

昭和60年12月3日第4種郵便物認可 平成9年11月25日印刷 平成9年11月30日発行 ISSN 0910-5700

第 14 卷・第 4 号

Vol. 14 No. 4, 1997

日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



日手会誌

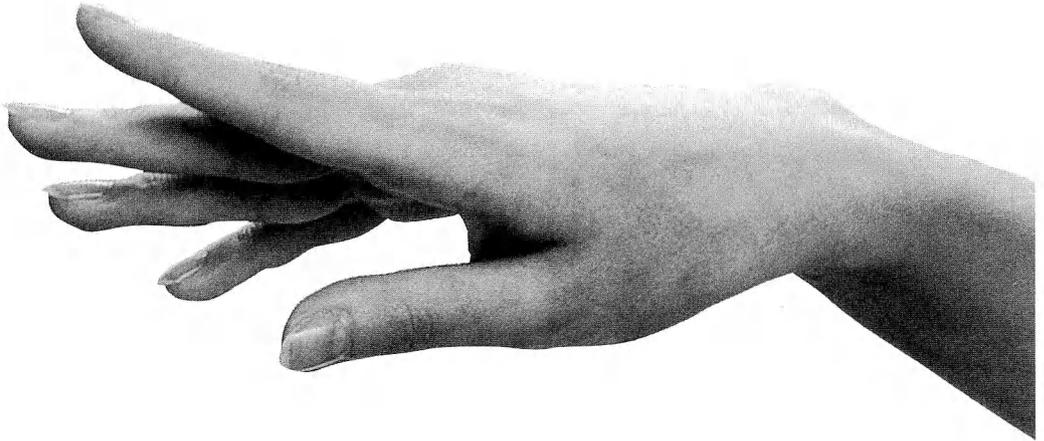
日本手の外科学会

J. Jpn. Soc. Surg. Hand

リウマチの

局所諸症状に

朝のこわばり、疼痛、腫脹、運動制限



経皮複合消炎剤

モビラート[®] 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ンアルコール、セトステアリアルアルコール、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のにぼして貼付する。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、掻痒、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。

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を行使できる。

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 役員は任期は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に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、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 本会の収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，特別な功勞のあった者で，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。

評議員選出に関する申し合せ

(平成6年度第1回役員会で決定 平成6年7月30日)

1. 新評議員選考方法

「会長は若干名の選考委員を指名し、以下の基準により評議員候補者の選考を依頼する。
(選考委員には役員以外の評議員も含む。)

2. 新評議員選考基準

先ず、以下の第1項目で審査し、定員内に絞れない場合に順次、第2、第3項目を適用して審査する。

第1項目

1. 書類不備の者は除く。 ※ 1
2. 同一施設からの候補者は1名に絞る。
3. 日本手の外科学会雑誌掲載論文3編以上有する者。 ※ 2
4. 英文論文を有する者。(プロシーディングは除く) ※ 3

第2項目

1. 臨床的業績(手術件数、手術内容、論文数、学会および研究会等での発表業績などを含む)。
2. 候補者の勤務地域。

第3項目

1. 日本手の外科学会初回発表からの年数(長いものを優先)。
2. 日本手の外科学会入会からの年数(長いものを優先)。
3. 大学卒業年度。

記 ※ 1 推薦書類提出日を明記し、それを基準として会員歴等を算定する。
※ 2, 3 各項の内容の評価は評議員選考委員会に一任する。

3. 日本手の外科学会評議員資格継続条件

以下のいずれかにより評議員資格を喪失する。

1. 理由の如何を問わず3年間連続して評議員会を欠席した者。
- ★ 2. 最近3年間、日本手の外科学会に学術発表がない者。但し、特別講演、教育講演(研修会、モーニングセミナーを含む)の講師、座長、共同演者も発表とみなす。

日本手の外科学会 Corresponding Member に関する内規

【目的】

1. 日本手の外科学会は定款第4条の目的を国際的に達成するため、本会の発展に寄与すると思われる外国手の外科学会会員の中から Corresponding Member を選出する。

