根靭帯はMRIの coronal 像でもっともよく描出され、T1, T2, Proton density 像において各手根骨間近位に逆三角形の低信号

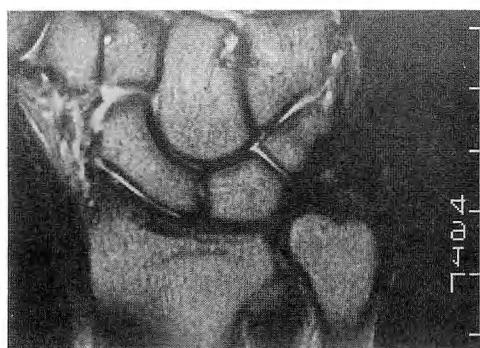


Fig. 1 MRI (T2 weighted image).

域の領域として観察される。Schweitzer らの報告<sup>1)</sup>に基づき、手根骨間に低信号域が観察されない場合に靭帯損傷があると判断した。また Fig. 1 のように手関節内に関節液が貯留している場合は arthrogramographic phenomenon として T2 像で手根骨間に high intensity の帶が観察され<sup>2)</sup>、比較的容易に両骨間の靭帯損傷を推察することができる。

## 結 果

手関節鏡で scapho-lunate ligament の損傷が確認された22症例のうち、手関節造影の所見が一致したのは19例であり、一致率は86.4%であった。

MRIで同靭帯の損傷が読影可能であったのはそのうち16症例であり、一致率は72.7%と関節造影に比して低い割合を示した。また luno-triquetral ligament の損傷が確認された18症例のうち、手関節造影の所見と一致したのは15例で、一致率は83.3%であり、scapho-lunate ligament 損傷と同様の値をしめた。しかしMRIで読影可能であったのは11例のみであり、一致率は61.1%とさらに低い値を示した。

## 症 例

25才男性、会社員。ラグビーの試合中転倒し、手関節掌側をついて受傷。近医受診するも単純 X-P 上異常なく外用剤の処方のみを受けていた。疼痛が消失せず、3カ月後紹介され受診した。握り拳をつくって回外すると Click 音とともに手の関節がはずれるような感じがするという訴えがあった。単純 X-P 上はっきりした異常は認められなかった。手根中央関節からの手関節造影では月状舟状骨間より橈骨手根関節へ漏れがみられた (Fig. 2-1)。MRIでは scapho-lunate ligament は舟状骨から剥離し、月状骨側に付着しているのが認められた (Fig. 2-2)。橈骨手根関節の鏡視で、scapho-lunate ligament が損傷し垂れ下がっていた (Fig. 2-3 左)。また手根中央関節では両骨の離開が認められ (Fig. 2-3 右)、そのあいだから橈骨が鏡視できた。

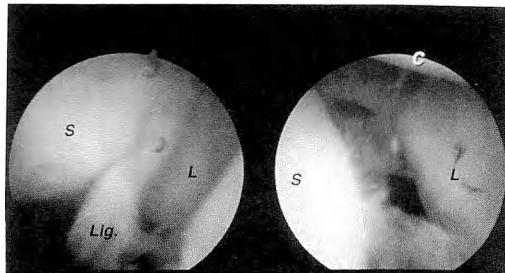
手関節背側よりの進入で、scapho-lunate ligament をみると、靭帯はMRIの所見通り月状骨側に付着していた (Fig. 2-4 左)。舟状骨側に靭帯縫着用の穴をあけ、C-wire で両骨間を一時固定したのち靭帯を縫着した (Fig. 2-4 右)。術後半年の経過であるが、手関節の click は消失し、可動域は良好で、疼痛もなく現職に復帰している。



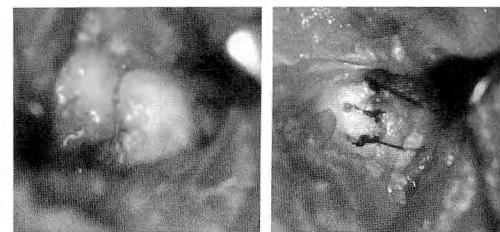
**Fig. 2-1** Case: 25 years old male diagnosed scapho-lunate dissociation.  
Arthrography.  
The contrast line in the scapho-lunate joint shows scapho-lunate ligament injury.



**Fig. 2-2** MRI (T2 weighted image) indicates arthrographic phenomenon.



**Fig. 2-3** Arthroscopy.  
S : scaphoid  
L : lunate  
Lig: torn scapho-lunate ligament  
C : capitate



**Fig. 2-4** Intraoperative findings.  
before suture      after suture

## 考 察

今回の結果では手関節造影がMRIに比べて高い感度を示した。

手根靱帯の損傷は関節造影では造影剤の漏出によって判断できる<sup>3)</sup>ため、損傷部の大きさに関わらず感度はscapho-lunate, luno-triquetal ligamentともほぼ一定となる。関節造影では手技を正しく行えば、読影の際の判断が容易で、また感度が高く靱帯断裂があるかどうかの正確な診断が可能であるという利点がある。造影で判断を誤った例は、骨折部で手根中央関節と橈骨手根関節の交通があったり、TFCの断裂部から遠位橈尺関節に流入がみられた症例であり、靱帯

の損傷部に充分に造影剤が流入しなかったものと思われた。症状のない手関節においても造影剤の漏出は高頻度にみられるという報告<sup>4)</sup>もあり、靱帯の膜様部の穿孔は、そこからの漏出が必ずしも病的意義をもたないため、over diagnosisとなる可能性は否定できない。

MRIは患者に対する侵襲が少なく、周囲の骨・軟骨、TFCの性状などの多くの情報を得られるという利点があるが、機械の解像度の依存性が高いこと、またmotion artifactが生じた場合は読影が困難になること、読影に習熟を要すること、などの問題点がある。MRIで読影を誤った症例は手根骨の破壊が高度であったり、強いDISI変形などの配列異常がある症例、穿

孔部の小さい症例、また画像が荒く靱帯の損傷の有無を読影できなかった症例などであった。Zlatkin<sup>5)</sup>らは1989年にMRIでの感度をscapho-lunate ligamentで86.0%，luno-triquetal ligamentで50%とし、またscapho-lunate ligamentに比べluno-triquetal ligament損傷の感度が低い理由について、luno-triquetal ligamentの方が小さく、薄く、カーブが強いことなどをあげ、ほぼ同様の結果を得ている。

### ま　と　め

1. MRIは現在の解像度では、正確な読影は困難で、損傷の有無を診断する目的では、MRIより手関節造影が感度で優る。
  2. MRIは今後の解像度の向上により、より正確な診断を得ることが期待される。
- 

### 文　献

- 1) Schweitzer, M. E., et al.: Chronic Wrist Pain: Spin-Echo and short Tau Inversion recovery MR Imaging and Conventional and MRI Arthrography. Radiology, 182: 205-211, 1992.
- 2) Baker, L. L., et al.: High-resolution magnetic imaging of wrist: Skel. Radiol., 16: 128-132, 1987.
- 3) Kricun, M. E.: Wrist Arthrography. Clin. Ortho., 187: 65-71, 1984.
- 4) Cantor, R. M., et al.: The Relevance of Ligament Tears or Perforations in the Diagnosis of Wrist Pain: An Arthrographic Study. J. Hand Surg., 19A: 945-953, 1994.
- 5) Zlatkin, M. B.: Chronic Wrist Pain: Evaluation with High-Resolution MR Imaging. Radiology, 173: 723-729, 1989.

## 肘部管症候群に対する尺骨神経前方移行術 —皮下移行術と筋層下移行術との比較—

島根医科大学整形外科学教室

朱 尚 孝・越 智 光 夫  
内 尾 祐 司

重富医療グループ

廣 谷 速 人

The Anterior Transfer of the Ulnar Nerve for the Cubital Tunnel Syndrome  
—Comparing the Subcutaneous and Submuscular Transposition—

Naotaka Shu · Mitsuo Ochi · Yuji Uchio  
& Hayato Hirotani

A retrospective study was conducted on 62 patients (66 elbows) with cubital tunnel syndrome, who underwent anterior transposition of the ulnar nerves, to compare the outcomes between the subcutaneous transfer (38 elbows) and the submuscular transfer with musculofascial lengthening (28 elbows). We compared the surgical results, that was evaluated by a self-administered questionnaire developed to evaluate elbow function, of these two groups and factors influencing prognosis.

Overall, 90.2% of patients improved postoperatively. Submuscular transposition was better than subcutaneous transposition although the difference between the surgical results of two groups was statistically not significant ( $p=0.055$ ). Advancing age, duration of symptoms, the severity of pre-operative clinical findings, pre-operative electrophysiological findings did not predict an adverse outcome, but only the type of transposition did ( $p=0.023$ ).

### 目 的

肘部管症候群に対する尺骨神経前方移行術を行う際、皮下あるいは筋層下移行術どちらを選択するか、いまだ議論が分かれ一定の結論を得るにいたっていない。今回われわれは、患者へのアンケート調査を元に両者の手術成績を比較したので報告する。

### 対象および方法

島根医科大学整形外科において肘部管症候群の診断で尺骨神経前方移行術を行った62名66肘（男49名53肘、女13名13肘、15～79歳）を対象とした。

1990年3月までは皮下移行術（以後SCと略す、36名38肘）を、以後は筋層下移行術（以後SMと略す、26名28肘）を行った。筋層下移行術はDellonらの方法<sup>2)</sup>に準じ、屈筋回内筋の起始部をZ状に延長する方法で行った。

術後成績はRettigらの質問票<sup>7)</sup>を一部変更し、合計100点満点になる質問票（Fig.1）を作成の上、患者に直接アンケート調査を行った。SC群・SM群間の術後成績の比較はWelchのT検定を用いた。また、術前の年齢、罹病期間、McGowan分類<sup>6)</sup>、術前のMCV、SCV、s-2PD、m-2PD、握力、術式などの要因が術後成績に及ぼす影響を重回帰解析を用いて統計

**Key words:** nerve compression syndromes, ulnar nerve, elbow, surgery, treatment outcome

**Address for reprints:** Naotaka Shu, M.D., Department of Orthopaedics, Shimane Medical School, 89-1, Enyacho, Izumoshi, Shimane 693, Japan.

## ULNAR NERVE QUESTIONNAIRE

Please check the statement that best describes the condition of your elbow at this time.

## PAIN

- 20\_I experience no pain in my elbow.
- 16\_I have occasional pain with strenuous sports or heavy work.
- 12\_I have occasional pain with everyday activities or light recreational activities.
- 8\_I have frequent pain with strenuous activities.
- 4\_I have frequent pain with everyday activities or light recreational activities.
- 0\_I have continuous pain in my elbow with everyday activities. Pain limits my life style.

## NUMBNESS

- 20\_I never experience numbness or tingling in my elbow, forearm, or fingers.
- 16\_I have occasional numbness or tingling with strenuous activities. It does not alter what I do or don't do.
- 12\_I have occasional numbness or tingling with everyday activities. It does not alter what I do or don't do.
- 8\_I have frequent numbness or tingling with strenuous activities that alters what or how I do or don't do.
- 4\_I have frequent numbness or tingling with everyday activities that alters what or how I do or don't do.
- 0\_I have constant numbness or tingling that limits my lifestyle.

## DEFORMITY

- 10\_I feel no difficulty in full-extending my ring and little fingers side by side.
- 8\_I feel little difficulty in full-extending my ring and little fingers side by side. It does not alter what I do or don't do.
- 6\_I feel much difficulty in full-extending my ring and little fingers side by side. It does not alter what I do or don't do.
- 4\_I feel little difficulty in full-extending my ring and little fingers side by side that alters what or how I do or don't do.
- 2\_I feel much difficulty in full-extending my ring and little fingers side by side that alters what or how I do or don't do.
- 0\_My bent ring and little fingers are of absolutely no use to me.

## STRENGTH

- 10\_My strength in my elbow and arm is excellent.
- 8\_My arm is slightly weak but this does not affect my daily life in any way.
- 6\_My arm is mildly weak. This does sometimes affect how or what I do.
- 4\_My arm is moderately weak. This frequent affect what I do.
- 2\_My arm is extremely/severely weak, affecting my activities of daily living.
- 0\_My arm is of absolutely no use to me.

## FUNCTION

- 10\_I can grasp and use small objects such as key, coin, pen or chopsticks without limitation.
- 8\_I feel slight difficulty in grasping and using small objects such as key, coin, pen or chopsticks.
- 6\_I feel mild difficulty in grasping and using small objects such as key, coin, pen or chopsticks.
- 4\_I feel moderate difficulty in grasping and using small objects such as key, coin, pen or chopsticks.
- 2\_I feel much difficulty in grasping and using small objects such as key, coin, pen or chopsticks.
- 0\_I can not grasp small objects.

## OVERALL ACTIVITY LEVEL

- 30\_No limitation. I have normal arm and am able to do everything including heavy labor.
- 24\_Mild limitation. At times I must guard my elbow by limiting heavy labor or certain sports.
- 18\_Moderate limitation. I have to give up my previous sport or job.
- 12\_Moderate or severe limitation. Even light labor cause frequent problems with my arm.
- 6\_Severe limitation. Problems with my arm have cause me to give up all job or sports.
- 0\_All daily activities cause problems with my elbow. My life is severely affected.

Rate your elbow on a scale of 0-10:

0 (worse than before surgery)	5 (no change since surgery)	10 (excellent)
----------------------------------	--------------------------------	-------------------

Fig. 1 Modified Rettig's 100-point subjective questionnaire.

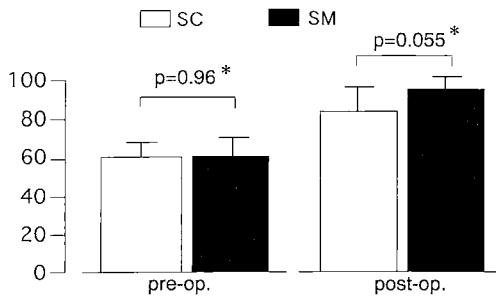


Fig. 2 Overall rating of modified Rettig's 100-point subjective questionnaire before and after operation.

\* Comparison between two groups with use of a Welch t test.

学的に検討した。

## 結果

回答を得たのは SC 群 20 名 23 肘、SM 群 18 名 18 肘であった。回答の得られなかった 22 名の内訳は死亡 7 名、老人性痴呆のため回答が不可能であったもの 8 名、転居先不明 7 名であった。術後観察期間は 1 年から 14 年（平均 5 年 10 カ月）であった。

術前重症度を McGowan 分類で評価すると、SC 群では第Ⅱ度 9 肘、第Ⅲ度 14 肘、SM 群第Ⅱ度 7 肘、第Ⅲ度 11 肘であり、両群間の年齢、性別、罹病期間、McGowan 分類、術前の MCV、SCV、s-2PD、m-2PD、握力の健・患側比に有意差はみられなかった（Table 1）。

アンケート調査では、術前の状態は SC 群が 60.4 ± 11.3 点、SM 群が 60.6 ± 14.5 点であり、術後成績は SC 群 83.8 ± 21.1 点、SM 群 92.9 ± 8.7 点で、両群間に有意差はなかったものの、SM 群が高い傾向にあった（Fig. 2）。種々の要因が術後成績に及ぼす影響を重回帰分析を行って調査したところ、年齢、罹病期間、McGowan 分類、術前の MCV、SCV、s-2PD、m-2PD、握力の健・患側比などの要因は術後成績には影響を及ぼしていなかったが、術式が有意に術後成績に影響を及ぼしていた（Table 2）。

## 考察

肘部管症候群に対する手術方法には種々の術式があり、そのうち、尺骨神経前方移行術は安定した成績が期待できるため、広く行われている。しかし、前方移行を行う際、皮下、筋層下どちらに移行する方が適切

Table 1 Pre-operative clinical findings

	SC	SM	p value*
age	58.1 ± 13.9	57.2 ± 12.2	0.93
male : female	18 : 2	15 : 3	0.99
severity†			0.99
grade II	9	7	
grade III	14	11	
duration‡	32.2 ± 30.0	24.5 ± 28.1	0.56
MNCV	33.7 ± 18.2	35.8 ± 9.5	0.12
SNCV	19.1 ± 17.2	21.9 ± 18.7	0.94
s-2PD	9.2 ± 2.6	8.8 ± 3.0	0.76
m-2PD	8.8 ± 3.0	8.1 ± 2.9	0.56
grasping power¶	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.3	0.32

\* : Comparison between two groups with use of a Welch t test or chi square test

† : McGowan's classification

‡ : duration of symptoms

¶ : affected side/normal side

Table 2 Factors influencing surgical outcome

	p value*
age	0.984
duration†	0.842
severity‡	0.694
MNCV	0.687
SNCV	0.936
s-2PD	0.862
m-2PD	0.802
grasping power¶	0.662
type of op.	0.028

\* : multiple regression

† : McGowan's classification

‡ : duration of symptoms

¶ : affected side/normal side

であるかについては、いまだ一定の見解はない。

われわれが涉獵し得た限りでは、両者の術後成績を比較検討した報告は Friedman らの報告<sup>4)</sup>と Stuffer らの報告<sup>8)</sup>以外は認めなかった。Friedman らはどちらの術式でも術後成績には有意差はなく良好な成績を得たと報告し<sup>4)</sup>、一方 Stuffer らは有意差はなかったものの、皮下移行術の方が筋層下移行術よりも術後成績は良好であったとしている<sup>8)</sup>。これらの報告とわれわれの得た結果の相違の原因は、術式の違いによるもののか、患者の背景の違いによるもののか解明は困難である。

また、上述の報告では他覚的所見と電気生理学的検査をもとに術後成績を評価しているが、Friedmann らは術前の電気生理学的検査結果は、術前の臨床症状

とよく相関するが、術後は電気生理学的検査結果は臨床症状と相関せず、術後成績を評価する際には電気生理学的所見に重点を置かないように注意すべきであると述べている<sup>4)</sup>。また Levine らは、患者が治療を求める理由は自覚症状や機能面での障害であるとし、手根管症候群の状態を評価するため、自覚症状に関するアンケート調査票を考案し、用いている<sup>5)</sup>。

われわれも同様に考え、Rettig らの調査票<sup>7)</sup>を一部変更したアンケート調査を用いて術後成績を評価した。その結果、術後総点の平均の比較では有意差はなかったものの、筋層下移行術後の方が皮下移行術後より高い傾向があり、重回帰分析では尺骨神経前方移行術の術式の違いが有意に影響を及ぼしていることが確かめられた。

Amadio らは尺骨神経が狭義の肘部管を通過後に深屈筋回内筋腱膜の下に走行するため、神経移行後、同腱膜の深層に移行する筋層下移行術が最も合理的な手術であると述べている<sup>1)</sup>。しかし筋層下前方移行術の際、新たに屈筋一回内筋群が尺骨神経を圧迫する危険性が存在する。Dellon はその問題を解決するために、筋・筋膜を延長して筋層下に尺骨神経を移行する方法を考案した<sup>2)</sup>。また、彼らは、新鮮屍体に単純除圧、内側上顆切除、皮下移行術、従来の筋層下移行術、彼らの考案した筋・筋膜延長筋層下移行術を行い、尺骨神経の内圧を術前と比較した結果、術前に比べ内圧が低下したのは、唯一 Dellon 法での筋層下移行術のみであったと報告している<sup>3)</sup>。

以上のような理由から、本研究では筋層下移行術の方が、皮下移行術と比べ良好な結果を得ることができたと考える。

### 結 論

肘部管症候群に対する尺骨神経皮下前方移行術と Dellon 法による筋層下前方移行術の術後成績を比較したところ、筋層下移行術の方が良好な傾向にあった。

### 文 献

- 1) Amadio, C. A., et al.: Entrapment of ulnar nerve by the deep flexor-pronator aponeurosis. *J. Hand Surg.*, 11A : 83-87, 1986.
- 2) Dellon, A. L.: Operative technique for submuscular

transposition of the ulnar nerve. *Contemp. Orthop.*, 16 : 17-24, 1988.

- 3) Dellon, A. L. et al.: Intraneuronal ulnar nerve pressure changes related to operative techniques for cubital tunnel decompression. *J. Hand Surg.*, 19A : 923-930, 1994.
- 4) Friedman, R. J., et al.: A clinical and electrophysiological investigation of anterior transposition for ulnar neuropathy at the elbow. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 106 : 375-380, 1987.
- 5) Levine, D. W. et al.: A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in the carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 75A : 1585-1592, 1993.
- 6) McGowan, A. J.: The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. *J. Bone Joint Surg.*, 32B : 293-301, 1950.
- 7) Rettig, A. C., et al.: Anterior subcutaneous transfer of the ulnar nerve in the athlete. *Am. J. Sport Med.*, 21 : 836-840, 1993.
- 8) Stuffer M., et al.: Subcutaneous or submuscular anterior transposition of the ulnar nerve? *J. Hand Surg.*, 17B : 248-250, 1992.

**質 問** 大阪市立大学整形外科 山野 延樹  
筋層下移行が、成績良好との報告は私も同感ですが、考察で述べられた Amadio の説だけでしょうか。神経は segmental に血行を受けていることを考えるとこの点が関与していると思うが如何か。

**回 答** 島根医科大学整形外科 朱 尚孝  
先生のおっしゃる通り血行の問題も関与していると考えます。

**質 問** 旭中央病院整形外科 中川 種史  
評価法が、患者さんの主観的評価がいくつかの要素で入っていらっしゃいますが、筋層下前方移行の方が良好な結果となったことにおいて、どの項目が差があったのでしょうか。

**回 答** 島根医科大学整形外科 朱 尚孝  
統計学的な有意差はありませんでしたが、しづれ、生活レベルの点数の平均点が 2 群間で異なっていました。

## 肘部管症候群術後の長期成績についての検討

佐賀社会保険病院整形外科

浅見 昭彦・肥後 知子

佐賀医科大学整形外科

峯 博子・渡辺 英夫

鶴田 敏幸

鶴田 敏幸

### Long Term Follow-up Study in Cubital Tunnel Syndrome

Akihiko Asami · Tomoko Higo · Hiroko Mine

Hideo Watanabe & Toshiyuki Tsuruta

Ulnar nerve transposition may cause additional iatrogenic ischaemic damage to local endoneurial vascularity if the nerve is separated from the ulnar collateral artery. Our technique of transposition of the ulnar nerve with its vascular bundle maintains the advantages of the method of anterior transposition in common use. Patients who had long postoperative periods of more than 10 years were studied. Of 18 sequential procedures, 13 extremities in 13 patients (9 males, 4 females) were available for follow-up (mean: 148 months after operation). By use of Akahori's postoperative evaluation criteria, there were 76.9% of excellent or good cases, and no poor or recurrent cases. Preoperatively determined stages were not always of prognostic value.

### はじめに

肘部管症候群の手術成績は肘の除圧部位から手内在筋までの距離が長いために神経の回復に長期間を要するので短期成績では不良のことが多い。特に、手内在筋の筋萎縮や鷲爪変形の強い症例などでその傾向が強い<sup>3)</sup>。今回、神経血管柄付き尺骨神経前方移動術後10年以上経過した例について手術成績をまとめ、検討を加えたので報告する。

### 対象および方法

対象は当科で血管柄付き尺骨神経前方移動術が施行された肘部管症候群患者で、術後10年以上経過した18例のうち、調査時に死亡例と、脳梗塞を併発していたそれぞれ1例ずつと直接検診できなかった3例を

除いた13例13肘（男性9例、女性4例、手術時年齢15～64歳、平均53.5歳）である。術後経過観察期間は120～154か月、平均148か月であった。

肘部管症候群の原因としては、1) 小児期における骨折後の外反肘3例、2) 変形性肘関節症5例、3) ガングリオニン1例、4) 不明4例であった。

調査方法は術前および調査時の運動神経伝導速度(MCV)、握力(grip strength)、筋萎縮の有無、鷲爪変形の有無、内在筋の筋力評価、2PDあるいはSemmes-Weinstein monofilament testによる知覚評価などを行い、術前の病期分類と術後成績について検討した。赤堀<sup>1)</sup>の新分類による術前の病期分類ではⅡ期1例、Ⅲ期6例、Ⅳ期4例、Ⅴ期2例であった。術後評価は赤堀<sup>1)</sup>の予後評価基準に従い4段階に分類した。

**Key words :** cubital tunnel syndrome, ulnar nerve, entrapment neuropathy, vascularized anterior transposition  
**Address for reprints :** Akihiko Asami, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Saga Social Insurance Hospital, 211-2 Fuchi, Hyogo-machi, Saga-shi, 849, Japan.

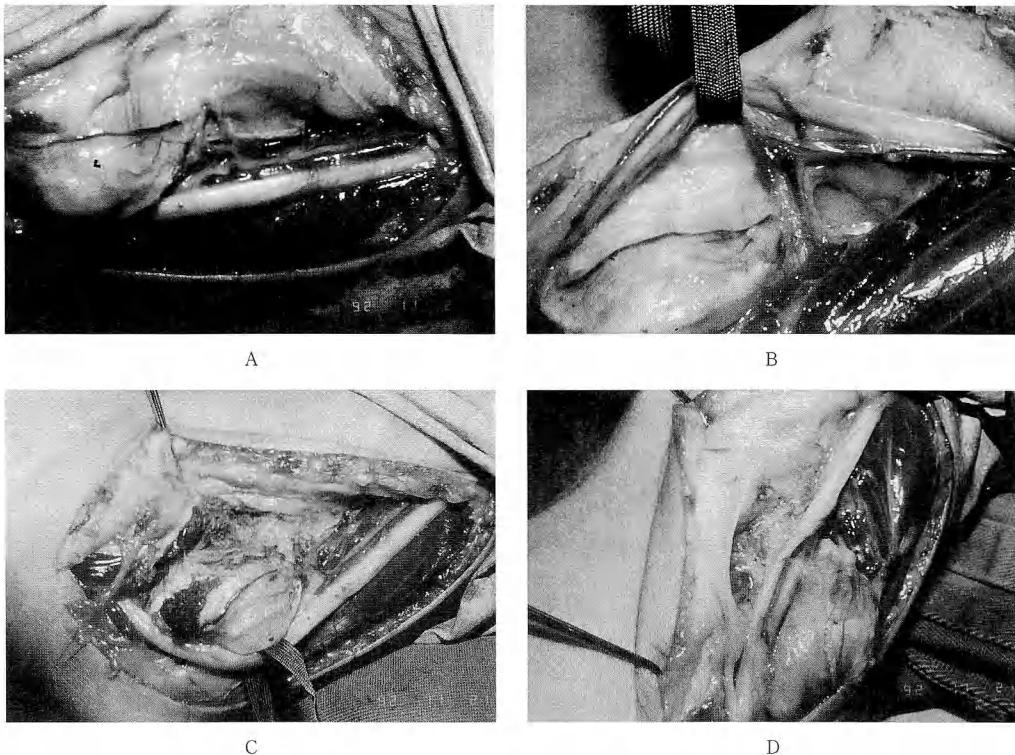


Fig. 1 A : External neurolysis with collateral arteries is made proximally and distally.  
 B : Superior and inferior collateral and posterior recurrent arteries are preserved.  
 C : New ulnar groove is made on the flexor and pronator muscles.  
 D : Ulnar nerve with collateral arteries are transposed anteriorly.

### 手術方法

従来の尺骨神経前方移動術に準じ、皮切は尺骨神経溝上に約15cmの弧状皮切を加え、前腕内側皮神経に注意しながらアプローチを行う。近位は内側筋間中隔の切除およびStruthers腱弓の切離を、また、遠位は尺側手根屈筋両頭間入口部の十分な剥離を行う(Fig. 1A)。神経剥離の際に我々が最も留意している点は、伴走血管である上および下尺側側副動脈と後尺側回動脈の温存であり、これらの動脈を損傷しないように注意深く尺骨神経と共に挙上する(Fig. 1B)。次に円内筋・屈筋群の上腕骨内上顆付着部のやや遠位でこれらを電気メスで一部切離して新しい神経溝を作成する(Fig. 1C)。その底部には皮下より採取した遊離の脂肪組織を置き、続いて伴走血管をつけたまま神経に緊張がかからないようにして新しい神経溝に移動する

Table 1 Comparisons of MCV, grip strength and MMT of abductor digiti minimi between pre and post-operation.

	preope.	postope.
MCV at elbow*(m/s)	32.4±15.9	46.9±6.0
Grip strength** (kg)	23.2±8.1	32.1±8.7
MMT of abductor digiti minimi***	3.0±1.0	4.5±0.7
Mean±S.D.    *p<0.01    **p<0.001    ***p<0.001		

ものである<sup>2)7)</sup>(Fig. 1D).

### 結 果

肘部をはさんだ尺骨神経の運動神経伝導速度は術前平均32.4m/sであったものが調査時平均46.9m/sへ、握力は平均23.2kgから32.1kgへと改善していた(Table 1)。

背側骨間筋や小指外転筋の筋萎縮は術前 13 例中 12 例に認められたが、調査時では 3 例へと減少していた。一方、鷲爪変形も術前 12 例にみられたが、調査時には 3 例に残存し、4 例で小指にごく軽度みられた。小指外転筋筋力は 2 例においては不变であったが、他の 11 例では徒手筋力テスト（MMT）で 1 レベルから 4 レベルの改善をみ、MMT の平均値では術前 3 であったものが調査時には 4.5 と増加していた（Table 1）。

知覚評価では調査時では全て 2PD で 3 mm あるいは S-W test で #4 が識別可能であった。

赤堀の予後評価基準では、総合的には優 7 例、良 3 例、可 3 例（優・良を合わせたものは全体の 76.9%）で、不可例や再手術例はなかった（Table 2）。

Table 2 Preoperative classification and postoperative evaluation.

Preoperative classification		Postoperative evaluation	
Stage	Case	Case	Case
II	1	E	1
III	6	E	3
		G	1
		J	2
IV	4	E	2
		G	1
		F	1
V	2	E	1
		G	1
Total	Excellent 7	Good 3	Fair 3 cases 76.9%

E : Excellent G : Good F : Fair

## 考 察

肘部管症候群では障害部位からその効果器官までの距離が長く、その回復期間に長期間を要するために短期成績では不良のことが多い。特に重度障害例ではその症状や変形が残存する頻度が高いとされている<sup>3)</sup>。しかし、今回の長期成績の結果からは術前の病期分類の進行した症例でも術後成績は良好であった。術後の予後評価との関係をみると、両者は必ずしも相関するわけではなく、stage の進行したもののが術後成績が悪い傾向もなかった（Table 2）。予後評価からみた術前の諸因子との相関関係では MCV がよく相關するという報告があるが、stage が中等度のものは尺骨神経の障害の程度は完全に Waller 変性に陥っておらず、MCV は最も速い神経線維のみを反映するので MCV 値と臨床症状が一致しない場合が多い。一方、stage の進行したものはほぼ完全な Waller 変性となっているので MCV 値と臨床症状はよく対応するものと思われる。

いずれの術式を選択するかについてはいまだ議論のあるところであり、施設によって症例も異なり、原因疾患によって術式を変えているところもあるため若干のバラツキはあるものの、近年の報告をみると優・良の成績はおむね 70% を越えており、術式間にはあまり差はないものと考えられる（Table 3）。我々は従来より血管柄付き尺骨神経前方移動術を施行してきたが、術式については各々が習熟した方法を選択すればよいと考える。

## ま と め

1. 血管柄付き尺骨神経前方移動術を施行した肘部管症候群のうち、術後 10 年以上経過した 13 例につい

Table 3 Recently reported postoperative outcome. Percentages of excellent and good cases.

Author	Method	Percentage
Akahori <sup>1)</sup> (1986)	King Method	79.5%
Ikuta <sup>3)</sup> (1987)	King Method	78.3
	Anterior Transposition	80.0
Sugawara <sup>6)</sup> (1988)	Vascularized Anterior Transposition	90.9
Tsuruta <sup>7)</sup> (1989)	Vascularized Anterior Transposition	79.2
Urabe <sup>5)</sup> (1992)	Modified King Method	72.9
	Anterior Transposition	58.3
Ishizuka <sup>4)</sup> (1993)	Modified King Method	49.5
	Anterior Transposition	71.8

て術後成績を調査した。

2. 術後成績は13例中10例（全体の76.9%）が優および良であり、ほぼ満足すべき結果が得られた。

3. 術前の病期分類と術後の予後評価は必ずしも相関せず、術前の状態から予後を推定することは困難であった。

### 文 献

- 1) 赤堀 治：肘部管症候群—麻痺の程度と予後、ならびに手術法の選択—。整災外, 29: 1745-1751, 1986.
- 2) 浅見昭彦 他：肘部管症候群に対するわれわれの血管柄付尺骨神経前方移行術と治療成績。日整会誌, 67:S 304, 1993.
- 3) 生田義和：肘部管症候群に対する手術的治療成績。日手会誌, 3: 906-908, 1987.
- 4) 石津恒彦 他：肘部管症候群の治療成績。日手会誌, 10: 398-401, 1993.
- 5) 浦部忠久 他：肘部管症候群の治療成績。日手会誌, 9: 395-398, 1992.
- 6) 菅原 誠：肘部管症候群に対する血管柄温存尺骨神経前方移所術の実験的・臨床的研究。日整会誌, 62: 33-44, 1988.
- 7) 鶴田敏幸 他：肘部管症候群における我々の手術法とその成績。整外と災外, 38: 335-339, 1989.

質問 旭中央病院整形外科 中川 稔史

長期成績を論じる場合、何年ぐらいのフォローアップでプラトーと考えてよいのでしょうか。

回答 佐賀社会保険病院整形外科 浅見 昭彦

症例によっても異なりますが、術後2年間位は徐々に回復していき、それ以降は著明な改善はないようです。長期フォローの最长期間は2年がラインで5年もみれば十分と思われます。今回我々は10年以上の例で検討しましたが、2年時のものとはあまり差はみられませんでした。

質問 京都府立医科大学整形外科 平澤 泰介

carrying angle の程度によって前方移動術などの適応を決定すべきではないか。

回答 佐賀社会保険病院整形外科 浅見 昭彦

本来、発症原因、重症度や外反肘変形の程度によって手術式を変えるべきであるが、我々の症例に重症例が多いこともあって、前方移動術を行ってきました。

## 肘部管症候群術後の長期成績調査

—手内筋筋力の回復を中心に—

岩手医科大学整形外科学教室

古 町 克 郎・田 島 克 巳

阿 部 正 隆

いわてリハビリテーションセンター

柏 木 一 成

Recovery of Motor Function after Surgery  
for Cubital Tunnel Syndrome

Katsurou Furumachi · Katsumi Tajima · Masataka Abe

& Kazunari Kashiwagi

The range of recovery and the required duration for recovery after surgery in advanced ulnar neuropathy at the elbow is not well known. Long-term outcome of surgically treated cases was investigated.

MMT, pinchmetry, sensory evaluation and nerve conduction study were performed on 24 limbs of 20 patients who underwent our modified Osborne's procedure more than 2 years prior to the study. All were advanced cases rated as McGowan grade II or III.

All cases regained no less than S3+ (Hight) sensation and 91.6% regained motor function of no less than M3 (JSSH score).

It takes years to recover after surgery in advanced cases showing muscle wasting or clawing deformity. Reconstruction procedure should be considered for patients who require early manual dexterity.

### 緒 言

発症後約1年以上経過した肘部管症候群では予後は一般的に不良といわれる<sup>7)</sup>。われわれのOsborne変法により赤堀IV期以上の進行例でも82%の症例で良好な結果が得られたこと<sup>11)</sup>、再発例は1%以下である<sup>2)</sup>ことを過去に報告した。直接検診可能であった、進行例24肢の術後長期成績を筋力の回復を中心に報告する。

### 対 象 と 方 法

対象は当科にて手術的に加療した肘部管症候群のう

ち直接検診した、20例、24肢である。肘部管内に原因を有する、ulnar neuropathyを広義の肘部管症候群とした。内訳は、男性12例、女性8例、右側14例(優位側13例)、左側2例、両側4例で、手術時年齢28~72歳(平均56.5歳)、自覚症状出現から手術までの期間は2~24ヶ月(平均8.6ヶ月)、follow-up期間は2~11年(平均72.2ヶ月)である。外傷を契機に発症したと考えられるもの6肘、10度以上の可動域制限を有す変形性関節症12肘、骨折変形治癒による内反肘変形2肘、外反肘変形2肘、また手術時に肘部管内ガングリオン4肘を認めた。病期は、全例McGowan-Dawson<sup>4)10)</sup>のgrade 2以上(grade 1:0肘、grade

Key words : cubital tunnel syndrome, long-term follow-up, motor function

Address for reprints : Katsurou Furumachi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Iwate Medical University, 19-1 Uchimaru Morioka, Iwate 020, Japan.

2:6肘, grade 3:18肘), 赤堀IV期以上(赤堀I—III:0肘, IV:14肘, V:10肘)の進行例である。評価項目は徒手筋力検査, Key pinch力(酒井医療社製ピンチメーター使用), 知覚, 末梢神経伝導速度である。筋力評価は日本手の外科学会による機能評価法を用いた。評価した筋は, 尺側手根屈筋, 深指屈筋, 母指内転筋, 第一背側骨間筋, 小指外転筋, 第3掌側骨間筋である。知覚評価はHighest評価基準を改変して用いた(S0:知覚消失, S1:深部痛覚の回復, S2:ある程度の表在知覚の回復, S3:固有領野全域の表在知覚の回復, S3+:ある程度の2点識別覚の回復, S4:s-2PD 6mm以内)。われわれの術式は本学会にて既報である<sup>1)</sup>。Osborne bandを切離し extrinsic vesselsを温存し, external neurolysisを施行する。Osborne bandの縫合と遊離または有茎脂肪移植により前方移動の神経のfloorを形成する。同時に4例に内上顆切除, 1例に肘関節症に対する手術が施行された。

## 結 果

### 1) 筋 力

全体(Fig.1左)と赤堀5期の10肘(Fig.1右)の筋力評価の結果を示す。調査時, 92%すなわち2肘

を除きM3以上の回復が得られていた。筋力低下の出現しにくい尺側手根屈筋を除いた5筋の筋力評価(Fig.2)では、術前後の変化がより明らかである。6筋を個別にみると、調査時の筋力が2以下の頻度は、尺側手根屈筋0肘(術前0肘), 深指屈指0肘(術前0肘), 母指内転筋0肘(術前8肘33%), 第一背側骨間筋2肘8.3%(術前14肘58%), 小指外転筋2肘8.3%(術前8肘33%), 第3掌側骨間筋4肘16.6%(術前13肘54%)であり、尺骨神経深枝支配の母指内転筋, 第一背側骨間筋, 第3掌側骨間筋で筋力低下が高度で回復も不良である。key pinch力は10例中7例で対側と同等または5kg以上の、良好な回復が得られていた。平均5.13kg(健側平均6.1kg)である。赤堀V期例の平均は5.1kgであった。

### 2) 知 覚

全例でS3+以上すなわち識別覚以上への回復を認めた(Fig.3)。術前よりS3+以上の8例では健側と変わらない知覚を有していた。

### 3) 末梢神経伝導速度

SCVは術前全例導出不能, MCVは10例で導出不能であった(可能例の平均32.3m/s)。調査時全例導出可能で平均42.4m/sであった。4肘以外はMCV低下が残存していた。

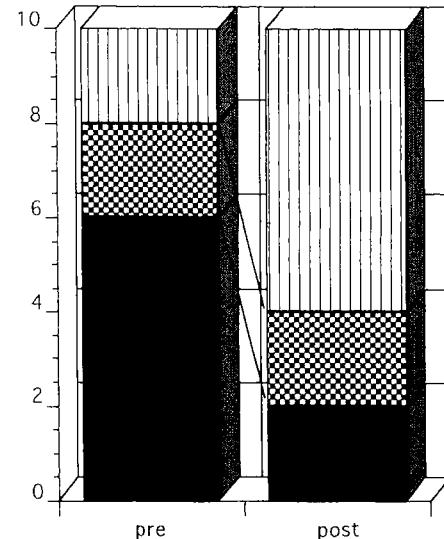
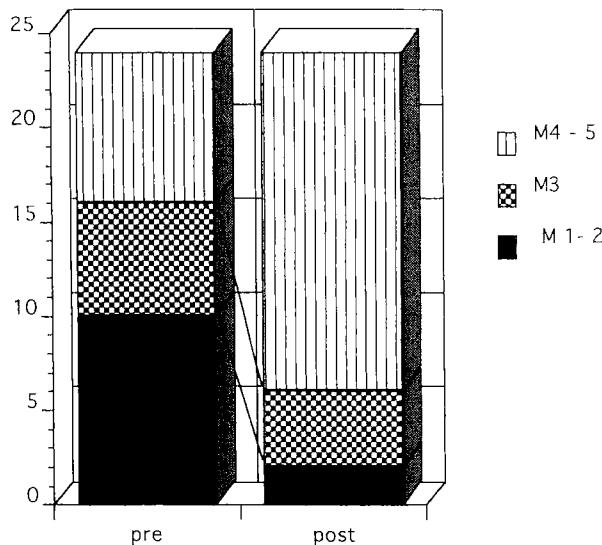


Fig.1 Pre and post-operative grading of motor function.  
(M0-5: according to JSSH system, % of total MMT in FCU, FDP5, Adductor pollicis, 1st dorsal interosseous, ADM, 3rd palmar interosseous)

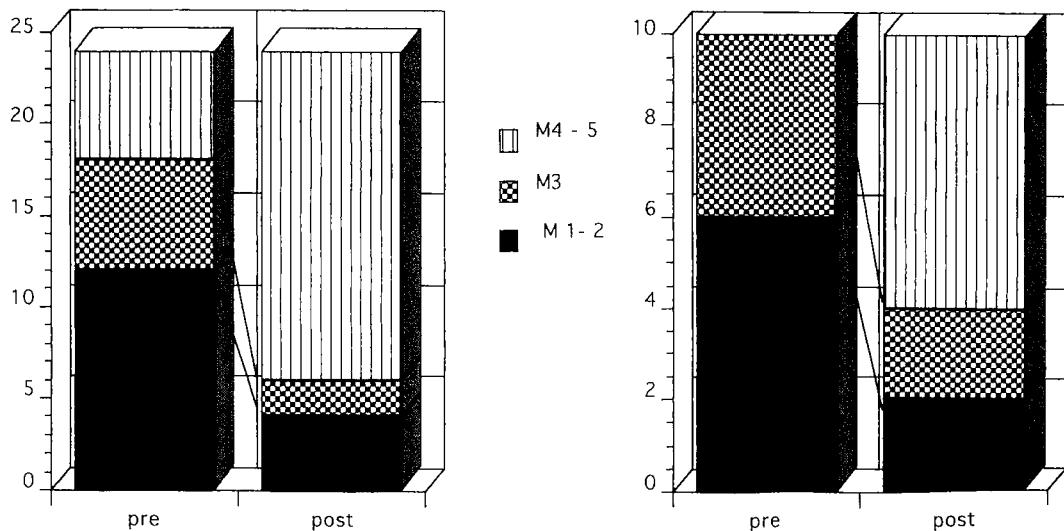
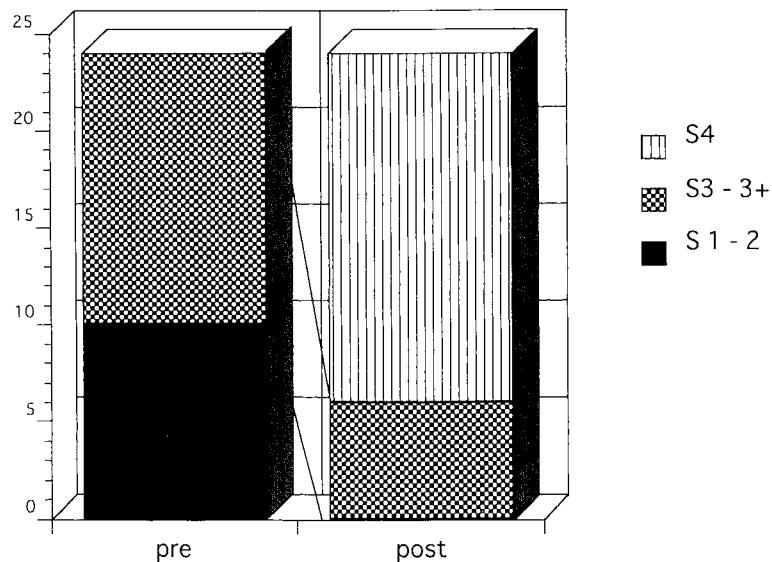


Fig.2 The same grading as Fig.1, precluding FCU muscle.

Fig.3 Pre and post-operative grading of sensory function.  
(SI-4 : according to Highet system)

## 考 察

## 1) 術式

肘部管症候群に対する手術法として King 法に代表される内上顆切除法、皮下、筋層下、筋層内への前方移動法などがある。術式を考える上で重要な要素とし

て、①atraumaticな操作、②尺骨神経の栄養血管の温存、③癒着、死腔などによる再発の予防、などがある。②は進行例ではとりわけ重要と思われ、常に存在する superior ulnar collateral artery と、posterior ulnar recurrent artery の温存は必須といわれる。筋層下移動の際はこれらの温存にやや困難が予想され

る。内上顆切除も移動もしない simple decompression 法も①②の点で有利な術式で、今日多くの報告がある。③を重要視して、われわれは個々の症例の状況に応じ、Osborne ligament の埋没縫合による閉鎖と脂肪移植により、尺骨神経の新しい移動床の作成をしている。内上顆切除の併用を要することもある。現時点では本症の randomized prospective study は存在せず、今後の検討課題と考えられる。

### 2) 筋力回復の経過

尺骨神経の回復は 2 年以上持続すると言われる。今回の調査では数日から数週で clawing が消失するような早期の回復と 1 年以上経てから示指外転、小指内転などが可能になる再支配によると思われる回復の両者がみられた。調査した筋のなかでは、①尺骨神経深枝支配の第一背側骨間筋、第 3 掌側骨間筋②深枝分岐前の尺骨神経支配の小指外転筋③前腕での intermingling の前に分岐する尺側手根屈筋、深指屈筋、の順に障害度が大で回復も不良であった。①②と③の差異には肘部管レベルでは尺側一中央に存在する①②と橈側に存在する③の topography の差、motor pointまでの距離の差など、の関与が考えられる。これらの中では母指内転筋は深枝支配としては例外的に第一背側骨間筋、第 3 掌側骨間筋より大きな筋力評価の結果を示した。長母指伸筋、長母指屈筋による代償(trick movement)の影響が考えられ、徒手筋力測定上の問題点と言える。

### 3) 予後

予後を検討する場合、尺骨神経が変性に陥った進行例と、知覚障害のみ、あるいは MCV の高度の低下が存在しない早期例とを区別する必要がある。多くの報告は McGowan grade 1 の非進行例を対象にしている。非進行例の予後は術式にかかわらず良好である。進行例では satisfactory は 70% 前後の報告<sup>3)5)</sup>が多く、再発率も高い<sup>8)</sup>。進行例で 90% 以上に満足できる結果の報告は Messina<sup>9)</sup> の筋層内移動などわずかであり、長期成績は報告されていない。今回の 20 例の進行例の調査では 2 年以上にわたり回復傾向が持続し、90% 以上が S3+, M3 以上まで回復していた。術前に M 波導出不能であった筋より術後 4 週より低振幅の M 波が導出可能となり、collision 法にて、同期されたかのような運動神経伝導速度分布を呈した症例が経験された。高度進行例でも Sunderland I - IV 度の変化の混在であることが推察された。腱移行術による機能再建の適応<sup>6)</sup> は重症度のみでは無く、患者の職

業的背景などに依存すると思われた。

## 結語

1. われわれの Osborne 変法を施行した、赤堀Ⅳ期以上の肘部管症候群 24 肘の長期成績調査を報告した。

2. 全例に S3+ 以上 (75% は S4) の知覚の回復がみられた。

3. 2 肘以外 (91.6%) で M3 以上 (75% は M4) の筋力回復がみられた。

## 文献

- 1) 阿部正隆 他: 教室における肘部管症候群 73 例の治療経験. 日手会誌, 1: 196-200, 1984.
- 2) 阿部正隆 他: 肘部管症候群に対する再発予防を重視したわれわれの手術法. 日手会誌, 9: 399-400, 1992.
- 3) Barrios, C., et al.: Posttraumatic ulnar neuropathy versus non-traumatic cubital tunnel syndrome. Acta Neurochir, 110: 44-48, 1991.
- 4) Dawson, D. M., et al.: Entrapment Neuropathies, 2nd ed., Little Brown, Boston, 168, 1990.
- 5) Foster, R. J., et al.: Factors related to the outcome of surgically managed compressive neuropathy at the elbow level. J. Hand Surg., 6: 181-192, 1981.
- 6) 古町克郎 他: 肘部管症候群に対するピンチ力再建の経験. 日手会誌, 12: 425-428, 1995.
- 7) Harrison, M. J., et al.: Results of anterior transposition of the ulnar nerve for ulnar neuritis. British Med. J., 1: 27-29, 1970.
- 8) Manske, P. R., et al.: Ulnar nerve decompression at the cubital tunnel. Clin. Orthop., 274: 231-237, 1990.
- 9) Messina, A., et al.: Transposition of the ulnar nerve and its vascular bundle for the entrapment syndrome at the elbow. J. Hand Surg., 20B: 638-648, 1995.
- 10) McGowan, A. J.: The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. J. Bone Joint Surg., 32B: 293-301, 1950.
- 11) 田島克巳 他: 当科における肘部管症候群の治療成績. 東日本臨整会誌, 6: 416-418, 1994.

質問 京都府立医科大学整形外科 平澤泰介

①筋萎縮の回復不良例と術中所見との関係は如何だったか。

②成績不良例に再建術を行っているか。

回答 岩手医科大学整形外科 古町克郎

①少数例のため有意な因子は無かった。

全例 Osborne band 部での絞扼であった。

②第一背側骨関節の萎縮残存は2例みられた。  
同じ進行例でも回復するものもあり、予測は困難で  
あった。ピンチ力の再建は患者の職業的背景などを参考に施行している。

---

## 肘部管症候群の術後成績不良例の検討

東京医科大学整形外科学教室

山 本 謙 吾・金 井 洋  
宍 戸 孝 明・今 給 黩 篤 弘  
三 浦 幸 雄

Study of Postoperative Results in Cubital Tunnel Syndrome

Kengo Yamamoto · Hiroshi Kanai · Takaaki Shishido  
Atsuhiro Imakiire & Yukio Miura

We have reported on the various operative procedures and its long-term results in cubital tunnel syndrome. In this study, the factors affecting postoperative results, transition of postoperative recovery and the operative findings in revision cases were investigated. The patients comprised a total of 94 cases of this syndrome with 98 limbs including 70 males and 24 females who had been surgically treated at our department during the preceding 20 years. Their ages ranged from 11 years to 77 years and 44.4 years on average. Casual diseases included cubitus valgus following the fractures in childhood in 40 limbs, osteoarthritis in 36 limbs and others in 22 limbs. The average postoperative observation period was 6 years. Preoperative severity and postoperative results were evaluated according to Akahori's classification and prognostic criteria. No correlation was seen between the causal disease and prognosis. The significant difference of the age at operation such as 38.4 years (excellent), 46.2 years (good), 56.5 years (fair) and 58.8 years (poor) in the average was observed. Poor prognosis tended to increase by prolongation of duration of preoperative symptoms. Electrophysiologically, postoperative early stage MCV showed higher correlation with prognosis than preoperative MCV. Changes in postoperative long-term results were also studied, confirming that subjective symptoms and disturbance of sensation started improving from an early stage after surgery, plateaued quickly, and also had a high rate of improvement. Contrary to this, muscle strength and claw finger deformity demonstrated a low improvement rate at the initial stage, and a tendency to improve gradually after a long term. As a result of studying the backgrounds of cases whose final evaluation results had dropped from before surgery or remained unchanged, a large number of these cases showed worsening of cervical spondylosis and diabetes, and ulnar nerve strangulation factors to remain in diagnosis when surgery was performed again.

### はじめに

当教室ではこれまでに肘部管症候群の各種手術方法および術後成績に関して報告してきた<sup>6)8)</sup>。今回は本症の術後成績が不良となる例の原因および術後に症状が悪化した例の背景を中心に検討した。

### 対象症例

対象は過去20年間に当教室で観血的治療を施行した肘部管症候群のうち術後1年以降に検診し得た94例98肢である。男性70例、女性24例、年齢は11歳から77歳と多岐にわたり、平均は44.4歳である。術後経過観察期間は1年から17年、平均5年である。

**Key words:** cubital tunnel syndrome, revision surgery, long term results

**Address for reprints:** Kengo Yamamoto, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo Medical College, 6-7-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

原因疾患は小児期骨折後外反肘（以下外反肘）が40肢、変形性肘関節症（以下OA）が36肢、習慣性尺骨神経脱臼13肢、離断性骨軟骨炎3肢、ガングリオン2肢、その他4肢である。術前の神経障害の程度及び術後の成績評価は、各々赤堀の病期分類並びに予後評価基準、さらに横浜市大式の尺骨神経障害評価法<sup>10)</sup>に従った。

## 結 果

原因疾患別の予後は各疾患の間の優・良・可の比率はほぼ一様で、優40~50%、良30~40%、可15~30%、不可5~10%程度であり、明らかな有意差は認めない。手術時年齢と予後の関係では平均年齢は優38.4

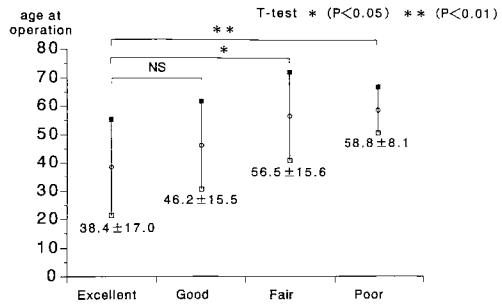


Fig. 1 Age at operation and prognosis

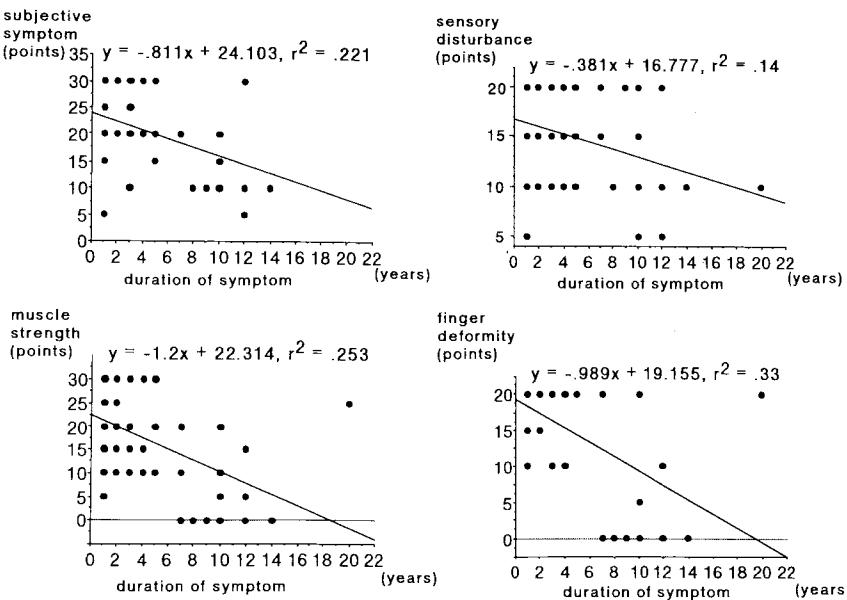


Fig. 2 Duration of preoperative symptom and prognosis

歳、良46.2歳、可56.5歳、不可58.8歳で年齢と予後の間には明らかな相関を認める（Fig.1）。術前病期との関係は、術前がI、II期の29例は術後に優・良が27例93%を占めるが、IV、V期では32例中17例53%が可、不可であり、術前病期と予後には有意な相関を認める。術前罹病期間と予後との関係では、罹病期間が3年以下の例では可、不可の占める率は20%以下であるが、3年以上では40%近くの例が可、不可を示す。これを原因疾患別に検討すると、外反肘症例では罹病期間の長期化に連れて成績不良例が増加するがOA症例では罹病期間の影響は少い。これを臨床所見の項目別にみると筋力、鷺手変形は罹病期間が長いと予後不良となる傾向が高いが自覚症状、知覚障害は罹病期間が長くても良く回復している（Fig.2）。電気生理学的検査においては術前の運動神経伝導速度（以下MCV）は可、不可例では平均30m/s以下の低値を示し術前MCVが低値を示すほど予後も不良となる傾向にあるが、更に術後1ヶ月のMCVと予後をみると術前のそれよりもさらに高い相関を認める。次に手術方法別に予後を検討すると、術前重症度がI・II期の軽症例では手術方法に拘らず優・良が大多数を占めるが、重症のIII期以降では前方移行術に比しKing法<sup>5)</sup>に成績良好例がやや多い傾向がある<sup>6)</sup>。ただし自覚症状、筋力、変形、知覚障害の改善の程度をみると

各臨床所見とも術式に拘らずにはほぼ同じ程度の改善指數を示す。次に術後長期経過における各臨床所見の推移を検討した。自覚症状に関しては、術後早期に改善が始まり短期間にプラトーに達し、長期経過にても悪化例はほとんど認めない。知覚障害に関してもほぼ同様の傾向を示す。筋力は短期では点数の改善が乏しい症例が目立つが、5年以上の長期経過を追うと漸次改善傾向を示すものも認められる。変形に関しても筋力と似た経過をたどるが、術前の障害度が強いと術後長期経過にても全く改善傾向を示さない症例も認められる。これらの各項目の改善指數を比較すると、5年以内の短期では自覚症状0.35、知覚障害0.36、筋力0.25、変形0.05と前二者が高いが、長期経過では各々0.39、0.33、0.33、0.19と筋力も良好な改善を示す。しかし、変形に関しては最終的に改善不良である。次に術後評価点数がプラトーに達するまでの期間と術前評価点数

の関係を検討すると両者は負の相関を示し、術前重症例の中には5年近くにわたり改善傾向が続く症例もある。また術前点数と最終評価時の点数および術後1ヶ月と最終評価時の点数の関係を比較すると後者のほうがより高い相関を認める。次に術後の最終予後評価の優劣に拘らずに、術前の評価点数に比して術後に点数が悪化あるいは不变であった12例に関してその背景を検討した。手術時年齢、罹病期間、原因疾患、術前病期等に関しては、これらの12例と成績改善例の間に有意差は認めない。しかし、成績悪化例においては術後に頸椎症所見の増悪、糖尿病所見の増悪、変形性関節症変化の進行、肘関節の外反動搖性の出現などがめだった(Fig. 3)。これらのなかで再手術時に至った7例の再手術時所見を調べると、尺骨神經周囲の瘢痕形成、内側筋間中隔の遺残、回内筋群による神經圧迫、内側上顆の切除不足などが確認された(Fig. 4)。

Fig. 3 Backgrounds of cases whose final results had dropped from before surgery

backgrounds	number of cases
progression of cervical spondylosis	3 (25%)
progression of diabetes	3 (25%)
progression of osteoarthritis	4 (33.3%)
instability of elbow joint	1 (8.3%)
overuse of elbow joint	2 (16.7%)
total	12 cases

Fig. 4 Operative findings at revision surgery

	King's method (3 cases)	anterior transposition (4 cases)	total (7 cases)
scar formation around the ulnar nerve	2	2	4 (57.1%)
remain of the medial intermuscular septum	0	2	2 (28.6%)
compression with the pronator muscle	0	1	1 (14.3%)
slip back after transposition of the ulnar nerve	0	1	1 (14.3%)
kinking of the ulnar nerve	0	1	1 (14.3%)
insufficiency of resection on the medial epicondyle	1	0	1 (14.3%)
compression with ganglion	1	0	1 (14.3%)
reformation of the fibrous band	1	0	1 (14.3%)

## 考 察

肘部管症候群の予後に影響を与える因子に関してはこれまでに多くの報告がみられる。原因疾患別には変形性肘関節症が成績不良であるとする報告<sup>11)</sup>や外反肘が最も不良とする報告など様々であるが自験例からは疾患別には明らかな予後の差は認めなかった。一方術前病期は諸家の報告<sup>4)</sup>にあるように術後成績に大きく拘っていた。手術時年齢と術後成績も相関が高く

高齢者ほど予後は不良であった。術前罹病期間と予後の相関を指摘する報告も多いが自験例でも3年をこえる症例では成績不良例が目立つ傾向にあった。しかし原因疾患別に検討すると外反肘症例に比して変形性関節症症例では罹病期間の影響は少ない傾向にあり、これには変形性関節症では短期間で重症化する例が多いことが関係していると思われた。さらに臨床所見の項目別には筋力、鷲手変形は罹病期間が長いと予後不良となる傾向が強いが自覚症状、知覚障害は罹病期間に拘らず良く回復している。また術後成績を予測する因子としてこれらの術前要素以外に術後要素に関しても検討したところ、術後1ヶ月におけるMCVおよび自覚症状、筋力、変形、知覚障害などの臨床症状は各々術前のそれらに比して予後により強い相関を有していることが判明した。このように長期予後を予測するうえではMCVも臨床症状も術前所見よりも術後早期の所見が指標となり得ると思われた<sup>7)</sup>。さらに術後の長期経過における臨床所見の推移をみると自覚症状、知覚障害は術後早期より改善が始まり短期間でプラターに達するが、筋力、鷲手変形は5年以上にわたり緩やかに回復する例もあり1年<sup>1)</sup>ないし2年<sup>9)</sup>で予後を評価するのは尚早であると思われた。術後に症状の改善が得られなかつた症例の背景および再手術時所見の検討結果からは、病態に応じた適切な手術術式の選択<sup>2)</sup>、的確な手術操作<sup>3)</sup>さらにdouble lesion neuropathyの存在の把握などが重要と考えられた。

### ま と め

肘部管症候群の予後を左右する因子として手術時年齢、罹病期間、術前重症度、術後の外反動搖性、術後の関節症変化の進行、頸椎症所見の合併、適切な術式選択と正確な手術操作、などの諸因子が認められた。術後早期の臨床症状・MCVも重要と思われた。術後長期の臨床所見の推移では、自覚症状、知覚障害は早期より改善が始まり早期にプラターに達し改善度も高いが、筋力、変形に関しては緩徐な回復過程を示し、特に鷲手変形に関しては改善度も低い。

### 引 用 文 献

- 1) 赤堀 治 他：運動性尺骨神経麻痺の早期診断と治療。整形外科, 23: 94-102, 1972.
- 2) Eversmann, W. W.: Operative Hand Surgery. Churchill Livingstone, London, 973-983, 1982.
- 3) 平山隆三 他：肘部管症候群に対する再手術例の検討と対策。臨整外, 21: 970-976, 1986.
- 4) 今井克己 他：肘部管症候群の術後長期経過例における症状回復過程について。日手会誌, 2: 201-203, 1985.
- 5) King, T., et al.: Late results of removing the medial humeral epicondyle for traumatic ulnar neuritis. J. Bone Joint Surg., 41-B: 51-55, 1959.
- 6) 小嵐正治 他：当教室における肘部管症候群の術後長期成績。日手会誌, 6: 355-358, 1989.
- 7) 永嶋和男 他：肘部管症候群に対する手術成績の検討。東日本臨整会誌, 2: 600-603, 1990.
- 8) 佐野圭司 他：当教室における肘部管症候群の長期手術成績と予後不良例の検討。東日本臨整会誌, 2: 610-612, 1990.
- 9) 佐藤勤也：上肢におけるEntrapment Neuropathy. 日整会誌, 52: 1829-1838, 1978.
- 10) 安竹重幸 他：肘部管症候群に対するKing変法の術後成績。整形外科, 34: 1667-1669, 1983.
- 11) 横田 徹 他：肘部管症候群に対するKing変法の術後成績を左右する因子について。日手会誌, 3: 213-216, 1986.

**質 問** 徳島大学整形外科 高井 宏明

1. OAの罹病期間は、なにをもって発症としましたでしょうか。
2. OAの症例では強い筋萎縮をもつものでも、1、2カ月前からという症例が多いのですが、先生の症例ではいかがでしょうか。

**回 答** 東京医科大学整形外科 山本 謙吾

1. OAが肘部管症候群の原因疾患であると判断された症例に関しては、早期より肘関節痛等を自覚しても、あくまでも自覚的なしびれ感、あるいは知覚障害の出現時期をもってして罹病期間の始まりとしました。
2. OAの症例では、外反肘の症例等に比較して短期間に肘部管症候群の所見が重症化する傾向にありました。

**質 問** 京都府立医科大学整形外科 平澤 泰介

- double lesion neuropathyの症例に対して、手術適応をどのようにして決定しておられるか。

**回 答** 東京医科大学整形外科 山本 謙吾

- 電気生理学的所見を含めた臨床所見から、より有責任性の強いと判断される病巣から手術的治療を行うようになります。必ずしも近位病巣からあるいは遠位病巣からというようには決めておりません。

## 手根管症候群の術前評価 —電気生理学的検査と知覚検査について—

小郡第一総合病院理学療法科

渡邊政男

小郡第一総合病院整形外科

土井一輝

山口大学医学部整形外科学教室

金子和生・河合伸也

Preoperative Evaluation for Carpal Tunnel Syndrome  
—Correlation Between Electrophysiological Examination  
and Semmes-Weinstein Monofilament Test—

Masao Watanabe · Kazuteru Doi · Kazuo Kaneko  
& Shinya Kawai

We investigated the correlation between electrophysiological tests and sensory function in 41 cases (55 hands) with idiopathic carpal tunnel syndrome. Orthodromic sensory nerve conduction studies following electrical stimulation of the middle fingers were evaluated in the electrophysiological examination. Quantitative sensory evaluations were conducted at the tip of the middle fingers using Semmes-Weinstein monofilament test. Electrophysiological tests had a sensitivity of 96% and that of Semmes-Weinstein monofilament tests, 94%. Severely impaired cases showed significantly greater sensitivity in electrophysiological studies than mild or moderate cases. However there was no significant correlation between the value of sensory nerve conduction velocities and the results of Semmes-Weinstein monofilament tests.

### はじめに

手根管症候群（以下 CTS）は手の外科領域において治療機会の多い疾患である。本症の多くは理学的所見から容易に診断できるが、確定診断には電気生理学的検査が重要となる。また臨床所見を反映するものとして知覚検査、中でも大脳知覚野に影響されにくい閾値検査として Semmes-Weinstein monofilament test（以下 SW）や static 2PD を行うことが大切である。

そこで今回は術前に施行した検査のうち、SCV と

SW の結果から両者の関連性および罹病期間との関連性について検討したので報告する。

### 対象

1993年1月から1995年9月までに臨床的に手根管症候群と診断された68例のうち、同一検者によって SCV を施行し、同時に OT によって SW を行った41例 55 手を対象とした。なお外傷性や糖尿病および透析に関連した症例は削除した。また SW では加齢に伴う角質層からの影響を少なくするために 60 歳以上の症例も削除した。男性は 5 例 7 手、女性は 36 例 48

Key words : carpal tunnel syndrome, sensory function, electrophysiological examination

Address for reprints : Masao Watanabe, OTR, Department of Rehabilitation, Ogori Dai-ichi General Hospital, Shimogo 862-3 Ogori-cho, Yoshiaki-gun, Yamaguchi 754, Japan.

手であった。平均年齢は49.8歳であり、罹病期間は平均8.4カ月であった。

## 方 法

SCVの測定には中指刺激で手関節にて記録する順行性SCV(以下OSCV)を実施した。また最近では後述する理由により手関節刺激で手掌にて逆行性に記録するSCV(以下ASCV)を行っているが、今回は特にOSCVについての検討を行った。

SWは中指を測定指とし、filamentがたわむ点で認知したものを記録した。

## 結 果

SWはGreen 6%, Blue 25%, Purple 62%, Red 7%であった。対象を59歳以下に限定したことから

Greenのみを正常とした。全症例での異常陽性率は94%であった。

OSCVではSNAP導出可能例47%，導出不能例53%であった。SCV 40m/s未満を異常値とした場合、全症例でのOSCVの異常陽性率は96%であった。

またSNAPが導出可能例と不能例で比較すると、SW異常陽性率は可能例88%，不能例100%であり、不能例では有意にSW値が低かった(Fig.1)。

OSCVでの伝導速度とSW値の関連性をみるためにSNAP導出可能例の伝導速度とSW値を比較検討した。伝導速度の低下に伴いSW値が低下する傾向はあるものの、ばらつきがあり伝導速度の低下に伴う明らかな相関関係は認めなかった。

SNAP導出例のOSCVと罹病期間およびSWと罹病期間には相関を認めなかった。

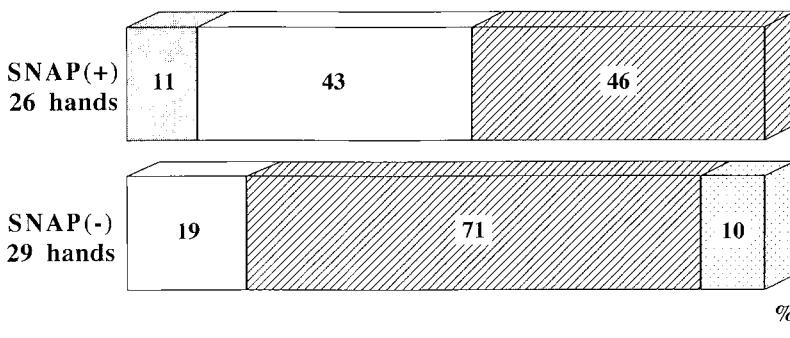


Fig. 1 Result of Semmes-Weinstein monofilament test.

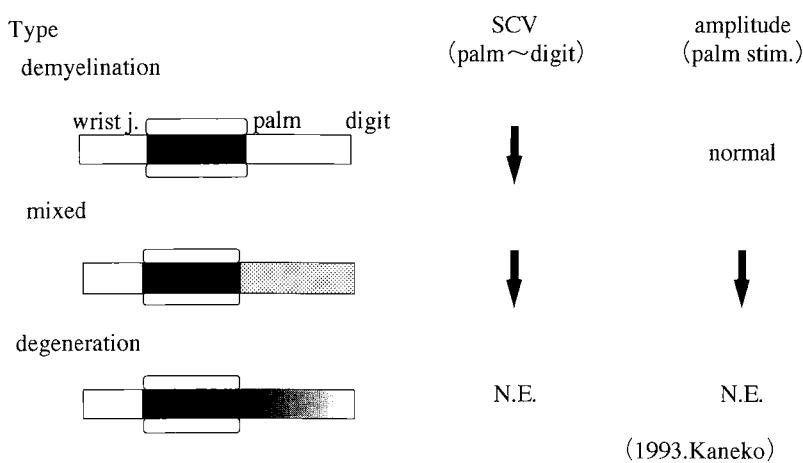


Fig. 2 Electrophysiological grading in carpal tunnel syndrome.

また SNAP 導出不能例の罹病期間と SW 値についても相関は認めなかった。

### 考 察

SW は術前に施行する知覚評価の中で客観性があり手技が統一され、同一検者が行えば再現性が高く、軸索機能を最も反映していると考えられている。しかしながら角質層の肥厚による個人差に影響を受けやすいことや、年齢による正常値が標準化されていない等の問題点もある。

SNAP が導出不能例と可能例で SW の値を比較すると、導出不能例のほうが知覚障害の程度が強かった。これは軸索変性に由来するものと考えた。一方、伝導速度低下に伴う SW との相関は得られなかつた。この理由として OSCV は主に脱髓の程度を反映し、軸索変性の程度を評価していないことがある。また OSCV での手関節部の SNAP の振幅低下には脱髓、伝導遮断、軸索変性の程度が複雑に混在しているため注意を要する。SCV のパラメーターと知覚検査との関連性を検討するにあたつては軸索変性の程度をより厳密に評価する電気生理学的手法が必要とされる。

金子は本症と診断された症例の SCV と振幅の関係から、その病態を絞扼部での伝導速度の遅延が主体である脱髓型と絞扼部以遠の軸索変性、伝導遮断と脱髓

が同時に存在する混合型、さらに絞扼部以遠の軸索変性が主体である変性型の 3 型に分類している (Fig. 2)。この結果から SCV 異常例でも病態に variation があり、これが臨床症状を反映しにくい原因の一つと考えている。

以上の考察を元に現在ではこの病態分類と SW の関連性を検討している。

### 結 語

CTS の術前評価について SCV と SW の関連性について検討した。

OSCV と SW には必ずしも一致した結果を得ておらず、両者の関連性にはさらなる検討が必要である。

また、ASCV を追加施行することが病態の詳細な把握に有用であろうと考えている。

### 文 献

- 1) 今井春雄 他：手根管症候群の術前および術後知覚評価における Semmes-Weinstein Aesthesiometer の有用性の検討。日手会誌, 6: 354-368, 1989.
- 2) 金子和生 他：手根管症候群に対する電気生理学的病期分類。中部整災誌, 36: 1471-1472, 1993.
- 3) 立花新太郎 他：手根管症候群診断における電気生理学的検査の役割と限界。日手会誌, 8: 873-880, 1992.

## 当科における手根管症候群手術例の治療成績

広島大学医学部整形外科学教室

市川 誠・生田 義和  
木森 研治

Results of Surgical Treatment for Carpal Tunnel Syndrome

Makoto Ichikawa · Yoshikazu Ikuta & Kenji Kimori

The subjects of the present study are 56 cases involving 65 hands who underwent surgery at this department from January 1985 to March 1995, composed of 10 males involving 11 hands and 46 females involving 54 hands. The involved side was right in 25 cases, left in 22 cases, and bilateral in 9 cases. Age at time of surgery ranged from 18 to 84 years with a mean of 54.7 years. The postoperative period ranged from 7 months to 10 years and 9 months with a mean of 4 years and 9 months. The cause was idiopathic in 42 hands, complication of rheumatoid arthritis in 17 hands, posttraumatic in 5 hands, and ganglion in one hand. Preoperative evaluation according the classification of Hamada et al was grade I in 14 hands, grade II in 29 hands, and grade III in 22 hands. In the direct visual procedure, release of carpal tunnel was made in all cases. Of the cases of grade III, opponensplasty (Camitz's procedure in 10 hands and FDS in one hand) was performed at the same time. Subjective symptoms such as pain, numbness, and ADL disturbance improved in 92% of the cases with the level of satisfaction of the patients being high. In the remaining 8% of the cases, the level of satisfaction was low due to complication of RSD, numbness, and opposition disturbance. For cases with severe preoperative opposition disturbance, primary opponensplasty by Camitz's procedure is considered useful in improvement of ADL from the early postoperative stage.

### はじめに

手根管症候群に対する手術成績は一般に安定しているが、なかには合併症や巧緻運動障害の残存によりADL上の支障を訴える例も存在する。今回、我々は手根管症候群手術例の予後調査を行ったのでその成績を報告するとともに、合併症ならびに一期的対立再建の必要性について検討した。

### 対象および方法

対象は1985年1月から1995年3月までに手根管症候群と診断され手術を施行した症例のうち、今回追跡調査可能であった男性10例11手、女性46例54手の計56例65手で、罹患側は右側25例、左側22例、両

側9例であった。

手術時年齢は18歳～84歳（平均54.7歳）で、症状発現から手術までの期間は2ヵ月～23年（平均3年3ヵ月）であった。

原因は特発性42手、慢性関節リウマチ17手、橈骨

Table 1 Classification (Hamada)

	Grade I	Grade II	Grade III
Idiopathic	7	15	20
RA	7	10	0
Radius Fracture	0	4	0
Wrist Sprain	0	0	1
Ganglion	0	0	1
Total	14	29	22
			(hands)

Key words : carpal tunnel syndrome, surgical treatment, opponensplasty

Address for reprints : Makoto Ichikawa, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima University School of Medicine, 1-2-3, Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734, Japan.

Table 2a Clinical Evaluation (subjective symptom)

	Good	Fair	Poor
Idiopathic	21	16	5
RA	7	10	0
Radius Fracture	0	4	0
Wrist Sprain	0	0	1
Ganglion	0	1	0
Total	28	31	6

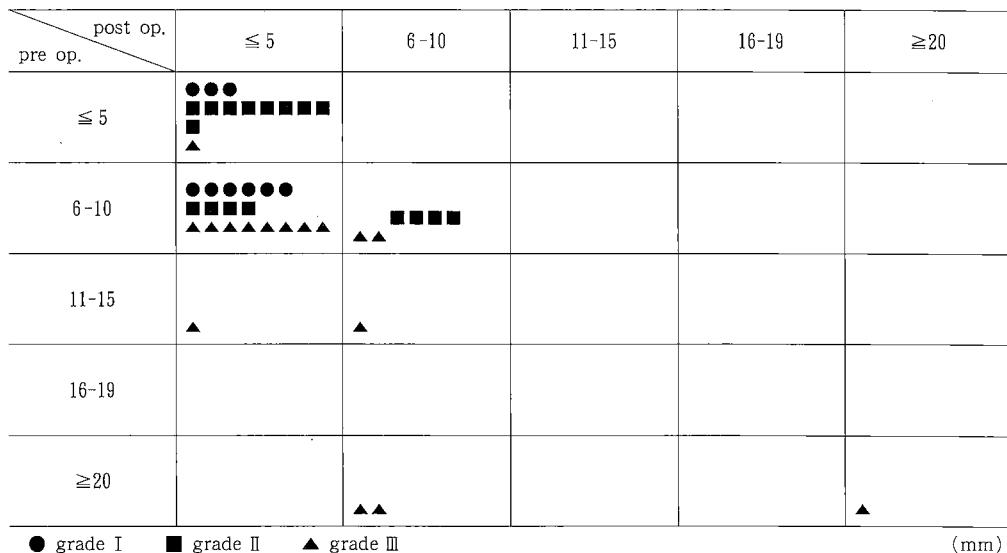
(hands)

Table 2b Clinical Evaluation (subjective symptom)

	Good	Fair	Poor
Grade I	8	6	0
Grade II	12	15	2
Grade III	8	10	4

(hands)

Table 3 Static 2PD Test



遠位端骨折4手、手関節捻挫1手、ガングリオン1手であった。

原因別に浜田<sup>1)</sup>の分類に従い術前評価を行うと、Grade Iが14手、Grade IIが29手、Grade IIIが22手であった(Table 1)。

手術は全例直視下に行い、横手根靭帯の切離による手根管の解放のみを行ったもの44手、横手根靭帯を切離したのち靭帯再建を併用したもの10手、横手根靭帯の切離後、母指対立再建を併用したもの11手であった。

対立再建はCamitz法を10手に、環指の浅指屈筋腱を力源とした腱移行術を1手に施行した。また、Camitz法施行例のうち6手に滑車を作成した。

以上の症例に対して、自覚症状、静的二点識別覚、母指球筋萎縮の改善度を調査し、また術前に母指対立障害を認めた症例のピンチ力、最大掌側外転角を健側と比較した。

術後経過期間は、7カ月～10年9カ月（平均4年9カ月）であった。

## 結 果

合併症として肥厚性または有痛性瘢痕を5手（7.7%）に、RSDを2手（3.1%）に認めた。

自覚症状の評価は浜田らに従い、疼痛、しびれ感、ADL障害などの自覚症状の改善度により、著明な改善か、消失したものをGood、改善したが一部残存するものをFair、全く改善しないか、悪化したものをPoorとした。原因別の評価では、ほとんどの症例で夜間痛、しびれの改善が得られ、全体では65手中59手（92%）がFair以上で、患者の満足度は高かった。6例（8%）はPoorであり、そはRSDの合併、しびれや対立障害の残存によるものであった(Table 2a)。

Grade別に評価すると、Grade Iの症例では全例がFair以上で満足度は高かった。Grade IIの症例で

Table 4 Functional Evaluation

	Pinch power	Palmar abduction
Camitz's method	80	97
pulley (+)	94	98
pulley (-)	58	95
Tendon transfer (FDS IV)	90	100
No opponensplasty	81	83
Percent of the contralateral side		

は 29 例中 27 例 (93%) が Fair 以上であり、Poor であった 2 例のうち 1 例は RSD を合併し、もう 1 例ではしづれの残存が不満足の理由となっていた。Grade III の症例では 22 例中 18 例 (81%) は Fair 以上であったが、残りの 4 例 (19%) は Poor であった。Poor の症例では、つまみ動作やボタンのつけはずなどの巧緻運動障害の残存が不満足の理由となっていた (Table 2b)。

静的二点識別覚は 42 手で評価可能であった。Grade I および II の症例では術前 10mm 以下の症例が多く、調査時には Grade II の 4 例以外は全例 5 mm 以下に改善していた。また Grade III の症例でも術前に静的二点識別覚が比較的保たれている症例が多く、1 例を除いた全例が 10mm 以下に改善していた (Table 3)。

術前の母指球筋の萎縮は、Grade II の症例では調査時には 96% で改善が認められた。一方、Grade III では 77% が改善し、23% は不变であった。

Grade III の症例において母指最大掌側外転角の健側比を比較すると、Camitz 法および、浅指屈筋腱移行例ではそれぞれ平均 97%，100% に改善していたが、対立再建を施行しなかった症例では 83% に改善を認めるにとどまった。また、滑車の有無での差は認めなかった。また、Grade III の症例の調査時のピンチ力を手術法別に比較すると、Camitz 法施行例は健側比で平均 80%，浅指屈筋腱移行例は 90%，対立再建を施行しなかった症例は平均 81% であり、浅指屈筋腱移行例が優っていた。また Camitz 法施行例において滑車作成の有無で比較すると、滑車を作成した症例では平均 94%，滑車を作成しなかった症例が平均 58% であった (Table 4)。

## 考 察

一般に手根管症候群の手術成績は良好といわれているが、今回の我々の追跡調査でも全症例の 92% に患者の高い満足度が得られその有用性が確認できた。ま

た、術前後の知覚評価として行った静的二点識別覚は Grade III の症例でも比較的保たれている症例も多く、術前の重症度および術後の改善度にはさほど重要でないことがわかった。

MacDonald<sup>4)</sup> は、従来法による手根管開放術 186 例のうち術後 34 合併症を経験し、その内訳は、横手根靭帯の切離が不完全なもの 12 例 (6.5%)、正中神経掌側枝損傷 11 例 (6.0%)、RSD 4 例 (2.2%)、肥厚性瘢痕 2 例 (1.1%)、手掌部血腫 2 例 (1.1%)、屈筋腱の浮き上がり 2 例 (1.1%)、屈筋腱癒着 1 例 (0.5%) であったと報告している。我々の調査では、5 例 (7.7%) の症例に肥厚性あるいは有痛性瘢痕を、2 例 (3.1%) に RSD を認めた。このうち肥厚性瘢痕はいずれも手関節掌側皮線より中枢で生じており、皮切を手関節掌側皮線より末梢におくことで対処可能であろう。現在、当科でも手掌の小皮切による手根管開放術を行っている。また、RSD の発生原因は自律神経系の障害と考えられており、正中神経には自律神経線維の含有率が高いといわれていることから、愛護的な手術操作や術後の浮腫予防が RSD の発生予防には重要であると考えられた。

母指対立障害の強い症例に対し、当科では対立機能を早期に改善する目的で一部の症例に再建術を併用しているが、対立再建を行わなかった症例に比べ術後早期から巧緻運動の改善が得られており患者の満足度は高かった。一方、対立再建を施行しなかった症例の中には調査時対立障害が残存し ADL 上の障害を訴える例が約半数存在した。術前の短母指外転筋の筋電図で M 波が導出できない症例に調査時筋萎縮の残存する場合が多いことより、M 波導出不能例には対立再建を考慮すべきであると考えられた。

対立再建の術式では環指浅指屈筋腱移行例のはうが Camitz 法施行例よりも対立機能、ピンチ力は良好であった。しかし日常生活での手の使用には差は認めなかつた。

Camitz 法の利点として、手技的にも比較的簡単で脱落症状を認めない<sup>5)</sup>、長掌筋は短母指外転筋の協同筋であり後療法も容易で早期より対立障害の改善が期待できる<sup>3)</sup>、などが挙げられる。また本法に滑車の作成を併用することによりピンチ時に MP 関節がより安定化しピンチ力の改善が得られる。一方、Camitz 法には環指浅指屈筋腱移行例に比べ筋力がやや弱い、対立運動が不十分であるなどの問題点がある。しかし、尺骨神経支配の短母指屈筋が対立機能をある程度代償

しており<sup>6)</sup>、本法によって再建された掌側外転力で十分であると考えられた。また、移行筋を MP 関節のできるだけ尺側に縫合することや、滑車を作成することで十分な対立運動の再建が可能である。

### 結語

1. 当科における手根管症候群 56 例 65 手の術後成績について検討した。
2. 肥厚性あるいは有痛性瘢痕を 5 手 (7.7%) に、RSD を 2 手 (3.1%) に認めた。
3. 疼痛、しびれ、ADL 障害などの自覚症状は 92 % の症例で改善し満足度は高かったが、残りの 8 % では RSD の合併、しびれや対立障害の残存により満足度が低かった。
4. 静的二点識別覚は筋萎縮の強い症例でも比較的保たれていた。
5. 対立障害の強い症例に対する Camitz 法を用いた一期的な対立再建は、術後早期からの ADL の改善に有用である。

### 文 献

- 1) 浜田良機 他：手根管症候群の治療成績。日手会誌, 2 : 156-159, 1985.



- 2) 砂川 融 他：手根管症候群における母指対立再建術一例の検討。中部整災誌, 36 : 1477-1478, 1993.
- 3) 本多重信 他：Camitz 法による母指対立再建術。日手会誌, 3 : 175-178, 1986.
- 4) MacDonald, R. I., et al.: Complications of surgical release for carpal tunnel syndrome. J. Hand Surg., 3 : 70-76, 1978.
- 5) Foucher, G., et al.: Primary palmaris longus transfer as opponensplasty in carpal tunnel release. J. Hand Surg., 16-B : 56-60, 1991.
- 6) Rosenbaum, R. B., et al.: Carpal tunnel syndrome and other disorders of the median nerve. Butterworth-Heinemann, 1993.

質問 慶應義塾大学整形外科 仲尾 保志

1. RSD の患者と肥厚性瘢痕、橈骨下端骨折の患者との関連性は。
2. 術後の固定は。
3. RSD になった原因は何かありましたでしょうか。

回答 広島大学整形外科 市川 誠

1. RSD 合併例は 2 例とも特発性であり、また肥厚性瘢痕の合併もなかった。
2. 抜糸まで外固定を行なっている。
3. 原因ははっきりしませんでした。

## 橈骨遠位端骨折後に発症した手根管症候群14例15手の検討

北見赤十字病院整形外科

末松典明

旭川医科大学整形外科学教室

平山隆三

国立函館病院

村松郁夫

美唄労災病院

大塩至

北海道大学医学部整形外科学教室

加藤博之

### 14 Cases of Carpal Tunnel Syndrome after Distal Radial Fracture

Noriaki Suematsu · Ryuuzou Hirayama · Ikuo Muramatsu

Itaru Ooshio & Hiroyuki Kato

We analyzed the factors that were involved in the development of carpal tunnel syndrome after conservative treatment of distal radial fractures.

There were 14 women, 15 fractures. Colles' fractures were 14, and Smith's fracture was one. All the patients were over 50 years old. The interval between fracture and the onset of carpal tunnel syndrome of 80% patients were within 3 months.

In Colles' fractures, the dorsal angulation ( $\geq 10^\circ$ ) of the radius was found in 80% of the patients. The ulnar positive variance ( $\geq 5 \text{ mm}$ ) was found in 80% of the patients.

In Smith's fracture, the volar angulation of radius was found  $20^\circ$ , and the ulnar positive variance was 7 mm.

We consider that the anatomic derangement play an important role in the development of carpal tunnel syndrome after distal radial fracture.

#### はじめに

橈骨遠位端骨折後に生じた手根管症候群の報告はこれまで比較的少ない。今回、その臨床像、発症原因、対策について検討した<sup>2)</sup>。

#### 対象と方法

検討対象は、橈骨遠位端骨折後に生じた手根管症候

群14例15手である。

骨折の受傷機転は、全例転倒による low energy accident の例に限り、労災事故や交通事故、転落などの例は除外してある。

また、骨折の治療は保存的に行なった例に限った。このような条件を満たしている14例15手について、年齢、骨折型（コレス骨折かスマス骨折か）、骨折分類、X線写真計測、骨折から発症までの期間、術

**Key words :** carpal tunnel syndrome, distal radial fracture, median nerve, Colles' fracture

**Address for reprints :** Noriaki Suematsu, M.D., Department of Orthopaedics, Kitami Red Cross Hospital, Kita 6, higashi 2, Kitami City, Hokkaido 090, Japan.

Table 1 Colles' Fracture (14 hands)

Age	interval between fracture and onset	palmer tilt	ulnar variance	Nerve Compression Site	Fracture Classification <sup>4)</sup>
57	51days	-16°	6 mm	proximal	II
77	10days	-30	5	proximal	II
61	0days	-5	6	central	IV
78	0days	-15	7		II
78	0days	-30	8		II
72	0days	-30	5	total	II
59	30days	-17	7	central	II
80	1day	-13	7		
69	40days	-40	8	proximal	IV
51	70days	-26	5		IV
63	3years	-1	6		II
77	20years	-10	4	proximal	II
53	105days	-8	4	total	IV
64	76days	-23	3		II
Smith's Fracture (1 hand)					
72	30days	+20	7 mm	distal	

中所見などについて検討した。骨折分類は Universal 分類を用いた<sup>4)</sup>。

## 結 果

全例女性であり、年齢は 50 歳代 4 手、60 歳代が 4 手、70 歳代 6 手、80 歳代 1 手であった。70 歳代の一例は両側例であった。骨折型はコレス骨折 14 手、スミス骨折 1 手であった。骨折から知覚障害出現までの期間は、0 日から 20 年と幅があったが、80% では骨折後 3 か月以内であった。

X 線所見は、骨折後 3 年および 20 年に手根管症候群を発症した 2 例を除いた 12 例 13 手では、Universal 分類で全例が class II (関節外、転位あり) または class IV (関節内、転位あり) であり、全例受傷時に骨折部に転位があった例であった。

知覚障害が出現してからの X 線所見は、コレス骨折では背屈変形が全手に認められ、10° 以上の背屈変形が約 80% に認められた。ulnar plus variance は全手に認められ、5 mm 以上の ulnar plus 変形が約 80% に認められた。また、スミス骨折の 1 例では掌屈変形が 20 度、ulnar plus 変形が 7 mm であった。

手根管開放手術を行なったコレス骨折 8 手の術中所見によると、手根管内での正中神経の圧迫部位は、近位部 4 手、中央 2 手、全体 2 手であり、手根管内遠位部のみでの神経圧迫例はなかった。一方、手根管開放手術を行なったスミス骨折の 1 手では、手根管内で

の正中神経の圧迫部位は、手根管内の遠位部であった (Table 1)。

## 考 案

Aro (1988) は、橈骨遠位端骨折後の晩発性手根管症候群について、コレス骨折の保存治療例中 8% の頻度と報告している<sup>1)</sup>。また、その発症機序については、橈骨の短縮と背屈変形により月状骨が背屈し、手根中央関節が背側に転位し掌屈する。これにより手根管が狭くなることが原因であると指摘している。さらに Aro は、コレス骨折における骨変形の許容範囲を背屈 10° 以下、橈骨角 13° 以上、橈側偏位 2 mm 以下とし、この基準を満たせば手根管症候群の発生が有意に少ないと報告した。今回のコレス骨折例 14 手のうち、この Aro の基準の中で背屈 10° 以下を満たす例は 3 手のみで、他の 11 手では Aro の基準を満たしていないかった。また、今回、5 mm 以上の ulnar plus は約 80% の手に認められた。したがって、Aro の指摘するように、骨折部の変形が手根管症候群の発生に直接関与している可能性が高い。

しかし、もともと特発性手根管症候群のいっぽ手前にいたような潜在性の症例が、骨折やその後の変形により、手根管症候群の発症に至ったという可能性もある<sup>3)</sup>。

今回検討した症例の中に骨折後 3 年と 20 年を経てから、手根管症候群を発症した 2 例 2 手がある。この

2 手は、X 線上の背屈変形がそれぞれ 1°, 10° であり、他の症例と比較して変形が小さかった。しかも骨折後 3 年と 20 年を経てから手根管症候群を発症している。したがって、この 2 例では、コレス骨折が手根管症候群の発症と直接関連がない可能性もある。しかし、上腕骨遠位部骨折後の遲発性尺骨神経麻痺においては、骨折の変形治癒後数年以上を経てから神経症状の出現する例もあることを考えると、背屈変形 10° の例では、特発性発症の要因に加えて、骨折部の変形の影響も完全には否定できない。

橈骨遠位端骨折後の手根管症候群への対策としては、今回の結果からも、可及的に骨折部の解剖学的整復を心がけることが重要と思われる。また、既に正中神経障害を認める橈骨遠位端骨折例への具体的対策としては、著者らは以下のように考えている。

1) 受傷後まもない初診時に正中神経障害を認めた時には、骨折の解剖学的整復とその保持を行なう。それらによっても正中神経障害の改善が得られない時には、観血的骨接合術と手根管開放術を施行する。

2) 徒手的な骨折整復後に正中神経障害を認めた時には、Cotton Loder 肢位の解除が必要である。解除後も神経障害の改善がない時は、ただちに観血的骨接合術と手根管開放術を施行すべきである。

3) 骨折後、晩発性に手根管症候群を発症した例では、通常の保存的治療を行ない、反応しなければ、比較的早期に手根管開放術を施行する。

### ま　と　め

橈骨遠位端骨折後に発症した手根管症候群例の特徴は、以下のごとくである。

- 1) 50 歳以上の女性。
- 2) 骨折から手根管症候群発症までの期間が 3 か月以内。
- 3) X 線所見では背屈変形や ulnar plus 変形が強い。
- 4) 正中神経の圧迫部位は、コレス骨折では特発性手根管症候群と比較して手根管内の近位部の比重が高い。

また、橈骨遠位端骨折後に発症した手根管症候群への対策について述べた。

### 文　献

- 1) Aro, H., et al.: Late compression neuropathies after Colles' fractures., Clin. Orthop, 233 : 217-225, 1988.
- 2) McCarroll, H. R., et al.: Nerve injuries associated with trauma, Orthop. Clin. North Am. 15 : 279-287, 1984.
- 3) 谷口泰徳 他 : Colles 骨折に続発した手根管症候群の検討, 中部整災誌, 38 : 721-722, 1995.
- 4) Rockwood, Jr. C. A., et al.: Rockwood and Green's fractures in adults, 3rd ed., J. B. Lippincott Co., Philadelphia, 585-589, 1991.

**質問** 岡山大学整形外科 橋詰 博行  
骨の変形が強い場合、まず骨切りを行って変形を矯正するという考えはいかがか?

**回答** 北見赤十字病院整形外科 末松 典明  
骨折変形治癒による症状が主訴か、神経症状が主訴かによると思います。

**質問** 虎の門病院 立花新太郎  
我々の経験では、橈骨遠位端骨折後の CTS 手術例は、1 例を除き、全て中高年女性であり、非骨折側に有症ないし、sub clinical CTS を高率に合併すること、及び全く転位変形を認めない症例にも発生していることから、本症の発症機序は、骨折後の変形の程度よりも、潜在性に存在した sub clinical CTS が外傷を契機に発症すると考えているが、御見解をうかがいたい。

**回答** 北見赤十字病院整形外科 末松 典明  
男性例はない。  
健側も終末潜時遅延している例が多い。特発性の要素も発症にはある程度、関与している例もあると思います。

## 手根管症候群における鏡視下手根管開放術

近畿大学医学部整形外科学教室

菊 池 啓・大 谷 和 裕  
保 脇 淳 之・田 中 清 介

Endoscopic Carpal Tunnel Release for Treatment of Carpal Tunnel Syndrome

Hiraku Kikuchi · Kazuhiro Ohtani · Yoshiyuki Yasuwaki  
& Seisuke Tanaka

Since 1994, we treated 23 cases of the carpal tunnel syndrome with the endoscopic carpal tunnel release under local anesthesia and without tourniquet. All patients were relieved from their pains, paresthesias and the other clinical signs. Only one patient who received the hemodialysis recurred her symptoms after 3 months of the operation and received a conventional open surgery at 4 months after the first operation to improve the symptoms. In this study, we found the correlation between (1) the improvement of grip strength and the duration of healing ( $p=0.01$ ) and (2) the improvement of grip strength and the shortening of distal latency were correlated ( $p=0.05$ ). We conclude that endoscopic carpal tunnel release is useful in the carpal tunnel syndrome under the rigours indication.

### は じ め に

近年最小侵襲手術手技が報告<sup>1)</sup>され、外科的療法が変換してきている。当科でも1993年までは、手根管症候群 (Carpal tunnel syndrome: CTS) における手根管開放術は従来法 (Open carpal tunnel release: OCTR) を行っていた。OCTRの成績は良好で確立されているものの、症例により、肥厚性瘢痕を残す場合があった。鏡視下手根管開放術 (Endoscopic carpal tunnel release: ECTR) が1987年奥津の報告<sup>2)</sup>以後先人達により確立され、single portal technique か two portal technique の違いはあるものの、ECTRの良好な成績が他施設から報告<sup>3)</sup>されている。我々も1994年初めよりCTSにおける手根管開放術に対し ECTRを取り入れたので今回結果を報告する。

### 対象および方法

当教室では原則としてCTSの診断後（臨床症状、電気生理学的検索、負荷サーモグラムなど）、薬物理

学療法、局所注入やnight splint固定など保存的療法困難な症例に対し、発症後3ヶ月を目安に手術を勧めている。また、CTSに対するECTRの適応を次のように決めている。(1)拇指対立機能再建術が必要な症例であること、(2)手関節拘縮がないこと、(3)初回手術であること、(4)屈筋筋膜が手根管内へ入り込まないもの、(5)知覚障害が典型的であるもの、(6)横手根靭帯部分でのブロック効果が短時間であるもの、(7)特殊材料、また従来法へ移行する可能性をなどを含めインフォームドコンセントが得られている症例としている。使用機種ならびに手術手技としてはtwo portal technique である ECTR system (Smith and Nephew Dyonics) を用いているが、奥津らの提唱するdistal hold fast fibers of the transverse carpal ligamentは切離している。その結果1994年より当科でCTSに対し ECTRを行った症例は19例23手（男性1例1手、女性18例22手、手術時年齢37～74歳、病因は特発性16手、血液透析4手、外傷性3手、罹病期間2～60ヶ月）であった。一方、1994

**Key words :** carpal tunnel syndrome, endoscopic surgery

**Address for reprints :** Hiraku Kikuchi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Kinki University School of Medicine, 377-2 Ohnohigashi, Osaka-sayama 589, Japan.

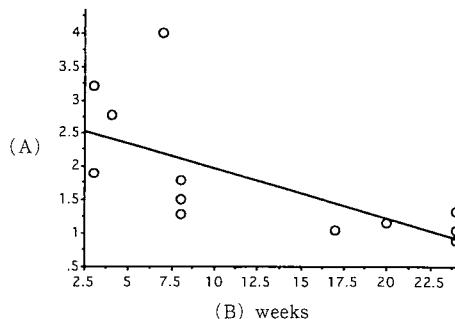


Fig. 1 Correlation for (A) the improvement of grip strength and (B) the duration of healing.

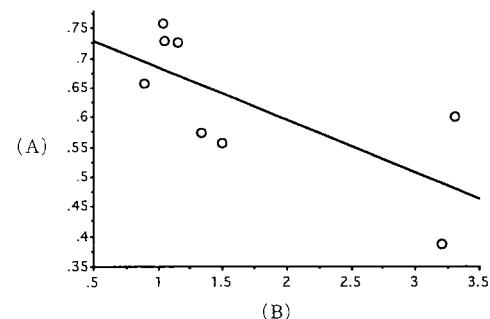


Fig. 2 Correlation for (A) the shortening of distal latency and (B) the improvement of grip strength.

年以後に OCTR を行った症例は 4 例 4 手（特発性 2 例 2 手、血液透析 2 例 2 手）であった。臨床評価は原則として入院時、術後 4 週、12 週に行った。評価方法は(1)疼痛、夜間痛、しびれ、手指巧致運動、放散痛など臨床症状、(2)握力を用い、可能な症例では(3)手関節部での正中神経伝導潜時 (distal latency of compound muscle action potential: DL) を測定し、1 項目以上改善したものを良、変わらないものを不变、1 項目でも悪くなったものを悪化とした。握力と DL は個々の値が異なるので、個人での術前術後の変化を求める、改善率と短縮率として比較した。

## 結 果

19 例 23 手とも局所麻酔下に手術が可能であり、手術時間も最短 12 分～最長 44 分（平均 21 分）であった。ECTR で最も心配である術中神経・血管損傷は認めなかった。しかし血液透析などの症例では、横手根靱帯切離時に切離抵抗が強い症例があった。また器材セッティングは従来法に比較して繁雑であった。術後後療法として 48 時間は圧迫包帯固定を行ったが、外固定は使用せず、自動運動を許可した。全例で術直後より知覚障害の改善ならびに夜間痛の軽減を認めた。術後 4 週時点では 23 手中 3 例が再来せず逸脱した。20 手中 13 手で Tinel sign が消失し、掌側遠位皮切部の圧痛を 2 手に認めたが、手関節の可動域制限や日常生活動作に支障をきたさなかった。握力では 20 手中 16 手に増加を認めた。20 例中 11 例 (55%) が症状消失し、残り 9 例も臨床症状改善し、結果に満足していた。術後 12 週時点ではさらに 3 例が来院せず逸脱した。17 例中 1 例に CTS 再発を認め（後述）、結

果不良と判定した。12 例 (71%) が症状消失し、残り 4 例も臨床症状改善し、結果に満足していた。これらの 4 例は術後 24 週までに症状消失した。握力では 16 手中 15 手に増加を認め、増加の得られなかつた 1 例では頸椎由来の症状もあり double lesion が考えられた。

ECTR による握力改善率（術後/術前）、DL 短縮率（術後/術前）、罹病期間、症状改善までの期間の 4 項目に関して相関性を検討した。握力改善率と症状改善までの期間は相関を示した（Fig. 1）。さらに、DL 短縮率と握力改善率も相関を示した（Fig. 2）。しかし、握力改善率と罹病期間や DL 短縮率と罹病期間には相関性はなく、DL 短縮率と症状改善までの期間には相関は得られなかつた。

## 症 例

1. 70 歳女性。右特発性 CTS。罹病期間 6 ヶ月。右手掌部から示指中指のしびれが出現した。箸、ボタンかけ、紐結びなど困難となり、夜間痛増強した。保存療法に抵抗し手術目的にて入院した。術前 Gd-MRI では正中神経の造影効果とサーモグラムで患側に 1 °C 以上の皮膚温低下を来し、手関節掌側負荷試験<sup>4)</sup>陽性を示した。術前 DL は 7.0 msec、握力は 4.0 kg を示した。ECTR 施行直後から疼痛、知覚障害改善し、術後 4 週時点で DL は 6.3 msec、握力は 8.0 kg を示し、術後 12 週時点で DL は 5.3 msec、握力は 16.0 kg を示し、DL が正常化しないものの症状は完全に消失した。

2. 61 歳女性。右血液透析後 CTS。罹病期間 60 ヶ月。シャント側であり夜間痛強く除痛目的で ECTR

施行。術後2ヶ月までは経過良好であった。術後3ヶ月で手関節部での腫脹増大しCTS症状の再燃を來した。術後4ヶ月で従来法により再手術を行った。術中所見で正中神経は細く、滑膜増生組織と切離された横手根靱帯と強く癒着していた。本症例では長期透析管理の困難さから、従来法が良かった症例とも考えられた。

### 考 察

ECTR の合併症として術中の神経血管損傷、神経の破格や屈筋群の関与により除圧されない場合、滑膜炎組織の残存による再発が言われている<sup>1)</sup>が、術前の適応が確立されていなかったり、手術手技的に問題のある時期での報告が多く、今回の結果からも ECTR は確立された方法であった。ECTR での DL 短縮は OCTR と同様に、症状改善よりも遅れていた。ECTR の大半は術後4週目に握力の回復を来し、術後12週目に肥厚性瘢痕を示した症例は1例もなかった。しかし、1例で再発したことに関しては、ECTR の適応項目に、(8) 罹病期間の長く、長期透析患者は除くことを加えた方が良いことがわかった。Double lesion に関しては ECTR の方が侵襲が少ない分良いと考える。つまり、ECTR の適応をしっかりと見極めることと、局所麻酔下で確認しながら手術することがポイントであった。臨床診断（電気生理学的など補助診断を含め）が下され保存療法に抵抗する場合、ECTR は最小侵襲であり、罹病期間を短縮することが可能である。今

のところ、当科での外来手術は1例のみであるが、社会的要望からしても、今後 day surgery として普及することが考えられる。

### 文 献

- 1) Agree, J. M., et al.: Endoscopic carpal tunnel release: A prospective study of complications and surgical experience. J Hand Surg., 20: 165-171, 1995.
- 2) 奥津一郎 他: Universal endoscope の開発と皮下鏡視下手根管開放術の試み. 日整会誌, 61: 491-498, 1987.
- 3) 日浦泰博 他: 鏡視下手根管開放術の経験. 日手会誌, 12: 383-386, 1995.
- 4) 保脇淳之 他: 手根管症候群におけるサーモグラフィーの検討. 日手会誌, 9: 577-580, 1992.

**質 問** 大阪府立病院整形外科 藤田 悟  
透析患者の1例に術後3ヶ月で再発を認めたということですが、再発の原因は incomplete release によるものか、滑膜切除が必要であったためか、どちらの原因によるものでしょうか。

**回 答** 近畿大学整形外科 菊池 啓  
滑膜切除が必要であった1例と考えている。

**追加発言** 虎の門病院整形外科 立花新太郎  
DML の改善率と握力の改善率に相関ありとの結論であるが、電気生理学的検査所見と臨床症状を相関させることは慎重でなければならないと考える。

## 特発性手根管症候群における鏡視手術の長期成績

— 鏡視手術を行った特発例 28 症例 44 手の長期成績 —

日本赤十字社医療センター整形外科

浜 中 一 輝・奥 津 一 郎

高 取 吉 雄・田 辺 恒 成

二ノ宮 節 夫

Long Term Follow-up Results of USE System Management of  
Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome

Ikki Hamanaka · Ichiro Okutsu · Yoshio Takatori

Tsunenari Tanabe & Setsuo Ninomiya

We performed endoscopic carpal canal decompression surgery using the USE system in 438 hands in 296 patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. In this group, there were 44 hands in 28 patients who were followed up for over two years. We analyzed the clinical symptoms, electrophysiological test results and carpal canal pressure pre and postoperatively as well as the recurrence rate.

All 44 hands had tingling sensations preoperatively. In 42 hands this symptom disappeared completely postoperatively. Two patients had cervical radiculopathy. The mean disappearance period was 84.8 days. All 44 hands had sensory disturbances preoperatively. In all 44 hands these symptoms disappeared completely postoperatively. The mean disappearance period was 12.4 weeks. All 44 hands recovered or remained the same abductor pollicis brevis muscle power preoperatively. Preoperative abnormal Distal Sensory Latency was recorded in 36 hands (81.8%). Recovery to within normal range was attained in 33 of those hands (91.7%). Preoperative abnormal Distal Motor Latency was recorded in 43 hands (97.7%). Recovery to within normal range was attained in 30 of those hands (69.8%). During the follow-up period the recurrence rate was 0%.

In summary, after complete endoscopic decompression using the Universal Subcutaneous Endoscope system, symptoms of carpal tunnel syndrome were relieved in all hands.

We conclude that endoscopic management of carpal tunnel syndrome using the Universal Subcutaneous Endoscope system is effective.

は じ め に

44 手の長期成績を報告する。

症例および方法

われわれは 1986 年より手根管症候群患者に対して、鏡視手術を行ってきた。このうち特発性手根管症候群患者で鏡視手術を行い、臨床症状、電気生理学的検査結果を術後 2 年以上完全な形でフォローアップできた

1986 年より 1995 年 8 月までに、USE system を用いて鏡視手術を施行した特発例は、296 症例、438 手であった。このうち、臨床症状、電気生理学的検査結

**Key words:** endoscopic surgery, idiopathic carpal tunnel syndrome, USE system, carpal canal pressure, complete endoscopic decompression

**Address for reprints:** Ikki Hamanaka, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Japanese Red Cross Medical Center, 4-1-22, Hiroo, Shibuya-ku, Tokyo 150, Japan.

果を2年以上完全な形でフォローアップできた症例は28症例44手であった。その内訳は男性3症例5手(右側1症例1手、左側0症例0手、両側2症例4手)、女性25症例39手(右側6症例6手、左側5症例5手、両側14症例28手)であった。平均年齢は57.6歳(38~89)であった。平均追跡期間は3年6ヶ月(2年~6年8ヶ月)であった。術前、手根管症候群の診断は、臨床診断、電気生理学的診断と手根管内圧測定結果の三者から行った。臨床診断は、しびれ感、知覚障害、短母指外転筋の筋力および筋萎縮、Tinel様徵候、Median nerve flexion test(Phalen test)とMedian nerve extension testを行った<sup>1)~6)</sup>。しびれ感の有無は問診にて調べた。知覚障害は3g痛覚計および2g触覚計を用いて調べた。また、短母指外転筋々力については徒手筋力テストを用いて検査を行った。電気生理学的検査はMedelec(type-6)あるいはMystro(type-25)systemを使用し表面電極を用いて術前、術後に施行し、Distal sensory latency(DSL)とDistal motor latency(DML)を測定した。DSLは3.4msec.より延長、DMLは4.2msec.より延長した場合に異常値とした。DSLもしくはDMLのどちらか一方が異常値を示した場合に異常と判定した。術前、術中の手根管内圧測定は手術のための局所麻酔下にcontinuous infusion techniqueを用いて行った。空気止血帯は使用しなかった。測定は、局所麻酔後、5分間経過して手根管内圧が安定した状態で安静位と指最大自動屈曲位の肢位を30秒間とらせて、その最大値を記録した。手根管内圧の異常値は安静位にて、15mmHgより高値、指最大自動屈曲位にて、135mmHgより高値の場合とした。安静位もしくは指最大自動屈曲位のどちらか一方の肢位にて異常値を示した場合に、異常と判定した<sup>3)7)~10)</sup>。診断は前述の診断法より総合的に行った。手術は保存療法を3ヶ月行っても臨床症状が改善しない症例や、保存療法により臨床症状が一時改善した後、再発した症例を手術適応とした。初診時に短母指外転筋の筋力低下もしくは筋萎縮の存在していた症例では保存療法を行わずに直ちに手術をすすめた。これらの症例に対してUniversal Subcutaneous Endoscope systemを用いて鏡視手術を行った<sup>2)~6)</sup>。臨床症状の評価として、術前、術後のしびれ感の有無、知覚障害、短母指外転筋々力、また、電気生理学的検査結果について比較検討した。回復時点は正中神経領域の知覚障害が患側の尺骨神経領域あるいは健側の正中神経領域と同等に改善した時

点の外来通院日とした。さらに再発率についても検討した。

## 結 果

### 1. 電気生理学的検査結果の回復

術前DSLは81.8%(36/44)の症例で異常値を示した。術後91.7%(33/36)の症例で正常値まで改善した。術後、悪化した症例はなかった。術前DMLは97.7%(43/44)の症例で異常値を示した。術後69.8%(30/43)の症例で正常値まで改善した。術後、悪化した症例はなかった(Table 1)。

### 2. 臨床症状の回復

臨床症状の回復は電気生理学的検査結果の回復が不十分であった症例においても良好であった。

術前、全例でしびれ感が存在した。術後、頸椎神経根症の合併していた1症例2手以外、すなわち95.5%の症例で、しびれ感が消失した。しびれ感は平均84.8±119.7(平均回復日数±標準偏差)(1~421)日で消失した。術後、悪化した症例はなかった。術前全例で

Table 1 DSL/DML Recovery

	Preoperative Abnormal DSL/DML (%)	Postoperative Recovery from Abnormal DSL/DML (%)
DSL	81.8 (36/44)	91.7 (33/36)
DML	97.7 (43/44)	69.8 (30/43)

(n=44)

Table 2 Clinical Symptoms Recovery

	Recovery Rate (%)	Mean Recovery Period
Tingling Sensations	95.5 (42/44)	84.8 (Days) (1~421)
Sensory Disturbance (3g Algesiometer)	100 (44/44)	12.3 (Weeks) (1~65)
Sensory Disturbance (2g von Frey hair)	100 (44/44)	12.5 (Weeks) (1~65)

(n=44)

Table 3 Abductor Pollicis Brevis Muscle Power Recovery

	POSTOPERATIVE (MMT)					
	0	1	2	3	4	5 (n=44)
P <small>RE</small> O <small>PE</small> R <small>A</small> T <small>I</small> V <small>E</small>	0	1	2	3	4	5
0		1		3		
1				3		
2					2	
3						8
4						19
5						8

知覚異常が存在した。術後、3 g 痛覚計では平均  $12.3 \pm 17.9$  週 (1~64.9)、2 g 触覚計では平均  $12.5 \pm 17.6$  週 (1~64.9) で完全に回復していた。知覚障害が残存した症例はなかった。術後、悪化した症例はなかった (Table 2)。短母指外転筋々力は術後、全例で術前と同じ、もしくは回復した (Table 3)。

### 3. 合併症、再発率

今回、追跡した症例においては術中合併症、術後合併症はなかった。今回の追跡期間（平均フォローアップ期間：3年6ヶ月）において再発率は0%であった。

### 考 察

鏡視手術は、標準的観血手術と比較して低侵襲で、早期の職場復帰が可能であることが長所である。一方、鏡視手術の問題点は、手根管の内側から外側へ屈筋支帶をはじめとする組織を切離するため、切離が不十分で、目的とする十分な除圧が得られない可能性がある。しかし、今回の症例において、臨床症状の回復もさることながら、再発は0%であった。鏡視所見のみならず手根管内圧測定結果を基にしたわれわれの完全除圧手術法の妥当性が証明された。

今回、臨床症状の回復期間が従来の報告に比べて多少長いのは、検査日時が術後7日目、1ヶ月目、3ヶ月目に、6ヶ月目の外来通院日に検査を行ったためと考えられた。

### ま と め

特発性手根管症候群患者において鏡視手術は手術侵襲が軽く、術後の臨床症状および電気生理学的回復も良好で、かつ再発のない有効な手術法である。

### 文 献

- Phalen, G. S.: The carpal tunnel syndrome. seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J. Bone Joint Surg.*, 48A : 211-228, 1966.
- 奥津一郎 他：*Universal Endoscope* の開発と皮下鏡視下手術の試み。日整会誌, 61 : 491-498, 1987.
- Okutsu, I., et al.: Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 71A : 679-683, 1989.
- Okutsu, I., et al.: Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy.*, 5 : 11-18, 1989.
- Okutsu, I., et al.: Results of endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Orthop Review.*, 22 : 81-87, 1993.
- Okutsu, I., et al.: Results of endoscopic management of carpal tunnel syndrome in long-term haemodialysis versus idiopathic patients. *Nephrol Dial Transplant.*, 8 : 1110-1114, 1993.
- Hamanaka, I., et al.: Evaluation of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg.*, 20A-5 : 848-854, 1995.
- Hamanaka, I., et al.: Evaluation of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome without electrophysiological evidence. 6th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH), 289-293, 1995.
- 浜中一輝 他：電気生理学的検査値が正常を示した手根管症候群の補助診断。日手会誌, 9, 3 : 405-409, 1992.
- 浜中一輝 他：手根管症候群における手根管内圧の意義。日手会誌, 12, 3 : 354-356, 1995.

## 手根管症候群に対する鏡視下手根管開放術と従来法との比較

熊本機能病院整形外科

中島英親・寺本憲一郎  
平野哲也・武田浩志  
米満弘之

A Comparative Study of the Conventional and the  
Endoscopic Approach to Carpal Tunnel Syndrom

Hidechika Nakashima · Kenichiro Teramoto · Tetsuya Hirano  
Hiroshi Takeda & Hiroyuki Yonemitsu

We compared the conventional with the endoscopic operation in the carpal tunnel syndrom. We studied 25 hands in 24 cases under the conventional group and 30 cases in 23 cases under the endoscopic group more than one month after operation.

Distal motor latency under the conventional group was  $6.68 \pm 2.03$  msec before the operation and  $5.13 \pm 1.16$  msec after the operation. Under endoscopic group it was  $6.32 \pm 1.90$  msec before the operation and  $5.33 \pm 1.38$  msec after operation.

SCV of the conventional group was  $35.9 \pm 10.8$  m/sec before operation and  $48.8 \pm 11.7$  m/sec after operation and it of the endoscopic group was  $36.1 \pm 6.8$  m/sec before operation and  $39.1 \pm 6.7$  m/sec after operation.

The complication under this endoscopic operation was only one case of the rupture of the superficial palmar arterial arch.

### はじめに

手根管症候群に対して、手術後の瘢痕、術後の早期復帰を考え、数多くの術式<sup>1)</sup>があり、数多くの研究<sup>2)</sup>がある。近年奥津<sup>3)</sup>らは、One portal techniqueでの鏡視下手術を発表している。今回私達は、スミスアンドネフュー社のダイオニクスエクトラⅡを用い、Two portal techniqueでの手根管開放術を23症例30手に施行したので、従来法の24症例25手と比較し報告する。

### Two portal techniqueによる鏡視下手術

手術法は、手関節刺入口は手関節遠位皮膚線より中枢約1cmで、長掌腱より尺側に引いた1~1.5cmの

部位としている。カニューレの出口は母指を最大に外転し、母指の遠位から手掌部に直線を引き、中指、環指の指間からこの直線に直角を引いた線の交わるところで、この部を縦に1cm 縦切し、手掌腱膜の一部を切除しカニューレの先端が出やすいようにする。前腕掌側の入口部皮下組織を鈍的に剥離し、すぐ横にある長掌腱を出し、これを露出し、筋鉤で桡側に引き直下に掌側前腕筋膜を出す。そして、この筋膜を鈍的に横に切開する。次に、腱鞘滑膜をきずつけないように、その直上とこの筋膜の間をカーブディセクターで剥離し、横手根靱帯の方へ剥離していく、横手根靱帯と腱鞘滑膜の間をFig.1のように剥離する。この間はよく手根管内で癒着しているので、十分に気をつけて剥離している。この部の剥離がこの手術で最も重要であ

Key words: carpal tunnel, endoscopic approach

Address for reprints: Hidechika Nakashima, M.D., Department of Orthopaedic Surgery Unit, Kumamoto Kinoh Hospital, 6-8-1 Yamamuro, Kumamoto 860, Japan.

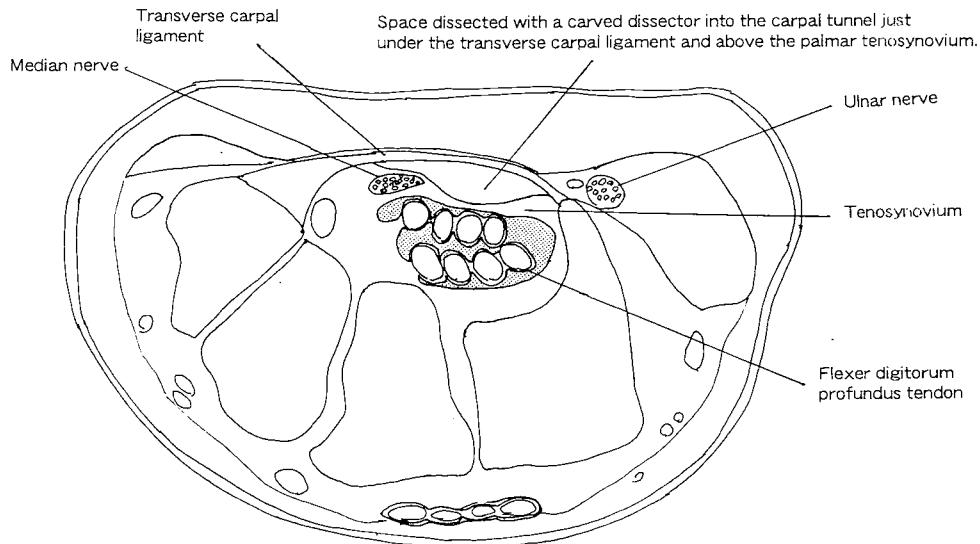


Fig. 1 Cross-section, Anatomy of Wrist.

Curved dissector passed into carpal tunnel just under transverse carpal ligament and above palmar tenosynovium

る。剥離の方向を横手根靱帯遠位のカニューレ出口の切開部にすすめる。そしてカーブディセクターを除抜き、合体カニューラをカーブディセクターが作った空間に沿って挿入する。合体カニューラを横手根靱帯下の手根管内を通して有鉤骨鉤のレベルまで挿入し、次に指と手関節を過伸展にしてストラップで支持台に固定する。そして合体カニューラを横手根靱帯遠位のカニューラ出口の切開部に出す。次にオプチュレーターをカニューレから抜き、前腕部より内視鏡を入れて横手根靱帯を確認する。このとき綿棒で掃くとはっきり見える。又、プローブを内視鏡と反対側から入れて、正中神経がスリット内に入っているか確認する。その後、横手根靱帯の末梢部をプローブナイフで一部切離し、その後トライアングルナイフで横手根靱帯の中央部に穴を開け、次にレトログレイドナイフをこの穴に入れ引くようにして切離する。そして、内視鏡を抜き手掌から入れ、前腕からレトログレイドナイフを入れ、先程の切開部から前腕に向って引くように切離する。この場合切離した横手根靱帯から脂肪が出てくるまで切離している。その後カニューレを抜き約10分間圧迫後、皮膚縫合している。

## 対 象

鏡視下手術の障害となる手関節拘縮があり、手関節を過伸できない場合、RAなど滑膜炎が著明な場合、透析患者は除外した。手根管の診断基準として、術前M波終末潜時を4.5msec以上とした。しかし、正中神経領域の知覚障害が明瞭で、手関節部にtinel's signがあり、phalen test陽性、手関節部痛のある症例は4.26msec、4.23msecも含めた。鏡視下症例は女性21名、男性2名の23名で30手である。平均年齢は $53.3 \pm 7.1$ 歳で術後観察期間は $29.3 \pm 14.0$ 日である。従来法症例女性15名、男性9名の24名で25手である。平均年齢は $52.5 \pm 6.5$ 歳で術後観察期間は $35.1 \pm 10.1$ 日である。

## 結 果

M波の終末潜時は、従来法で術前 $6.68 \pm 2.03$ msec、術後 $5.13 \pm 1.16$ msecで $p < 0.01$ で有意に改善していた。鏡視下法でも術前 $6.32 \pm 1.90$ msec、術後 $5.33 \pm 1.38$ msecで $p < 0.01$ で有意に改善していた。Fig. 2は終末潜時をグラフにしたものである。SCVは従来法で術前測定できた20手で、術前 $35.9 \pm 10.8$ m/sec、術後 $43.8 \pm 11.7$ m/secで $p < 0.01$ で有意に改善してい

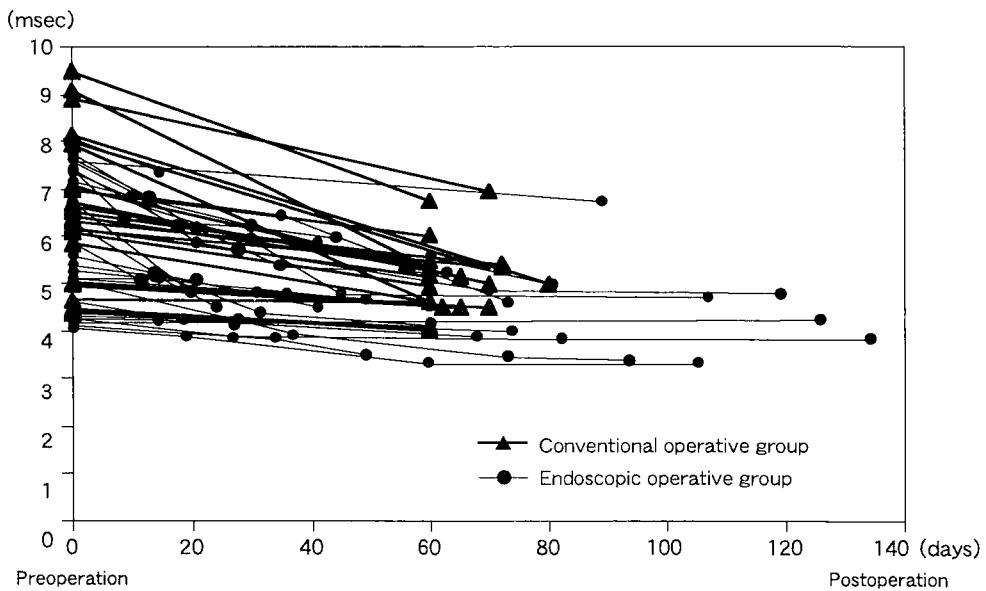


Fig. 2 Distal motor latency

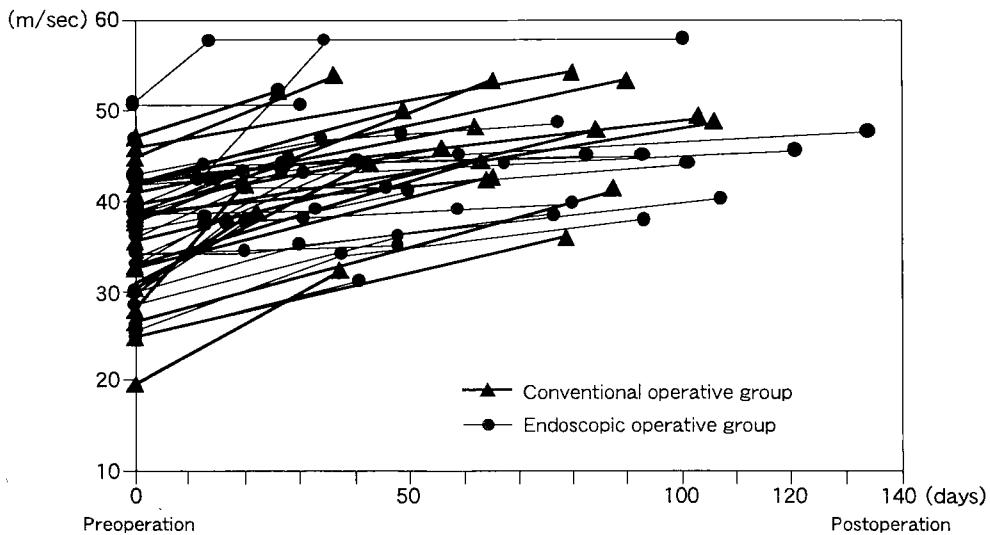


Fig. 3 SCV

た。鏡視下法でも術前測定できた24手で、術前 $36.1 \pm 6.8$ m/sec、術後 $39.1 \pm 6.7$ m/secと $p < 0.01$ で有意に改善していた。Fig. 3はSCVをグラフにしたものである。握力についてはFig. 4のように特に両方法に差はなかった。患者の満足度は従来法で軽快56%、やや軽快44%、鏡視下法で軽快67%、やや軽快30%

で特に差はなかった。以前に従来法で手術し今回鏡視下手術をした人は最近の症例を入れると7名で、鏡視下法が従来法に比較し術後疼痛が少なく仕事復帰も早いという回答を得た。又、次回手術をするとしたら鏡視下法というのが、7例中6例で1例はどちらでも良いという結果でした。鏡視下法を途中で従来法に変更

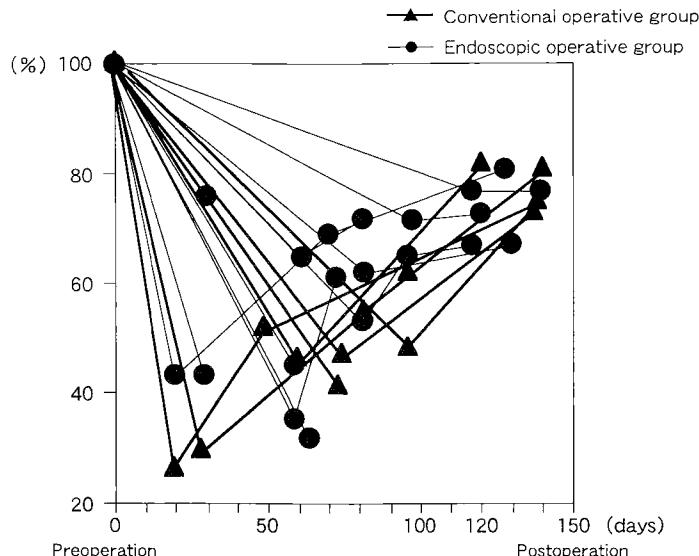


Fig. 4 Power grip

したのは4名であった。

### 考 察

M波終末潜時、SCVの術前、術後の結果は従来法、鏡視下法とともに同様な改善を得た。このことは、術後の疼痛が少なく、職場復帰が早く、術後瘢痕痛がない鏡視下法が優れていると思われる。鏡視下法から従来法に術途中で変更した4例は、関節鏡内に水が入っていて鏡視不能1例、局麻下でカニューレを挿入するも入らず、疼痛が著しい1例、正中神経がカニューレのスリットに大きく出現し移動させることができなかつた1例、浅掌動脈弓を切離し出血が止らなかつた1例である。浅掌動脈弓切離の1例は最初の症例で、レトログレードナイフを末梢に引くとき力余って切りすぎたための損傷であった。十分注意すれば防止できると思われる。正中神経がスリット内に出てくることの防止は横手根靱帯と腱鞘滑膜との間をカーブディセクターで十分に剥離することがかなり防げると思われる。しかし、鏡視下法ですべての症例が可能ではなく、従来法への手術途中での変更も必要で、従来法の手根管開放手術が出来ることが望ましい。

### 文 献

- 1) 中島英親他：手根管症候群における術前、術中、術後の神経伝導速度の測定。整形外科と災害外科、39：(3)1280-1282, 1991.
- 2) 平野哲也、中島英親：手根管症候群における新しい皮切の経験。整形外科と災害外科、43：(3)1017-1019, 1994.
- 3) 奥津一郎：手根管症候群“鏡視下手術”。日手会誌、11：(3)413-416, 1994.

質 問 慶應義塾大学病院整形外科 仲尾 保志

1. 駆血帯は使用しておられますか？駆血を使ったほうが血管の認識が容易で安全だと思います。
2. 患者に御説明の上、局麻で行うことも安全なテクニックのひとつと考えます。

発 言 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎

1. 解剖学用語に準じれば横手根靱帯は屈筋支帶、また、Carpal tunnelはCarpal canalと言った方がよい。
2. 従来法というのは、表現が悪い標準的観血手術と言った方がよい。

## 人工透析患者手根管症候群の手術治療 —従来法と鏡視下手根管開放術の検討—

千葉大学整形外科学教室

六角智之・今井克己  
江畑龍樹・斎藤忍  
守屋秀繁

Clinical Comparison of Conventional and Endoscopic Procedures for Treatment of Carpal Tunnel Syndrome in Hemodialysis Patients

Tomoyuki Rokkaku · Katsumi Imai · Tatsuki Ebata  
Shinobu Saitou & Hideshige Moriya

We compared clinical results of the conventional open carpal tunnel release (OCTR) and endoscopic carpal tunnel release (ECTR) for the patients of carpal tunnel syndrome (CTS) with long term hemodialysis.

82 limbs out of 57 cases were treated by OCTR and 21 limbs out of 19 cases were treated by ECTR. Follow-up period were 30.3 months and 7.7 months respectively. OCTR was performed with using of an inflation tourniquet. Teno-synovectomy was done, if amyloid synovitis was apparent. ECTR was performed with modified Chow's method. Comparisons of clinical results and complications between two groups were done. The clinical criteria was based on Clarke and Stanley's method. No difference of outcomes were found between two groups. Although recurrence were found in 11% of OCTR group, it seems due to long term follow up. All the recurrent cases were received teno-synovectomy. Complication rate was lower in ECTR group.

To relieve of symptoms of CTS in hemodialysis patients, simple carpal tunnel release is sufficient. Further follow up to ECTR group was necessary.

### 目的

全国の慢性人工透析患者は年々増加し、また長期患者もそれに伴い増加している。合併症である手根管症候群も多く経験されるようになり、その治療にも様々な問題点がある。今回、人工透析患者手根管症候群に対する従来の手術療法（以下 OCTR）と最近注目される鏡視下手根管開放術（以下 ECTR）につきその成績と合併症を比較検討することを目的とした。

### 対象と方法

平成元年より現在までに治療した OCTR 例 57 例 82 肢（男性 31 例、女性 26 例、手術時平均年齢 54.0 歳）、ECTR 例 19 例 21 肢（男性 12 例、女性 7 例、手術時平均年齢 57.4 歳）を対象とした。最近の症例で ECTR が多いため、平均経過観察期間が 30.3 カ月、7.7 カ月と差があった。

透析患者の手根管症候群の特徴的症状としての、透析中の耐え難い疼痛は OCTR 群で 42 肢 51%，ECTR 群で 15 肢 71% と、ともに半数以上に見られた。これ

**Key words:** carpal tunnel syndrome, hemodialysis, endoscopic carpal tunnel release, open carpal tunnel release  
**Address for reprints:** Tomoyuki Rokkaku, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Chiba University, 1-8-1 Inohana, Chuou-ku, Chiba 260, Japan.

はシャント側により多く見られる傾向があった。また著しい母指球筋の萎縮も OCTR 群で 37 肢 45%, ECTR 群で 11 肢 52% と、半数近くに見られた。

OCTR は腋窩ブロック下にターニケットを使用して行った。母指球皮線に沿った皮切で入り、直視下に横手根靱帯を切離の後、アミロイド滑膜炎が著しい場合は滑膜切除も加えた。

ECTR は 2portal 法である Chow の方法<sup>1)</sup>に準じ、局所麻酔下にターニケットを使用せずにいた。手関節の拘縮が強く十分な背屈位がとりにくい場合があり、屈筋腱を締めないよう、カニューラの挿入には十分な

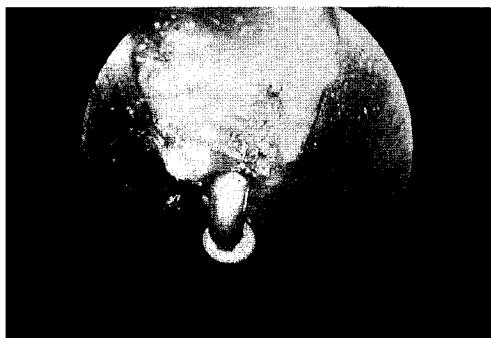


Fig. 1 Coagulating of bleeding with a special made electric coagulator

注意をはらった。横手根靱帯に付着した血管や靱帯切離中の出血に対して、ECTR 用に作成した専用電気メス<sup>4)</sup>により焼灼しつつ出血を最小限に押さえ、視野を十分に保ちつつ、確実に横手根靱帯を切離した (Fig. 1)。

後療法は、OCTR では原則的に手関節を 1 週間シーネ固定し、術後 2 週間で抜糸した。ECTR は特に外固定はせず、術翌日より手指の運動を許可し、術後 1~2 週で抜糸した。どちらも翌日より通常通りの透析を再開した。

術後成績の評価は、Clarke & Stanley の方法<sup>2)</sup>に準じた患者の主観的評価によって、術後 1 週以内、最終経過観察時の成績を比較検討した。また手術に伴った合併症につき比較検討した。

## 結 果

術後 1 週以内では ECTR 非シャント側がやや成績が劣る傾向があるものの OCTR、ECTR ともに術後早期から満足できる成績であり、最終成績ではシャントの有無による成績の差はほとんどなかった。OCTR 群の最終経過時 poor 例はすべて再発例であった (Fig. 2)。

シャントの有無に関係なく 2 群の成績をみると、経過観察期間の長い OCTR で再発による poor 例が増

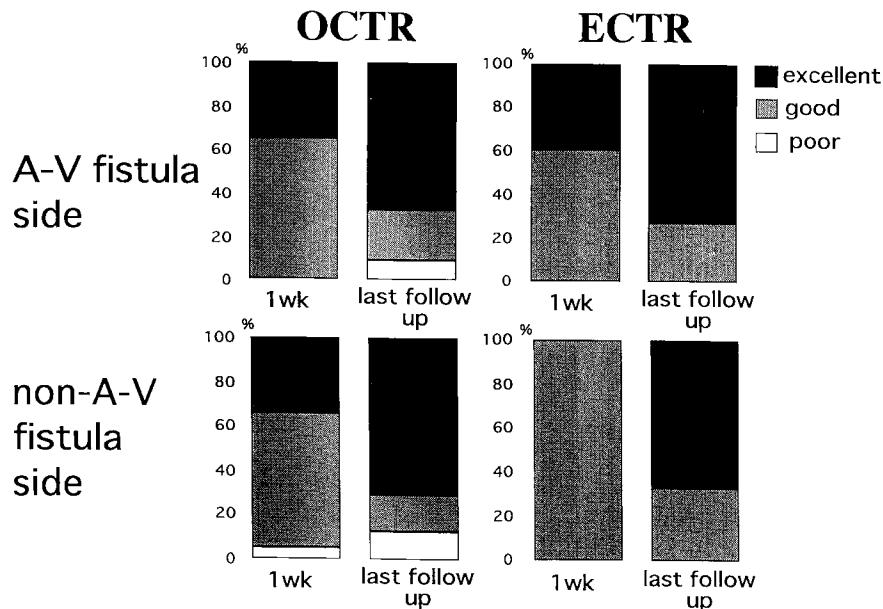


Fig. 2 Results of OCTR and ECTR with regard to arterio-venous fistula

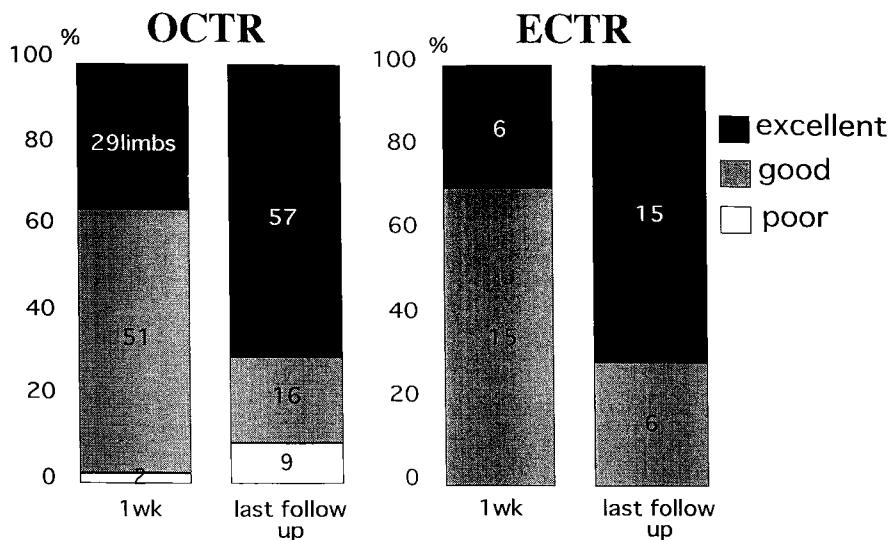


Fig. 3 Results of OCTR and ECTR

Table 1 Complications

	OCTR		ECTR	
	fistula side	non-fistula side	fistula side	non-fistula side
Swelling & bleeding of the wound	11limbs (25%)	15 (39%)	3	0 (20%)
Pain of the wound	6 (14)	4 (11)	1 (7)	0
Obstruction of the fistula	1 (2)	0	0	0
Injuries of nerves, tendons and vessels	0	0	0	0
Recurrence	5 (11)	4 (11)	0	0

加している以外は、OCTR、ECTR で成績に差はなかった (Fig. 3)。

また術前の透析時の疼痛は全例術後速やかに消失した。母指球の萎縮の存在した症例では、最終経過観察時まで萎縮に変化はみられなかつたが、母指対立障害を愁訴として訴えるものはなかつた。

合併症は Table 1 に示すように、ECTR のほうが少なかつた。術後シャント閉塞が OCTR の 1 肢にみられた。また ECTR 群では、シャント群で創部腫脹、皮下出血や創部痛がみられたが、非シャント側ではみられなかつた。再発は OCTR 群の 9 肢 11% に見られ

た。再発例はすべて滑膜切除を初回手術で行っており、現在までにそのうち 4 肢に再手術を施行した。

### 考 察

透析患者手根管症候群の問題点として、アミロイド滑膜炎の存在、uremic neuropathy の存在、また手術に際しての創の遷延治癒などが挙げられる。滑膜炎は手根管症候群の主な原因と考えられ、切除すべきかどうか議論されるところである。また再発に関しても、滑膜切除の有無がその発生に影響するかという問題がある。

今回の検討では、少なくとも短期成績では OCTR、ECTR とともに成績に差はなく、また OCTR 再発例では全て全切除ではないものの滑膜切除まで加えているものであった。患者が最もつらいと訴える透析中の疼痛も全例で速やかに消失しており、手根管症候群の症状の軽快を意図した場合、横手根靱帯の切離のみで十分であると考えられた。

創に関する合併症は明らかに OCTR の方が多くみられた。ガングリオンの摘出も行い長時間の駆血を余儀なくされた OCTR の 1 例にシャント閉塞を生じ、血栓除去術を施行した。シャント側に対する駆血の是非は議論があるが<sup>3)</sup>、長時間の駆血は避けた方がよいと思われる。

OCTR 再発例は平均 3.1 年で生じており、早いものでは術後 1.5 年で生じていた。これらの再発例の再手

術所見では、切離した横手根靱帯上の瘢痕に加えて、著しい滑膜炎の再発であり、初回手術時の滑膜切除の有無とは無関係であった。こういった点からも、ECTR の更なる長期経過観察による検討が重要と思われた。

### 結 語

透析患者のCTSに対してOCTRとECTRを行い、その成績を比較検討した。

1. どちらも速やかな症状の軽快が得られ、短期的には十分に満足できる成績であった。
2. 創に関する合併症は明らかにECTRの方が小さいといえた。
3. OCTRの9肢11%に滑膜切除に関係なく再発が見られ、ECTRの長期成績の確認が必要と考えられた。

### 参 考 文 献

- 1) Chow, J. C. Y.: Endoscopic release of the carpal ligament; A new technique for carpal tunnel syndrome. Arthroscopy, 5: 19-24, 1989.
- 2) Clarke, A. M., et al.: Prediction of the outcome 24

hours after carpal tunnel decompression. J. Hand Surg., 18B: 180-181, 1993.

- 3) Semer, N. B., et al.: Upper extremity entrapment neuropathy and tourniquet use in patients undergoing hemodialysis. J. Hand Surg., 14A: 897-900, 1989.
- 4) 六角智之 他：人工透析患者シャント側に対する鏡視下手根管開放術. 臨床整形外科, 31: 77-80, 1996.

質 問 秋田社会保険病院整形外科 成田 俊介  
ECTR群で術後創部腫脹、出血があったとのことですが、具体的にどの部分に生じたものなのでしょうか？

回 答 千葉大学整形外科 六角 智之  
初期の症例で、portalの皮靜脈を傷つけてしまったもの、電気メスを使用しなかったもので、出血がみられた。

発 言 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎  
HD患者において、腱滑膜切除は、10年間の経験から不要と考えている。

神経(基礎)

神経切断における知覚・運動神経の再生

島根医科大学整形外科学教室

松浦 幸男・内尾祐司  
鈴木玄一郎・朱尚孝  
越智光夫

Nerve Regeneration Following Peripheral Axotomy  
— A Study on the GAP-43 Expression Following Sciatic Nerve Section —

Yukio Matsuura · Yuji Uchio · Genichiro Suzuki  
Naotaka Shu & Mitsuo Ochi

Peripheral nerve injury induces the increased or decreased synthesis and axonal transport of a variety of proteins. One of the most useful markers for studying growth and regeneration in neurons is the growth-associated protein GAP-43. This 24 kD acidic membrane-bound phosphoprotein is found at high levels in the axons of developing and regenerating neurons. We have used immunocytochemical staining to assess changes in GAP-43 expression after sciatic nerve section and to compare the level of GAP-43 in adult rat L5 dorsal root ganglion cell and L5 anterior horn cell. At 5 days following peripheral axotomy, a part of the dorsal root ganglion cells began to express low levels of GAP-43, and at 7 and 14 days, almost all the cells express high levels of GAP-43. On the other hand, at 14 days following peripheral axotomy, the anterior horn cells began to express immunoreactivity of GAP-43, and gradually increased in grade until 28 days after the operation.

The results showed that sensory neuron expresses high levels of GAP-43 earlier than motor neuron does, suggesting that sensory neuron might begin to regenerate earlier than motor neuron.

はじめに

Skene ら<sup>5)</sup>がGrowth-Associated Protein 43(以下, GAP-43と略す)を見出してから、この神経特異蛋白の神経成長・再生時における役割が注目されている。しかし、末梢神経が切断された後の GAP-43 免疫活性の推移について知覚・運動神経での相違を比較検討した報告は認めない。そこで、本研究では、ラットの坐骨神経切断後の、後根神経節細胞体と脊髄前角細胞体おのおのにおける形態学的、免疫組織化学的変化の違いを比較検討することを目的とした。

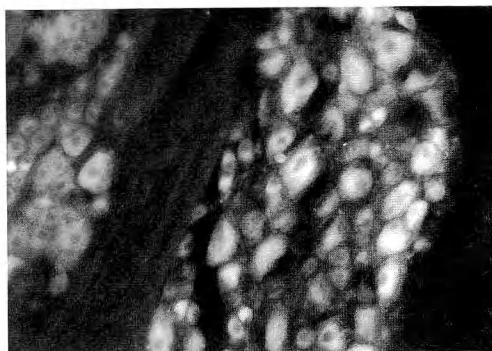
対象および方法

実験には Wistar 系雄成熟ラット(8~10週齢、

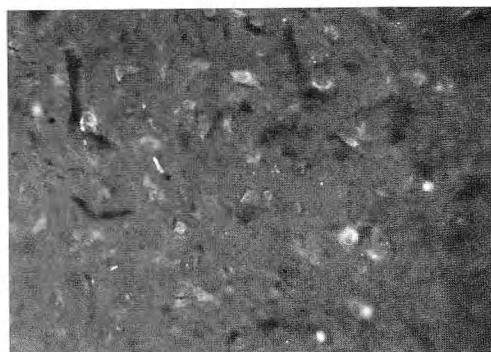
250~300g) 30匹を用いた。これらにネンブタール 5 mg/体重 100g を腹腔内へ投与して麻酔を行い、右坐骨神経を露出して周囲組織から剥離した後に大腿中央部で切断し、その両断端が接触することないようにその末梢断端は 10mm 以上を切除した。左側には坐骨神経を露出するだけの sham operation を行った。

術後 3, 5, 7, 14, 21 および 28 日目にそれぞれ 5 匹ずつを 4% パラホルムアルデヒド加 0.1M リン酸緩衝液で灌流固定して腰髄から坐骨神経を含めて採取した。続いて 10% しょ糖 4% パラホルムアルデヒド加 0.1M リン酸緩衝液(4℃)で 2 から 4 時間後固定を行った。20% しょ糖加リン酸緩衝生理食塩水(4℃)で一晩洗浄した後に凍結包埋し、クリオスタットを用いて厚さ 10 μm で薄切した。切片を 0.5% Triton

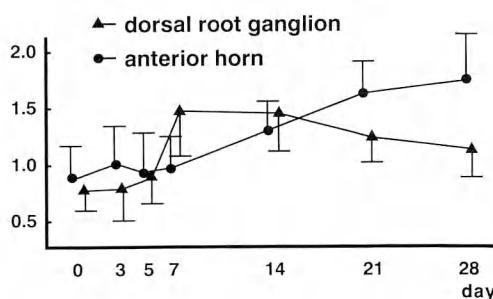
**Key words:** growth-associated protein GAP-43, sciatic nerve, nerve regeneration, moto neuron, sensory neuron  
**Address for reprints:** Yukio Matsuura, M.D., Department of Orthopaedics, Faculty of Medicine, Shimane Medical School, 89-1 Enya-cho, Izumo-shi, Shimane 693, Japan.



**Fig. 1** Immunocytochemical labelling of dorsal root ganglion (DRG) neurons using monoclonal antibody against GAP-43. Photograph represents L5 DRG ipsilateral to sciatic nerve section at 7 days after operation.



**Fig. 2** Immunocytochemical labelling of anterior horn (AH) using monoclonal antibody against GAP-43. Photograph represents L5 AH ipsilateral to sciatic nerve section at 14 days after operation.



**Fig. 3** Analysis of densitometry shows the changes of GAP-43 immunoreactivity on L5 DRG and L5 AH, respectively. The appearance of GAP-43 in DRG is earlier than that in AH.

X-100 加リン酸緩衝生理食塩水に1時間浸透した後に、GAP-43モノクローナル抗体を反応させ、蛍光抗体で標識後に蛍光顕微鏡にて観察した。さらに、これらの標本の吸光度をデンシトメータによって測定し、対照側に対する患側の吸光度の比率をもってGAP-43活性の定量化を行った。

また、形態学的変化を光学顕微鏡像（トルイジンブルー染色）および電子顕微鏡像（電子染色）で評価した。

以上の観察を、左右の第5腰髄前角細胞体および後根神経節細胞体について行った。

統計処理にはANOVA検定を用い、危険率5%未満を有意差ありとした。

## 結果

光学顕微鏡像では、患側後根神経節細胞体において術後3日目から核の偏位や虎斑融解像を認め、5日目で明らかとなった。また、電子顕微鏡像上、虎斑融解を生じた細胞ではGolgi体はU字形あるいはC字形を呈し、さらに、細胞膜周辺において粗面小包体の発達を認めた。

一方、脊髄前角細胞体では、光学顕微鏡像で術後7日目から後根神経節細胞体と同様の形態学的変化を示した。

GAP-43抗体による免疫組織化学的観察では、患側後根神経節では神經切断後5日目には、胞体に黄色い蛍光を発するGAP-43陽性細胞が出現しはじめ、7、14日目ではその染色性が上昇してその後減弱した(Fig. 1)。デンシトメトリによる定量の結果、7日目で患側の吸光度が対照側の約1.5倍と有意に上昇し、7、14日目でピークを迎える、21、28日目では漸減した(Fig. 3)。

一方、脊髄前角においては7日目まではGAP-43陽性細胞は出現せず、切断後14日目から陽性細胞が出現し、次第に染色性を増した(Fig. 2)。デンシトメトリにおいても、術後14日目から対照側との吸光度の相違が有意となり、28日目に至るまで上昇した(Fig. 3)。なお、sham operationを行った左側では免疫組織化学的に明らかなGAP-43の活性は認めなかった。

## 考察

神経の成長・再生時におけるGAP-43の詳細な役割については十分明らかになったとはいえないが、神經軸索の伸長に不可欠な要素であるとする報告が多い。

く<sup>2)3)6)~8)</sup>、神経再生における特異的蛋白ということができる。そこで、本研究では GAP-43 を神経再生のパラメータとして捉え、知覚・運動神経の再生過程の違いの有無を検索した。

本研究結果から、末梢神経が完全に切断された場合、後根神経節細胞体では脊髄前角細胞体よりも虎斑融解などの形態学的変化や GAP-43 の出現が早期に起こることを見出した。また、GAP-43 の活性がピークレベルに達する時期も後根神経節細胞体においてより早いことを明らかにした。GAP-43 mRNA が後根神経節細胞で末梢神経損傷 2 日以内に上昇するとの報告があり<sup>4)8)</sup>、この研究で GAP-43 の活性が出現してきたのが損傷 5 日目であることに矛盾はない。

また、GAP-43 の発現は神経終末の標的細胞との接觸によって抑制されるとされ、神経切除によって接觸が妨げられた場合には GAP-43 活性の上昇はさらに延長することが確かめられている<sup>1)4)</sup>。われわれの研究では、神経の連続性を完全に断絶させた状態で、後根神経節では術後 21 日目には GAP-43 免疫活性は低下の方向に転じ、一方脊髄前角では 28 日目まで上昇傾向を示した。今後さらに神経切断後長期の観察が必要である。

なお、GAP-43 は膜結合性蛋白として、神経成長あるいは再生時の成長円錐に高度に出現し、新たな細胞膜の骨格の構築に直接的に関与していることが強く示唆されている<sup>9)</sup>。このことから、GAP-43 の発現は神経再生過程の開始を示すものと考えると、GAP-43 の出現時期と免疫活性のピーク時期が後根神経節細胞と脊髄前角細胞とで異なることから、末梢神経切断後に起こる再生過程が知覚神経では運動神経よりも早期に開始されるものと考える。この時間的な相違については、知覚・運動混合末梢神経の損傷部位が同一の場合、その損傷部位からの距離が後根神経節では脊髄前角よりも短いために、神経切断時の末梢神経軸索での変化をより早期に、また、より強烈に認知できるのではないかと推察する。

また、この時間的な相違が神経再生におよぼす影響として、末梢の知覚・運動混合神経切断後に知覚神経

がより早期に再生を始めれば、末梢の Schwann 管は知覚神経によって占拠され、運動神経の回復には不利に作用しうると考える。

## 結語

ラットの坐骨神経切断後において後根神経節細胞体では脊髄前角細胞体よりも早期に形態学的変化と GAP-43 免疫活性の上昇が出現した。このことから、知覚神経は運動神経よりも早期に再生過程が始まると考える。

## 文献

- 1) Basi, G. S., et al.: Primary structure and transcriptional regulation of GAP-43, a protein associated with nerve growth. *Cell*, 49 : 785-791, 1987.
- 2) Bisby, M. A.: Dependence of GAP-43 (B50, F1) transport on axonal regeneration in rat dorsal root ganglion neurons. *Brain Res*, 458 : 157-161, 1988.
- 3) Hall, M. E.: Changes in synthesis of specific proteins in axotomized dorsal root ganglia. *Exp. Neurol*, 76 : 83-93, 1982.
- 4) Schreyer, D. J., et al.: Fate of GAP-43 in ascending spinal axons of DRG neurons after peripheral nerve injury: delayed accumulation and correlation with regenerative potential. *J. Neurosci*, 11 : 3738-3751, 1991.
- 5) Skene, J. H. P., et al.: Changes in axonally transported proteins during axon regeneration in toad retinal ganglion cells. *J. Cell Biol*, 89 : 86-95, 1981.
- 6) Skene, J. H. P.: Axonal growth-associated proteins. *Ann. Rev. Neurosci*, 12 : 127-156, 1989.
- 7) Tetzlaff, W., et al.: Response of facial and rubrospinal neurons to axotomy: Changes in mRNA expression for cytoskeletal proteins and GAP-43. *J. Neurosci*, 11 : 2528-2544, 1991.
- 8) Van der Zee, C. E. E. M., et al.: Expression of growth-associated protein B-50 (GAP 43) in dorsal root ganglia and sciatic nerve during regenerative sprouting. *J. Neurosci*, 9 : 3505-3512, 1989.
- 9) Zuber, M. X., et al.: The neuronal growth-associated protein GAP-43 induces filopodia in non-neuronal cells. *Science*, 244, 1193-1195, 1989.

## Perineurial Window に関する実験的研究

慶應義塾大学整形外科学教室

杉 本 義 久・高 山 真一郎  
仲 尾 保 志・直 長 圭 植  
矢 部 裕

### An Experimental Study on Perineurial Window

Yoshihisa Sugimoto · Shinichiro Takayama · Yasushi Nakao  
Keishoku Naonaga & Yutaka Yabe

**Introduction:** Limited ruptures of perineurium introduces the herniation of endoneurial contents called perineurial window. Perineurial window was first described by Spencer and well known as a model of local demyelination, but mechanism of demyelination of the perineurial window has not been satisfactory explained. To investigate the pathomechanism of the perineurial window, we performed an experimental study using two different sizes of the perineurial window.

**Materials and methods:** 37 Wister rats were used. Two different sizes (1 mm length; 1 mm group, 5 mm length; 5 mm group) of the perineurial window was designed by surgical incision of the perineurial sheath of left tibial nerve. Sham operation was carried out as control group. Tibial functional index (TFI) described by Hare was measured every week up to eight weeks. Animals were sacrificed at one, four and eight weeks after making the perineurial window. Transverse section of herniated nerve was examined in light microscope and electron microscope.

**Results:** In 1 mm group, remarkable herniation of the endoneurial contents and deformities of the nerve fibers were observed at one week after operation. Degenerating change of the nerve fibers were observed was not, herniation not only in herniated contents but also in subperineurial part nearby the window. Nerve herniation was gradually reduced in size, but still seen at eight weeks. TFI was decreased to -20 at one week and was not recovered up to eight weeks. On the contrary, herniation was not so prominent in 5 mm group. Marked endoneurial edema was seen, but nerve fiber change was not severe compared with 1 mm group. TFI was decreased to -40 at one week in 5 mm group. However it was recovered to normal level within four weeks. This study showed that the pathomechanism of the perineurial window was different due to the size of the window.

### はじめに

神経周膜の損傷により、神経線維がヘルニアとなって突出し、脱髓が生じることは、perineurial window の名前で知られている。しかしこの病態が、神経周膜の損傷による神経内恒常性の破綻が主因なのか、神経線維がヘルニア部分で絞扼されることが主因なの

かは明らかにされていない。またその再生過程も不明であり、これらを検討するため以下の実験を行った。

### 材料及び方法

ウイスター系ラット、雌 200~250g 37 匹を用い、左脛骨神経束に長さ 1 mm 及び、5 mm の perineurial window を作製した。sham operation したものとコ

**Key words:** perineurial window, perineurium, demyelination, light microscope, tibial functional index

**Address for reprints:** Yoshihisa Sugimoto, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

ントロールとした。window の作製方法は、24G の注射針を神経周膜に刺入し、そこからマイクロ用剪刀で1 mm および5 mm の大きさまで神経周膜を縦割した。これらの実験モデルに対して、機能と形態の両面から検討した。機能的評価には、Hare<sup>4)</sup> の計算式によるTFI を用い、経時的に8週まで測定した。またグルタルアルデヒド固定、エボン包埋、トルイジンブルー染色により、ヘルニア部分横断切片を光顕、および電顕で観察した。

## 結 果

### ①TFI

1 mm 群は1週で-20まで低下し、その後は8週まではほとんど変化しなかった。5 mm 群は1週で-40と著しい低下を示したもの、4週でほぼ回復し、8週ではコントロール群と変わらない値になった。1 mm と5 mm の間には4週以降5%の危険率、6週以降1%の危険率で有意差があった(Fig. 1)。

### ②肉眼所見

1 mm 群、window 作製直後より神経束内容物が著明なヘルニアとなり脱出してきた。1週で半球状のヘルニアを形成していた。4週でも同様であった。8週ではヘルニアは縮小したが、なお隆起は認められた。

5 mm 群では、window 作製直後ゆるやかなドーム状の膨隆が生じた。1週でその大きさを増した。4週、8週では神経周膜の境界は明らかであったが、膨隆はほとんどみられなくなった。

### ③組織学的所見

1 mm、1週で神経束横断面積の約1/3がヘルニアとなって脱出し、著明な変性、脱髓が観察された。また脱出部のみならず、window によってくびれた部分にも変化が観察された(Fig. 2)。電顕ではwindow 境界部分で屈曲した神経周膜と、その直下で変形した神経線維が観察された。

4週ではwindow の幅は拡大していたが、ヘルニアとなっている部分は縮小傾向であり、肉眼的印象より少なかった。強拡大ではヘルニア部分のみならず、window の境界近くの神経周膜直下での変性が著明であった。8週でも同様な部分の変性が強かったがwindow の境界は不明瞭になっていた。

5 mm 群1週では1 mm 群と比較してwindow の幅は著しく広く perineurium の欠損は半周以上に及んでいた。ヘルニア部分の強拡大では、神経線維間の距離の拡大が見られ、著明な浮腫像を呈していたが、

神経線維の変性は比較的少なかった。4週でもperineurium の欠損部は同定可能であったが、ヘルニアの形態は不明瞭となっていた。電顕では再生神経線維のコンパートメント形成が見られたが、神経周膜自体の再生は明らかでなく、8週でも同様であった。

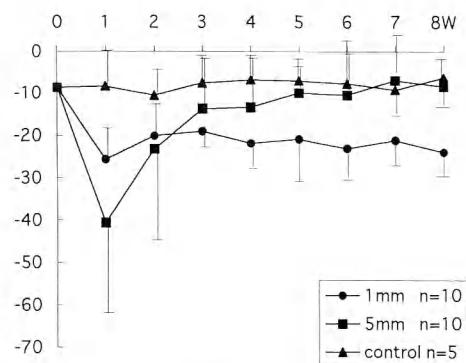


Fig. 1 TFI

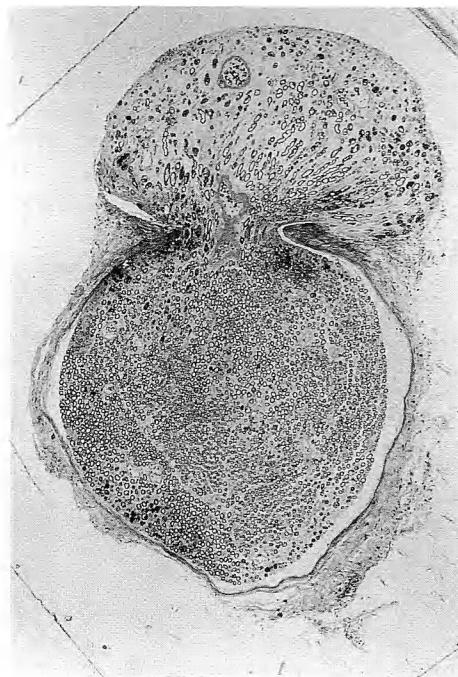


Fig. 2 Light microscopy findings of perineurial window of 1 mm length at 1 week.

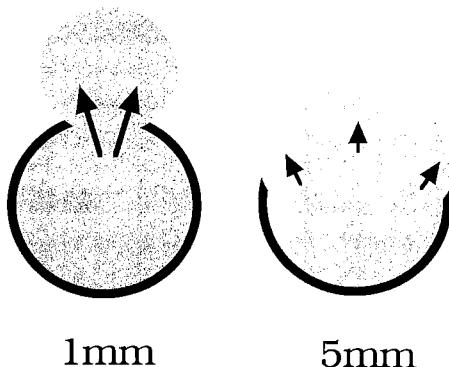


Fig.3 A comparison 1mm length window and 5 mm length window.

### 考 察

Perineurial window は 1975 年、Spencer<sup>3)</sup> が脱髓モデルとして最初に報告したが、1980 年、Nesbitt<sup>1)</sup> は神経周膜を一周にわたり切除したものでは、変性が少ないと報告した。このことより、Perineurial window による神経障害が単なる神経周膜の欠損だけで生じるのではないことが推測された。1992 年、Nukada<sup>2)</sup> は window 部分で虚血が生じていることを報告し、血流障害が関与することを述べている。

今回の実験結果から、perineurial window はそのサイズにより、病態が異なるものと推測された。すなわち、大きな perineurial window では神経周膜欠損による神経内恒常性破綻を主体とし、著明な浮腫を生じるが、神経障害は軽度で再生も早い。サイズの小さな perineurial window は絞扼を主体とし、再生は遅れ機能低下が持続する (Fig. 3)。

### ま と め

1) ラットの脛骨神経束を用い、サイズの異なる 2 種類の perineurial window のモデルを作成、8 週までの機能および形態学的評価を行った。

2) Perineurial window はそのサイズにより病態が異なるものと考えられた。

### 文 献

- 1) Nesbitt, J. A., et al.: Histopathological changes following removal of the perineurium. *J. Neurosurg.*, 53 : 233-238, 1980.
- 2) Nukada, H., et al.: Perineurial Window: Demyelination in nonherniated endoneurium with reduced nerve blood flow. *J. Neuropathol. Exp. Neurol.*, 51 : 523-530, 1992.
- 3) Spencer, P. S., et al.: The perineurial window: a new model of focal demyelination and remyelination. *Brain Research.*, 96 : 323-329, 1975.
- 4) Hare G. M. T., et al.: Walking track analysis: a long-term assessment of peripheral nerve recovery. *Plast. Reconstr. Surg.*, 89 : 251-258, 1992.

質 問 京都府立医大整形外科 岡島誠一郎

1. 損傷による traumatic 操作により変性が起こった可能性はないか？

2. 損傷直後の組織所見は検討しているか？

回 答 慶應義塾大学整形外科 杉本 義久

1. 中心部ではなく、window 境界部に変化が強いことから、traumatic な損傷は少ないと思われる。

2. 直後に固定したものは作製していない。

質 問 島根医大整形外科 朱 尚孝

組織で 1 週より 4 週のほうが window が広がっているのはなぜか？

回 答 慶應義塾大学整形外科 杉本 義久

縦に切開しているのではじめ紡錘形であったものがしだいに広がって円形になったためと思われる。

質 問 島根医大整形外科 越智 光夫

5 mm の方が成績がよかったという結果からすると、臨床的に perineurial window があったときには広げる操作をした方がよいのか？

回 答 慶應義塾大学整形外科 杉本 義久

臨床で議論するにはさらに検討が必要であると考えている。

## 神経接合法と神経端々縫合法の機能回復の実験的検討

琉球大学医学部整形外科学教室

安里英樹・金谷文則  
渡慶次学・安里潤  
茨木邦夫

Experimental Evaluation of Functional Recovery of  
Nerve Reconnection and Conventional Repair

Hideki Asato · Fuminori Kanaya · Manabu Tokeshi  
Jun Asato & Kunio Ibaraki

Functional recovery after nerve reconnection and conventional repair were experimentally evaluated. Left tibial nerve of 76 Wister rats were used. These rats were divided into 4 groups, that is, neurolysis group, nerve reconnection group, conventional repair group and non-repair group. In nerve reconnection group, both stumps of sectioned tibial nerve were coapted by suturing proximal and distal nerves to  $4 \times 5$  mm rubber sheet with two sutures (modified de Medinaceli, 1983). This rubber sheet closed by one stitch to cover the reconnection site. In these groups, TFIs (Tibial function index) were measured before surgery and every 4 weeks after surgery up to 24 weeks. The buckling of the axons were graded from 1 to 3 by longitudinal section stained with silver at 4 weeks after surgery in nerve reconnection group and conventional repair group. The mean of TFI at 4 weeks after surgery were  $-4.6 \pm 3.5$  in neurolysis group,  $-37.0 \pm 10.6$  in reconnection group,  $-64.7 \pm 26.2$  in conventional repair group and  $-118.2 \pm 21.8$  in non-repair group. Nerve reconnection group showed better recovery than conventional repair group at 12 weeks after surgery. Nerve reconnection group showed less buckling (mean  $1.1 \pm 0.3$ ) than conventional repair group (mean  $2.4 \pm 0.8$ ). Better functional recovery in nerve reconnection group might be caused by less buckling which indicated less misdirection at nerve repair site.

### はじめに

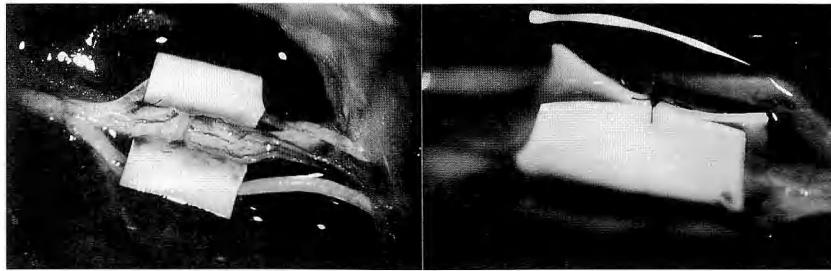
神経縫合部に糸をかけることなく神経断端を密着できれば、神経縫合部の緊張や縫合針の神経断端の挫滅により引き起こされる縫合部の線維化を回避でき、神経縫合後の良好な機能回復が得られる可能性がある。今回、私達は de Medinaceli が開発した<sup>1,2)</sup> 神経縫合部に緊張をかけない接合法 (nerve reconnection) と端々縫合法の機能的回復を TFI (Tibial Function Index) を用いて比較検討した。

### 方 法

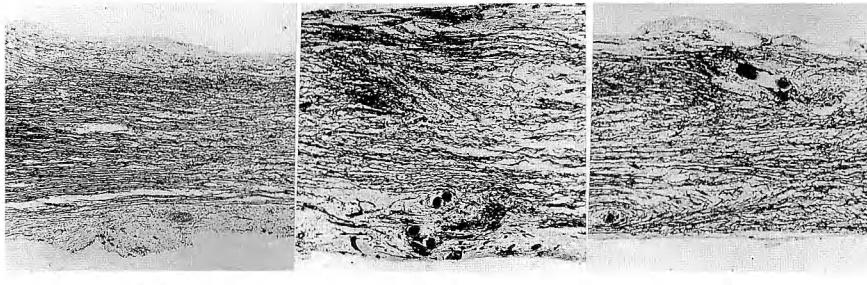
約 300g の Wister 雄ラット 76 匹の左脛骨神経を対象とした。脛骨神経の剥離のみを行った剥離群、脛骨神経を切離し断端を反転させ筋肉内に埋没縫合した切離群、神経切離後、近位端と遠位端を断端から 2 mm 離れた部位で 2 針ずつラバーシートに縫合し神経断端を密着させ、接合部を包み込むようにラバーシートを 1 針で縫合した接合群 (Fig. 1), 神経切離後に端々縫合を行った縫合群の 4 群を作製した。なお接合群のラバーシートは術後 3 週で除去した。

**Key words :** nerve reconnection, tibial function index, buckling, functional recovery

**Address for reprints :** Hideki Asato, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, University of the Ryukyus, 207 Uehara, Nishihara, Okinawa 903-01, Japan.

**Fig. 1** Nerve reconnection

Both stumps of sectioned tibial nerve were coapted by suturing each stumps to  $4 \times 5$  mm rubber sheet, which was closed with one stitch.

**Fig. 2** Grading of buckling of the axon

A. less than 1/3 (3 points) B. 1/3 to 2/3 (2 points) C. more than 2/3 (1 point)

The scar around the stitches was observed in only conventional repair group (B,C).

各群において術前、術後2週、4週、以降24週まで4週毎に歩行解析を行い、Mackinnon<sup>3)</sup>が報告したTFI (Tibial function index) を算出し機能的回復を比較し t 検定を行った。なお TFI=0 は正常、TFI=-100 は機能の完全喪失を示す。

また、接合群と縫合群では術直後と、術後4週の神経修復部の縦断切片に鍍銀染色を行い神経修復部の線維化や神経線維の折れ曲がり (buckling) を観察し、術後4週の buckling をグレード別に分け半定量的に評価した。評価法は、接合部または縫合部で buckling が 1/3 以下を 3 点、1/3~2/3 を 2 点、2/3 以上を 1 点とした (Fig. 2)。

## 結 果

各群の機能回復の経時的变化を Fig. 3 に示す。剥

離群では術前、術後ともに正常な機能を示した。接合群では術直後 TFI は平均 -93 と機能の完全喪失を示したが、術後4週より回復し術後12週では TFI は平均 -37 とプラターに達した。縫合群も同様に術後4週以降回復を示し、術後16週で TFI は平均 -59 とプラターに達した。切離群は全く機能回復を示さなかった。12週後の TFI は、剥離群で  $-4.6 \pm 3.5$ 、切離群で  $-118.2 \pm 21.8$ 、接合群で  $-37.0 \pm 10.6$ 、縫合群で  $-64.7 \pm 26.2$  であり、接合群は縫合群に比べて有意に良好な回復を示した ( $p < 0.05$ )。

buckling のグレードは接合群で平均  $2.4 \pm 0.8$ 、縫合群で平均  $1.1 \pm 0.3$  と接合群では有意に buckling が軽度であった ( $p < 0.001$ )。

接合群と縫合群の代表的組織所見を示す。術直後では接合群の buckling は軽度であり gap 形成を認めな

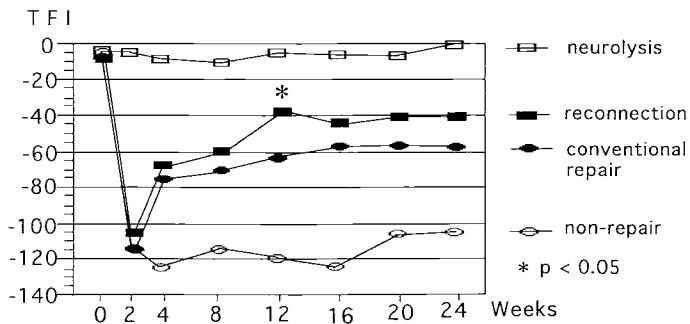


Fig. 3 Functional recovery after neurolysis, nerve reconnection, conventional repair and non-repair.

At 12 weeks after surgery, TFI (tibial function index) in reconnection group was significantly higher than that in conventional repair group.

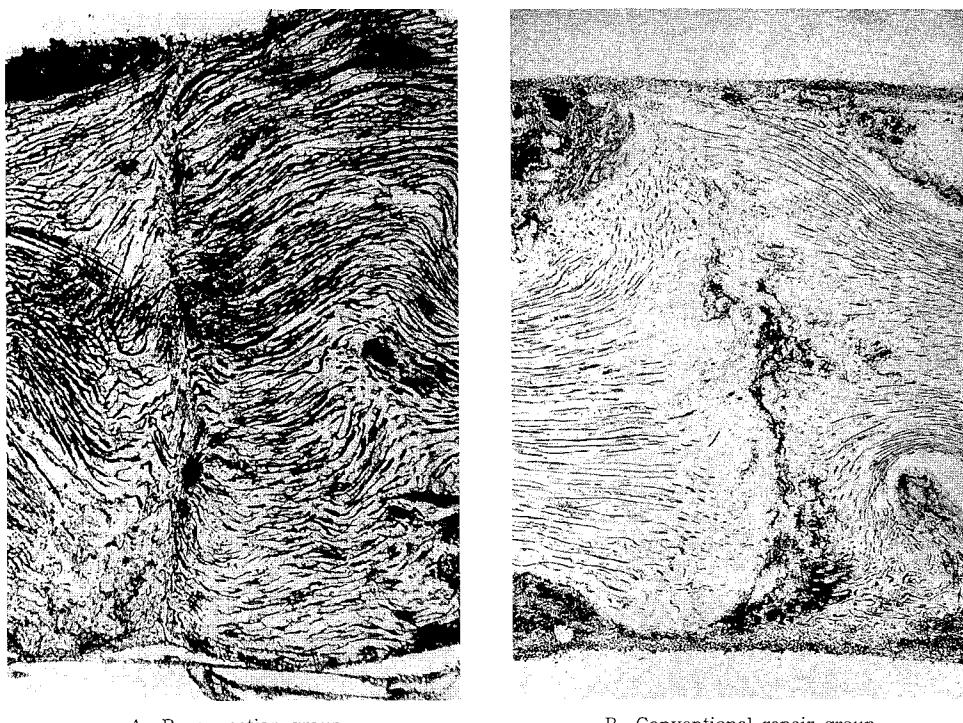


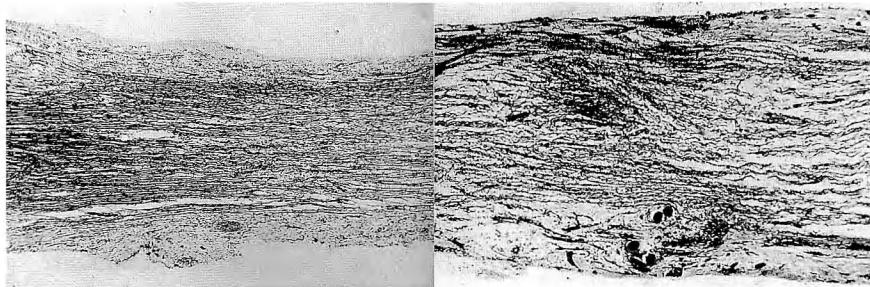
Fig. 4-1 Histological findings immediately after surgery

- A. In reconnection group, buckling of the axons is scarce.
- B. In conventional repair group, buckling and gap formation between the axons are observed.