【選出方法】

2. Corresponding Member は下記の事項を具備することを要する。

- 1) 自国の手の外科学会の正会員であり、日本手の外科学会の発展に貢献できる者。
- 2) 日本手の外科学会評議員2名の推薦を得た者。
- 3) 所定の申込書に必要事項を記入し、日本手の外科学会事務局に提出した者。

3. 日本手の外科学会国際委員会はその窓口となり、同委員会は Corresponding Member 候補者の業績ならびに日本手の外科学会への貢献度を調査し役員会へ具申する。資格の取得は役員会で審議決定し、評議員会の承認を経て、総会に報告する。

4. Corresponding Member の定員は50名以内とする。

【権利】

5. Corresponding Member は下記の権利を持ち、かつ年会費は免除される。

- 1) 本学会が刊行する機関誌およびその他の出版物の頒布を受ける。
- 2) 本学会が行う学術集会への参加ができる。
- 3) 本学会の機関誌およびその他の出版物への投稿、および学術集会への応募や出題ができる。

【義務】

6. Corresponding Member は下記の義務を負う。

1) 日本手の外科学会の発展に寄与するため、原則として5年に1回は本学会が行う学術集会およびその他の関連集会に出席または発表するか、機関誌あるいはその他の学会出版物に投稿する。

- 2) 住所、氏名、所属などに変更がある場合には速やかに学会事務局に通知する。

【入退会】

7. 役員会は入会を決定し、または退会を承認した者の氏名を機関誌に掲載し、かつ本人に通知する。

8. Corresponding Member の期限は5年とし、役員会の承認を得て65歳までこれを延長することができる。

Bylaws of Corresponding Membership Japanese Society for Surgery of the Hand

Objectives

1. In order to achieve the objectives of the Japanese Society for Surgery of the Hand from an international standpoint, as set forth in Article 4 of the Articles of the Society, the Society hereby creates “Corresponding Membership”.

Qualification and Application

2. Any person(s) intending to become a Corresponding Member shall satisfy the following requirements :

1) Such person shall be a member of a society for surgery of the hand of his or her country and shall have willingness and possibility to contribute to the development of the Japanese Society for Surgery of the Hand.

2) Such person shall obtain the recommendation of two councilors of the Japanese Society for Surgery of the Hand and shall have applied for Corresponding Membership by filling out the prescribed application form and submitting it to the secretariat of the Society.

Admission

3. The international committee of the Japanese Society for Surgery of the Hand will consider the proposed candidates for Corresponding Membership as recommended by councilors of the Society and will report to the Board of Directors. Each application for Corresponding Membership will then be evaluated by the Board of Directors for admission or rejection. The admission of the new Corresponding Member(s) shall then be approved by the Council and reported at the General Assembly.

4. The total number of the Corresponding Members shall be fifty or less.

Rights of Corresponding Member

5. The Corresponding Member shall have the following rights and their membership fee shall be waived :

1) To receive The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand and other publications of the Society when they are published ;

2) To participate in meetings held by the Society ; and

3) To make contributions to the Society’s journal and to submit papers for meeting held by the Society.

Duties of Corresponding Member

6. The Corresponding Member shall have the following duties :

1) To help contribute to the development of the Japanese Society for Surgery of the Hand by attending meetings held by the Society or by submitting articles and/or news letters for possible publication in the Society's journal or in other publications of the Society at least once every five years ; and

2) To promptly notify the secretariat of the Society of any changes in the name, address, and other relevant data affecting their membership.

Notice of Admission and Withdrawal

7. The Board of Directors shall publish in the Society's journal the names of persons being admitted to or being withdrawn from the membership and shall notify said persons(s) of the same.

8. The period of membership is five years, but this can be extended on approval by the Board of Directors until the member reaches the age of sixty-five years.