い。縫合群では高度な buckling と gap 形成を認める (Fig. 4-1)。

術後 4 週の接合群では再生軸索は大部分長軸方向に

再生し buckling をほとんど認めないが、縫合群では buckling が残存し、縫合糸周辺に瘢痕形成が見られる (Fig. 4-2)。



A. Reconnection group

B. Conventional repair group

Fig. 4-2 4 weeks after surgery

- A. In reconnection group, the major part of axons grows longitudinally and buckling of the axon is scarce.  
 B. In conventional repair group, buckling of the axons and the scar around suture materials are observed.

## 考 察

術直後および術後4週で接合群のbucklingが縫合群に比べて軽度であった理由として、縫合群では神経縫合時に神経断端部を密着させるよう神経自身の弾性に抗して神経外膜を縫合糸で引き寄せるために、神経線維には縫合部で過度の圧迫がかかりbucklingが生じやすいと考えられる。また、引き寄せが足らなければgapを形成する。一方、接合群では両断端から2mm離れた神経外膜をラバーシートに縫合するため、神経接合部には緊張がかからずbucklingやgap形成が少ない理想的な神経縫合が得られたと考えた。さらに神経接合群では縫合部に糸がないためこれによる瘢痕も少なく、bucklingがより少なくなる利点もある。bucklingが少なければ神経線維はより長軸方向に再生しやすいためmisdirectionを生じにくうことから、接合群の機能回復が縫合群に比べて良好であったと考えられた。

## ま と め

- 接合群と縫合群の機能回復と組織所見を実験的に検討した。
- 接合群は縫合群に比べて良好な機能回復を示した。
- 接合群のbucklingの程度は縫合群に比べて軽度であった。
- 接合群ではmisdirectionが少ないため機能回復が良好であったと考えた。

## 文 献

- de Medinaceli, L., et al.: Peripheral nerve reconnection: Immediate histologic consequence of distributed mechanical support. *Exp. Neurol.*, 81: 459-468, 1983.
- de Medinaceli, L., et al.: Experimental nerve reconnection: Importance of initial repair. *Microsurgery*, 10: 56-70, 1989.
- Mackinnon, et al.: Walking track analysis: A long-term assessment of peripheral nerve recovery. *Plast. Reconstr. Surg.*, 89: 251-258, 1992.

## 有連続性神経損傷に対する治療法 —シリコンチューブを用いた実験的研究—

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

浦 部 忠 久・寺 田 信 樹  
臼 田 修 二・小竹森 一 浩

Lund 大学手の外科学教室

G. Lundborg

A Treatment for Neuroma in Continuity  
—An Experimental Study Using a Silicone Chamber—

Tadahisa Urabe · Nobuki Terada · Syuuji Usuda

Kazuhiro Kotakemori & G. Lundborg

How to repair the neuroma in continuity is still one of the most difficult problems in peripheral nerve surgery. This experimental study was designed to evaluate the possibility to use the silicone chamber to partial nerve defects after resection of the neuroma in continuity. Female Wistar rats were used. Each partial defect was created by resecting a 10 mm segment of tibial fascicle from the sciatic nerve leaving the peroneal fascicle intact. A 13 mm long silicone chamber was sliced and opened. The proximal and the distal stumps of the tibial fascicle together with the peroneal fascicle were encased in this chamber. The tibial stumps were secured to the chamber wall with sutures leaving a 10 mm gap between the two nerve stumps. The regeneration process in the defect was analysed by immunocytochemistry and light microscopy. After 7 days the fibrin matrix spanned the defect. This matrix was quickly invaded by non-neuronal cells and regenerating axons. Unmyelinated nerve fibers had almost reached the distal stump by 16 days. The tetanic force of the gastrocnemius muscle 120 days after repair showed 82% recovery. The results suggest that the neuroma in continuity could be repaired by the silicone chamber technique.

### はじめに

末梢神経部分損傷における有連続性神経腫 (Neuroma in continuity) は、さまざまな要素がからみ合い、マイクロサージャリー発達した現在でもその治療法の選択に迷うことが多い。今回われわれは、神経腫を切除した後に生ずる神経幹部分欠損部の修復の新しい試みとして、神経幹全体をシリコンチューブで包むという実験的研究を行ったので報告する。

### 方 法

体重約 200g 前後の Wister 系雌ラットを用いた。麻酔下に左側坐骨神経を展開し、注意深く脛骨神経束、腓骨神経束を剥離した。脛骨神経のみ 10mm 切除して腓骨神経はそのままとし、長さ 13mm、内径 1.4mm のシリコンチューブに縦にスリットを入れて坐骨神経全体を包むように架橋した。脛骨神経断端間が 10mm の欠損となるように 9-0 ナイロンでシリコンチューブ壁に固定した。術後 7, 16, 28, 42, 120

**Key words:** neuroma in continuity, nerve injury, silicone chamber, nerve regeneration, immunocytochemistry

**Address for reprints:** Tadahisa Urabe, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

日に脛骨神経の再生を、ニューロフィラメント、フィブロネクチンなどの免疫組織化学染色で観察した。光顕では特に術後 16 日の標本で中枢端から 1 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 9 mm での部位で横切片を作成し、神経周膜様細胞、血管組織、シュワン細胞、アクソン、有髓神経線維などの出現の有無を検索した。それを坐骨神経 10 mm 全欠損をシリコンチューブで架橋した結果<sup>1)</sup>と比較した。また術後 120 日では坐骨神経刺激による下腿三頭筋の筋力測定も行い、健側との比で表し 10 mm の神経移植群と比較した。

## 結 果

### 免疫組織化学染色：

術後 7 日には脛骨神経両断端は砂時計状の半透明様組織で架橋され、縦切片の中枢部ではすでに抗ニューロフィラメント抗体陽性で神経再生が観察された。チューブ中央部での横切片は、intact な腓骨神経を取り囲むように matrix が形成され、腓骨神経のみがニューロフィラメント陽性であった (Fig. 1a)。フィブロネクチン染色はその逆で、腓骨神経はほとんど陰性で matrix は強陽性であった (Fig. 1b)。術後 16 日のチューブ中央部での横切片では、matrix 内もニューロフィ

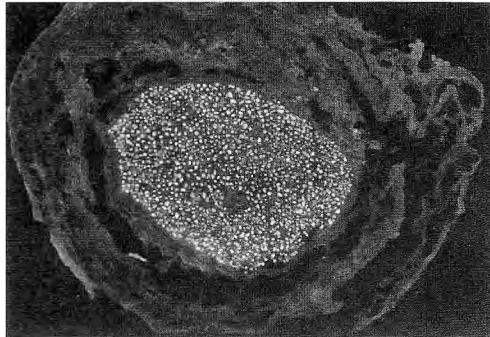


Fig. 1a Cross section stained for neurofilament from the middle part of the chamber structure at 7 days postoperatively. The intact peroneal fascicle was positive but the surrounding matrix not.

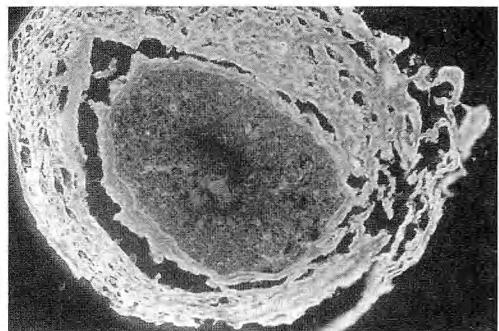


Fig. 1b Cross section stained for fibronectin at the same level of Fig. 1a. The surrounding matrix was positive while the peroneal fascicle not.

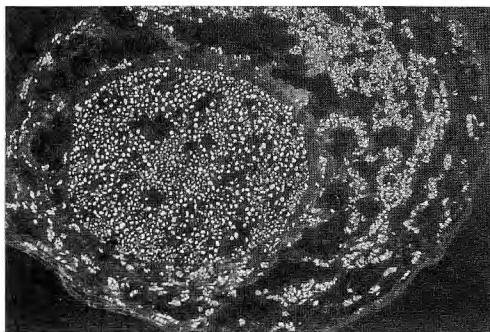


Fig. 2 Cross section stained for neurofilament from the middle part of the chamber structure at 28 days postoperatively. Not only the intact peroneal fascicle but also the matrix stained positive for neurofilament.

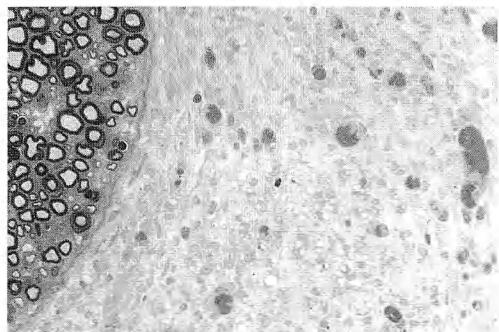


Fig. 3 Cross section from a 16 day chamber structure at the 5 mm from the proximal stump. New nerve structure contains axons and vessels.



Fig. 4 Neuroma in continuity of the median nerve at the wrist level.

ラメント陽性となり、神経再生がさらに進んでいた。術後 28 日では全長にわたりニューロフィラメント陽性となった (Fig. 2)。術後 42 日では再生脛骨神経は腓骨神経を取り囲みながらほぼ平行に整然と走行していた。これは術後 120 日でも同様であった。

#### 光顯的観察：

Fig. 3 は術後 16 日の中板端から 5 mm の横切切片である。6 匹の rat を用いて中板端から 1 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm, 9 mm での部位における神経再生を観察した。今回の部分欠損では神經周膜様細胞、血管組織、シュワン細胞は術後 16 日で全長を架橋し、アクソンは全欠損  $2.6 \text{ mm} \pm 1.3$  に対して部分欠損  $8.7 \text{ mm} \pm 0.8$ 、有髓神經線維は全欠損  $2.0 \text{ mm} \pm 1.1$  に対して  $6.3 \text{ mm} \pm 2.4$ 、すべてに良好で速やかな再生像が認められた。

#### 筋力測定：

120 日後の下腿三頭筋の筋力回復は、健側の  $82 \pm 8.4\%$  と神經移植群 (同  $78 \pm 12.4\%$ ) と比較してもなんら遜色はなかった。坐骨神経 10mm 全欠損のチューブによる修復では健側比約 60% であり<sup>7)</sup>、きわめて良好な結果であった。

#### 考 察

本実験の結果では、チューブ内にほぼ intact な腓骨神経が存在したことにより、脛骨神経すべての細胞成分の再生速度が速くなり、その結果下腿三頭筋筋力の回復も良好であったと考えられた。素早い再生の原因として、腓骨神経内に存在する epi/perineurium の局所微小循環の関与や、腓骨神経の存在そのものが神經再生を促す役割を果たしたのではないか、などが推察された。チューブ内に epineurium を入れた実験

や<sup>6)</sup>、開存した動脈を同時に通したりした実験<sup>2)</sup>の結果も神經再生が良好であり、本実験も同様の機序が働いていると思われた。

さて有連続性神經腫 (Fig. 4) の治療は、患者の年齢、末梢側機能の障害度、障害された部位、神經腫の程度、などから決定される。

末梢側の機能が比較的保たれている場合には Neurolysis のみを行い、重症例には神經腫を切除し神經移植を行うなど、その方針は個々の症例により異なる。一般に神經腫を切除した後は、Millesi らの報告<sup>5)</sup>にもあるように、神經移植がよいとされているが、現時点では常に donor nerve を採取する必要があるのが最大の欠点である。その点本法は donor nerve を必要とせず、単に神經に適切な太さのチューブをかぶせるのみですむうえ、時間もかかる利点がある。しかし、チューブによる神經の Irritation が発生した場合には、後日抜去しなければならないなどのデメリットもあるのも事実である<sup>4)</sup>。どのくらいの長さの欠損に対してまで有効なのかなど、なお未解決の点はたくさんあるものの、神經修復能の高い小児の小欠損例などには試みてよい方法<sup>3)</sup>と思われた。

#### ま と め

①ほぼ正常な腓骨神經束と一緒にシリコンチューブに包みこむことにより、脛骨神經束の再生促進が観察された。

②本法は神經幹部分欠損などの有連続性神經損傷の治療法の一つになりうる可能性をもっている。

#### 文 献

- 1) Nielsen, N., et al.: The effects of delayed nerve repair on nerve regeneration in a silicone chamber model. Restor. Neurol. Neurosci., 6: 317-322, 1994.
- 2) Kosaka, M.: Enhancement of rat peripheral nerve regeneration through artery-including silicone tubing. Exp. Neurol., 107: 69-77, 1990.
- 3) Lundborg, G., et al.: Tubular repair of the median nerve in the human forearm. Preliminary findings. J. Hand Surg., 19B: 273-276, 1994.
- 4) Merle, M., et al.: Complications from silicone-polymer intubation of nerves. Microsurgery, 10: 130-133, 1989.
- 5) Millesi, H.: microsurgery of peripheral nerves. Hand, 5: 157-160, 1973.
- 6) 中野令子 他: Silicone tube 内の坐骨神經再生における Epineurium 溫存の影響. 日手会誌, 7: 33-37, 1990.
- 7) Zhao, Q., et al.: Specificity of muscle reinnervation

following repair of the transected sciatic nerve: A comparative study of different repair techniques in the rat. J. Hand Surg., 17B: 257-261, 1992.

追 加 東医歯大整形外科 伊藤聰一郎

通常のシリコン tube を用いた tublization では再生神経が壁の一側に傾よるが、隣接する健常神経と一緒に tube 内に入れたこの実験では再生軸索が tube 中央にあり、厚い周囲の上膜様構造を形成している。これは単に神経上膜を走行する血管により良好な血行が得られるためだけではなく、健常神経の上膜・周膜を構成する fibroblast が migration し、神経再生を助けるのではないか。

質 問 大阪市立大学整形外科 高松 聖仁  
神経の再生には、血行と正常神経の存在とどちらも

有効とされているが、正常神経が存在することによつて一体何が有効なのか？

回 答 慶應義塾大学整形外科 浦部 忠久

血行の問題、神経自体の存在の問題のうちどちらが主たる原因かは本実験のみでは明らかにはできません。

質 問 島根医科大学整形外科 内尾 祐司

1. 再生軸索は、腓骨神経の周辺部にみられるようですが、遠位断端にはどのように入っていきますでしょうか教えて下さい。

回 答 慶應義塾大学整形外科 浦部 忠久

遠位断端の縦切片での検索は行っておりません。

## 末梢神経欠損部の再建における生体吸収性 tube の有用性

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

新井 健・仲尾 保志  
堀内 行雄・内西 兼一郎  
矢部 裕

Reconstruction of Peripheral Nerve Gap Using an Atelocollagen Tube Regulated in Absorbing Period

Takeru Arai · Yasushi Nakao · Yukio Horiuchi  
Kenichiro Uchinishi & Yutaka Yabe

An atelocollagen tube was used as a nerve guide, and attempted to induce nerve regeneration to pass through a 12-mm interstump gap which considered to be difficult to regenerate for the sciatic nerve in rat.

The experiment 1 was performed to determine a period of time the tubular structure of the nerve guide should be maintained to achieve good nerve regeneration. Rat sciatic nerve was severed, and the stumps of the nerve were bridged with a silicone tube to induce 10 mm distance. Animals were divided into two groups; one group ( $n=22$ ) in which the silicone tubes were removed after 1, 2, 3, 5 or 10 weeks, and the other group ( $n=16$ ) in which the tubes were left in place. The degree of nerve regeneration was compared at 5, 10 and 20 weeks after the initial operation. After removal of silicone tube, apparent increase in diameter of regenerated bridge was not observed. The results of this study indicated that the tubular structure of the nerve guide should be maintained for at least 5 weeks to achieve good nerve regeneration.

In the experiment 2, atelocollagen tubes (length, 15 mm; inner diameter, 1.2 mm; thickness, 0.4 mm) were prepared which was subjected to intermolecular bridging treatment with HMDIC (hexamethylene diisocyanate), to elongate the absorbing period. A severed sciatic nerve was sutured into an atelocollagen tube to obtain 12 mm nerve gap ( $n=20$ ). Silicone tube was implanted in the same way as a control ( $n=13$ ). At 10 weeks after operation, regenerated nerves were evaluated using morphological, electrophysiological and histological observations. Atelocollagen tubes were absorbed at 10 weeks. There was no obvious inflammation and little scar formation in the surrounding tissue. Atelocollagen tubes induced excellent neural bridge in 12 cases (60%) and M-waves were observed in 7 cases (35%), however, no regenerated nerve was observed in silicone tubes.

### はじめに

末梢神経欠損部の再建には、臨床では自家神経移植が行われているが、手術瘢痕や知覚脱失といった donor 側の問題が存在する。これに代わるものとし

て管腔構造移植があるが、修復できる欠損長に限界があり<sup>3)</sup>、材質によっては、異物反応<sup>2)</sup>や絞扼性神経障害の原因<sup>4)</sup>となる。今回われわれは、生体吸収性である atelocollagen を管腔構造移植に応用し、その有用性を検討した。まず、神経再生に必要な管腔構造維

**Key words :** bioabsorbable tube, collagen tube, atelocollagen, peripheral nerve reconstruction, nerve regeneration  
**Address for reprints :** Takeru Arai, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

持期間を検索し、この結果に基づき、生体吸収時間を調節した atelocollagen tube で末梢神経の修復を行った。

### 材料および方法

体重約 250g の Wistar 系ラットを用いた。Nembutal 腹腔内麻酔下に坐骨神経を大腿中央部で約 8mm 切除した。両断端を tube 内腔にそれぞれ 1.5mm ずつ挿入し、10-0 ナイロン糸で各 2 針縫合固定することで、神経欠損部を作製した。

#### 実験 1：管腔構造の必要な期間の検索

坐骨神経の 10mm の欠損長を修復するのに必要とされる管腔構造の維持期間を検索するために、医療用 silicone tube (全長 13mm, 内径 1.47mm, 外径 1.96mm; Dow Corning 社) を用いた実験を行った。神経欠損長が 10mm になるように tube を設置した後、一定期間でこれを除去した remove 群と、tube 設置部の露出のみ行った control 群とを比較した。Remove 群の tube 設置期間は、1 (n=4), 2 (n=5), 3 (n=6), 5 (n=4) および 10 週 (n=3) とし、架橋組織の最終評価は、それぞれ tube 設置時から 5, 5, 5, 10 および 20 週で行った。Control 群は、1 (n=3), 2 (n=3), 3 (n=4), 5 (n=3) および 10 週 (n=3) で tube 周囲の剥離のみを行い、remove 群と同様にそれぞれ 5, 5, 5, 10 および 20 週で最終評価を行った (Table 1)。架橋組織の最終評価は、肉眼的観察、電気生理学的検索および組織学的検索を行った。肉眼的観察は、健側の坐骨神経に対する架橋組織の投影面積の比率が 100~51% のものを (++)、50~26% の

ものを (+)，25~1% のものを (+)，再生神経のみられなかったものを (-) とした。電気生理学的検索は、MS7 型筋電計 (Medelec 社) を用いて行った。組織学的検索は、末梢側の tube 固定の縫合糸から 2 mm 中枢で行った。

#### 実験 2：生体吸収性 tube による末梢神経の再建

仔牛の真皮を原材料とした atelocollagen を全長 15 mm、内径 1.2mm、壁厚 400 μm の tube 状に加工した (高研 (株))。この生体吸収性 tube は、hexamethylene diisocyanate (HMDIC) による collagen 分子間の架橋処理を加えることで吸収速度を調節することが可能であり<sup>5)</sup>、実験 1 の結果に基づいて、tube の管腔構造維持期間を設定した。この tube を神経欠損部が 12mm となるように設置した (n=20)。Control 群では、silicone tube を同様に設置した (n=13)。術後 10 週で、実験 1 と同様に評価を行った。

## 結 果

### 1. 実験 1 (Table 1)

Fig. 1 に、1 週と 5 週の remove 群の例を示す。Tube 除去時の架橋組織を設置時間別に比較すると、5 週までは時間とともに強度も太さも増大したが、5 週と 10 週では、差を認めなかつた。一方、除去時と最終評価時の架橋組織を比較すると、その強度および太さは、tube 除去後明らかな変化を認めなかつた。1 から 3 週といった短期間 tube を設置したものは、最終的評価時でもその架橋組織は細く、電気生理学的にも control 群に劣っていた。一方、5 週および 10 週の長期間に tube を設置したものは、control 群と同

Table 1 Evaluations of regenerated bridges across a 10 mm gap through a silicone tube

group	tubulization period/ evaluation time	development of neural bridge				M-wave
		+++	++	+	-	
remove	1W/5W		●●	●●		0 (0%)
control		●	●	●		1 (33%)
remove	2W/5W		●	●●	●●	0 (0%)
control		●	●●			2 (66%)
remove	3W/5W	●	●●	●●	●	2 (33%)
control		●●	●		●	2 (50%)
remove	5W/10W	●●	●		●	3 (75%)
control		●●	●			3 (100%)
remove	10W/20W	●●	●			3 (100%)
control		●●		●		3 (100%)

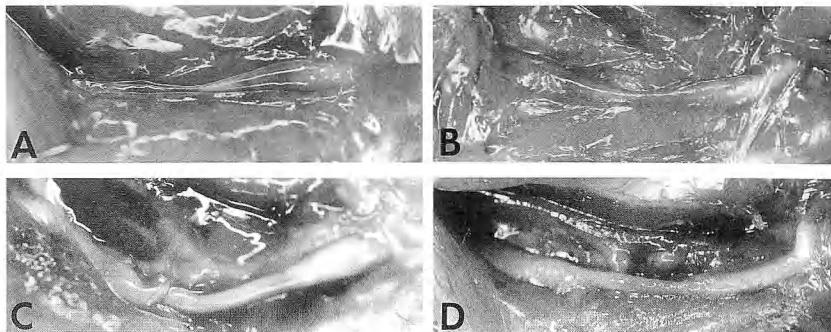


Fig. 1 Macroscopic appearance of regenerated bridge across a 10 mm gap through a silicone tube.

- A: Regenerating bridge at one week.
- B: Regenerating bridge at 5 weeks after one week tubulation.
- C: Regenerating bridge at 5 weeks.
- D: Regenerating bridge at 10 weeks after 5 weeks tubulation.

Table 2 Evaluations of regenerated nerve across a 12 mm gap at 10 weeks.

nerve guide	development of neural bridge				axonal bridge	M-wave +
	+++	++	+	-		
collagen tube (n=20)	●	●●●●	●●●●●	●●●●●●	12 (60%)	7 (35%)
silicone tube (n=13)		●●●●	●●●●●		0 (0%)	0 (0%)

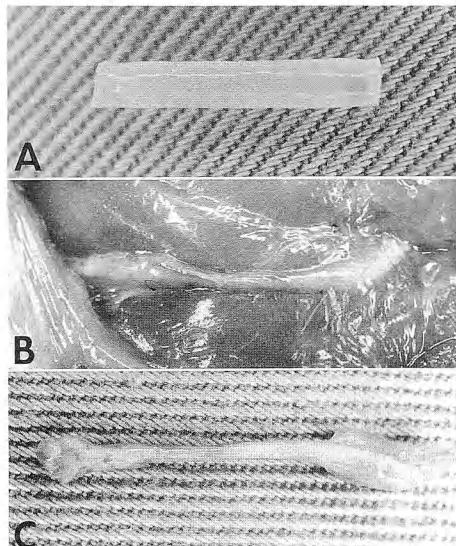


Fig. 2 Macroscopic appearance of regenerated neural bridge through an atelocollagen tube 10 weeks after implantation.

- A: An atelocollagen tube.
- B: Representative neural bridge through the atelocollagen tube, evaluated as (++)+.

様の良好な架橋組織を認め、電気生理学的にも、架橋の見られたもの全例で M 波が導出でき、control 群と差を認めなかった。組織学的には (++) 以上のものにはすべて再生神経が認められた。

## 2. 実験 2 (Table 2)

実験 1 の結果より、atelocollagen tube の管腔構造維持期間が 5 週以上になるように設定した。

10 週で、atelocollagen tube はほぼ溶解吸収され、わずかにゲル状物質が存在しているのみであった (Fig. 2). Atelocollagen tube による架橋は、20 例中 12 例 (60%) に認められ、(++) 以上は 5 例であり、M 波は、20 例中 7 例 (35%) に導出された。組織学的検索では、架橋組織中に良好な再生神経が認められ、周囲には、瘢痕組織や細胞浸潤はほとんど認めなかった。Control 群では、4 例にきわめて細い線維を認めたのみで、組織学的に再生神経の認められたものはなかった。

## 考 察

管腔構造移植に、silicone tube などの生体非吸収

性の tube を用いると、神経再生後も tube が残存し、生体異物反応<sup>2)</sup> や絞扼性神経障害の原因となる<sup>4)</sup>ため、生体吸収性の atelocollagen を用いた神経修復を試みた。

Atelocollagen は、collagen 分子の主要な抗原決定基が存在する telopeptide を切削除去したもので、抗原性が低く<sup>1)5)</sup>、今回の実験でも、ほとんど炎症反応や瘢痕形成を起こさなかった。また、分子間架橋処理による生体吸収時間の調節が可能であり<sup>5)</sup>、実験 1 で検索した結果に基づいて、tube の管腔構造維持期間を設定することができた。

実験 1 によると、silicone tube 設置期間中は、時間の経過とともに fibrin 様架橋組織の増大がみられたが、tube 除去後は、最終評価時まで、明らかな変化は認めなかった。このことは、管腔構造は fibrin 様架橋構造の形成に重要な役割を果たし、その後の神経再生にも影響を与えることを示唆した。また、10mm の神経欠損長を修復するには、5 週間以上管腔構造が保たれる必要があることがあきらかとなった。この結果に基づき、atelocollagen tube の管腔構造維持期間は 5 週以上になるように設定した。

Silicone tube による架橋では、12mm の神経欠損部の修復に成功した例は 1 例もなかったが、atelocollagen tube では、60% に再生神経の架橋を認め、さらにその約半数で M 波を伴う機能的再生が証明された。この理由として、tube の材質として用いた atelocollagen 自体か、あるいは tube の生体吸収に伴って溶出するアミノ酸などの分解産物が神経の再生を促進したこと、あるいは、神経断端から放出される神経再生促進物質を、atelocollagen の tube が吸収保持したことなどが考えられた。

Atelocollagen tube は、生体吸収性でありながら silicone tube よりも良好な再生神経を誘導でき、さ

らに 10 週で瘢痕をほとんど残さず吸収されることから、臨床応用も有望であると考えている。

## ま　と　め

1. ラットの坐骨神経の 10mm の欠損を、管腔構造を用いて修復するために必要な管腔構造維持期間は、5 週間であった。
2. 生体吸収性の atelocollagen tube は、silicone tube よりも良好な再生神経を誘導できた。

## 文　献

- 1) 児玉利朗他：コラーゲンの歯周治療への応用に関する実験病理学的研究。日齒周誌、29：1121-1131, 1987.
- 2) Lanzetta, M., et al.: Silicone synovitis. A perspective. J. Hand Surg., Br., 19 : 479-484, 1994.
- 3) Lundborg, G.: Nerve regeneration in silicone chambers: Influence of gap length and of distal stump components. Exp. Neurol., 76 : 361-375, 1982.
- 4) Mackinnon, S. E., et al.: Chronic nerve compression—an experimental model in the rat. Ann. Plast. Surg., 13 : 112-120, 1984.
- 5) 宮田暉夫：バイオマテリアルとしてのコラーゲン膜。膜、10 : 268-278, 1985.

発　言 東京医科歯科大学整形外科 伊藤聰一郎  
rat の坐骨神経再生評価に 12mm の gap は短かすぎる。以前より行なわれている tubulization の成績を考慮すると、digital N 程度の小欠損であればこのような collagen tube による graft で十分な神経再生が得られるが、大欠損には Schwann cell graft や laminin 等の併用が必要と思われる。type I collagen gel を挿入したシリコン tube graft の成績が不良であることより、atelocollagen の debris が神経再生を促進するとは考えにくい。

## Functional Regeneration through the Allogeneic Nerve Graft

Yasushi Nakao · Yukio Horiuchi · Seika Ishii

Kenichiro Uchinishi & Yutaka Yabe

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

### Introduction

Nerve autografts are now routinely used to guide the regrowth of the proximal nerve to the distal nerve segment. However, the limited source of expendable cutaneous nerves restricts the use of nerve grafting technique. By contrast, the use of nerve allografts would provide a limitless source of material to reconstruct otherwise irreparable traumatic nerve injuries. This study assessed functional regeneration through an allogeneic nerve graft in rats immunosuppressed with monoclonal antibodies (MAbs) to cell adhesion molecules, intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1) and lymphocyte function-associated antigen-1 (LFA-1). MAb therapy is a new approach for immune control without former immunosuppressive strategies.

### Materials and Methods

Twenty-four Lewis rats (about 250g) serving as recipients were divided into the following three groups: group I received ACI nerve allograft and was treated with intraperitoneal injection containing both MAbs against ICAM-1 and LFA-1 (2 mg/kg/dose/MAb) daily for the first 2 weeks, group II received ACI nerve allograft without MAb therapy, and group III received a Lewis isograft without MAb therapy. In nerve transplantation, the posterior tibial nerve was transected and a 2 cm segment of donor nerve was interposed and repaired. Functional nerve regeneration was evaluated by electrophysiologic study at 16 weeks and walking track analysis consisted of evaluation on hind-foot print length every 2 weeks. Nerve grafts were harvested at 16 weeks and histologic study was performed with cross sections from the center of the nerve graft, stained with toluidine blue. All data of this study were presented as the mean  $\pm$  SE and analyzed with one-way ANOVA.

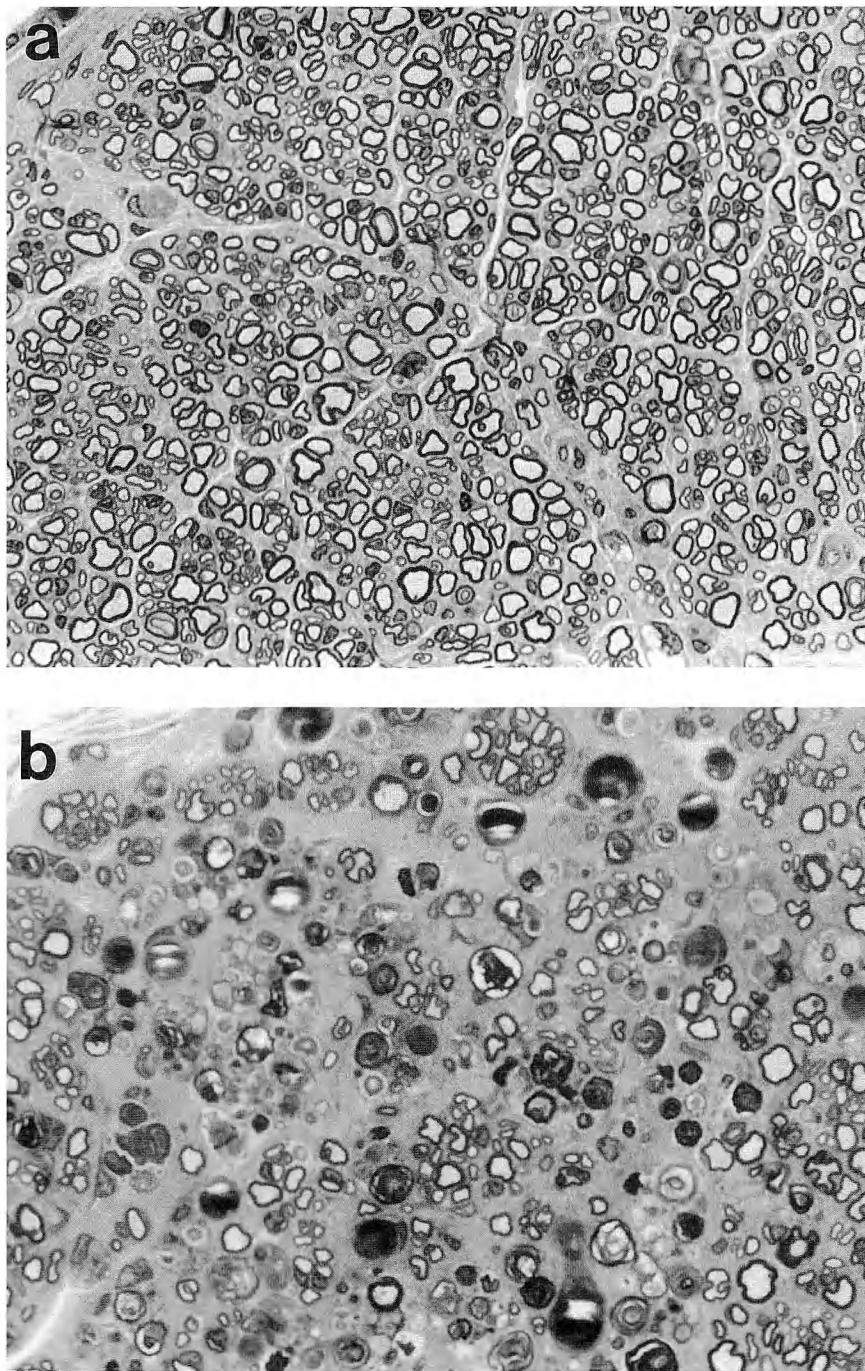
### Results

In the electrophysiologic study, the mean conduction velocity for MAb-treated allografts (group I) was significantly higher than for untreated allografts (group II) ( $54.6 \pm 3.0$  vs  $28.2 \pm 1.5$  m/s,  $p < 0.01$ ), but not significantly different from untreated isografts (group III) ( $54.6 \pm 3.0$  vs  $66.3 \pm 3.9$ , NS). Similarly, the mean amplitude for group I was significantly greater than group II ( $171.1 \pm 8.4$  vs  $84.7 \pm 12.6$   $\mu$ V,  $p < 0.01$ ). The mean amplitude did not differ significantly between group I and group III ( $171.1 \pm 8.4$  vs  $174.4 \pm 16.0$ , NS). In walking track analysis, print length factor showed significantly better recovery in group I compared to group II from 8 weeks until 16 weeks ( $p < 0.01$ ); group I did not differ significantly from group III. In histologic study, the graft segment of group I showed excellent regen-

---

**Key words:** peripheral nerve, nerve graft, allograft, transplantation, immunosuppression

**Address for reprints:** Yasushi Nakao, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.



**Fig. 1** Light photomicrographs of the graft segments at 16 weeks. a: The MAb-treated allograft showed excellent nerve regeneration with a dense population of well-myelinated fibers. b: The untreated allograft demonstrated poor regeneration with destruction of the nerve architecture, toluidine blue, X330.

eration with densely populated small and large, well-myelinated fibers. Although some segments had edematous epineurium, a well-organized fascicular pattern was preserved with minimal cellular infiltration (Fig. 1a). In contrast, the graft segment of group II demonstrated complete disruption of nerve architecture. Ruptured epineurium and poor population of the regenerating nerve was observed with increased connective tissue (Fig. 1b).

### Discussion and Conclusion

The role of adhesion molecules in maintaining a normal host defense against foreign antigen has been clarified in detail in recent years. The adherence of lymphocytes to the foreign cells in the graft is critical to the initiation of rejection. Recent in vitro studies have demonstrated that MAbs to cell adhesion molecules, ICAM-1 and/or LFA-1, inhibit T cell functions. The following in vivo studies showed that these two MAbs have an immunosuppressive effect in transplantation models<sup>1)~5)</sup>. This study indicated that the combined use of MAbs to ICAM-1 and LFA-1 for a short period results in long-term immunosuppression and permits nerve regeneration across allografts which is histologically indistinguishable from that seen in isografted controls. Further, this regeneration induced excellent functional recovery. While this was an experimental study, considerable side effects were not observed.

Based on the results of this study, it was hypothesized that the rejection response was initially suppressed with the blocking effect of MAbs between lymphocytes and the transplanted foreign grafts, but the prolonged acceptance of the graft was due to changes in the recipient's immune system<sup>6)</sup>. Excellent functional recovery in MAb-treated recipients suggested that MAb therapy may provide a potential strategy for nerve reconstruction using allogeneic grafts in the future.

### References

- 1) Cosimi, A. B., et al.: In vivo effects of monoclonal antibody to ICAM-1 in nonhuman primates with renal allografts. *J. Immunol.*, 144 : 4604-4612, 1990.
- 2) Van Dijken, P. J., et al.: Evidence that anti-LFA-1 in vivo improves engraftment and survival after allogeneic bone marrow transplantation. *Transplantation*, 49 : 882-886, 1990.
- 3) Nakao, Y., et al.: Immunosuppressive effect of monoclonal antibodies to ICAM-1 and LFA-1 on peripheral nerve allograft in mice. *Microsurgery*, 16 : 612-620, 1995.
- 4) Nakao, Y., et al.: Extended survival of peripheral nerve allografts after cessation of monoclonal antibody therapy. *J. Jpn. Soc. Surg. Hand.*, 12 : 154-157, 1995.
- 5) Nakao, Y., et al.: Assessment of regeneration across nerve allografts in mice immunosuppressed with low and high dose MAb therapy. *J. Jpn. Soc. Surg. Hand.*, 12 : 158-162, 1995.
- 6) Nakao, Y., et al.: Monoclonal antibodies against ICAM-1 and LFA-1 prolong nerve allograft survival. *Muscle & Nerve*, 18 : 93-102, 1995.

和文抄録  
同種神経移植による機能的再生神経の誘導

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

仲尾保志・堀内行雄・石井聖佳  
内西兼一郎・矢部裕

われわれは1992年より、マウスの同種神経移植モデルに細胞接着分子であるICAM-1とLFA-1をブロックする抗体を応用し、一定期間の免疫抑制と再生神経を誘導することに成功した。今回は、ラットを用いた長期観察モデルを用いて、抗接着分子抗体の長期間の免疫抑制効果を観察し、さらに同種神経移植によって誘導された再生神経が、充分な機能回復を獲得しうるか否かを検討した。

2 cm 長のドナー神経を、レシピエントの後脛骨神経に移植し、抗体投与同種移植群 (2 mg/kg/day/dose) (ACI→Lewis) と無処置同種移植群、同系移植群 (Lewis→Lewis) の実験群をそれぞれ8匹ずつ作製した。組織学的評価は、16週時の移植神経内の再生神経を観察した。機能回復の評価は、術後2週ごとに歩行解析を行ったほか、16週で移植神経を含んだ後脛骨神経の伝導速度と amplitude を測定した。

抗体投与同種移植群では、神経の構造が温存され同系移植に匹敵する多数の有髓神経の再生が観察されたが、無処置同種移植群では、神経構造は完全に破壊されており、結合組織内にわずかな再生神経が観察されたのみであった。また抗体投与同種移植群では、伝導速度や amplitude は無処置同種移植群に比べて統計的に有意にすぐれ同系移植群に匹敵する値を示したほか、歩行解析でも同系移植群に等しい回復を示した。

短期間の抗 ICAM-1, LFA-1 抗体投与は、ラットの同種神経移植モデルでの拒絶反応を長期間にわたって抑制し、組織学的にも、また機能生理学的にも、同系移植群に匹敵する再生神経を誘導した。

質問 東医歯大整形外科 伊藤聰一郎

ICAM-1, LFA-1 に対する抗体だけでなく CD2 に対する抗体を用いた実験も行われているが、特に有効と思われるは何を block した場合か？また最低何種類の抗原を block すれば安定した成績が得られるか？移植する神経の大きさ、量により、投与する抗体量の増減は必要か？

回答 慶應義塾大学整形外科 仲尾 保志

ICAM-1/LFA-1 の接着分子以外には、CD2/LFA-3 のペアなど3種類程、免疫反応に重要と考えられる分子ペアがわかっているが、最も有効な block の組みあわせの解明は今後の課題でしょう。神経の大きさ、量をかえた研究は行っておりませんが、中枢で免疫寛容が誘導されていることを想定すると、抗体量の増減は不要と考えます。

質問 札幌医科大学整形外科 薄井 正道

Donor と同一系のラットの皮膚移植を行って、T 細胞の寛容性を確認しておられますか？

回答 慶應義塾大学整形外科 仲尾 保志

神経と同じドナーの動物から移植した皮膚は受容され、いっぽうサードパーティーからの皮膚は拒絶されることを確認しておりますが、選択的免疫寛容が誘導されたものと考えております。

## 脱神経筋と再神経支配筋のMRIに関する実験的研究

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

菊 地 淑 人・中 村 俊 康  
井 口 理・高 山 真一郎  
矢 部 裕

### An Experimental MR Study on the Denervated and Reinnervated Skeletal Muscles of Rat

Yoshito Kikuchi · Toshiyasu Nakamura · Wataru Inokuchi  
Sinichirou Takayama & Yutaka Yabe

Magnetic Resonance Imaging (MRI) has been recently reported to be able to evaluate denervated skeletal muscles after peripheral nerve injury. However, little is known about the MR findings of denervated muscles in reinnervation process. In this study, 37 male Wistar rats weighing about 200g were used. Denervation group ( $n=18$ ) and reinnervation group ( $n=19$ ) were examined with a 1.5T MRI device every 2 weeks. T1-weighted (T1WI) and T2-weighted images (T2WI) were obtained in the axial planes. Furthermore, measurements of wet muscle weight, electrophysiological and histologic studies were also performed. For histology, toluidine-blue staining was employed for evaluating the nerve, and Hematoxylin-Eosin staining for the muscle. The gastrocnemius and soleus muscles showed high signal intensity on T2WI at 2 weeks, and normal signal intensity on T1WI in denervation group. Area of the muscles were smaller than the non-operating side. And from week to week, the area became smaller, but the signal intensity remained increased. In reinnervation group, the muscles showed high signal intensity on T2WI at 2 weeks, but the signal intensity returned to normal at 6 weeks. The area was small comparing to the non-operating side, but it became larger than that of the denervation group from 4 weeks.

The altered interactions between water and macromolecules in denervated muscles are responsible for the changes in signal intensity of imaging. The increase in T2 signal correlates with the increase of muscle free water. In our studies, it was postulated that reinnervation diminishes muscle free water by the functional recovery of the muscle fiber and the signal changes normalize. However, slow recovery of the muscle area may suggest that the recovery of total function of the muscles takes more time.

### はじめに

1987年Shabasらが末梢神経麻痺によりMRI上その支配筋に輝度変化が生じることを臨床例で報告して以来、MRI上の脱神経筋の変化についての報告が散見されるようになった<sup>1)~4)</sup>。しかし脱神経筋が再神

経支配される過程において、MRI上どのような変化を示すかについては未だ不明である。今回われわれは、ラットの脛骨神経切断・縫合モデルを用いて、下腿三頭筋の再神経支配の過程を経時に観察し、その所見を検討した。

**Key words :** MRI, denervation, reinnervation, muscle

**Address for reprints :** Yoshito Kikuchi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

### 対象および方法

体重約200gの雄Wistar系ラット37匹を用いた。ネンブタール腹腔内麻酔下に、脛骨神経を切断し、中枢・末梢の両断端を8-0ナイロン糸で結紮翻転した群(切断群)と、両断端を10-0ナイロン糸で縫合した群(縫合群)を作製した。

評価は手術後2週、4週、6週、8週でのMRI、電気生理学的所見、筋湿重量、組織学的所見を用いて行った。

MRIは1.5T超伝導MRI装置を用い、spin echo T1強調画像(TR 340-420msec, TE 12msec), Fast SE法T2強調画像(TR 3200-4800msec, TE 90-110msec)を撮像した。Field of view (FOV) 14 cm, matrixは256×192, スライス厚は3 mmとした。表面コイル上にラットを腹臥位で固定し、下腿の横断像を撮像した。MRIの画像解析は画像解析ソフトウェアNIH Image (Ver. 1.57)を用い、下腿三頭筋の中央部での手術側と非手術側の横断面積および輝度を計測した。

電気生理学的検索として、坐骨神経および脛骨神経を刺激し、腓腹筋の外側頭からのM波の導出を試みた。筋電計はMedelec社製MS91aを用いた。

さらにラットを屠殺し、下腿三頭筋を採取し、湿重

量を測定した後、10%ホルマリンで固定、ヘマトキシリン・エオジンで染色し、腓腹筋の中央部を光顕で観察した。また神経は縫合部の3mm末梢で採取し、グルタルアルデヒド固定、エポン包埋後、トルイジン・ブルー染色を行い、光顕で観察した。

### 結果

#### 1. MRI

縫合群・切断群とも2週ではMRI上、T2強調画像で脛骨神経支配領域の下腿三頭筋は高輝度を示し、T1強調画像では同部は等輝度であった。筋の横断面積は対側に比べ、減少傾向を認めた(Fig. 1A, B)。

4週以後もT1強調画像での輝度の左右差は認めなかった。両群ともに4週のT2強調画像では、2週と同様に下腿三頭筋は高輝度を示した。筋横断面積も対側に比べ、減少していた。

縫合群6週ではT2強調画像で輝度は正常化し、等輝度となった。筋横断面積の減少は認めたが、4週と比較すると明らかな差はなかった。一方切断群6週では2, 4週と同様に高輝度であり、筋の横断面積の減少はさらに進行した。

縫合群8週ではT2強調画像で等輝度を示した。筋横断面積も対側に比べると小さいが、増加傾向にあった(Fig. 1D)。切断群ではT2強調画像での高輝度と

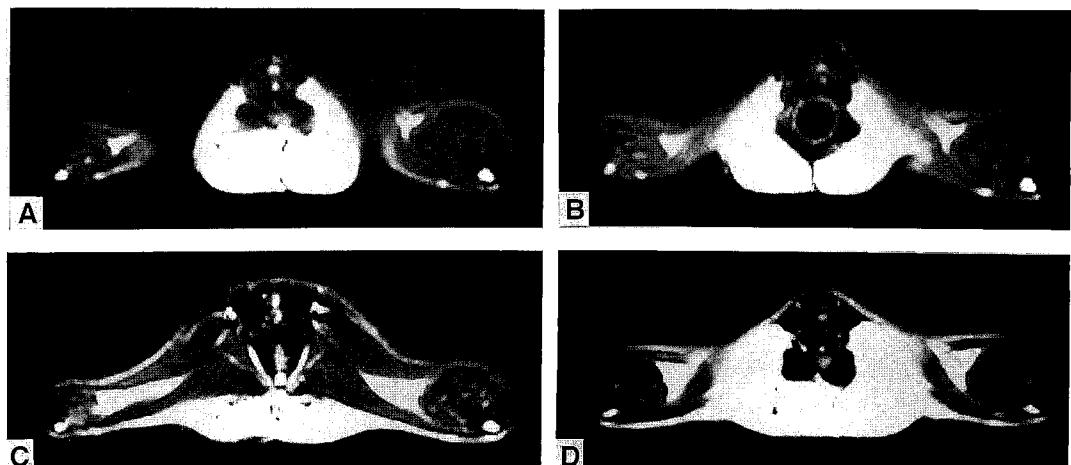


Fig. 1 MRI (T2-weighted images)

- (A) 2weeks after operation; denervation group
- (B) 2weeks after operation; reinnervation group
- (C) 8weeks after operation; denervation group
- (D) 8weeks after operation; reinnervation group

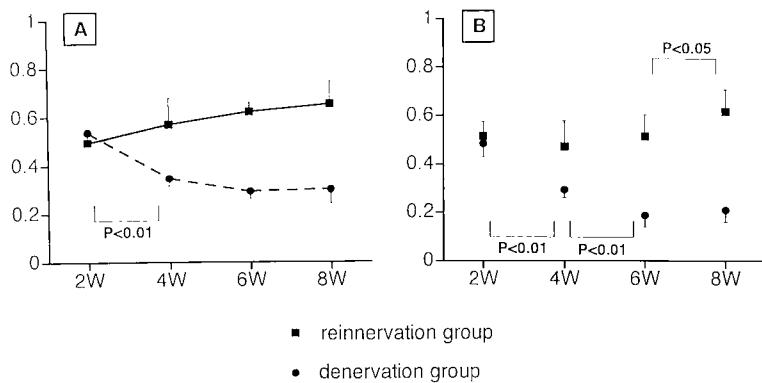


Fig. 2 (A) Area of gastrocnemius and soleus muscles  
(B) Wet weight of gastrocnemius and soleus muscles

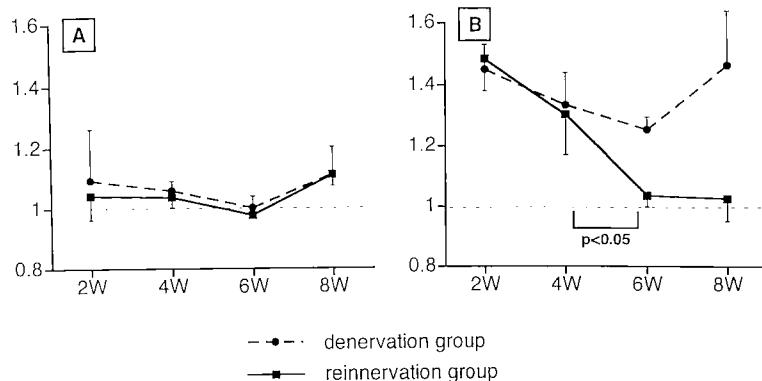


Fig. 3 Signal intensity ratio  
(A) T1-weighted images  
(B) T2-weighted images

筋横断面積の減少は持続した (Fig. 1C).

画像解析の結果、MRI 上の筋の横断面積の対側比は、2 週で約 50%と急速な減少を示した。その後切断群では経時的に減少し、8 週で 30%前後となつたが、縫合群では緩徐に回復し、8 週では約 60%となつた (Fig. 2A)。

下腿三頭筋の輝度対側比は T1 強調画像では 2 週から 8 週までいずれも 1.0 前後と左右差を認めなかつた (Fig. 3A)。一方、T2 強調画像では切断群では各週とも 1.25~1.45 と高輝度を維持したが、縫合群では 4 週までは切断群と同様の傾向を示した後、6 週の時点まで 1.0 前後と輝度の正常化を認めた (Fig. 3B)。

## 2. 電気生理学的検索

縫合群 2 週では、M 波は導出されなかつた。4 週では M 波の導出が可能となつたが、temporal disper-

sion の所見が見られた。MRI と比較すると、T2 強調画像での輝度の回復は M 波の導出に若干遅れた。

## 3. 筋湿重量

筋湿重量の対側比は MRI 上の筋の横断面積と同様の傾向を示し、両群とも最初の 2 週で約 50%と急速に減少した後、切断群では経時的に減少し、縫合群では徐々に回復した (Fig. 2B)。

## 4. 組織学的所見

### a) 筋肉

2 週では縫合群・切断群とも筋線維は同程度の萎縮を認めた。縫合群ではその後経時に筋線維の萎縮は回復したが、切断群では急速に萎縮が進行した。

### b) 神経

2 週では有髓神経線維はすべて変性消失し、明らかな再生線維は認められなかつた。縫合群 4 週では再生

有髓線維の出現を認めたが、小径であり、数も少なかつた。その後経時に有髓神経線維数、横径とも増加した。

### 考 察

脱神経筋はMRI上、T1強調画像では等輝度であったが、T2強調画像で高輝度となり、輝度変化として表現されると同時に、筋の横断面積の減少という形態的な変化として表された。一方、再神経支配筋の変化は、再神経支配に伴う輝度の正常化と、その後の筋の横断面積の回復として表現された。したがって脱神経筋および再神経支配筋の輝度変化を描出するには、T2強調画像が有用であり、これまでの諸家の報告と同様であった<sup>1)~4)</sup>。

MRIでの輝度変化は筋肉における水分子と蛋白質などの筋肉を構成している組織（高分子）との結合状態の変化によって決定される。今回の実験におけるT2強調画像の高輝度は、主として高分子と結合していない水分子、いわゆる自由水の増加による。Polakら<sup>5)</sup>はin vitroの実験で脱神経により筋肉の全水分量があまり変わらないのに対し、細胞外の水分量が相対的に増加すると報告しているが、今回の実験のin vivoでの自由水の増加が、細胞内で起こったものか、細胞外で起こったものは、筋肉の組織学的所見で間質の拡大といった所見を認めなかったことから考えると、さらに検討を要すると思われた。

一方、再神経支配によるMRIでの輝度の正常化は、筋線維レベルでの収縮能をはじめとする機能の回復により、自由水が減少したことを示すと考えられた。しかし、脱神経による筋の容積の減少は急激であり、その回復は輝度の回復に遅れ、筋全体としての機能回復はさらに時間がかかるものと思われた。

### 結 語

1. 脱神経筋モデルと再神経支配筋モデルを用いて、その経時的な変化の過程をMRIで観察した。

2. 脱神経筋モデルでは、その変化はT2強調画像での高輝度領域、および筋の横断面積の減少として表現された。

3. 再神経支配筋モデルでの輝度の回復は、再神経支配により筋線維レベルでの機能回復が起り、自由水が減少したことを反映していると考えられた。

### 文 献

- 1) Fleckenstein, J. L., et al.: Denervated human skeletal muscle: MR imaging evaluation. Radiology, 187: 213-218, 1993.
- 2) Shabas, D., et al.: Magnetic resonance imaging examination of denervated muscle. Comput. Radiol., 11: 9-13, 1987.
- 3) Uetani, M., et al.: Denervated skeletal muscle: MR imaging. Radiology, 189: 511-515, 1993.
- 4) West, G. A., et al.: Magnetic resonance imaging signal changes in denervated muscles after peripheral nerve injury. Neurosurgery, 35: 1077-1086, 1994.
- 5) Polak, J. F., et al.: NMR of skeletal muscle: differences in relaxation parameters related to extracellular/intracellular fluid spaces. Invest. Radiol., 23: 107-112, 1988.

### 質 問

東京都老人医療センター整形外科 山本 精三

①部分変性の状態の筋についてのMRI所見について。

②麻痺がなくても不動化ギブス固定など行った場合の所見を教えて下さい。

回 答 慶應大学整形外科 菊地 淑人

1. 不全麻痺のMRIについては、実験的には検討していないが、臨床的にはT2強調画像での高輝度の程度が弱いという印象がある。

2. 不動性筋萎縮の場合は、neurotrophic effectがあり、今回の結果と同様とは限らない。今後、実験的に検討していく予定である。

## 末梢神経損傷後のシュワン細胞における プロテインキナーゼ C の発現

京都府立医科大学整形外科学教室

岡 島 誠一郎・辻 原 隆 是  
玉 井 和 夫・平 澤 泰 介

京都大学医学部第二解剖学教室

井 出 千 東

Expression of Protein Kinase C in Injured Rat Schwann Cells

Seiichiro Okajima · Takashi Tsujihara · Kazuo Tamai  
Yasusuke Hirasawa & Chizuka Ide

Immunohistochemical expression of protein kinase C (PKC) was investigated in injured rat sciatic nerves.

Sprague-Dawley male rats weighing 200-250gm were used. The left sciatic nerve was kept ligated with 1-0 thread for 24hours, and released from the ligation 24 hours prior to euthanasia. Animals were fixed with 2 % paraformaldehyde in PBS (pH 7.5) supplemented with 8 % sucrose. The injured and contralateral (control) sciatic nerves were excised, frozen, embedded in OCT compound, and sectioned 10  $\mu$ m thick in a cryostat. The specimens were incubated with anti-PKC ( $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  subtype) antibody and horseradish peroxidase (HRP)-labeled goat anti-rabbit IgG antibody. After embedding in Epon 812, thin sections were made, and examined in an electron microscope.

In the normal sciatic nerve, PKC ( $\beta$  subtype) immunoreactivity (IR) was not found in Schwann cells of myelinated axons. After the traumatic injury, Schwann cells of myelinated axons expressed all subtypes of PKC.

It is suggested that  $\beta$  subtype is specifically involved in the function of injured Schwann cells.

### 緒 言

末梢神経を損傷すると、損傷部より近位では神経の再生が起こると同時にシュワン細胞から神経栄養因子が放出され神経の伸長が促進されることが知られている<sup>1)</sup>。プロテインキナーゼ C (PKC) は細胞内情報伝達物質のひとつであり、細胞膜のイノシトールリン脂質の分解産物であるジアシルグリセロールによって活性化される酵素である<sup>2)</sup>。PKC は神経の発生および再生時に特異的に発現する GAP-43 (growth associ-

ated protein) あるいは神経細線維のリン酸化酵素としても知られており、末梢神経損傷後の再生神経にも発現することが確認されている<sup>3)</sup>。本研究では正常神経および損傷神経シュワン細胞における PKC の発現について免疫組織化学的手法を用いて検討した。

### 材料および方法

ラット (SD 系、雄、200~250g、n=10) の坐骨神経をネンブタール腹腔内麻酔下に縫合糸にて結紩し、24 時間後に 2 % パラホルムアルデヒド、8 % ショ糖混

**Key words :** Protein Kinase C, Schwann cell, peripheral nerve, nerve regeneration

**Address for reprints :** Seiichiro Okajima M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji, Kamigyo, Kyoto 602, Japan.

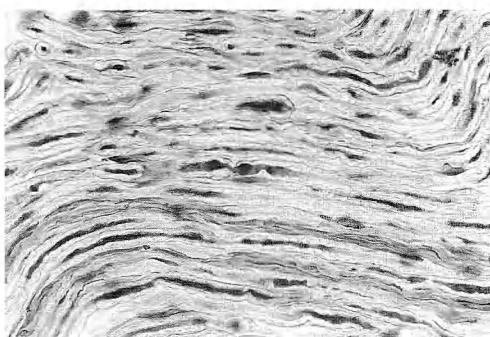


Fig. 1 Light micrograph of injured rat sciatic nerve immunostained with PKC ( $\beta$  subtype). Intense IR was found in the axons and Schwann cells around axons,  $x400$

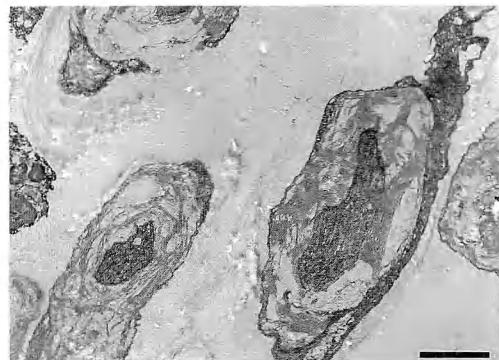


Fig. 2 Immunoelectron micrograph of injured rat sciatic nerve immunostained with PKC ( $\beta$  subtype). Diffuse and intense IR was found in Schwann cells of myelinated axons. Bar=5  $\mu$ m

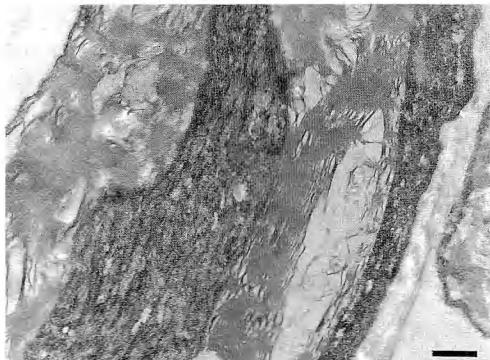


Fig. 3 Higher magnification of Schwann cell and axon. In the axon, IR was found under axolemma and in a part of axoplasm. Schwann cell had diffuse IR. Bar=1  $\mu$ m

合溶液(0.1M リン酸塩緩衝, pH=7.4)にて灌流固定を行った。損傷神経および対側の正常神経を採取し4時間の浸漬固定後, 10%, 15%, 20% ショ糖液に各2時間, 25% ショ糖液に一夜浸漬した。OCT 包埋剤に凍結包埋し, クリオスタットを用いて約10  $\mu$ m の凍結切片を作成した。抗PKC ポリクローナル抗体( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ サブタイプ, GIBCO/BRL 社製)を48時間, HRP 標識抗ラビット IgG 抗体を24時間反応させた。PBS にて洗浄後, 0.05% DAB 溶液(3,3-diaminobenzidine tetrahydrochloride)に30分間, 0.01%  $H_2O_2$  溶液に約10分間浸漬した。これらの標本を光学顕微鏡にて観察したのち, エタノール(50,

70, 80, 90, 96 および 100%) 溶液にて脱水しエポン包埋した。超薄切片を作成し(LKB ミクロトーム), 電子染色を行わずに電子顕微鏡(日立 H-7100)にて観察を行った。

## 結果

正常神経ではすべてのサブタイプに対して無髓および有髓神経の軸索に免疫反応が認められた。電顕を用いた観察により、有髓神経のシュワン細胞は $\alpha$ および $\gamma$ サブタイプに対して免疫反応陽性で、 $\beta$ サブタイプに対しては免疫反応陰性であった。一方、無髓神経のシュワン細胞はいずれのサブタイプに対しても免疫反応陰性であった。免疫反応はシュワン細胞の細胞質に diffuse に認められ、特定の細胞内小器官あるいは細胞内骨格に関係した反応は見られなかった。損傷神経では結紮近位部から結紮部にかけた帯状の免疫反応が観察された。これらの反応はサブタイプによる差異は見られなかった。結紮部より1.5~2.0mm 近位では髓鞘の外側に帯状あるいは輪状の免疫反応がすべてのサブタイプで観察された。電顕を用いた観察により、これらの反応は再生神経あるいは有髓神経のシュワン細胞であることが明かとなった。特に正常神経では有髓神経のシュワン細胞は $\beta$ サブタイプに対する免疫反応は陰性であったが、損傷神経では有髓神経を取り囲むほとんどすべてのシュワン細胞が免疫反応陽性であった。ランビエ絞輪部においては再生神経とともに絞輪部に隣接する近位、遠位両側のシュワン細胞も免疫反応陽性であった。免疫反応はシュワン細胞の細胞質全

体に diffuse に見られ、ある特定の細胞内小器官に限局した反応は観察されなかった。

### 考 察

本研究により神経損傷後のシュワン細胞における PKC の存在が明かとなった。特に正常有髓神経のシュワン細胞においては発現していなかった  $\beta$  サブタイプが損傷神経のシュワン細胞に発現することが明かとなつた。

末梢神経が損傷されると損傷部位より遠位の髓鞘は変性し、マクロファージとともにシュワン細胞が自ら髓鞘を処理し始め、シュワン細胞は基底膜筒内にシュワン細胞索を形成する。基底膜が損傷された部分ではシュワン細胞は新しく基底膜を作る。これらシュワン細胞索内を近位から再生してきた神経が標的器官に向かって伸長する。脊髄内にシュワン細胞を移植することにより通常では再生不能な中枢神経が再生する現象も知られている<sup>4)</sup>。またシュワン細胞が多くの神経栄養因子、NGF (nerve growth factor), BDNF (brain-derived neurotrophic factor), CNTF (ciliary neurotrophic factor) を産生すると考えられている。特に NGF に対する受容体 (Trk family) が発見されシュワン細胞自身にその受容体が発現し NGF 産生の調節を行っていると考えられている (autocrine)。PKC が autocrine における細胞

内情報伝達に関与していることが知られており、本研究ではシュワン細胞における PKC の発現が明らかになつたとともに、 $\beta$  サブタイプが損傷された有髓神経のシュワン細胞に特異的に発現する事実は興味深い。免疫組織化学的手法により個々の細胞におけるサブタイプ間の発現の相違を検索することは可能であるが、生化学的あるいは生理学的作用の差異を比較することは困難である。

シュワン細胞における PKC のサブタイプ間での生理学的作用の比較、検討することが今後の課題であろう。

### 文 献

- 1) Politis, M., et al.: Tropism in nerve regeneration in vivo. Attraction of regenerating axons by diffusible factors derived from cells in distal nerve stumps of transected peripheral nerves. *Brain Res.*, 253 : 1-12, 1982.
- 2) Nishizuka, Y.: The molecular heterogeneity of protein kinase C and its implication for cellular regulation. *Nature*, 334 : 661-665, 1988.
- 3) Okajima, S., et al.: Distribution of protein kinase C in normal nerve fibers and in regenerating growth cones of the rat peripheral nervous system. *Neuroscience*, 66(3) : 645-654, 1995.
- 4) Aguayo, J.: *Synaptic Plasticity*, Guildford Press, New York, 457-484, 1985.

## 末梢神経障害形態による筋エネルギー代謝と血液量変動の相違

徳島大学医学部整形外科学教室

高井宏明・井形高明  
林義裕

赤松赤十字病院整形外科

三木信孝

大塚製薬株式会社徳島研究所

古賀けい子

### Changes in Muscle Energy Metabolism and Blood Volume in relation to the Type of Peripheral Nerve Lesion

Hiroaki Takai · Takaaki Ikata · Yoshihiro Hayashi

Nobutaka Miki & Keiko Koga

To examine the effect of laceration and chronic compression of peripheral nerve on energy metabolism and blood volume in lower leg muscles during tetanic contraction.

Laceration group: Six male Wistar rats were used. The right sciatic nerve was cut off about 10 mm in length at the level of the buttock and examined 8 weeks later. Six rats were examined just after the operation as the control group. Muscular contraction was induced by percutaneous electrical stimulation of the lower leg at 40 Hz; 40V.

Chronic compression group: Five male Wistar rats were used. The posterior segment of the fourth or fifth lumbar vertebra was completely resected and replaced by cancerous bone from tail bone. They were examined twelve months later. Lumbar spinal canal stenosis was confirmed histologically. Muscular contraction was induced by electrical stimulation of the sciatic nerve at 40 Hz; 4V. As controls, five intact male Wistar rats aged twelve months were used.

Muscle energy metabolism was evaluated by measuring the relative intensities of phosphocreatine (PCr) and inorganic phosphate (Pi) by 31-phosphorus magnetic resonance spectroscopy and intracellular pH (pHi) was also estimated from the chemical shift of PCr and Pi. Blood volume was examined by 19-fluorine magnetic resonance spectroscopy after intravenous injection of perfluoro-carbon.

In both groups, the Pi/(PCr+Pi) ratio and pHi at rest were not significantly different the values obtained in the respective control groups. After electrical stimulation for four minutes, the Pi/(PCr+Pi) ratio, pHi and increase ratio of blood volume were as follows:

	laceraton	control	chronic compression	control
Pi/(PCr+Pi)	0.853+0.015*	0.795+0.107*	0.851+0.006*	0.753+0.042*
pHi	6.360+0.110*	6.590+0.092*	6.529+0.031**	6.587+0.029**
increase ratio of blood volume	34.3+12.6%*	67.2+13.2%*	29.6+14.7%*	65.5+12.3%*

(\*p<0.01, \*\*n.s. versus values in both groups to that in the respective control groups)

**Key words :** peripheral nerve lesion, muscle energy metabolism, blood volume, 31P and 19F magnetic resonance spectroscopy

**Address for reprints :** Hiroaki Takai, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, University of Tokushima, 3-18-15 Kuramotocho, Tokushima 770, Japan.

The relative PCr content and increase ratio of blood volume during electrical stimulation decreased significantly both in the laceration group and the chronic compression group with regard to that in the respective control groups. On the contrast, pH<sub>i</sub> decreased significantly in laceration group but not decreased in chronic compression group. These results suggested that the buffering capacity of muscle was preserved in the compression group.

### はじめに

末梢神経の切断および慢性圧迫においては、障害された神経のみならず支配筋においても異なる障害が生じることが予測される。障害された筋の機能的な変化を知るために、エネルギー代謝ならびに血液量の変動について、<sup>31</sup>P-phosphorousと<sup>19</sup>fluorine magnetic resonance spectroscopy (<sup>31</sup>P-MRSと<sup>19</sup>F-MRS) を用いて、電気刺激による運動中の変動を対比検討した。

### 方 法

切断群では、Wistar系ラット6匹を用い、右殿部において坐骨神経を10mm切除し、2, 4, 8週後に経皮的に下腿筋を電気刺激した(40Hz, 40V, 1秒収縮, 1秒弛緩)。また、坐骨神経切断直後のラット6匹に同様な電気刺激を行い対比した。慢性圧迫群では、Wistar系ラット5匹を用い、我々の腰部脊柱管狭窄モデル<sup>5)</sup>を作成し、12カ月後、坐骨神経を電気刺激した(40Hz, 4V, 1秒収縮, 1秒弛緩)。また、月齢12カ月の無処置ラット5匹に同様な電気刺激を行い対比した。

エネルギー状態、細胞内pHおよび血液量変動は、<sup>31</sup>Pおよび<sup>19</sup>F-MRS(大塚電子製BEM250/80 2T)を用いて、下腿をソレノイドコイルに挿入して、安静時、強縮性刺激時、回復期について測定した。測定条件は、<sup>31</sup>P-MRS:周波数32.3MHz、パルス幅45sec、繰り返し時間2sec、積算回数60回、<sup>19</sup>F-MRS:周波数75.1MHz、パルス幅45sec、繰り返し時間2sec、積算回数60回とした。

<sup>31</sup>P-MRSからは、無機リン(Pi)、クレアチニンリン酸(PCr)、α、β、γ-ATPの5個のピークを持つスペクトルが得られるが、筋のエネルギー状態は、無機リン(Pi)とクレアチニンリン酸(PCr)、それぞれのピークの面積比Pi/(Pi+PCr)で、細胞内pHはPi

とPCrの化学シフトから求めた(Fig. 1a)<sup>6)</sup>。

筋内の血液量は、血管内tracerとしてperfluorocarbon(FC-43:ミドリ十字)を注入し、<sup>19</sup>F-MRSを用いることにより求めることができる<sup>2)</sup>。スペクトルは4つのシャープなピークを持つが(Fig. 1b)，測定値の評価は左端のCF<sub>3</sub>ピークの面積と外部リファレンス面積に対する比で表した。なお、慢性圧迫群では、坐骨神経刺激(1Hz、積算回数10回)、第12胸椎硬膜上導出で体性感覚誘発電位測定(SEP)を行い、その振幅を無処理の対照と比較した。

統計学的解析は、エネルギー状態およびpH<sub>i</sub>は3元分散分析後t検定を、血液量は2元分散分析後t検定を行い、SEPはWilcoxon検定を行った。

### 結 果

切断群では、安静時のPi/(Pi+PCr)、pH<sub>i</sub>に差はみられなかったが、刺激開始後4分ではPi/(Pi+PCr)は0.853±0.015と対照の0.795±0.107より有意に高く(p<0.01)、pH<sub>i</sub>は6.360±0.110と対照の6.59±0.092より有意に低かった(p<0.01)(Fig. 2)。電気刺激中の血液量の増加は、対照が安静時の167±27%であったのに対し、切断群では129±18%に止まった(p<0.01)(Fig. 3)。

慢性圧迫群における安静時のPi/(Pi+PCr)、pH<sub>i</sub>に差はみられなかった。刺激開始後4分ではPi/(Pi+PCr)は0.851±0.006と対照の0.753±0.042より有意に高かったが(p<0.01)、pH<sub>i</sub>は6.529±0.031と対照の6.587±0.029と有意差がなかった(Fig. 4)。電気刺激中の血液量の増加は、対照が安静時の166±12%であったのに対し、慢性圧迫群では129±15%にとどまった(p<0.01)(Fig. 5)。

SEPでは、慢性圧迫群の振幅は18.22±4.66μVで、対照の200.2±61.46μVに比して、有意に低下していた(p<0.01)。

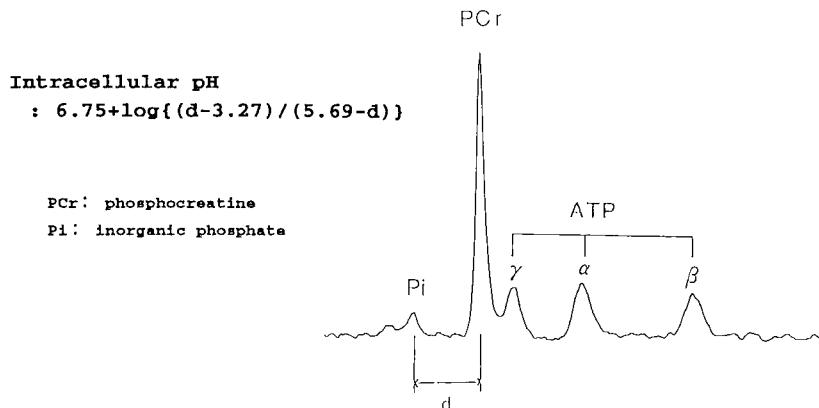


Fig. 1a Typical 31-phosphorus magnetic resonance spectrum

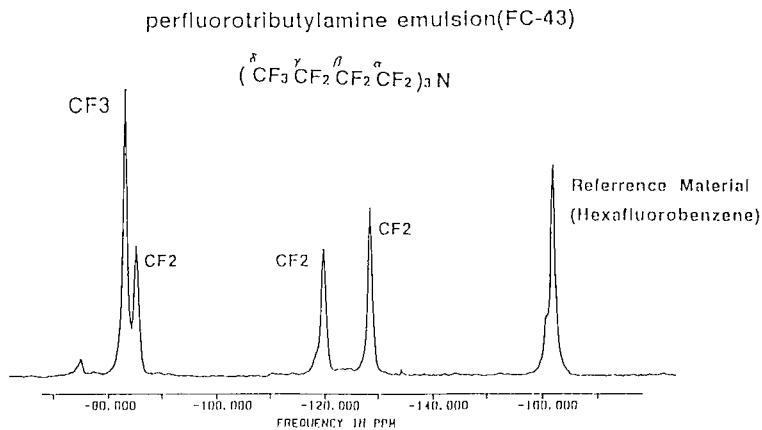


Fig. 1b Typical 19-fluorine magnetic resonance spectrum

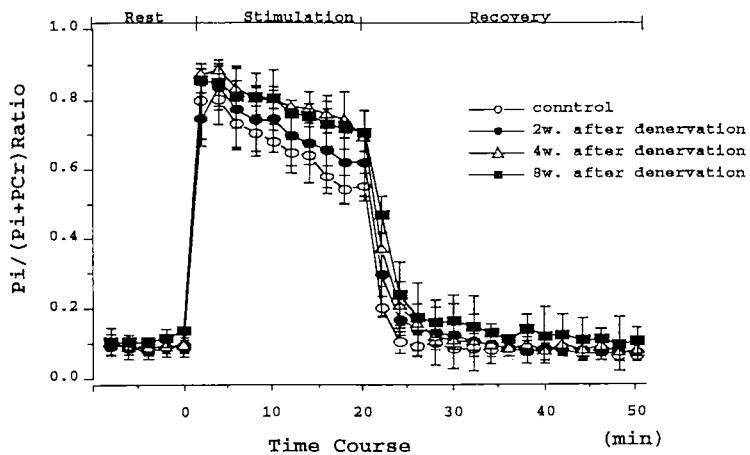


Fig. 2a Change of the Pi/(PCr+Pi) ratio in the laceration group before, during and after electrical stimulation. LSS indicates the compression group.

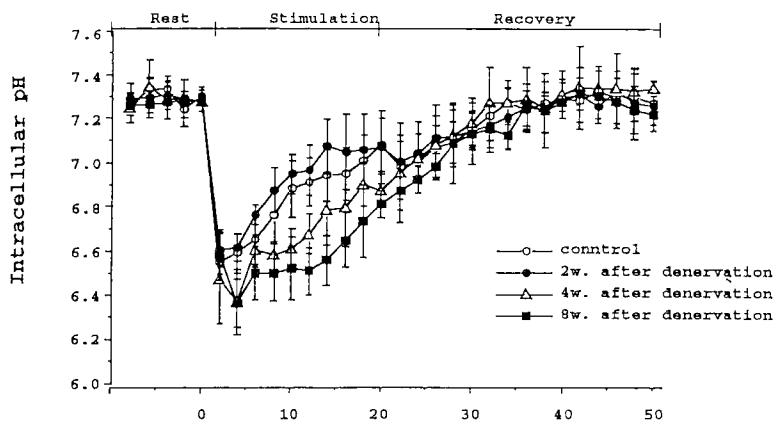


Fig. 2b Change of pHi in the laceration group before, during and after electrical stimulation.

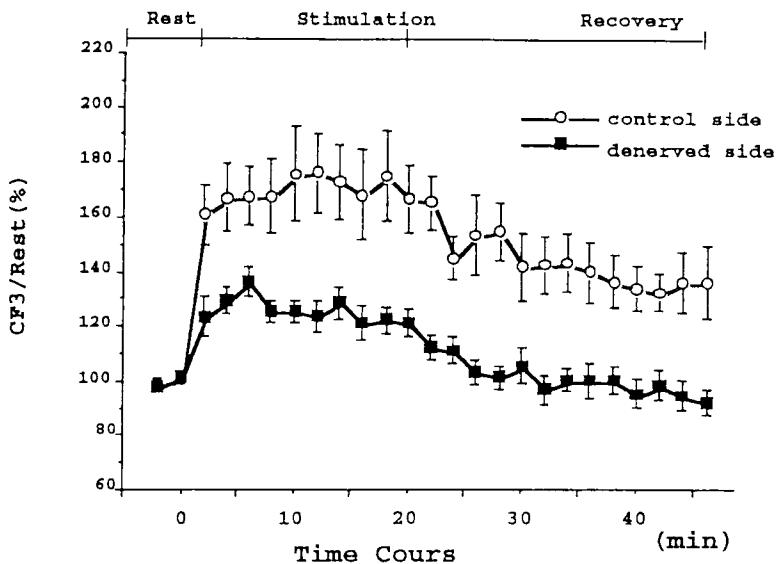


Fig. 3 Change of increase ratio of blood volume in the laceration group during and after electrical stimulation.

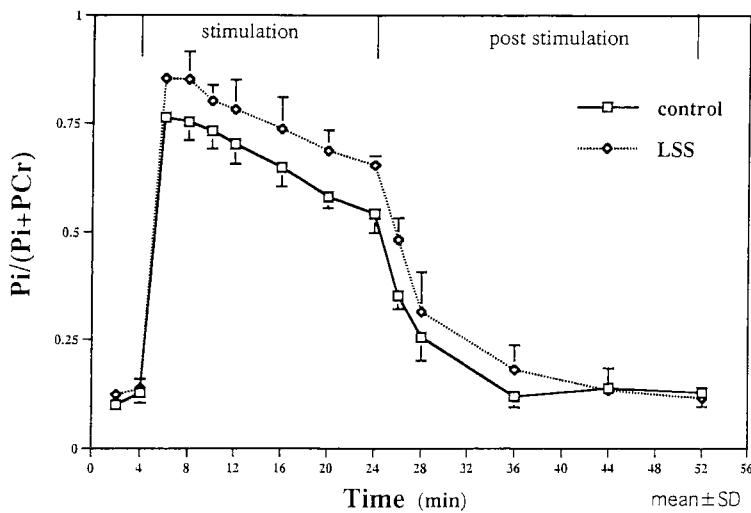


Fig. 4a Change of the  $\text{Pi}/(\text{PCr} + \text{Pi})$  ratio in the compression group before, during and after electrical stimulation. LSS indicates the compression group.

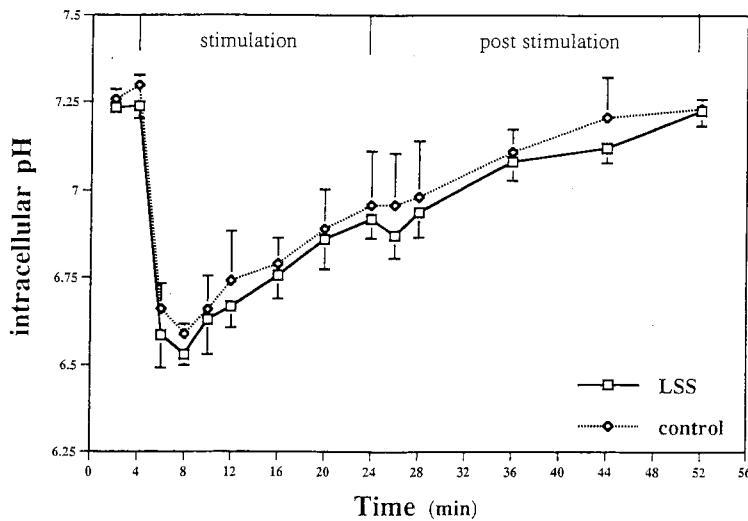


Fig. 4b Change of pHi in the compression group before, during and after electrical stimulation. LSS indicates the compression group.

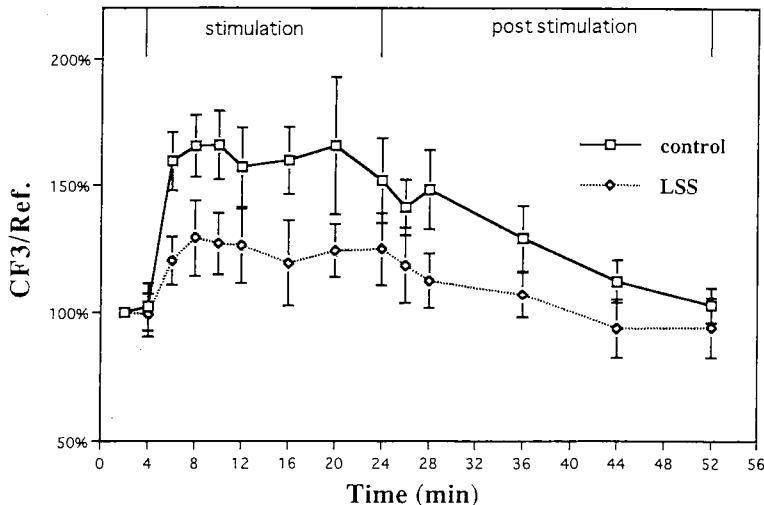


Fig. 5 Change of increase ratio of blood volume in the compression group during and after electrical stimulation. LSS indicates the compression group.

## 考 察

末梢神経障害に伴う筋の形態的変化に関する研究は少なくないが、筋の機能面を評価した報告は少ない。特に、慢性圧迫モデルは、モデルそのものが希である。

我々は、<sup>31</sup>P-MRS を用いて無侵襲・連続的に運動中の筋エネルギー代謝を測定し、知見を重ねてきた。コイルの改良により、脱神経により萎縮した筋に経皮刺激を行いながらも、NS 比の小さいスペクトルを得ることが可能となった。また、<sup>19</sup>F-MRS を用いて perfluorocarbon のフッ素のスペクトルを測定することにより、下腿筋中の血液量の変動が評価可能となつた<sup>2)</sup>。

一方、坐骨神経切断モデルと対比すべき慢性圧迫モデルとして我々の作製したラットモデル<sup>5)</sup>を用いたが、SEP を用いて伝導性の低下が確認された。組織学的所見は、切断群では、すべての筋線維に径の細小化がみられたが、慢性圧迫群では、細小化した筋線維は散在する程度であった。

今回の MRS を用いての研究では、切断群と慢性圧迫群において、運動中のクレアチニン酸の相対比の低下、血液量増加率の低下は、同程度であった。一方、細胞内 pH は、切断群では対照よりも低下したが、慢性圧迫群では対照と有意差がなかった。

慢性圧迫群にみられたエネルギー状態および細胞内

pH の変化は、先に報告した廃用性萎縮モデルとしての Hind limb suspension model を用いての実験結果と同様であった<sup>3)</sup>。Hind limb suspension model でみられた、筋線維あたりの毛細血管数の低下<sup>1)</sup>から推して、慢性圧迫群で認めた電気刺激中の血液量増加率の減少による酸素運搬能の低下を反映したものと考察される。

運動時の血液量増加率の減少に加えて、切断群では筋の線維組成変化を示し、速筋線維がほとんどをしめることから<sup>4)</sup>、解糖系が主体となり運動中の細胞内 pH の低下が亢進したものと考察した。

## ま と め

切断群、慢性圧迫群とも電気刺激による運動時エネルギー状態は低下し血液量の増加率の低下を伴っていた。一方、運動時の細胞内 pH は切断群で低下したのに対し、慢性圧迫群では低下がみられず、神経の残存機能による酸性化抑制能との関連が示唆された。

## 文 献

- 1) Desplanches, D. et al.: Structural and functional responses to prolonged hind limb suspension in rat muscle. J. Appl. Physiol., 63 : 558-563.
- 2) 江川洋史 他：ラット後肢骨格筋における筋収縮時の循環動態について—Perfluorocarbon, <sup>19</sup>F-MRS を用いて—。日整会誌, 67 : S1681, 1993.

- 3) Fukuta, S., et al.: Effect of disuse on muscle Energy metabolism studied by in vivo  $^{31}\text{P}$ -Phosphorus magnetic resonance spectroscopy. *Zoological Science* 9 : 947-954, 1992.
- 4) Lieber, R. L.: *Skeletal Muscle Structure and Function*. Williams & Wilkins, 241-245, 1992.
- 5) 高井宏明 他: 腰部脊柱管狭窄症の動物モデル作製の試み. *LSCS NO.1 概念・分類・病態*, 株式会社ミドリ十字, 大阪, 21-23, 1993.
- 6) Taylar, D. J., et al.: Energetics of human muscle : Exercise induced ATP depletion. *Magn. Res. Med.* 3 : 44-54, 1986.

## 急速な神経圧挫による軸索輸送機構の一過性損傷 —蛍光抗体法を用いて—

三重大学医学部整形外科学教室

北尾 淳・佐藤 憲史  
森田 哲正・平田 仁  
内田 淳正

Acute Nerve Compression Can Cause Mechanical Damage to Axonal Transport System in Nerve Fibers not Undergoing Wallerian Degeneration

Atsushi Kitao · Norifumi Satoo · Akimasa Morita  
Hitoshi Hirata & Atsumasa Uchida

Due to the favorable prognosis of the incomplete nerve palsy from nerve compression, the pathogenesis has not been studied in depth. Most researchers attributed the malfunction of the compressed nerve to extra-axonal pathology like intraneurial edema or demyelination. However, variety in recovering pattern from compression nerve injury implies more complexity in the pathogenesis of the palsy. The purpose of this experimental study is to show that destruction of the microtubules based axonal transport system can be an important factor in the development of compression nerve injury.

### Materials and Methods

Male Wistar rats, weighing 300-350g, were used. A 5 mm segment of the tibial nerve was compressed with a specially designed clip. Rats were divided into 4 groups according to the applied compression force and time (group A: 0g, served as controls, group B: nerves were cut, group C: 50g, 2 minutes, group D 100g, 5 minutes) In group B, the proximal stump of the severed nerve was reflected and ligated to prevent axons from entering into the distal segment. Functional recovery was assessed using Tibial Nerve Functional Index (TFI) described by Bain et al. Two rats from each group were sacrificed every two days from day 0 to day 10 and the sciatic nerves including the compressed portion were harvested for histological assessment. Specimens were stained with anti-dynein, anti-tubulin, and anti-neurofilament antibodies.

### Results and Discussion

All rats in group C and D showed incomplete tibial nerve palsy on day 1. In group C, complete functional recovery was observed by day 3. No abnormality in staining was detected in any of the three immunocytochemical staining. In contrast, functional recovery delayed until day 21 in group D. In this group, anti-dynein and anti-tubulin staining showed disorganized staining (some axons become wider and stained very intensely and others stained much less intensely than normal) between day 2 and day 8 in the compressed portion, which returned to almost normal by day 10. In contrast, anti-neurofilament staining showed no abnormality throughout the experimental period in any of the three portions, indicating that Wallerian degeneration did not occur in group D.