「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、写真は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, l, 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))
 - 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) 抄録には、図表、等式、構造式の使用は避ける。
 - d) 英語の Key Word 5個以内をつける。
 - e) 和文論文の場合25字以内の略題をつける。
 - f) 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, 発刊年.
例えば, 和文論文は,
津山 直一 他: 末梢神経損傷の種種相. 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, 1968.
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) 和文論文の場合, 英文抄録, 図の説明および表の英文には, 英文校正の専門家による校正済の証明を付けて提出すること。それが不可能な場合は, 事務局より英文校正の専門家に依頼するが, その際の実費は著者が負担する。
- 12) 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。
- 13) 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することがあるので, あらかじめ了承されたい。
- 14) 原著は, 論文が当事務局へ到着した日を受付日とする。
- 15) 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わると各々を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。

- 16) 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。

17) 事務局

〒 812-82 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

TEL 092-642-5487 (運営)

TEL 092-642-5493 (編集)

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因ずるためです。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（例えば 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 —

肘部管症候群の尺側手根屈筋 (FCU) 運動枝の

組織所見と術後回復の検討 森 山 朝 裕・他..... 599

T. Moriyama, et al. : Correlation between Pathological Findings of Motor Branch to Flexor Carpi Ulnaris and Surgical Outcome of Cubital Tunnel Syndrome

肘部管症候群原因としての尺骨手根屈筋下膜様

組織について 松 崎 昭 夫・他..... 603

A. Matsuzaki, et al. : Membranous Tissue Under the Flexor Carpi Ulnaris Muscle as a Cause of Cubital Tunnel Syndrome

血管柄温存尺骨神経前方移所術 (第2報)

— 尺骨神経幹血流量の術中測定 — 加 藤 博 之・他..... 607

H. Kato, et al. : Anterior Translocation of the Ulnar Nerve with Preserving Vascular Pedicles for the Treatment of Cubital Tunnel Syndrome: Intraoperative Measurement of Blood Flow of the Ulnar Nerve Trunk in Patients with Cubital Tunnel Syndrome

肘部管症候群に対する肘部管形成術 田 尻 和 八・他..... 611

K. Tajiri, et al. : Cubital Tunnel Plasty for Cubital Tunnel Syndrome

肘部管症候群再手術例の検討 田 島 克 己・他..... 615

K. Tajima, et al. : Reoperation in Cubital Tunnel Syndrome

Carpal Tunnel Syndrome in Patients with Diabetes

..... *Hiroyasu Ikegami, et al.* 618

糖尿病に合併する手根管症候群の発生頻度と臨床像 和 田 卓 郎・他..... 623

T. Wada, et al. : Carpal Tunnel Syndrome Associated with Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus

手根管症候群

— 知覚障害と術後の回復について — 関 谷 勇 人・他..... 626

I. Sekiya, et al. : Carpal Tunnel Syndrome: Sensory Disturbance and Recovery after Surgical Decompression

手根管症候群に対する電気生理学的検査

— 装具療法例と手術例の検討 — 長 岡 正 宏・他..... 630

M. Nagaoka, et al. : Electrophysiological Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome

- 手掌部小皮切による手根管開放術 吉村 光 生 634
M. Yoshimura : Minimal Incision Open Technique for Carpal Tunnel Syndrome
- 二皮切を用いた直視下手根管開放術の手術術式 藤尾 圭 司・他 638
K. Fujio, et al. : Open Twin Incision Technique for Carpal Tunnel Syndrome
- 手根管症候群における絞扼靱帯の病理組織学的
 ・免疫組織化学的研究 平原 博 庸・他 642
H. Hirahara, et al. : Pathological and Immunohistochemical Study of
 Fibrous Ligament in Carpal Tunnel Syndrome
- 鏡視下手根管開放術における Linvatec system と Endotrac system の
 手術法と術後成績の比較 坂野 裕 昭・他 645
H. Sakano, et al. : Comparison of Clinical Results and Surgical Procedure between
 the Linvatec and Endotrac Systems for Endoscopic Carpal Tunnel Release
- 鏡視下手根管開放術の検討
 — 合併症を中心に — 池田 和 夫・他 650
K. Ikeda, et al. : Complications of the One Portal Endoscopic Carpal Tunnel Release
- 手根管症候群に対する背側スプリント療法の予後調査 石垣 大 介・他 654
D. Ishigaki, et al. : Long-Term Results of the Dorsal Wrist Splint Therapy
 for Carpal Tunnel Syndrome
- 肘部管症候群の電気診断と手術所見の比較検討 信田 進 吾・他 659
S. Nobuta, et al. : Electrodiagnosis and Surgical Findings in Cubital Tunnel Syndrome
- 肘部管症候群における超音波断層法の有用性について 清水 弘 之・他 663
H. Shimizu, et al. : Usefulness of Ultrasonography for Cubital Tunnel Syndrome
- 肘部管症候群に対する King 変法の長期成績
 — 横浜市大式評価基準を用いて — 酒井 直 隆・他 667
N. Sakai, et al. : Clinical Results of Modified King's Procedure for the Cubital
 Tunnel Syndrome, Using the Yokohama City University Criteria
- 血液透析患者 50 例における手根管症候群の発症頻度と
 治療成績に関する長期経過 平地 一 彦・他 670
K. Hirachi, et al. : Long Term Follow-up Study of the Incidence of Carpal
 Tunnel Syndrome in Patients Undergoing Hemodialysis and Results
 after Open Carpal Tunnel Release
- 長期透析患者における手根管症候群再手術例の検討 副 島 修・他 674
O. Soejima, et al. : Recurrent Carpal Tunnel Syndrome in Long-term
 Hemodialysis Patients Undergoing Reoperation