These data suggests that prolonged disturbance of microtubules based axonal transport system can

---

**Key words :** nerve compression injury, dynein, tubulin, neurofilament, immunocytochemical

**Address for reprints :** Atsushi Kitao, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Mie University School of Medicine, 2-174, Edobashi, Tsu city, Mie 514, Japan.

be associated with compression nerve injury without progressing to Wallerian degeneration. It also implies there seems to be a variety form of nerve malfunction from nerve compression and they have to be treated based on the individual pathogenesis.

## はじめに

神経圧迫による不全麻痺はその機能的予後が良好なことより必ずしもその病態を十分に把握して治療がなされているとは言いがたい。一般に原因としては神経内浮腫や脱髓といった軸索外病変によるとされているが神経不全麻痺の多様性を考慮すると軸索内病変もその一因になりうるものと想定される。今回我々は軸索内輸送系の障害の関与の可能性に関し蛍光抗体法を用いることにより検討した。

## 対象及び方法

雄の Wistar 系ラット（300 から 350g）を用いた。坐骨神経の内、脛骨神経成分を特別に作成した圧迫用クリップ（圧迫部 3 mm × 5 mm, 圧迫力 50g, 100g, 遠藤製作所製）にて圧迫した。圧迫力と圧迫時間に応じて 4 グループに分けた。グループ A：圧迫力 0 g, グループ B：神経切断群, グループ C：圧迫力 50g 圧迫時間 2 分, グループ D：圧迫力 100g の圧迫時間 5 分の 4 群が作成された。グループ B では神経の再生が起こらないように神経を結紮した後その遠位部で切斷した。

## 機能回復評価

各群 10 匹ずつ 40 匹のモデルを作成した。術後 1 日目から 28 日目まで 3 日ごとに Tibial Nerve Functional Index (TFI) を用いて評価された。TFI は Bain の式<sup>2)</sup> を用いた。

## 病理学的評価

各群 14 匹ずつ 56 匹のモデルを作成した。術直後, 1, 2, 4, 6, 8, 10 日後に 2 匹ずつ 4 % paraformaldehyde で灌流固定を行った。神経を展開し、圧迫部を中心に入んだ約 15mm の脛骨神経成分を採取した。切断群では切断部から遠位に約 15mm 採取した。追加固定の後、凍結切片を作成した。切片は蛍光抗体法により、抗 Dynein 抗体、抗 Tubulin 抗体、抗 Neurofilament 抗体を用いて染色された。400 倍にて検鏡し、近位、圧迫部、遠位の染色性を各々比較した。

## 結果

### 機能的評価

TFI を示す (Fig. 1)。グループ A とグループ B はともに術後 1 日目に不完全な脛骨神経麻痺を示した。

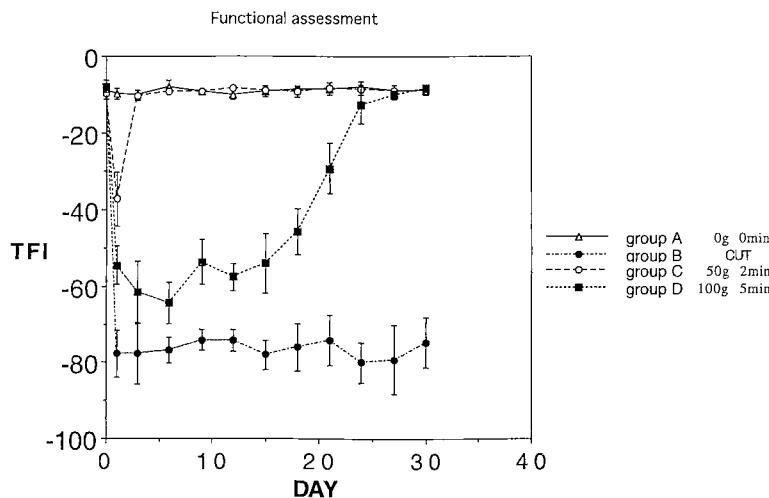
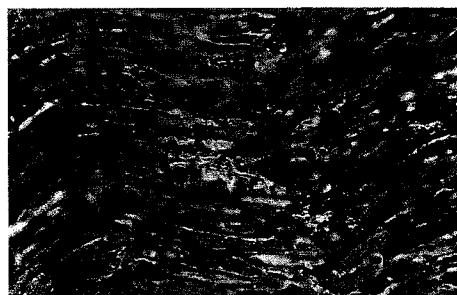


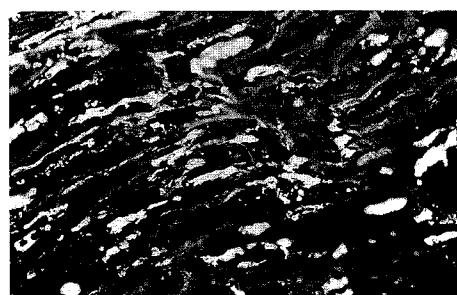
Fig. 1 Functional assessment



Dynein



Tubulin



Neurofilament

Fig. 2 Group D compressed portion Day4



Neurofilament

Fig. 3 Group D distal portion Day10

sham 群であるグループ A はまったく麻痺を示さず、切斷群であるグループ B は完全な脛骨神経麻痺を示した。術後 4 日目にはグループ C はほぼ完全な回復を示した。グループ D の機能不全は更に続き、ほぼ完全な回復を示すのに術後 3 から 4 週を要した。グループ B の脛骨神経麻痺は最後まで持続し、機能回復は認められなかった。

#### 病理学的評価

グループ A (0 g, 0 min)：すべての部位に於いて Dynein, Tubulin, Neurofilament に全経過中染色性の異常を認めなかった。

グループ B (切斷モデル)：切斷部遠位において術後 4 日頃より Dynein, Tubulin, Neurofilament に染色性の低下が急速に発現した。4 日目以降は細胞骨格が崩壊し、Waller 変性となった。

グループ C (50g, 2 min)：すべての部位に於いて Dynein, Tubulin, Neurofilament に全経過において染色性の異常を認めなかった。

グループ D (100g, 5 min)：圧挫部において術後 1 日目より Dynein, Tubulin 共染色性の低下を認めた (Fig. 2)。染色性の低下は術後 8 日目まで続き 10 日目には染色性の改善傾向を認めた。また Neurofilament は術後初期にわずか圧挫部において染色性の低下を認めるものの近位、遠位では一切の染色性の低下を認めなかった (Fig. 3)。

#### 考 察

神経細胞の代謝機構の大半は神経細胞体に集中しており、軸索を構造上、機能上完全に維持するためには軸索輸送機構が存在する。軸索輸送には早い輸送と遅い輸送が知られており、早い輸送には順行性輸送と逆行性輸送が知られている。遅い輸送では微小管 (microtubule) のサブユットタンパクやニューロフィラメント (neurofilament) の様な細胞骨格成分を輸送している。早い順行性輸送では伝達物質貯蔵小胞、糖蛋白や脂質のような細胞膜成分、及び細胞膜結合酵素を運搬している。逆行性輸送では細胞体より運ばれてきた物質を再循環させたり、老廃物を細胞体に送り返したり、軸索末梢から取り込んだ物質を輸送したりしている。kinesin と dynein は ATPase で、微小管上で小器官 (organelle) を kinesin は順行性に、dynein は逆行性に輸送していると考えられている。免疫組織学的研究<sup>3)</sup>により dynein は順行性に輸送されている organelle にも逆行性に輸送されている

organelle にも存在していることが示され、また不活性の dynein が順行性に運ばれ、軸索の終末で活性化され逆行性輸送のモータータンパクになると考えられている<sup>1)</sup>。さらには kinesin と dynein は同一の organelle 上にあり活性化されていない dynein が存在する organelle を kinesin が順行性に輸送することが示された。dynein を免疫組織学的に染色することは活性化に関係なく染色されることから両方向に輸送される organelle の存在を示すこととなる。我々は今回の実験においてこのことを利用し、dynein の染色性の低下により軸索輸送が阻害されていることを示した。tubulin は微小管の構成タンパクであり、その染色性の低下は細胞骨格の損傷を示している。ニューロフィラメントは微小管同様細胞骨格成分であるがその構造は微小管より強固で、軸索のマーカーとして利用でき、その染色性の維持は Waller 変性に陥っていないことを示す。

我々の実験では圧挫モデルと比較するため切断モデルであるグループ B を作成した。これは Seddon の Neurotomesis, Sunderland の 5 型に相当し、軸索の切断によりその末梢部は Waller 変性に陥った。手術後 4 日目より Dynein, Tubulin, Neurofilament に染色性の低下が急速に発現した。4 日目以降は細胞骨格が崩壊し、明らかにグループ A, C, D とは異なる染色性を示した。グループ C (50g, 2 min) 程度の損傷では Dynein, Tubulin, Neurofilament に染色性の低下を認めず、軸索輸送も細胞骨格も障害されておらず、しかし一過性の運動障害を認めたことから Neurapraxia, Sunderland の 1 型に相当すると思われる。我々が今回報告したグループ D (100g, 5 min) の神経損傷は、圧挫部より遠位での Neurofilament 染色の染色性が一貫して変わらないことから Waller 変性に陥っておらず、Seddon の Axonotmesis, Sunderland の 2 型より軽度の損傷と思われる。しかし、Dynein の染色性の低下より軸索輸送の障害が、また Tubulin の染色性の低下より軸索自体の損傷が示唆され Seddon の Neurapraxia, Sunderland の 1 型には相当しない。neurofilament と微小管では機械的強度が異なり加えた力に対する変形能は neurofilament の方が高いとされている。よって微小管は壊れるが neurofilament は壊れない程度の力が加わると軸索が損傷されるにも関わらず Waller 変性に陥

らない麻痺が発生しうると考えられる。また Tubulin は脱重合後速やかに再重合できるはずであるがグループ D の麻痺は 3 週と遷延しており、Tubulin の染色性の回復にも 10 日程度かかることから Tubulin の再重合を妨げる何らかの原因があることが示唆された。

## ま　と　め

急速な神経圧挫により微小管系が損傷されたにも関わらず neurofilament は温存され、Waller 変性も生じない新しいタイプの麻痺の存在が示された。

画一的に Neurapraxia とされてきた中には異なる機序のものが含まれ、軸索内輸送系の障害も一因であり、今後それぞれに応じた対応が必要と思われた。

## 文　献

- Allan, V. J., et al.: Microtubule-based organelle transport in neurons. In *The Neuronal Cytoskeleton*. R. D. Burgoyne, editor. Wiley-Liss, Inc., New York. 257-282, 1991.
- Bain, J., et al.: Functional evaluation of complete sciatic, peroneal, and posterior tibial nerve lesions in the rat. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 83 : 129-136. 1989.
- Hirokawa, N.; et al.: Brain dyneic (MAP1C) localizes on both anterogradely and retrogradely transported membranous organelles in vivo. *J. Cell Biol.* 111 : 1027-1037, 1990.

質問 慶應義塾大学整形外科 高山真一郎

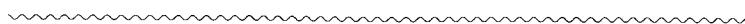
今回の 100g 5 分圧挫時では電気生理学的及び通常の手法による組織学的变化はどの程度のものだったのでしょうか。

回答 三重大学整形外科 北尾 淳

電気生理学的には圧挫直後著明な伝導障害を認めた。HE 染色では一部髓鞘のみだれを認めるが軸索内には著変を認めなかった。

発言 大阪市大 山野 廣樹

Neusapraria は急性の麻痺で数週間までの麻痺である。このモデルに近い臨床の麻痺はいわゆる慢性の圧迫麻痺である。Axonostenosis や Axonocachexia が考えられ、よく一致する。



## 運動、知覚神経再生における遠位神経片の 誘導能力の差について（第2報）

燕労災病院整形外科

坪 川 直 人・成 沢 弘 子

新潟手の外科研究所

牧 裕・吉 津 孝 衛

田 島 達 也

Comparison of Neurotropic Effect on Motor and Sensory  
Axon Regeneration (2nd report)

Naoto Tsubokawa · Hiroko Narisawa · Yutaka Maki

Takae Yoshizuka & Tatsuya Tajima

In our first report, we have already reported the difference of inductive ability of Schwann cells (including other cells) in the distal motor and sensory nerve segments respectively. The results were, that in the motor model the number of regenerated axons toward the fresh nerve segment was larger than that toward the frozen and thawed nerve segments, and average ratio of fresh to frozen and thawed was 44%, in the sensory model the number of regenerated axons toward the fresh nerve segment was extremely larger than that toward the frozen and thawed nerve segments, and average ratio of fresh to frozen and thawed was 6 %. We concluded that the neurotropic effect might be very weak or none in the motor regeneration but strong in the sensory regeneration. This time we examined the inductive ability of sensory Schwann cell for motor axon regeneration and that of motor Schwann cell for sensory axon regeneration.

We used 16 Lewis rats (aging 14 weeks) Group M-S; (Proximal Motor-Distal Sensory) Proximal stump of L5 ventral root was inserted into the proximal channel of the silastic Y tube and both 1 cm long fresh L5 dorsal root segment and frozen and thawed dorsal root segment were inserted into distal two channels. Fifteen seconds freezing and sixty seconds thawing of nerve segment were repeated five times. Group S-M; (Proximal Sensory-Distal Motor) Proximal stump of a saphenous nerve was inserted into the proximal channel of the silastic Y tube and both 1 cm long fresh isograft of L5 ventral root segment and frozen and thawed isograft of ventral root segment were inserted into distal two channels. Six weeks after the anastomosis, we counted the total myelinated axons regenerated into the distal two channels.

Group M-S; The number of regenerated axons toward the fresh nerve segment was larger than that toward the frozen and thawed nerve segments, and the average ratio of fresh to frozen and thawed was 13%.

Group M-S; In five of eight cases the number of regenerated axons toward the fresh segment was larger than that of the frozen and thawed segment. In three of eight cases the number of regenerated axons toward the frozen and thawed segment was larger than the fresh segment.

---

**Key words :** selective regeneration, neurotropism, schwann cell, motor sensory specificity

**Address for reprints :** Naoto Tsubokawa, M.D., Niigata Hand Surgery Foundation, 1-18 Shinko-cho, Niigata 950, Japan.

These result presumed us that the sensory Schwann cells have strongly inductive ability for motor axon regeneration, but not so stronger than that for sensory axon regeneration. On the other hand, the motor Schwann cells have no inductive ability for sensory axon regeneration. In clinical view point, the regenerating motor axons might misdirect into sensory Schwann tubes by stronger neurotropic effect of sensory Schwann cell, comparing with motor Schwann cell.

## 目的

第1報で私達は、ラットを用いてシリコンY字管の近位チャンネルに第5腰部前根、遠位2チャンネルに新鮮第5腰部前根神経片（細胞+）と凍結融解を繰り返し細胞を死滅させた第5腰部前根神経片神経片（細胞-）を挿入した運動モデルと、近位チャンネルに伏在神経、遠位2チャンネルに新鮮伏在神経片（細胞+）と凍結融解を繰り返し細胞を死滅させた伏在神経片（細胞-）を挿入した知覚モデルで、遠位神経片のSchwann細胞を中心とした細胞成分の再生軸索の誘導能力を報告した<sup>1)</sup>。その結果、知覚モデルでは新鮮伏在神経片（細胞+）側の再生が圧倒的に多く凍結融解伏在神経片（細胞-）へは（細胞+）側の平均6%の再生しかなかった。一方運動モデルでも新鮮第5腰部前根神経片（細胞+）側へ多く再生するものの凍結融解第5腰部前根神経片（細胞-）へも（細胞+）

平均44%の軸索が再生していた。この結果から知覚神経の細胞成分は、運動神経の細胞成分より本来それぞれの髓鞘を形成していた軸索の再生能力が高いと推定した。

今回、遠位に置かれた知覚神経の細胞成分が本来そこに存在しなかった再生運動軸索に、また運動神経の細胞成分が再生知覚軸索に対して、どの程度の誘導能力を持つのかを検討した。

## 方 法

約14週令のルイス雄ラット16頭使用した。

M-S群（近位運動-遠位知覚群）8頭、シリコンY字管の近位に右第5腰部前根、遠位に1cm新鮮第5腰部後根神経片（細胞+）と液体窒素で15秒凍結、室温生理食塩水で60秒融解を5回繰り返した1cmの左第5腰部後根神経片（細胞-）を挿入した（Fig. 1）。

## M-S Group

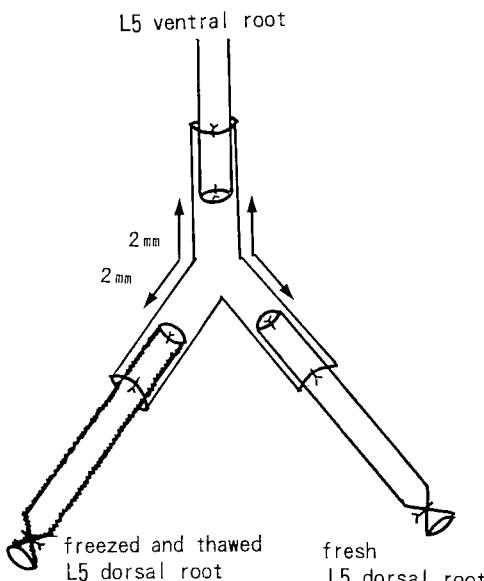


Fig. 1 The methods of nerve setting in Proximal Motor-Distal Sensory Group.

## S-M Group

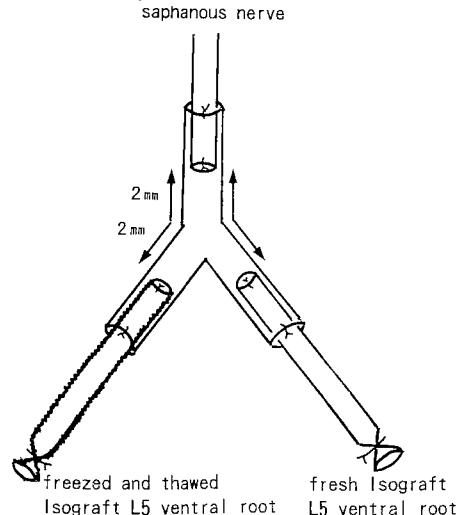


Fig. 2 The methods of nerve setting in Proximal Sensory-Distal Motor Group.

**Table 1A** Result of M-S group (Proximal Motor-Distal Sensory)

	fresh nerve segment (Cell+)	freezed and thawed nerve segment (Cell-)	ratio of regenerated axons
	number of regenerated axons	number of regenerated axons	(Cell- / Cell+)
NO1.	1084	266	0.25
2.	1113	75	0.07
3.	426	0	0.00
4.	1633	23	0.01
5.	892	328	0.37
6.	909	120	0.13
7.	746	53	0.07
8.	1655	175	0.11
			M0.13

**Table 1B** Result of S-M group (Proximal Sensory-Distal Motor)

	fresh nerve segment (Cell+)	freezed and thawed nerve segment (Cell-)	ratio of regenerated axons
	number of regenerated axons	number of regenerated axons	(Cell- / Cell+)
NO1.	953	332	0.35
2.	967	284	0.29
3.	79	385	4.87
4.	164	368	2.24
5.	1361	324	0.24
6.	516	560	1.09
7.	316	60	0.19
8.	1233	17	0.02

S-M群（近位知覚－遠位運動群）8頭、シリコンY字管の近位に左伏在神経、遠位にisograftの新鮮前根神経片1cm（細胞+）と液体窒素でM-S群と同様に凍結融解を5回繰り返したisograftの前根神経片1cm（細胞-）を挿入した（Fig. 2）。

遠位2つの神経片は断面積を合わせるために同レベルより採取した。近位と遠位神経片の距離を各々4mmとし6週間に遠位2チャンネルの再生線維束を取り出しグルタール、オスミウム酸固定、エポン包埋、トルイジンブルー染色標本作成後、画像解析装置を用いて遠位断端にできるだけ近い部分の再生有髓軸索数を計測、比較検討した。

## 結果

M-S群（近位運動－遠位知覚群）では8頭全てに、新鮮腰部後根神経片（細胞+）側に再生軸索数が多く、凍結融解腰部後根神経片（細胞-）側への再生軸索数は（細胞+）側の平均13%であった（Table 1A）。

S-M群（近位知覚－遠位運動群）の結果は大きくバラツキ、再生軸索数は8頭中3頭で凍結融解前根神経片（細胞-）側に、8頭中5頭で新鮮前根神経片（細胞+）側に多かった。また遠位再生軸索数にもバラツキが大きかった（Table 1B）。

## 考察

末梢神経再生にはcontact guidanceとともにneurotropismによる選択性が働くことが広く認められている。しかし知覚神経が知覚神経Schwann管内へ、運動神経が運動神経Schwann管内へ選択

的に誘導されるかについては、運動神経についてat randomに再生した軸索の運動Schwann管に再生したものだけが生存するというBrushartの説<sup>2)~4)</sup>と、知覚神経には強いneurotropicな選択性が存在するが運動神経再生の選択性はneurotropicにもneurotrophicにも不明瞭という牧<sup>5)~9)</sup>、福原<sup>10)</sup>らの相反する意見がある。この知覚、運動神経の誘導能力の差の原因として遠位に置かれたSchwann細胞の性質の差が大きいと想定し、第1報では凍結融解を繰り返し細胞を死滅させSchwann管の基底膜を残した神経片と正常な状態の神経片を遠位に並べ細胞成分の誘導能力を知覚、運動神経を別々に観察比較検討した。その結果、知覚神経の細胞成分が知覚再生軸索誘導する能力は、運動神経の細胞成分が運動再生軸索を誘導能力より高いと推定した。今回のM-S群（近位運動、遠位知覚神経）の結果より知覚神経片のScwann細胞を中心とした細胞成分は運動再生軸索の誘導にも強く関与していると推定した。運動再生軸索も非特異的に知覚神経片のScwann管に誘導されているものと思われる。第1報の結果と比較すると有意差は無いものの知覚神経片のScwann細胞を中心とした細胞成分の誘導の強さは運動再生軸索に対してよりも知覚再生軸索に対しての方が強い傾向にあると思われた。この差がどこから生じるかについては知覚Scwann細胞から分泌される单一のtropic factorに対して知覚軸索の方がよりsensitiveに反応すると考えるか、または複数のtropic factorがあり、そのうちの1つは知覚軸索に特異的に作用し、他方は運動軸索にも非特異的に作用するといった推察も成り立つ。

一方、S-M群の近位知覚、遠位運動神経群の結果は大きくばらついた。第1報の結果と比較する運動神経片のSchwann細胞を中心とした細胞成分は、前回の結果より運動再生軸索を誘導する能力を有する可能性はあるが、知覚再生軸索を誘導する能力は無い可能性が高いと推定した。前回、今回と使用した実験系で遠位（細胞+）側については、近位と遠位からのSchwann細胞の架橋が生じ、（細胞-）側の近位からのみの架橋に対してcontact guidanceという考え方からは軸索再生にとって（細胞+）側が有利と考えられる。しかし同じ条件設定でも、運動、知覚再生に差が出来ることからSchwann細胞の架橋状態の差以上にtropic factorによる誘導の差が強く影響していると私達は考えた。

1、2報の結果を含めて考えると臨床における末梢神経再生の際に、知覚軸索は強い誘導により知覚神経Schwann管に再生するが、運動軸索は、それ自体の誘導能力がごく弱いため、かえって知覚Schwann細胞の誘導を強く受け知覚神経Schwann管内にmisdirectionしてしまう可能性が高いと言える。

## 文 献

- 1) 坪川直人 他：運動、知覚神経再生における遠位神経片の誘導能力の差について。日手会誌, 8: 92-95, 1994.
- 2) Brushart, T., et al.: Selective Reinnervation of Distal Motor Stumps by Peripheral Motor Axons. *Exp. Neurol.*, 97: 289-300, 1987.
- 3) Brushart, T., et al.: Preferential Reinnervation of Motor Nerves by Regenerating Motor Axons. *J. Neurosci.*, 8: 1026-1031, 1988.
- 4) Brushart, T., et al.: Preferential motor reinnervation: a sequential double-labeling study. *Rest. Neurol.*, 1: 281-287, 1990.
- 5) 牧 裕 他：末梢神経における運動、知覚線維の選択的再生に関する実験的研究（第2報）。日手会誌, 7: 975-978, 1991.
- 6) 牧 裕 他：運動、知覚線維の選択的再生に関する実験的研究（第3報）。日整会誌, 64(8): S1025, 1990.
- 7) 牧 裕 他：運動、知覚線維の選択的再生に関する実験的研究（第4報）。日手会誌, 8: 16-19, 1991.
- 8) 牧 裕 他：末梢神経における運動、知覚線維の選択的再生に関する実験的研究。日整会誌, 63(7): S1124, 1989.
- 9) 牧 裕 他：運動、知覚線維の選択的再生に関する実験的研究（第6報）。日手会誌, 9: 331-334, 1992.
- 10) 福原宏平 他：ラット大腿神経における知覚、運動神経の選択的再生。日手会誌, 7: 45-49, 1990.

## ラットにおける末梢神経同種移植の拒絶反応と 神経再生過程の検討

広島大学医学部整形外科学教室

高田治彦・木森研治  
生田義和

厚生連吉田総合病院整形外科

石田治

島根医科大学整形外科学教室

越智光夫

Rejection and Regeneration Phenomenon of Peripheral  
Nerve Allograft after Withdrawal of Cyclosporine

Haruhiko Takata · Kenji Kimori · Yoshikazu Ikuta  
Osamu Ishida & Mitsuo Ochi

Long nerve allograft was made with the use of rats and after withdrawal of cyclosporine A (CSA), the interaction of schwann cells between the host rats and recipient rats was examined histologically, morphologically, and immunohistochemically. In the allograft group, 35 mm sciatic nerve collected from ACI rats (RT-1<sup>a</sup>) was transplanted into Lewis rats (RT-1<sup>l</sup>), using epineurial sutures. Isograft were taken from Lewis rats. After the graft, CSA was administered subcutaneously to both groups daily at a dose of 5 mg/kg for 12 weeks.

Six rats each of the allograft group were sacrificed at week 12, 13, 14, 15 and 16 after the graft and six rats each of the isograft group were sacrificed at week 12, 14, 15 and 16 after the graft. The wet weight of the muscle of the allograft group decreased at week 13 and 14, but thereafter it increased gradually. However, the wet weight of the muscle of the isograft group did not decrease. In the allograft group, infiltration of mononuclear cells could not be observed at week 12, but a remarkable infiltration of mononuclear cells was seen around the epineurium at week 15.

Morphologically, at large number of myelinated fibers was observed in the allograft group at week 12, but it decreased at week 13 and 14 and thereafter it recovered rapidly. The diameter of the myelinated fibers showed the same pattern. Immunohistochemically, the reactivity to OX antibody increased after week 15 in the allograft group. On the other hand, the reactivity to S-100 antibody was similar to the morphological results.

The results of our study showed an early rejection of regeneration nerve fibers when compared to the results of 25 mm nerve graft. The early rejection observed in our model using 35 mm nerve is considered to be due to the presence of a large number of schwann cells of donor origin.

---

Key words : peripheral nerve allograft, schwann cell, nerve regeneration, rejection phenomenon

Address for reprints : Haruhiko Takata, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima University School of Medicine, 1-2-3, Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734, Japan.

## はじめに

末梢神経同種移植を臨床に応用するには短期間の免疫抑制剤投与のみで神経が再生し、拒絶反応による脱髓や変性を防がなければならない。本研究の目的はラットを使用して可及的に長い神経移植を行い、宿主とドナー間のシュワン細胞の相互作用を組織的、形態学的、免疫組織学的に検討することで、移植神経の拒絶と再生メカニズムを評価することである。

## 実験方法

実験動物に主要組織適合抗原系の異なる2種類の近交系ラットを用い、同種移植群と同系移植群を作成した。同種移植群では ACI ラット (RT-1<sup>a</sup>) をドナーとし、Lewis ラット (RT-1<sup>I</sup>) を宿主とした。一方、同系移植群では Lewis ラット間にて移植を行った。可能な限り長い神経移植を行うために、左側の坐骨神経から右側の坐骨神経へ、背部の皮下を通して移植した。この方法により 35mm の神経を移植することが可能であった。両群にシクロスボリン 5 mg/kg<sup>1)</sup> を術前日から移植後 12 週間皮下投与した。実験匹数は各群 6 匹とし、移植後 12, 13, 14, 15, 16 週目に以下の 5 項目について検索した。

## 評価方法

### 1) 前脛骨筋湿重量の測定

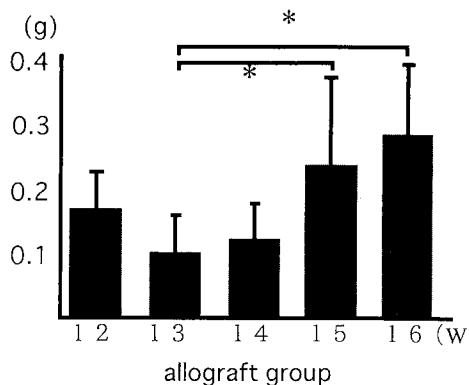


Fig. 1 The wet weight of the muscle

### 2) 組織学的評価

移植神経中央部を採取後、HE 染色で炎症細胞の浸潤を観察した。

### 3) 形態学的評価

移植神経末梢接合部のさらに 5 mm 末梢部位を採取後、トルイジンブルー染色にて有髓線維数、有髓軸索直徑を光学顕微鏡下に測定した。

### 4) 免疫組織学的評価

同種移植群の移植神経中央部を採取し、これを凍結保存した後に薄切片を作成した。一次抗体にシュワン細胞に対する抗体 (S-100 抗体) と Lewis ラットに対する抗体 (OX 抗体) を用いて SAB 法 (Streptavidin-Biotin) にて染色し、発色基質に DAB を用いその染色性で評価した。

## 結果

### 1) 前脛骨筋湿重量 (Fig. 1)

同種移植群は、13 週群で最も低下し、15・16 週群に有意な増加を示した。一方、同系移植群では有意差を認めなかった。

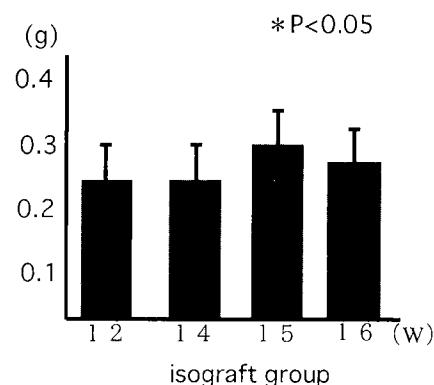
### 2) 組織学的評価

同種移植群では 15 週群で神経上膜周囲に炎症細胞の著明な浸潤を認めたが (Fig. 2)，同系移植群では明らかなものはなかった。

### 3) 形態学的評価

#### a) 有髓線維数 (Fig. 3)

シクロスボリン投与中には両群とも良好な再生を示したが、同種移植群では 13 週、14 週群で著明に低下



その後急速に増加した。一方、同系移植群では各週群ともに良好な再生を認めた。

#### b) 有髓軸索直径 (Fig. 4)

同種移植群は 13, 14 週群が他の群と比較しその径は有意に低下していたが、同系移植群では有意差を認めなかつた。

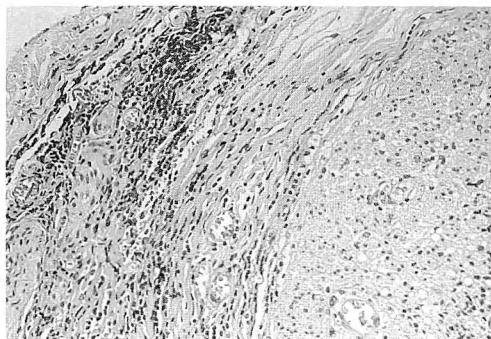


Fig. 2 Infiltration of mononuclear cells

#### 4) 免疫組織学的評価

S-100 抗体に対する染色性は、12 週群で中等度に認められたが、13・14 週群では著明に低下し、15・16 週群で再び強い染色性を示した。一方、OX 抗体に対する染色性は、12・13 週群ではほとんど認めず、14 週群で軽度の染色性の増加を示し、15 週以降で強い染色性を認めた。

### 考 察

Zalewski ら<sup>3)</sup>は、免疫抑制を中止すると再生神経が拒絶反応後に脱髓変化をおこし回復しないと報告している。しかし、我々の結果では免疫抑制剤投与中は良好な神経再生が得られたにもかかわらず、投与中止後は 1 から 2 週で有髓纖維数は減少していた。石田ら<sup>2)</sup>が報告した移植長 25mm の場合に比べ、より早期に有髓線維数の減少が生じていた (Fig. 5)。この原因としては以下のことが考えられた。同種移植 12

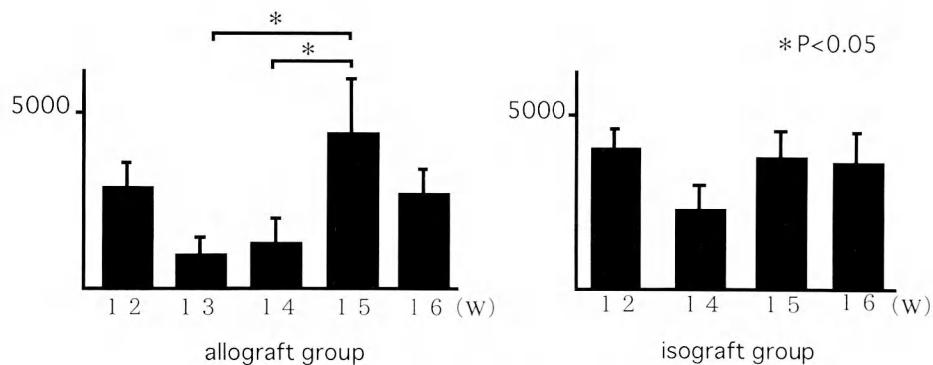


Fig. 3 The number of myelinated fibers

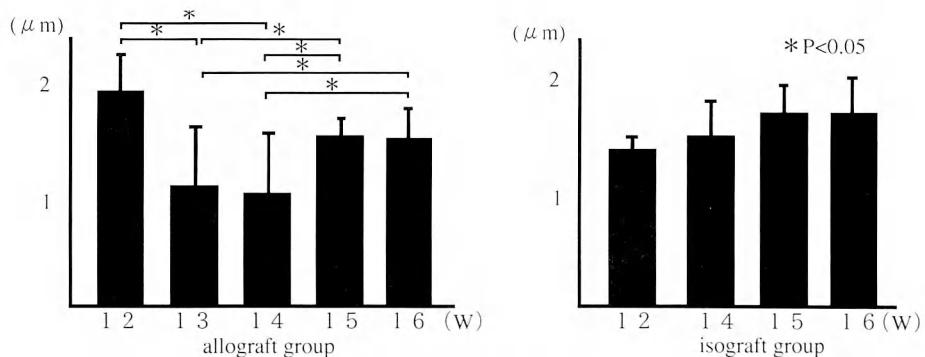


Fig. 4 The diameter of myelinated fibers

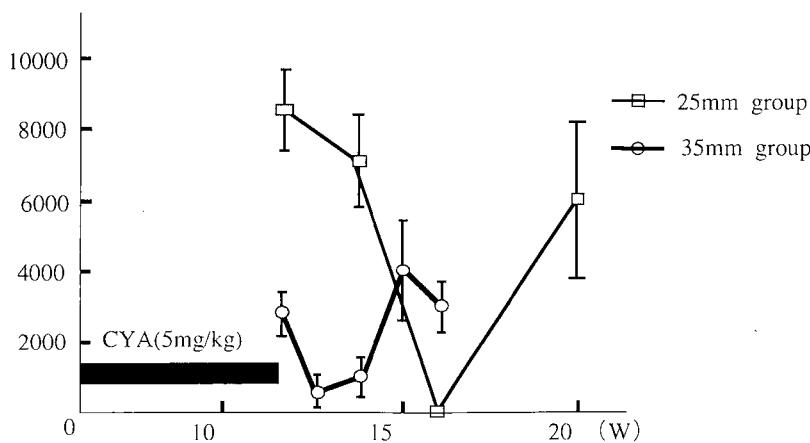


Fig. 5 Number of myelinated fibers  
35mm group was rejected earlier than 25mm group  
(provided by Dr Ishida)<sup>2)</sup>

週群の S-100 抗体に対する染色性が比較的強かったのに対し、OX 抗体に対する染色性はほとんど認められなかつたことから、残存したシュワン細胞はドナー由来であることが推察された。抗原提示細胞であるドナー由来のシュワン細胞が多量に残存し、急速に拒絶反応が進み、二次的に再生軸索の変性が生じたものと思われた。

一方、移植後、神経中央部の OX 抗体に対する染色性は 15 週群から増強しており、これは宿主である Lewis ラット由来の細胞が移植神経中央部まで移動してきた可能性を示唆した。それにともなって移植部の末梢部での再生有髄線維数も増加し、宿主由来のシュワン細胞が早期の軸索再生を促したとおもわれた。

このように拒絶反応は早期に始まっているにも拘わらず、炎症細胞浸潤は免疫抑制中止後 3 週より増加していた。この原因として、拒絶反応は早期に開始するが緩徐に進行するために、ドナーの全ての抗原提示組織であるシュワン細胞、血管、神経上膜、神経周膜などの組織が完全に拒絶されるまでには時間を要する事、シクロスボリンによる宿主の免疫機構の変化も考えられるが、今後の検討を要する。

## 結 語

- 1) 35mm の長い坐骨神経を用いた同種神経移植実験を行い、前脛骨筋湿重量の測定、組織学的・形態学的・免疫組織学的検討を行った。
- 2) 35mm の同種移植神経は免疫抑制中止後 1 ~ 2 週の早期に拒絶され、その後急速な再生が見られた。
- 3) 免疫組織学的評価から、免疫抑制剤投与中に生存したドナー由来のシュワン細胞が投与中止後拒絶され、宿主由来のシュワン細胞で置き換わる可能性が示唆された。

## 参 考 文 献

- 1) Bain, J. R., et al.: The peripheral nerve allograft: A dose-response curve in the rat immunosuppressed with cyclosporin A. *Plast. Reconstr. Surg.*, 82 : 447-457, 1988.
- 2) Ishida, O., et al.: Regeneration following rejection of peripheral nerve allografts of rats on withdrawal of cyclosporine. *Plast. Reconstr. Surg.*, 92 : 916-926, 1993.
- 3) Zalewski, A. A., et al.: Failure of host axons to regenerate through a once successful but later rejected long nerve allograft. *J. Comp. Neurol.*, 209 : 347-351, 1982.

## 腕神経叢損傷機能再建術の作動神経に関する 実験的研究（第3報）

小郡第一総合病院整形外科

服 部 泰 典・土 井 一 輝

山口大学医学部整形外科学教室

河 合 伸 也

Experimental Study on Donor Nerves for Brachial Plexus Injuries

Yasunori Hattori · Kazuteru Doi & Shinya Kawai

The spinal accessory nerve and intercostal nerves are widely used as donor nerves for neurotization in patients with brachial plexus injuries. However, the characteristic differences in reinnervation by the spinal accessory and intercostal nerves have not been investigated. The purpose of this study is to compare the resultant contractile properties of the biceps muscles following nerve-crossing procedures of spinal accessory nerve and intercostal nerves to the musculocutaneous nerves.

In ten beagle dogs, the spinal accessory nerve was used to reinnervate the left biceps muscle and the second and third intercostal nerves, the right biceps muscle. After 10 months, the reinnervated muscles were studied by measuring their force of contraction as well as by histochemical method. Biceps muscles reinnervated by spinal accessory nerves (A-transfer) acquired the properties of fast-fatigable muscles, whereas those reinnervated by intercostal nerves (IC-transfer) acquired the properties of slow-fatigue resistant muscles. Furthermore, histochemical studies showed that Type II fibers were predominant in A-transfer whereas Type I fibers were predominant in IC-transfer.

This study clearly demonstrates the differences between the spinal accessory nerve and intercostal nerves as donor nerves. This may lead us to select appropriate donor nerves for nerve-crossing procedures and free muscle transfer depending on the desired functions to be reconstructed.

### はじめに

マイクロサージャリーの発達により全型腕神経叢損傷機能再建術は大きな進歩を遂げた。最近では機能的筋肉移植術と多数神経移植術の併用により、手関節・手指機能再建の報告が本邦を中心に見られる。赤坂原は大腿直筋を肋間神経で作動させ手根伸筋再建を行い、tenodesis効果による把持機能の再建を試みた。我々は2個の薄筋を移植し副神経と肋間神経により作動させるDouble Muscle法を開発し独立した手指機能を再建することに成功した。このように、機能的筋肉移

植術や神経移行術を行う場合、作動神経として副神経と肋間神経が有用であり広く用いられている。しかし、副神経と肋間神経の神経再支配の違いについては実験的には明らかではない。そこで、副神経と肋間神経の神経再支配の違いを比較する目的で以下の実験を行った。

### 対象及び方法

#### (1) 実験方法

ビーグル犬10頭を山口大学動物実験委員会の承認を得て用いた。すべて雌の成犬であり体重は10～

**Key words:** spinal accessory nerve, intercostal nerve, reinnervation nerve-crossing

**Address for reprints:** Yasunori Hattori, Department of Orthopaedic Surgery, Ogori Daiichi General Hospital 871-1 Shimogo Ogori, Yamaguchi 754, Japan.

15kg であった。左右の筋皮神経上腕二頭筋枝に対し、左側は副神経を右側は第2、3肋間神経を移行、顎微鏡下11-0ナイロン糸にて神経外膜縫合を行った。副神経は頸静脈孔から肩甲棘まで15cm剥離し皮下をとおして腋下へ移行、肋間神経は乳頭線から中枢に10cm剥離し移行した。上肢肩甲骨の動きにより神経縫合部に緊張がかからないことを確認し、術後は特にギブス固定などの外固定は行わず自由に運動させた。

## (2) 評価方法

### 1. CAT活性の測定

副神経と肋間神経に含まれる運動線維の数を検討するため術中に採取した神経のCAT活性を、Engelの方法に準じて測定した。

### 2. 再支配された上腕二頭筋の等尺性筋収縮力の測定

術後10カ月後に全身麻酔下に筋皮神経と上腕二頭筋を展開し、停止部の腱をトランスデューサー(FDピックアップ日本光電)に接続し、resting tensionとなるように筋肉に張力をかけた。神経をパルス幅0.2msのsquare waveにて最大上刺激し、以下のことを測定した。

(a) 筋収縮時間

(b) twitch tension

(c) tetanic tension

(d) 疲労度

## 3. ATPase染色による上腕二頭筋の筋線維タイプの変化

4頭についてATPase染色(PH4.3)を行い、1検体につき500個以上の筋線維についてType I線維とType II線維の分類を行い、Type I線維の含有率を計算した。

## 結果

### 1. CAT活性

副神経は6058-18217cpm(12059±1767.0)、第2肋間神経は4158-8309(5394±585.6)、第3肋間神経は3832-8885(5246±820.8)であり、副神経は肋間神経の約2倍の活性を示した。

### 2. 等尺性筋力

Table 1にコントロールとして正常の上腕二頭筋のデータを示す。測定の都合上、体重5kg前後のビーグル犬を使用した。またTable 2に実験モデルのデータ

Table 1 Tension profile in normal unoperated muscle

Dog. NO	Muscle weight (g)	Contraction time (ms)	Twitch tension (g)	Tetanic tension (g)	Tetanic tension /muscle weight
1	6.2	80	280	960	154.8
2	6.8	73	320	940	138.2
3	6.3	69	300	920	146.0
4	5.6	76	220	820	164.0
5	7.4	80	240	1000	135.1

Table 2 Tension profile in muscle reinnervated via the spinal accessory nerve (A) and intercostal nerve (IC)

Dog. NO	Muscle weight (g)		Contraction time (ms)		Twitch tension (g)		Tetanic tension (g)		Tetanic tension /muscle weight	
	A	IC	A	IC	A	IC	A	IC	A	IC
1	11.4	13.6	89	108	60	70	310	370	27.2	27.2
2	19.3	18.2	62	91	200	200	740	710	38.3	39.0
3	14.8	21.4	101	132	120	220	350	640	23.6	29.9
4	23.6	19.5	89	99	160	110	700	600	29.7	30.8
5	21.7	20.3	71	79	160	100	650	610	29.0	30.5
6	18.1	15.4	69	103	210	110	600	520	33.1	33.8
7	16.6	13.2	60	78	100	100	480	410	38.9	31.1
8	17.4	16.2	78	104	195	135	560	480	32.2	29.6
9	23.4	19.4	95	111	150	130	680	620	29.1	32.0
10	16.6	13.3	70	70	120	95	520	440	31.3	33.1

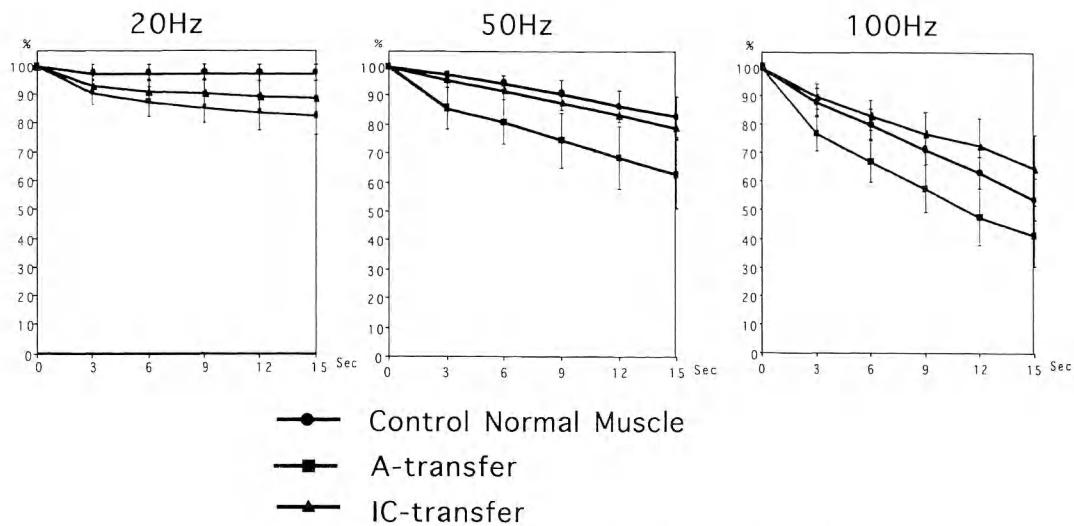


Fig.1 Diagram showing the rate of decay in tetanic tension curves at 20, 50, 100 Hz of control normal muscle (—●—), A-transfer (—■—) and IC-transfer (—▲—). Points represent mean  $\pm$  SD. In all frequencies, IC-transfer were more fatigue-resistant than A-transfer.

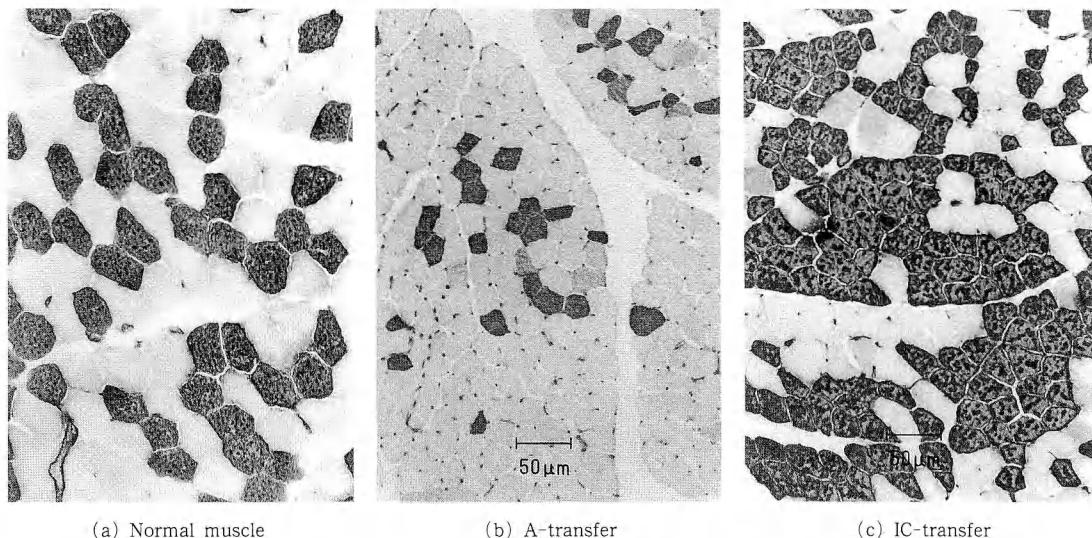


Fig.2 Photomicrograph of biceps muscles stained for ATPase activity. ( $\times 10$ ) Representative sections of normal biceps muscle, A-transfer, IC-transfer are shown. Scale marker=50um. Type I fibers are darkly stained and Type II fibers are lightly stained.

タを示した。

(a) 筋収縮時間

コントロールでは  $75.6 \pm 4.72$ ms であるのに対し、副神経移行では  $78.4 \pm 14.3$  肋間神経移行は  $97.5 \pm 18.5$

であった。副神経移行と肋間神経移行を比較すると 9 例で副神経移行の方が速く ( $p < 0.01$ )、副神経移行は 肋間神経移行に比べて速筋の特性を獲得したものと考えられた。

## (b) twitch tension (c) tetanic tension

twitch tension, tetanic tension ともに 8 例で副神経移行の方が強い筋力が得られた。しかしコントロールと比較すると、tetanic tension/muscle weight は両神経移行とも約 5 分の 1 の筋力回復にとどまっていた。

## (d) 疲労度

20, 50, 100Hz とともに肋間神経移行が副神経移行よりも疲労しにくく、100Hz ではコントロールよりも疲労しにくい傾向であった (Fig. 1).

## 3. 筋線維タイプの変化

ATPase 染色 (PH 4.3) により Type 1 線維は濃く、Type 2 線維は薄く染色され両者は明瞭に識別可能であった (Fig. 2)。コントロールの正常の上腕二頭筋では両線維がモザイク状に分布するのに対し、副神経移行 肋間神経移行ともそれぞれ Type 2 線維 Type 1 線維の type grouping が明らかであった。Type 1 線維の含有率は副神経移行 30.9-37.7% ( $34.5 \pm 2.81$ ) 肋間神経移行 44.2-62.1% ( $54.2 \pm 7.43$ ) であり、副神経移行は Type 2 線維優位 肋間神経移行は Type 1 線維優位となつた。

## 考 察

作動神経による神経再支配の違いの要因は、作動神経に含まれる motoneuron の発射パターンの違いと運動線維の数であり、過去の多くの神経交差縫合の実験より骨格筋はその支配神経が筋収縮力 収縮時間 疲労度などの収縮特性に大きな影響を与えていることが分かっている。臨床例における作動神経としての副神経と肋間神経の比較に関して、土井は副神経により再支配させた筋肉の方が肋間神経よりも強い筋力を發揮するとしている<sup>1)</sup>。運動線維の数に関しては、本実験モデルでは副神経は数に肋間神経の 2 倍の CAT 活性であり、Karnovsky 染色でも副神経の方が多い運動線維を含むと考えられた。ヒトでは安藤によると有髄線維数では副神経が 1400、肋間神経が 660、Bonnel によると神経線維数では副神経が 1700、肋間神経が 1121 であり、いずれにしても副神経の方が多

くの運動線維を含むものと考えられる。今回の結果より、副神経と肋間神経によりそれぞれ再支配された上腕二頭筋を比較すると、副神経では速筋・易疲労筋肋間神経では遅筋・疲労耐性筋に変化することが判明した。また、組織化学的にも前者は Type 2 線維優位後者は Type 1 優位となり、その結果を支持するものと考えられた。一般に遅筋支配の運動ニューロンは速筋支配のものに比べて、伝導速度が遅くその活動性は放電頻度が低く持続的であると言われている。Eccles は筋収縮時間の速い筋線維は fast  $\alpha$ -motoneuron により遅い筋線維は slow  $\alpha$ -motoneuron に支配されるとしており<sup>2)</sup>、副神経は肋間神経に比べてより多くの fast  $\alpha$ -motoneuron を含んでいるのではないかと推測される。

## ま と め

作動神経としての副神経と肋間神経の比較を行うため、ビーグル犬の両側の筋皮神経に副神経と肋間神経をそれぞれ移行し上腕二頭筋の神経再支配を比較した。その結果、副神経移行では速筋・易疲労筋に肋間神経移行では遅筋・疲労耐性筋となり、副神経と肋間神経の作動神経としての違いが明らかとなつた。

## 文 献

- 1) K. Doi, et al.: Double Free Muscle Transfer to restore prehesion following complete brachial plexus avulsion. J. Hand Surg., 20A : 408-414, 1995.
- 2) J. C. Eccles, et al.: The Action Potentials of the Alpha Motoneurones supplying fast and slow muscles. J. Physiol., 142 : 275-291, 1958.

質 問 星ヶ丘厚生年金病院 河井 秀夫  
副神経支配の僧帽筋と肋間神経支配の肋間筋の筋組織学所見について御教示下さい。

回 答 小郡第一病院整形外科 服部 泰典  
僧帽筋は Type 2 線維優位、肋間筋は Type 1 線維優位。

神経(臨床)

磁気刺激による末梢神経損傷評価の試み

信州大学医学部整形外科学教室

山崎 郁哉・中土 幸男  
斎藤 覚・三澤 朋子

Evaluation of Peripheral Nerve Injury in  
Continuity by Magnetic Stimulation

Ikuya Yamazaki · Yukio Nakatsuchi · Satoru Saitoh  
& Tomoko Misawa

Compound action potentials in APB and ADM were evoked in 10 normal subjects (20 upper extremities) by conventional electric stimulation and by magnetic stimulation. The stimulated sites were the wrist and Erb's point in the electric stimulation and Erb's point, the neck and head in the magnetic stimulation. The amplitudes and latencies in both muscles at the supramaximal stimulation were compared between in electric and magnetic stimulations. The largest amplitude was obtained in the magnetic stimulation at the neck, at the Erb's point, in the electric stimulation at the Erb's point, in the order. The amplitude in the transcranial stimulation was the weakest. Additionally we reported four cases with peripheral nerve injuries, in which the magnetic stimulation were useful in diagnosing complete or incomplete nerve injuries. We conclude that the magnetic stimulation is more effective in stimulating the nerve trunks located in the deep place such as in the brachial plexus than the electric stimulation.

はじめに

1982年 Polson<sup>8)</sup> らによりはじめて磁気刺激による末梢神経の脱分極が報告され、1985年には Barker<sup>1)</sup> らの磁気刺激装置の開発と経頭蓋磁気刺激が報告された。日本では1991年に磁気刺激装置の販売認可が下りて普及が進んでいる。しかし、これまで脳脊髄を中心臨床応用され、末梢神経への応用は少なかった。今回我々は上肢末梢神経を電気刺激及び磁気刺激して得られた複合筋活動電位 (CMAP) の振幅を測定し、有効な刺激方法はどれかを比較検討した。さらに磁気刺激で診断できた外傷性の有連続性不完全末梢神経麻痺の4例を経験したので併せて報告する。

対象及び方法

健常な男性10名（年齢25～33歳、平均27.2歳）を対象に頭部、頸部及びErb点で磁気刺激を行った。刺激はどの部位でも100%出力とした。Erb点のみ8 figure coilを使用した。磁気刺激装置はSelcom社製Magstim 200を使用した。電気刺激はErb点と手関節の正中および尺骨側神経上で表面刺激を行った。刺激はsupramaximal stimulationか最大強度とした。記録は表面電極にて両側の短母指外転筋 (APB) と小指外転筋 (ADM) 上で測定した。このCMAPの振幅を磁気刺激群と電気刺激群で比較検討し、どちらが有効な刺激法かを検討した。

**Key words:** magnetic stimulation, electric stimulation, compound muscle action potential, peripheral nerve injury  
**Address for reprints:** Ikuya Yamazaki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto 390, Japan.

## 結 果

APB, ADM での各群での潜時と振幅の平均値を示す (Table 1)。磁気刺激及び電気刺激ともその潜時は今までの報告例<sup>3)5)6)</sup>に一致していた。振幅の平均値を図に示す (Fig. 1)。各群間の分散は F 検定を行い、有意差 ( $p < 0.05$ ) の有る群間の平均値の検定には近似値を用いた t 検定を行った。APB の場合、頸部での磁気刺激と手関節での電気刺激の振幅間に有意差はなかった。磁気刺激の中では、頸部が最強で次が Erb, 経頭蓋刺激は最も弱かった (各群間に  $p < 0.01$  で有意差有り)。同一部位でみると Erb 点において磁気刺激は電気刺激より有意差をもって振幅が強かった ( $p < 0.001$ )。ADM でもほぼ同様の有意差が見られたが、頸部の磁気刺激より手関節の電気刺激の方が有意差をもって振幅が強い点が異なっていた ( $p < 0.01$ )。以上の結果から、磁気刺激は手関節での電気刺激に劣らない神経刺激ができることがわかった。

## 症 例

症例 1：48 歳、男性。左背部に倒れてきた木が当り、左肩甲骨と肋骨骨折を受傷、直後より左肩関節の挙上と左肘の伸展が不能となった。筋力は三角筋と上腕三頭筋が 0 度で両筋に筋萎縮を認めた。以上より、quadrilateral space syndrome と診断した。受傷後 4 カ月目の針筋電図では三角筋の三線維および上腕三頭筋には全く活動電位を認めなかつたが、頭部、頸部、Erb 点での磁気刺激で低振幅ながら CMAP が検出できた (Table 2)。潜時の遅延はみられなかつた。これは腋窩神経と橈骨神経が有連続性で不完全損傷であることを示唆する所見と考えられた。受傷後 5 カ月目に行われた試験切開では腋窩神経及び橈骨神経の上腕三頭筋分枝とも周囲の瘢痕で狭窄し神経幹は細化していたが連続性を有していた。両神経幹への電気刺激では筋収縮を認めなかつたが、両筋への直接電気刺激では収縮を認めたため神経剥離術のみにとどめた。三角

Table 1 Characteristics of CMAPs by electric and magnetic stimulations in APB and ADM

Muscle	Electric stimulation			Magnetic stimulation	
	Wrist	Erb	Erb	Neck	Head
APB	Latency(ms)	3.0±0.67	12.6±1.5	11.6±0.72	12.9±0.95
	Amplitude(mV)	12.5±7.3	4.3±5.1	9.2±3.5	12.7±4.1
ADM	Latency(ms)	1.7±0.6	12.5±2.0	11.4±0.9	12.5±0.9
	Amplitude(mV)	11.7±6.9	3.9±3.3	6.2±2.7	7.9±2.4

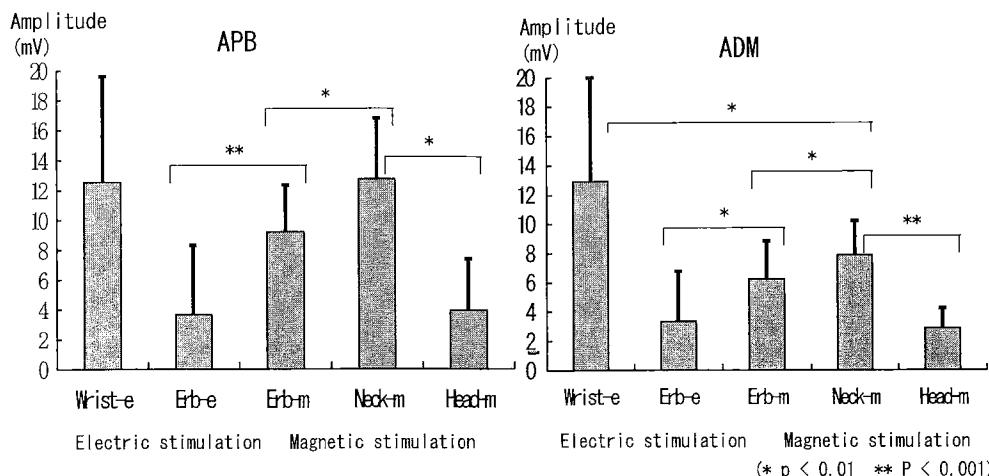


Fig. 1 Mean amplitude of CMCT by electric and magnetic stimulations in APB and ADM.

筋の生検標本では一部に神経原性変化を思わせる筋線維の萎縮は見られるが著明でなく、部分的な脱神経状態と考えられた。術後2カ月で両筋とも筋電図上筋活動電位が現われ、術後8カ月の現在両筋ともMMT3まで回復している。

症例2：20歳、男性。バイクで転倒し、直後より左上肢麻痺が出現した。筋力は肩の外転、屈曲、伸展、外旋および肘の屈曲、伸展はいずれもMMT0、手関節伸展0、手関節屈曲は3、以下は正常であった。受傷後60日目の筋電図では上述の肩および肘の麻痺筋には活動電位を認めず、ECR以下に筋活動電位の出現を認めた（Table 2）。以上よりC5、C6損傷型腕神経叢麻痺と診断した。同日に行った磁気刺激では、三角筋のCMAPは検出されなかつたが上腕二頭筋および上腕三頭筋とともにCMAPが検出できた。これも

C6の不完全損傷を示唆する所見と考えられた。同検査よりC5は完全損傷と考えられた。術中所見ではC5は根引き抜き損傷を呈し、C6は神経孔外で瘢痕で狭窄し神経幹の萎縮が著しかったが連続性を有していた。C6は狭窄部を切除し端々吻合が可能であった。筋皮神経に肋間神経移行術を行った。術後8カ月の現在、筋電図で三角筋、棘上筋、上腕二頭筋および三頭筋に筋活動電位が出現している。

症例3：70歳、女性。人工股関節置換術後、外転枕による圧迫で左腓骨神経麻痺となった。筋力は前脛骨筋および長趾伸筋とともに0で、発症後20日目の筋電図では前脛骨筋はsilentであった。電気刺激および磁気刺激では両筋ともCMAPが検出され正常な神経繊維の残存が示唆された。発症1カ月後より足関節の背屈が可能となった。

Table 2 Results of preoperative EMG and MEP  
(Case 1)

Muscle	EMG		MEP (Neck)	
	unit	Fib	Latency	Amplitude
Supraspinatus	++	-		
Infraspinatus	++	-		
Deltoid	-	-	7.35ms	888 $\mu$ V
Triceps	-	+	6.55ms	986 $\mu$ V
ECR	+++	-	7.90ms	2.3mV

(Case 2)

Muscle	EMG		MEP (Head)	
	unit	Fib	Latency	Amplitude
Deltoid	-	+	Not detected	
Biceps	-	-	16.7ms	390 $\mu$ V
Triceps	-	+	17.7ms	126 $\mu$ V
ECR	+	-		
Finger flexor	++	-	17.2ms	1.34mV

Table 3 Comparison between magnetic stimulation and electric stimulation

	Magnetic stimulation	Electric stimulation
Intensity of stim.	stronger in deep layer	stronger in superficial layer
stim. of proximal limb	Effective	not always effective
Localization of stim.	Uncertain	certain
Pain of stim.	(-)	(+)
Concomitance of adjacent nerves	(+)	(+) in strong stim.

症例 4：64 歳、女性。人工股関節置換術中の圧迫で左腓骨神経麻痺となった。筋力は腓骨神経領域の全ての筋で 0、筋電図も全筋とも silent であった。電気刺激および磁気刺激では、いずれも潜時が延長し低振幅ながら CMAP が検出された。以上の所見より正常神経纖維が残っていると考えられた。受傷後 6 カ月で筋収縮が見られるようになってきている。

### 考 察

磁気刺激法と電気刺激法の特徴を Table 3 にまとめた<sup>2)4)7)9)</sup>。末梢神経損傷の診断における磁気刺激は深部の刺激に優れ、末梢神経のほとんどは刺激可能である。このため磁気刺激は深部に存在する四肢の中核側の神経刺激に特に有効である。刺激強度も強く、今回提示した症例のように筋電図検査で筋活動電位が検出できなかった筋でも磁気刺激によって CMAP が検出されることがある。有連続性神経損傷で支配筋の極く一部に機能が残存しているような例においては、検査箇所が限られる針筋電図で silent と判定されてもこれを全筋線維に適応することはできない。このような場合、従来は神経幹への電気刺激による伝導検査で判定を行ってきた。しかし、四肢の中核側における神経幹への電気刺激が確実に行われないと判定を誤ることになる。この点において磁気刺激は深部神経幹への刺激が十分に行える利点を有する。腕神経叢損傷における神経幹刺激などに磁気刺激は有用な診断手段となり得ると考えられる。一方、磁気刺激は刺激の局在性に欠点があるため、浅在性の末梢神経の刺激には電気刺激の方が適するものと考えられる。

### 文 献

- 1) Barker, A. T., et al.: Non-invasive magnetic

- stimulation of human motor cortex. *Lancet*, 11: 1106-1107, 1985.  
 2) Bischoff, C., et al.: The value of magnetic stimulation in the diagnosis of radiculopathies. *Muscle Nerve*, 16: 154-161, 1993.  
 3) Cros, D., et al.: Comparison of electric and magnetic coil stimulation in the supraclavicular region. *Muscle Nerve*, 15: 587-590, 1992.  
 4) Evans, B. A., et al.: The utility of magnetic stimulation for Routine peripheral nerve conduction studies. *Muscle Nerve*, 11: 1074-1078, 1988.  
 5) 飯塚 正：磁気刺激法による脊髄・末梢神経疾患の運動路評価。臨床脳波, 34: 733-741, 1992.  
 6) Ma, D. Metal.: Nerve conduction hand book. Japan, Nishimura Co., Ltd. 108-197, 1992.  
 7) 町田正文 他：腕神経叢損傷の機能的診断法。日整会誌, 65: 161-172, 1991.  
 8) Polson, M. J. R., et al.: the effects of rapid rise time magnetic fields on the EMG of the rat. *Clin. Phys. Physiol. Meas.*, 3: 231-234, 1982.  
 9) Rosenberg, J. N., et al.: Magnetic Coil Stimulation of the Brachial Plexus. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 74: 928-932, 1993.

質 問 東大医用電子研 小林 誠

上肢についても下肢についても連続性をみるとから経頭蓋刺激は必要ない。鎖骨上窩や腰での磁気刺激は試みたか？

回 答 信州大学整形外科 山崎 郁哉

試みた。頸部、鎖骨上窩及び腰部における磁気刺激でも頭蓋刺激と同じ CMAP が検出された。今回の発表では、4 症例とも障害部位より中核側の刺激であることがわかりやすいため、統一して経頭蓋刺激での結果を示した。

## 神経束の「くびれ」による前骨間神経麻痺 および後骨間神経麻痺

荻窪病院整形外科

田崎憲一

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

堀内行雄・市川亨  
西浦康正・矢部裕

Paralysis of Anterior Interosseous Nerve and  
Posterior Interosseous Nerve due to Fascicular Constriction

Kenichi Tazaki · Yukio Horiuchi · Tohru Ichikawa  
Yasumasa Nishiura & Yutaka Yabe

Idiopathic anterior interosseous nerve (AIN) and posterior interosseous nerve (PIN) palsy are occasionally caused by localized fascicular constriction without extrinsic compression. The pathogenesis of this condition has not been clarified. To determine the mechanism behind this condition, we studied clinical cases and worked on developing an experimental model.

We treated 3 cases of AIN palsy and 7 cases of PIN palsy in which fascicular constriction was revealed after internal neurolysis and followed up at an average of one year and 5 months (range: 5.5 months ~ 2 years 11 months). These 10 cases and more than 50 cases reported in the literature were analyzed. In the experimental study, we tried to make the constrictive neuropathy model in the median nerve of three adult rabbits. The funiculus of the rabbit median nerve were induced edematous through saline injection and mechanically stressed under repeated passive elbow motion.

1) Clinical cases: Three patients of AIN palsy, whose mean age was 31.3 years, were affected right side. Seven patients of PIN palsy, whose mean age was 26.6 years, were affected left side in five and right in two. There were possible causes most of which were overuse of the arm and hand, and there was following pain suddenly appearing at the elbow at 2 ~ 3 weeks before the onset of paralysis. Because of no recovery of palsy, neurolysis was performed at an average of 4.7 months after the onset in AIN palsy group and 3.6 months in PIN palsy group. Operative findings showed that the affected nerve was edematous and opaque. After internal neurolysis had been conducted along the AIN proximally from the pronator teres muscle arch, the fasciculus of AIN was edematous, swollen and not flexible and had the localized constriction at 2 ~ 4.5 cm proximal to the cubital crease. In PIN palsy group, the appearance and property of the fasciculus was just same as that of AIN palsy and the marked constriction was found at 1 ~ 3 cm proximal to the arcade of Frohse. All cases were treated by internal neurolysis alone. At the last follow-up, the paralysis was generally recovered except one case of PIN palsy (Case 4).

2) Experimental study: After the injection of saline into the funiculus, the median nerve was

---

**Key words:** anterior interosseous nerve, posterior interosseous nerve, constriction, nerve palsy, internal neurolysis

**Address for reprints:** Kenichi Tazaki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Ogikubo Hospital, 3-1-24 Imagawa, Suginami-ku, Tokyo 167, Japan.

swollen and lost its flexibility and kinked sharply upon passive elbow flexion. Repeated saline injection and elbow motion caused local torsioning at the kinking point in the funiculus.

The fasciculus of affected nerve were edematous, swollen, opaque and not flexible in our cases and most cases reported in the literature. The fasciculus was proved to kink sharply during passive elbow flexion at operation in some cases, which resembled to the results of experiment. Based on these results, we suggest that the cause of fascicular constrictive neuropathy might be edema and consequent loss of flexibility of the fasciculus and frequent motion of the elbow.

## はじめに

## 方 法

前骨間神経と後骨間神経の特発性麻痺例の神経束に、砂時計様のくびれを呈する症例の報告が散見されるようになつた<sup>4)</sup>。しかし、この特異な病態の発生機序については不明な点が多く、この病態解明の一助として、自験例および過去の報告例を検討し、あわせて動物実験で本病態のモデル作成を試みた。

我々が手術を行いくびれが確認できた前骨間神経麻痺3例および後骨間神経麻痺7例を検討した。術後調査期間は5.5カ月から2年11カ月平均1年5カ月であった。これら自験例に加えて、過去に報告された前骨間神経麻痺11例、後骨間神経麻痺40例41神経も病態解明の参考とした。また、ネンブタール麻酔下に成熟家兎3羽の正中神経神経束に生食を注入し浮腫を

Table 1 Cases of AIN palsy

Case	Age/Sex	Affected side	Cause	Period from cause to palsy		Constriction number	Site*	Beginning of recovery after op.(mos)	Last follow	Result
				palsy	(mos)					
1	18/M	R	Badminton	1 mo	3	1	3 cm	8	1 year	Full recovery
2	44/F	R	Manual labor Piano-playing	1 day	3	1	4.5 cm	3	1 year	FDP-II [4] FPL[5]
3	32/M	R	Heavy labor	1 mo	8	2	2 cm 3 cm	?	2 yrs 1 mo	Full recovery
Mean	31.3			20 days	4.7		3.1 cm		1 yr 4 mos	

\*proximal to the cubital crease

Table 2 Cases of PIN palsy

Case	Age/Sex	Affected side	Cause	Sensory disturb.	Period from cause to palsy		Period from beginning of recovery to op. (mos)	full recovery (mos)	Last follow
					palsy	(mos)			
1	43/F	R	Golf	-	1 wk	2.5	2.5	6	10 mos
2	19/M	L	Heavy labor	-	1 wk	2	6	12	2 yrs 11 mos
3	33/M	L	Finger traction inj.	-	0 day	5	3	5.5	5.5 mos
4	32/M	R	Tennis	+	2 mos	6	-	-	2 yrs 4 mos*
5	17/M	L	Rugby	-	1 wk	2	6	12	1 yr 5 mos
6	13/F	L	Gymnastics (horizontal bar)	-	1 wk	2.5	2.5	6	1 yr
7	29/F	L	Suckling a baby	-	9 days	5	3	6	9 mos
Mean	26.6				2 wks	3.6	3.8	7.9	1 yr 5 mos

\*Tendon transfer was performed at 2 years 2 months after the first surgery.

作成し、様々なストレスを加えてくびれの発生を試みた。

## 結 果

前骨間神経麻痺：年齢は18～44歳平均31.3歳で、男2女1、3例すべて右側で、バトミントン、ピアノ演奏等の誘因と肘屈側の前駆痛があり、麻痺発生は1日から1ヶ月であった。麻痺発生から手術まで3～8カ月平均4.7カ月、くびれは1例に2カ所認めたが他の2例は1カ所で、全例肘皮線より2～4.5cm近位に存在した。治療は神經内神經剥離術（以下I.N.）で、1例の示指FDPが[4]以外すべて完全回復した（Table 1）。

後骨間神経麻痺：年齢は13～43歳平均26.6歳で、男4女3、左5右2と左に多かった。力仕事や運動などの誘因と肘屈側の前駆痛があり、疼痛出現当日から2カ月平均2週後に麻痺が出現した。術前罹病期間は2～6カ月平均3.6カ月で、くびれは全例1カ所でFrohse入口部より1～3cm近位にあった。治療は全てI.N.であったが、2年4カ月後も回復がみられなかつた1例に腱移行術を行つた。この1例を除くと術後平均3.8カ月で指MP関節伸展が可能となり平均7.9カ月で完全回復をみた（Table 2）。

動物実験：家兔の肘部での正中神経は単一神経束からなり、これにゆっくり生食を注入する時、麻酔下であったが疼痛反応を示した。肘の他動屈伸運動を加えると、浮腫様になって柔軟性が低下した神経束の1点にkinkを生じ、運動を続けると屈曲時にこの屈折点で捻れ込みが生じた（Fig.1）。しかし、くびれを完成させることはできなかつた。

## 症 例

症例A-1：18歳、男。バドミントンをやつた後、右肘の疼痛を生じ約10°の伸展制限と肘屈側中板の圧痛を認めた。1カ月後、右母指IP示指DIPの屈曲障害が出現し、回復の兆候がないため麻痺発生から3カ月後に手術を行つた。前骨間神経分岐部を中心神経は浮腫状で、I.N.を行うと肘皮線の3cm中枢にて正中神経幹内の前骨間神經神経束はくびれを呈していた（Fig.2）。術後8カ月で回復の兆候が現れ、1年の調査時母指・示指の屈曲は正常に回復していた。

症例P-7：29歳、女。帝王切開出産後4日目から授乳などで手を酷使した際、左肘屈側の激痛を自覚し、2週後に左手指の伸展障害が出現した。この間、肘関

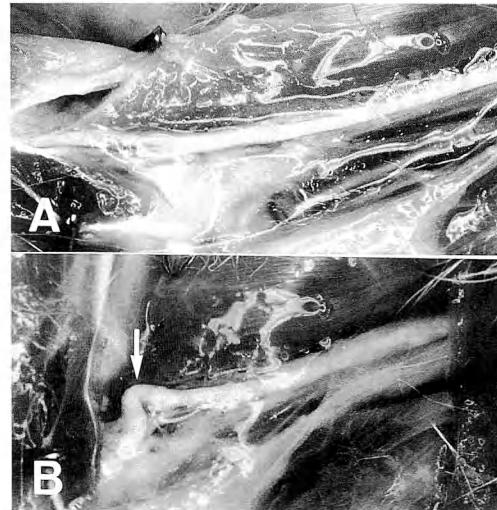


Fig. 1 The experiment showed that the edematous median nerve (monofascicular) kinked sharply upon elbow flexion (B) from extension (A). Arrow indicates the kinking point.



Fig. 2 Case A-1, 18 y.o., male. Well-localized fascicular constriction (arrow) of ALN funiculus within the median nerve trunk at 3 cm proximal to the cubital crease.

節の伸展制限を認めた。回復が認められないため、麻痺発生から4カ月目に当科を受診した。肘屈側橈骨頸部に著明な圧痛を伴う、特発性後骨間神經麻痺と診断し、発症5カ月目に手術を行つた。Frohseのarcadeでの絞扼ではなく、後骨間神經は浮腫状に肥厚し、I.N.を行うとFrohse入口部の1cm中枢に神經束のくびれを認めた（Fig.3）。くびれを境に末梢側が60°回内しており、神經周膜周囲の線維組織を剥離することで

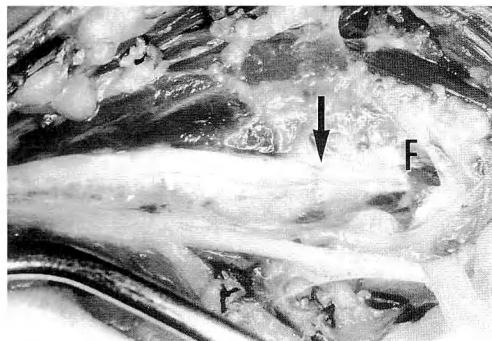


Fig. 3 Case P-7, 29 y.o., female. Well-localized fascicular constriction (arrow) of PIN at 1 cm proximal to the arcade of Frohse (F).

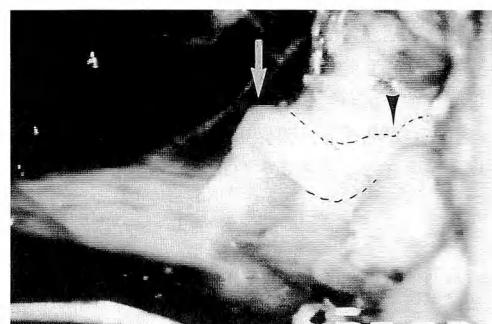


Fig. 4 Funiculus of PIN kinked sharply at the other point (arrow) than the constriction (arrow-head) during passive elbow flexion.

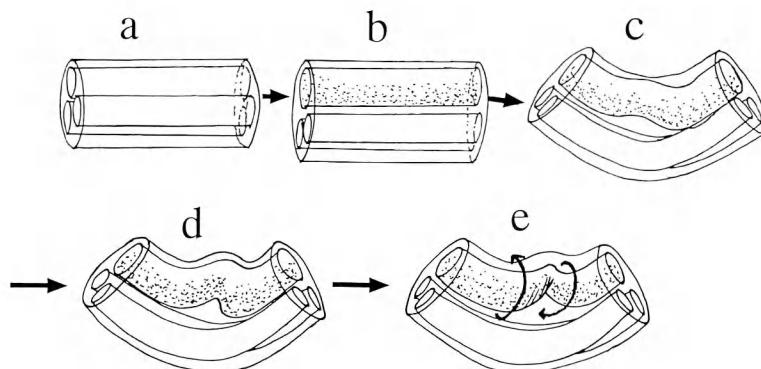


Fig. 5 Hypothetic pathomechanism of fascicular constriction.  
(a) normal, (b) edematous, (c, d) loss of flexibility,  
(e) torsion of fasciculus→constriction.

絞扼部が拡張した。他の部位にくびれはなかったが、神経束は浮腫状に膨化しており、肘関節の屈伸で神経束の一箇所で kink する傾向があった (Fig. 4)。術後 3 カ月で回復の兆候があり、9 カ月の調査時筋力は正常に回復していた。

#### 考 察

くびれを伴う特発性麻痺は、前骨間神経では 1976 年 Englert の報告以来十数例の報告があり<sup>2)~5)</sup>、後骨間神経では 1966 年安部を嚆矢として約 50 例の報告がある<sup>1)6)</sup>。上肢を酷使するなどの誘因が示唆される例も多いが、いずれも肘中心の前駆痛に続いて麻痺が発生し、術中所見では罹患神経束は浮腫状に肥厚し柔軟性が消失していた。症例 P-7 で示したように肘の

屈伸運動で罹患神経束は kink が生じやすい (Fig. 4) と考えられる。これは動物実験の所見 (Fig. 1) と類似し、前駆痛は神経束に生食を注入する際の家兎の疼痛反応と関連すると考えられる。以上より、上肢の酷使等の誘因により神経に炎症や循環障害を生じ、浮腫で腫大・硬化した神経束が肘の屈伸運動で kink し、限界を超えた瞬間に捻れ、くびれが生じるものと考えられる (Fig. 5)。しかし、今回の実験ではくびれを完成することができず、他の誘因・作用機序も考慮しさらなる研究が望まれる。

#### ま と め

1) 神経束に「くびれ」をみる前骨間神経麻痺 3 例と後骨間神経麻痺 7 例の治療経験を報告した。

2) 過去の報告例を含めた臨床所見と動物実験の結果から、本病態について検討した。

3) 「くびれ」発生の機序は、何らかの原因で浮腫状になった神経束が柔軟性を失うため肘運動時に神経束のある一点が屈折し、限界を超えると捻れ込み、「くびれ」が生じるものと考えられる。

### 文 献

- 1) 安部龍秀 他：Entrapment Neuropathiesと思われる橈骨神經深枝単独麻痺について。臨整外、1：617-621, 1966.
- 2) Englert, H. M.: Partielle, faszikuläre Medianusatrophie ungeklärter Genese. Handchirurgie, 8 : 61-62, 1976.
- 3) Haussmann, P., et al.: Oligofaszikuläres Medianus-Kompressionssyndrom. Handchirurgie, 13 : 268-271, 1981.
- 4) Nagano, A., et al.: Spontaneous anterior interosseous nerve palsy with hourglass-like fascicular constriction within the main trunk of the median nerve. J. Hand Surg., 21A : 266-270, 1996.
- 5) 中川研二 他：神經幹内に著明な炎症を認めた前骨間神經麻痺の手術経験。臨整外、13 : 78-80, 1978.
- 6) 田崎憲一 他：神經に「くびれ」を呈する後骨間神經麻痺。末梢神經、5 : 55-61, 1994.

**質問** 香川医科大学整形外科 田中 英城  
くびれが複数ある場合や、触診で広範に硬結がふれる例もあることから考えると、先生の発生メカニズムでは説明しがたい例もあると思うが、いかがか。

**回答** 萩窪病院整形外科 田崎 憲一  
考察で述べた通りですが、実験でくびれを完成させていないので、あくまでも仮説です。

**質問** 東京大学整形外科 三上 容司  
前骨間神經麻痺での神經束のくびれは、肘のcreaseよりかなり proximal で生じていますが、肘の屈伸が関係あるとすると、crease 上ではなく何故 proximal に生じるのでしょうか？

**回答** 萩窪病院整形外科 田崎 憲一  
末梢を arcade 構造で抑えられ、その中枢を lacertus fibosus や fascia と血管などで抑えられる解剖学的構造・環境があると思う。

**質問** 東京大学整形外科 長野 昭  
1. Neurolysis がはたして有効なのか？自然経過で治るものなのか？

2. 肘を痛がる患者がはたして肘を屈伸してくびれを作るか？

**回答** 萩窪病院整形外科 田崎 憲一  
1. 実験モデルが完成していないので明言できないが、周膜周囲の線維組織を剥離して膨らむ例では予想通り 3 カ月頃から回復の兆しが出てくるので、有効と思う。

2. 確かに疼痛を訴えるが、伸展側には制限されるが、屈曲は行うことが出来るので、この屈曲動作で神経束が kink して捻れ込むと考えられる。

**質問** 島根医大整形外科 内尾 祐司  
1. 実験モデルでの組織学的所見は何如でしたでしょうか。

2. 臨床上、病変の局在診断はどのように行われているでしょうか。

**回答** 萩窪病院整形外科 田崎 憲一  
1. 組織学的検索は今後行う予定です。

2. 健側にはない圧痛があることと、過去の臨床例から予測はある程度可能と思う。

**追加** 萩窪病院整形外科 田崎 憲一  
発症から 1 年という長期経過したもので、Internal Neurolysis を行って周膜周囲の線維組織をむいても、ふくらむ傾向のない例では、切除縫合した方が無難だと思います。

## 後骨間神経麻痺例の検討

東京医科大学整形外科学教室

高瀬 勝己・大友 通明  
永井 秀三・今給黎 篤弘  
三浦 幸雄

Clinical Study of Posterior Interosseous Nerve Palsy

Katsumi Takase · Michiaki Ohtomo · Shuuzou Nagai  
Atsuhiro Imakiire & Yukio Miura

How to treat posterior interosseous nerve palsy is a controversial issue, including surgical and conservative therapies, are employed taking various factors into account such as the presence or absence of trauma and duration of illness. In the paper, we reviewed therapeutic outcomes in 18 patients surgically treated for posterior interosseous nerve palsy in this unit since 1979.

Of the 18 patients, 11 (Group A), 7 males and 4 females aged between 26 and 54 years (mean; 31.5), had non-traumatic palsy and underwent surgical treatment when symptoms did not improve after conservative treatment for 6 months. The other 7 patients (Group B), 6 males and 1 female aged between 15 and 55 years (mean; 36.3), had traumatic palsy.

In Group A, decompression and neurolysis were conducted in all patients. In Group B, neurorrhaphy was undertaken in 2 patients with nerve defects of less than 3 cm, while a modified Riordan's method was conducted in the other 5 patients with 3 cm or greater nerve defects. In one patients, neurorrhaphy was followed by modified Riordan's method 5 months later due to poor outcome. The followed-up period ranged between 8 months and 8 years (mean; 2 years, 3 months).

Eight of the 11 patients from Group A showed evidence nerve strangulation in the arcade of Frohse. Functional recovery was achieved in all patients in this group within 1 year after surgery, and recurrence was seen in no patient. Complete recovery was not achieved in 1 year after surgery in the patient who underwent neurorrhaphy alone. In the 6 patients from B who had a Riordan's method, dorsal extension of the wrist joints and fingers became smooth by 6 months after surgery. However, grip strength was only 68% than of the unaffected side even more than 1 year after surgery.

The findings in the study indicate that neurolysis should be conducted as soon as possible if no sign of improvement is seen after conservative therapy in Group A, while in Group B, reconstruction by modified Riordan's method is recommended if neurorrhaphy is impossible. The Riordan's method seems to greatly satisfy patients and accelerate their return to social activities, although it may result in decreased grip strength.

はじめに

後骨間神経麻痺は知覚障害がなく drop finger deformity という特徴ある手指変形を呈し診断は一般に

容易である。しかし本疾患は比較的まれで、特に非外傷性麻痺にはその成因が特定できない症例が多くあることが報告されている。一方、治療法でも外傷の有無・罹病期間等により観血的治療・保存的治療と様々で今

**Key words :** posterior interosseous nerve palsy, tendon transfer, entrapment neuropathy

**Address for reprints :** Katsumi Takase, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo Medical College, 6-7-1 Nishishinjuku Shinjuku-ku Tokyo 160, Japan.

だ議論のあるところである。今回、昭和54年以降当科にて観血的治療を施行した本疾患の治療成績を検討したので報告する。

### 対象

症例は18例である。そのうち非外傷性麻痺（以下A群）は11例で男7例女4例、年齢は26歳～54歳で平均31.5歳であった。一方、外傷性麻痺（以下B群）は7例で男6例女1例、年齢は15～55歳で平均36.3歳である。罹患側別にみると、A群にやや左側が多い傾向が認められたがB群には明らかな有意差は認められなかった。また、術後経過観察期間は6ヵ月～8年で平均2年3ヵ月であった。

### 症例の概要

A群における症状出現前の状況を検討するとoveruse等の明らかな誘因が認められるものは7例（64%）、前駆症状である患側上肢部痛が出現した症例も7例（64%）であった。また、前駆症状から麻痺出現までの期間は2日～15日（平均8.5日）であった。一方、誘因及び前駆症状共に認められなかつた症例は1例のみであった。麻痺範囲を検討すると全例が回外筋以下の麻痺であり、1例を除いて全例に総指伸筋以下末梢筋においての全ての筋に麻痺が認められた。電気生理学的所見では、橈側手根伸筋は全例・回外筋は2例（18%）が正常所見であったが、総指伸筋以下末梢筋では全例に神經原性変化を認め特に長母指外転筋・長母指伸筋では80%以上にelectric silentの状態であつ

た。神經伝導速度では、運動神經はほとんどの症例において導出不良であったが知覚神經である浅枝においては明らかな遅延傾向は認めなかつた。

一方、外傷性麻痺であるB群の原因は直達損傷5例・骨折に伴う合併損傷1例・神經鞘腫摘出後の麻痺1例の計7例であり、鋭利な損傷ではなく神經の広範囲の挫滅を伴う断裂が大半を占めていた。また、職業は全例が手指機能を頻繁に使用するものであった。

### 方 法

A群に対しての観血的治療は6ヵ月以上の保存的治療後、麻痺筋の臨床症状および筋電図学的検討を行うも回復兆候がない場合に施行し、全例に神經剥離および回外筋切離を施行している。また、B群に対する観血的治療法は患者の社会的背景や神經断端離解距離を十分考慮し決定したが概ね断端距離が30mmを境界とし、以下の2症例に対しては神經縫合術（神經上膜縫合術）・以上の5症例に対しては腱移行術であるRiordan変法を採用した。また当科における腱移行術であるRiordan変法の手術手技は、橈側手根屈筋を骨間膜を通じて総指伸筋に移行・長掌筋を長母指伸筋に移行・長母指外転筋を母指外転位で第一コンパートメントに腱固定する方法である<sup>7)</sup>。後療法は、直後より手関節背屈30°・手指MP関節伸展位の前腕ギブス固定とし3週目より手指関節自動運動開始、6週目より自他動運動による拘縮除去、8週で装具を完全除去とした。

Table 1 Evaluation method of Radial Nerve Palsy

(by Hightet)

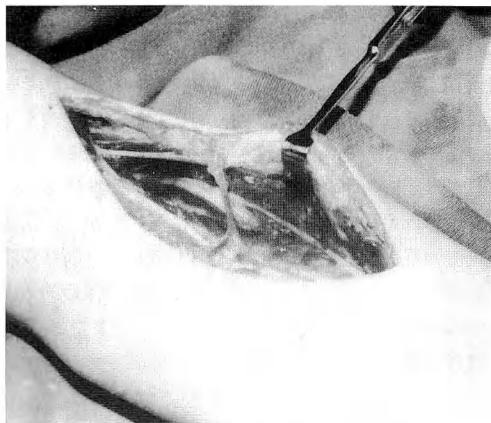
	M1	M2	M3'	M3	M4'	M4	M5'	M5
M. triceps brach.	-	+	+	+	+	+	+	+
M. brachiorad.	-	-	±	+	+	+	+	+
M. ext. carpi rad. long. et brev.	-	-	±	+	+	+	+	+
M. supinator	-	-	±	+	+	+	+	+
M. ext. digit. comm.	-	-	-	-	±	+	+	+
M. ext. digit. mini.	-	-	-	-	±	+	+	+
M. ext. digit. ind.	-	-	-	-	±	+	+	+
M. ext. carpi uln.	-	-	-	-	±	+	+	+
M. abd. poll. long.	-	-	-	-	-	-	±	+
M. ext. poll. long.	-	-	-	-	-	-	±	+
M. ext. poll. brev	-	-	-	-	-	-	±	+

+ : MMT normal or good, ± : MMT fair or poor, - : MMT trace or zero

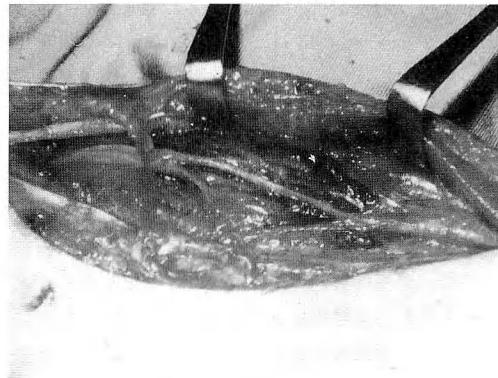
## 結 果

A 群の術中所見では 11 例中 8 例に神経絞扼を認め、うち 1 例は回外筋入口部および出口部の 2 カ所で絞扼

されていた。このうち、神経自体に変性所見が認められたのは 3 例であった。橈骨神経麻痺の回復状況は Heightet の評価法に準じ評価した (Table 1)<sup>4)</sup>。全例において麻痺は M5 以上の回復を示している。神経回

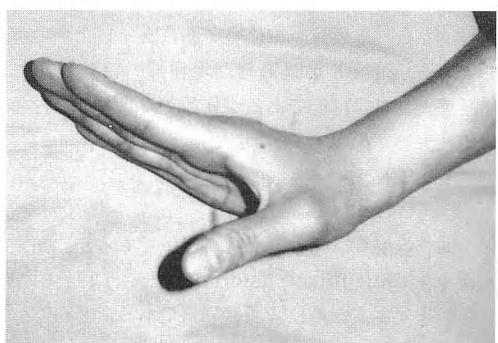
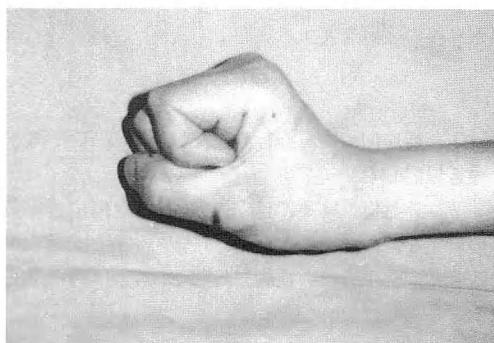
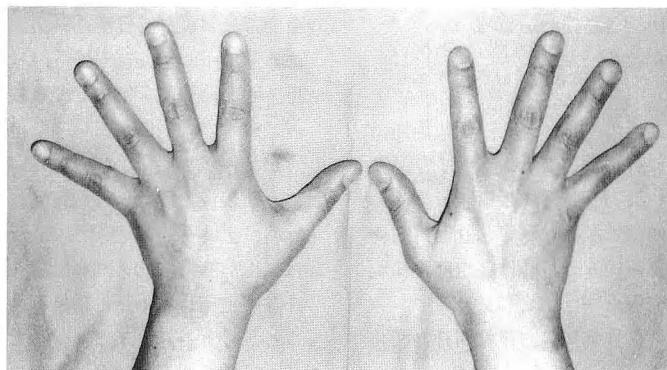


(a) pre-release of m. supinator



(b) post-release of m. supinator

Fig. 1 non-traumatic Radial Nerve Palsy

Fig. 2 Traumatic Radial Nerve Palsy  
(post-operation of modified Riordan's method)

復期間を術中所見で比較検討すると、神経絞扼があつた症例ではM4に3.9カ月・M5に5.6カ月を要したのに対し、神経絞扼がなかつた症例ではM4に7カ月・M5に10カ月と長期間を要した。術後遺残症状としては、固有示指伸筋の筋力低下を4例に認めた。一方B群における術後経過を検討すると、神経縫合術2例のうち1例は術後1年8カ月経過した現在、M5の回復を示すが手関節背屈時に軽度のdrop fingerを呈する。また、1例は術後回復に長期間を要したために患者の希望もあり5カ月目に腱移行術を追加した。

Riordan変法を施行した6例の術後成績を検討すると、術後自動運動可動域は平均で手関節背屈55°・掌屈42°、中指MP関節伸展-3°、母指橈側外転32°と良好な手指機能を獲得することができた。術後筋力では、手指伸展筋力でgoodにとどまる症例が大部分を占め握力は健側に比較して68%に低下していた。しかし、術後機能回復では、6カ月時に手指伸展機能は滑らかとなり9カ月時には手指巧緻性が良好となつた。原職復帰は100%可能であり復帰までに要した期間は平均5カ月であった。また、術後の問題点として術後握力低下(100%)、移行腱のbowstring発生(50%)、母指橈側外転不良(33%)が認められた。

### 症例

**症例1**：25歳男性、非外傷性麻痺。左肘部に鈍痛出現後の7日目に左手指伸展不良となる。6カ月の保存的加療を施行するも症状改善ないために手術施行する。後骨間神経は回外筋入口部で絞扼されており回外筋切離・神経剥離術を施行。術後6カ月時に完全回復に至り2年経過した現在再発もない(Fig. 1)。

**症例2**：24歳女性、外傷性麻痺。右後骨間神経鞘腫摘出後における完全麻痺。術後5カ月目にRiordan変法を施行する。Riordan変法後6カ月時に書字機能が可能となり8カ月時に原職であるタイピストに復帰している。術後6年経過した現在握力は健側比で88%、ワープロは可能であるが就業後30分にて右前腕部の疲労感が出現する(Fig. 2)。

### 考 察

後骨間神経麻痺は比較的まれな疾患であるが、知覚障害がなくdrop finger deformityという特徴的な手指変形を呈するために診断は容易である。しかし、非外傷性麻痺の原因としてはentrapment neuropathy、腫瘍等によるspace occupying lesionの存

在、単発性神経炎、neuralgic amyotrophyなど様々な報告があり成因が特定できない症例も散見される。当科では11例中8例は神経絞扼所見が認められentrapment neuropathyと考えられた。これらは、上腕骨小頭部・回外筋部での絞扼がほとんどであり頻回の肘関節過伸展・前腕回内外動作が誘因と考えられた<sup>1,6)</sup>。一方、3例は明らかな神経異常所見はなくneuralgic amyotrophyや単発性神経炎等が考慮されたが誘因および前駆症状を共に認めない症例を1例含んでおり、その成因については不明である。治療としては、6カ月の保存的治療を施行し改善がみられない場合は手術を選択すべきと考える。しかし、術中所見で神経の変性所見を示す症例も散見され術後成績に影響を及ぼす可能性が示唆されるため、保存的治療期間は3カ月程度が妥当と思われた<sup>3,5)</sup>。また、手術は神経剥離および回外筋切離にて十分満足すべき結果を得られた。

一方、外傷性麻痺では広範囲の神経挫滅を伴う神経断裂が多く神経縫合を行うにも限界があり、また可能であったとしても回復には長期間を要する。このため、当科では神経縫合術不能な症例に対しては、患者の社会的背景および神経端端離解距離に応じて腱移行術であるRiordan変法を選択している。同法は良好な手指・手関節機能を術後6カ月程度で獲得することが可能で患者の満足度も高い。しかし、同時に種々の問題点が挙げられ手術手技の改良が必要と思われた<sup>2)</sup>。特に、術後握力低下・移行腱(長掌腱-長母指伸筋)のbowstring発生は高頻度であった。これらに対しては、術前筋力強化・残存腱でのpulley作製・移行腱を腱固定施行する長母指外転筋の直下に走行変更することが考慮され、また、少数であるが母指橈側外転不良・母指伸展不良には、術前の拘縮除去・腱固定方法の改良・短母指伸筋腱への腱移行の追加が考慮されたが今後の検討を要する課題である。

### 結語

1. 観血的治療を施行した後骨間神経麻痺18例につき検討した。
2. 非外傷性麻痺では70%以上の症例に神経絞扼の所見を認めた。このため、一定の保存的治療にても改善傾向を示さない症例に対しては早期の手術適応があると思われた。
3. 外傷性麻痺では神経縫合術後に回復に長期間を要する症例や神経縫合術が不能な症例に対しては、術

後握力の低下の欠点はあるが患者の早期社会復帰・背景を十分考慮すれば第一選択となり得る手術法と思われた。

4. Riordan 変法は良好な手指・手関節機能を獲得することができ患者の満足度も高いが、様々な問題点もあり改良の余地があると思われた。

## 文 獻

- 1) Comtet, J. J., Chambaud, D.: "Spontaneous" paralysis of the posterior interosseous nerve by unusual lesions. *Rev. Chir. Orthop.*, 61 : 533-541, 1975.
- 2) 石田 治 他：橈骨神経麻痺にたいする Riordan 変法の長期術後成績について。中部整災誌, 37(6) : 1489-1490, 1994.
- 3) 長野 昭 他：後骨間神経麻痺と前骨間神経麻痺。 *Orthopaedics*, 22 : 31-37, 1990.

- 4) 野村 進 他：橈骨神経麻痺の遠隔成績。災害医学, 8 : 556-562, 1965.
- 5) 佐藤勤也 他：肘部における非外傷性橈骨神経麻痺。日手会誌, 4(1) : 82-85, 1987.
- 6) Spinner, M.: The arcade of Frohse and its relationship to posterior interosseous nerve paralysis. *J. Bone and Joint Surg.*, 50B : 809-812, 1968.
- 7) 津下健哉 他：橈骨神経麻痺に対する腱移行術。整形外科, 20 : 1516-1518, 1969.

## 発 言

新生病院 橋爪 長三

Riordan 法で総指伸筋を再建されているようですが FCR を Motor として使いますと手関節の掌屈力が弱くなり、可動域がせまくなるので ECRL か ECRB を使う方がよいと思います。

## 外傷性後骨間神経麻痺の臨床像

北海道大学医学部整形外科学教室

平 地 一 彦・三 浪 明 男  
加 藤 博 之・九 津 見 圭 司  
末 永 直 樹

Clinical Features of Traumatic Posterior Interosseous Nerve Palsy

Kazuhiko Hirachi · Akio Minami · Hiroyuki Kato  
Keiji Kutsumi & Naoki Suenaga

We reviewed 14 patients with posterior interosseous nerve (P.I.N.) palsy due to elbow and forearm trauma. There were ten males and four females. The age at the time of injury ranged from 9 to 54 years old. Associated traumas were as follows: Monteggia fracture-dislocation in five patients, shaft fractures of both radius and ulna in five, contusion of the forearm in two, subluxation of the radial head in one, and laceration in one. In Monteggia fracture-dislocation and subluxation of the radial head, if closed reduction of the radial head was obtained, nerve palsy was followed conservatively. In open injuries, the nerve was explored and repaired. In closed shaft fractures of the radius and ulna, nerve palsy was also followed conservatively. Treatments for nerve palsy consisted of neurolysis in four patients, neurorraphy in two, conservative therapy in seven. In one patient, the nerve could not be identified because of severe damage. Except for this case, recovery of motor function was evaluated by BMRC grading system. Motor recoveries were obtained to M5: eight patients, M4: four and M3: one.

Clinical features were divided into three types based on distribution of paralyzed digits. There were drop finger and thumb type: 11 patients, drop finger type: two, and drop thumb type: one. The P.I.N. bifurcates into two branches at the distal edge of the supinator muscle. One branch innervates EDC, ECU and EDM. Another branch innervates APL, EPL, EPB and EIP. Because of these anatomical characteristics, there are three patterns of clinical features. In our series, all P.I.N. palsies caused by elbow trauma showed drop finger and thumb type. On the other hand, P.I.N. palsies associated with forearm trauma showed three types of clinical features.

In our series, posterior interosseous nerve palsies associated with Monteggia fracture-dislocations, open injuries, shaft fractures of both radius and ulna. It is often difficult to diagnose as a P.I.N. palsy in such traumatic cases because of no sensory deficit and variety of paralyzed digits. Meticulous clinical and electromyographical examinations should be carried out.

### 緒 言

後骨間神経麻痺は橈骨神経深枝に限局した麻痺であり、それほど稀なものではない。しかし麻痺に関する報告の多くは非外傷性麻痺に関するものであり、骨折

や脱臼などの外傷に伴う後骨間神経麻痺についての報告は少ない。著者らは肘関節あるいは前腕部の外傷に起因する後骨間神経麻痺の14例を経験したので、麻痺の臨床像、治療結果について検討し、治療方針について考察する。

**Key words :** posterior interosseous nerve, trauma, Monteggia fracture-dislocation, drop finger, clinical features

**Address for reprints :** Kazuhiko Hirachi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine Hokkaido University, Kita-15-jo Nishi-7-chome, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

## 症例

肘関節および前腕の外傷に起因して生じた後骨間神経麻痺の14例を対象とした。性別は男性10例、女性4例で、年齢は9歳から54歳であった。罹患側は右側が7例、左側が7例であった。受傷から初診までの期間は全例が2週間以内であった。外傷の部位より症例を2群に分類した。肘関節部受傷群：6例と前腕部受傷群：8例であった。肘関節部受傷群の外傷の内訳はモンテジア脱臼骨折：5例、橈骨頭亜脱臼：1例であった。前腕部受傷群の外傷の内訳は橈骨・尺骨骨幹部骨折：5例、挫滅創：2例、切創：1例であった。

肘関節部受傷群6例に対する後骨間神経麻痺の治療は以下の如くである。閉鎖性モンテジア脱臼骨折の4例中3例では、橈骨頭の徒手整復が可能であったため、自然回復を期待して麻痺の経過観察を行った。残りのモンテジア脱臼骨折の1例では尺骨の整復固定術によっても橈骨頭の整復位が得られず、橈骨頭の観血的整復術と神経剥離術により圧迫は消失した。1例の橈骨頭亜脱臼例は前腕回外位とするだけで橈骨頭は安定した整復位を維持し、かつ筋電図による一部の支配筋に自動収縮が認められたため、麻痺に対しては経過観察を行った。

前腕部受傷群における後骨間神経麻痺の治療は以下の如くである。閉鎖性橈骨・尺骨骨幹部骨折の3例では骨折の観血的整復術のみを行い麻痺の経過観察を行った。橈骨・尺骨骨幹部開放骨折の2例では神経を展開し、1例は骨折の観血的骨接合術と同時に神経剥離術を行った。もう1例はベルトコンベアによる巻き込み損傷で挫滅が著しく、神経の同定が不可能であった。挫滅創の2例では神経を展開し、神経剥離術を1例に

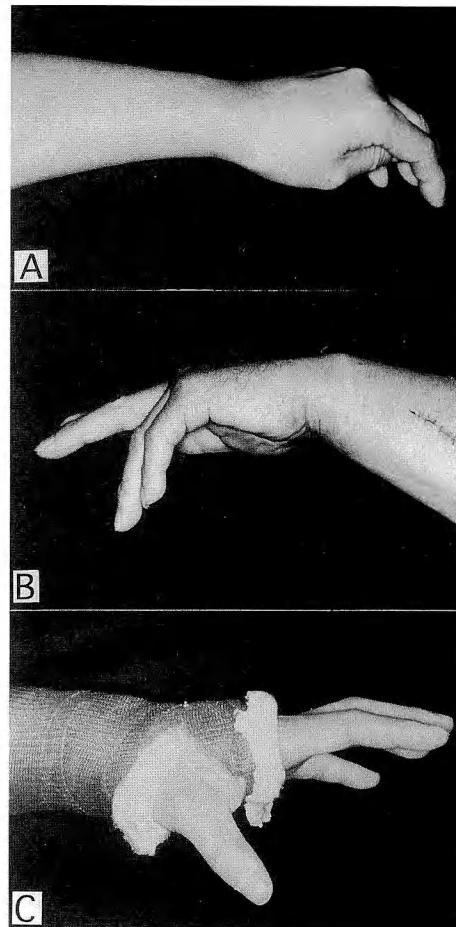


Fig. 1 Type of posterior interosseous nerve palsy  
 A: Drop finger & thumb type  
 B: Drop finger type  
 C: Drop thumb type

Table 1 Associated trauma & treatment for posterior interosseous nerve palsy

		Trauma	No. of Cases	Treatment for nerve palsy	No. of Cases
Elbow	Monteggia fracture (closed)		4	Observation	: 3
		(open)	1	Neurolysis	: 1
	Subluxation of the radial head		1	Neurolysis	: 1
Forearm	Shaft fracture of the radius & ulna (open)	(closed)	3	Observation	: 3
		(open)	2	Neurolysis	: 1
	Contusion			Not identified	: 1
			2	Neurolysis	: 1
		Laceration	1	Neurorrhaphy	: 1
				Neurorrhaphy	: 1

神経縫合術を1例行った。ガラスによる切創が1例であり、回外筋出口での完全断裂であったため神経縫合術を行った (Table 1)。

## 結 果

### I) 麻痺の臨床像：

初診時の麻痺の臨床像では後骨間神経支配の全ての筋に麻痺がみられた例と一部の筋のみに麻痺がみられ

た例があった。そこで伸展不能な指の組み合わせによって臨床像を次の3つのタイプに分類した。母指から小指の全ての指が伸展不能な drop finger & thumb-type (いわゆる下垂指) : 11例。母指の伸展は可能であるが、示指から小指のうち一部の指が伸展不能な drop finger type : 2例。母指のみ伸展不能な drop thumb type : 1例であった (Fig. 1A, B, C)。

Table 2 Results

Treatment	Motor Recovery (BMRC)				Time needed to maximum recovery (mean)
	M5	M4	M3	M2~0	
Observation	5	2	0	0	1~6 months (3.0 months)
Neurolysis	3	0	1	0	3~13 (6.8)
Neurorrhaphy	0	2	0	0	16~24 (20.0)

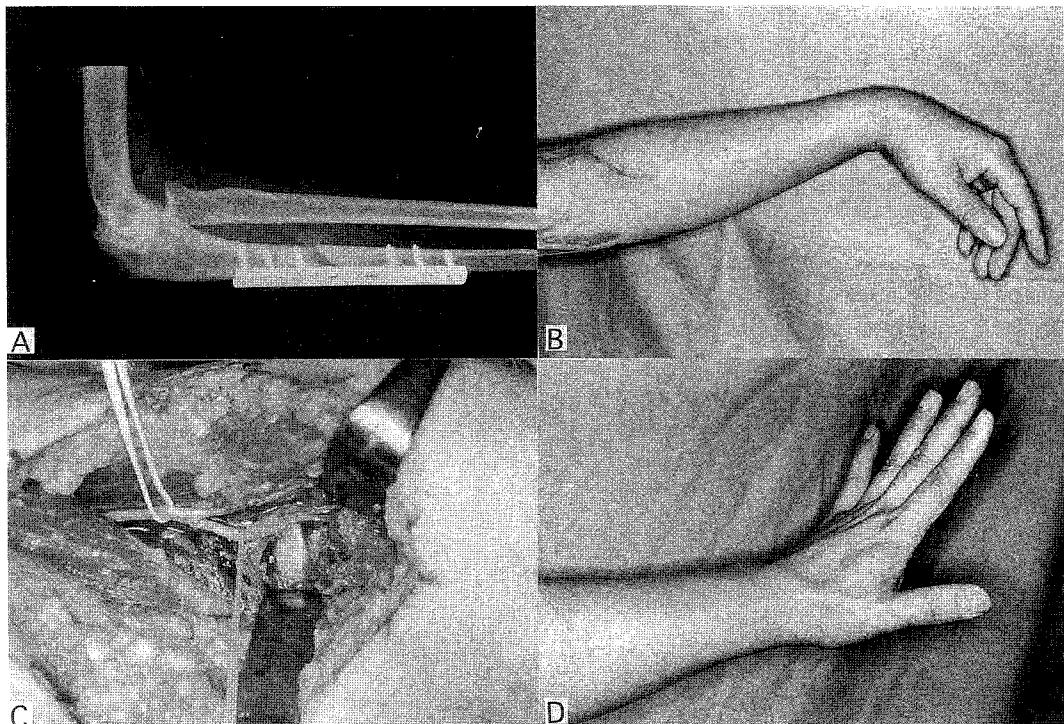


Fig. 2 Case 1. 43-year-old male with Monteggia fracture-dislocation. Internal fixation of the fracture of the ulna had been performed, and the dislocation of the radial head had been missed in another hospital (A). P.I.N. palsy was remained (B). Open reduction of the radial head and neurolysis of the posterior interosseous nerve, which was entrapped at the arcade of Frohse, was carried out. Operative finding showed a lesion in continuity of P.I.N. (C). Seven months after surgery, complete recovery was achieved (D).

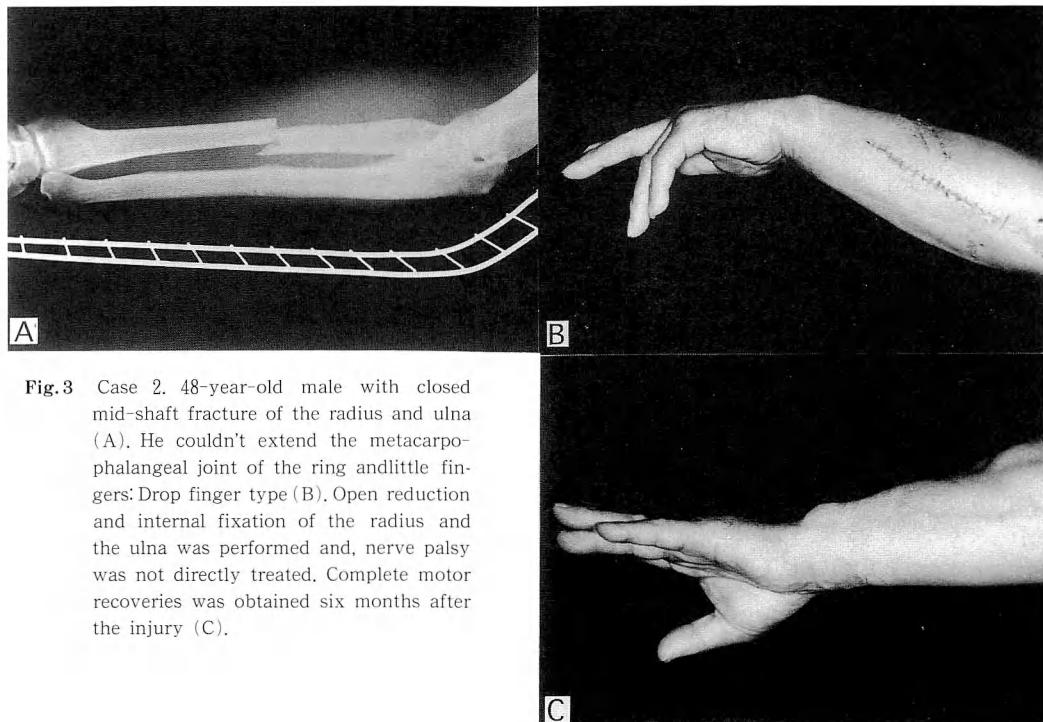


Fig.3 Case 2. 48-year-old male with closed mid-shaft fracture of the radius and ulna (A). He couldn't extend the metacarpophalangeal joint of the ring and little fingers: Drop finger type (B). Open reduction and internal fixation of the radius and the ulna was performed and, nerve palsy was not directly treated. Complete motor recoveries was obtained six months after the injury (C).

## II) 治療結果：

神経の修復ができなかった1例を除く13例について、麻痺の回復を British Medical Research Council<sup>6)</sup>の方法によって評価した (Table 2)。経過観察を行った7例は全例がM5あるいはM4に回復した。神経剥離術を行った症例は4例中3例がM5に回復したが1例はM3にとどまった。この1例は開放性モンテジア脱臼骨折で神経の連続性は保たれてはいたものの挫滅が強かった症例である。神経縫合術を行った2例はM4に回復したが、1例では個々の筋の完全な独立運動は不可能であった。経過観察例における回復徵候の出現は、多くは受傷から2カ月以内にみられた。2カ月を越えてから回復徵候がみられたものは2例あり、開放性モンテジア脱臼骨折で神経の挫滅が著しくM3までしか回復しなかった1例とモンテジア脱臼骨折で自然回復を期待したが、M4までしか回復しなかった1例であった。

## 症例供覧

症例1. 43歳男性。モンテジア脱臼骨折。他医で尺骨のプレート固定が施行され、術後に橈骨頭亜脱臼の

残存と後骨間神経麻痺に気づいて紹介された。麻痺は全ての指が伸展不能なdrop finger & thumb typeであった。腕橈関節を開拓すると関節包が整復障害因子となっていた。後骨間神経は転位した橈骨頭で牽引され、arcade of Frohseで圧迫されていた。神経を剥離して橈骨頭を整復することにより神経の圧迫は消失した。7カ月後に麻痺は完全に回復した (Fig. 2)。

症例2. 48歳、男性。橈骨・尺骨中央部の閉鎖性骨幹部骨折。環指、小指のみが伸展不能なdrop finger typeであった。観血的骨接合術を行い、神経には処置を行わずに経過観察を行った。術後1カ月で回復徵候がみられ、6カ月で完全に回復した (Fig. 3)。

## 考 察

後骨間神経は解剖学的には回外筋を越えたところで大きく二つに分岐する。ひとつはrecurrent branchであり、総指伸筋、小指固有伸筋、尺側手根伸筋を支配する。もう一方のdescending branchは長母指伸筋、短母指伸筋、長母指外転筋、示指固有伸筋を支配する。平山らはこれらの解剖学的特徴から非外傷性後骨間神経麻痺には3タイプの臨床像があることを報告

している<sup>1)</sup>。著者らの症例では肘関節部受傷群では全例が drop finger & thumb type であったのに対し、前腕部受傷群では drop finger & thumb type が 5 例、drop finger type が 2 例、drop thumb type が 1 例であった。このように外傷性後骨間神経麻痺においても、伸展不能な指をみるとその臨床像は一様ではなかった。

骨折や脱臼、開放創では疼痛を伴い、受傷直後には正確な筋力評価を行うことが時に困難なことが少なくない。また後骨間神経麻痺は知覚障害を伴わず、前述した drop finger type や drop thumb type では必ずしも全ての指が伸展不能とはなる訳ではない。従って本神經麻痺は見逃されたり、筋断裂と間違われる可能性もあると思われる。著者らは肘関節・前腕近位の外傷例には必ず本神經麻痺の存在を念頭にあたって治療を行ってきた。その結果、外傷に伴って後骨間神経麻痺が生じることは稀ではないと考えられた。橈骨頭の脱臼あるいは前腕近位部の骨折、開放創では必ず本神經麻痺の存在を考慮して治療にあたるべきである。また本神經麻痺が疑われた場合は後骨間神経支配の個々の筋力を注意深く評価し、麻痺の重症度あるいは麻痺筋の同定を行うことが必要である。

外傷性後骨間神経麻痺の治療において受傷直後に神経を展開すべきか否か、麻痺の回復が得られない場合はいつまで観察するべきかについては、一定の見解は得られていない<sup>(3)～(5)(7)</sup>。橈骨頭脱臼が原因で閉鎖性に整復が得られた場合や転位の少ない橈骨・尺骨骨折では、著者らの症例は大部分が 2 カ月以内に回復徵候を認めている。これは neuropraxia や axonotmesis であったと推測される。このような場合、麻痺の自然回復が期待できるため、臨床所見と筋電図学的検査を行って注意深く経過観察を行い、受傷後 2 カ月経過しても回復徵候が出現しないものは神経を展開して修復

を行うべきである。一方、前腕部受傷群の開放性損傷では早期に神経を展開し、損傷に応じた修復を行うことで良好な結果を得た。後骨間神経はほぼ純粋な運動神経であり、損傷部位から神經筋接合部までの距離が短いことから、神經縫合術の成績は良好であると報告されており<sup>(2)</sup>、著者らの症例でも同様であった。

## 結語

- 1) 外傷性後骨間神経麻痺の 14 例の臨床像と治療結果について報告した。
- 2) 外傷の内訳としては、モンテジア脱臼骨折、橈骨・尺骨骨幹部骨折、前腕の開放創によって神經麻痺が生じていた。
- 3) 橈骨頭脱臼によるものは母指から小指までの全ての指の伸展が不能であったが、前腕部の受傷例では伸展不能の指は症例によって異なっていた。

## 文献

- 1) 平山隆三 他：後骨間神経麻痺の臨床像に関する検討。日手会誌, 11: 385-387, 1994.
- 2) 堀内行雄 他：後骨間神經深枝麻痺手術例の検討。日手会誌, 2: 622-627, 1985.
- 3) 笠島俊彦 他：成人 Monteggia 骨折の治療成績。臨整外, 28: 1009-1016, 1993.
- 4) Cravens, G., et al.: Posterior interosseous nerve palsies. Neurosurgery 27: 397-402, 1990.
- 5) Kline, D. G., et al.: Nerve injuries, operative results for major nerve injuries, entrapment, and tumors. WB Saunders, Philadelphia, 147-185, 1995.
- 6) Omer, G. E., et al.: Report of the committee for evaluation of the clinical results in peripheral nerve injury. J. Hand Surg., 8-A : 754-759, 1983.
- 7) Spiner, M.: Injuries to the major branches of the peripheral nerves of the forearm. 2nd Ed., WB Saunders, Philadelphia, 80-157, 1978.

## 絞扼性神経障害と頸髄症合併例の診断

山口大学医学部整形外科学教室

金子和生・河合伸也

淵上泰敬

小郡第一総合病院

土井一輝・小田竜徳

Diagnosis for Coexisting Entrapment Neuropathy and Cervical Myelopathy

Kazuo Kaneko · Shinya Kawai · Yasunori Fuchigami

Kazuteru Doi & Tatsunori Oda

Clinical evaluation for coexisting entrapment neuropathy (carpal tunnel or cubital tunnel syndrome) and cervical myelopathy is a problem to the clinicians. We investigated the clinical utility of motor evoked potentials (MEPs) following transcranial magnetic stimulation for this pathologic conditions. The MEPs, CMAPs and F-waves following peripheral nerve stimulation were recorded from abductor pollicis brevis and abductor digiti minimi muscles in all the patients. The results showed that central motor conduction time (CMCT) was definite for diagnosing cervical cord compression. The CMCT showed within normal value in all the patients with entrapment neuropathy alone. Although the radiological findings(magnetic resonance imaging) showed cervical cord compression, the complaints were resolved by neurolysis alone in patients with normal CMCT value. Transcranial magnetic stimulation was useful to decide whether cervical cord compression was symptomatic or not.

### はじめに

手指しびれを来す整形外科疾患には末梢神経障害、頸髄症などがあげられる。臨床的にも両者の鑑別は比較的容易である。しかしながら両者が合併した場合の臨床診断は困難であり、その診断には電気生理学的な評価が有用と考えられる。今回上肢の絞扼性神経障害に、脊髄圧迫病変が合併した症例における経頭蓋磁気刺激筋活動電位 (MEP) の有用性を検討したので報告する。

### 対象および方法

対象は健常対象 32 例と手根管症候群 (CTS) 22 例、肘部管症候群 (Cub TS) 12 例、頸髄症 (CM) 25 例

であり、頸髄圧迫病変と絞扼性神経障害の合併例 (CM+EN) は 11 例である。合併例の内訳は神経剥離後も症状改善を認めず、頸髄症の合併を疑い診断されたもの 2 例。初診時から腱反射の異常などを認め頸髄症の合併を疑ったもの 7 例である。他の 2 例は明らかな脊髄症状はなかったが頸椎単純 X-P で後縦靭帯骨化症を認め、MRI で脊髄圧迫を呈していた例である。なお両側例は CTS 1 例と肘部管症候群 1 例であった。

尺骨神経支配である小指外転筋と正中神経支配である短母指外転筋の筋腹に記録電極、付着部に基準電極を設置した。MEP は外径 14cm の円形コイルを用い、Magstim model 200 を使用して各筋の軽度随意収縮下に導出した。刺激方法の詳細は日本脳波筋電図学会

**Key words:** motor evoked potentials, cervical myelopathy, entrapment neuropathy, transcranial magnetic stimulation

**Address for reprints:** Kazuo Kaneko, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University, 1144 Kogushi, Ube, Yamaguchi 755, Japan.

の規約に従った。また手関節部で末梢神経を持続時間0.2ms、最大上刺激(120%)で刺激してM波およびF波を導出した。得られたMEPの立ち上がり潜時からM波とF波から算出された末梢部の伝導時間を差しひいて大脳皮質から脊髄運動ニューロンまでの伝導時間である中枢運動伝導時間(以下CMCT)を算出した(CMCT(ms)=MEP潜時-(M潜時+F潜時+1))。記録条件は5~5KHzとし、記録装置はDantec counterpointを使用した。各疾患群でMEPの潜時、振幅(peak-to-peak)、CMCTの値をmean±SDで表現し、各疾患群間の差の統計学的検討にはunpaired t-test(p<0.05)を用いた。

## 結果

健常例のMEP潜時、振幅はAPBでは19.9±1.6ms、3.6±1.0mVであり、ADMでは19.4±1.3ms、3.7±1.1mVであった。CMCTはAPBで4.9±1.4ms、ADMで4.5±0.9msであった。各パラメーターの異常値はmean±2.5SDとした(Table 1)。MEPの潜時はCM群でADM、APBとも健常例に比し有意に遅延していた。EN群ではCTSでAPB、肘部管でADMにおいて有意に潜時遅延を認めた。CM+EN群ではAPB、ADMとも程度に差があるが、有意に遅延していた。CMCTではCM群とCM+EN群ではADM、APBとも有意に遅延しているのに比し、EN群では正常であり、従来から報告されているようにCMCTの遅延が頸髄症の存在をより鋭敏に反映することが示された。MEPの振幅も検討したが、個体差が大きいこともふくめ、合併症に対する診断としては有用な資料とはなり得なかった。

## 症例

54歳女性で右手のしびれを主訴に来院した。明らかな歩行障害、手指運動障害はなかったが、下肢腱反射は亢進していた。電気生理学的に右手根管症候群と診断され、鏡視下手根管開放術を施行した。術後しびれの改善は十分でなかった。術後2カ月の時点で本法を施行した。頸頭蓋磁気刺激による検査結果では、APB、ADMとも潜時遅延と振幅低下を認めた。CMCTはAPBで12.5ms、と遅延していた。MRIで

Table 1 Parameters of MEPs recorded from APB and ADM

MEPs	APB			ADM		
	Lat. (ms)	Amp. (mV)	CMCT (ms)	Lat. (ms)	Amp. (mV)	CMCT (ms)
Normal	19.9±1.6	3.6±1.0	4.9±1.4	19.4±1.3	3.7±1.1	4.5±0.9
C.T.S.	23.9±1.4	3.0±1.6	5.3±1.1	18.5±1.1	4.2±2.1	4.1±1.0
Cub. T.S.	20.0±1.5	3.5±1.8	5.2±1.3	23.2±2.3	1.8±1.2	4.8±1.2

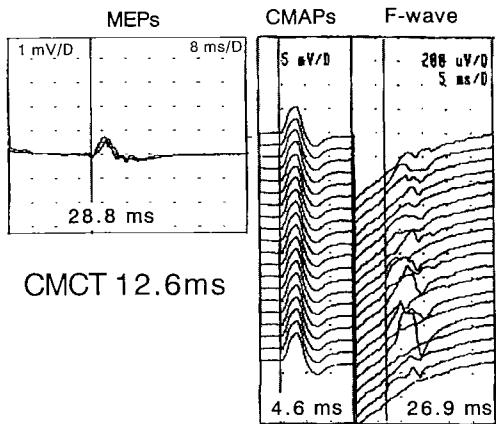


Fig. 1 MEPs, CMAPs and F-waves recorded from APB in patient with cervical myelopathy and carpal tunnel syndrome.

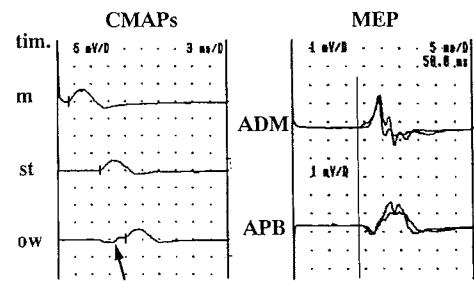


Fig. 2 MEPs, CMAPs and F-waves recorded from APB in patient with carpal tunnel syndrome.

C 5/6 の椎間板ヘルニアによる脊髓圧迫を確認した。ポリネック装着などにより症状は軽快しつつあるが手術的治療を考慮している (Fig. 1)。

## 考 察

手指しびれをきたす整形外科疾患では末梢神経障害と頸椎疾患の鑑別が重要である。しびれ、知覚障害の範囲からみると、C 5/6 高位での圧迫による頸髄症では尺側のしびれを来たし、肘部管症候群が鑑別の対象となる。C 4/5 およびその頭側での頸髄症では全指にしびれを来すため、肘部管症候群と手根管症候群ともその範囲が overlap する。いずれにしても頸髄圧迫病変と絞扼性神経障害が合併した場合典型的な脊髄症状がなければ頸髄症の存在を臨床的に診断することは困難なこともある<sup>4)</sup>。当科では手指のしびれに対する電気生理学的な screening として環指の SNAP に着目してきた<sup>5)</sup>。正中神経と尺骨神経の SNAP を比較することで Preganglionic lesion である頸髄症と postganglionic lesion である末梢神経障害との鑑別は容易となる。しかしこの方法でも頸髄症と絞扼性神経障害の両者が合併した場合の評価は困難であった。経頭蓋磁気刺激筋誘発電位は非侵襲的で短時間に頸髄運動路の評価可能であり、外来検査として非常に有用であり、CMCT の頸髄症に対する sensitivity も 70~90% と非常に高く<sup>1)2)5)7)</sup> その診断率は SEP にも勝るとも報告されている<sup>1)</sup>。また今回の検討でも、絞扼性神経障害例では CMCT は正常であることが確認された。したがって、本法は頸髄症と絞扼性神経障害の合併例の診断に有用であると考え、最近では頸髄症と絞扼性神経障害の合併が疑わしい例では MEP による評価をルーチンに行っている。留意点としては筋萎縮の強い症例では MEP が導出困難なことに加え、容積伝導による影響と前腕部での神経吻合が存在する絞扼性神経障害例ではみかけ上 MEP の潜時短縮と CMCT が短縮することがある。

Fig. 2 にその典型例を示す。症例は手根管症候群である。APB の運動終末潜時は 7.5ms と延長し、肘部での正中神経刺激では手関節刺激の CMAP と同様な波形に加え、前腕部の神経吻合を伝導したより潜時の早い成分が導出されている (Fig. 2 左矢印)。実際に MEP を導出すると、このような症例では APB の MEP の潜時が ADM とほぼ同等となり奇異な結果となる。このような場合は、Collision 法を併用して詳細に分析する必要もあるが<sup>3)</sup>、実際には筋萎縮のない

筋の CMCT 測定をしていれば迷うこともない。この点からも絞扼性神経障害例で頸髄症合併を疑う場合 (特に手根管症候群) では APB, ADM の両者から MEP を導出し、CMCT を計測することが重要である。

## ま と め

頸髄圧迫病変を伴う絞扼性神経障害例の診断に対する経頭蓋磁気刺激筋活動電位の臨床的有用性を検討した。APB と ADM の MEP を導出し、CMCT を算出することで頸髄病変の関与の有無を推察できることを確認した。しかしながら萎縮の強い筋から導出された CMCT の値には注意を要する。

## 文 献

- 1) Chistyakov, A. V., et al.: Motor and Somatosensory conduction in cervical myopathy and radiculopathy. Spine 20 : 2135-2140, 1994.
- 2) Kameyama, O., et al.: Transcranial magnetic stimulation of the motor cortex in cervical spondylosis and spinal canal stenosis. Spine 20 : 1004-1010, 1995.
- 3) Kimura, J.: Assessment of individual nerves. In Electrodiagnosis in Disease of Nerve and Muscle, Principle and Practice, Davies Philadelphia, 103-138, 1989.
- 4) 国分正一：頸椎症性脊髄症における責任椎間板高位の神経学的診断. 臨整外, 19 : 417-424, 1984.
- 5) Lazzaro, D. V., et al.: The contribution of magnetic stimulation of the motor cortex to the diagnosis of cervical spondylotic myelopathy. Correlation of central motor conduction to distal and proximal upper limb muscles with clinical and MRI findings. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 85 : 311-320, 1992.
- 6) 白石 元 他：手指の「しびれ」の鑑別と環指の知覚神経活動電位. 中部整災外, 38 : 1227-1228, 1995.
- 7) Tavy, D. L. J., et al.: Transcranial magnetic stimulation in patients with cervical spondylotic myelopathy. Clinical and radiological correlations. Muscle & Nerve 17 : 235-241, 1994.

**質 問** 東大医用電子 小林 誠  
fascilitation (促通) を行わなくても全例で MEP がとれるかどうか教えて下さい。

**回 答** 山口大学整形外科 金子 和生

正常例では安静時にも MEP 導出可能ですが、頸髄症では導出困難となる場合も多く当科では随意収縮時に導出を行っております。

**質問**

岐阜赤十字病院 大野 義幸

CMCTを利用して判定する方法は F 波がきれいに導出されることが必要だが、entrapment neuropathy がある程度進行すると F 波が導出しにくくなり、判定に苦慮することがあります。具体的にどのように対処してみえますか。

**回答**

山口大学整形外科 金子 和生

F 波が導出困難な場合はやはり脊髄運動ニューロンの興奮性を高めるために、軽度随意収縮下に導出するよろしいかと思います。

F 波の最短潜時については健常人では安静時と随意収縮下では統計学的な差はありません。

**質問**

星ヶ丘厚生病院整形外科 濵谷 亮一

1. APB よりも ADM の方が早い時期に CMCT が延長、MEP の消失する例が多いが、これと尺骨神経麻痺合併した場合の評価についてはどう考えるか。

2. 合併症例の絞扼性末梢神経の術後予後不良について、末梢の伝導性は改善しているのか。

3. 頸椎症症例のうち、Radiculopathy と末梢神経障害との合併症例での末梢神経の回復について、もし調べておられたらご教示ください。

**回答**

山口大学整形外科 金子 和生

1. ADM で MEP が導出されない時は APB で MEP を導出しますが、そのような症例は臨床的にみても頸髓症の存在は明らかで診断に苦慮することはないと思われます。

2. 頸髓症が存在した絞扼性神経障害でも術後末梢神経の伝導速度は改善しました。

3. 今回検査では Myelopathy と末梢神経、障害例との合併例で検討したため、Radiculopathy との合併例ではわかりません。Myelopathy 例では、末梢神経は回復しています。ただ CSA のような病態では異なるでしょう。

## 電気刺激による神経束識別法（第2報） —低位正中、尺骨神経修復術の長期成績—

北海道大学医学部整形外科学教室

加藤博之・三浪明男

伊達赤十字病院整形外科

高原政利

名寄市立病院整形外科

小林昌幸

札幌医科大学保健医療学部

荻野利彦

Functional Results of Low Median and Ulnar Nerve Repair with  
Electrical Fascicular Orientation Technique

Hiroyuki Kato · Akio Minami · Masatoshi Takahara  
Masayuki Kobayashi & Toshihiko Ogino

Fifty low median or ulnar nerve injuries were repaired using electrical fascicular orientation. Eleven freshly lacerated nerves were seen within 48 hours after injury. Thirty-nine nerve lacerations were subacute or old. Fascicular orientation between sensory and motor fascicles at the proximal nerve end could be accurately differentiated in 46 nerves (92%) independent of whether it was fresh or old. At the distal nerve end in fresh lacerations the motor fascicles could be determined conclusively by muscle contraction with sequential electrical stimulation of the fascicles. In subacute or chronic nerve lacerations, the distal fascicles could be estimated anatomically after internal neurolysis. Nerves were repaired with end-to-end group fascicular suture or inter fascicular sural nerve grafting after fascicular orientation. Thirty-five nerve repairs were followed more than 25 months. Satisfactory sensory functions, that were S3+ or S4, were obtained in 27 nerves (77%), and M4 or M5 motor functions were achieved in 27 nerves (77%). There was no patients who needed additional tendon transfer to reconstruct thumb opposition or to correct claw finger deformity. These results suggest that low median or ulnar nerve laceration, independent on whether it is fresh or old and whether it is partial or complete laceration, can be successfully repaired with the aid of electrical fascicular orientation.

### 緒 言

末梢神経修復の成績を向上させる試みとして神経束識別法がある。著者らは1983年より電気刺激による

神経束識別法を用いた末梢神経修復を行っており、その手技と良好な短期成績については既に報告してきた<sup>4,9)</sup>。

今回はその後に治療した症例を加えた50神経の神

**Key words:** peripheral nerve repair, fascicular orientation, electrical nerve stimulation, internal neurolysis, fascicular suture

**Address for reprints:** Hiroyuki Kato, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine, Kita-15 Jyo, Nishi-7 Chome, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

経束識別の結果を報告する。さらに本法を用いて修復した35神経の術後長期成績についても報告する。

### 症例

1983年より1995年12月までに、電気刺激による神経束識別法を行った45例50神経を対象とした(Table 1)。受傷高位は、全例で橈骨茎状突起高位の1cm遠位から6cm近位までの範囲であった。

### 手術方法

神経束識別法の方法は、以前に報告した方法を継続して用いた<sup>4,9)</sup>。識別時の麻酔は、頸部硬膜外麻酔が32例、伝達麻酔と局所麻酔の併用が13例であった。いずれの麻酔法においても神経束識別時の意識は覚醒状態とした。識別に際しては、まず近位側の神経上膜を縦切し、正中神経では4本から6本の神経束群に、尺骨神経では2本から4本の神経束群に分離した。駆血帯を除去後、各神経束群を順次電気刺激して、そのつど患者に知覚の放散の有無とその部位を尋ね、知覚として感じない神経束群を運動神経束と判断した。遠位側については、受傷後3日以内の新鮮例では、神経束群の分離を行った後に、各神経束群を電気刺激し、筋収縮のみられたものを運動神経束と判断した。筋収縮のみられない例、あるいは受傷後4日以上経過例では、Nakatsuchiらの方法<sup>5)</sup>に従って、終末神経分岐部ま

で神経内剥離を行った。以上の手技により、近位側断端と遠位側断端のそれぞれで、運動神経束と知覚神経束を区別することを目標とした。さらに可能であれば各指ごとの知覚神経束も識別した。対応する神経束群同志を8-0、ないし9-0ナイロン糸にて、各2~3糸、group fascicular sutureを行った。神経の欠損が大きく手関節を軽度屈曲位にしても緊張なく端々縫合が行えない時には、interfascicular sural nerve graftを行った。

以上の神経束識別法を行って修復し2年以上経過した症例の術後成績を調査した。知覚の判定には2点識別検査値を用い、正中神経例では示指と中指の指腹部で検査し、小さい値の方を選択した。尺骨神経例では小指の指腹部の値とした。これらの値が7mm以上で15mm以下をS3+, 6mm以下をS4とした。運動機能については、正中神経例では短母指外転筋の筋力を徒手検査とピンチ計を用いて評価した<sup>2,7)</sup>。短母指外転筋が抵抗に抗して運動可能ならM3, M3で指腹ピンチ力が健側の40%以上をM4、さらに健側の75%以上をM5とした。尺骨神経例では、かぎ爪指変形の有無、第1背側骨間筋、母指内転筋、小指外転筋の徒手筋力検査を行った。かぎ爪指変形がなくこれらの筋が抵抗に抗して運動可能ならばM3とした。M3の例では、さらに中指を中心とした示指、環指、小指の外転と内転運動を検査して第1, 2, 3掌側骨間筋と

Table 1 Details of nerve injuries treated by electrical fascicular orientation

Nerve	No. of Cases	Age of Patients (Mean)	Time Elapse from Injury			Type of Laceration	
			0 to 48 hours	3 to 28 days	29 < days	Complete	Partial
Median	27	15 to 52 (27.6)	4	8	15	18	9
Ulnar	23	12 to 61 (28.3)	7	3	13	20	3
Total	50	12 to 61 (27.9)	11	11	28	38	12

Table 2 Success rate of fascicular orientation at the proximal nerve stump

Nerve	No. of Cases	Method	No. of complete Success(%)	No. of probable Success(%)	No. of Failure(%)
Median	27	Electrical Stimulation	17 (63%)	8 (29%)*	2 (8%)
Ulnar	23	Electrical Stimulation	21 (91%)	0 (0%)	2 (9%)

\*In eight median nerve injuries, it was assumed that the most radio-volar located group of fascicles to which electrical stimulation provided sensation to the thumb contained the motor fascicles.

第4背側骨間筋の自動運動の有無を調査した。これら4つの手内筋のうち2筋の運動が認められ、鍵つまみ力が健側の40%以上をM4とした<sup>2)</sup>。

## 結果

### I. 近位断端における神経束の識別

神経束の識別が全く不可能であった症例は4例4神経であった。これら4例における識別不能の原因をみると、2例では伝達麻酔あるいは硬膜外麻酔の深度が浅く中枢端の刺激が疼痛となり、患者の協力が得られなかつたためであった。1例は12歳の小児例で、受傷高位が前腕遠位1/3に相当していた。この症例は今回の中では最も低年齢でかつ最も近位の受傷例であった。残りの1例の識別不能の原因は不明であった。

正中神経27神経のうち8神経では、運動神経束の識別が不確実であった。これらの8神経では、4から6本に分離した近位断端のいずれの神経束群を刺激しても知覚の放散が得られた。そこでこれら8神経では、既に著者らが報告した方法<sup>4)</sup>に準じて、神経断端面の橈掌側に存在し電気刺激で母指への知覚の放散が認められる神経束を運動神経束とした。これら8神経の識別結果はprobable successと評価した。残りの38神経では電気刺激により近位断端の運動と知覚神経束の同定が可能であった(Table 2)。

### II. 遠位断端における神経束の識別

新鮮損傷例のうち受傷から40時間以内に識別を行った11例では、各神経束群に与えた電気刺激で誘発される筋収縮の有無から運動神経束の識別が可能であつ

Table 3 Long-term results of low median nerve repair with electrical fascicular orientation

Type of Laceration	Nerve Repair Method	No. of Cases	Follow-up Period (mos.)	Sensory Recovery			Motor Recovery		
				S3	S3+	S4	M3	M4	M5
Partial	G.F.S.*	3	25~36	0	1	2	0	0	3
Complete	G.F.S.	9	25~89	3	2	4	0	3	6
Complete	S.N.G.**	8	26~65	2	6	0	1	5	2

G.F.S.\*: Group Fascicular End-to-End Suture, S.N.G.\*\*: Sural Nerve Grafting

Table 4 Long-term results of low ulnar nerve repair with electrical fascicular orientation

Type of Laceration	Nerve Repair Method	No. of Cases	Follow-up Period (mos.)	Sensory Recovery			Motor Recovery		
				S3	S3+	S4	M3	M4	M5
Partial	G.F.S.*	1	37	0	0	1	0	1	0
Complete	G.F.S.	9	25~89	2	3	4	3	5	0
Complete	S.N.G.**	5	26~65	1	2	2	4	1	0

G.F.S.\*: Group Fascicular End-to-End Suture, S.N.G.\*\*: Sural Nerve Grafting

Table 5 Results of end-to-end nerve repairs in adults:  
without fascicular orientation vs. with fascicular orientation

Reference (Year)		Low Median Nerve Repair			Low Ulnar Nerve Repair		
		No. of cases	S3+ or better	M4 or better	No. of cases	S3+ or better	M3 or better
Without orientation							
Posh <sup>8)</sup> (1980)		14	57%	57%	21	29%	40%
Jongen <sup>9)</sup> (1988)		6	66%	50%	7	57%	29%
Tupper <sup>10)</sup> (1988)		39	46%	17%	9	33%	71%
Kato <sup>4)</sup> (1990)		10	50%	50%	4	25%	75%
With orientation							
Current series		9	67%	100%	9	78%	100%

た。受傷後3日以上経過した陳旧例39例では電気刺激による筋の収縮が認められず神経内剥離を必要としたが、すべての症例で神経束の識別は可能であった。

### III. 神経修復術後の長期成績

30例35神経が2年以上経過観察可能であった。経過観察期間は25カ月から65カ月（平均37カ月）であった。前述した近位断端における神経束識別不能の4例は除外した。端々縫合例が22神経、神経移植例が13神経であった。知覚機能はすべての症例がS3以上に回復した。27神経（77%）は、S3+かS4に回復した。正中神経の運動機能は1例を除いて全例がM4あるいはM5に回復していた。神経束識別の結果をprobable successと評価した6例においても、全例がM4あるいはM5に回復した。尺骨神経修復例の運動機能は、すべてがM3あるいはM4まで回復していた。母指対立再建術やかぎ爪指変形の矯正などのために腱移行術を要した例はなかった。神経の部分断裂例は完全断裂例より成績が良い傾向があった。端々縫合例の成績の方が神経移植例の成績よりわずかに優れていた（Table 3, 4）。

### 考 察

電気刺激による神経束識別法は、手技が簡便、確実で受傷後の経過時間にかかわらず施行が可能であり、特殊な技術と設備を必要としない。本法は部分断裂例においても識別が可能である。これらの長所は他の神経束識別法にないものである。

しかし、著者らが第1報で既に指摘したように本法には次の3つの問題点がある<sup>4)</sup>。第1点は本法は患者的確な応答を要する点である。したがって麻酔深度の調節が大事である。また、学童児、高齢者、意識障害のある患者などでは、本法を行うことが難しい。第2の問題点は受傷高位である。今回の結果からは、成人例で橈骨茎状突起高位を基準として1cm遠位から6cm近位までの損傷例、すなわち手関節部より前腕遠位約1/4までの高位例においては神経束の識別は確実に可能であることが確認された。本識別法の第3番目の問題点は、正中神経母指球筋枝の識別である。今回の症例でも正中神経例27神経のうち8神経（30%）において、近位断端における母指球筋枝を確実に識別することは困難であった。しかし、intraneuronal topographic atlasの知見<sup>1)6)11)</sup>を利用して、正中神経断端の橈掌側に位置し、電気刺激で母指に知覚の放散が認められる神経束群を母指球筋枝と推定する方

法<sup>4)</sup>を用いることで、母指球筋枝の推測は可能であった。またこれらの例における術後運動機能の回復は良好であり、母指球筋枝を明確に識別できた症例と成績に差はなかった。

今回報告した低位正中、尺骨神経の術後成績を、神経束識別を行わずに修復された低位正中、尺骨神経の成績<sup>3)8)10)</sup>と比較してみた（Table 5）。神経束識別の効果を明らかにするために、いざれのシリーズも成人例で、完全断裂に対する端々縫合例の成績である。神経束識別を用いた著者らの成績は、従来の神経束の識別を行わない修復術の成績<sup>3)8)10)</sup>より明らかに優れていた。特に運動機能の回復が良好な点が特徴的であった。

### 結 語

- 1) 電気刺激による神経束識別法を用いた低位正中、尺骨神経修復術45例50神経の経験を報告した。
- 2) 手関節部から前腕遠位の神経損傷例は、新鮮例か陳旧例か、完全断裂か部分断裂かの違いにかかわらず、本法を用いて神経束の識別が可能である。
- 3) 本法を用いて修復した低位正中、尺骨神経損傷の長期成績はきわめて良好であった。

### 文 献

- 1) Chow, J. A., et al.: Anatomic basis for repair of ulnar and median nerves in the distal part of the forearm by group fascicular suture and nerve-grafting. *J Bone Joint Surg.*, 68A: 273-280, 1986.
- 2) Gaul, J. S., et al.: Intrinsic motor recovery-A long term study of ulnar nerve repair. *J. Hand Surg.*, 75A: 502-508, 1982.
- 3) Jongen, S. J. M., et al.: Results of primary repair of ulnar and median nerve injuries at the wrist: an evaluation of sensibility and motor recovery. *North J. Surg.*, 40: 86-89, 1988.
- 4) 加藤博之 他：電気刺激による神経束識別法を用いた末梢神経修復術の成績。日手会誌, 7: 148-153, 1990.
- 5) Nakatsuchi, Y., et al.: Funicular orientation by electrical stimulation and internal neurolysis in peripheral nerve suture. *The Hand*, 12: 65-74, 1980.
- 6) 西村憲一郎 他：正中神経のFunicular patternに関する基礎的研究。日手会誌, 2: 654-658, 1985.
- 7) Omer, G. E., et al.: Report of the committee for evaluation of the clinical result in peripheral nerve injury. *J. Hand Surg.* 8: 754-759, 1983.
- 8) Posch, J. L., et al.: Nerve repair in trauma surgery: a ten-years study of 231 peripheral injuries. *Orthop Rev* 9: 35-45, 1980.

- 9) 佐藤和彦 他：電気刺激による神経束識別法の経験。  
北海道整災外, 32: 29-33, 1988.
- 10) Tupper, J. W., et al.: Fascicular nerve repairs: a comparative study of epineural and fascicular (perineural) techniques. Orthop. Clin. North. Am., 19: 57-69, 1988.
- 11) Watchmaker, G. P., et al.: Fascicular topography of the median nerve: a computer based study to identify branching patterns. J. Hand Surg., 16A: 53-59, 1991.

質問 東京大学医用電子 小林 誠  
麻酔がバッカリ効いていても、反応が得られるかどうか教えて下さい。

回答 北海道大学整形外科 加藤 博之  
その場合は近位刺激に対する反応は得られません。  
麻酔が浅くなるまで待って再度の刺激を行います。新鮮例の遠位刺激に対する反応は麻酔深度にかかわらず反応は得られます。

---

## 手関節橈掌側ガングリオン有痛例と 外側前腕皮神経の関与について

東京慈恵会医科大学形成外科

福 本 恵 三・児 島 忠 雄

富士市立中央病院形成外科

小 立 健・片 岡 裕 晶

### Radiopalmar Wrist Ganglion Pain and Its Relation to the Lateral Antebrachial Cutaneous Nerve

Keizo Fukumoto · Tadao Kojima · Ken Kodachi  
& Hiroaki Kataoka

A study was undertaken of painful radiopalmar wrist ganglion and their relationship to the lateral antebrachial cutaneous nerve. Thirty four radiopalmar wrist ganglions of 34 patients were examined, said patients consisting of 15 males and 19 females ranging from 2 years to 69 years of age (mean age: 37.4 years). Pain was involved in 16 cases (47%). Surgery was performed in painful 12 cases. For 7 of these 12 cases, simple ganglion extirpation was performed, which four cases resulted in pain relief, and three cases in which the wrist pain had developed while the patients were performing heavy and/or light manual work. For 5 other cases, the surgery consisted of ganglion extirpation and partial denervation of the lateral antebrachial cutaneous nerve, resulting in pain relief for all cases, excepting for one case in which the wrist pain had developed while the patients were performing heavy manual work.

The results of this study revealed that the lateral antebrachial cutaneous nerve is a main cause of radiopalmar wrist ganglion pain. In treating these cases of painful radiopalmar wrist ganglion, good relief from pain was achieved by extirpation of the ganglion and partial denervation of the lateral antebrachial cutaneous nerve.

手関節部のガングリオンに時として疼痛を伴うことがある。手関節背側ガングリオンの疼痛と後骨間神経との関係については以前より報告されている<sup>1)4)5)</sup>。

一方、手関節橈掌側ガングリオンの疼痛と手関節に分布する神経との関係についてはほとんど報告をみない。われわれは手関節の神経支配に関する解剖学的検索を行い、外側前腕皮神経の手関節橈側部痛への関与について第36回本学会で報告した<sup>2)</sup>。そのなかで有痛性の橈掌側ガングリオン1例と外側前腕皮神経との関係について述べたが、今回は過去5年間に経験した手関

節橈掌側ガングリオンの臨床例について有痛性ガングリオンと手関節に分布する神経の関係を検索したので報告する。

### 症 例

今回検討した症例は1991年3月から1995年3月までの5年間に富士市立中央病院形成外科を受診し、手関節橈掌側ガングリオンと診断された34例34手関節である。初診時年齢は2歳から69歳で平均37.4歳、性別は男15例女19例で、罹患肢は右15例左

**Key words :** ganglion, wrist, nerve, hand, pain

**Address for reprints :** Keizo Fukumoto, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishishinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

19例であった。

## 結 果

疼痛を訴えたのは34例中16例47%であった。有痛例での年齢は、2歳から64歳で平均41.2歳、性別は男7例女9例であった。有痛例12例に対してガングリオン切除術を行った。そのうち7例で術中にガングリオンによる外側前腕皮神経の圧迫所見を認め、5例については外側前腕皮神経の除神経術を併用した。除神経術併用例では1例に重作業時に軽い疼痛を残したほかは完全な除痛を得た。ガングリオン切除術のみの症例では3例に重または軽作業時に疼痛を残している。

術中にガングリオンによる神経の圧迫等の所見を認めた代表的な症例を示す。

症例、42歳、女、4カ月前より左手関節橈掌側に疼痛を伴う腫瘍が出現し、某医でガングリオンと診断され、3回のガングリオンの穿刺を受けた。穿刺すると

疼痛も一時的に消退したがガングリオンの再発とともに疼痛も再発したため、当科を受診した。初診時の所見では、左手関節橈掌側に直径約2cmのガングリオンと思われる腫瘍を認め、同部に一致する自発痛と強い手関節背屈時痛を訴えた。手術時所見では外側前腕皮神経のガングリオンによる圧迫を認めた(Fig.1)。ガングリオンと外側前腕皮神経との瘻着が強いため、ガングリオンの切除と、外側前腕皮神経の除神経術を行った。術後より手関節痛は消失し、ガングリオンの再発もなく、皮膚知覚鈍麻などの合併症も認めなかった。

## 考 察

手関節橈掌側の有痛性ガングリオンにどの神経が関与しているかについてはほとんど言及されていない。われわれは手関節の神経支配に関する解剖学的検索の結果から、外側前腕皮神経の手関節橈側部痛への関与について報告してきた<sup>2,3)</sup>。外側前腕皮神経は手関節

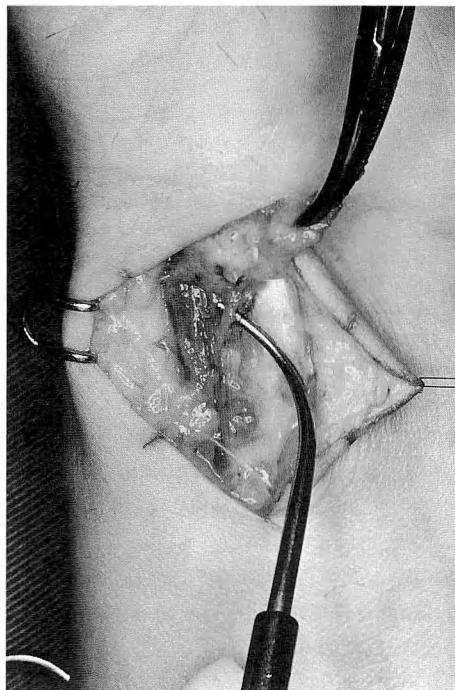


Fig. 1 The lateral antebrachial cutaneous nerve was compressed by the radiopalmar wrist ganglion.

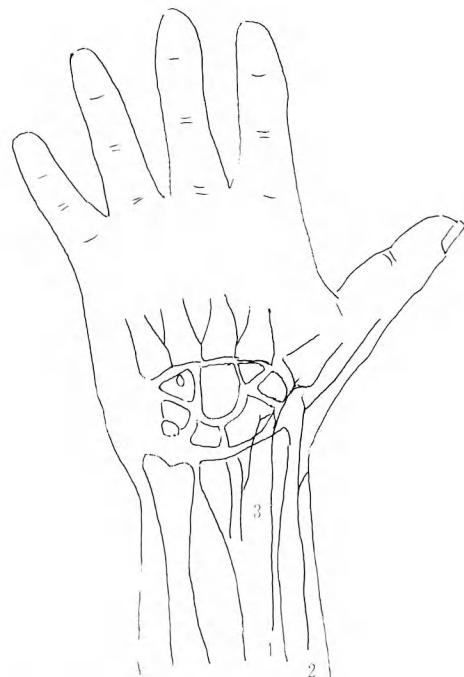


Fig. 2 Innervation of the radiopalmar side of the wrist joint.

1. Lateral antebrachial cutaneous nerve.
2. Superficial branch of the radial nerve.
3. Palmar branch of the median nerve.

部では橈骨動脈と伴走し radiocarpal joint に橈側から分布している (Fig. 2). われわれの手術時の所見からも橈掌側ガングリオンによる疼痛と外側前腕皮神経との関係が確認されている。

手関節橈掌側へは正中神経掌枝および橈骨神経浅枝も分布している<sup>3)</sup>. Jacobs ら<sup>6)</sup>は掌側ガングリオンで手術を行った 71 例について、その 72% が術前に疼痛を認め、疼痛を認めた患者の 25% が母指基部の痛みと母指および母指球部のしびれを訴え、術後 15 例 21% に正中神経掌枝領域の知覚障害を認めたと述べて、正中神経掌枝の関与を示唆している。われわれの症例では 1 例に術後正中神経掌枝領域の知覚障害を認めているが、術前に正中神経掌枝領域のしびれや疼痛を訴えたものはなかった。

教室の二宮ら<sup>8)</sup>は橈掌側ガングリオンで手術を行った 52 手中 9 手に術後 3 から 6 カ月橈骨神経浅枝領域の知覚障害を認めたが漸次消失したと報告している。われわれの症例では有痛例で術中に橈骨神経浅枝のガングリオンによる圧迫を認めた 1 例、手術を行わなかつたが有痛例で橈骨神経浅枝領域の知覚鈍麻を訴えた 1 例を経験している。

正中神経掌枝および橈骨神経浅枝は手関節橈掌側に分布しているが、正中神経掌枝はガングリオンの好発部位よりは尺側を走行すること、橈骨神経浅枝はより浅層を走行することから、疼痛の原因としてよりも術中に損傷する可能性がある神経として注意する必要があるものと考える。外側前腕皮神経が橈掌側ガングリオンに圧迫され疼痛の原因になることは、橈掌側ガングリオンが橈骨動脈と瘻着することがあること<sup>7)</sup>からもその可能性が高いと考える。有痛性手関節ガングリオンの治療についてであるが、われわれは有痛例ではガングリオンの外科的切除を第一選択としている。有痛例でのガングリオンの穿刺は患者が手術を希望しないとか、手術までにとりあえず痛みをとりたい場合にのみに行っている。橈掌側ガングリオンでは穿刺により橈骨動脈を損傷する危険があるため慎重に行う必要がある。ガングリオンを切除すれば通常は疼痛も消失するが、われわれは神経とガングリオンの高度の瘻着も神経に強い変性が認められる場合には積極的に除神経術を行っており、これによって良好な成績が得られたと考えている。

## ま と め

- 過去 5 年間に経験した手関節橈掌側ガングリオン 34 例 34 手関節について検討した。
- 手関節橈掌側ガングリオンの疼痛には主として外側前腕皮神経が関与している。
- 手関節橈掌側有痛性ガングリオンの治療にあたってはガングリオンの切除を第一選択とし、症例によって外側前腕皮神経の除神経術を併用することで良好な結果を得た。

## 文 献

- Deilon, A. L., et al.: Anatomic dissection relating the posterior interosseous nerve to the carpus, and the etiology of dorsal wrist ganglion pain. J. Hand Surg., 3 : 326-332, 1978.
- 福本恵三 他：外側前腕皮神経の解剖学的検索—手関節橈側部への関与について—. 日手会誌, 9 : 292-295, 1992.
- Fukumoto, K., et al.: An anatomic study of the innervation of the wrist joint and Wilhelm's technique for denervation. J. Hand Surg., 18A : 484-489, 1993.
- 福本恵三 他：手関節部の有痛性ガングリオンの検討と手関節の神経支配について. 形成外科, 38 : 1037-1042, 1995.
- 今井孝行 他：前・後骨間神経の解剖学的検討と手関節痛への関与について. 日手会誌, 6 : 82-86, 1989.
- Jacobs, L. G. H., et al.: The volar wrist ganglion: just a simple cyst? J. Hand Surg., 15B : 342-346, 1990.
- Lister, G. D., et al.: Protection of the radial artery in the resection of adherent ganglions of the wrist. Plast. Reconstr. Surg., 61 : 127-129, 1978.
- 二宮邦稔 他：手関節橈掌側のガングリオンの病像と治療成績について. 日手会誌, 8 : 178-182, 1991.

**質 問** 大阪市大整形外科 山野 慶樹  
前腕外側皮神経の手関節の支配領域があるのか、どの部位か、これに関与する筋肉に付いて。

**回 答** 慈恵医科大学形成外科 福本 恵三  
外側前腕皮神経は radio-carpal joint に橈側から関節枝を送っています。  
知覚神経であり、Hilton の法則には反して支配筋はありません。

## 上肢の RSD 対する Stress Loading Program の効果

玉造厚生年金病院整形外科

武 富 雅 則・小 谷 博 信

Effect of Stress Loading Program for RSD of the Upper Extremity

Masanori Taketomi & Hironobu Kotani

Reflex sympathetic dystrophy (RSD) is not made clear today and a certain treatment has not been established in spite of numerous therapies which many doctors had reported. We have treated patients for RSD with "Stress loading" program which was reported by H. K. Watson in 1987 and have good results.

"Scrub" -The patient is positioned on the floor in a quadruped position, with a brush in the affected hand. He is told to scrub a plywood board, applying as much as possible. If he is unable to get on the floor, the program can be adapted by placing the board on a table. The average program begins with 3 minute sessions of steady "scrubbing" performed three times a day. Finally, the program is increased to 5 minutes three times a day and increased to 7 minutes after 2 weeks. "Carry" -the patient is told to carry a weight or purse in the affected hand, with the arm extended. An initial weight is determined at the first session, generally 0.5 kg. The weight should be carried throughout the day whenever the patient is standing or walking. Recommended increases in weight are made.

The period from onset of RSD to starting program for the acute phase was 7~42 days (average 22 days). That was 3 months~1 year (average 6 months) for the chronic phase. It took 4~28 days (average 16 days) to recover for the acute phase and took 21~56 days (average 34 days) to recover for the chronic phase. For the acute phase, 5 cases had pain at rest and 8 cases had surface imprint before program but 7 cases had no pain and 7 cases had no swelling after program. For the chronic phase, 6 cases had pain at rest and 2 cases had surface imprint and 4 cases had edema before program but 5 cases had no pain and 5 cases had no swelling after program. We evaluated the result with a score of pain and swelling (Total 5 points). The average was 0.57 points before program but 4.71 points after program for the acute phase. The average was 0.66 points before program but 4.66 points after program for the chronic phase.

"Stress loading" program consists of active traction and compression exercises that provide stress-ful stimuli to the extremity without joint motion. The advantages of the program are its effectiveness, simplicity, safety, and noninvasiveness.

### はじめに

反射性交感神経性ジストロフィー (RSD) は、1953 年に Bonica<sup>1)</sup> が提唱して以来現在も病態は明らかでなく、難治性で多種多様の治療法が諸家により報告されているが、確実な治療法はない。今回我々は H. K.

Watson らが、1987 年に発表した過度な関節可動域訓練を行わず、active traction と compression exercises が行える "Stress loading program"<sup>2)</sup> を 1988 年より採用し良好な成績を得られたので報告する。

**Key words :** RSD, upper extremities, stress loading program, scrub, carry

**Address for reprints :** Masanori Taketomi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tamatsukuri Kouseinenkin Hospital, 1-2 Yumachi Tamayu-Cho, Yatuka-Gun, Shimane 699-02, Japan.

## 対象

1988年より1995年まで当院にてRSDと診断し“Stress loading program”を行った14症例について検討した。Komanらの診断基準(Table 1)<sup>3)</sup>のうち3項目以上満たすものを、RSDと診断した。疼痛の強い症例には、薬物療法(ロキソプロフェンナトリウム、ジクロフェナクナトリウム、ワクニシアウイルス接種家兎炎症皮膚抽出液等)を併用した。症例は、男性7名、女性7名計14名で、初診時年齢は38~71歳(平均52歳)、RSDの病期によるLankfordの分類<sup>4)5)</sup>では、Ⅰ期8名、Ⅱ期6名であった。発症誘因となった原疾患は、Table 2の通りである。

Table 1 Criteria for Reflex Sympathetic Dystrophy (Koman)

Pain	Autonomic dysfunction
Functional impairment	Trophic change

## 治療方法

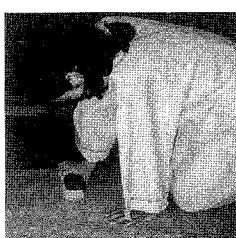
床においてベニヤ板を四つんばいになり、ブラシができるだけ力を入れてこする。床でこすれない場合は、板を机の上に置いて行う。最初は、3分間を1日3回行い、2週間後には、7分間を1日3回ないし10分間を1日2回までを増やすことを目標とする(以下ブラシ訓練)。歩行時、常に重いを持ち運ぶ。最初重量は、0.5kgから開始し徐々に增量する(以下鞄持ち訓練)。ただし、鞄持ち訓練は、患者自身疼痛が強く持ち運びできないことが多かったこと、効果に差異が認められなかつたため6症例しか行わなかった(Fig. 1)。

## 症例

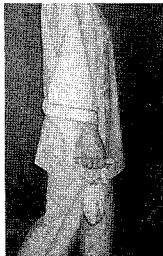
58歳女性。平成2年頃より右手指のしびれを訴え近医で手根管症候群の診断にて手根管開放術を受ける。術後1週で抜糸、それ以降腫脹、疼痛強くなつたため当院外来紹介された。RSDの診断で、ブラシ訓練開始後10日目より腫脹軽減、20日目より疼痛なしとなつた(Fig. 2)。

Table 2 Etiology of RSD

Phase	Etiology	Cases
First	Fracture of upper limb	4
	Tendon injury of hand	2
	Operation of rotator cuff rupture	1
	Operation of ulnar nerve palsy	1
	Total	8
Second	Trauma · sprain	2
	Operation of carpal tunnel syndrome	2
	Fracture of finger	1
	Operation of de Quervain	1
	Total	6



Left: Scrub



Right: Carry

Fig. 1 Stress Loading Program

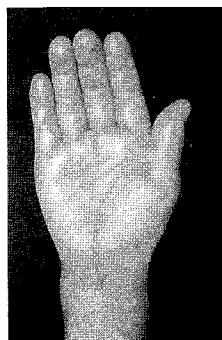


Fig. 2 Case Left: pre-exercise Right: Post-exercise

Table 3 Grade of pain and swelling at pre and post exercise

		First phase		Second phase	
		Pre*	Post**	Pre*	Post**
Pain	Pain at rest	5	0	6	0
	Pain at active movement	2	0	0	0
	Pain at passive movement	1	1	0	1
	No pain	0	7	0	5
Swelling	Surface imprint	8	0	2	0
	Edema, no surface imprint	0	1	4	1
	No swelling	0	7	0	5

\*Pre: Pre-exercise, \*\*Post: Post-exercise

Table 4 Score

Pain	0 point	Pain at rest
	1	Pain at active movement, no pain at rest
	2	Pain at passive movement, no pain at rest and active movement
	3	No pain
Swelling	0	Surface imprint
	1	Edema, no surface imprint
	2	No swelling
Total	5	

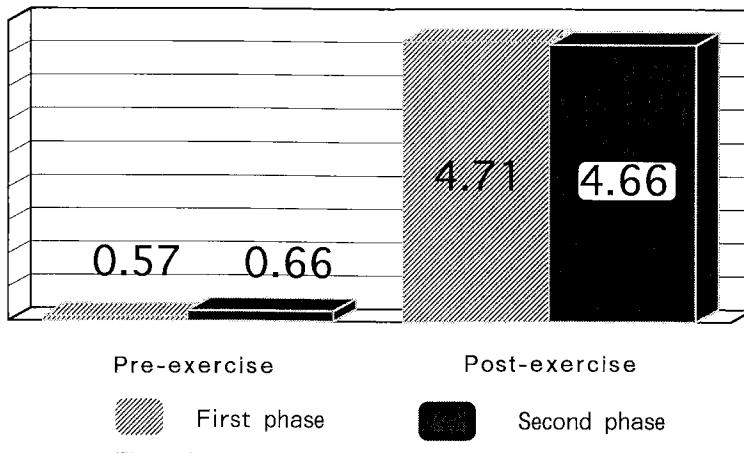


Fig. 3 Average at pre and post exercise (Total 5 points)

## 結果

RSD 発症から訓練までの期間は、I期で、7～42日（平均22日）、II期で3カ月～1年（平均6カ月）、症状改善までの訓練期間は、I期で4～28日（平均16日）II期で21～56日（平均34日）であった。訓練前後の疼痛、腫脹の変化は次の通りである（Table 3）。古瀬らの臨床症状評価基準<sup>6)</sup>の一部を抜粋し、5

点満点とし評価した（Table 4）。平均点数の推移は、I期では、訓練前0.57点が訓練後4.71点にII期は、訓練前0.66点が、訓練後4.66点に改善した（Fig. 3）。I期、II期ともに91%以上の改善率  

$$\left( = \frac{\text{治療後点数} - \text{治療前点数}}{\text{満点}} \times 100 \right)$$

であった。

## 考 察

1953年から様々な治療法が報告されているが、確実な方法はない。細動脈血管の緊張緩和による局所循環の改善およびコラーゲン組織の伸展性増加目的による温熱療法、TENS装着下の自動運動、筋力増強訓練など理学療法、消炎鎮痛剤による薬物療法、交感神経ブロック、硬膜外チューピングなどによる麻酔科治療、手術療法などがある。“Stress loading program”は、異常な交感神経反射を抑え、血管収縮、疼痛、腫脹等の反復する悪循環を遮断し、適度のストレスをかけることによって、血流改善、関節可動域訓練を行う。症状改善までの訓練期間は、Ⅰ期が平均16日、Ⅱ期が平均34日で早期診断早期リハビリの方が効果は高い。

## ま と め

“Stress loading program”は、簡便で非侵襲性であり安価で外来通院で自宅でも可能なりハビリ加療である。早期リハビリの方が、効果発現が高いためRSDの疑いがあれば積極的に行うべきと考えられる。

## 文 献

- 1) Bonica, J. Jetal.: Causalgia and other reflex sympathetic dystrophies. Postgrad Med, 5(3) : 143-148, 1973.
- 2) Watson, H. Ketal.: Treatment of reflex sympathetic dystrophy of the hand with an active “stress loading” program. J Hand Surg., 12A : 779-785, 1987.
- 3) Koman, L. Aetal.: Reflex sympathetic dystrophy. Operative Nerve Repair and Reconstruction,

Gelberman RH, Lippincott, Philadelphia : 1497-1523, 1991.

- 4) Lankford, L. L.: Reflex sympathetic dystrophy. Rehabilitation of the Hand. 3th ed, : 763-786, 1990.
- 5) Lankford, L. Letal.: Reflex sympathetic dystrophy, upper and lower extremity; Diagnosis and management. Am Acad Orthop Sur Course Lec26 : 163-178, 1977.
- 6) 古瀬洋一 他：上肢の反射性交感神経性ジストロフィーの治療. 臨整外, 29(2) : 175-183, 1994.

**質問** 北海道大学整形外科 加藤 博之  
Stageの進んだ重度のRSDに対しての効果はどうでしょうか。

**回答** 玉造厚生年金病院整形外科 武富 雅則  
当院においては、比較的軽度の症例が多く、Lankford分類のⅡ期にあたる症例は、症状改善に長期を要するものが多く、改善に難渋した症例もあった。

**質問** 星ヶ丘厚生年金病院 河井 秀夫  
stress loading programがどのようにRSDに効果を示すのかのメカニズムについて御教示下さい。

**回答** 玉造厚生年金病院整形外科 武富 雅則  
RSDは、精神的な因子も関与していることが多い、そういう意味で、ブラシ訓練は、患者に受け入れやすく、適度のストレスをかけることによって血流改善、関節可動域訓練が容易に行なえ、徐々に腫張、疼痛、関節可動域改善に対して効果を与える。

## 切断肢指再接着術後に発症した反射性交感神経性ジストロフィーの治療経験

広島大学医学部整形外科学教室

木村 浩彰・宗重 博  
木森 研治・生田 義和

Treatment of Reflex Sympathetic Dystrophy of the Upper Extremity after the Replantation Surgery

Hiroaki Kimura · Hiroshi Muneshige · Kenji Kimori  
& Yoshikazu Ikuta

Reflex sympathetic dystrophy (R.S.D.) is characterized by severe burning pain caused by surgical or traumatic insult to an extremity. We discuss R.S.D. of the upper extremity after the replantation surgery.

Five cases of R.S.D. of the upper extremity after the replantation (323 cases) were reviewed from 1972 until 1995. There were three males and two females. Their ages ranged between 42 and 54 years and the average age was 45.4 years. Amputation level was fingers in three cases, a wrist joint in one case and an upper arm in one case. Based on Lankford's classification, two cases were classified as major causalgia and three cases were classified as minor causalgia.

Neurotropin®, which is an extract isolated from the vaccinia of virus-inoculated and inflamed skin of rabbits, was effective only to one case of minor causalgia. SGB was fairly effective to one case of major causalgia. One case of major causalgia responded to transcutaneous electrical nerve stimulation only for a short period.

53-year-old female. Complete lesion at left wrist joint 10 years ago, and replantation was done immediately. She felt severe pain 1 year after injury, and diagnosed as major causalgia 7 years after injury. No treatment was effective. So, we decided to do peripheral nerve resection, including median, ulnar and radial nerves. After one week pain relief, pain recurred. However the severity and area of pain decreased.

An incidence of R.S.D. after nerve injuries is between 5 and 7%. The incidence of R.S.D. after replantation was 5/323 cases (1.6%). It is more likely to develop in partial lesions. Pathophysiology of R.S.D. is related to peripheral abnormality, central neurologic dysfunction, or both. Neurotropin® is believed to restore the function of the descending pain inhibitory system.

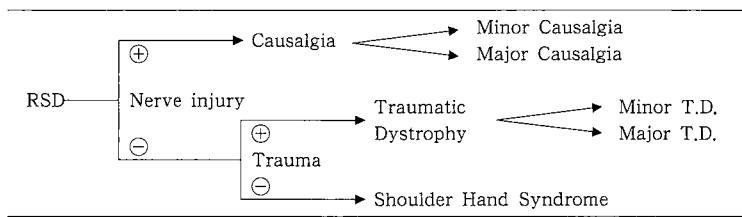
反射性交感神経性ジストロフィー：Reflex Sympathetic Dystrophy (以下 RSD と略す) は、外傷後に焼けるような痛み, allodynia (正常では疼痛を感じられない程度の刺激で疼痛を感じる), 広範な腫

脹をきたす症候群で、Lankford は RSD の誘因および症状により Table 1 の如く、神経損傷のあるものを causalgia とし、中枢の太い神経損傷の場合 major causalgia, 末梢の細い神経損傷の場合 minor causal-

Key words : R.S.D., upper extremity, treatment, replantation

Address for reprints : Hiroaki Kimura, M.D., Department of Orthopaedic Surgery Hiroshima University School of Medicine, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734, Japan.