長期血液透析例に発症する手部の諸問題 — 新しい疾患概念 SLACS —	奥津一郎・他	678
<i>I. Okutsu, et al. : Hand Problems in Long-term Haemodialysis Patients — SLACS —</i>		
透析患者の手根管症候群再手術例について	平林伸治・他	681
<i>S. Hirabayashi, et al. : Reoperation for Carpal Tunnel Syndrome with Hemodialysis Patients</i>		
手根管症候群の鏡視手術における屈筋支帯切離範囲と 手根管内圧	浜中一輝・他	684
<i>I. Hamanaka, et al. : Carpal Canal Pressure Measurements with Partially Remaining Flexor Retinaculum</i>		
手根管症候群男性例における発症原因の検討	小林明正・他	687
<i>A. Kobayashi, et al. : Etiology of Carpal Tunnel Syndrome in Male</i>		
Endoscopic Release of Transverse Carpal Ligament — Surgical Technique for a Reliable and Safe Procedure —	<i>Yasushi Nakao, et al.</i>	690
— 神経 (基礎) —		
Peripheral Nerve Regeneration in the Apolipoprotein E-deficient Mouse	<i>Osamu Watanabe, et al.</i>	694
<i>Y. Uchio, et al. : Growth Associated Protein-43 (GAP-43) Expression in Rat Dorsal Root Ganglia Neurons Following Chronic Entrapment Neuropathy</i>		
凍結神経束同種移植にみられる再生軸索の 機能形態学的検索	佐野敬一・他	703
<i>K. Sano, et al. : Ultrastructural Evaluation of Regenerating Axons During Functional Recovery Following Allogeneic Frozen-Nerve-Graft</i>		
神経切断時におけるフィブリン糊被膜の効果	周一鳴・他	708
<i>I-Ming Jou, et al. : Effects of Fibrin Sealant for Nerve Transection in Rats</i>		
ラット坐骨神経損傷後変動する遺伝子の探索	呂寅幸・他	712
<i>I. Yuh, et al. : Detection of Gene Expression in the Ventral Horn after Rat Sciatic Nerve Injury</i>		
Perineurial window における barrier 機能の変化について	杉本義久・他	715
<i>Y. Sugimoto, et al. : A Change of the Barrier Function in the Parineurial Window</i>		