Table 1 Lankford's Classification



gia と分類している。我々は1989年よりワクシニアウイルス接種家兎炎症皮膚抽出液（ノイロトロピン®）の内服を RSD 治療の第一選択としており、特に minor traumatic dystrophy に有効であることを報告してきた<sup>3)</sup>。しかし、神経損傷を伴う causalgia の場合、治療に難渋することも多い。神経損傷を伴う疾患として、我々は昭和 47 年より平成 7 年までの 23 年間に肢指の切断に対して再接着術を 323 例を行い、その内 5 例に RSD の発症を認めたので、これらの症例の病態と治療結果について報告する。

### I. 対 象

対象は男性 3 例、女性 2 例で、手術時年齢は 42 歳から 54 歳、平均 45.4 歳であった。切断部位は手指 3 例、手関節部 1 例、上腕 1 例で、RSD の治療開始は、術後 1 カ月が 2 例、術後 1 年 3 カ月、術後 3 年、術後 7 年がそれぞれ 1 例であった。切断肢指再接着術後の患者は神経損傷を必ず伴うので全例 causalgia と考えられ、神経損傷の部位により手関節部と上腕で切断された 2 例を major causalgia とし、手指で切断された 3 例を minor causalgia と分類した。

### II. 診 断 方 法

Lankford は、RSD の症状を疼痛、腫脹、拘縮、色調不良の基本的症状と、骨萎縮、温度変化、発汗の変化、血行の不安定性、手掌線維腫の二次的症状に分類している。我々はこの Lankford の診断基準を使用し、基本的症状のあるものを RSD と診断した。また診断時、感染症や骨折、外傷後血管収縮、外傷後血栓などを鑑別した。

### III. 治 療 方 法

RSD に対する初期治療はノイロトロピン® 1 日 4 錠から 6 錠の内服とし、その後症状の経過によって Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation :

TENS、星状神経節ブロック、温水冷水交代浴を併用した。また関節拘縮に対して装具療法を追加した。

### IV. 結 果

ノイロトロピン® の内服により minor causalgia の 1 例に疼痛と腫脹の減退を認めた。minor causalgia 2 例と major causalgia 2 例の計 4 例は効果がなかった。効果の見られた症例は、術後 4 週で発症しノイロトロピン® 1 日 6 錠をすぐに投与されていた。効果のなかった 4 症例は、発症後少なくとも 2 カ月以降に投与されており、RSD のタイプだけでなくノイロトロピン® の投与開始時間も考慮する必要があった。TENS は全症例を行ったが、長期的な効果はなかった。しかし、TENS 施行時にのみ major causalgia の 1 例で疼痛が軽減しており、RSD の関節可動域訓練時の除痛に有用と考えられた。星状神経節ブロックを minor causalgia 1 例と major causalgia 2 例の計 3 例に行い、major causalgia の 1 例に短期的な効果を認めた。我々は水関らの報告した温水・冷水交代浴を行っているが、全例で冷水浴時に寒冷時痛が強くなり、交代浴を続けることができなかつた。

### 症 例 1

54 歳男性、診断は minor causalgia である。右母指 IP 関節、示指 PIP 関節部を電気鋸で切断され、同日当院で再接着術が施行された。術後 3 週間固定後、自動運動を開始した。

術後 4 週で右手全体の疼痛と発赤、腫脹を示した。minor causalgia と診断し、直ちにノイロトロピン® を 1 日 6 錠处方した。術後 5 週で腫脹は軽減し始め、術後 12 週で右手の疼痛と腫脹は消失しノイロトロピン® の効果が認められた。術後 1 年で右母指と示指のしびれ感と寒冷時痛を残し症状固定した。



Fig. 1 10 years after replantation

Fig. 2 During peripheral nerve resection  
arrow: Neuroma formation of lt. median nerve

## 症例 2

53歳女性、診断は major causalgia である。肉切り機で左手関節部を切断され、同日再接着術が施行された。術後1年で左上肢に耐え難い疼痛が出現し、左手への腹部有茎皮弁、正中神経の神経腫骨内埋没術など計26回の手術を受けたが疼痛は軽減しなかった。術後7年で major causalgia と診断された。この症例ではノイロトロピン®の内服だけでなく、TENS や星状神経節ブロックなどの治療も全く無効であった。そのため術後10年で手術的治療を選択した。手術による機能障害を十分説明し、同意を得た上で、患側の正中神経、尺骨神経、橈骨神経を Tinel sign のある範囲まで切除した (Fig. 1, 2)。術直後に痛みは全く消失したが、術後1週より疼痛が再発し、末梢神経切除後7カ月の現在、術前より疼痛の程度と範囲は減少したもの疼痛は残存している。

## V. 考 察

神経損傷後の RSD の発症は比較的希で、5~7%との報告が多く、完全損傷より部分損傷に発症例が多い<sup>5)</sup>。肢指切断再接着術後では神経は完全に切断されており、RSD の発生頻度は 5/323 (1.6%) と低かった。宗重らは causalgia 17例にノイロトロピン®を処方し、著効は5例のみで、特に major causalgia の著効例は無かったと報告している<sup>3)</sup>。

RSD の発症機序は未だ不明で、单一の仮説では説明できないが、大きく分けて末梢説と中枢説がある。末梢説として、Doupe らは神経損傷部位で知覚神経求心路と交感神経遠心路との間に artificial synapse が形成され、交感神経の遠心性刺激がこのシナプスを介して知覚神経に伝わり灼熱感として感受される説を提唱している<sup>1)</sup>。また、Roland らは交感神経の遠心性刺激が神経損傷部の artificial synapse を介して知覚神経を逆行性に伝達され、末梢での化学伝達物質の放出を促し隣接する健常神経を刺激して疼痛が発生する説を提唱している<sup>4)</sup>。また山下らは変性した神経終末で substance P が増加することを報告し、これが隣接する正常神経を刺激し疼痛を発生するとともに、末梢組織で血管の拡張や浮腫を生じるとの仮説を述べている。

中枢説に関して、宗重らは RSD の発生原因として Gate control 説 (2型) で表現される中枢神経の下行性疼痛抑制系の機能低下を挙げている<sup>3)</sup>。また RSD の症例で、中枢神経系の血流低下や中枢神経における Fos 蛋白の出現も報告されている。今回、major causalgia の1例に末梢神経切除を行ったが、疼痛の回復は一時的にしか得られなかった。したがって、RSD の治療は中枢の治療と末梢の治療を同時に併用する必要があると考える。つまり、中枢神経に対する疼痛コントロールとして、下行性疼痛抑制系を賦活させるノイロトロピン®の投与や麻酔薬による神経ブロック、TENS を含めた中枢神経系の電気刺激と、末梢における星状神経節ブロックや局所静脈内ブロック、末梢神経切除などを同時に併用することが重要である。

## VI. ま と め

1. 肢指切断再接着後 323 例中 5 例 (1.6%) に RSD の発症を認めたので、RSD に対する我々の治療法について述べた。

2. 疼痛の残存する患者に対しては、末梢神経切除

術や中枢神経系の電気刺激などの治療も積極的に行う必要がある。

### 文 獻

- 1) Doupe, J., et al.: Post-traumatic pain and the causalgic syndrome. *J. Neurol Neurosurg Psychiatry*, 7: 33-48, 1944.
- 2) Lankford, L. L., et al.: Reflex sympathetic dystrophy, upper and lower extremity; Diagnosis and management. *Am Acad Orthop Surg*, 26: 163-178, St. Louis, C.V.Mosby, 1977.
- 3) 宗重 博 他: 上肢反射性交感神経性ジストロフィーの治療法の検討. *臨床整形外科*, 29: 185-192, 1994.
- 4) Roland, B.: The role of sympathectomy in the treatment of causalgia. *J. Bone Joint Surg.*, 35-B: 172-180, 1953.
- 5) Wynn, Parry, C. B.: Painful peripheral nerves and the painful stiff hand. Management of pain in the hand and wrist. 69-99. Churchill Livingstone: 69-99, 1991.

質問 大阪市立総合医療センター 古瀬 洋一

1. 受傷後4週で疼痛の出現した症例と受傷後1年で疼痛の出現した症例で発症のメカニズムに相違はありますか。

2. 展示された症例で受傷後1年で発症した例はその間痛みはなかったのですか。

回答 広島大学整形外科 木村 浩彰

1. RSDの発症メカニズム自体がはっきりしていませんので、その相違については不明です。

2. 痛みは常時ありましたが、耐え難い程度の痛みは術後1年頃から発生しました。

質問 北海道大学整形外科 加藤 博之

1. 切断肢再接着術後のRSDは通常のRSDに比較して、血流障害が疼痛の主体ではないでしょうか。

回答 広島大学整形外科 木村 浩彰

SGBや血管拡張剤によって除痛効果が得られる症例には、血流障害も疼痛に関与していると思われます。

## 橈骨神経浅枝および橈側皮靜脈の解剖

### — 医原性神経損傷の予防 —

京都府立医科大学整形外科学教室

徳永 大作・吉岡 慎二

玉井 和夫・平澤 泰介

大阪歯科大学解剖学教室

諏訪 文彦

### An Anatomical Study of the Superficial Branch of the Radial Nerve and Cephalic Vein — Prevention of Iatrogenic Nerve Injury —

Daisaku Tokunaga · Shinji Yoshioka · Kazuo Tamai  
Yasusuke Hirasawa & Fumihiko Suwa

Iatrogenic injuries of the superficial branch of the radial nerve caused by intravenous catheter penetration or by operative procedure for de Quervain disease are troublesome to patients with continuous irritable paresthesia. Twenty-eight embalmed cadaver specimen were utilized to study the anatomy of the radial nerve and cephalic vein. Of 28 hands, 27 (96.4%) showed crossness of the radial nerve and cephalic vein at the site between 5 cm proximal and 2 cm distal to the wrist joint. The averaged position of the crossness point was 10.6mm proximal to the wrist joint. Distance between the first compartment of the wrist extensors and the radial nerve was averaged 10.7mm. It is important to understand the anatomy of the radial nerve and cephalic vein to prevent iatrogenic nerve injuries.

### はじめに

手関節部橈側は伸筋腱群、橈側皮靜脈と橈骨神経浅枝が交叉して存在する部位であり<sup>4)5)</sup>、橈側靜脈内留置針穿刺あるいはドケルパン病に対する腱鞘切開術施行に際して医原性橈側神経浅枝損傷をきたすことがある<sup>1)3)</sup> (Fig. 1). 治療としては一般に保存療法が選択されるが、疼痛、知覚異常の回復には長期間を要する場合もある。今回この医原性神経損傷の予防の観点から、橈骨神経浅枝および橈側皮靜脈の解剖学的特徴を明らかにする目的で以下の検討を行った。

### 対象および方法

系統解剖学実習用屍体18体28手を使用した。前腕遠位1/2から手関節遠位2cmまでの領域について靜脈および皮神経を注意して展開した (Fig. 2).  
1. 計測点の設定 橈骨神経浅枝の母指への枝 (以下N1), 示指への枝 (以下N2), 中指への枝 (以下N3), 橈側皮靜脈, 長母指外転筋腱 (以下APL), 短母指伸筋腱 (以下EPB) の腱鞘 (伸筋腱第1区画) およびリストー結節を展開した。橈骨茎状突起遠位端で APLと EPB間にマーカーを刺入し, S点とした。次にリストー結節遠位端にマーカーを刺入し L点とした。橈側皮靜脈と橈骨神経浅枝との交叉する点を C点と

**Key words :** iatrogenic nerve injury, injection palsy, radial nerve, cephalic vein

**Address for reprints :** Daisaku Tokunaga, M.D., Department of Orthopedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi Hirokoji Kamigyo, Kyoto 602, Japan.

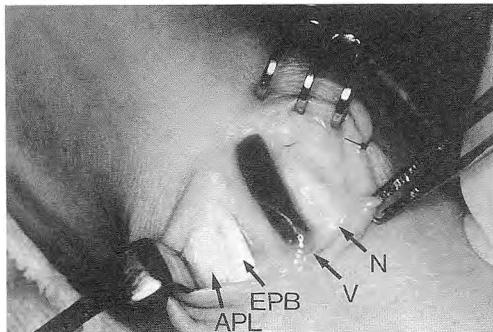


Fig. 1 Relationship of tendons, nerve and vein at the radial side of wrist joint, finding during surgery for de Quervain's disease. Left hand, dorsal view.  
 N: radial nerve, superficial branch.  
 V: cephalic vein.  
 APL: abductor pollicis longus.  
 EPB: extensor pollicis brevis.

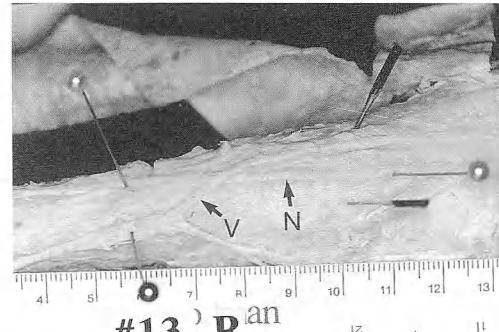


Fig. 2 Dissection of the radial side of the distal forearm.  
 N: radial nerve, superficial branch.  
 V: cephalic vein.

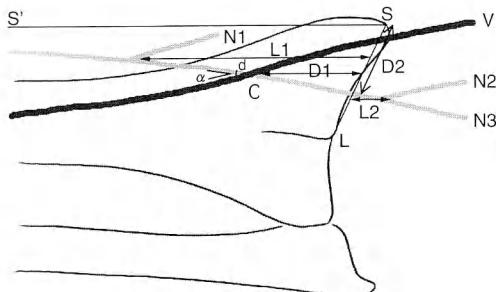


Fig. 3 Points of measurement.  
 V : cephalic vein  
 N1: radial nerve, superficial branch to the thumb  
 N2: radial nerve, superficial branch to the index finger  
 N3: radial nerve, superficial branch to the middle finger  
 S : distal margin of the radial styloid  
 L : distal margin of the Lister tubercle  
 S-S': parallel line to radial shaft  
 a: angle of cephalic vein and radial nerve  
 b: diameter of radial nerve

した。S点とL点を直線で結びS-L線とし、S点から橈骨幹部に平行に引いた線をS-S'とした。

2. 計測 C点、N1分岐点、N2分岐点からS-S'に平行に直線を引き、S-L線との交点までの距離をそれぞれD1、L1、L2として計測した。さらにS点と橈骨神経浅枝との距離をD2とした。D1、D2、L1、

Table 1 Result of measurements.

	n	range	mean $\pm$ SD
L1	20	14.4 ~ 53.3mm	37.9 $\pm$ 11.6mm
L2	27	-17.8 ~ 8.7mm	-6.4 $\pm$ 10.0mm
D1	27	-17.1 ~ 36.5mm	10.6 $\pm$ 15.3mm
D2	28	2.4 ~ 18.1mm	10.7 $\pm$ 4.0mm
d	28	1.4 ~ 3.4mm	2.6 $\pm$ 0.5mm
a	26	11.1 ~ 63.7°	22.3 $\pm$ 10.8°

L2の値はすべてS-L線（手関節）を基準として前腕近位方向を正、遠位方向を負の値とした。C点における橈骨神経浅枝の直径を計測して値dとした。さらにC点における橈側皮靜脈と橈骨神経浅枝のなす角度を $\alpha$ とした(Fig. 3)。

## 結果

Table 1に各計測結果を示す。橈骨神経浅枝と橈側皮靜脈が互いに交叉する点(C点)の位置は、S-L線の10mm以上遠位が2手(7.1%)、S-L線から10mm遠位までが5手(17.9%)、S-L線から10mm近位までが8手(28.6%)、S-L線から10mm以上近位が12手(42.9%)、互いに交叉しないものが1手(3.6%)であり、D1の平均は10.6mmであった(Fig. 4)。

橈骨茎状突起遠位端においてAPLとEPBの間と橈骨神経浅枝との距離(D2)は平均10.7mmであった。

橈骨神経浅枝の母指への枝の分岐点(L1)はS-L

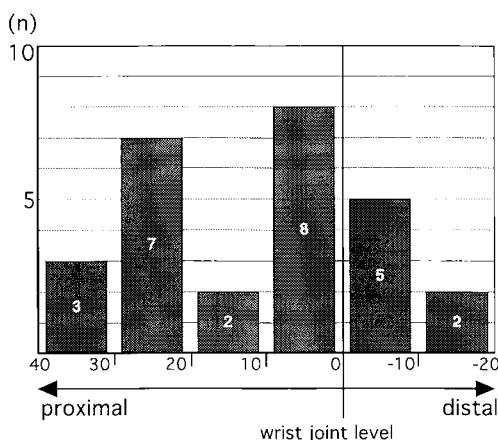


Fig.4 The overlapping point of radial nerve and cephalic vein.

線から平均 37.9mm 近位、示指・中指への分岐点 (L2) は平均 6.4mm 遠位にあった。この部における橈骨神経浅枝の直径 (d) は平均 2.6mm であり、橈骨神経浅枝と橈側皮靜脈のなす角 ( $\alpha$ ) は平均 22.3° であった。

### 考 察

医原性末梢神経障害の原因として、注射によるもの、手術に関係するもの、ギプス固定によるものなどがある<sup>1)</sup>。

注射による神経障害の原因としては神経毒によるもの、神経線維の機械的損傷、血腫形成や瘢痕形成によるものなどがあるが、静脈内留置針（外筒つき留置針）による麻痺はこのうち神経線維の機械的損傷によるものと考えられる。静脈内留置針（テルモ社製）の内径は18Gで0.95mmであり、橈骨神経浅枝の直径の平均2.6mmに対して約1/3の横径を有している。勝見は靜脈針が先細り注射針に比して神経の機械的損傷をきたしやすいこと、神経ブロック針および静脈針は bevel (針の先端の刃の部分) の面を神経線維に対して平行に刺入する方が損傷が少ないことを報告した<sup>2)</sup>。橈側皮靜脈への留置針刺入では bevel の面を静脈に対して直角にするため、静脈の穿刺の失敗による橈骨神経の穿刺によって神経線維の機械的損傷をきたしやすいためと考えられる。

橈側皮靜脈と橈骨神経浅枝の位置関係では、手関節から近位 5 cm、遠位 2 cm の範囲で 28 手中 27 手 (96.4%) において橈側皮靜脈と橈骨神経浅枝の交叉

が存在した。交叉する位置の平均は手関節より約 11mm 近位であり、この部は手関節橈側皮靜脈への留置針刺入に多く用いられ、皮膚上からの靜脈の同定の困難な患者に対する複数回の針の刺入に際して橈骨神経浅枝の損傷をきたす危険性が高いと考えられる。前腕の靜脈内穿刺は前腕近位部で行うことが望ましく、やむを得ず手関節部に穿刺する場合には、留置針を血管を貫通して刺入しないなどの注意が必要である。

手術に関係する神経障害としては駆血帯による麻痺、体位に関係した圧迫麻痺、術中操作によるものがあげられる。ドケルバン病に対する短母指伸筋腱および長母指外転筋腱の腱鞘切開術に際する橈骨神経浅枝損傷は術中操作によるものに含まれる。今回の結果では橈骨茎状突起遠位端において APL・EPB 間と橈骨神経浅枝との距離は平均 10.7mm であった。腱鞘切開術に際しては駆血下に橈骨神経浅枝を同定し、保護した上で手術操作を行うことが重要と考える。

### 結 語

1. 解剖実習用屍体手 28 手を用いて手関節部橈骨神経浅枝および橈側皮靜脈の解剖学的特徴について検討した。

2. 橈骨神経浅枝と橈側皮靜脈は手関節から近位 5 cm、遠位 2 cm の範囲で交叉を認めたものは 18 例 28 手中 27 手 (96.4%) であり、交叉する位置は手関節より近位 10.6mm の部位であった。

3. 橈骨茎状突起遠位端において伸筋腱第1コンバーメントと橈骨神経浅枝との距離は平均 10.1mm であった。

4. 橈側皮靜脈への留置針刺入、ドケルバン病に対する腱鞘切開術に際しては橈骨神経浅枝損傷の可能性に留意する必要がある。

### 文 献

- 1) 平澤泰介：医原性末梢神経障害、末梢神経障害、メジカルビュー社、170-179, 1991.
- 2) 勝見泰和：注射による末梢神経麻痺の実験的研究—機械的損傷の影響について—、京都府立医科大学雑誌、92 : 475-486, 1983.
- 3) 永吉洋次 他：注射による末梢神経麻痺について、中部整災誌、16 : 43-46, 1973.
- 4) Spinner, M.: Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand. J. B. Lippincott company, Philadelphia, 237-241, 1985.
- 5) 上羽康夫：手—その機能と解剖—、金芳堂、205-206, 238, 1989.

## 質問

むつ総合病院 西川 真史

橈骨茎状突起からブラインドにピンニングして安全な範囲というのは存在するでしょうか。目安となるものがあれば御教示下さい。

回答 京都府立医科大学整形外科 徳永 大作

橈骨茎状突起と橈骨神経浅枝はかなり近い位置にあり、ピンニングに際して損傷する危険も高いため、小切開を加えて神経を保護してからピンの刺入をすべきだと考えます。

---

## 上肢における腱・靭帯付着部の組織学的分類

金沢大学医学部整形外科学教室

池田和夫・森下 裕  
富田勝郎

Johns Hopkins 大学整形外科

EYS Chao

### New Classification of Soft Tissue Attachment to Bone from a Biomechanical Point of View

Kazuo Ikeda · Yutaka Morishita · Katsuro Tomita  
& EYS Chao

Classification of a soft tissue attachment to bone is traditionally oversimplified as either direct or indirect. The direct insertion includes four zones; bone, calcified fibrocartilage, uncalcified fibrocartilage, and tendon. Indirect insertion has the Sharpey's fiber which connects the bone to the tendon. The morphology of a soft tissue attachment varies among different anatomical sites, because of changes in loading conditions. In this study, we focused on the direct insertion because it carries a heavier load than the indirect insertion site. The attachment sites have been classified based on the insertion angle and by the thickness of the fibrocartilage layers at the insertion site. Various sites of normal soft tissue attachment of canine and human cadavers were investigated. The specimens were prepared using a common undecalcified technique and stained by toluidine blue. They were observed under polarized light microscope. The direct insertion was divided into three types; I) tensile load carrying type (perpendicular insertion with thick fibrocartilage), II) compression load carrying type (oblique insertion with thick fibrocartilage), and III) lower load carrying type (perpendicular insertion with very thin fibrocartilage). Insertion of the extensor carpi radialis tendon, flexor digitorum profundus tendon, and a part of deltoid muscle were classified as Type I. Insertion of the triceps brachii tendon and the supra spinatus tendon were classified as Type II. A part of the deltoid muscle, ligaments of the dorsal radio-lunate, and the dorsal scapho-lunate were classified as Type III. The advantage of this new classification system is that the attachment sites are defined based on histomorphological findings and are given significance from a biomechanical point of view. Hence, this classification system will provide insight to surgeons or researchers considering sacrifice or reconstruction of soft tissue attachments during surgery.

#### はじめに

これまで、靭帯・腱付着部の組織は direct insertion と、indirect insertion の二つに分類されてきた<sup>4)</sup>。前者は、骨・石灰化線維軟骨層 (calcified fibrocarti-

lage; C-FC)・非石灰化線維軟骨層 (uncalcified fibrocartilage; UC-FC)・腱の四層構造を持ち、これが一般的な付着部の形態である。後者は線維軟骨層がなく、シャーピー線維が靭帯と骨を結合している。これは、筋肉の付着部や膝内側副靭帯の一部に見られ

**Key words:** attachment, fibrocartilage, ligament, tendon

**Address for reprints:** Kazuo Ikeda, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine Kanazawa University, 13-1 Takaramachi, Kanazawa 920, Japan.

**Table 1** Classification of the soft tissue attachment from biomechanical point of view.

Type	Histomorphological findings			Biomechanical findings	
	C-FC	UC-FC	Angle	load	movement
I	a	thick	thick	perpendicular	strong tensile large
	b	thick	thin	perpendicular	strong tensile small
II		thick	thick	oblique	strong compression large
III	a	thin	thin	perpendicular	weak tensile large
	b	thin	very thin	perpendicular	weak tensile small

C-FC: calcified fibrocartilage layer

UC-FC: uncalcified fibrocartilage layer

Angle: angle of tendon/ligament insertion to plateau of attachment site

thick: over 200 μm

thin: under 100 μm

perpendiclar: from 60 to 90 degrees

oblique: from 0 to 59 degrees

る<sup>4)</sup>。我々は様々な部位の付着部を観察することで、この二つの分類だけでは各々の特徴を表しきれないことに気づいた。軟部組織付着部は、力が軟らかい組織(腱や靱帯)から、硬い組織(骨)に伝わるため、破損の危険性が高い。この危険を回避するために、緩衝領域として線維軟骨層が介在し、徐々に硬さを変化させていると考えられている<sup>2)</sup>。この線維軟骨層を観察することで、そこに作用する力を推測することも可能と思われる。我々は、靱帯・腱付着部への力学的特性が組織型に影響を及ぼすものと考え、生体力学的観点から細かい分類を試みた。

## 方 法

三匹のイヌと三体の新鮮屍体より標本を採取した。イヌからは三角筋起始部、棘上筋停止部、上腕三頭筋停止部、橈側手根伸筋起始部、膝蓋腱付着部、アキレス腱付着部を、ヒト屍体からは三角筋起始部、上腕三頭筋停止部、橈側手根伸筋起始部、尺側手根屈筋起始部、方形回内筋起始部、掌側舟状・月状骨間靱帯、手根横靱帶有鉤骨起始部、背側橈骨・三角骨間靱帯、背側有鉤・有頭骨間靱帯、深指及び浅指屈筋腱停止部、終止伸腱停止部を採取した。ホルマリン固定後、脱水及び脱脂を行い、メチルメサクリレートに埋めし非脱灰標本を作成した。標本をダイアモンドソーで切った後、約 80 μm にまで研磨した。トルイジンブルーで染色を行った後、偏光顯微鏡にて観察を行った。半自動定量ソフトウエア (Bioquant IV) を用いて、線維軟骨層の配列角度とその厚さを計測し検討した。線維軟骨層の厚さは、約 200 μm から 800 μm の部分を、

“厚い”とし、100 μm 以下の部分を“薄い”と表現した。また、線維軟骨層の進入角度は、60° 以上を“垂直”とし、59° 以下を斜走と表現した。これらの数値は、個体差と切片の作成角度による違いが大きく、統計学的に処理することができなかった。したがって、すべての所見は、“傾向にあった”という記述的所見である。

## 結 果

Direct insertion は、三型に分類された (Table 1)。I 型: 厚い線維軟骨層がほぼ垂直に配列している。この中で、厚い非石灰化軟骨層 (UC-FC) が認められるタイプを Ia とし、薄い UC-FC のタイプを Ib とした。II 型: 厚い線維軟骨層が斜めに配列している。III 型: 薄い UC-FC が認められるタイプを IIIa とし、非常に薄い UC-FC のタイプを IIIb とした。Ia の代表は、イヌの三角筋起始部の一部、棘上筋停止部の一部 (Fig. 1, 2-A), アキレス腱付着部であり、ヒトでは三角筋起始部の一部、上腕三頭筋停止部、橈側手根伸筋起始部、尺側手根屈筋起始部、方形回内筋起始部の一部、深指及び浅指屈筋腱停止部、終止伸腱停止部であった。Ib の代表は、イヌの膝蓋腱付着部であった。II の代表は、イヌの棘上筋停止部の一部 (Fig. 1, 2-B), 上腕三頭筋停止部の一部であった。IIIa の代表はイヌの三角筋起始部の一部、ヒトでは三角筋起始部の一部、掌側舟状・月状骨間靱帯、背側橈骨・三角骨間靱帯であった。IIIb の代表は、ヒトの手根横靱帶有鉤骨起始部、背側有鉤・有頭骨間靱帯であった。



Fig. 1 Supraspinatus insertion of the greater tuberosity of canine humerus. Arrow shows the vector of the load. Tensile load applies on area A and compression load applies on area B.

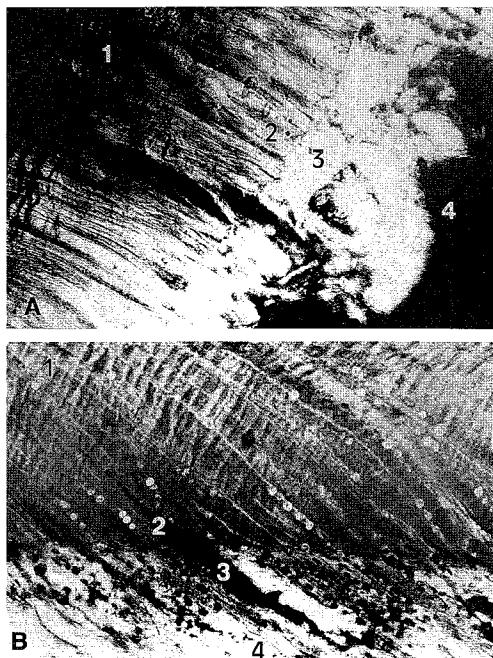


Fig. 2-A Type I-a is seen at area A of Fig. 1 which carries tensile load. Thick fibrocartilage layer inserts perpendicularly to bone.

-B Type II is seen at area B of Fig. 1 which carries compression load. Thick fibrocartilage layer inserts obliquely to bone.

- 1: tendon,
- 2: uncalcified fibrocartilage layer,
- 3: calcified fibrocartilage layer,
- 4: bone

## 考 察

腱・靭帯付着部は、力が軟らかい組織（腱・靭帯）から硬い組織（骨）に伝わる部分で、その接続部分は動きを伴うので破損をきたしやすい。生体はその移行部分に線維軟骨層を介在させ、徐々に硬さを変化させていく、破損を防止していると考えられる。様々な解剖学的位置の付着部に様々な方向・強さの力が加わっている。したがって、我々は古典的な direct insertion と indirect insertion の二種類にだけ分類する方法では、これら付着部の特性を表しきれないと考えた。Benjamin らは、屍体から採取した、上腕二頭筋、上腕筋、上腕三頭筋の前腕付着部の観察から、強い力の加わる部分には、厚い C-FC があり、動きの多い部分には厚い UC-FC が存在することを述べている<sup>1)</sup>。そこで、我々も C-FC と UC-FC の厚さに注目した。それと同時に、C-FC と UC-FC の進入角度にも注目した。

I a 型は古典的な direct insertion の組織像である。I a の存在する付着部はアキレス腱付着部や、三角筋起始部の一部などの強い張力の作用する部位である。この部位は張力が強く、動きも多いため、厚い C-FC と UC-FC が認められる。I b 型は、UC-FC が薄いかほとんど存在せず、動きの少ない付着部に認められる。イヌの膝蓋腱付着部は典型的な I b である。膝蓋腱付着部は、膝関節運動（約 140°）の間に、わずか 40° ほどしか動きがない<sup>3)</sup>。これは、膝蓋骨が介在するため、付着部の動きが少なくなっているのである。したがって Benjamin らの指摘したように<sup>2)</sup>、動きが少なければ緩衝地帯である UC-FC の存在意味が少ないことから、UC-FC 層が薄いことが考えられる。II 型は腱が骨を包み込む（イヌの三頭筋停止部など）部位に存在し、肢位によっては圧迫力が作用する部位である。つまり、肘屈曲位が強いと末梢側の腱付着部は肘頭を巻き込むようになり、骨を押しつける圧迫力が作用する。このような部位では、線維軟骨層は斜めに進入している。II 型は単独で存在せず、I 型から徐々に移行、変化していく。つまり、肘頭の中軸側は I 型で、徐々に進入角度は斜めになっていく、II 型となる。これは、イヌ棘上筋腱停止部でも明らかである（Fig. 1）。IIIa 型は I 型あるいは II 型のような腱付着部に比較して弱い力が作用する部位に存在する。つまり、手根靭帯付着部などが典型例である。また三角筋の肩峰起始部の下半分も IIIa である。このことから、肩峰下

半分には、強い力は作用していないことが推察される。したがって、肩峰形成術の場合肩峰下半分を削ったとしても、重大な機能不全を引き起こすことはないと考えられる。**Ⅲb型**は、手根靱帯の中でも動きの少ない背側有鉤・有頭骨間靱帯のような部位に特徴的である。

以上のように、腱・靱帯付着部の組織型は、各々の力学的条件により分類が可能であった。そして、この分類は各々の付着部の特性を表しているので、再建術等を考える際に有用であると考えている。イヌ膝蓋腱付着部の牽引破損実験は、そのひとつの例として参考になる<sup>3)</sup>。膝蓋腱に牽引力を加え脛骨付着部の破損実験を行った。C-FC進入角度を基準に、生理的角度内の牽引と、膝過伸展時の牽引の二種類の牽引条件を設定した点がユニークである。生理的範囲内で牽引が加わると、腱断裂が生じた。膝過伸展（非生理的、脱臼位）の角度で牽引が加わると、付着部剥離骨折が生じた。この剥離骨折は、腱断裂を生じるよりも半分以下の最大牽引応力で生じていた。このことから、骨・腱・骨を用いた膝前十字靱帯再建術の際に、C-FCの進入角度を考えた移植腱の方向は非常に重要であることがわかる。膝蓋腱付着部に限らず、このような考え方をもって手術式を考えることは意義のあることである。我々の分類は様々な部位に応用が可能であり、腱・靱帯の再建術、あるいは切離・剥離術を行う場合の参考になると考えている。

### 文 献

- 1) Benjamin, M., et al.: The structure of the insertions of the tendons of biceps brachii, triceps and brachialis in elderly dissecting room cadavers. *J. Anatomy*, 180: 327-332, 1992.
- 2) Benjamin, M., et al.: Fibrocartilage. *J. Anatomy*, 171: 1-15, 1990.

3) Benjamin, CM., et al.: Biomechanical analysis of the effect of loading angle on the failure mechanism of canine patellar tendon-tibia unit. *Transactions of the ORS*, 21: 30, 1996.

4) Woo, S.L-Y., et al.: The biomechanical and morphological changes in the medial collateral ligament of the rabbit after immobilization and remobilization. *J. Bone Joint Surg.*, 69(A): 1200-1211, 1987.

**質 問** 成羽病院 小倉 丘

腱・靱帯が隣接している部位がありますが、組織学的に両者の付着部が識別出来るのでしょうか？

**回 答** 金沢大学整形外科 池田 和夫

現在の染色法では、腱と靱帯の付着部は組織学的に区別できない。

**質 問** 慶友整形外科病院 伊藤 恵原

①この研究を基にして考えると、手術で腱・靱帯を固定する時、どの位の深さに骨溝を作製すれば良いでしょうか。

②Mytek等のdeviceで腱・靱帯を固定した場合このような解剖学的な修復が期待できるのでしょうか。

③骨孔に腱を移植固定した後、このような構造が再建されるまで、どの位の時間がかかると考えられますか。

**回 答** 金沢大学整形外科 池田 和夫

①少なくとも骨皮質は削っておく必要はあると思うが、骨髓の露出が必要かどうかは、わからない。

②骨溝を作成し、固定する工夫があれば可能かと考える。

③今後そのような実験も必要と考える。

## 胸郭出口症候群に伴う肩甲・上背部痛の解剖学的考察 — 肩甲背神経・動脈の走行 —

岩手医科大学整形外科学講座

和泉 在・沼田 徳生  
阿部 正隆

岩手医科大学解剖学第一講座

泉山 真由子・堀口 正治

Anatomical Background of the High Back Pain  
with the Thoracic Outlet Syndrome  
— Research on Routes of the Dorsal Scapular Nerve  
and Artery in Cadavers —

Akira Izumi · Norio Numata · Masataka Abe  
Mayuko Izumiyama & Masaharu Horiguchi

While chief signs of the thoracic outlet syndrome (TOS) are pain, sensory disturbance and weakness of the upper extremity, TOS often accompanies high back pain. We considered that the high back pain might be related to the nerve and artery supplying the rhomboideus major and minor muscles. Then we examined routes of the dorsal scapular nerve and artery on 29 sides and 91 sides of the dissecting room cadavers respectively.

In all cases the main origin of the dorsal scapular nerve was the fifth cervical nerve. And in 86.2% the nerve penetrated the scalenus medius muscle. From the results, it was suggested that organic change such as the narrowing of the space between the scalenus medius and anterior muscles by the adhesion of the two muscles or the hypertrophy of the scalenus medius muscle, simple traction of the plexus brachialis and functional change such as the hypertony of the scalenus medius muscle might cause draw and/or ligate the dorsal scapular nerve and damage the nerve to cause the high back pain.

On the other hand, the type B and type C dorsal scapular arteries (Outi et al, 1963) which arose from the subclavian or the axillary artery without forming a common trunk with the thyrocervical trunk, penetrated the brachial plexus and ran dorsally, were observed in 39.6%. In such cases the possibility that the dorsal scapular artery was pressed and damaged at the point through the brachial plexus or the costocervical space and the high back pain arose was considered.

### はじめに

胸郭出口症候群 (thoracic outlet syndrome; 以下 TOS) は、主に腕神経叢が種々の原因により、圧迫・伸展・捻転などの外力を受け、様々な症状を呈す

る症候群である。TOS は、頸部・肩・上肢などの疼痛・知覚障害・脱力を主症状とする一方、肩甲・上背部痛（特に両肩甲骨間の痛み）を伴うことが多い（平成7年、当院外来におけるTOS患者149例中62例）。肩甲・上背部痛の原因として、姿勢・特定の筋の酷使・

**Key words:** entrapment neuropathy, thoracic outlet syndrome, dorsal scapular nerve and artery, high back pain  
**Address for reprints:** Akira Izumi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Iwate Medical University Hospital, 19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020, Japan.

個人の生活様式<sup>1)</sup>・交感神経系の関与<sup>7)</sup>などが考えられているが、著者らは、TOSに伴う肩甲・上背部痛には、両肩甲骨間に存在する大・小菱形筋に分布する神経・血管が関与するのではないかと考えた。そこで、これらの筋に分布する肩甲背神経と肩甲背動脈の走行を調査した。

## 対 象

肩甲背神経については、平成7年度解剖学実習で使用した遺体15体29側を調査し、肩甲背動脈については、平成7年度解剖学実習で使用した遺体16体28側と昭和63年から平成2年の学生実習レポート（教室員によってチェックされたもの）40体63側の計56体91側を調査した。

## 結 果

### ・肩甲背神経

大・小菱形筋を支配する肩甲背神経の主幹は、全例

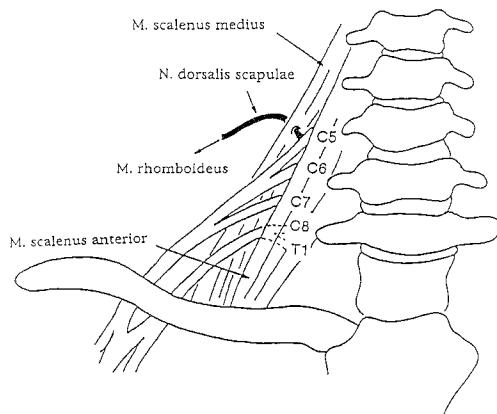


Fig. 1 Root of dorsal scapular nerve

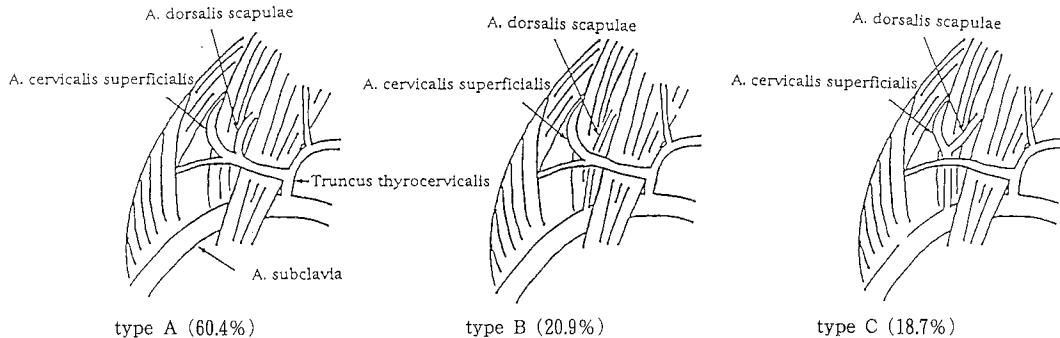


Fig. 2 The classification of dorsal scapular artery (Outi, et al.: 1963)

でC5から起始し、4側（13.8%）では斜角筋三角部を通過し、残りの25側（86.2%）では中斜角筋を貫いて出現した。また8側（27.6%）では、その後に肩甲挙筋を貫いた（Fig. 1）。

### ・肩甲背動脈

大内らの分類<sup>4)</sup>に従い、浅頸動脈と共同幹（頸横動脈）を形成し甲状頸動脈から分岐するものをA型、共同幹を形成せずに直接鎖骨下動脈または腋窩動脈より分岐するものをB型、共同幹を形成するが甲状頸動脈ではなく鎖骨下動脈または腋窩動脈より分岐するものをC型とした。

今回の調査では、A型が55側（60.4%）、B型が19側（20.9%）、C型が17側（18.7%）にそれぞれ認められ、直接鎖骨下動脈または腋窩動脈より分岐するB型・C型の合計は36側（39.6%）であった。これらB型とC型の場合には、肩甲背動脈が腕神経叢の間を通過するが特徴であった（Fig. 2）。

## 考 察

肩甲背神経の主幹は全例でC5から起きており、86.2%で中斜角筋を貫き、残りは斜角筋三角部を通過し菱形筋に分布していた（Fig. 1）。よって著者らは、斜角筋三角部の癒着・瘢痕などの器質的変化や、腕神経叢の牽引や中斜角筋の肥大などの機械的影響、あるいは中斜角筋の筋緊張亢進などの機能的変化が肩甲背神経を障害し、肩甲・上背部痛を起こすのではないかと考えた。片岡ら<sup>2)</sup>は、腕神経叢造影によってTOSを4つの型に分類し、牽引所見のある型には肩凝りや頸部痛・肩甲部から背部の痛みなどが多いと報告している。この報告は、牽引によって腕神経叢の上位の神経である肩甲背神経が障害を受ける可能性があるとする著者らの考え方と合致する。一方、中土ら<sup>3)</sup>は、TOS

の発症メカニズムとして、なで肩型すなわち頸椎に対する肩の相対的低位置が基盤となり、元々緊張状態にある腕神経叢や鎖骨下動脈に何らかの負荷が加わって発症するのではないかと報告している。著者らは、当科の肩甲・上背部痛を呈する TOS 患者にもなで肩型が多い印象を受けている。このことからも牽引による肩甲背神経の障害と同症状の発現との関わりが考えられる。

園田<sup>7)</sup> や高橋<sup>8)</sup> は、TOS の一般的手術法である経腋窓第一肋骨切除術後の肩甲部や背部の症状改善率が低いと報告した。術後に残る症状の原因として、上述した牽引の関与の他に中斜角筋の肥大・筋緊張の亢進および、斜角筋三角部またはそれより末梢の腕神経叢の癒着・瘢痕形成などが考えられる。このことは、Roos<sup>5)</sup> が upper plexus type のみの症状であれば斜角筋切除及び異常索切除が望ましいとしている点、また、自験例で、第一肋骨切除施行後も同症状が消失しなかった例に斜角筋三角部の神経剥離術を施行し、症状改善を得たことからも裏付けられる。斜角筋三角部の癒着・瘢痕形成の原因としては、下田らが報告している交感神経の関与も考えられるが、頻回に行われた同部への block 療法もあげられる。また、その他の原因として、中斜角筋の筋膜を貫く肩甲背神経が、第一肋骨切除によって停止を失った同筋の退縮によって影響を受けたり、除圧されない状態が続くことも考慮されるべきと考える。

肩甲背動脈についての調査の結果、浅頸動脈と共同幹（頸横動脈）を形成しない大内の B 型（20.9%）と、共同幹を形成するが甲状腺動脈幹から分岐しない C 型（18.7%）は、合わせて 39.6% に認められた (Fig. 2)。これらの型の肩甲背動脈は、腕神経叢の間を通過して背側に向かうのが特徴であった。著者らは、この 39.6% に観察された肩甲背動脈に関しては、肋鎖間隙あるいは腕神経叢を通過する部位で障害を受ける可能性があると考えた。しかし、近年、TOS の 98% は腕神経叢の障害と考えられ、血管が関与するものは 2% 程度 (Roos) とされており、肩甲背動脈の圧迫による肩甲・上背部痛の出現は、一つの可能性として考慮するにとどめる。

## ま　と　め

TOS に伴う肩甲・上背部痛の原因として、斜角筋三角部の癒着・瘢痕などの器質的变化や、腕神経叢の牽引や中斜角筋の肥大などの機械的影響、または中斜角筋の筋緊張亢進などの機能的変化による肩甲背神経の障害が示唆された。

また、大内の B 型 C 型を合計した 39.6% に関しては、肩甲背動脈が肋鎖間隙または腕神経叢を通過する部位で障害を受ける可能性も示唆された。

## 参 考 文 献

- 1) 阿部正隆：肩凝りの新しい診断・治療。治療, 76 : 2764-2765, 1994.
- 2) 片岡泰文 他：胸郭出口症候群の病態—腕神経叢造影を用いて。日整会誌, 68 : 357-366, 1994.
- 3) 中土幸男 他：装具を併用した胸郭出口症候群の保存療法。整・災外, 33 : 701-706, 1990.
- 4) 大内 弘 他：頸横動脈及び肩甲上動脈について。解剖誌, 38(1) : 付 I-2, 1963.
- 5) Roos, D. B.: The Place for scalenectomy and first-rib resection in thoracic outlet syndrome. Surgery, 92(6) : 1077-1085, 1982.
- 6) 下田栄彦 他：胸郭出口症候群に対する神経ブロック療法。ペインクリニック, 12 : 39-44, 1991.
- 7) 園田 勉 他：胸郭出口症候群の手術成績。整・災外, 38 : 316-318, 1989.
- 8) 高橋信男 他：胸郭出口症候群に対する第 1 肋骨切除術の成績。中部整災誌, 35 : 843-844, 1992.

質 問 慶友整形外科病院 伊藤 恵康

第 1 肋骨を切除した後、一時的に肩甲部の症状が増悪することがある。これは第 1 肋骨切除により Plexus が下垂したため上方の肩甲背神経・肩甲上神経が牽引されたためと考えて良いか。

回 答 岩手医大整形外科 和泉 在

第一肋骨切除後の、中斜角筋挙上による神経障害も可能性は考えられます。又、神経 block 治療も行われますが、それによる癒着によって、同症状が出る可能性もあると思っています。

## 手根管症候群に対する長掌筋腱移行術の経験

鈴鹿回生総合病院整形外科

富田 良弘・藤澤 幸三  
加藤 公久・志本 忠彦  
樋口 泰光

Palmaris Longus Tendon Transfer for Carpal Tunnel Syndrome

Yoshihiro Tomita・Kouzou Fujisawa・Kou Katou  
Tadahiko Kushimoto & Yasumithu Higuchi

In the last 6 years we have diagnosed, and surgically treated 109 hands with carpal tunnel syndrome.

Of these 10 hands had a marked impairment of thumb opposition. On 10 hands we have practiced opponenoplasty by palmaris longus tendon transfer. The patients were all female, and 41 to 67 years old with an average age of 55.8. The follow up period varied from 6 months to 48 months, with an average of 15.0 months.

The results of this method were evaluated by examining the angle of radial abduction, palmar abduction, nail angle, pinch strength, opposing thumb to finger, buttoning ability.

The angle of radial abduction and palmar abduction were obtained average of 56.5° and 47.5°, and another functions were obtained good results.

We think early tendon transfer for marked impairment of thumb opposition due to carpal tunnel syndrome is a temporary internal splint. So we think the palmaris longus tendon transfer without pooley is a good and simple method.

### はじめに

母指の対立機能障害を合併した重症の手根管症候群では横手根靱帯の切離のみでは機能回復が得られないことが多い。我々の施設では横手根靱帯の切離に加えて長掌筋の移行術を追加している。本法には現在ブーリーの設置の有無や母指背側への移行腱の縫着法などによりいくつかの変法がある。当施設では Camitz 法<sup>1)</sup>に準じてブーリーは設置せず、移行腱も 2 分せずに縫着する最も簡便な方法を用いている。自験例 10 例とともに若干の考察を加えて報告する。

### 対象

過去 6 年間に手根管開放術を行った症例は 109 例であり、このうち明らかな母指対立機能障害があり日常生活動作に不自由をきたし著しい母指球筋の萎縮を認めた 10 例に長掌筋腱移行を行った。この 10 例は全例が女性で、手術時年齢は 41 歳から 67 歳で平均は 55.8 歳であり、右 6 例左 4 例であった。術前の電気生理学的検査では 6 例で短母指外転筋の複合筋活動電位 (cmap) が検出不能であり、7 例で遠位感覚神経伝導速度 (scv) が検出不能で、うち 5 例が双方とも検出不能であった。発症から手術までの期間は 6-48 ヶ月平均 15.0 ヶ月であり、最終機能評価を術後 7-30 ヶ月

**Key words:** carpal tunnel, median nerve, tendon transfer, palmaris longus, opponoplasty

**Address for reprints:** Yoshihiro Tomita, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Suzuka Kaisei General Hospital 5-23-18 Zike, Suzuka city, Mie 510-02, Japan.

Table 1 Scoring of Clinical Evaluation (Miura et al)

Score	2	1	0
Radial abduction	more than 40°	30~40°	less than 30°
Palmar abduction	more than 40°	30~40°	less than 30°
Nail angle	more than 120°	100~120°	less than 100°
Pinch strength	more than 4 kg	2~4 kg	less than 2 kg
Opposing thumb to finger	to V th finger	to IV th finger	impossible
Buttoning ability	smooth	possible	impossible

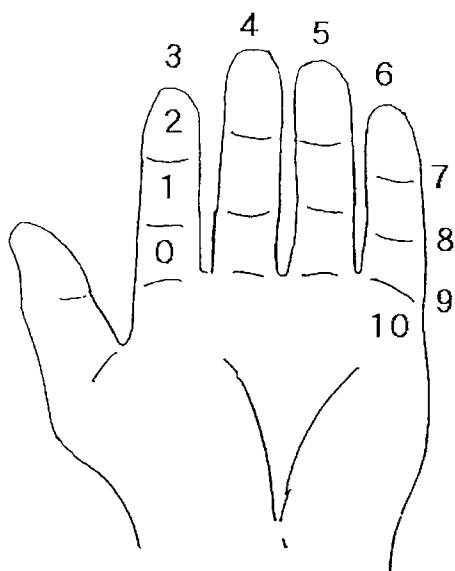


Fig. 1 Kapandji's test

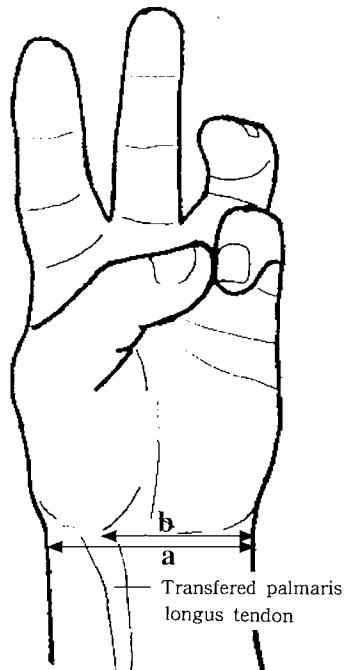


Fig. 2 Radial side shift of palmaris longus tendon

Table 2 Functional recovery after the surgery

	pre-ope	post-ope
Pinch strength (kg)	1.35 (0~3.4)	3.63 (2~6)
Radial abduction (°)	35.0	56.5
Palmar abduction (°)	31.0	47.5
Miura's score (点)		10.5
Kapandji's test (点)		8.9
SCV (m/s)	9.76	19.9
CMAP (mv)	0.08	3.31

平均18.9ヶ月で行った。

### 手術方法

手掌部に縦切開をくわえ手掌腱膜をつけた長掌筋腱を採取し末梢部で切離し長掌筋腱をナイロン糸にて束

ね母指球部の皮下を通して母指MP関節の背側にだし、MP関節やや遠位部橈背側へ縫着する。横手根靱帯を切離し手根管を開放し必要なら滑膜切除や神経外膜剥離を行う。次にI-II中手骨間を母指対立位で鋼線固定した後母指対立位で3週間ギプス固定を行う。

### 調査項目

ピンチ力や橈側・掌側外転角に加え三浦らの判定基準 (Table 1)<sup>2)</sup>、カパンジーの評価基準 (Fig. 1) を用いて術後の機能評価を行った (Table 2)。

ブーリーを設置していないことによる移行腱の手関節掌側部での橈側への偏位度 (Fig. 2) を調査した。電気生理学的検査を合わせて行った。

## 結 果

最終機能評価を術後7-30ヶ月平均18.9ヶ月で行った(Table 2)。

ピンチ力は術前1.35(0-3.4)kgより術後3.63(2-6)kgに向上了し橈側外転と掌側外転は術前それぞれ35度と31度より術後56.5度と47.5度に向上了。

術後のカバンジーテストは8.9点で三浦の評価では10.5点であった。

電気生理学的検査ではCMAPは術前0.08mvより術後3.31mvとなりscvでは9.76m/sより19.9m/sとなった。手術創は平均60.6mm(51-95mm)であった。

術後の長掌筋の橈側偏位は0.52から0.77(平均0.69)であり、三浦の評価点数と相関関係は認められなかった。

## 考 察

母指球筋の萎縮が強く母指の対立機能障害の強い手根管症候群では手根管の開放だけでは機能の回復に時間がかかるることは多く報告されている。早期より母指の対立機能を得るために腱移行が必要であるといわれている。我々はこの際には長掌筋腱の移行を用いている。その長所としては

- 1, 長掌筋は短母指外転筋の協同筋
  - 2, CTSでは長掌筋は神経除圧と同一の術野で処置ができる
  - 3, プーリーが不要
  - 4, 腱移行による力源の機能的損失が少ない
- の4点が従来よりいわれている。また手根管の除圧により麻痺筋が回復しても移行した長掌筋が障害になら

ないことも長所といわれている。我々の症例ではプーリーを使わずに移行腱の縫着も単純化した。津下法やBrand法などではMP関節の安定のため移行腱を二分して縫着するが一本のまま橈背側へ縫着しても母指の機能は充分回復することが判った。プーリーのないことによる移行腱の橈側への偏位が機能を左右することもなく長掌筋の移行ではプーリーは不要と思われた。このような単純化した術式のため手掌内の皮切で手術を行なえるので術後の肥厚性瘢痕も生じにくい。今回の調査でも手関節部の有痛性の肥厚性瘢痕を訴えたものはいなかった。

## 結 語

1. 母指対立機能障害の強い手根管症候群10例に対し長掌筋腱の移行術を手根管の開放と同時に行った。

2. 移行腱の母指への縫着を簡便化する事により手掌部の皮切を短くでき、術後の肥厚性瘢痕の発生を少なくできた。

3. 術後の母指対立機能の回復は良好であり、移行腱の走行や術後の電気生理学的な所見により影響されなかった。

## 文 献

- 1) Camitz, H.: Surgical treatment of paralysis of opponens muscle of thumbs. Acta Chir Scand, 65: 77-81, 1929.
- 2) 梁瀬義章 他:末梢神経麻痺に対する早期腱移行術. 日手会誌, 11:490-493, 1994.
- 3) 金谷文則 他:母指対立再建例の検討. 日手会誌, 789-792, 1994.
- 4) 北條 博 他:手根管症候群の母指対立機能再建術における長掌筋の応用. 日手会誌, 143-147, 1984.

## 前腕内側皮神経を用いた神経移植術の検討

埼玉医科大学整形外科学教室

大森祐宏・薬師寺誠一郎  
坂田悍教・二ノ宮節夫

Nerve Graft Using the Medial Antebrachial Cutaneous Nerve

Masahiro Ohmori · Seiichirou Yakushiji · Takenori Sakada  
& Setsuo Ninomiya

The medial antebrachial cutaneous nerve was used as a graft in injuries to seven digital nerves, one common digital nerve and one median nerve. The patients were eight men and one woman who were 20 to 63 years old (mean, 38 years). Length of graft was 2-3 cm (average, 2.8cm). The follow-up ranged from 6 months to 6 years (average, 4 years).

The postoperative two-point discrimination was 5.7mm on average. Six of the nine nerve grafts resulted in diminished light touch of Semmes-Weinstein monofilament sensory test, and three in diminished protective sensation.

We examined a cross sectional area of the digital nerve and the medial antebrachial cutaneous nerve in six fresh cadavers using histomorphometric analysis the area ranged from 0.84-2.02mm<sup>2</sup> (average, 1.32mm<sup>2</sup>) and 0.73-1.85mm<sup>2</sup> (average, 1.32mm<sup>2</sup>), respectively. The fascicular cross sectional area of these nerves ranged from 0.12-0.69mm<sup>2</sup> (average, 0.35mm<sup>2</sup>) and 0.28-0.54mm<sup>2</sup> (average, 0.36mm<sup>2</sup>), respectively. By Student's t-test, there were no statistically significant differences in measured parameters between the medial antebrachial cutaneous and digital nerves ( $p>0.05$ ). We thus found the medial antebrachial cutaneous nerve to be an excellent donor graft for repair of the digital nerves.

### 目的

指神経損傷や手関節部神経部分損傷で端々縫合が不可能な例に対し、われわれは donor として前腕内側皮神経を用いた神経移植術を行い、良好な術後成績が得られたので報告する。さらに、日本人における前腕内側皮神経と指神経の断面積を測定し神経の適合性について検討した。

### 症例

1990年から1995年まで6年間の9例について検討を加えた。9例の内訳は男性8例、女性1例であり、手術時年齢は20-63歳（平均38歳）であった。受傷部位は固有指神経7例、総指神経・正中神経部分断裂

各1例で、受傷後手術までの期間は2ヶ月から5ヶ月（平均2.6ヶ月）であった。神経の欠損範囲は2-3cm、平均2.8cmであり、術後経過観察期間は6ヶ月-6年（平均4年）であった（Table 1）。

### 結果

術後の二点識別覚（2PD）は static では5-9mm（平均5.7mm）、moving では4-7mm（平均5.2mm）であった。Semmes-Weinstein 知覚テストでは6例は diminished light touch で、3例は diminished protective sensation であり、有効な知覚が得られていたが、この内2例は総指神経損傷、正中神経部分断裂であり他の症例より知覚回復が劣っていた（Table 2）。しかし、全例とも日常生活動作に支障な

**Key words:** digital nerve, nerve graft, medial antebrachial cutaneous nerve

**Address for reprints:** Masahiro Ohmori, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Saitama Medical School, 38 Morohongo, Moroyama, Irumagun, Saitama 350-04, Japan.

Table 1 Data on Patients

No	Age · Sex	Site of Repair	Time Interval from Injury to Operation (Mos)	Length of Graft (cm)	Length of Follow-up (Mos)
1	39 M	Middle	5	2	72
2	63 M	Index	2	3	72
3	24 F	Middle	2	3	66
4	39 M	Common digital nerve	2	3	60
5	40 M	Little	2	3	60
6	27 M	Index	2	2	54
7	48 M	Middle	5	3	36
8	42 M	Thumb	2	3	6
9	20 M	Median nerve	1	2	6

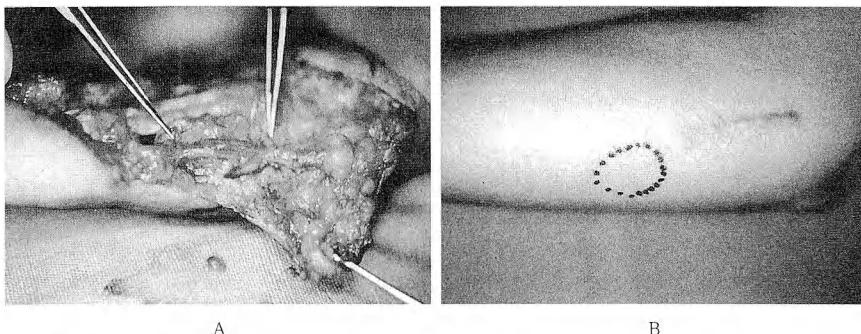


Fig.1 A: Digital nerve graft using medial antebrachial cutaneous nerve.  
B: Site of incision in the forearm for removal of a two-centimeter graft from the medial antebrachial cutaneous nerve. The dotted area shows the zone of hypoesthesia resulting from the procedure.

Table 2 Evaluation of digital nerve grafts with the medial antebrachial cutaneous nerve

## 考 察

No	2PD (mm)		Semmes-Weinstein monofilament sensory test
	static	moving	
1	6	6	diminished protective sensation
2	5	4	diminished light touch
3	5	5	diminished light touch
4	8	7	diminished protective sensation
5	6	5	diminished light touch
6	5	4	diminished light touch
7	4	4	diminished light touch
8	4	4	diminished light touch
9	9	7	diminished protective sensation

く、現職に復帰していた。また、術後の donor の知覚障害は前腕近位尺側に 2×2 cm 程度認められるが (Fig. 1-B)、日常生活動作に支障は認められなかった。

神経移植術は、しばしば用いられているが、その donor 部位の選択に関してはさまざまな意見がだされている。現在、指神経損傷の donor としては、①腓腹神経、②外側大腿皮神経、③前腕外側皮神経、④前腕内側皮神経、⑤尺骨神経の背側枝、⑥血管柄付き神経、などがある。その中で特に多く用いられているのは腓腹神経、前腕外側・内側皮神経の 3 種類である。今回、われわれは donor として前腕内側皮神経を用いたその理由は、①同一視野で手術が可能、②神経の形態・断面積が指神経とほぼ同一、③ donor の採取が比較的簡単、④ donor の知覚障害の範囲が狭く、また手術瘢痕が小さく、内側で目立ちにくく、などの点からである。また、合併症として、前腕外側皮神経を用いた例では、Maxwell ら、McFarlane ら<sup>1)</sup>によ

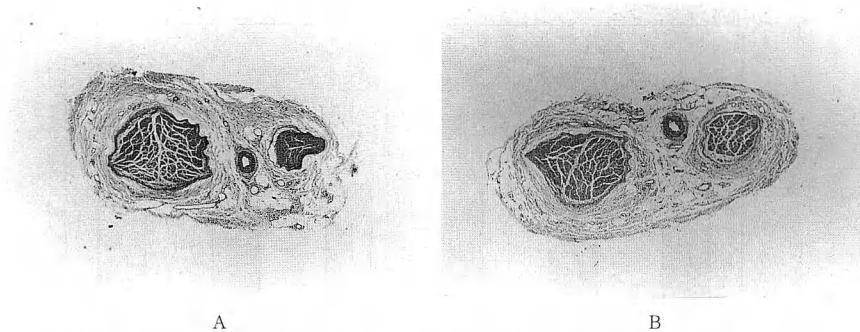


Fig. 2 Comparison of the funicular content of the medial antebrachial cutaneous and digital nerves. (Hematoxylin and eosin,  $\times 40$ ).  
A: Medial antebrachial cutaneous nerve  
B: Digital nerve

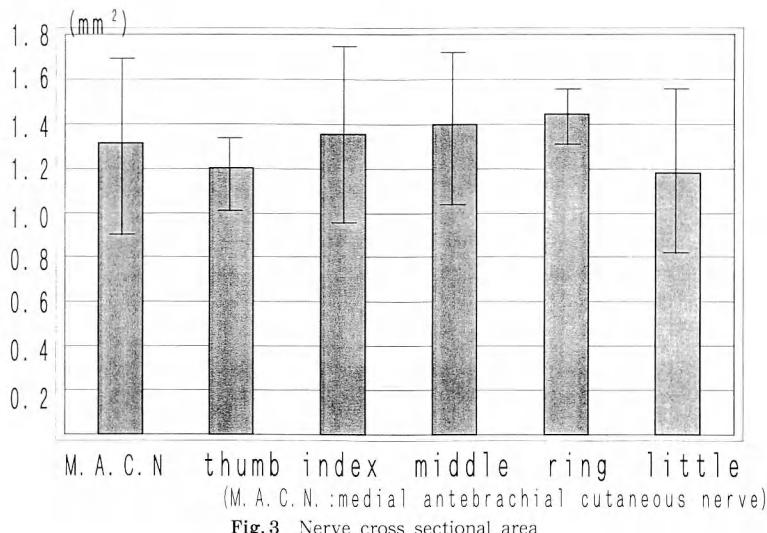


Fig. 3 Nerve cross sectional area

ると、母指の知覚障害が生じた例が報告されているが、前腕内側皮神経を用いた報告ではそのような障害はなく、前腕内側皮神経の方が知覚障害の範囲は狭いと思われる。

McFarlane ら<sup>1)</sup>、Tank ら<sup>4)</sup>は、前腕外側皮神経と指神経の組織学的検索を行い、両者は神経束の数や神経の形態がほぼ一致していると報告している。われわれも 6 例の新鮮死体を用い、前腕内側皮神経と指神経の組織学的検索を行い、両者で神経束の数・神経の形態がほぼ一致していることを確認した (Fig. 2)。さらにトルイジンープルー染色下で神経断面積を画像解析装置 IP-1000 (旭化成社製) を用いて測定した結果、上腕骨内顆より遠位 2 cm での前腕内側皮神経は平均

$1.32\text{mm}^2$ 、PIP 関節レベルでの指神経は平均  $1.32\text{mm}^2$  (母指  $1.2\text{mm}^2$ 、示指  $1.36\text{mm}^2$ 、中指  $1.4\text{mm}^2$ 、環指  $1.44\text{mm}^2$ 、小指  $1.18\text{mm}^2$ ) であった (Fig. 3)。同様に上述の同レベルで神経束断面積を測定すると、前腕内側皮神経は平均  $0.36\text{mm}^2$ 、指神経は平均  $0.35\text{mm}^2$  (母指  $0.39\text{mm}^2$ 、示指  $0.34\text{mm}^2$ 、中指  $0.36\text{mm}^2$ 、環指  $0.34\text{mm}^2$ 、小指  $0.34\text{mm}^2$ ) であった (Fig. 4)。ともに t-検定では差を認めなかった。

前腕内側皮神経の神経・神経束断面積を Moy ら<sup>2)</sup>の報告と比較検討しても (Table 3)，ほぼ同様な結果が得られ、日本人でも前腕内側皮神経は固有指神経の donor として適していると考える。

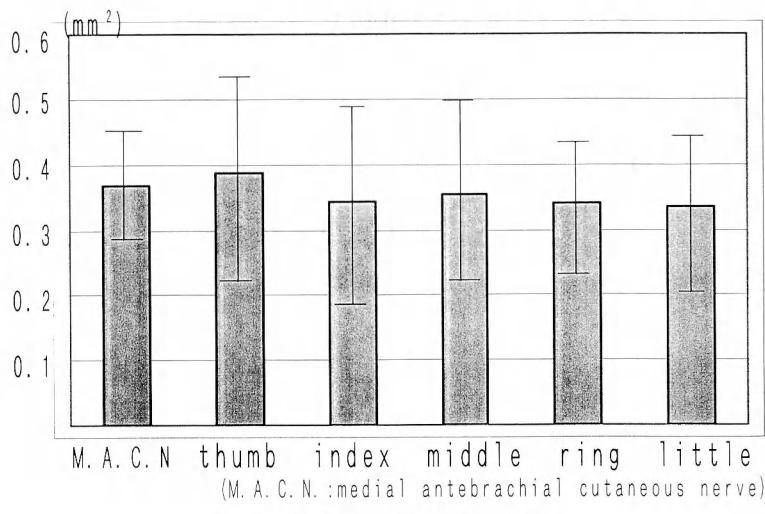


Fig. 4 Fascicular cross sectional area

Table 3 Cross sectional area of the medial antebrachial cutaneous and digital nerve

	Medial antebrachial cutaneous nerve (mm²)		Digital nerve (mm²)	
	Nerve cross section area	Fascicular cross section area	Nerve cross section area	Fascicular cross section area
Moy et al. (1995)	0.85~2.12	0.23~0.67	1.21~2.33	0.35~0.80
Our cases	0.73~1.85 (1.32±0.40)	0.28~0.54 (0.36±0.08)	0.84~2.02 (1.32±0.12)	0.12~0.69 (0.35±0.02)

## ま　と　め

1. 指神経損傷および手関節レベルの神経部分損傷で端々縫合不能例に対して前腕内側皮神経を用いた再建術を行った。
2. Donor の知覚障害も軽度で日常生活動作に支障は認めなかった。
3. 神経回復は static 及び moving 2PD で各々 5.7mm, 5.2mm で、Semmes-Weinstein 知覚テストで diminished light touch 程度の獲得が得られた。
4. 前腕内側皮神経は指神経の形態とほぼ一致し、また断面積は共に平均  $1.32\text{mm}^2$  であった。
5. 指神経損傷の再建に本法は有用である。

## 参 考 文 献

- 1) McFarlane, R. M, et al.: Digital nerve grafts with the lateral antebrachial cutaneous nerve. J. Hand Surg., 1 : 169-173, 1976.
- 2) Moy, O. J., et al.: Histologic evaluation of cutaneous nerves as digital nerve grafts. IFSSH., 6 : 199, 1995.
- 3) Nunley, J. A., et al.: Use of the anterior branch of the medial antebrachial cutaneous nerve as a graft for the repair of defects of the digital nerve. J. Bone J. Surg., 71-A : 563-567, 1989.
- 4) Tank, M., et al.: The lateral antebrachial cutaneous nerve as a highly suitable autograft donor for the digital nerve. J. Hand Surg., 8 : 942-945, 1983.

## Reliability of Elbow Flexion Test in the Diagnosis of Cubital Tunnel Syndrome

— Prospective Study in Normal Individuals —

Takahide Ikeda · Toshiro Futami · Nobuhito Kitazume

Akimasa Kobayashi & Yukio Tsukamoto

Department of Orthopaedics, Kitasato University East Hospital

### Introduction

In general, elbow flexion test (EF test) is believed to be one of alternative assessments in the diagnosis of cubital tunnel syndrome (Cu. T. S.). However, some controversies exist in actual maneuver of the EF test. Some authors have described that a positive rate of the EF test is significantly changeable depending upon the shoulder as well as the wrist positions and on the flexion time as well.

In order to clarify these controversial points, we performed the EF test while changing the positions as well as the flexion time in normal individuals.

Purpose of our investigation is to confirm the practical reliability of the EF test in the diagnosis of Cu. T. S.

### Materials and Methods

One hundred elbows were selected for the test materials from 50 normal individuals without any therapeutic history in the elbow nor any neurological problems. They were composed of 21 males and 29 females, with their ages ranging from 20 to 67 (34.4 years old in average). Table 1 shows the background of the individuals, such as occupation, sporting history, and dominant hand, as well as function of the elbow joint.

The present EF test was performed on 6 positions with a maximum test time of 5 minutes. The original position was defined as the supinated forearm and fully flexed elbow joint. The 3 test positions consisted of dorsiflexion, neutral, and volar flexion of the wrist, at zero degree of adduction and abduction in the shoulder joint. The remaining 3 test positions are the same of the wrist joint at 90 degrees of abductions in the shoulder joint. One minute recess was applied between tests on each position. The numbness or tingling at the ulnar side of the ring finger and/or little finger after the position infliction was defined as the positive status. The time until the positive appearance was measured for the study on the correlation with risk factors.

### Results

Thirty-three (11 males, 22 females; 29.1 years old in average), consisting of 16 pairs except for 1 elbow, proved positive. Negative 67 elbows were composed of 31 male and 36 female ones with an average age of 37.0. The time until positive appearance was distributed between 20 to 290 seconds with

---

**Key words :** elbow flexion test, cubital tunnel syndrome

**Address for reprints :** Takahide Ikeda, M.D., Department of Orthopaedics, Kitasato University East Hospital, 2-1-1, Azamizodai, Sagamihara 228, Japan.

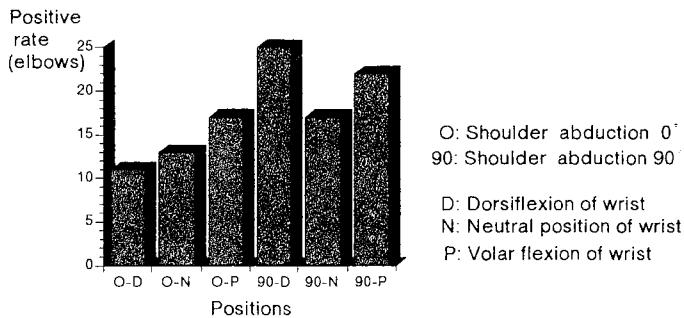


Fig. 1 Positive rate with various positions.

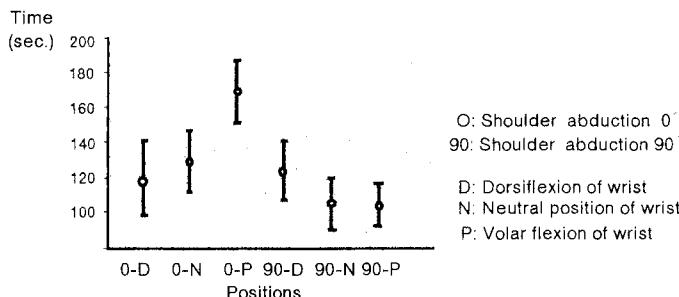


Fig. 2 Relation between positive rate and time.

an average of 125 seconds. Since most of the individuals were limited within medical occupations, the significant difference in occupations was not observed between positive and negative cases.

No significant difference in sporting history was detected either, where sporting was defined as the continuous exercise more than 2 years with a pace of at least 2 days a week.

Among positive 33 elbows, 17 were in dominant side. The elbow extension of the positive case was 4 degrees larger than that of the negative, in the viewpoint of joint motion and of carrying angle comparison.

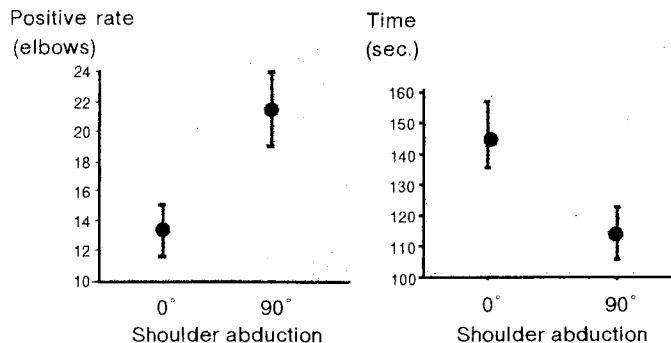
Seventeen elbows out of positive 33 ones showed the positive in Tinel's sign, where 3 elbows had ulnar nerve dislocation or subluxation from the sulcus ulnaris. No clinical problem that might cause the instability of the elbows was observed.

The positive rate depended upon the test positions. The position with dorsiflexion of the wrist at 90 degrees of shoulder abduction had the most highest positive rate found in 25 elbows. The second highest was found with the position of the volar flexed wrist at the same shoulder position, found in 22 elbows (Fig. 1).

The average time until the positive appearance varied with the test positions. The volar flexion of the wrist at 90 degrees of the shoulder abduction showed the shortest with an average of 101 seconds. The neutral position of the wrist at the same shoulder position was the second shortest with an average of 105 seconds (Fig. 2).

## Discussion

The sulcus ulnaris can be thought to be a kind of arcade composed of bones and some soft tissues. The ulnar nerve runs through this arcade. The following two soft tissues are supposed to give some



**Fig. 3** Relation between shoulder position and positive rate as well as time.

effects on the ulnar nerve through the flexion of the elbow joint; the medial collateral ligament located in the basal portion of the sulcus and the fibrous aponeurotic band (arcuate ligament) situated between two heads of the flexor carpi ulnaris muscle.

Several authors<sup>1)-5)</sup> have described that the maximum flexion of the elbow causes excessive tension on the arcuate ligament as well as the medial collateral ligament, resulting in the volume decrease and the internal pressure increase at the sulcus, and that the contraction of the flexor carpi ulnaris muscle and the shoulder abduction enhance this phenomenon. It is also supposed that the ulnar nerve itself may be considerably stretched by flexing the elbow and abducting the shoulder.

The present EF test paid particular attention to the positions of the shoulder and wrist joints together with the flexion time, since it was reported that positive change after 3-5 minutes of flexion, not 1 minute conventionally, would indicate the Cu. T. S., the test was kept up to 5 minutes as maximum.

We have had a similar tendency with Rayan<sup>2)</sup>'s results in 4 positions that the shoulder abduction gave higher positive rate; the positive rate at 90 degrees shoulder abduction was higher than in zero position, and the duration time until positive appearance at 90 degrees shoulder abduction was shorter than at zero degree when the other conditions on the test position were the same (Fig. 3). Among the position at 90 degrees in shoulder abduction, the dorsiflexion and neutral positions of the wrist showed higher positive rates, whereas the volar flexion and neutral position of the wrist had shorter flexion times. These results accord substantially with the previous reports by several authors.

Based upon the present survey, Tinel's sign, appearing in half of the positive cases, can be a risk factor for normal individuals, which accords with the report by Rayan et al<sup>2)</sup>. On the other hand, dislocation of the ulnar nerve has not always the correlation of the positive cases, contrary to some authors' opinions.

We speculate that the nerve dislocation will lessen the tension or stretching of the nerves by the elbow flexion, which may result in decrease in internal pressure at the sulcus.

Further comparison study with Cu. T. S. cases is required to determine the most desirable positions and flexion time for the diagnosis of this particular condition.

### Conclusion

1. Elbow flexion test with 6 positions was performed on 100 elbows in 50 normal individuals.
2. Thirty-three elbows proved positive (33%). Seventeen out of 33 showed the positive Tinel's

sign, which implied the correlation with the present test maneuver.

3. The positions of the shoulder and the wrist joints at the elbow flexion gave some effects on the positive rate and the flexion time until the positive appearance.

### References

- 1) Apfelberg, D. B., Larson, S. J.: Dynamic anatomy of the ulnar nerve at the elbow. *Plast Reconstr Surg.*, 51: 76-81, 1973.
- 2) Rayan, G. M., et al.: Elbow flexion test in the normal population. *J. Hand Surg.*, 17-A: 86-89, 1992.
- 3) Buehler, M. J., Thayer, D. T.: The Elbow Flexion Test—A Clinical Test for the Cubital Tunnel Syndrome—. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, 233: 213-216, 1988.
- 4) Vanderpool, D. W., et al.: Peripheral compression lesions of the ulnar nerve. *J. Bone Joint Surg.*, 50-B: 792-803, 1968.
- 5) Macnicol, M. F.: Extraneural pressures affecting the ulnar nerve at the elbow. *Hand*, 14: 5-11, 1982.

### 和文抄録

#### 肘部管症候群に対する Elbow flexion test の有用性

#### 第一報：健常肘における検討

北里大学東病院整形外科

池田貴英・二見俊郎・北爪伸仁

小林明正・塙本行男

Elbow flexion test は、肘部管における尺骨神経の entrapment neuropathy の補助診断検査法の一つとして考えられているが、検査肢位や屈曲時間により陽性率が異なると言う。我々は、本検査法の有用性を確認するため、健常肘 50 例 100 肘において肩、手関節の肢位や屈曲時間を考慮した検査方法で検討を行い報告した。検査肢位は、前腕回外位、肘関節最大屈曲位を基本肢位とし、初めに肩関節内外転 0 度において、手関節 a) 背屈位、b) 中間位、c) 掌屈位で、次

に肩関節外転 90 度においても同様に手関節 d) 背屈位、e) 中間位、f) 掌屈位の各々 6 つの肢位で最長 5 分間、両肘に検査を施行した。1 肢位でも陽性となつたものは、33 肘 (33%) であった。この内、肘部管における Tinel's sign 合併例は、17 肘 (52%) を占め本検査との相関性が考えられた。肘関節屈曲時における肩、手関節の肢位は、陽性率および陽性症状出現時間に影響を及ぼした。

モーニングセミナー

## リウマチ手の機能再建

広島県身障者リハビリテーションセンター

水 関 隆 也

Reconstruction of Rheumatoid Hand

Takaya Mizuseki

Surgeries of the rheumatoid are classified into joint synovectomy, tendon synovectomy, correction of finger wrist deformity secondary to joint destruction and/or attenuation of the ligament. In order to obtain best results, not only accurate surgical technique but also prehension of the rheumatoid activity, thorough evaluation of the hand, and demand of the patients in the ADL are necessary. Corrective surgery should not be planned with comparison to the normal hands as the affected hand has already accepted gradually progressed deformity in patients daily life. On the other hand, synovitis resistant to medical treatment even without radiological destruction is a candidate for synovectomy. Followings are the cardinal points in rheumatoid hand surgery.

Although synovectomy decreases pain, slower the joint destruction, it cannot withhold the destruction unless medically well controlled. Synovectomy is widely accepted in the wrist joint, less commonly in the PIP and MP joints.

In the wrist joint, excision of the ulnar head to make synovectomy easier is questioned by some because of possible carpal ulnar translation and unstable ulna end. However, in my opinion, these sequelae are preventable if soft tissue repair, including dorsal ligaments and TFCC is done properly and minimum amount of ulna end is excised. After synovectomy, partial carpal fusion is indicated when the cartilage destruction is limited to certain area. However, there is a tendency that spontaneous fusion will progress to the surrounding joints in the long course. Pan-wrist fusion is indicated when there is severe deformity and instability, like in mutilans type.

In the MP joint, when the joint destruction is minimal, synovectomy is indicated. After gross dislocation and destruction, resection arthroplasty is indicated when the patient does not want implant arthroplasty but the ROM gains are not predictable.

There are mainly two types of finger deformity; one swan-neck deformity, hyperextension of the PIP joint, and flexion of the DIP joint, and the other boutonniere deformity, vice versa. The former can occur from either hyperextension of the PIP joint or MP volar subluxation. The latter can occur mainly from PIP synovitis attenuating dorsal extensor mechanism. To treat this, pathology and condition of each joint should be well understood.

To treat extensor rupture in the dorsal wrist, either tendon graft or tendon transfer is chosen. In my preference, tendon transfer from EIP to EDC produces better results. Whichever one should choose, one should bear in mind not to create extension contracture of the MP joint due to the negligence.

The thumb is the key digit in rheumatoid patients too. If the 1st CM joint is destroyed, resection interposition arthroplasty is preferred to fusion. If the IP joint is unstable, fusion is indicated, provided other two thumb joints durable.

---

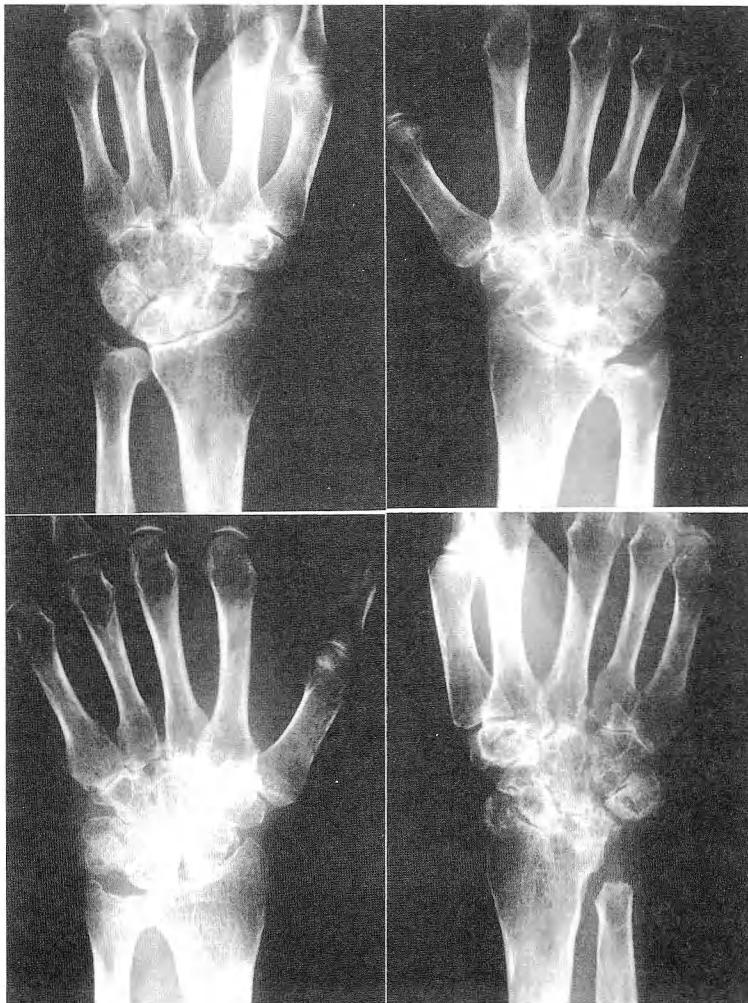
**Key words:** rheumatoid arthritis, synovectomy, tenosynovectomy, reconstruction

**Address for reprints:** Takaya Mizuseki, M.D., Hiroshima Prefectural Rehabilitation Center, 295-3 Taguchi, Saijyo, Higashi-Hiroshima 739, Japan.

## はじめに

多発性関節リウマチ（以下、RA）に対する手の外科的治療は1) 関節滑膜切除術、2) 筋腱滑膜切除術、3) 関節破壊、腱・靱帯の断裂、弛緩から生じる手指の変形矯正術に大別できる。それには正確な手技が要求されるのみならず、病勢の把握、罹患手の客観的評

価、患者のADL上での必要性などを術前に総合的に評価することが大切である。RAによる変形は緩徐に進行するので患者はこれによく適応していることが多いので健常者との比較で変形矯正を企ててはならない。逆に、内科的治療に抵抗性の滑膜炎は関節破壊の遅延、腱断裂の予防のため早期滑膜切除術が肯定される。



**Fig. 1** Bilaterally affected rheumatoid wrist. 64 year old lady.  
Top) X-P of both wrists in April 93. Both wrists were radiologically equally affected. In March 94, left wrist synovectomy was carried out, and in August 95, right wrist synovectomy was carried out.  
Bottom) In April 96, at follow-up, the right wrist showed marked deterioration of the joint as compared to the left wrist, which underwent synovectomy 1.5 years prior to the right wrist.