端側神経縫合における軸索再生のメカニズムについて (第2報) — Neural Tracer を用いた検討 —	松本 衛・他.....	719
<i>M. Matsumoto, et al. : In Vivo Study of the Mechanism of Axonal Sprouting after End-to-side Neuroorrhaphy Using Neural Tracers</i>		
家兔坐骨神経非緊張下縫合術後の生体力学的特性	河合 生馬・他.....	723
<i>I. Kawai, et al. : Biomechanical Properties of the Rabbit Sciatic Nerve after Epineurial Repair without Tension</i>		
神経接合法と神経端々縫合法の機能回復の実験的検討 (第2報)	安里 英樹・他.....	727
<i>H. Asato, et al. : Experimental Evaluation of Functional Recovery of Nerve Coaptation and Conventional Repair (part 2)</i>		
癒着が末梢神経に与える影響 —第2報—	高田 直樹・他.....	731
<i>N. Takada, et al. : The Influence of Extra-neural Adhesion on Peripheral Nerve in Rat</i>		
絞扼性神経障害の血行動態に関する実験的検討	坂田 悍教・他.....	735
<i>T. Sakada, et al. : Blood Flow Measurements of Experimental Entrapment Neuropathy in Rabbits</i>		
凍結保存した末梢神経における Schwann 細胞の viability の検討	石井 聖佳・他.....	739
<i>S. Ishii, et al. : Viability of Schwann Cells in Freeze-preserved Peripheral Nerve</i>		
吸収糸を Guide にした人工神経の試み	寺田 信樹・他.....	743
<i>N. Terada, et al. : A Prototype of Bioartificial Nerve Graft with Resorbable Guiding Structure</i>		
切断・縫合した末梢神経再生におけるストレスの影響に 関する実験的研究	尼子 雅敏・他.....	746
<i>M. Amako, et al. : Influence of Stress on Peripheral Nerve Regeneration after Neuroorrhaphy</i>		
末梢神経同種移植の拒絶反応と神経再生過程の検討 — 第2報 —	高田 治彦・他.....	749
<i>H. Takata, et al. : Rejection and Regeneration Phenomenon of Peripheral Nerve Allograft after Withdrawal of Cyclosporine — 2nd Report —</i>		
末梢神経縫合の至適時期に関する実験的研究	浦部 忠久・他.....	752
<i>T. Urabe, et al. : An Experimental Study on the Optimal Time for Nerve Repair</i>		
Radial tunnel の解剖 — 短橈側手根伸筋の起始の形態を中心に —	関 敦仁・他.....	754
<i>A. Seki, et al. : Anatomy of the Radial Tunnel — A Study on the Origin of Extensor Carpi Radialis Brevis —</i>		

— 神経 (臨床) —

- 上肢絞扼性末梢神経障害における中枢運動神経機能評価 …… 大野 義 幸・他…… 758
Y. Ohno, et al. : Measurement of Central Motor Conduction in Entrapment
Neuropathy in Upper Extremities

重複神経障害 (Double Lesion Neuropathy) の

- 臨床的検討 …………… 根本 孝 一・他…… 762
K. Nemoto, et al. : Clinical Study of Double Lesion Neuropathy

反射性交感神経性ジストロフィーに対する経皮的

- 電気刺激療法の有用性の検討 …………… 戸 島 忠 人・他…… 766
T. Toshima, et al. : Clinical Study of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
for Reflex Sympathetic Dystrophy

— その他 —

不安定性橈骨遠位端骨折 (第2報)

- Die Punch モデル検討に関連し工夫せる手技, 評価 — 山 下 信 哉・他…… 770
N. Yamashita, et al. : Unstable Distal Radius Fracture (2nd report)
— Technical Problem and Evaluation in Relationship to Die Punch Model —

— 原著 —

- 母指多指症と母指形成不全の合併について …………… 喜 多 陽 子・他…… 778
Y. Kita, et al. : Thumb Polydactyly and Thumb Hypoplasia

- 創外固定器牽引によるキーンバック病の治療経験 …………… 古 月 顕 宗・他…… 788
K. Kozuki, et al. : Kienböck Disease Treated by Skeletal Traction

- 第3回静岡手の外科マイクロサージャリー研究会 …………… 795

- 第4回静岡手の外科マイクロサージャリー研究会 …………… 799

絞扼性神経障害

肘部管症候群の尺側手根屈筋 (FCU) 運動枝の
組織所見と術後回復の検討

南部徳洲会病院整形外科

森山朝裕・金城幸雄

琉球大学整形外科

金谷文則・茨木邦夫

豊見城中央病院整形外科

新垣晃

Correlation between Pathological Findings of Motor Branch
to Flexor Carpi Ulnaris and Surgical Outcome
of Cubital Tunnel Syndrome

Tomohiro Moriyama · Yukio Kinjyo · Fuminori Kanaya
Kunio Ibaraki & Akira Arakaki

The purpose of this study is to examine correlation between histopathological stage and surgical outcome of cubital tunnel syndrome by analyzing histopathology of the motor branch to flexor carpi ulnaris (FCU) which was usually sacrificed in anterior transposition of the ulnar nerve.

One of motor branches to the FCU was harvested on the anterior transposition of the ulnar nerve in 12 patients with cubital tunnel syndrome. Percent nerve fiber area (%NFA) which represented percentage of the total area of myelinated fibers in the perineurium was calculated at the entrapped area and 16 mm distal to it.

We previously classified cubital tunnel syndrome into 5 stages according to %NFA, that is, "extra-neural degeneration" (%NFA > 25%, two patients), "fascicular stenosis" (%NFA > 5%, four patients), "fascicular cachexia" (%NFA < 5%, four patients), "Wallerian degeneration stage" (no myelinated fibers but Schwann cells were presented, two patients), "Cicatrix stage" (no fibers and Schwann cells).

To evaluate the surgical outcome, we investigated three parameters; intrinsic muscle atrophy, muscle power graded by manual muscle testing of abductor digiti minimi (ADM) and static two points discrimination (S-2PD) of little finger before surgery and at one year after surgery.

At one year after surgery, no parameters worsened in all patients. Preoperative findings and postoperative recovery of intrinsic muscle atrophy in the cases of "extra-neural degeneration" were better than in those of "Fascicular stenosis". As histopathological stages became severer, postoperative recovery of intrinsic muscle atrophy and grade of ADM got worse.

However two cases of "Wallerian degeneration stage" showed some recovery.

Key words : cubital tunnel syndrome, surgical outcome, histopathological findings, motor branch to flexor carpi ulnaris

Address for reprints : Tomohiro Moriyama, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Nanbu Tokusuyukai Hospital, 80 Hokama Kochinda-cho, Okinawa 901-04, Japan.

はじめに

私達はこれまで肘部管症候群の神経前方移動術の際に切離される尺側手根屈筋（以下 FCU）運動枝の組織学的所見について報告し^{1)~4)6)~8)}、第38回本学会では FCU 運動枝の組織所見を神経絞扼部とその16mm 遠位部の組織所見や %nerve fiber area から5グループに分類出来ることを報告した⁹⁾。

今回は FCU 運動枝の組織所見と術前の機能障害および術後の機能回復との関連を検討した。

対象と方法

肘部管症候群の手術症例12例を対象とした。手術時年齢は22歳から73歳（平均47歳）、男性10例、女性2例、原因は変形性肘関節症9例、外反肘3例であった。手術方法は全例に尺骨神経皮下前方移動術を施行した。

手術に際し FCU への運動枝の一本を神経剥離し、神経絞扼部を含め筋侵入部まで採取した。採取神経はグルタルアルデヒド・オスミウム酸固定後、全長を2~4mm 間隔で連続的に樹脂包埋し、1 μ m の神経横断標本を作製しトルイジンブルー染色を行った。

これらの連続標本を光学顕微鏡下に観察し、その画像をスーパーインポーズシステムでコンピューターモニタディスプレイに2000倍で描出し二次元画像解析システム「Cosmozone-1SB」（ニコン）を用い神経

標本の全視野について径2 μ m以上の有髄神経線維径と髄鞘幅を計測し、さらに有髄神経線維面積の総和の神経束面積に対する割合を %nerve fiber area (%NFA) として算出した。これらの神経組織学的パラメーターを神経絞扼部で組織学的に最も変化の強い部とその16mm 遠位部で検討した。

骨間筋萎縮度を“萎縮なし”、“軽度萎縮”、“中等度萎縮”、“高度萎縮”の4段階に分類し、小指外転筋筋力を徒手筋力テスト（以下 MMT）で6段階に評価し、小指指尖部の静的二点識別覚（以下 S-2PD）を測定した。上記の筋萎縮、筋力、知覚を術前と術後1年で測定し、術前の機能障害と術後の機能回復を評価した。