## 1. 手関節に対する手術

### A. 滑膜切除術

上肢の滑膜切除術のなかで最もその効果が認められているが、除痛効果、骨破壊の遅延効果を認めるものの RA の病勢がコントロールされない限り、骨破壊は経年的に確実に進行すると考えるべきである (Fig. 1)。適応は内科的治療に反応しない手関節滑膜炎、放置すると伸筋腱の断裂が予想されるような例にある。

手術は手関節背側より長軸に沿った直線、あるいは軽い S 字状の皮切で進入する。RA 患者の皮膚は脆弱なので急な曲線での切開は避ける。伸筋支帯を第 6 背側区画から開き、弁状に橈側へ剥離していく。この時、伸筋腱に滑液膜炎を認めればこれを除去する。尺骨頭の直上で TFCC を縦切し、尺骨頭を露出する。尺骨頭を 1.5cm ほど切除すれば、遠位橈尺関節、尺骨茎状突起前方の滑液膜切除が容易になる。手根橈骨関節は背側靱帯を鋭的に横切し、続いて手根間関節は縦切し、必要な滑液膜切除術を行う。術後、背側靱帯、TFCC を一次的に縫合できるか否かが手根骨尺側転位が起こるか否かを左右する。

今までの成書では滑膜切除術を少しでも完全に近づけるため尺骨末端切除術の併用の必要性を説いてきた。しかし、近年これに対し、尺骨末端切除術後手根骨が尺側に転位したり、切除断端が刺激症状を呈したりすることがあるので、尺骨頭を温存すべしとの報告<sup>2)</sup> がみられるようになった。しかし、尺骨頭を温存したままでは十分の滑液膜切除術が難しい場合が多く滑膜を取り残す危険性が高いことも念頭におく必要がある。

### B. 手関節部分固定術

手関節の動きをある程度温存しながら手関節の破壊、変形を予防しようという試みで手関節滑膜切除術の後、一部の手根骨と橈骨を固定する術式である<sup>7)</sup>。よく知られた術式には橈骨・月状骨間固定術、橈骨・舟状月状骨間固定術がある。しかし、部分固定術を施行された手関節も長期間の経過の間に周辺にまで骨癒合が進展し、全手関節固定術となる場合が多い。

### C. 全手関節固定術

手関節の橈骨手根骨間を固定する術式である。適応は Mutilans 型 RA にみられる掌側脱臼例、不安定例、手根骨が吸収され骨量が著しく少ないと、手関節が掌尺屈拘縮に陥っている例にある。

術式は、手関節背側から滑膜切除術と同じように進入し、必要なら尺骨未満切除術を併用し、滑膜切除を

行う。手関節が掌側や尺側に脱臼している例では橈骨を一部分切除しないと整復が難しい。この際、切除量が多すぎると骨癒合が遷延し、指伸展力も落ちるので必要最小限度に留める。固定材料は Steinman Pin, Kirshner 鋼線、Stapleなどを組み合わせて用いる。両手に必要な場合が多いが、固定位は一側は屈伸中間位、反対側は 20° 屈曲位の方が患者に好まれる<sup>5)</sup>。

## 2. MP 関節に対する手術

### A. 滑膜切除術

第 2, 3 MP 関節は手関節に次いで RA 滑膜炎の好発場所である。MP 関節滑膜炎は側副靱帯の骨頭起始部の憩室に初発する。側副靱帯、背側関節囊はやがて伸展され、伸筋腱は尺側へ脱臼をきたす。本関節の滑膜切除術の適応は、内科的治療に反応しない滑膜炎、関節面が温存されて亜脱臼をしていないもの、などが理想的だが、現実には患者が受診した時には既に関節面が部分的に破壊されている場合が多く、術後の疼痛はともかくも可動域が改善する例は少ない。

術式は皮切として MP 関節に横走する皮切と、各々の MP 関節に独立する縦皮切があるが、後者の方が術後の浮腫は少ない。MP 関節の指背腱膜は腫脹し、伸筋腱は尺側に脱臼傾向にあるのが常である。指背腱膜の橈側を縦切し関節囊を露出し、側副靱帯を温存しながら滑膜切除を行う。MP 関節を屈曲し、骨頭起始部の憩室、掌側滑膜も十分切除する。内在筋の拘縮が存在する例では尺側内在筋の切離術を合併する。操作完了後、指背腱膜は伸筋腱の尺側脱臼を整復するよう橈側で縫締する。術後、1, 2 日より自動運動を開始する。夜間装具、伸展 outrigger splint は術後 4 ~ 6 週間装用する。

### B. 切除関節形成術

MP 関節の破壊、脱臼が進行した例で、患者が整容上、機能上の問題を訴え、Silicone Implant 置換術を望まない例に適応がある。村上<sup>10)</sup>により報告された Zancolli 変法が合理的である。

進入は MP 関節滑膜切除術と同様でよい。伸筋腱を PIP 関節より 2 cm 中枢よりで切離する。腱間結合も切離する。MP 関節滑膜切除術を行った後、側副靱帯も切除し、中手骨骨頭を気動鋸で切除する。内在筋の拘縮がある例では中環指尺側の内在筋切離と、小指外転筋の切離術を合併する。切除した MP 関節に 20° 前後の屈曲位で 5 mm 程度の空隙ができるように伸筋腱を基節骨基部に縫合し Kirshner wire で仮固定

を行う。スワンネック変形の矯正をした例ではPIP関節30°屈曲位でKirshner wire仮固定を行う。術後3週間のギブス固定の後、自動運動を始める。必要に応じてoutrigger splintを装用する。本法は症例により術後の可動域にかなりのばらつきを生ずるのが問題である。

### 3. PIP関節に対する手術

#### 滑膜切除術

MP関節に比べてPIP関節は予後が読みやすい。適応はMP関節同様、内科的治療に反応しない滑膜炎、関節面が温存されており、亜脱臼を來していないものにある。

術式は皮切として指背側正中皮切が好都合である。PIP関節の直上伸展機構の側索を同定し、これを関節囊から分離挙上する。背側の滑膜を丁寧に切除する。掌側の滑膜は側副靱帯と副靱帯の間に切開を入れ下垂体鉗子などで丁寧に切除する(Fig. 2)。

滑膜切除術のみの場合は術後1、2日目より自動運動を開始する。術後3週間は訓練時以外は伸展位の副子固定する。ボタンホール変形に対する腱形成術を行った場合の後療法は後述する。

### 4. 指変形に対する手術

指変形はPIP関節の過伸展位、DIP関節の屈曲位をとるスワンネック変形と、その逆の変形のボタンホール変形が代表的である。

#### A. スワンネック変形

スワンネック変形は様々な病態が考えられる。Nalebuffら<sup>4)</sup>は同変形を4つの型に分類し治療を系統化した。すなわち、1型ではPIP関節の過伸展が主にみられる。DIP関節の関節炎が主たる場所であったり、槌指変形に続発する型や、PIP関節の掌側の関節炎が主たる場所であり、掌側板の緩みや、浅指屈筋腱の断裂がPIP関節過伸展を招来する型などがある。2型ではMP関節が主たる関節炎の場所であり、やがてMP関節は掌側亜脱臼位を呈してくる。指を伸展しようとして内在筋は緊張を強める。これは側索を介してPIP関節の過伸展力として働く。1型、2型が長く経過するとPIP関節は拘縮をおこしてくる。これを3型と称する。4型ではX線的に関節面が破壊されている。

#### 1) 皮膚固定術<sup>6)</sup>

過伸展を生じているPIP関節掌側に紡錘状の皮膚

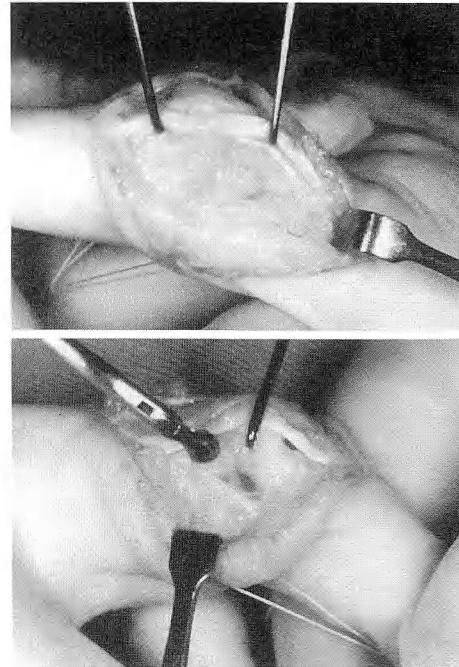


Fig.2 Synovectomy of the PIP joint.  
Top) Transverse retinacular ligament is divided at the lateral band and retracted dorsally to expose the synovia.  
Bottom) To enhance volar synovectomy, accessory collateral ligament is opened in a L fashion and pituitary forceps is used for meticulous synovectomy.

を切除することによりこれを矯正しようとする手術。再発の可能性が高い。1型に適応される。

#### 2) 浅指屈筋腱固定術<sup>6)</sup>

浅指屈筋腱の一方を基節骨中央部でこれと縫合し物理的に過伸展を防ぐ方法。スワンネック変形の原因が如何であれ、PIP関節の過伸展を防ぐので1型でも2型でも適応される。長期的には関節の動きが次第に制限されてくる。

#### 3) Retinacular Ligament再建術

側索腱の末節骨付着部から斜めに掌側に走行しPIP関節中心より掌側を通過し、側索に付着する菲薄な靱帯、retinacular ligamentがある。これは正常時にはPIP伸展時にはDIPを伸展させ、屈曲時には弛緩してDIPを屈曲させる作用がある。この作用を利用した再建法である。関節に拘縮のない1型に適応がある。

a. Lateral band technique<sup>3)</sup>

尺側側索を基節骨レベルで切離し、末節骨付着部まで剥離し、PIP関節のCleland靭帯の掌側を通過させてA2の腱鞘に縫合する。

b. 腱移植術 (Spiral oblique retinacular ligament reconstruction)<sup>8)</sup>

長掌筋腱の1/2を用いたOblique Retinacular Ligamentの再建術。末節骨背側基部にpull-out法で遊離腱を固定し、神経血管束の深部を通して腱鞘外を螺旋状に包むように通過させ基節骨レベルで反対側に到達する。A2の腱鞘に縫合する。

#### 4) 内在筋切離術

単独で行われることは少ない。MP関節の滑膜切除術、Silicone Implant置換術などに際して、内在筋の緊張の強い例では合併して行われる。尺側側索の筋腱移行部での切離術が一般的である。

#### B. ボタンホール変形

本変形はPIP関節の屈曲変形とともに始まる。PIP関節囊の背側が滑液膜炎で腫大し、伸展機構が弛緩すると完全伸展が不能となる。加えて側索が掌側へ転位し、PIP関節の屈曲力に働き始めると同時にDIP関節には伸展力としてはたらく。

手術は滑液膜切除術に合併して行われることが多い。側索を背側に移動し、中央索に縫合する。中央索に弛みがあればこれを縫縮する。Kirshner鋼線でPIP関節を伸展位固定する。3週間の伸展位固定の後、Coil Splintに替えて屈曲運動を開始する。術後2カ月は夜間伸展副子の装用が必要である。

### 5. 腱に対する手術

#### A. 伸筋腱滑膜切除術

伸筋腱滑膜炎で最も問題になるのは手関節部の伸筋腱である。手背部は伸筋腱と皮膚の間が菲薄なので滑膜炎は表面からの観察で容易に理解できる。

内科的治療に反応しない伸筋腱滑膜炎は腱断裂の危険性もあるので滑膜切除術の適応となる。とくに尺骨頭にscallop sign<sup>1)</sup>がみられると伸筋腱断裂のリスクは高い。手関節滑膜切除術と合併しておこなわれることが多いが、術後、伸筋腱の滑走面が破壊されると、そこには伸筋支帶を伸筋腱の下に通して伸筋腱の癒着を防ぐ。

#### B. 屈筋腱滑膜切除術

掌側の屈筋腱は深部を走行しているので表面から分かれにくいかが滑膜炎が増悪すると表層面の腫脹として

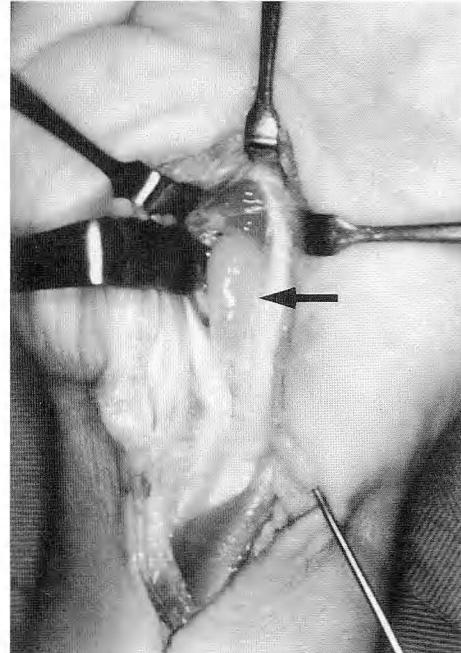


Fig. 3 Snapping wrist caused by proliferative tenosynovitis of the index and long finger FDP tendons at the carpal tunnel.

認識できる。リウマチ肉芽が腱内に増殖している場合はsnapping fingerやsnapping wristの症状として現れたり、手根管内の場合は正中神経の圧迫症状として手根管症候群を呈してくる。

このような例では腱の癒着、断裂の危険性があるので滑膜切除術の適応となる (Fig. 3)。

#### C. 伸筋腱断裂

手関節の滑膜炎が進行し、関節面が破壊され、尺骨頭が不安定になると、直上を通過する指伸筋腱が断裂することがある。最初は小指が伸展不能に陥り、続いて環指、中指の伸展不能へと進行するパターンが普通である。断裂腱が多数指になるほど再建には困難を伴うので、伸筋腱断裂を疑ったら早期の手術を勧める。伸筋腱断裂の鑑別診断はMP関節での伸筋腱尺側脱臼、肘関節周辺での後骨間神経麻痺などが含まれる。

断裂腱の端々縫合は難しいのでさまざまな再建法が企てられる。小指の伸筋腱断裂のみの場合は環指伸筋腱に端側縫合する。環小指の伸筋腱断裂では腱移植を推奨するものと示指固有伸筋腱移行を推奨するものに意見が分かれるが、筆者は後者を勧める。しかし、断裂が中指にも及ぶ時には示指固有伸筋腱移行を行って

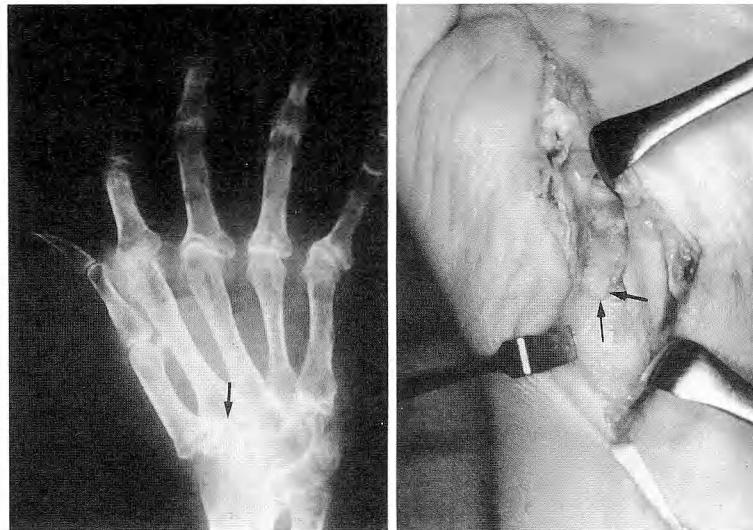


Fig. 4 Flexor Pollicis Longus rupture.  
Right) Bony spicule is seen at the scapho-trapezoidal joint.  
Left) Radiological appearance of the spicule.

も力源として力が不足するので最良の結果は保証できない。文献的には中指浅指屈筋腱の移行を勧めるものもあるが筆者には経験がない。いずれの術式を選択しようとも、術後のMP関節の伸展拘縮は避けなければならない。そのためには的確な手技はもちろん、後療法も大切である。

#### D. 屈筋腱断裂

腱内に肉芽の侵入があったり、手根管内に骨棘の突出があると長い経過のなかで屈筋腱の断裂を起こす。長母指屈筋腱の断裂は最も頻度が高いが、手根管内舟状骨遠位極あたりが骨棘となり手根管内に突出し、これを断裂さす (Fig. 4)。治療には長掌筋腱を用いた腱移植術が好まれるが術前に母指の他関節の評価が大切である。特に、IP関節が破壊されておれば腱移植術より関節固定術の方が安定したピンチ力を与えることができる。

他の指の屈筋腱断裂では、深浅両指屈筋腱が断裂した場合に問題となる。断裂が手根管内の場合には腱移植術が、手掌部の場合は隣接指の深指屈筋腱との端側縫合が適応となる。指腱鞘内での断裂では再建は非常に困難である。

#### 6. 母指変形に対する手術

母指変形は Nalebuff<sup>4)</sup> により 5 型に分類されたが、

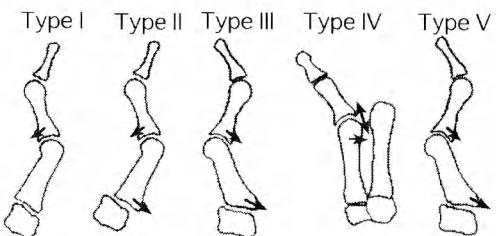


Fig. 5 Classification of the rheumatoid thumb deformity. (Nalebuff)<sup>4)</sup>

Type I, boutonniere deformity, is the most common. Type III, swan-neck deformity, is the second most common. Type IV deformity is represented as abduction instability of the MP joint and adduction of the first metacarpal.

この分類が最もよく引用されている。1型は MP 関節の屈曲、IP 関節の過伸展によって生ずるいわゆるボタンホール変形で最も多い。3型は MP 関節の伸展、IP 関節の屈曲によって生ずるいわゆるスワンネック変形で 1 型について多い (Fig. 5)。

#### A. 母指ボタンホール変形に対する手術

本変形では MP 関節の滑膜炎が最初に起こる。背側関節囊が腫脹し、短母指伸筋腱は菲薄化し、長母指

伸筋腱は掌尺側へ脱臼し、MP関節の自動伸展が不能となる。一方、IP関節は相対的に伸展位をとる。MP関節炎が内科治療に反応せず、関節面が保たれている早期では滑膜切除術と短母指伸筋腱の縫縮術が適応となる。関節面が破壊されている例では母指IP関節の不安定性が問題となっている場合が多いので、CM関節に問題がなければIP関節固定術を行う。本法の患者の満足度は高い。

#### B. 母指スワンネック変形に対する手術

母指CMに滑膜炎が初発すると、母指CM関節は不安定となり、背側亜脱臼位をとる。母指を伸展しようとしてもCM関節が亜脱臼している場合は第1中手骨は伸展、外転位をとることができず、長母指伸筋腱の力はMP関節の過伸展力、第1中手骨の内転力として働く。

したがって、外科的治療は母指CM関節の矯正に向けられる。関節が破壊されていることが多いので、これを矯正するには固定術か形成術しかない。前者は母指の動きが制限される上に、他の指が尺側変位を呈しているので患者の評判は必ずしもよくない。一方、後者はCM関節にいくらかの動きを残すので都合がよい。形成術には大菱型骨を切除し、Silicone Implantに置換する方法と、長掌筋腱を挿入する方法がある。前者の手術は破損、逸脱、Siliconeによる滑膜炎、発癌性の術前説明が必要である。

#### おわりに

RA手の機能再建について概要を説明し、著者自身の考えを示した。文献、教科書での手術成績の差は、

自然緩解する例から急性増悪例までRA症例を一括して論じているためである。できるだけ手術成績に客観性、再現性を持たすためには、越智ら<sup>9)</sup>の試みに見られるようにRAの活動性に基づいた手術報告が臨まれる。

#### 文 献

- 1) Freiberg, R., et al.: The scallop sign and spontaneous rupture of finger extensor tendons in rheumatoid arthritis. Clin. Orthop., 83 : 128-130, 1972.
- 2) Jackson, I., et al.: Ulnar head resection in rheumatoid arthritis. Hand, 6 : 172-180, 1974.
- 3) Littler, J.: The finger extensor mechanism. Surg. Clin. North Am., 47 : 415-432, 1967.
- 4) Nalebuff, E., et al.: Rheumatoid arthritis in the hand and wrist. In D. Green (Ed.), Operative Hand Surgery, 2nd ed., Churchill Livingstone, New York, 1655-1766, 1988.
- 5) Rayan, G., et al.: Functional assessment of bilateral wrist arthrodesis. J. Hand Surg., 12 : 1020-1024, 1987.
- 6) Swanson, A.: The complex hand, Treatment considerations and priorities of finger deformities. In F. Hagena (Ed.), Rheumatoid Arthritis Surgery of the Complex Hand and Foot. Karger, Basel, 6-27, 1987.
- 7) Taleisnik, J.: Combined radiocarpal arthrodesis and midcarpal (lunocapitate) arthroplasty for treatment of rheumatoid arthritis of the wrist. J. Hand Surg., 12A : 1-8, 1987.
- 8) Thompson, J., et al.: The spiral oblique retinacular ligament (SORL). J. Hand Surg., 3 : 482-487, 1978.
- 9) 越智隆弘：慢性関節リウマチにおける血中C1q値の変動と病型。実験医学, 4(8) : 727-732, 1986.
- 10) 村上恒二 他：Zancolli変法。OS NOW, 12 : 154-162, 1993.

教育研修講演

## 手指の骨関節損傷

土浦協同病院整形外科

石 突 正 文

Bone and Joint Injuries of the Hand

Masafumi Ishizuki

The author described diagnosis, pathomechanism and management of bone and joint injuries of the hand. The author stressed it was necessary to understand the functional anatomy and pathomechanics of the fingers for treatment of these injuries.

### はじめに

手指はスポーツ、労働災害、交通事故、日常生活などで最も外傷を受けやすい部位である。ほとんどの場合は、湿布、安静、固定などで軽快するが、亜脱臼を見逃されたり、靭帯が切れたまま放置されると、持続する痛みと腫れの原因となる。

手指の骨折や、CM関節より遠位の関節損傷について、それぞれの特徴的な病態、診断と治療などについて概説する。

### 手指の骨折

手指の骨折による変形は筋腱のバランスによって決まるので、骨折の部位によって一定の変形をおこすことは、よく知られている。例えば、中手骨骨幹部骨折では背側凸、基節骨中央部の骨折では掌側凸の変形がおこる。したがって、整復後の固定にアルミ副子を当てるのは、その変形を矯正する方に当てるのは常識である。ただ背側に副子を当てる場合には、関節部では特に褥創を作らないように、余裕をもたせる配慮が必要である。

どこの骨折でもそうであるが、手指骨折の診断で重要なことは、正確な2方向X線画像を得ることである。MP関節近位で正確な側面像が得られない時は、両斜位の画像で転位などを推測するが、より正確に診

ようすると断層撮影が補助診断として有用である。

内固定材料としては、指骨針 (K-wire) を用いることが多いが、斜骨折などではminiscrewが用いられるし、中手骨骨折などではplateを使うこともある。また、関節近傍の骨折では、関節面から単結晶アルミニウムラミックのピン (sapphire pin) を打ち込むと早期からの自動運動が可能である<sup>1)</sup>。

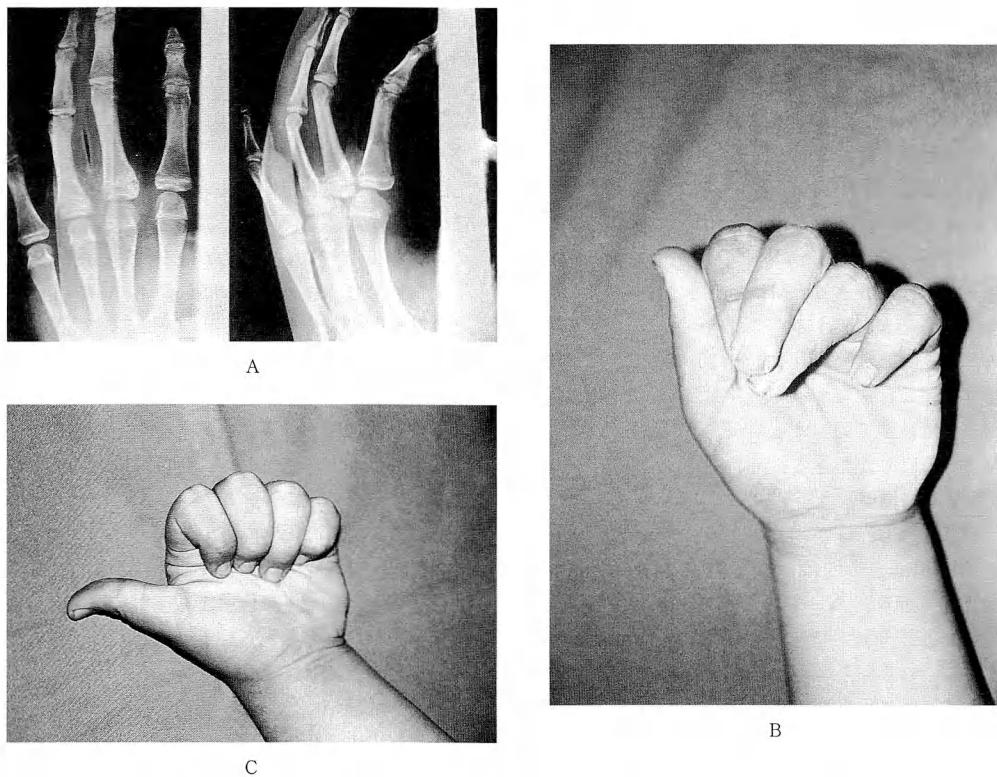
#### 手指骨折の合併症：

閉鎖性の骨折の合併症として気をつけなくてはならないのは、長軸方向での回旋である。斜骨折などでは回旋が見逃され易いのと、基節骨基部などの骨端線離開を伴う骨折では、画像で回旋を診断するのは困難で、痛がっても指を屈曲させ指のoverlappingがないことを確かめるべきである (Fig.1)。また、両手掌を合わせて爪の面の方向で回旋を診断する方法があるが、軽微な回旋は見逃されやすい。

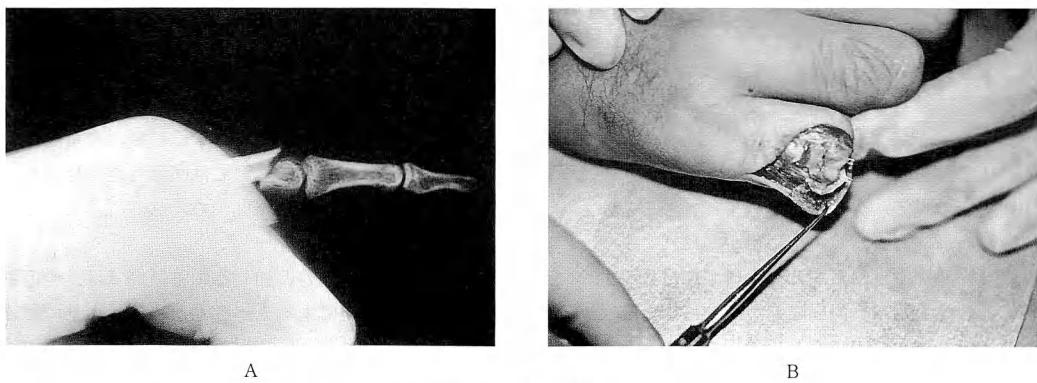
指骨の頸部骨折で近位骨折端により伸筋腱が断裂する場合があり注意を要する。骨折があると痛みがあるので、指を自動屈伸させて腱の断裂を検索することは、一般的にはあまりおこなわれない。われわれはこのような骨折型に対してsapphire pinを用いて治療するのでopenにすることとなり、たまたまこのような伸筋腱の断裂の合併例を2例経験した。1例は基節骨頸部骨折で、もう1例は中節骨頸部骨折であった。Sappire pinを用いる本来の目的は早期運動であるが、

Key words : dip, pip, mp, cm, dislocation, collateral ligament, volar plate

Address for reprints : Masafumi Ishizuki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tsuchiura Kyodo Hospital, 11-7, Manabeshimachi, Tsuchiura-shi, Ibaraki 300, Japan.



**Fig. 1** A: Salter-Harris Type 2 injury of the proximal phalanx base of middle and ring fingers.  
 B: Overlapping of the fingers were identified in flexed position.  
 C: Overlapping disappeared after open reduction.



**Fig. 2** A: Midle phalanx neck fracture of right little finger.  
 B: The extensor tendon rupture was identified during open reduction of the fracture.

このような例では腱縫合するので当然早期運動はできないが、腱断裂を発見することができたわけである（Fig. 2）。断裂した伸筋腱の遠位断端は骨折面に陥入

しており、このまま経皮的に鋼線固定しても骨癒合はおこらなかったものと考えられる。

## 関 節 損 傷

指関節の構造は、背側関節包、両側の側副靱帯, accessory ligament, 掌側板よりなり、DIP, PIP, MP 関節とも基本的には同じ構造をもっている。ただ DIP, PIP 関節が蝶番関節に近い形態であるのに比べ MP 関節は、屈伸に際して polycentric な動きをする。また、中手骨骨頭部の condyle の形が横断面でみると掌側部の方が幅が広く、MP 関節では伸展位より屈曲位で側副靱帯が緊張する。

一方、PIP 関節は軽度屈曲位(10~20 度)で側副靱帯が緊張する。したがって、各関節ともこの側副靱帯が緊張する位置で固定するのが拘縮のおきににくい安全肢位ということができる。

### A) DIP 関節損傷

#### 1. Mallet finger

DIP 関節損傷としては、突き指で起きる mallet finger が最も頻度の高いものであろう。DIP 関節が屈曲位をとり、伸展不全を呈するものを mallet finger とよんでいるが、病態としては、伸筋腱の断裂、小骨片をつけた伸筋腱の剥離骨折、軸圧によって起き、背側に比較的大きな骨片を伴った末節骨の掌側脱臼の 3 つのタイプに分けられる。

伸筋腱の断裂は剥離骨片を伴うものでは、アルミニウム副子や Stack splint などによる伸展位固定で治療されることが多い。ただ、背側に副子を当てて強く圧迫すると、褥創をつくることがあるので注意する必要がある。

大きな骨片を有するものや、末節骨が掌側に脱臼している症例に対しては、石黒法を用いて整復固定するのがよい<sup>2)</sup>。

#### 2. DIP 関節の脱臼

DIP 関節の脱臼は突き指などによって起こるが、力学的にレバーアームが短いために脱臼は稀である。

掌側脱臼と背側脱臼があり、掌側脱臼は比較的容易に整復可能であるが、伸筋腱断裂を伴っていることが多いので、整復後の固定などの処置をおこたると、将来 mallet finger となる。背側脱臼では掌側板や屈筋腱が関節面に介在し、整復障害因子となって観血的な整復が必要となることがある。

### B) PIP 関節損傷

#### 1. 側副靱帯損傷

突き指や球技などのスポーツ外傷などで、しばしば側副靱帯を損傷する。近位付着部で断裂することが多

く、Kieffharber の新鮮屍体標本を用いた実験でも、まず中枢付着部に断裂が起こり、ストレスを強くしていくと側副靱帯と副靱帯の境目が裂け、裂け目は次第に掌側におよび、最後には掌側板が遠位付着部で断裂する<sup>3)</sup>。

臨床的にも不安定性の強いものでは、ストレスで関節の患側が開くだけでなく、中節骨基部が基節骨骨頭の遠位で横滑りしているのが X 線像で観察される。不安定性の強くない症例では副子固定や隣接指とのテーピングなどで十分であるが、ストレスで 30 度以上の不安定性が認められるものでは、断裂部の縫合か pull out 法を用いて修復する必要がある。PIP 関節は指可動域に関して重要な働きをしているので、関節の安定性ばかりを追求して、可動域制限をおこすことがあつてはならない。

#### 2. PIP 関節の背側脱臼

PIP 関節背側脱臼と称されるもののうちには、過伸展による脱臼と軸圧損傷による亜脱臼があり、これらは損傷の機序に差があるばかりでなく、治療も異なるので両者を混同してはならない。

##### 1) 過伸展損傷

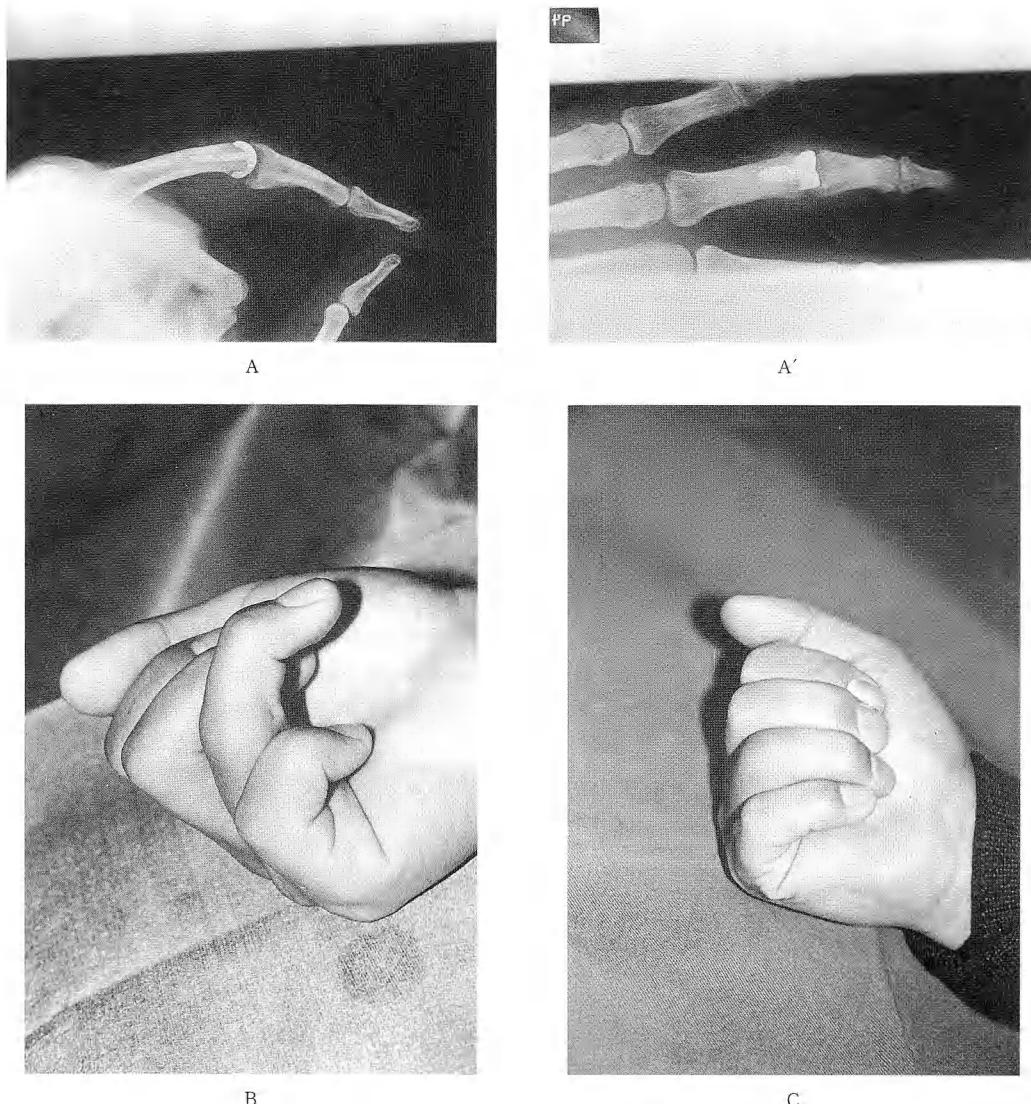
過伸展による受傷で完全に脱臼し、整復は比較的容易である。受診時に患者自身または仲間により、すでに整復されていることが多い。掌側板付着部での断裂または同部での剥離骨片を伴い、側副靱帯の断裂を合併することもある。

整復後は関節は安定しており、過伸展しないかぎり再脱臼することはない。したがって一般に過伸展損傷では手術適応はないが、掌側板付着部の剥離骨片が比較的大きく、整復時に骨片が 90 度掌側に回転している場合があり、そのまま放置すると痛みや可動域制限の原因となるので、新鮮例では回転した骨片の整復、陳旧例では骨片の摘出がすすめられる<sup>4)</sup>。

##### 2) 軸圧損傷

指の長軸方向に力の加わる軸圧損傷では、中節骨基部に骨折は圧迫によって起こるため、骨折部の関節に占める割合が大きく、徒手整復ではなかなかうまく整復されず、亜脱臼を残すことが多い。比較的掌側の骨折面が小さい例では、整復が可能で PIP 関節屈曲位で関節は安定化する。このような症例に対しては、指骨針を用いた extension block 法が適応となる。この方法は副子などを用いた extension block 法などより管理が容易で確実である。

骨折面が比較的大きく、整復操作してもどうしても



**Fig.3** A: Total joint replacement of the PIP joint of the ring finger was performed in the case of post traumatic osteoarthritis.  
 B: Preoperative flexion of the finger.  
 C: Postoperative flexion of the finger.

亜脱臼位をとりやすい不安定型には中央に陥没骨片を有するもの多く、観血的整復固定術の適応となる<sup>5)</sup>。Robertson の三方向牽引も治療法の一つであるが、かさばるので最近では各種の dynamic distraction apparatus が考案され用いられている。

背側亜脱臼があるまま見過ごされ陳旧例となった症例では治療に難渋する。比較的関節面が保たれている

症例では、骨折部で骨切りして整復が試みられるが、軟骨がいたんで関節症様変化がおきているものには、関節固定術や足指からの血管付関節移植がやむを得ずおこなわれてきた。最近このような症例に対して著者は、人工関節をデザインし臨床的に用いている (Fig. 3)。デザインの詳細や術式などは別の機会に報告する予定である。

### 3. PIP 関節掌側脱臼

PIP 関節の掌側脱臼は稀であり、その多くの報告は洗濯機の脱水槽に指を巻き込まれて受傷した wringer injury である。このような症例では掌側脱臼だけでなく、軸回転も伴っており、側副靱帯損傷だけでなく lateral band が基節骨骨頭にひっかかって、整復障害因子となっているため観血的整復を要することが多い。

また、徒手整復が可能な症例でも central slip が付着部で剥離していることが多いので、3~4週の伸展位固定が必要である。

### 4. 掌側板の損傷

突き指などで PIP 関節の掌側板を損傷することがある。そのような場合、指を曲げようするとまず PIP 関節の過伸展がおきて、swan-neck 变形を呈し、指の屈曲がスムーズにいかなくなることがある。痛みを伴うと手術適応があり、浅指屈筋の半分を用いて掌側板を再建する<sup>6)</sup>。

母指 IP 関節の掌側板損傷ではピンチ力の低下を訴えることがあり、長母指屈筋の付着部を半切して掌側板を再建することがある。

### C) MP 関節損傷

#### 1. 母指 MP 関節側副靱帯損傷

母指は独立していて他指と離れているので外傷にさらされやすい。球技による突き指、スキーでの転倒などで母指の MP 関節は外転を強制され、尺側側副靱帯が断裂する。側副靱帯損傷を疑えばストレステストでその程度を検索する。最大屈曲位でストレスを加えるべきだとの主張もあるが、屈曲している状態で側方への不安定性をみるのは、軸回転も加わりにくいくことがあるので、関節伸展位と屈曲位の両方の位置で調べてみて、健側と比較すればよい。30 度以上の偏位が認められれば完全断裂を疑う。

Stener は遠位部で断裂した尺側側副靱帯が反転したまま母指内転筋の aponeurosis にひっかかってしまう例があり、保存療法ではうまくいかないことを報告した。このことは Stener lesion としてよく知られているが、術前に Stener lesion の有無を診断するのは難しいが、触診で MP 関節尺側に膨隆を触れれば、反転した側副靱帯の存在が疑われる<sup>7)</sup>。

桡側側副靱帯損傷は尺側と比較すると少ない。日常生活で桡側側副靱帯は重要でないと考えもあるが、



A



B

**Fig. 4** A: Stress test of the collateral ligament injury of the MP joint of the finger. Lateral instability in flexed position suggested complete rupture of the collateral ligament.  
B: The rupture of the collateral ligament was confirmed by the arthrography.

橈側副靭帯損傷の陳旧例をみると、ピンチで力が入らないなどの不安定感を訴えるものが多く、完全断裂例は手術的に修復すべきと考えている。

## 2. 尺側4指の側副靭帯損傷

母指以外の指 MP 関節損傷は報告も少なく、発生頻度も少ないと一般には考えられている。しかし、筆者の経験では決して稀なものではなく、母指の MP 関節側副靭帯損傷と比較しても同程度である。手について受傷するが多く、手背全体が腫れているために X 線撮影がおこなわれ、骨傷がみつからないと単なる打撲として扱われ、見落とされることが多い。痛みの局在を調べ MP 関節周辺に痛みが限局していれば、MP 関節の側方ストレステストをおこなう。MP 関節屈曲位で側方動搖性がみとめられれば、側副靭帯の完全断裂が疑われる (Fig.4)<sup>8)</sup>。

完全断裂の 10 例に手術をおこなった。内 2 例に Stener like lesion を認め、他の 3 例に骨間筋付着部での断裂の合併を認めた。これらの 5 例は環指と小指の橈側靭帯の損傷例で、みな患指の自動内転が不能であった。これら 5 例は、手術療法の絶対適応と考えられたので、手術適応の決定に際して、側方動搖性のみならず指の自動内転、または損傷部位により、指の自動外転が可能かどうか調べることは重要である。現在では、Stener like lesion や骨間筋付着部の断裂のないものについては、側副靭帯の完全断裂であっても保存的に治療できると考えている。ただ見落とされて陳旧例となったものでは、痛みや腫れ、不安定感が持続するので、外傷後 MP 関節部の腫れや痛みを訴える患者の診察にあたっては、側副靭帯損傷を念頭に置い

て診る必要がある。

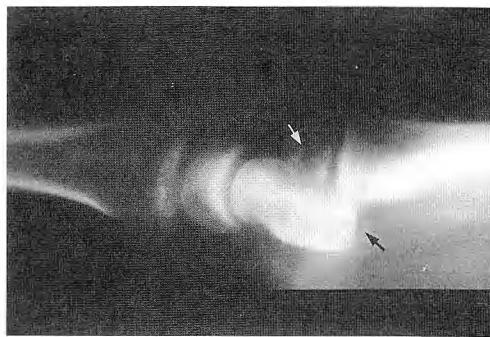
## 3. MP 関節過伸展損傷

a) 背側脱臼：MP 関節背側脱臼は比較的稀な外傷であるが、母指または示指に発生することが多い。母指では比較的容易に整復されることが多いが、指では Kaplan のいう井桁状構造、すなわち屈筋腱、虫様筋、superficial transverse ligament, natatory ligament や掌側板などが中手骨頸部を絞扼して整復を妨げているとし、掌側アプローチによる整復をすすめた。しかし、津下は直接整復障害となっている掌側板や剥離骨片の処置には、背側アプローチによる整復の方が有利であるとし、最近では背側アプローチが一般に用いられている<sup>9)</sup>。

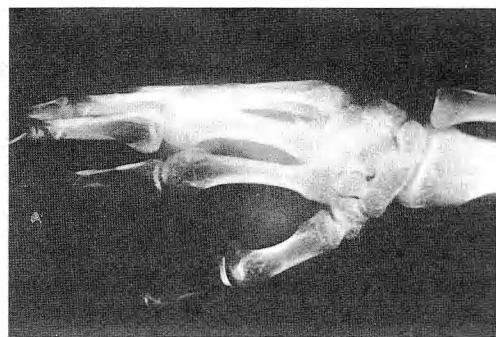
b) 母指 MP 関節ロッキング：母指 MP 関節ロッキングは、突き指などで母指が過伸展を強制され、MP 関節が伸展位のまま戻らなくなったりした状態をいう。その病態としては、母指過伸展に際して掌側板が突出した中手骨の橈側顆を乗り越え、近位掌側靭帯が断裂したために、掌側板と副靭帯が checkrein となって緊張し、整復が障害されると考えられる。徒手整復は牽引しながらではなく、圧迫しながら基節骨の関節面を掌側に滑らせる。整復が困難な場合は、橈側～掌側アプローチで副靭帯を切離すると整復することができるが、再発防止のために突出した橈側顆を切除しておいた方が安全であろう。

不思議なことに、母指 MP 関節ロッキングの報告は、小林の最初の報告以来、全部日本人によるもので、渉猟し得た範囲では、外国文献はみあたらない<sup>10)</sup>。

c) 掌側板や種子骨の損傷：母指の過伸展により掌



A



B

Fig.5 A: The dorsal fracture dislocation of the 3rd CM joint was clearly shown by tomography.

B: The dorsal fracture dislocations of the 4-5th CM joints were usually identified by the 30 degrees pronated oblique view.

側板の近位掌側靱帯が断裂したり、種子骨骨折がおこりうる。X線撮影では母指の尺側種子骨はよく描出されるが、橈側種子骨は中手骨と重なって見えないことが多いため、橈側に痛みのある場合は注意して橈側種子骨をぬいて撮る必要がある。しばしば、手関節側面の撮影で橈側種子骨がぬけて見える<sup>11)</sup>。

#### D) CM 関節損傷

母指 CM 関節の脱臼骨折である Bennett 骨折は、長母指外転筋や母指内転筋の牽引力により、整復しても再脱臼しやすく pinning が必要であることはよく知られている。ここでは II ~ V CM 関節の脱臼骨折について簡単に述べる。

オートバイ事故や拳で壁を殴ったりした時に、手関節軽度屈曲位で中手骨に長軸方向に強い力が加わると、手根骨に剪断力が働いて背側方向に脱臼骨折がおこる。第II~III中手骨に強い軸圧がかかると小菱形骨と有頭骨に力が伝達され脱臼骨折がおこる。第IV~V中手骨に軸圧がかかると有鉤骨に力が伝達され脱臼骨折がおこる。第IV~V CM 関節の脱臼骨折は30度回内位での斜位像で、診断は比較的容易であるが、中央列の脱臼骨折は単純 X 線撮影では見落としやすく、側面断層撮影が有用なことが多い (Fig. 5)。

#### ま と め

手指骨の骨折と脱臼一靱帯損傷について、その病態－診断－治療法などを概説した。初診時に見逃され陳旧例になったものでは、関節拘縮や関節軟骨の変性など

で再建術が困難な例が多く、初診時の正確な診断の重要性を改めて強調しておきたい。

#### 文 献

- 1) Ishizuki, M., et al.: Clinical application of sapphire pins as an internal fixation device for upper extremity. *J. Hand Surg.*, 16 : 922-928, 1991.
- 2) 石黒 隆 他：骨片を伴った malle finger に対する closed reduction 法。日手会誌, 5 : 444-447, 1988.
- 3) Kieffhaber, T. R., et al.: Lateral stability of the proximal interphalangeal joint. *J. Hand Surg.*, 11 : 661-669, 1986.
- 4) 石突正文 他：PIP 関節掌側板付着部骨折の機序と転位について。日手会誌, 4 : 415-418, 1987.
- 5) 木野義武 他：手 PIP 関節周辺骨折の治療。整形外科, 32 : 1488-1490, 1981.
- 6) 石突正文 他：掌側板損傷に対する再建術の経験。日手会誌, 9 : 188-191, 1992.
- 7) Abrahamsson, S. O.: Diagnosis of displaced ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal joint of the thumb. *J. Hand Surg.*, 15 : 457-460, 1990.
- 8) Ishizuki, M., et al.: Injury to collateral ligament of the metacarpophalangeal joint of a finger. *J. Hand Surg.*, 13 : 444-448, 1988.
- 9) Tsuge, K., et al.: Dorsal dislocation of the metacarpophalangeal joint of the index finger. *Hiroshima J. Med. Sci.*, 22 : 65-81, 1973.
- 10) 小林 晶 他：母指 MP 関節 locking の 1 例。臨整外, 3 : 65-67, 1968.
- 11) Ishizuki, M., et al.: Hyperextension injuries of the MP joint of the thumb. *J. Hand Surg.*, 19 : 361-367, 1994.

その他

## Complications Following the Fracture of the Distal Radius — With Emphasis on Tendinous and Neural Troubles —

Souichirou Takigawa

Department of Orthopaedic Surgery, Toyosu Hospital, Showa University School of Medicine

Katsunori Inagaki · Kazuo Fukushima · Hirotsune Hirahara  
& Etsuo Fujimaki

Department of Orthopaedic Surgery, Showa University School of Medicine

### Introduction

Soft tissue complications following the fracture of the distal end of the radius are small in number compared to bony malunion and joint troubles, but we think one should pay more attention to them. Many reports deal with bone and joint troubles (ROM limitations, carpal instability, wrist pain, etc.). However, only a few reports deal with soft tissue complications. Most of them are just case reports and collective or integral reports are very rare. In this paper, these complications are discussed with brief review of the literature. Subcutaneous tendon rupture, tenosynovitis, neuropathy of the median and ulnar nerves, reflex sympathetic dystrophy and other associated fractures of the hand are discussed.

### Patients and Methods

From January 1988 to June 1995, 252 patients with fracture of the distal radius visited the hand clinic of our Department of Orthopaedic Surgery Toyosu Hospital, Showa University School of Medicine. They all visited our hand clinic for treatment. Many were referred to us for evaluation and treatment from other hospitals or clinics because of complications. These patients were reviewed retrospectively.

### Results

Of the 252 patients with distal radial fracture studied, there were 49 objective complications in 45 (17.9%) patients. Of these 45, 42 had Colles type fracture and three had Smith type. Fourteen were male and 32 were female. Their age ranged from 17 to 75 years, with an average of 55.8 years.

### Categories of complications and number of cases

We categorized the 49 complications in 252 patients into six types:

- (1) subcutaneous tendon rupture (16 patients),
- (2) posttraumatic tenosynovitis of the first extensor compartment (3 patients),
- (3) compression neuropathy of the median nerve (Carpal tunnel syndrome: 14 patients),
- (4) compression neuropathy of the ulnar nerve (Guyon's canal syndrome: 2 patients),

---

**Key words :** complications, fractures of the distal radius, subcutaneous tendon ruptures, compression neuropathies

**Address for reprints :** Souichirou Takigawa, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Toyosu Hospital, Showa University School of Medicine 4-1-18 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135, Japan.

- (5) reflex sympathetic dystrophy with serious symptoms (5 patients), and  
 (6) associated fracture of the wrist and the hand (9 patients).

(1) Subcutaneous tendon rupture

This complication occurred in 16 patients (16/252, 6.3%). Eight were male and eight were female. Eight occurred in the right hand and eight in the left. Fifteen patients had Colles type fracture and one had Smith type. Subcutaneous tendon rupture due to distal radial fracture seemed to occur with minimal displacement of the fragment. In our 16 patients, ten patients had either no or minimal displacement. Ruptured tendons were as follows: Extensor Pollicis Longus (EPL) in 12 cases, Extensor Digitorum Communis (EDC) with Extensor Digitorum Indicis Proprius (EIP) in two cases, and Flexor Pollicis Longus (FPL) in two cases. One FPL rupture was complete and another partial.

The periods between the fracture and tendon rupture were as follows: 1) simultaneous in three cases, 2) from one month to four months in 10 cases, 3) from five months to 10 months in two cases, and 4) after 6 years in one case.

Treatments were as follows: 1) 11 cases of EPL rupture received EIP tendon transfer, 2) one case of EPL rupture and one case of partial FPL rupture received tendon suture, and 3) two cases of EDC and EIP ruptures and a case of complete FPL rupture received tendon graft (Table 1).

(2) Posttraumatic tenosynovitis of the first extensor compartment

This consequent complication occurred in three cases of the radial end fracture (3/252, 1.2%). The periods between the fracture and the onset of the complication were four months in a case, and six months in two cases. In two cases, the displacement of the distal fragment toward radial side (6 mm), and radial shortening (5 mm) were severe (Fig. 1). These two cases were operated. Operative findings showed that the fibrous septum between the abductor pollicis longus (APL) tendon and the extensor pollicis brevis (EPB) tendon was absent in one case, and very thin like a membrane in another. These findings are unusual in typical De Quervain's disease, where usually (80-90%) a firm fibrous septum is found.

**Table 1** Subcutaneous tendon ruptures complicated with the fracture of the end of the radius.

Displacement of the Fracture	Ruptured Tendon
severe .....	2 cases
moderate .....	4 cases
minimum or none .....	10 cases
	EPL ..... 12 cases
	EDC+EIP ..... 2 cases
	FPL ..... 2 cases
	(complete ... 1)
	(partial ... 1)
Periods from the Fracture	Treatment
just at the fracture .....	3 cases
between 1 and 4 months .....	10 cases
between 4 and 10 months .....	2 cases
after 6 years .....	1 case
	Tendon Transfer (EIP) ..... 11 cases (all EPL only rup.)
	Tendon Suture ..... 2 cases (EDC and FPL partial rup.)
	Tendon Graft ..... 3 cases (EDC+EIP ... 2, FPL-complete ... 1)

N=16 cases (16/252, 6.3%), Male: 8, Female: 8, Right: 8, Left: 8,

Colles type: 15, Smith type: 1



**Fig. 1** Malunited Colles' fracture lead to the post traumatic tenosynovitis of the first extensor compartment.

**Table 2** Acute and late compression neuropathy of the median nerve

N=10	on set	UV	RT	DT	Treatment
70 F	20 Y	+ 5 mm	10°	25°	medication
49 F	1 Y	+ 4	18	18	op. (after 2 M)
62 F	6 M	+ 3	20	12	medication
58 F	5 M	+ 3	15	25	op. (after 2 W)
65 F	3 M	+ 2	18	10	op.
75 F	6 W	+ 1	28	9	op. (after 2 M)
81 F	2 W	+ 5	26	13	op. (after 2.5 M)
63 F	1 W	+ 5	17	22	op. (after 3 M)
41 M	0	+ 5	10	20	op. (after 5 days)
36 M	0	+12	16	26	op. (after 3 days)

displacement or deformity

N=14, M: 3, F: 11, R: 10, L: 4, 14/252 fx. (5.6%), 36Y~81Y (51.9Y), 14/149 med. N. (9.4%),  
op.: 12 (all decompression)

### (3) Compression neuropathy of the median nerve

Cases with this complication comprised 11 females and three males (14/252, 5.6%). Ten had the right median nerve damaged, and four left. We have experienced 149 cases of acute and late compression neuropathies of the median nerve at the wrist during the same period as this study. So this complication (14 cases) occupied 9.4%.

Ten cases among the 14 with detailed data available were further examined and were divided in three types, acute compression, subacute, and late. In two cases of acute compression type, displacement of the fragment was very severe. Ulnar variance was plus 5 mm and plus 12 mm, dorsal tilt 20 degrees and 26 degrees, and radial tilt 10 degrees and 16 degrees respectively. In two subacute type cases, the neuropathy occurred one week and two weeks after the fracture. The shortening of the radius was 5 mm in both, the dorsal tilt 22 degrees and 13 degrees. Six cases of the late type had the onset time of 6 weeks to 20 years. In their X-ray examinations, ulnar variance ranged from plus 1 mm to plus 5 mm, with an average of 3 mm. The dorsal tilt ranged from 9 degrees to 25 degrees, with an average of 16.5 degrees. The neuropathy tended to occur early in cases with severe displacement of the fragment.

Twelve cases received operation. Two median nerves, acutely compressed, were decompressed

after 3 days and 5 days. Ten cases of subacute or late onset type were operated within three months after the fracture (Table 2).

#### (4) Compression neuropathy of the ulnar nerve

There were two cases. One was a 68 year old male, who had the ulnar nerve complication one month after the wrist fracture. The findings were weakness of the intrinsic muscles, Tinel's sign at the wrist, tingling and hypesthesia of the little finger and additional subcutaneous rupture of the EPL tendon. By X-ray, ulnar variance was plus 5 mm, dorsal tilt 20 degrees, and radial tilt 20 degrees. This case received neurolysis and tendon transfer after two months. Another case was a 63 year old female. Her symptoms were not so severe, and she received medical treatment with good results.

#### (5) Reflex sympathetic dystrophy (RSD)

All the cases diagnosed as "RSD" in this report had more than one year of treatment. They had severe pain, swelling, edema, tingling and consequent contracture of the wrist and fingers. Their symptoms did not heal with medical treatment, rehabilitation, stellate ganglion block or others.

All patients were female, and average age was 56.8 years. The average terminal ROM was 76 degrees (flexion: 36, extension: 40 degrees) at the wrist, 32 degrees at the MP joint, and 31 degrees at the PIP joint.

#### (6) Complicated fractures and dislocations

Eight complicated fractures and one dislocation of the hand were observed in nine patients with distal radial fracture. Of these patients, five were female and four were male. Six fractures and one dislocation occurred in the right hand, and two fractures in the left. Five scaphoids, one capitate, one metacarpus, and one phalanx were broken. One piso-triquetal joint was dislocated.

Four patients had the above complications combined. These were EPL rupture with tenosynovitis, EPL rupture with ulnar nerve compression, partial FPL rupture with median nerve compression, and RSD with ulnar nerve compression.

### Discussion

In our experience of 252 fractures of the distal radius, there were 49 complications (19.4%) other than bony malunion and usual joint troubles, in 45 patients (17.9%). We think that the rate of complication in our series was very high. This is probably because our institution is a specialized "hand clinic" of a "university" hospital.

In cases of subcutaneous tendon rupture, the EPL tendon usually ruptured, and rupture of EDC or EIP tendon was very rare. The periods between the fracture and the tendon rupture were within the range of one month to four months in 10 cases (63%) out of 16 cases. These results were compatible with previous reports by other authors.

In many cases, the displacement of the fracture was minimum or none. If so, why do tendons rupture in such a fracture? At the time of the fracture of the distal radius, the wrist is hyperextended, and the tendon is compressed and damaged by the distal margin of the radius and the carpal bone. After several months of circulatory disturbance, the damaged tendon is lead to complete rupture. On the other hand, the tendon is crushed severely by the bone in acute tendon rupture simultaneous with the fracture.

We think that an important factor in causing subcutaneous FPL rupture is that the subcutaneous

flexor tendon rupture of "flexion against force type" occur simultaneously with the distal radial fracture.

We suppose that the most important factors in causing the posttraumatic tenosynovitis of the first extensor compartment are severe displacement of the distal fragment toward the radial side and shortening of the radius. These factors deform the gliding floor of the APL and EPB tendons.

Acute, subacute, and late compression neuropathies of the median nerve are also popular complications of the distal radial fracture (5.6% in our series). We observed a tendency that the neuropathy occurred in an earlier course of the fracture if the displacement of the fracture was more severe. We consider the cause of this compression neuropathy comprises the deformity of the carpal tunnel, haemorrhage and adhesion around the median nerve, and circulatory disturbance of the nerve. The pathophysiology of this disease seems somewhat different from that of idiopathic carpal tunnel syndrome. We think it is better to operate as early as possible.

We think that direct contusion of the ulnar side of the carpal region at the time of fracture to be an important factor causing posttraumatic Guyon's canal syndrome as a complication of the distal radial fracture.

RSD occurred in females in the fifties. We do think that the cause of this complication comprises psychosomatic factors. However, severe and continuous swelling of the wrist and fingers is a more important factor. Too tight casting and too strong traction force by the external fixator may often lead to the vicious cycle of RSD.

### Summary

1. We studied the complications of the distal radial fracture, with special interest on the soft tissues such as tendon and nerve. The rate of complication seemed very high.
2. The most important factor causing the subcutaneous tendon rupture seemed to be the initial damage to the tendon by the margin of the distal radius.
3. The compression neuropathy of the median nerve after distal radial fracture had the tendency to be consequent on incomplete reduction and malunion of the fracture. Therefore, initial anatomical reduction of the fracture is very important.
4. In treating distal radial fracture, one should always pay sufficient attention, not only to the X-ray film, but also to soft tissue complications.

### References

- 1) Cooney, W. P., et al.: Complications of Colles' fracture. *J. Bone and Joint Surg.*, 62-A : 613-619, June 1980.
- 2) Ishizuki, M., et al.: Flexion against force type—subcutaneous digital flexor ruptures—. *MB Orthop.*, 8(13) : 47-51, 1995.
- 3) Maruyama, M., et al.: Peripheral nerve palsy in fractures of the distal radius. *Seikeigeka* (Orthopaedic surgery) (Japanese). 41 : 521-524, 1990.
- 4) Takayanagi, M., et al.: Treatment and complications of fracture and dislocation around the wrist. *Seikeigeka MOOK* (Orthopaedic surgery MOOK) (Japanese). 56 : 239-251, 1989.
- 5) Taniguchi, Y., et al.: Late carpal tunnel syndrome following Colles' fracture. *Rinsho seikei Geka* (Clinical orthopaedic surgery) (Japanese). 30 : 1307-1312, 1995.
- 6) Ueno, T., et al.: Carpal tunnel syndrome occurred 21 years after malunion of the distal end of the radius—A cases report—. *Kanto Seikeisaigaigeka Gakkai Zasshi* (Japanese). 26 : 140-143, 1995.
- 7) Wada, T., et al.: Subcutaneous extensor pollicis longus tendon rupture following the fracture of the distal end of the radius. *MB Orthop.* 8(13) : 41-46, 1995.
- 8) Yanase, Y., et al.: The complications after fracture of the distal radius. *Orthop Surg Traumatol.* 32 : 287-294, 1989.

**質問** 奈良医科大学整形外科 矢島 弘嗣  
通常EPLの断裂に対してEIPの移行が行われます。先生の症例で腱縫合を行った1例がありましたが、それについて詳しくお教え下さい。

6年後に発生した腱断裂が、骨折の後遺症と断定された根拠は何ですか。

#### 回答

昭和大学附属豊洲病院整形外科 滝川宗一郎

EPL腱を縫合できた症例は新鮮骨折例で、同時にEPL腱の皮下断裂が診断でき、断裂腱端も縫合可能だった稀な症例である。皮下に移行して縫合した。EPL腱の単独皮下断裂に対しては我々もほとんど全ての症例に対してEIP腱の移行で対処している。

骨折時にEPL腱の圧挫、部分断裂が発生し、6年後に完全断裂に至ったと考え、本シリーズに加えた。この間にEPL腱の皮下断裂を起こし得るエピソードは全くなかった。

**質問** 奈良医科大学整形外科 小野 浩史  
EPL断裂合併の原因として橈骨遠位骨片の回外変

形があるのではないかと考えられます。このような例に対してCTによるCheckがよいのではないかでしょうか。

#### 回答

昭和大学附属豊洲病院整形外科 滝川宗一郎  
本シリーズでは検討していないが、今後考慮したいと思います。

**質問** 秋田社会保険病院整形外科 成田 俊介

橈骨遠位端骨折20年後に手根管症候群を発症したと発表されていますが、骨折との関連性はどのようなものなのでしょうか？提示されたレントゲン写真をみるとSTT関節に変形性関節症性変化がありますので、このためのものなのではないでしょうか？

#### 回答

昭和大学附属豊洲病院整形外科 滝川宗一郎  
EPL腱の末梢腱断端はリスター結節レベルに一致しており、STTの関節症によるものとは考えにくかった。

### 和文抄録

#### 橈骨遠位端骨折における合併症、および続発症の検討 —主として腱、神経について—

昭和大学附属豊洲病院整形外科

滝川宗一郎・稻垣克記・福島一雄  
平原博庸・藤巻悦夫

橈骨遠位端骨折における合併症、続発症については、橈骨遠位端部の変形や短縮に起因する骨、関節の障害（可動域制限、Carpal instability、手関節尺側部痛など）の頻度が高く、現在多くの賢者により検討が行われている。一方、これら以外の、主として腱や神経などの軟部組織の合併症、続発症についてはそれぞれの合併症についての報告、ないし症例報告が主体で、総括的な報告は少ない。昭和63年から平成7年の間に我々の『手の外科診』で加療した橈骨遠位端骨折252例中45例（17.9%）において49合併症を経験した。腱皮下断裂16例（EPL：12, EDC+EIP：2, FPL：2）、第一区画伸筋腱腱鞘炎3例、圧迫性正中神経障害14例、尺骨神経障害2例、RSD5例、手関節周辺部合併骨傷9例であった。伸筋腱皮下断裂は骨

折転位の少ない例に多く、手関節の過伸展による圧挫断、屈筋腱皮下断裂はflexion against force type損傷の同時発生が考えられた。第一区画伸筋腱腱鞘炎は橈骨遠位部の短縮、橈側偏位変形の強い例に発生しやすいようである。正中神経障害は骨折転位（急性型）や変形治癒（晩発型）の程度が強いほど、早い時期に発症しやすく、比較的早期の手術療法が有効であった。尺骨神経障害は骨折受傷時の直接神経打撲も考えられる。RSDは骨折後の初期の強い腫れ、50歳代の女性、屈曲位が強く、きついギブス固定、牽引をかけすぎた創外固定などが患肢をRSDの悪循環にのせる因子として要注意である。合併骨傷としては舟状骨骨折が多かった。合併症、続発症の発生頻度は本シリーズでは17.9%と高率であった。これは対象患者が『大学病院

の手の外科診』を受診した症例が母集団になっているためと思われた。骨折の整復不良、変形治癒の程度の強いものほど軟部組織の合併症の発生率も高いので、

十分な骨折の整復、また合併症発生の可能性を常に念頭に置いた注意深い、頻繁な診察に心掛けるべきである。

---

原著

## New Surgical Technique for the Reconstruction of Posttraumatic Recurrent Dislocation of the Extensor Carpi Ulnaris Tendon

Akinori Sakai · Hideki Furukawa · Toshitaka Nakamura  
& Katsumi Suzuki

Department of Orthopaedic Surgery, University of Occupational and Environmental Health  
Mahito Kawashima  
Kawashima Orthopaedic Hospital

### Introduction

We reported two cases of athletes suffering from posttraumatic recurrent dislocation of the extensor carpi ulnaris (ECU) tendon and focused the discussion on the surgical techniques for the reconstruction of the sixth dorsal compartment. The successful results were achieved in these two patients by our surgical technique using the palmaris longus (PL) tendon graft.

### Case Report

#### Case 1

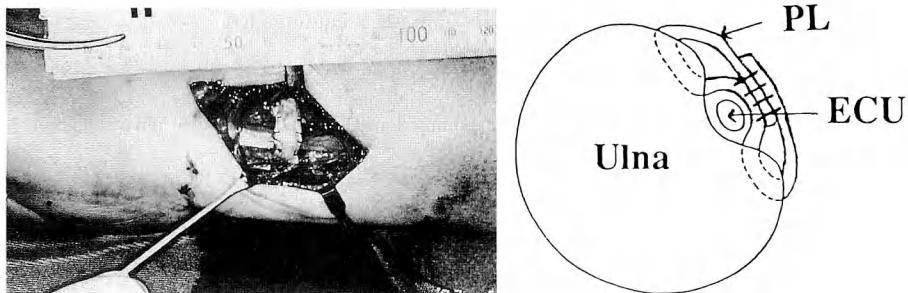
A 38-year-old female sustained hypersupination injury of the forearm when she fell while playing volleyball. Thereafter she presented painful snapping over the dorsoulnar aspect of her left wrist upon forearm supination. On evaluation, dislocation toward the ulnar direction of the ECU tendon could be observed during active forearm supination with elbow flexion. When the elbow was extended, this dislocation was not observed. The finding could also be produced by passive forearm supination with elbow flexion. We tried to treat her conservatively with splint fixation and anti-inflammatory ointment for 3 months, but the condition did not improve.

In May, 1992, an operation was performed through a dorsoulnar longitudinal incision. The superficial extensor retinaculum was normal, but a longitudinal tear of the fibro-osseous tunnel was noted. Reconstruction was performed with a tendinous restraint using the palmaris longus (PL) tendon of her left forearm (Fig. 1). We first drilled a hole through each wall of the sulcus of the ECU tendon with Kirschner wire (2.0 mm in diameter) and enlarged these holes with air-drill (3.2 mm in diameter secondarily and 4.5 mm in diameter finally) carefully to prevent bony destruction of each wall. We grafted free unsplitted PL tendon approximately 7 cm in length. The PL tendon was smoothly introduced through these holes with sterilized glycerin. After the wrist was immobilized for 3 weeks in a splint with neutral forearm rotation and at 30° wrist dorsiflexion, active joint motion exercise was begun. Three months postoperatively, she was allowed to play volleyball again, and has experienced no limitation in activities of daily living or athletics. She reports no pain, dislocation or anxiety 3 years after the operation.

---

**Key words :** recurrent dislocation, extensor carpi ulnaris, reconstruction, surgical technique

**Address for reprints :** Akinori Sakai, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, University of Occupational and Environmental Health, 1-1 Iseigaoka, Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807, Japan.



**Fig. 1** Operative finding in Case 1. (Left) A hole is drilled through each wall of the sulcus of the ECU tendon. Tendinous restraint is effected by introducing PL tendon through these holes. We put the end of PL tendon over the other end and sutured the bilateral sides. (Right) Schema of the operative procedure at the horizontal plane.

#### Case 2

A 30-year-old right-handed male sustained maximal supination of the right forearm when he attempted a backhand stroke while playing tennis. His symptoms were initially diagnosed as a wrist sprain, and no specific treatment was recommended by his attending physician. Five months after the injury, he visited to our hospital with the chief complaint of a single snapping during rotation of the forearm. The focus of the painful snapping was the dorsoulnar aspect of the wrist. Examination revealed dislocation of the ECU tendon toward the ulnar direction with forearm supination.

In February, 1987, reconstruction was performed using the same surgical procedure as was used in Case 1. After the operation, the injured site was maintained in a splint for 3 weeks. Three months postoperatively, the patient resumed his former activities at the same level and was asymptomatic. He presently reports no problems, 8 years after the operation.

#### Discussion

Posttraumatic recurrent dislocation of the ECU tendon, which was first reported by Schlesinger<sup>4)</sup>, is an uncommon injury after trauma. Recurrent dislocation of the ECU tendon may occur when one of at least three conditions is present, i.e., [1] disruption of the fibro-osseous tunnel, which is located deep to the extensor retinaculum and the restraining wall of the sixth dorsal compartment, [2] hypoplasia of the sulcus of the ECU tendon, and [3] ulnar translation stress with muscle contraction, which is due to the ulnarily-directed obtuse angle of the ECU tendon itself.

Surgical treatment has focused on sufficient reconstruction of the sixth compartment. Burkhardt et al.<sup>1)</sup> repaired the fibro-osseous tunnel itself. Schlesinger<sup>4)</sup> and Markees<sup>2)</sup> utilized a periosteal flap. Spinner and Kaplan<sup>5)</sup> wrapped the extensor retinaculum flap around the ECU tendon. On the other hand, Ohno et al.<sup>3)</sup> reported two cases of postoperative recurrent dislocation of the ECU, which had not been successfully reconstructed with primary tight suture of the fibro-osseous tunnel, one of which was subsequently treated with tenodesis. It is important to reconstruct and restrain the sixth compartment securely in order to restrict ECU migration in the ulnar direction, especially in patients who regularly engage in sports or heavy manual labor.

In these two patients described herein, we reconstructed the sixth dorsal compartment with a tendinous restraint consisting of free grafted PL tendon which extended through the wall of the sulcus of the ECU tendon. When the dislocation is chronic and sufficiently symptomatic, our surgical

procedure in reconstruction with tendinous restraint is recommended.

### References

- 1) Burkhardt, S. S., et al.: Posttraumatic recurrent subluxation of the extensor carpi ulnaris tendon. *J. Hand Surg.*, 7A : 1-3, 1982.
- 2) Markees, J.: Luxation der Sehne des Musculus extensor carpi ulnaris. *ibid.*, 18 : 637, 1937.
- 3) Ohno, K., et al.: Two cases of habitual dislocation of the extensor carpiulnaris tendon. *Seikeigeka*, 31 : 1475-1477, 1980.
- 4) Schlesinger, J.: Vorstellung zweier Fälle von Sehnenluxation. *Dtsch Med Wochenschr*, 33 : 1881, 1907.
- 5) Spinner, M. S., et al.: Extensor carpi ulnaris. Its relationship to the stability of the distal radio-ulnar joint. *Clin Orthop.*, 18 : 124-129, 1970.

### 和文抄録

#### 反復性尺側手根伸筋腱脱臼に対する新しい外科的治療の試み

産業医科大学整形外科学教室

酒井昭典・古川英樹・中村利孝

鈴木勝己

川嶌整形外科

川嶌眞人

反復性尺側手根伸筋（ECU）腱脱臼は比較的稀な病態であり、初期の保存的治療に抵抗性のものは、外科的治療が選択されている。手術手技に関しては、従来より、Burkhart らは、ECU 腱を覆う fibro-osseous tunnel そのものを修復する方法を、Schlesinger と Markees は、骨膜弁を利用する方法を、Spinner と Kaplan は、伸筋支帶で ECU 腱を包む方法を報告してきた。一方で、大野らは、fibro-osseous tunnel を強固に一次縫合したにもかかわらず、反復性脱臼が再発した症例を報告している。手術法に関しては依然議論の多いところである。

我々は、スポーツ愛好家の反復性 ECU 腱脱臼の 2 症例に対して、遊離自家長掌筋腱を ECU 腱溝の両壁に貫通し、強固に ECU 腱の脱臼を制動する独自の方法によって加療した。2 症例とも、受傷前のスポーツに復帰し、術後 3 ~ 8 年にわたり、脱臼の再発や不安感もなく経過しており、良好な臨床成績を得ている。本手術手技は、強固に ECU 腱の脱臼を制動することが必要な症例、具体的には、スポーツ愛好家等の活動性の高い症例には選択されてよいひとつの方法であると考えている。

## 一次的骨移植による指節骨の外傷性骨欠損・粉碎骨折の再建

北里大学医学部形成外科学教室

内沼栄樹・山田直人  
松倉知之・宇井謙二  
塩谷信幸

Primary Reconstruction of Hand Injury Using  
Bone Graft in Primary Treatment

Eiju Uchinuma · Naoto Yamada · Tomoyuki Matsukura  
Kenji Ui & Nobuyuki Shioya

We performed one stage bone grafting at emergency in 8 patients (12 fingers) of comminuted fractures and/or defects of the phalanx.

All patients were male and an average age was 41 years old. There were one case in the thumb, 4 cases in the index, 4 cases in the middle and 3 cases in the ring finger. The injured sites were located in the middle phalanx in 6 cases and the proximal phalanx in 6 cases. The interval between injury and operation was 4 hours 30 minutes in average. In all cases, donor site for bone graft was the iliac bone. Average periods of internal bone immobilization was 52.4 days. Average follow up periods were 236 days with a range of 171 to 356 days. Postoperative bone union was obtained in all cases. No cases were occurred postoperative infection.

In severe hand injuries comminuted fracture and/or defect of the phalanx frequently cause delayed bone union and/or shortening of the finger length. In these cases, one stage bone grafting in primary treatment may prevent miserable results.

### はじめに

外傷によって指節骨の粉碎骨折や大きな骨欠損が生じた場合、残存する骨を接合しただけでは骨癒合の遷延、指の長さの短縮、短縮に伴う皮膚や腱の弛みが生じ様々な機能障害が生じる。

これらの障害を回避する一つの方法に、一次的骨移植が考えられるが、これまでに一次的骨移植を行った症例の評価、術後経過観察を行っている報告は見あたらない。そこで著者らは指節骨の粉碎骨折や骨欠損症例に対し一次的骨移植を行った自験例につき検討を加え報告する。

### 症例および方法

北里大学病院救命救急センターを受診した手指の外傷で、X線像で指節骨の粉碎骨折や骨欠損を認め、そのままでは骨接合が不可能と考えられた症例のうち、血行再建を必要としない8症例12指を対象とした。

手術は骨欠損部や、粉碎された骨片を摘出した後に生じた骨欠損部に対し、腸骨より遊離骨移植術を行った。移植骨はinlay graftingとし、腱の滑動性を妨げないよう移植して、キルシュナー鋼線を用いて固定した。指節間関節が破壊されている場合は関節固定術を行い、腱損傷が認められた場合は腱縫合術を行った。

**Key words:** finger injury, primary repair, bone graft

**Address for reprints:** Eiju Uchinuma, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kitasato University School of Medicine, 1-15-1, Kitasato, Sagamihara, Kanagawa 228, Japan.

Table 1 Cases of primary bone graft

Case	Age	Sex	Interval Between Injury and Operation	Injured site	Reconstruction of tendon	Arthrodesis	Periods of Internal Fixation (Day)	Follow up Period (Day)
1	45	M	5:40	rt. index finger/pp	EDC		55	356
				rt. middle finger/pp	EDC		55	356
2	56	M	4:20	rt. index finger/pp	EDC		59	341
				rt. middle finger/pp	EDC		59	341
3	18	M	3:55	lt. ring finger/mp		DIPJ	43	258
4	22	M	3:40	lt. index finger/mp			40	254
				lt. middle finger/pp	EDC		51	254
5	28	M	6:00	rt. middle finger/mp			41	250
6	41	M	3:50	rt. index finger/mp		PIPJ	58	200
				rt. ring finger/mp		PIPJ	66	200
7	64	M	3:40	lt. thumb/pp		IPJ	49	181
8	51	M	4:45	lt. middle ring/mp		DIPJ, PIPJ	52	171
Mean	41.6		4:30				52.4	263.5

pp: proximal phalanx, mp: middle phalanx

術後、X線像による移植骨の形態、X線透過性、骨癒合の状態および指の外観を観察した。

患者の平均年齢は41歳で、すべて男性であった。受傷原因是1例を除き電動鋸や旋盤などを使用中の労働災害であった。受傷指は母指1例、示指4例、中指4例、環指3例であった。受傷レベルは中節骨6例、基節骨6例で、すべて開放性骨折であった。受傷から手術開始までの平均時間は4時間30分であった。骨固定期間は平均52.4日で経過観察期間は171日から356日、平均263日であった(Table 1)。

## 結 果

経過中に術後感染症を併発した症例はなかった。移植骨の骨癒合は全ての症例で良好で、形態異常を呈するものや周囲の骨と比較して、明らかにX線透過性の亢進しているものは認められなかった。

腱縫合術を行った3症例5指を含む指関節の破壊の認められなかつた症例では指の屈曲および伸展とも経過は良好であった。関節固定術を行つた4症例では、指の機能的障害は最小限にとどめた。

## 代 表 症 例

### 【症例1】

45歳男性。電気鋸を使用中に誤って右示指、中指

を巻き込まれた。受診時のX線像では右示指、中指の基節骨骨幹部に粉碎骨折を認め、伸筋腱断裂も認められた(Fig. 1a)。同日手術を施行し、左腸骨より骨移植術を行いキルシューネ鋼線で固定し、腱縫合も行った(Fig. 1b)。術後55日目に鋼線抜去を行つた。術後12カ月後のX線像において骨癒合および移植骨の形態は良好で(Fig. 1c)、指節間関節の運動障害も認めていない。

### 【症例3】

18歳男性。オートバイ運転中に転倒し左環指を受傷した。受診時のX線像では左環指の中節骨遠位1/2の骨欠損を認めた(Fig. 2a)。同日手術を施行し、左腸骨より骨移植術とDIP関節の固定術を施行した(Fig. 2b)。術後43日目に鋼線抜去を行つた。術後9カ月後のX線像において骨癒合および移植骨の形態は良好であった(Fig. 2c)。

### 【症例8】

51歳男性。電気鉗を使用中に誤って左環指を巻き込まれた。受診時のX線像では左環指の中節骨の大半が欠損していた(Fig. 3a)。同日手術を施行し、右腸骨より骨移植術とDIP関節とPIP関節の固定術を施行した(Fig. 3b)。術後52日目に鋼線抜去を行つた。術後6カ月後のX線像において骨癒合および移植骨の形態は良好であった(Fig. 3c)。

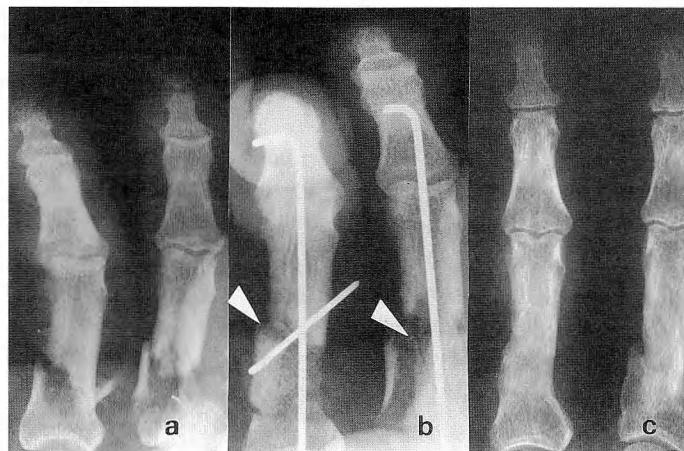


Fig. 1 Case 1. 45-year-old Male

- a: Before the operation. Comminuted fractures of the proximal phalanx of right index and right middle finger were found.  
 b: After the operation. Arrowhead indicated the site of transplanted bone.  
 c: 12 months after the operation.

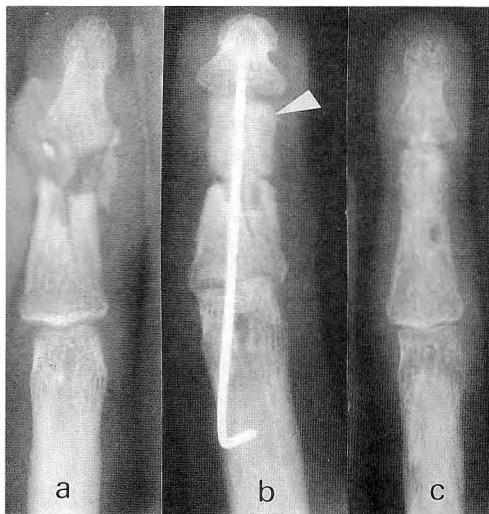


Fig. 2 Case 3. 18-year-old Male

- a: Before the operation. Bone defect of the middle phalanx of left ring finger were found.  
 b: After the operation. Arrowhead indicated the site of transplanted bone.  
 c: 9 months after the operation.

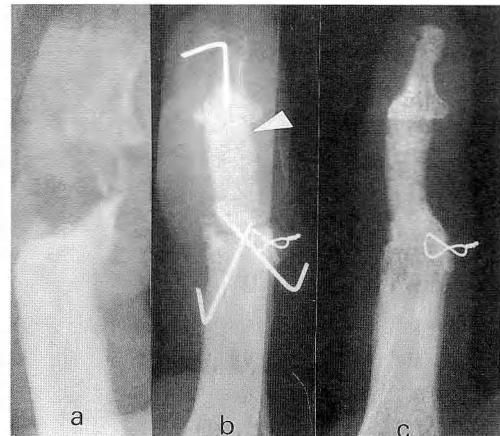


Fig. 3 Case 7. 51-year-old Male

- a: Before the operation. Bone defect of the middle phalanx of left ring finger were found.  
 b: After the operation. Arrowhead indicated the site of transplanted bone.  
 c: 6 months after the operation.

## 考 察

手指外傷の症例において、単純骨折や骨欠損が少ない場合そのまま骨接合が可能なことが多い。しかし、粉碎骨折や骨欠損が大きい場合、そのまま骨接合を行うと骨癒合を遅延させたり指の長さが短縮し、それに伴って皮膚や腱が弛緩して手指の運動障害を起こす。このような症例では骨移植を行うことで指の形態が保たれるだけでなく骨癒合を促進させ、また、指の長さを確保することで、腱に適当な緊張を与え屈筋群、伸筋群からの力を十分に指運動に伝達することができる。著者らの検索した限りでは、指節骨の外傷性骨欠損症例に対し一次的骨移植を行った症例の評価、術後経過観察を行っている報告は見あたらない。そこで著者らが経験した自験例をまとめ、一次的骨移植を行うことで一期的に手指の機能的および形態的再建を行うことの重要性を検討した。

骨移植の目的は“力学的支持性の獲得”と“骨形成能の獲得”とされる。遊離骨移植の特徴は他の臓器移植と異なり移植された骨の大部分は吸収され、新生骨に置換することであるとされている。この時期には骨誘導と骨伝導が起こり、数年かけてリモデリングされ受容骨の中に取り込まれていく<sup>2)8)</sup>。

遊離骨移植の採取部位として、腸骨（全層、内板、外板）、肋骨、脛骨、腓骨、頭蓋骨、肘頭、橈骨茎状突起などがあげられる<sup>4)7)</sup>。著者らはすべて腸骨から採骨している。腸骨からの採取は他の部位に比較して大量の骨が得られ、露出部でないことから一般的に採骨部位として用いられている<sup>4)7)</sup>。著者らが腸骨からの骨移植を選択した理由も、採取が容易であり、採骨による傷跡が衣服に隠れ、採骨した骨を簡単に細工し骨欠損部位に挿入できるからである。

外傷性骨欠損症例に対し一次的に遊離骨移植を行うことは、開放創に血流のない骨移植を行うことになるため、感染症や移植骨の吸収などが問題となる。これに対し、血管柄付骨移植は、移植骨に血流があるため感染に強く、吸収も少ないとされている<sup>10)</sup>。著者らが遊離骨移植を選択した理由は、1) 受傷から手術開始までの時間が平均4時間30分と比較的早期に適切なdebridementが可能であった、2) 必要な移植骨の長さは1~2cm程度と小さかった、3) 移植骨をinlay graftingとしたため移植骨と指節骨の間の骨誘導と骨伝導が良好に行われると判断した、4) 血行再建を必要としなかった症例を選択したため移植骨周囲に十

分な血流があると判断した、などである。自験例では、術後に感染症を認めた症例はなく、術後平均9.4カ月経過観察しているが、移植骨は良好な形態を呈している。

Boulasら<sup>1)</sup>は電動鋸によるMP関節の欠損に対して、足のMTP関節の部分移植を行い良好な結果を得たと報告している。また Hasegawaら<sup>3)</sup>はPIP関節の重要性をあげ、肋軟骨移植を用いてPIP関節の再建を行い良好な結果を得たと報告している。自験例ではPIP関節の破壊を伴った症例に関節移植術や関節形成術ではなく関節固定術を行ったが、機能的障害は最小限にとどめている。

手指外傷に対する一次的組織移植術に関連した報告で、片平ら<sup>5)</sup>、内藤ら<sup>9)</sup>は電気鋸による手指外傷についてまとめ、高度な組織損傷を伴った場合、皮膚、腱、骨などを一次的に移植する事で良好な結果が得られたと報告している。また小出ら<sup>6)</sup>は骨欠損、粉碎骨折が認められた手指骨折の場合、骨の遷延治癒を予防するため一次的骨移植が重要であると報告している。骨移植の適応となる骨欠損量について明記したものは見あたらないが、著者らは10mm以上の骨欠損が認められた場合には、積極的に骨移植を行うことにしている。

## ま と め

今回著者らは、指節骨の粉碎骨折や外傷によって生じた骨欠損症例に対し、一次的骨移植を行うことで良好な結果が得られた8症例12指を経験した。

早期の一期内科的骨移植術にて感染症の合併はなく、非損傷指の機能障害の発生は認めなかつた。

手指外傷で粉碎骨折や高度の骨欠損を伴った場合、積極的に一次的骨移植を行うことは骨癒合を促進し、初回の手術で機能及び形態を再建する治療方法の一つであると考えられた。

## 文 献

- 1) Boulas, H. J., et al.: Osteochondral metatarsophalangeal autographs for traumatic articulator metacarpophalangeal Defects: A preliminary report. J. Hand Surg., 18A : 1086-1092, 1993.
- 2) Eggers, Ch., et al.: Biological principles of autogenous bone grafting. Injury, 25 Suppl 1 : A17-A20, 1994.
- 3) Hasegawa, T., et al.: Arthroplasty of the proximal interphalangeal joint using costal cartilage graft. J. Hand Surg., 17B : 583-585, 1992.
- 4) 石田寛友: 遊離移植骨採取の問題点. 形成外科, 35 :

- 147-154, 1992.
- 5) 片平弦一郎 他：電動鋸による手指外傷の治療成績。日手会誌, 5 : 519-522, 1988.
- 6) 小出敬之 他：手指骨折遷延治癒の治療成績。中部整災誌, 36 : 1093-1094, 1993.
- 7) Meeder, P. J., et al.: Techniques for obtaining autogenous bone graft. Injury, 25 Suppl 1 : A5-A16, 1994.
- 8) 三浪明男：自家骨形成のメカニズム；骨の生理と解剖。形成外科, 35 : 125-134, 1992.
- 9) 内藤貴文 他：電動鋸による手指外傷の治療経験。日手会誌, 11 : 143-146, 1994.
- 10) Stock, W., et al.: Application and techniques of vascularized bone transfer. Injury, 25 Suppl 1 : A35-A43, 1994.

## 屈筋腱癒着剥離術の経験

虎の門病院形成外科

中村 潔・大原鐘敏  
太田栄一・南條文昭

Clinical Assessment of Tenolysis After Repair of the Flexor Tendon

Kiyoshi Nakamura · Kanetoshi Ohara · Eiichi Ohta  
& Bunsho Nanjoh

Flexor tenolysis was done in 13 cases (14 digits) of 68 flexor tendon injuries due to severe tendon adhesion with functional loss. Surgery was performed on 71 to 954 days (average of 377 days) after tenorrhaphy in patients with mean age of 38 years. Seven cases out of them were classified as clean cut injury (Group A) while the remaining six were crush injury (Group B).

The skin incision of the prior tenorrhaphy was used for tenolysis and the adhered portion was widely dissected. The flexor digitorum profundus and the flexor digitorum sublimis tendons were isolated together and freed from the gliding floor and the tendon sheath. In six out of the cases with both flexor profundus and sublimis tendon injury, five sublimis tendons were removed due to the high risk of readhesion. The traction test was performed after preparation for tenolysis. The pulley and synovial sheath were repositioned, and defects of the flexor sheath resulting from exploration of the flexor tendon were covered with a free subcutaneous fat and fascia graft from the forearm. Postoperative exercises were started on the day of surgery, and Tranilast was administered as compensating treatment to soften the scar and the joint capsule.

The total active motion (TAM), the %TAM, and the functional rate of the flexor digitorum profundus tendon improved significantly, but there were no significant differences between Groups A and B (ANOVA). The Buck-Gramcko estimation scores of 12 of the 14 treated fingers improved by more than one rank. The results of tenolysis were not related to either the time from tenorrhaphy or the cause of injury. There was a significant relationship between the preoperative passive range of motion (preROM) and the postoperative TAM (postTAM). The recovery rate (postTAM/preROM) reached 91.5%. We emphasize the importance of preoperative physical therapy to obtain passive range of the joints.

### はじめに

屈筋腱修復術の成績は、腱の連続性の再建に加え、滑動性をいかに獲得するかに左右される。手術手技の改善や Kleinert 法等による早期の後療法にもかかわらず、自動運動の獲得が不十分なため癒着剥離術を余儀なくされる症例を経験する。われわれが経験した屈

筋腱修復後の癒着剥離症例を基に、手術成績に影響する因子について検討を加えたので若干の考察を加えて報告する。

### 症例および方法 (Table 1)

1990 年より 1994 年の間に当科で施行した屈筋腱修復術は延べ 68 例（長母指屈筋腱断裂 9 例を含む）で

**Key words :** adhesion surgery, tenolysis, tendon surgery, postoperative complication surgery

**Address for reprints :** Kiyoshi Nakamura, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Toranomon Hospital, 2-2-2 Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

Table 1 Cases

case	sex	age	cause	digit	tendon	zone	period	follow up	TAM			% TAM		improving rate	functional rate of the FDP		ext. deficit		Buck-Gramcko	
									pre	passive	post	pre	post		pre	post	pre	post	pre	post
1	F	40	A	It, thumb	FPL	T II	71	318	80	130	130	55.2	89.7	34.5			5	0	G	G
2	M	45	A	rt, index	FDP	II	567	137	155	260	250	52.4	84.5	32.1	5.8	65.1	5	6	S	E
3	F	8	B	rt, index	FDP	II	532	858	145	250	197	58.0	78.8	20.8	13.3	29.3	45	6	S	E
4	M	58	A	It, long	FDP, FDS	II	238	214	95	272	198	34.9	72.8	37.9	0	38.5	120	16	P	G
5	F	44	A	rt, long	FDP	II	148	67	178	250	234	71.2	93.6	22.4	25.7	79.3	20	8	G	G
6	M	31	B	rt, index	FDP	I	74	602	95	260	210	35.2	77.8	42.6	0	47.1	30	50	P	G
7	M	45	B	It, index	FDP, FDS	II	954	527	165	235	250	64.7	98.0	33.3	80	106.7	35	10	S	E
				It, long	FDP, FDS	II	954	527	105	240	230	42.0	92.0	50.0	0	95.8	5	5	P	G
8	M	34	A	It, long	FDP, FDS	II	259	145	208	264	278	74.3	99.3	25.0	28.9	97.8	10	0	G	E
9	M	51	B	It, index	FDP	II	128	193	129	191	164	52.7	66.9	14.3	7.6	51.5	36	48	P	S
10	F	26	A	rt, index	FDS	II	571	419	240	285	275	78.7	90.2	11.5	94.4	94.4	60	25	G	E
11	M	27	A	It, ring	FDP	II	203	362	124	165	156	47.0	59.1	12.1	18.9	35.1	56	48	P	S
12	F	22	B	It, ring	FDP, FDS	II	202	257	130	245	205	44.1	69.5	25.4	0	50	20	64	P	G
13	F	43	B	rt, index	FDP, FDS	III	369	273	90	160	145	36.0	58.0	22.0	0	0	15	15	P	S

A : sharp

B : crush

Table 2 The total active motion (TAM), the %TAM, and the functional rate of the flexor digitorum profundus tendon improved significantly. There were no significant differences between sharp injury and crush injury.

	A		B		A+B	
	pre-op	post-op	pre-op	post-op	pre-op	post-op
TAM	154.3±22.2	217.3±21.9 p<.0010	122.7±10.4	200.1±36.2 p<.0009	138.5±12.6	208.7±12.6 p<.0001
%TAM	59.1±6.1 p<.0007	84.2±5.2	47.5±4.3	77.3±5.3 p<.0008	53.3±3.9	80.7±3.7 p<.0001
Functional rate of the FDP	29.0±13.9 p<.0155	67.5±10.9	14.4±11.1	54.0±13.8 p<.0129	21.1±8.6	60.3±8.8 p<.0002

あり、このうち 13 例 14 指 (19.1%) に対して癒着剥離術を施行した (2 例の腱移植術後の症例を含む)。

男性 7 例、女性 6 例で、平均手術年齢は 38 歳であった。屈筋腱修復術より癒着剥離までの日数は平均 377 日 (最短 71 日、最長 954 日) であった。受傷原因は 7 例が鋭利な器具によるもので 6 例は挫滅であった。前者を A 群、後者を B 群とし以下の検討を行った。Zone II 損傷が 11 指を占め、深指屈筋腱損傷 6 指、浅指屈筋腱損傷 1 指、両腱損傷 6 指、長母指屈筋腱損傷 1 指であった。両腱損傷例は初期治療において全て 2 腱とも再建した。これらの症例につき日本手の外科学会手の機能評価法に基づき TAM, %TAM, 深指屈筋腱機能度、改善度、伸展不足角度、さらに術前他動可動域に対する術後自動可動域の割合 (獲得率) と各項目間の相関につき検討を加えた。さらに術前後

の Buck-Gramcko 法による評価も併記した。

## 術式

腱癒着剥離術は伝達麻酔下に空気止血帯を使用して行った。腱縫合時の皮切を用いて展開し、縫合部を中心にして癒着腱を広く遊離した。深指屈筋腱、浅指屈筋腱を分離し、遠位は末節まで屈曲力が伝達し、近位は前腕の筋膜の弾力を確認した後、牽引試験を行った。深指、浅指両屈筋腱損傷 6 指のうち 5 指は両腱間の癒着が高度なため浅指屈筋腱を切除した。腱鞘は可能な限り温存し、腱や滑動床が露出した 13 指に対し前腕より遊離脂肪付筋膜移植を行った。腱縫合部の不全、延長のため腱の短縮を要した症例はなかった。当日より自動他動運動を開始し、補助療法として創、関節の柔軟化促進のため Tranilast を 3 カ月間内服投与した。

合併症として再断裂例はなかったが、早期後療法による創離開が8指に見られた。

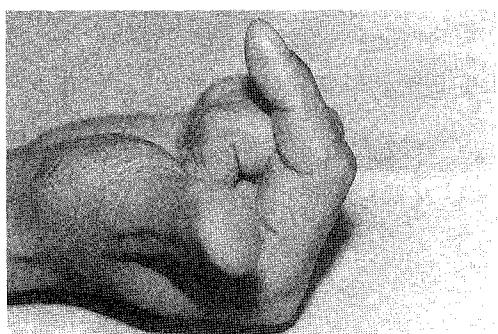
## 結 果

日本手の外科学会による指屈筋腱機能評価表を用いて成績を評価した。TAM 術前  $138.5 \pm 12.6$  (SE), 術後  $208.7 \pm 12.6$  (SE), %TAM 術前  $53.3 \pm 3.9$  (SE), 術後  $80.7 \pm 3.7$  (SE), FDP 機能度術前  $21.1 \pm 8.6$  (SE), 術後  $60.3 \pm 8.8$  (SE) と増加した。これらの増加は全て統計的に有意 ( $p < 0.0001$ ,  $p < 0.0001$ ,  $p < 0.0002$ ) であり、A, B 群においてもそれぞれ有意に改善していた (Table 2)。しかし、両群間の比較では、TAM, %TAM, FDP 機能度とも統計上 (ANOVA) 有意を得られなかった。改善度は  $27.4 \pm 3.1$  (SE) %, 獲得率  $91.5 \pm 2.7$  (SE) % であり長母指屈筋腱例は改善度 34.5% であった (Table 3)。改善度が負の値を示

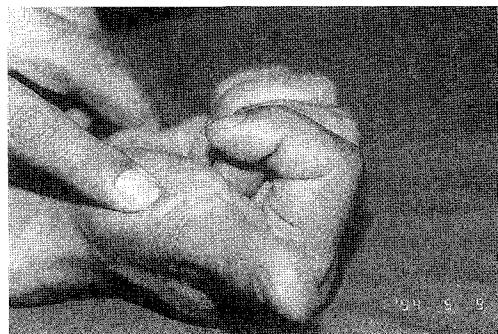
す悪化例は見られず、また 10% 以下の成績不良例も見られなかった。獲得率では術前他動 ROM より術後 TAM が大きくなり 100% を超えた症例が 4 例見られた。術前伸展不足角度は  $33.0 \pm 8.3$  (SE) 度 (A 群:  $39.4 \pm 16.0$  (SE), B 群:  $26.6 \pm 5.2$  (SE)), 術後  $21.5 \pm 5.8$  度 (A 群:  $14.7 \pm 6.5$  (SE), B 群:  $28.3 \pm 9.4$  (SE)) と伸展不足角度において約 10 度の改善をみるが統計上有意でなく ( $p = 0.2297$ )、A, B 群にも差は見られなかった。Buck-Gramcko 法による評価では 12 指

**Table 3** The improving rate=(post TAM-pre TAM)/opposite TAM×100  
The recovery rate=post TAM/pre ROM×100

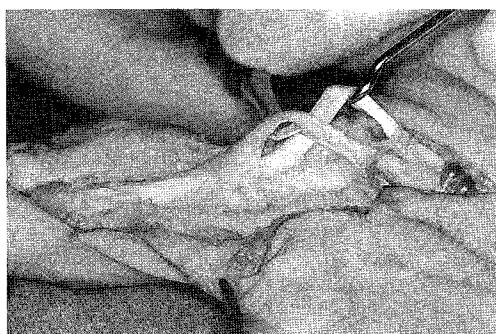
	A	B	A+B
Improving rate	$25.1 \pm 4.0$	$29.8 \pm 4.8$	$27.4 \pm 3.1$
Recovery rate	$94.1 \pm 3.8$	$88.9 \pm 3.7$	$91.5 \pm 2.7$



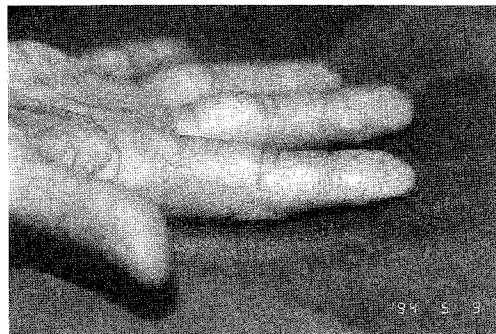
a



c



b



d

**Fig. 1** a: The case 2. Preoperative photograph shows insufficient active DIP flexion. The TAM is 155 degree, the %TAM is 52.4%, the passive ROM is 260 degree and functional rate of the EDP is 58. b: The FDS tendon is freed from the FDP tendon and the gliding floor. The FDP tendon is adhered to the gliding floor. c: Active flexion on 137 postoperative day. The TAM is 250 degree, the %TAM is 84.5%, the functional rate of the FDP is 65.1, improving rate is 32.1 and recovery rate reached 96.2%. d: Postoperative active extension.

が1ランク以上改善し、悪化例は見られず、術前 excellent 0指, good 4指, satisfactory 3指, poor 7指であり、術後それぞれ5指, 6指, 3指, 0指に改善した(Fig. 3)。術前他動可動域と術後自動可動域の間には統計上有意な相関が見られた( $r=0.853$ ,  $n=14$ ,  $p<0.0001$ ) (Fig. 4)。また術前自動可動域と術後自動可動域にも相関が見られた( $r=0.791$ ,  $n=14$ ,  $p=0.0004$ )。

### 症例報告

症例2. 45歳、男。

現病歴：ガラスにより右示指深指屈筋腱断裂(Zone II)を受傷した。腱縫合術を施行するも癒着による自動屈曲不全を認めた。

現症：DIP関節は自動屈曲不能で、術前TAM 155度, %TAM 52.4%, 他動ROM 260度, FDP機能度58であった(Fig. 1-a)。

手術：腱縫合術後567日に癒着剥離術を施行した。浅指屈筋腱を温存し、深指屈筋腱を剥離した後、腱鞘を縫合閉鎖した(Fig. 1-b)。

結果：術後137日でTAM 250度, %TAM 84.5%, FDP機能度65.1, 改善度32.1, 獲得率96.2%を得ておりBuck-Gramcko法ではsatisfactoryよりexcellentに改善した(Fig. 1-c, d)。

症例13. 43歳、女。

現病歴：圧挫により右示指、中指挫滅損傷を受傷した。示指自動屈曲の獲得を希望して当科外来を受診した。DIP関節は固定され、屈筋腱断裂は処置されていない。PIP関節の屈曲を得るべく人工腱によるtwo stage operationを施行したが、癒着により自動屈曲は得られなかった。

現症：DIP関節0度で固定され、術前TAM 90度, %TAM 36%, 他動ROM 160度であり、移植腱の癒着による自動屈曲不全と診断した(Fig. 2-a)。

手術：腱移植術後369日目に癒着剥離術を施行した。偽腱鞘内で移植腱を剥離した後、腱鞘を縫合、近位部は腱が露出したため前腕より脂肪付筋膜を採取し被覆した(Fig. 2-b)。

結果：術後273日において、TAM 145度, %TAM 58.0%, 改善度22.0, 獲得率90.6%を得た(DIP関節固定のためTAM, %TAM, は他の症例より劣る)。Buck-Gramcko法ではpoorよりsatisfactoryへ改善した(Fig. 2-c)。

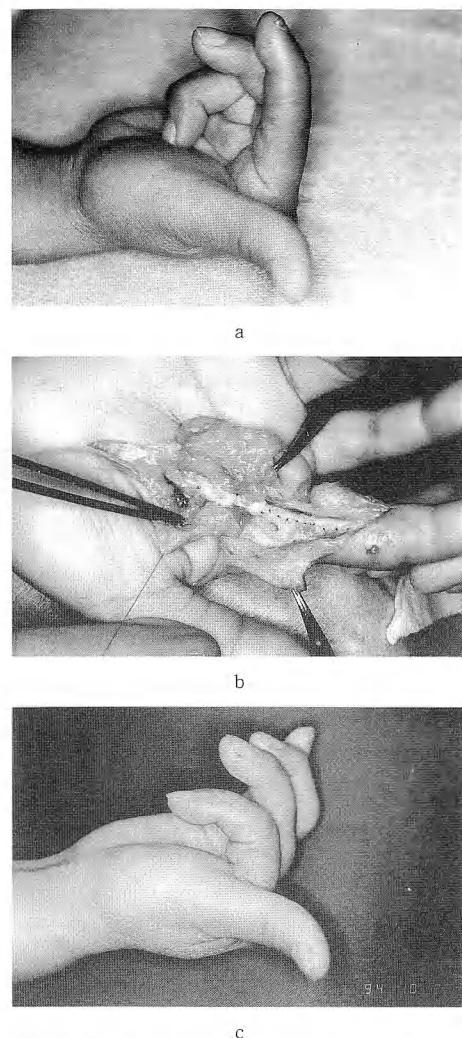


Fig. 2 a: The case 13. Preoperative active flexion of tendon grafted case is shown. The distal interphalangeal joint is fused at 0 degree. The TAM is 90 degree, the %TAM is 36% and the passive ROM is 160 degree.  
 b: After preparation for tenolysis, the tendon sheath is closed and free fat graft from the forearm is applied.  
 c: Postoperative active flexion. The TAM is 145 degree, the %TAM is 58%, the improving rate is 22.0 and the recovery rate reached 90.6%.

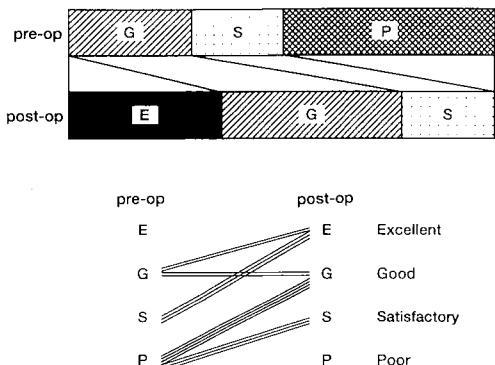


Fig.3 The Buck-Gramcko estimation scores of 12 of the 14 treated fingers improved by more than one rank.

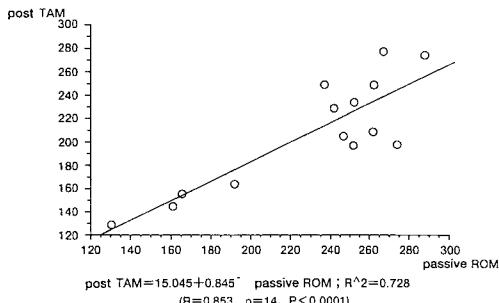


Fig.4 There was a significant relationship between the preoperative passive range of motion (pre ROM) and the postoperative TAM (post TAM).

### 考 察

屈筋腱癒着剥離術を計画するにあたり、その適応、時期を検討する必要がある。多くの報告者は3ヵ月から6ヵ月を薦めている<sup>1)4)12)14)</sup>。自験例は平均377日(最長954日)と他施設での報告より長い傾向にあつたが、1年以上経過して剥離術を施行した6指の成績は劣るものではなかった。土金<sup>17)</sup>と同様に自験例も術前他動ROMと術後自動可動域の間には有為な相関が見られ、獲得率が90%以上得られた。以上より理学療法による十分な他動関節可動域の獲得が、屈筋腱癒着剥離術を計画する条件になり<sup>5)11)15)17)</sup>、皮膚の状態が良好で指屈曲に有効な筋力が獲得されれば、腱修復後長期間経過した症例でも剥離術は有効と考えた。一般に屈筋腱縫合術の成績は挫滅損傷例が不良であるが、剥離の効果は受傷原因に左右されず、上記の条件が整えば躊躇する必要はない。

腱剥離術を行うにあたり皮切を決定する必要がある。術後合併症として早期後療法による創離開が8指に見られ、midlatereal skin incisionの適応も考慮されるべきと反省している。腱の浮き上がりを防止し、屈曲力の効率を高める上でA2, A4 pulleyを確実に再建することが必要であり<sup>2)5)15)</sup>、滑膜性腱鞘も再建することが癒着防止の上で重要である<sup>10)16)</sup>。全例において靭帯性腱鞘、滑膜性腱鞘を再建したが、14指中13指において腱鞘組織が欠損し腱が露出した。これらに対し腱滑動が獲得されるまでの潤滑補助としての脂肪が付着した前腕よりの遊離脂肪付筋膜移植を応用した。このうち1例の再癒着剥離術を行った際、脂肪は吸収されているが膜様組織が残り移植部での癒着は見られない事を確認した。われわれは屈筋腱縫合術後の瘢痕、関節支持組織の柔軟化にTranilastが有用なことを報告し<sup>13)</sup>、癒着剥離術後にも内服投与し有効との印象を得ている。腱癒着予防に関する数多くの報告を見るか<sup>1)3)5)~7)9)15)18)</sup>、癒着剥離術に際しても補助手段を講じることは成績向上のために有用と考えられた。

### ま と め

13例、14指の屈筋腱癒着剥離症例の手術成績につき報告した。初回腱手術からの期間や受傷原因に影響されることなく全例において改善が得られた。術前他動ROMと術後TAMに有意な相関が認められ、獲得率が91.5%であることより、術前の理学療法による十分な他動関節可動域の獲得が重要である。補助手段として遊離脂肪付筋膜移植とTranilast内服は有用と考えられた。

本稿の要旨は第38回日本手の外科学会総会において発表した。

### 参 考 文 献

- 1) Fetrow, K. O.: Tenolysis in the hand and wrist. A clinical evaluation of two hundred and twenty flexor and extensor tenolyses. J. Bone Joint Surg., 49A : 667-685, 1967.
- 2) Foucher, G., et al.: A Post-operative Regime After Digital Flexor Tenolysis. J. Hand Surg., 18B : 35-40, 1993.
- 3) 彦坂一雄 他：腱剥離術における再癒着防止—筋膜移植によるgliding floor再建について—. 整形外科, 33 : 1626-1629, 1982.
- 4) 生田義和 他：屈筋腱損傷に対する腱剥離術について.

- 整形外科, 32 : 1525-1528, 1981.
- 5) 生田義和: 腱剥離術. 日手会誌, 2 : 872-875, 1986.
- 6) 伊藤惠康 他: 手の外科における Silastic sheeting の応用—各種癒着防止材料の適応にも触れて—. 臨整外, 19 : 983-989, 1984.
- 7) 木村記行 他: 指屈筋腱損傷の修復と滑走に関する実験的研究—第11報—ヒアルロンサンの基礎的研究ならびに臨床的応用—. 日手会誌, 1 : 121-125, 1984.
- 8) 北側恵史 他: 手の外科領域における超音波検査の経験. 日本整形外科超音波研究会会誌, 3 : 119-122, 1991.
- 9) 黒島永嗣 他: Noman's land における屈筋腱損傷での脂肪移植による癒着防止の効果. Orthop., 38 : 53-58, 1991.
- 10) Lister, G. D.: Indications and techniques for repair of the flexor tendon sheath. Hand Clin., 1 : 85-89, 1985.
- 11) 松井 猛 他: 陳旧性基節骨々折を伴った拘締指の治療成績. 日手会誌, 2 : 87-95, 1985.
- 12) May, E. J., et al.: Rate of recovery after tendon repair in Zone II. A prospective longitudinal study of 145 digits. Scand. J. Plast. Reconstr. Hand Surg., 27 : 89-94, 1993.
- 13) 中村 潔 他: Tranilast による屈筋腱癒着防止に関する臨床および実験的検討. 整形外科, 41 : 339-347, 1990.
- 14) Pulvertaft, R. G.: Problems of flexor tendon surgery of the hand. J. Bone Joint Surg., 47A : 123-132, 1965.
- 15) Strickland, J. W.: Flexor Tendon Surgery. J. Hand Surg., 14 B : 368-382, 1989.
- 16) Tonkin, M., et al.: Results of primary tendon repair with closure of the tendon sheath. Aust. N. Z. J. Surg., 60 : 947-952, 1990.
- 17) 土金 彰 他: 屈筋腱剥離術の治療成績. 日手会誌, 11 : 239-242, 1994.
- 18) Whitaker, J. H., et al.: The role of flexor tenolysis in the palm and digits. J. Hand Surg., 2 : 462-470, 1977.

## マウス胎仔肢芽におけるプログラム細胞死 —正常、および5-fluorouracilによる異常肢誘発 マウスのアポトーシス出現部位—

順天堂大学医学部整形外科学教室

凌 晨光

### Programmed Cell Death in the Limb Bud —The Role of Apoptosis in the Normal and Abnormality-Induced Mice—

Shinkou Rin

Programmed cell death plays an important role in morphogenesis. The conventional method to detect the area where programmed cell death is taken place in the limb bud has been vital staining by Nile blue. Currently, however, Gavrieli et al. (1992) developed a novel cytochemical method of *in situ* visualization of the programmed cell death by means of terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT) to 3'-OH ends of fragmented DNA and named it TdT-mediated dUTP-biotin nick end labeling (TUNEL). The present study was carried out to investigate how the programmed cell death occurs in the developing limb bud of the normal and abnormality-induced mice, using the TUNEL method.

Method: 5-fluorouracil (5-FU) was intraperitoneally administered to JCL/ICR mice on the day 10 of gestation. The fetuses were observed by means of vital staining with Nile-blue and TUNEL method on the day 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5 of gestation, and the results were compared with those in the normal fetuses.

Results: In the normal fetuses programmed cell death occurred in the proximal portion of the central venous sinus (so-called opaque patch) on the day 11.0 and 11.5, in the apical ectodermal ridge (AER) on the day 10.5-13.0, in the foyer primaire preaxial (fpp) on the day 11.5, in the foyer marginal I (fmi) and the foyer marginal V (fmV) on the day 12.0-13.5, in the presumptive phalangeal joints on the day 13.0-14.0, and in the interdigital zones on the day 13.5-14.5. Polydactyly-induced fetuses showed absence of the death in the fpp, diminishing of the area of the death in the fmi and delayed appearance of the death in the AER in the early part of gestation, and on the day 11.0-12.5 the AER became thicker or papillomatous. Oligodactyly-induced fetuses showed diffuse death area in the postaxial mesoderm.

Conclusion: It is well known that digital malformation including preaxial polydactyly can be induced in high frequency with 5-FU administration. This study demonstrated for the first time the programmed cell death in the limb bud of the 5-FU treated, abnormality-induced mice with the use of TUNEL method.

はじめに

先天異常肢の原因を解明するための実験的研究には

多くの方法がある。教室の沼本、戸部ら<sup>22)</sup>は妊娠中のマウス胎仔肢芽を電気焼灼し異常肢を誘発する子宮外妊娠継続法の有用性を報告し、異常肢発現には時期

**Key words:** programmed cell death, limb bud, abnormality-induced mouse, TUNEL method, apoptosis

**Address for reprints:** Shinkou Rin, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Juntendo University School of Medicine, 2-1-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.

特異性があり、多趾発現には足板が形成される前の肢芽期後期に臨界期があることを確認した。一方マウス、ラットの軸前性多趾では肢芽軸前側のプログラム細胞死の欠落が過剰肢形成の基本過程として注目され、マウスの遺伝性多趾およびara-C や 5-fluorouracil (5-FU) による外因性多趾で軸前側深部中胚葉のプログラム細胞死の欠落が認められている<sup>7)(9)(11)(15)~(17)(19)(21)(24)</sup>。プログラム細胞死はその形態学的特徴からアポトーシスと命名され、胎仔肢芽の形態形成でみられるほか、いろいろな場所でみられることがわかり近年注目されている<sup>6)</sup>が、生化学的にはオリゴヌクレオソーム単位の核 DNA の断片化という特徴をもつ。これまでプログラム細胞死の判定には光顯的および電顯的観察、生体染色法、DNA 電気泳動による DNA 断片化の検出などが用いられてきたが<sup>3)(25)</sup>、Gavrieli ら<sup>4)</sup>(1992) は TUNEL (terminal deoxynucleotidyl transferase mediated deoxyuridine-triphosphate-biotin nick end labeling) 法を開発し *in situ*でのアポトーシスの検出に成功した。今回の実験は 5-FU 腹腔内投与による多趾の誘発とプログラム細胞死の関係を TUNEL 法を用いて明らかにすることを目的とした。TUNEL 法の対照として Nile blue による生体染色も併用し、経時的にアポトーシスの出現部位の変化を詳細に観察した。

## 材料と方法

JCL/ICR マウスの雌 90 匹 (A 群 30 匹, B 群 60 匹) を使用、臍栓発見日を妊娠 0 日とした。

### 1. A 群：正常例 (5-FU 非投与群)

妊娠 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5 日目に pentobarbital (0.06mg/g 体重) にて腹腔内麻醉後、拡大鏡下に腹部を正中切開し双角子宮を露出させ、子宮壁外よりマイクロシリジンを用いて 5000 倍 Nile blue A 液を羊水内に注入し腹膜・皮膚を縫合後 30 分放置、その後再び腹腔を開いて胎仔を摘出し、Hanks 液内で 1 時間冷蔵保存後、実体顕微鏡下で生体染色された四肢を観察した<sup>15)</sup>。さらにこれららの胎仔を 10% ホルマリンで固定後パラフィン包埋、4-6 μm パラフィン切片を作成し、これらを TUNEL 法を用いて染色し、肢芽の観察をおこなった。Nile blue 液は 1 腹中 5 ~ 7 匹の胎仔に注入し、それ以外の胎仔については開腹直後に摘出し 10% ホルマリン固定後上記の方法により、TUNEL 法による肢芽の観察をおこなった。また妊娠 12.5, 13.0, 13.5 日の

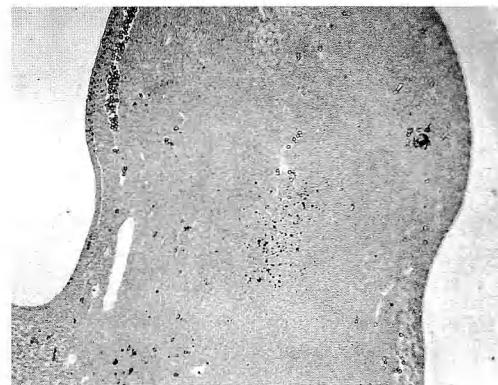


Fig. 1 A longitudinal section of a right hindlimb on the day 11.5 (TUNEL method). Cell death was found in the proximal portion of the central venous sinus (so-called opaque patch) and in the preaxial-AER ( $\times 100$ ).

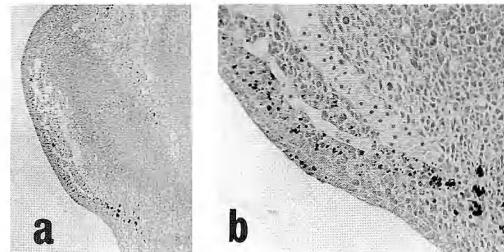


Fig. 2 A longitudinal section of a right hindlimb on the day 13.5 (TUNEL method).  
a: Cell death was found in the AER, the foyer marginal I (fml), the interdigital zones and the presumptive interphalangeal joint ( $\times 100$ ).  
b: A higher magnification of the AER showing numerous apoptotic fragments ( $\times 400$ ).

一部の胎仔については凍結切片も作成し、これを TUNEL 法で染色し肢芽を観察した。

### 2. B 群 (5FU 投与群)

妊娠 10.0, 10.5 日目に 5-FU 30mg/kg を腹腔内投与し 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96 時間後に Nile blue による生体染色後、胎仔を採取し顕微鏡下に写真撮影、四肢の切断を行い、切斷肢を 10% ホルマリンで固定後パラフィン包埋、4-6 μm パラフィン切片を作成し、これらを TUNEL 法を用いて染色

し、肢芽の観察をおこなった。生体染色は拡大鏡下に行い実体顕微鏡にて細胞死の出現部位を観察した。

## 結果

1 匹の母胎につき平均 13.5 匹（3～21 匹）の胎仔があり、処置した胎仔の総数は 1211 匹にのぼった。生体染色法は Nile blue A 液の羊水内注入後、胎仔が生存していれば確実に染色された。TUNEL 法では、より確実にプログラム細胞死を染色したが正確な四肢縦断像の切片作成のために多数の胎仔を要した。

### 1. A 群

胎生 11.0～11.5 日の中心部静脈洞近位（opaque patch）(Fig. 1), 10.5～13.0 日の AER (apical ectodermal ridge), 11.5 日の深部中胚葉 fpp (foyer primaire preaxial), 12.0～13.5 日の fmI (foyer marginal I) (Fig. 2) および, fmV (foyer marginal V), 13.0～14.0 日の指節・趾節間関節部分 (Fig. 3), 13.5～14.5 日の指間中胚葉および指間上皮にプログラム細胞死の発現が観察された (Fig. 4)。Nile blue による生体染色と TUNEL 染色では、同時

期に同部位に染色されよく相關していたが、opaque patch は TUNEL 法でのみ検出可能であった。

### 2. B 群

これに対して 5-FU 投与群では、11.5 日に fpp の細胞死の欠落、12.0～13.0 日の fm I の細胞死の範囲縮



Fig. 3 Vital staining of normal forelimbs on the day 13.5 (Nile blue-staining). Dead cells were found in the interdigital zones and the areas corresponding to the presumptive interphalangeal joints.

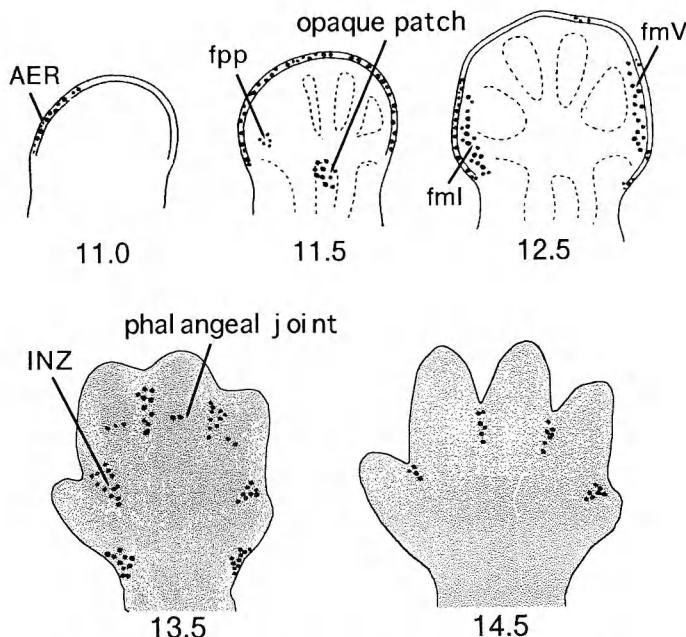
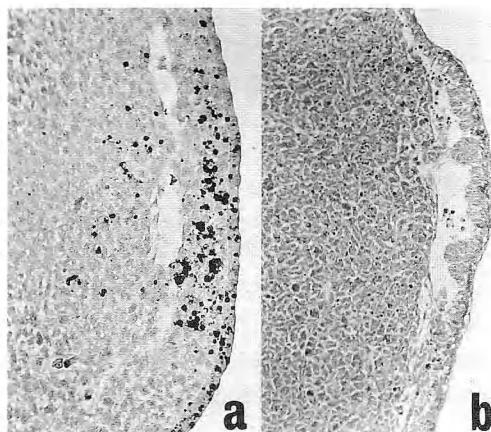
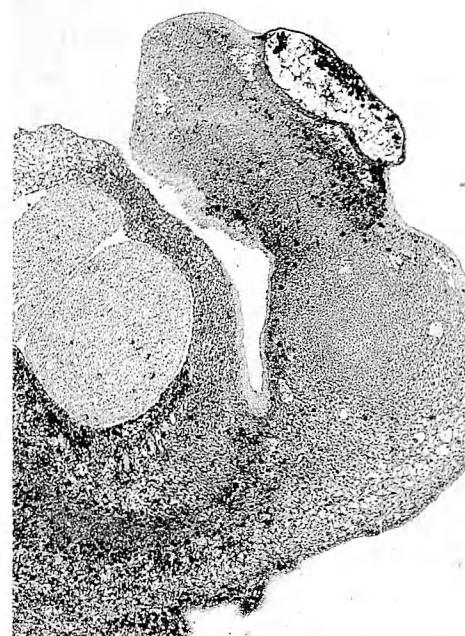


Fig. 4 Normal patterns of programmed cell death. TUNEL method was well correlated with vital staining in all cases except for the opaque patch which was detected only by TUNEL method.



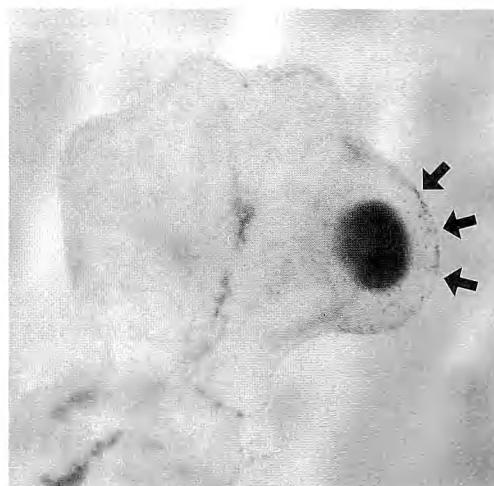
**Fig. 5** Longitudinal sections of the preaxial area of the left hindlimb on the day 12.0 (TUNEL method).  
 a: Normal fetus. Cell death was found in the fmI and the preaxial-AER ( $\times 400$ ).  
 b: Fetus treated with 5-FU. Programmed cell death could not be detected in the preaxial area. Thickening and papillomatous changes were observed in the AER ( $\times 400$ ).



**Fig. 7** A longitudinal section of a right hindlimb of a 5-FU treated fetus on the day 12.5 (TUNEL method). Diffuse cell death and postaxial hemorrhage were observed ( $\times 40$ ).



**Fig. 6** Vital staining with Nile blue of a left hindlimb of a 5-FU treated fetus on the day 12.5. Delayed and diminished programmed cell death was found in the AER. The preaxial portion became prominent at this stage (arrow).



**Fig. 8** Vital staining with Nile blue of a right hindlimb of a 5-FU treated fetus on the day 13.0. There was increased cell death surrounding the hemorrhagic focus (arrows).

小がみられ、11.0~12.5日のAERの細胞死の発現遅延、異常肥厚と乳頭状突出、AER-中胚葉間の解離がみられた(Fig.5)。12.0日以前では肉眼的には正常例と区別がつかなかったが、12.5日には胎仔肢芽における軸前側の突出が観察できた(Fig.6)。また、10.5~13.0日において肢芽中胚葉に瀰漫性に細胞死が起こるもののが軸前側のAERは細胞死が起きないために異常に肥厚する像がみられ(Fig.7)、12.0~14.0日では、辺縁静脈洞の出血による軸後性血腫が観察された(Fig.8)。

## 考 察

### 1. プログラム細胞死とアポトーシスについて

プログラム細胞死とは、既に遺伝子に組み込まれている細胞死の情報が何らかの機構により呼び出されて発現する細胞死を意味し、発生や分化あるいは組織のturn overの過程でみられる。一方アポトーシスは病理学的細胞死であるネクロシスと全く異なる形態学的特徴をもつ細胞死として1992年Kerrら<sup>8)</sup>が名付けたもので、1) 電顕的に細胞質濃縮を伴う核濃縮、核断片化、膜の微絨毛消失、膜被包性球状小体化、2) 隣接するマクロファージや上皮細胞によるそれらの貪食、消化、3) オリゴヌクレオソーム単位のDNAの断片化、などの特徴を持つ。

Clarke<sup>1)</sup>は正常の発達過程にみられるプログラム細胞死の形態と死細胞処理の様式を apoptosis, autophagic cell death, non-lysosomal disintegration の3種類に分類している。この3種のうちアポトーシスのみがDNA断片化をおこすことから生化学的分析がさかんに行われるようになり、またプログラム細胞死のうちのほとんどがアポトーシスのかたちをとるために近年アポトーシスという言葉はプログラム細胞死と同義語として使われる傾向がある。

### 2. TUNEL法について

これまでプログラム細胞死の判定には光顕的および電顕的観察、生体染色法、DNA電気泳動によるDNA断片化の検出などが用いられてきた。今回対照として用いたNile blueによる生体染色は、以前から行われている方法であるが、細胞死に陥った細胞の細胞膜の透過性が亢進して色素が細胞内にたまるとか、死細胞を貪食すべきマクロファージが色素をとりこむ等種々の説があるが死細胞が染色される真の理由はわかっていない。Gavrieliらは断片化したDNAの切れ目をlabelingするTUNEL法を開発し *in situ*でのアポト-

シスの検出を可能としたため、この方法を用いた研究がさかんに行われている<sup>14)23)26)</sup>。今回の結果では生体染色とTUNEL法で検出した細胞は、正常例、異常誘発例ともによく相關していた。

### 3. 正常発生過程でのアポトーシス出現部位について

Milaireら<sup>12)13)</sup>は生体染色と組織学的観察によりプログラム細胞死のおこる時期、部位を詳細に述べているが、正常発生において今回新たにプログラム細胞死が証明された部位は、胎生11.0~11.5日の中心部静脈洞近位と13.0~14.0日の指節・趾節間関節部分であった。Dawd, Hinchliffeら<sup>2)5)</sup>は中心部静脈洞近位における細胞死をニワトリ胎仔の肢芽形成初期における生体染色でほんやり染まることから opaque patch と呼び、脛腓骨の初期分離部として意味づけているが、マウスの opaque patch はこれまで記載がなく、今回の実験でも生体染色では染色されずTUNEL法でのみ検出可能であった。Moriら<sup>14)</sup>は指間形成におけるプログラム細胞死の出現部位を詳細に述べ TUNEL法による染色も行い、やはり指節間関節にプログラム細胞死を検出している。

### 4. 異常肢誘発胎仔肢芽のアポトーシス出現部位について

1) 多趾系：正常例ではまずAERの細胞死がおこり、続いて軸前および軸後側の中胚葉組織が死ぬのに対し、5-FU投与群では軸前側AERの細胞死がなかなかおこらないために、AERは退縮が遅れ、異常に肥厚する<sup>10)</sup>。Scottら<sup>20)</sup>はAERの細胞死の遅延により epithelial-mesenchymal interaction に異常がおこり、その後におこる軸前側中胚葉の細胞死も抑制されるために、中胚葉成分が過剰となり多趾が誘発されるとしているが、今まで生体染色、光顕、電顕的観察によりおこなわれた異常肢誘発マウスにおけるプログラム細胞死の変化を今回はじめてTUNEL法により DNA fragmentation として *in situ*で視覚化できた。

2) 減趾系：軸前側のAERの細胞死はおこらないものの、肢芽中胚葉に瀰漫性に細胞死がおこるものも多数観察されたが(Fig.7)、これらの例ではAERとAER直下の中胚葉に解離がおこり、その解離部分に血腫を形成し、そこにあるべき軸後側の趾放線は欠損していた。この血腫は妊娠後期で脱落し、軸後側欠損を呈するものと思われた。荻野<sup>18)</sup>は myleran による誘発実験により、尺側列形成障害は胎生期早期における比較的強い外的因子により発現するとしているが、

TUNEL 法で観察された広い範囲の細胞死はこれを裏づける結果といえる。

### ま　と　め

JCL/ICR マウスの正常肢芽発生ならびに 5-FU 誘発による異常肢芽におけるプログラム細胞死の発現を TUNEL 法を用いて観察した。正常肢芽では胎生 11.0~11.5 日の中心部静脈洞近位と 13.0~14.0 日の指節・趾節間関節に認められた。多趾系では本来プログラム細胞死がおこるべき部位には染色されなかった。減趾系では軸後性に多数漏洩性に認められた。

稿を終わるにあたり、直接御指導、御校閲を賜りました山内裕雄教授に深謝致します。また直接御指導を賜りました沼本秀樹先生に深謝致します。

(本論文の要旨は、第 9 回日本整形外科学会基礎学術集会、および第 38 回日本手の外科学会において発表した。)

### 参　考　文　献

- 1) Clarke, P. G. H.: Developmental cell death (morphological diversity and multiple mechanisms). *Anat. Embryol.*, 181 : 195-213, 1990.
- 2) Dawd, D. S., et al.: Cell death in the "opaque patch" in the central mesenchyme of the developing chick limb (a cytological, cytochemical and electron microscopic analysis). *J. Embryol. exp. Morph.*, 26 : 401-424, 1971.
- 3) Garcia-Martinez, V., et al.: Internucleosomal DNA fragmentation and programmed cell death (apoptosis) in the interdigital tissue of the embryonic chick leg bud. *J. Cell Sci.*, 106 : 201-208, 1993.
- 4) Gavrieli, Y., et al.: Identification of programmed cell death *in situ* via specific labeling of nuclear DNA fragmentation. *J. Cell Biol.*, 119 : 493-501, 1992.
- 5) Hinchliffe, J. R., et al.: Genetic inhibition of mesenchymal cell death and the development of form and skeletal pattern in limbs of *talpid<sup>3</sup>* (*ta<sup>3</sup>*) mutant chick embryos. *J. Embryol. exp. Morph.*, 31 : 747-760, 1974.
- 6) Hurle, J. M.: Cell death in developing systems. *Meth. Achiev. Exp. Pathol.*, 13 : 55-86, 1988.
- 7) 今川俊一郎他: 5-fluorouracil 誘発マウス多指の奇形成立機序について。整形外科, 32 : 1440-1442, 1981.
- 8) Kerr, J. F. R., et al.: Apoptosis: basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics. *Br. J. Cancer*, 26 : 239-257, 1972.
- 9) Kameyama, Y., et al.: Morphogenesis of 5-fluorouracil induced polydactylism in mice. *Ann. Rep. Environ. Med., Nagoya Univ.*, 21 : 59-66, 1974.
- 10) 亀山義郎: 四肢奇形の成立機序—実験奇形学の立場から。整形外科, 28 : 1025-1031, 1977.
- 11) Knudsen, T. B., et al.: The role of morphogenetic cell death during abnormal limb-bud outgrowth in mice heterozygous for the dominant mutation *Hemimelia-extra toe* (*Hm<sup>2</sup>*). *J. Embryol. exp. Morph.*, 65 : 289-307, 1981.
- 12) Milaire, J., et al.: Histochemical expression of morphogenetic gradients during limb morphogenesis (with particular reference to mammalian embryos). *Birth Defects: Original Article Series*, 13/1 : 37-67, 1977.
- 13) Milaire, J., et al.: Hereditary and induced modification of the normal necrotic patterns in the developing limb buds of the rat and mouse: fact and hypotheses. *Arch. Biol. (Bruxelles)* 94 : 459-490, 1983.
- 14) Mori, C., et al.: Programmed cell death in the interdigital tissue of the fetal mouse limb is apoptosis with DNA fragmentation. *Anat. Rec.* 242 : 103-110, 1995.
- 15) Naruse, I., et al.: Morphogenesis of genetic preaxial polydactyly. *Polydactyly Nagoya, Pdn*, in mice. *Cong. Anom.*, 22 : 137-144, 1982.
- 16) Naruse, I., et al.: Effects of 5-fluorouracil and cytosine arabinoside on the manifestation of digital malformations in *Pdn* mice. *Cong. Anom.*, 23 : 211-221, 1983.
- 17) Naruse, I., et al.: The role of apoptosis in the manifestation of polydactyly and arhinencephaly in genetic mutant Mouse *Pdn/Pdn*. *Cong. Anom.*, 34 : 321-328, 1994.
- 18) 萩野利彦: 尺側形成障害の病態と治療。整形外科 Mook, 35 : 151-167, 1984.
- 19) Okagawa, T., et al.: Digital malformation produced in rats by repeated administration of cytosine arabinoside. *Cong. Anom.*, 22 : 161-166, 1982.
- 20) Scott, W. J., et al.: Delayed appearance of ectodermal cell death as a mechanism of polydactyly induction. *J. Embryol. exp. Morph.*, 42 : 93-104, 1977.
- 21) Takehira, Y., et al.: Morphogenesis of reductional malformations of digit in rat fetuses induced by cytosine arabinoside or 5-fluorouracil. *Cong. Anom.*, 21 : 105-118, 1981.
- 22) 戸部正博: 先天異常肢発生に関する実験的研究—子宮外妊娠継続法 (Exo utero survival 法) を用いた肢芽焼灼実験。日整会誌, 68 : 470-478, 1994.
- 23) Tone, S., et al.: DNA fragmentation during the Programmed cell death in the chick limb buds. *Exp. Cell Res.* 215 : 234-236, 1994.
- 24) Wise, L. D., et al.: Incorporation of 5-bromo-2'-deoxyuridine into mesenchymal limb-bud cells destined to die-relationship to polydactyly induction in rats. *J. Embryol. exp. Morph.*, 72 : 125-142, 1982.

- 25) Zakeri, Z. F., et al.: Delayed internucleosomal DNA fragmentation in programmed cell death. *FASEB J.*, 7 : 470-478, 1993.
- 26) Zakeri, Z., et al.: Apoptotic cell death in mouse limb and its suppression in the hammertoe mutant. *Dev. Biol.*, 165 : 294-297, 1994.



## 第2回神奈川手・肘の外科研究会

日 時：平成8年10月12日

会 場：横浜シンポジア

会 長：岡 義範

東海大学医学部整形外科

### 一般演題

#### 1 両側キーンベック病に合併した手根管症候群の一例

東海大学整形外科 ○賀 古 俊夫  
岡 義範  
太 田 和 年  
斎 藤 育雄

(症例) 48歳、女性、電気部品組立工(主訴) 両側手関節部痛、左示指、中指、環指のしびれ(現病歴) 平成8年2月頃より特に誘因なく主訴が出現、同年3月当科を受診(初診時所見) 両側手関節背側部の圧痛、左正中神経領域の知覚鈍麻(スポーツ歴) ソフトボール5年間、バレーボール3年間(所見) 両側月状骨の崩壊像(MRI) 両側月状骨のlow intensity(筋電図) 左手根管部での正中神経麻痺(診断) 左手根管症候群を合併した両側キーンベック病: Lichtman 3b期(手術所見) 月状骨が掌側へ突出し、正中神経の圧迫を認めたため、月状骨摘出術、骨核入り腱球移植術、手根管開放術を左に施行(考察) 両側キーンベック病の報告は極めて少ない。両側発症には、職業、スポーツなどの環境要因が強く関与していたものと思われた。手根管症候群の合併は、手根骨配列異常による手根管の狹少化が原因の一つと考えられた。

#### 2 肘部管症候群の手術成績

横浜南共済病院整形外科 沖 永 貴志  
藤 井 英世  
山 田 勝 久  
蜂 谷 將 史  
大 成 克 弘  
大久保 俊 彦

柁 原 俊 久  
三 原 久 範  
竹 口 英 文  
本 田 英一郎  
瀧 直 也  
田 辺 賀 則  
田 中 正 宏  
鈴 木 俊

当院における肘部管症候群に対しKing変法を行い、治療成績を赤堀の分類を用いて検討したので報告する。

対象は平成元年から6年まで手術を施行し予後を調査し得た男性8例、女性6例の14例15肘である。罹患側は、右側6例、左側7例、両側例は1例であった。手術時年齢は20歳~74歳(平均53.3歳)であった。追跡調査期間は10カ月から6年8カ月(平均4年2カ月)であった。原疾患は変形性肘関節症6肘、小児期の上腕骨外顆骨折後の偽関節による外反肘が3肘、ガングリオンによるもの2肘、偽関節以外の肘周辺骨折後2肘、その他2肘であった。術前Stage分類では、Stage 1, 1肘、Stage 3及びStage 4は7肘ずつ、Stage 2及びStage 5は無かった。予後は、優6肘、良4肘、可5肘で不可はなかった。

Stage 4の症例、60歳以上の高齢者群、罹病期間が1年以上経過した群、術中絞扼所見を認めた各群で予後が不良であった。

#### 3 治療に難渋した上肢のRSD及びカウザルギーの3症例

聖マリアンナ医科大学整形外科  
清 水 弘 之  
木 原 仁  
別 府 諸 兄

青木治人  
聖マリアンナ医科大学東横病院整形外科  
木村元  
吉田亮  
嶋崎宣孝

最近治療に難渋した上肢の反射性交感神経性ジストロフィー及びカウザルギー3症例を経験したのでその経過を中心に報告する。症例1：26歳、女性。昨年の当研究会の報告例である。主訴は左前腕から環、小指の疼痛とclaw様変形である。他院で尺骨神経剥離術を2回施行され来院した。各種の保存療法を行うも改善せず、皮下前方移動術さらに筋層下前方移動術を施行し現在経過観察中である。症例2：24歳、女性。頸椎捻挫後より右上肢の疼痛と腫脹が出現した。各種保存療法により症状が軽減するも歩行中、人にぶつかり再発したが、症状は消失し最近1年間は再発していない。症例3：28歳、女性。鏡視下手根管開放術後に徐々に上腕まで腫脹と疼痛を認めた。リンパ浮腫の治療である弾性ストッキングやハドマーを試み症状は軽減した。本疾患は確立した治療方針がたたないのが現状である。早期に症状に合う適切な治療法を組み合わせることが必要である。

#### 4 桡骨頸部骨折に対する髄内固定法の治療経験

東海大学整形外科 太田和年  
岡義範

関節内骨折である桡骨頸部骨折に対して整復位の保持、早期可動域訓練の可能な髓内固定法であるMétaizeau変法を施行し良好な成績を得たので報告する。症例は3例、全例女性で年齢は10, 10, 57歳、いずれも単純X線写真でBakalim分類Type Vであった。方法は全身麻酔下でイメージ下に徒手整復を行い、整復不能な一例にはエレバトリウムにて経皮的整復を行った。次に先端1cmを約30度弯曲させた1.8mmK-wireを桡骨茎状突起より髓内にハンマーで桡骨頭部の軟骨下骨に達するまで打ち込んだ。手術翌日より前腕回内外運動可能なギブスを装着し早期運動を開始した。術後平均11日後より肘屈伸運動を開始した。術後平均10ヶ月の現在3症例とも痛みもなく良好な可動域を獲得している。このように我々が行ったMétaizeau変法は整復位の保持、早期可動域訓練が可能であり、非常に優れた方法であると思われた。

#### 5 不安定型橈骨遠位端骨折の骨欠損に対するHApブロック移植を用いた創外固定術の術後成績

横浜市立大学整形外科 林毅  
腰野富久  
岡本連三  
斎藤知行  
和田次郎  
坂野裕昭  
佐藤重  
戸川大輔  
岡崎敦  
桜井真一

骨欠損を伴う不安定型の橈骨遠位端骨折に対して、ハイドロキシアパタイト(HAp)ブロック移植を用いた創外固定術を行ったので、その術後成績およびHApと周囲骨組織の経時的变化について報告する。対象は不安定型橈骨遠位端骨折6例6手関節、手術時年齢は平均51.1歳で、男2例、女4例であった。経過観察期間は平均12.3カ月であった。手術は骨折を牽引下に整復した後に創外固定器を装着し、形成したHApブロックを骨欠損部に充填した。術後成績はPalmar tilt(PT) ulnar variance(UV)からみた整復位の保持、斎藤のポイントシステムによる総合評価、骨癒合の時期、HApと骨組織の経時的变化を調査した。PTは整復時8.7度が骨癒合時8.3度、UVは整復時1.4mmが骨癒合時2.1mmと良好な整復位が保持されていた。総合評価は全例excellentであった。8週で全例に骨癒合が得られ、遅延はなかった。HApと周囲の骨組織との結合は術後5~6カ月で完成した。HApは生体親和性が高く骨癒合も良好で、整復位も良好に保持された。不安定型の橈骨遠位端骨折の骨欠損に対するHApブロック移植は有用な方法と思われた。

#### 6 遠位橈尺関節不安定症に対するHui法の術後成績

北里大学東病院整形外科 ○浮田豊彦  
二見俊郎  
小林明正  
遠藤太刀男  
塚本行男

転倒などにより過度な手関節背屈や前腕回旋が加わった場合、遠位橈尺関節の支持機構に破綻が生じ、結果

的に遠位橈尺関節部に不安定感（多くの場合、前腕回内時の尺骨頭背側亜脱臼）及びその際の運動時痛を訴える症例がある。

新鮮例に対しては一次的修復術や外固定などの保存的療法でも対処可能な場合が少なくないが、陳旧例の治療は難渋することが多く、またその外科的治療に関しては様々な方法があるが、いずれも確実とは言い難い様である。我々は上述したような症状を有する陳旧性本症3例（女性2例、男性1例、平均年齢26歳）に対してHui法（縦切したFCU腱を尺骨頭に開けたdrill holeを通した後に、遠位に反転させることにより安定化を図る手術）を試みた。1例は経過観察中であるが、残りの2例に関しては不安定感は消失し運動時痛や可動域制限も認めていない。

## 7 一新しい試み—簡便なTFC損傷の検査法

聖マリアンナ医科大学整形外科学教室

木村 元  
別府 諸兄  
木原 仁  
清水 弘之  
石井 庄次  
青木 治人

今回われわれは、新しい試みとして、外来診察室で行える簡便な手関節三角線維軟骨（TFC）損傷の検査法（pumping test）を考案したので報告する。

【方法】2.5ccのシリジに局麻薬を入れ25G注射針をつけて用意する。遠位橈尺関節を触知し、針を遠位橈尺関節包内に進め針先を固定しつつ局麻薬を注入する。この時、TFC損傷がなければ局麻薬を1.0～1.5ml注入した時点でバネ様の抵抗を検者の母指に感じ、患者は圧迫感と軽度の痛みを訴える。シリジの内筒から指を離すと圧により局麻薬がシリジ内に戻ってくる。逆にTFC損傷があった場合には局麻薬は橈骨手根関節内へ漏れ、抵抗無く全量注入できる。

【ポイント】本法により外来で簡単にTFC損傷の診断が可能となる。また、TFC損傷がなく遠位橈尺関節に問題があった場合には局麻薬の影響で一時に症状が軽快するため病変の局在診断法ともなり得る。

## 8 ゴルフ選手における尺側手根伸筋腱脱臼の1例

東海大学整形外科 繁田 明義

太田 和年  
齋藤 育雄  
岡 義範

尺側手根伸筋腱（以下、ECU）の脱臼に関する報告は少ない。今回われわれはゴルフ選手に発症した1例を経験したので、文献的考察を加え報告する。【症例】20歳、男性、ゴルフ研修生【主訴】右手関節部痛および弾発【現病歴】平成8年2月クラブスティング時に右手関節部痛が出現し、平成8年3月当科を受診した。【初診時所見】右手関節を背・尺屈させ前腕を回外するとECUは尺骨茎状突起を越えて滑脱し、中間位に戻す途中で再び弾発的に整復され、この時痛みを訴えた。この為ECU腱脱臼の診断のもと手術を施行した。【手術所見】手術は局所麻酔下に行い第6コンパートメントの弛緩した伸筋支帯とECUの自動運動による脱臼および整復時の弾発を確認し、伸筋支帯解離・尺骨茎状突起部分切除術を施行した。【考察】伸筋支帯解離術および尺骨茎状突起部分切除術は再脱臼や後療法の点を考え合わせECU腱脱臼の治療に有効であると考えられた。

## 9 手指の屈伸運動により発生したtrigger wristの治療経験

北里大学東病院整形外科 小林 明正  
二見 俊郎  
浮田 豊彦  
遠藤 太刀男  
塚本 行男

われわれは、手指の屈伸運動により発生した4例のtrigger wristを経験したので、その原因などに関し報告した。

対象症例は男性2例、女性2例の計4例で、年齢は11歳から61歳であった。4例中3例は手指の屈曲により手関節掌側で弾発が生じ、手根管症候群を合併していた。他の1例は長期血液透析例で、手関節背側で総指伸筋腱の移動に一致する腫瘍を触知し、弾発を生じていた。

4例とも症状の改善を認めなかつたので手術を行った。術中所見は、掌側例（3例）では手根管を開放することにより弾発は消失した。屈筋腱周囲には滑膜様組織と思われる軟部組織が腫瘍状を呈し、手指伸展時に屈筋腱の移動とともに軟部組織が手根管内に入り込んでいた。切除した軟部組織の病理組織所見は、滑膜

であった。また、合併していた手根管症候群の症状は、術後速やかに消失した。

背側例（1例）では、灰白色を有する紡錘状に肥厚した物質が環指総伸筋腱に沈着し、伸筋腱の滑走とともに移動した。この物質が伸筋支帶の下を通過する際に弾発が生じていた。伸筋支帶を切離することにより弾発は消失した。腱沈着物質は、congo-red 染色、抗ヒト  $\beta_2$  ミクログロブリン抗体を用いた免疫組織検索でいずれも陽性を示した。

## 10 Herbert Whipple bone screw による母指 CM 関節固定術の術後成績

横浜市立大学整形外科 岡田周介

Herbert Whipple bone screw をもちいて関節固定術を行ったので、その術後成績につき報告する。対象は母指 CM 関節症 4 例 5 関節で、性別は男 2 例、女 2 例。年齢は平均 61.5 歳（44～75 歳）であった。罹患側は左 3 例、両側 1 例。経過観察期間は平均 12.4 カ月（6 カ月～1 年 10 カ月）であった。Eaton 分類では、stage 3 が 3 関節、stage 4 が 2 関節であった。後療法は、術直後より thumb spica cast 固定とし、術後 3 週で CM バンド固定、6 週で、CM バンド除去とした。全例に骨癒合を得、母指と、第 2 から 5 指の pinch が可能であった。pinch 力では、tip pinch が平均 2.2kg（対側比 97%）、pulp pinch が平均 2.0kg（対側比 109%）であった。疼痛も全例で消失し、満足と答えた。Herbert Whipple bone screw はサイズが適当で、充分な圧迫力と固定性が得られ、手技も容易であるため、母指 CM 関節固定術に適切な内固定材料と思われる。

## 11 長橈側手根伸筋腱停止部剥離骨折の 1 例

済生会神奈川県病院整形外科 ○山中一良

佐々木 孝

野本 聰

宮永 将毅

中澤 秀夫

高木 賢一

谷島 浩

三尾 健介

前廣整形外科柳町診療所 前廣悟朗

前廣進

きわめてまれな長橈側手根伸筋腱停止部剥離骨折の 1 例を経験した。症例は 39 歳の男性で、高速で回転するローラーに手袋ごと右手が巻きこまれ受傷した。右手背部痛を主訴に近医を受診し保存的治療を受けたが、軽快せず、受傷から 20 日後に来院した。初診時、右手背高位部橈側に腫脹と圧痛があり、手関節の可動域は疼痛のため背屈 28 度、掌屈 35 度と制限されていた。X 線写真では手根部背側の小骨片陰影と、第 2 中手骨基部橈側の骨陰影欠損を認めた。初診同日手術を行った。手根部背側の瘢痕内に腱を付着した骨片があり、AO-204 螺子と Kirschner 鋼線を用いて骨片を第 2 中手骨基部に固定した。4 週の外固定の後可動域訓練を開始した。術後 10 週の現在、疼痛はなく、手関節の可動域は伸展 44 度、屈曲 47 度と改善している。この症例の受傷機転は、高速回転機械による急激な手関節掌屈時に筋力による停止部への牽引力が加わったためと考えられた。

## 症例検討演題

### 1 橈尺骨遠位部骨折後に前腕変形を呈した 1 例

聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院整形外科

仲野靖司

笹益雄

新井猛

山崎誠

高梨整形外科医院 高梨吾朗

【症例】7 歳の男児。主訴：左尺骨偽関節。

【現病歴】平成 6 年 10 月 31 日左手をついて転倒受傷。近医受診し橈尺骨遠位部骨折と診断。徒手整復後ギブス固定を受けた。2 週後の単純 X 線で尺骨骨折部の転位を認めたが、整復は行わず 4 週固定した。しかし尺骨の骨癒合が得られずさらに 4 週固定。骨癒合悪く、平成 7 年 3 月 15 日当科紹介受診となった。

【初診時現症及び経過】骨折部に疼痛はなく、関節可動域も正常。単純 X 線上、尺骨は骨折部で萎縮型の偽関節を呈し短縮していた。橈骨は骨折部より軽度尺側へ弯曲していた。経過観察していたが、受傷後 1 年 10 カ月の現在、外観上は外反手変形は軽度であり、関節可動域制限も認めない。しかし尺骨の短縮は著しく偽関節のままであり、橈骨の弯曲も著明である。今後も外反手変形の進行と、さらには橈骨頭の脱臼等による関節可動域制限など、ADL の低下が予想される。今後の治療方針について御教授頂ければ幸いです。

## 2 治療に難渋している中指 DIP 変形性関節症の一例

北里大学東病院整形外科 佐藤俊博  
遠藤太刀男  
浮田豊彦  
小林明正  
二見俊郎  
塚本行男

北里大学東病院麻酔科 荒川真之

今回我々は治療に難渋している右中指 DIP 変形性関節症を経験したので報告する。

〈症例〉 48 歳 女性 職業 調理士

〈経過〉

平成 5 年 7 月右足部蜂窓織炎につき外来フォロー中、右手関節痛出現。平成 7 年 3 月、再び右手関節痛及び右中指に疼痛出現。レ線上、右中指 DIP 関節変形を認めた。10 月には疼痛も増強し、その範囲は前腕にまで拡大した。12 月末、レ線上、骨萎縮を認め、RSD を考慮し翌平成 8 年 1 月より星状神経節ブロックを開始した。

7 月、著しい手背浮腫及び疼痛による右中指の屈曲制限が増強したため入院となる。レ線上、右中指 DIP 関節は破壊され、また骨萎縮の進行を認めた。

入院後、7 月 18 日、レセルピン及びキシロカインによる経静脈的交感神経ブロックを施行したが、除痛効果が思わしくない、7 月 24 日、モルヒネによる持続的頸部硬膜外ブロックを施行。8 月 13 日、ケタミン・レギチン・キシロカインによる薬理的鎮痛テストを施行。8 月 27 日第 1 回ケタミン持続点滴療法及び右中指 DIP 関節の pinning を施行。9 月 9 日、2 回目のケタミン持続点滴療法を施行。10 月 4 日（術後 5 W）、ピン抜去し、現在経過観察中である。

〈考察〉

今回我々は、本症例を右中指 DIP 変形性関節症に

よる疼痛が引金となり、RSD の状態となったと考え、治療を開始した。まず交感神経節での遠心性の興奮伝達をブロックするべく、星状神経節ブロック、経静脈的交感神経ブロックを施行した。ここでのブロックが効果不十分であり、モルヒネを使用した持続的頸部硬膜外ブロックが有効であったことから、より中枢で障害されていることが伺われた。また N-methyl-D-aspartate 受容体拮抗薬であるケタミンが有効であり、これら受容体の存在する脊髄後角の障害が強く関与しているのではないかと考えられた。

## 3 尺骨の minus variant によると考えられる手関節痛の 1 例

日本医科大学整形外科 沢泉卓哉  
白井康正  
青木孝文  
大野達朗

症例：18 歳、女性。右利き。主訴：左手関節痛。現病歴：平成 7 年 12 月より誘因なく左手関節痛が出現した。近医にて尺骨の短縮を指摘され温熱療法を統けたが軽快せず、平成 8 年 6 月 24 日、当科へ紹介され受診した。初診時所見：左手関節は運動時痛と握力低下があり尺骨茎突起周囲に圧痛を伴っていた。可動域は尺屈以外は全体に疼痛にて制限されていた。stress test も陽性で click を伴っていた。また局麻剤の関節内注射により疼痛は軽快をみた。単純 X 線像で健側で 4 mm、患側で 6 mm の ulnar minus variant を認めた。手関節造影では disc proper に造影剤の漏出はなかったが、回外位で増強する陥凹を認めた。MRI では部分的に骨壊死を疑わせる像を示した。同年 7 月 3 日より手関節用装具を装着したが疼痛は増悪し、肘関節近傍にも疼痛が出現するようになってきており保存的治療にて症状の改善をみていない。

## 第40回日本手の外科学会 平成8年度 第1回役員会議事録

会長：阿部正隆 次期会長：玉井 進  
 次々期会長：藤巻悦夫  
 日 時：平成8年8月3日（土）12:00～15:00  
 場 所：第一ホテル アネックス（東京）  
 出席者：生田義和・茨木邦夫・上羽康夫・児島忠雄  
     杉岡洋一・平澤泰介・矢部 裕・山内裕雄  
     山野慶樹・吉津孝衛  
     （顧問）三浦隆行・渡辺好博  
     （監事）石井清一・小川亮恵  
     （幹事）斎藤 満・嶋村 正  
 議事録署名人：平澤泰介、藤巻悦夫

### 1. 第40回日本手の外科学会学術集会について

#### 1) 日 程

- 平成9年5月22日（木）学術集会
- 23日（金）学術集会
- 24日（土）春期教育研修会

#### 2) 会 場

岩手県民会館、岩手県公会堂、  
 盛岡グランドホテル

#### 3) 学会の概要

##### ①シンポジウム

- 1. 胸郭出口症候群
- 2. 指外傷

##### ②招待講演

- 1. P. C. Amadio (Mayo Clinic)  
     Fifteen Years of Tendon Surgery;  
     A Personal Journey
- 2. S. P. Chow (The University of Hong Kong)  
     Mycobacterial Infection of the Hand
- 3. G. Foucher (Clinique de Parc)  
     Reconstruction of Finger Mutilation

##### ③モーニングセミナー

- 1. 手の機能と形 (生田義和先生)
- 2. 指新鮮外傷について (山野慶樹先生)
- 3. 末梢神経修復法の検討 (柴田 実先生)
- 4. 橋骨遠位端骨折 (佐々木孝先生)

### 2. 平成8年度役員・委員について

各種委員会委員の交替については、委員会の機能を考えると、今年度は留任を妨げられない委員会がある。しかし内規により、任期は1年とし連続3年を越えないことが定められているので、委員会委員の交替については今後の検討課題とする。

### 3. 名誉会員・特別会員の推薦

名誉会員には、児島忠雄先生、山内裕雄先生を推薦。  
 特別会員には、阿部 繢先生、佐藤勤也先生、平澤精一先生を推薦。

### 4. 評議員の推薦

現評議員より1名の辞退者があり、また名誉会員および特別会員に5名推薦する予定であるので、本年度の評議員応募枠は6名程度とする。

### 5. 各種委員会報告

#### 1) 社会保険等委員会

- ・外科系学会社会保険委員会連合へ日本手の外科学会の加盟が承認された。
- ・日手会は「手術小委員会」「実務小委員会」に参加して義務を果たすように要望された。
- ・前委員長伊藤惠康先生によりとりまとめられた診療報酬改正要望書は、阿部会長を通して6月に外保連へ提出。外保連にて他学会からの項目等とあわせて要望書を作製され、次回総会を開催されるのこと。

#### 2) 広報委員会

- ・日本医学会加盟申請書を作製し、平成8年7月24日付にて申請を行った。

#### 3) 機能評価委員会

- ・日本語版機能評価表の各部分の検討を終え、各委員より担当部分の改定案が提案され、編集を終えた。
- 現在は、改定二次案を作製中。

#### 4) 先天異常委員会

- ・手の先天異常の全国登録の登録票を回収中。

## 5) 教育研修委員会

- ・第2回秋期教育研修会（平成8年9月7・8日，大阪）実施に際して、前委員の旅費も学会より支給する。
- ・第2回秋期教育研修会の第1日目（9月7日）に教育研修委員会開催予定。

## 6) 用語委員会

- ・新しい用語集の原案完成。
- ・評議員全員に3～5頁の分担を決め、チェックを依頼する。

## 6. その他

JSSH の Travel Fellow 制度について

国際委員会にて検討する。

日手会の支出を切り詰める必要性について

- ・プログラム委員会を日整会と同様、郵送方式とするかどうかについては、その時の会長の判断に任せることとなった。
- ・IFSSHへの代表者派遣旅費は国際手の外科連合より支出。

新入会員の承認

新入会申込者84名（正会員83名、準会員1名）が承認された。



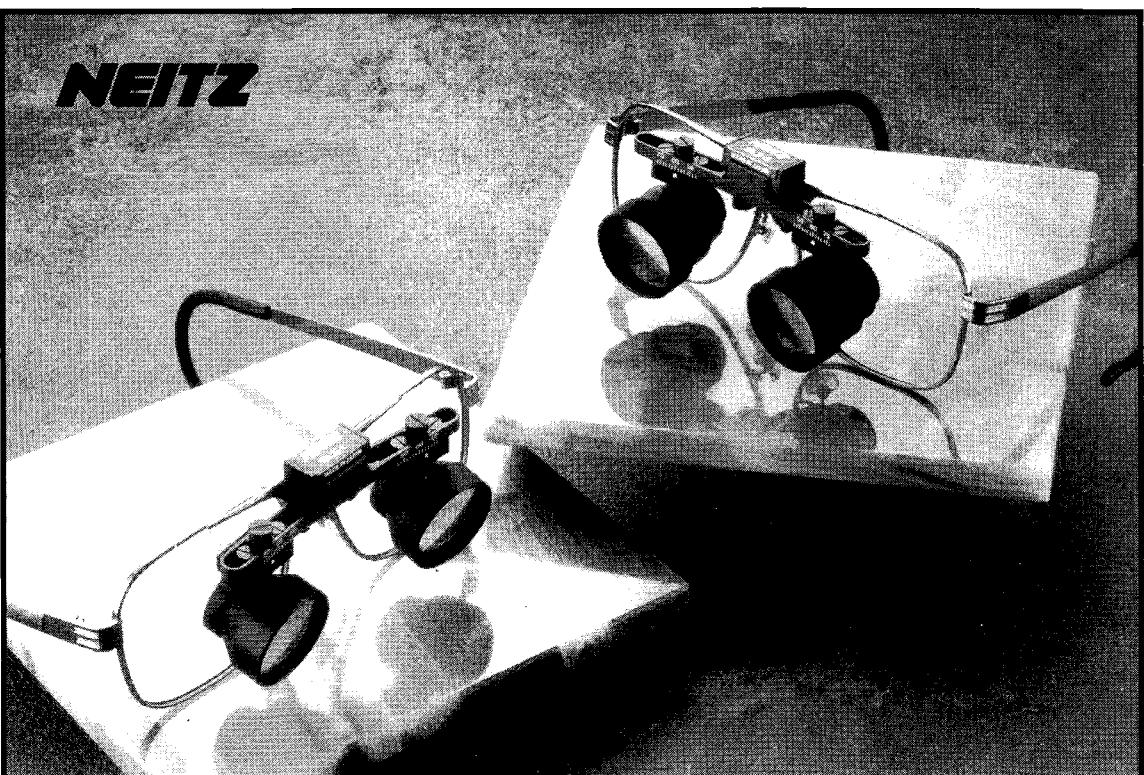
**日本手の外科学会雑誌 第13巻第4号** 平成8年11月25日 印刷  
平成8年11月30日 発行

編集兼発行者 九州大学医学部整形外科学教室  
杉 岡 洋 一

印刷所 〒815 福岡市南区向野2丁目13-29  
秀巧社印刷株式会社

発行所 〒812-82 福岡市東区馬出3丁目1番1号  
九州大学医学部整形外科学教室内  
日本手の外科学会  
電話 (092) 641-1151 内線 2434, 2436

**NEITZ**

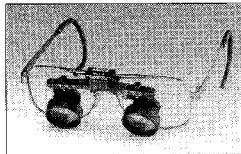


## 双眼ルーペの視野が65%も広くなりました。

大口径の接眼レンズを採用した設計によって、双眼ルーペBLS-1(拡大率2倍)と双眼ルーペBLS-3(拡大率3倍)は視野が65%広く(当社比)、明るくなっています。拡大像は、裸眼で見たときと同じ距離に作られるため浮き上りがなく、広い作業空間が得られ、距離感や立体感も損なわれません。ピント、倍率、瞳孔距離の調節も、接眼レンズが大きいので簡単です。作業性が向上し、疲労感も軽減します。

ナイツ双眼ルーペ

**BLS-1**



■仕様

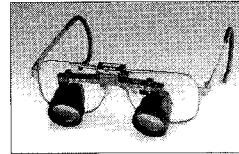
倍率：2倍  
視野径： $\phi$ 140mm  
観察距離：420mm  
瞳孔距離：47～74mm  
重量：84g

■主な用途

眼科、耳鼻科、歯科等

ナイツ双眼ルーペ

**BLS-3**



■仕様

倍率：2.5～3.0倍  
視野径： $\phi$ 110～70mm  
観察距離：550～350mm  
瞳孔距離：47～74mm  
重量：94g

■主な用途

胸部外科、脳外科、  
整形外科、形成外科等

許可番号(東用)第2175号

\*カタログをご希望の方はご連絡ください。



株式会社 **ナイツ**  
東京都新宿区若松町36-13 〒162  
TEL 03-3204-2922 FAX 03-3204-2759

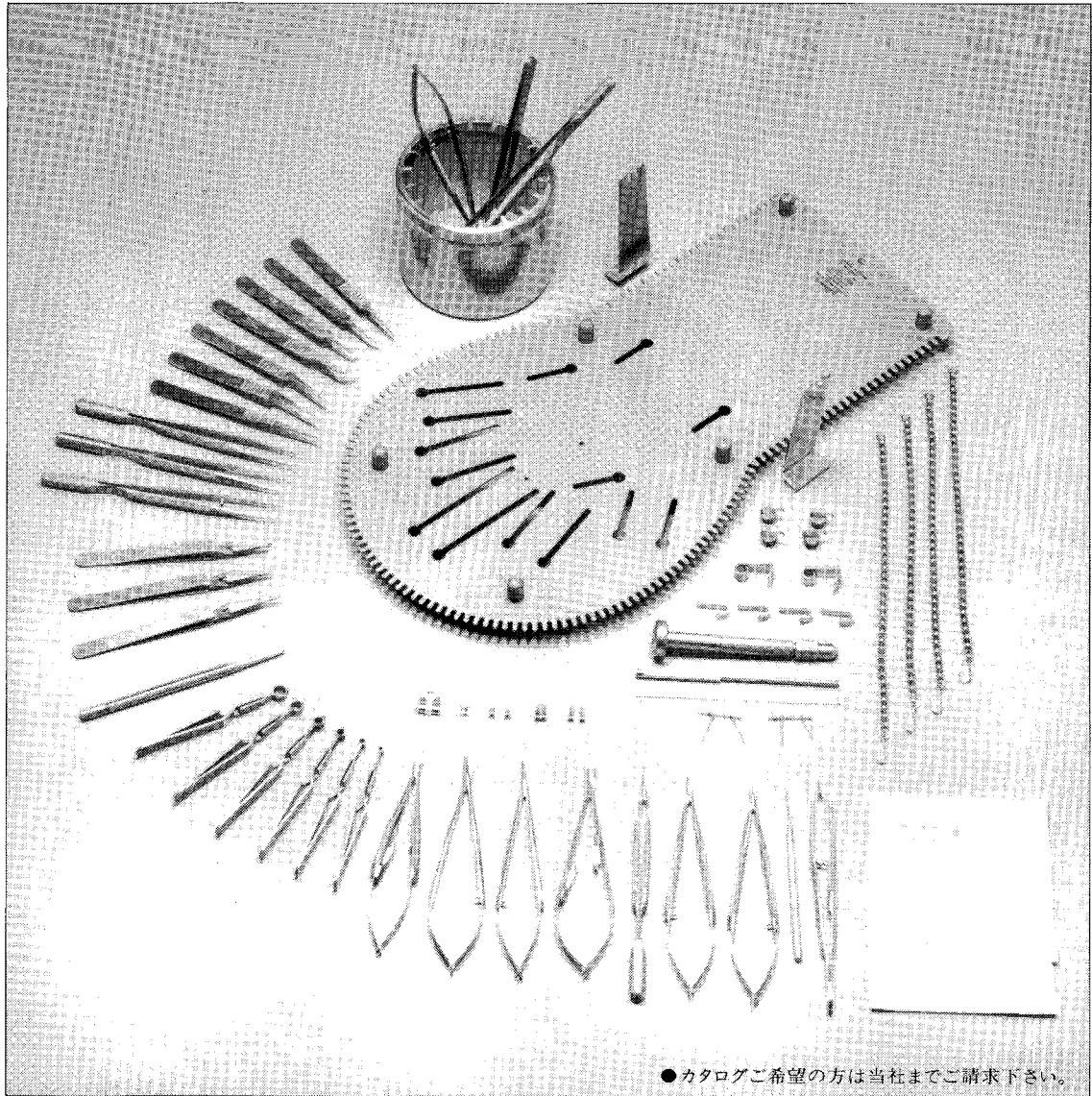
**SSC**

スイスSSC形成外科用マイクロ手術器械

# for Microsurgery

スイスSSC社製品

- マイクロ持針器
- 鋸子
- 剪刀
- 血管クランプ
- 手の外科手術台
- 小骨接合関節圧迫固定セット
- 末梢神経および腱切断セット
- 動脈切開クランプ
- 血管拡張器
- 固定鋸子
- カウンターループ
- カウンターブレッサー
- 器械ケース
- マイクロ針付縫合糸
- 未消毒マイクロ針付縫合糸(動物実験用)
- その他



●カタログご希望の方は当社までご請求下さい。

発売元 (株)カキヌマメディカル  
輸入元 リード貿易株式会社

〒113 東京都文京区本郷3-9-3  
TEL 03(3813)8485(代表)

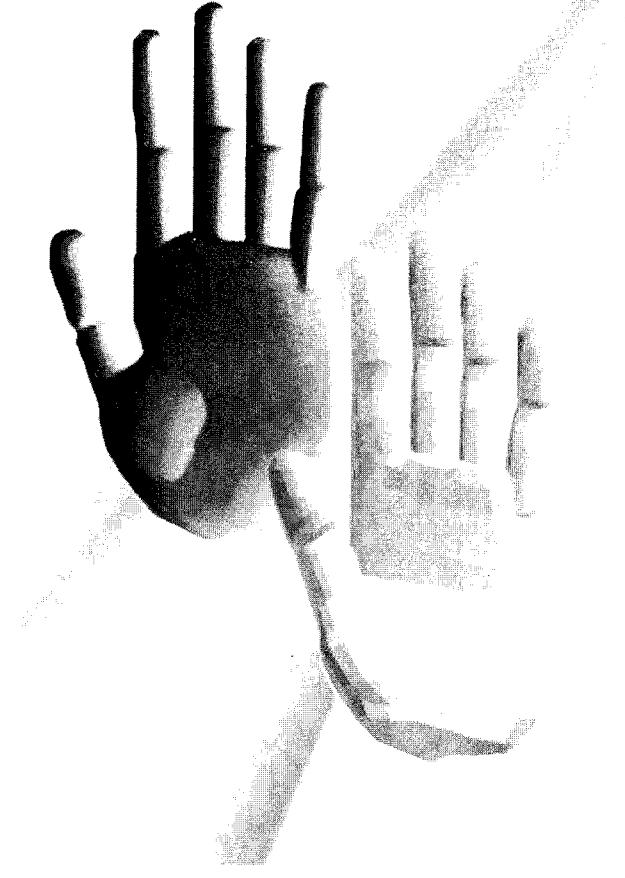
# 神・經・修・復

メチコバールはエーザイが独自に合成開発した、メコバラミン(メチルB<sub>12</sub>)製剤です。メチコバールは核酸、蛋白合成、リン脂質合成を促進し、障害された神経を修復し、しびれ・痛み・麻痺を改善します。

注射は急性期や難治性の神経疾患、入院患者さんに適しています。

副作用発現率は経口で〇、九六%（一四六／一五、一八〇例）で、主なものは食欲不振、胃腸障害、恶心、下痢などです。（一九八五年十一月）

又、注射では〇、二七%（五／一、八六四例）で、主なものは発疹などです。（一九九〇年一月）



## 効能・効果

末梢性神経障害、ビタミンB<sub>12</sub>欠乏による巨赤芽球性貧血（注射液500μgのみ）

## 用法・用量

錠500μg：通常、成人は1日3錠（メコバラミンとして1日1,500μg）を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

錠250μg：通常、成人は1日6錠（メコバラミンとして1日1,500μg）を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

細粒：通常、成人は1日3包（メコバラミンとして1日1,500μg）を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

注射液500μg(末梢性神経障害の場合)：通常、成人は1日1回1アンプル（メコバラミンとして500μg）を週3回、筋肉内または静脈内に注射する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

注射液500μg(巨赤芽球性貧血の場合)：通常、成人は1日1回1アンプル（メコバラミンとして500μg）を週3回、筋肉内または静脈内に注射する。約2カ月投与した後、維持療法として1～3カ月に1回1アンプルを投与する。

●ご使用に際しては添付文書をご参照ください。

## 使用上の注意

### 1. 内服剤

(1)一般的注意 効果がないのに、月余にわたって漫然と使用すべきでない。

(2)副作用（まれに：0.1%未満、ときには：0.1～5%未満、副詞なし：5%以上又は頻度不明） 1)消化器：ときに食欲不振、恶心、下痢等があらわれることがある。2)過敏症：まれに発疹があらわれることがある。

(3)その他 水銀及びその化合物を取り扱う職業従事者に長期にわたって大量に投与することはさけることが望ましい。

### 2. 注射剤

(1)副作用（まれに：0.1%未満、ときには：0.1～5%未満、副詞なし：5%以上又は頻度不明） 1)過敏症：発疹等があらわれた場合は、投与を中止する。2)その他：ときに筋肉内注射部位の疼痛・硬結、また、まれに頭痛、発汗、発熱感があらわれることがある。

(2)適用上の注意 1)投与時：光分解をうけやすいので、開封後直ちに使用するとともに、遮光に留意すること。

2)筋肉内注射時：筋肉内に投与する場合は、組織・神経などへの影響を避けるため、下記の点に注意すること。  
ア)同一部位への反復注射は避けること。なお、新生児、未熟児、乳児、小児には特に注意すること。イ)神経走行部位を避けるよう注意すること。ウ)注射針を刺したとき、激痛を訴えたり、血液の逆流を見た場合には、直ちに針を抜き、部位をかえて注射すること。3)アンプルカット時：本品はワンポイントカットアンプルであるが、アンプルのカット部分をエタノール綿等で清拭してからカットすることが望ましい。

末梢性神経障害治療剤

**メチコバール®**

錠500μg・錠250μg/細粒/注射液500μg

メコバラミン製剤

〈薬価基準収載〉



エーザイ

〒112 東京都文京区小石川4-6-10  
資料請求先：医薬事業部メチコバール係

E-H29708

# 主要取扱メーカー

株式会社松本医科器械

ブリストル・マイヤーズスクイブ株式会社（ジンマー事業部）

京セラ株式会社（バイオセラム事業部）

ファイザー製薬株式会社（ハウメディカ事業部）

スリーエムヘルスケア株式会社

欧和通商株式会社

スミス・アンド・ネフューブル株式会社（リチャーズ事業部）

ベストメディカル株式会社

小林製薬株式会社（小林メディカル事業部）

株式会社エム・エム・ティー

エースクラップジャパン株式会社

センチュリーメディカル株式会社

瑞穂医科工業株式会社

中外製薬株式会社（メディカル事業部）

☆ ☆ ☆

## 九州風雲堂販賣株式会社

福岡市博多区住吉4丁目3番2号 博多エイトビル103号

電話 092-(483)-1881(代)

FAX 092-(483)-1888

代表取締役社長 吉田 弘

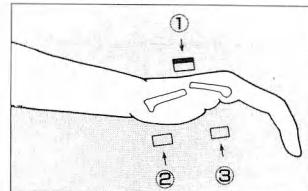
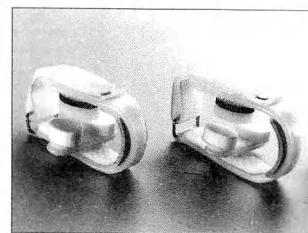
# ガルベストン 中手ブレース

(中手骨 骨折固定ブレース)

## 3点固定の 原理を採用

ガルベストン社のブレースは従来の治療法に比べて次の優れた利点を有しています。

- ◆3種類のブレース(スマール・ミディアム・ラージ)とも調節式パッドのため、左右を選ばず、手のサイズや種々の骨折に適合。
- ◆装着したままX線モニタリングがおこなえる。
- ◆ベルクロストラップのため腫脹が徐々に小さくなっても整復維持ができる。
- ◆ブレース固定をした状態でもIP、MPおよび手首関節の動きに制限を生じない。



米国 ガルベストン社

許可番号：阪用輸第1号

日本総代理店

株式会社 松本医科器械

MATSUMOTO MEDICAL INSTRUMENTS, INC. ● 札幌(011)727-8981 ● 仙台(022)234-4511 ● 横浜(045)423-3911 ● 名古屋(052)264-1481  
541 大阪市中央区淡路町2丁目4-7 ● 金沢(0762)23-5221 ● 広島(082)293-3610 ● 福岡(092)474-1191 ● 浦和(048)825-2110

大阪本社：第一事業部 TEL (06)203-7651

FAX (06)226-1713

東京支店：第一事業部 TEL (03)3814-6683

FAX (03)3814-8124

◆住友製薬

経皮吸

取時代

Inteban®  
Catlep®

経皮鎮痛消炎剤(インドメタシン)

指 インテバン® クリーム  
外用液

貼付剤 カトレップ®

薬価基準収載

【効能・効果】 下記疾患並びに症状の鎮痛・消炎、変形性関節症、肩関節周囲炎、腱・腱鞘炎、腱周囲炎、上腕骨上顆炎（テニス肘等）、筋肉痛、外傷後の腫脹・疼痛

【用法・用量】 <インテバンクリーム> 症状により、適量を1日数回患部に塗擦する。

<インテバン外用液> 症状により、適量を1日数回患部に塗布する。

<カトレップ> 1日2回患部に貼付する。

【使用上の注意】(抜粋)

1. 一般的の注意

(1) 消炎鎮痛剤による治療は原因療法ではなく対症療法であることに留意すること。

(2) 皮膚の感染症を不顕性化するおそれがあるので、感染を伴う炎症に対して用いる場合には適切な抗菌剤又は抗真菌剤を併用し、観察を十分行い慎重に投与すること。

(3) 慢性疾患（変形性関節症等）に対し本剤を用いる場合には薬物療法以外の療法も考慮すること。また患者の状態を十分観察し、副作用の発現に留意すること。

2. 禁忌(次の患者には投与しないこと)

(1) 本剤又は他のインドメタシン製剤に対して過敏症の既往歴のある患者

(2) アスピリン喘息（非ステロイド性消炎鎮痛剤等による喘息発作の誘発）又はその既往歴のある患者（重症喘息発作を誘発するおそれがある。）

3. 慎重投与(次の患者には慎重に投与すること)

気管支喘息のある患者（重症喘息発作を誘発するおそれがある。）

4. 副作用

まれに：0.1%未満、ときには：0.1～5%未満、

副腎なし：5%以上又は頻度不明

<インテバンクリーム・軟膏・外用液>

皮膚 ときに瘙痒、発赤、発疹、また、まれに熱感、腫脹、乾燥感、ヒリヒリ感があらわれることがある。これらの症状が強い場合は使用を中止すること。

<カトレップ>

皮膚 ときに瘙痒、発赤、発疹、かぶれ、また、まれにヒリヒリ感、腫脹があらわれることがある。これらの症状が強い場合は使用を中止すること。

(1995年7月改訂)

■その他の使用上の注意等については添付文書をご覧ください。

資料請求先

住友製薬株式会社

〒541 大阪市中央区道修町2丁目2番8号

カトレップ製造元 帝國製薬株式会社