結 果

12例の FCU 運動枝の組織所見を私達の前回の報告⁹⁾に従って分類すると神経線維外変性群は2例で神経絞扼部での %NFA はそれぞれ32.3%と35.6%であった。神経線維変性群のうち Type 1 (Fascicular stenosis) は4例で絞扼部での %NFA は最小5.4%~最大15.2%（平均11.0%）で、Type 2 (Fascicular cachexia) は4例で %NFA は0.2%~4.9% (2.1%) であった。また Waller 変性群 (%NFA は0%) は2例で、瘢痕形成群は見られなかった (Fig. 1)。

骨間筋萎縮では、術前“萎縮なし”はなく“軽度萎縮”を呈した神経線維外変性群の2例と神経線維変性群 Type 1 の1例は術後“萎縮なし”に回復し、術前

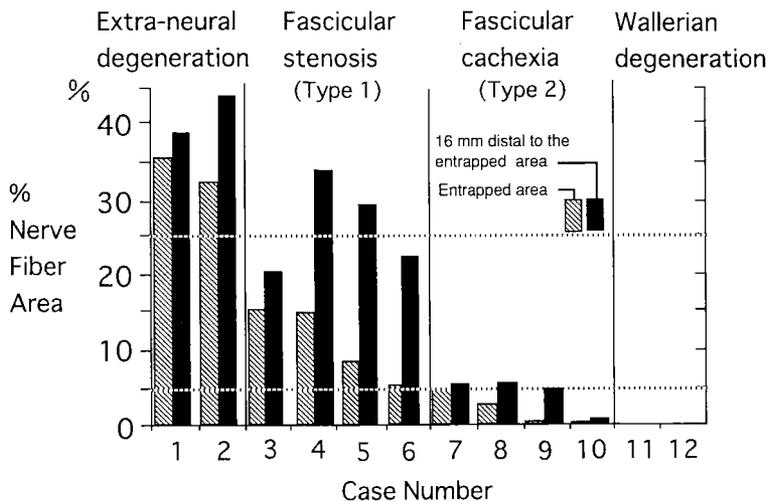


Fig. 1 %NFA of motor branch to flexor carpi ulnaris at the entrapped area and 16mm distal to it. Twelve cases were classified into four groups according to %NFA and histological changes.

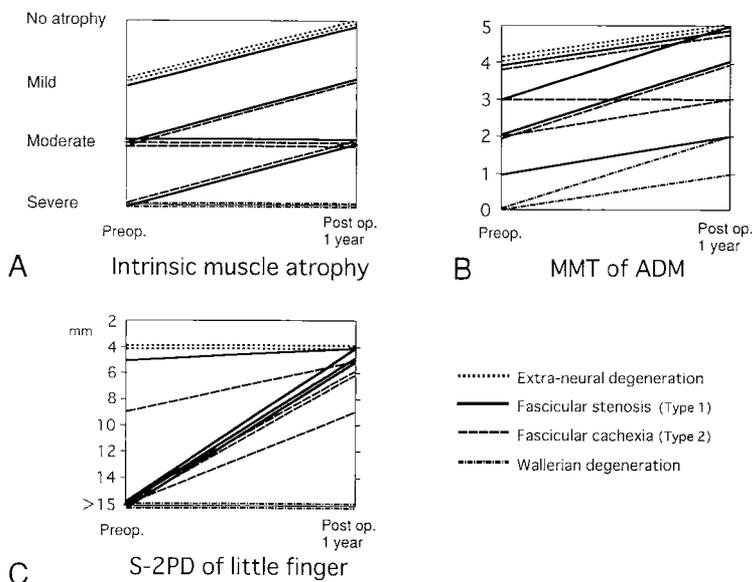


Fig. 2 Pre and post operative functional evaluation in four groups.

- A) Intrinsic muscle atrophy
- B) MMT of abductor digiti minimi (ADM)
- C) S-2PD of little finger

“中等度萎縮”を呈した5例のうち、Type 1と Type 2の各1例で術後“軽度萎縮”に改善したが、Type 2の3例では改善しなかった。また術前“高度萎縮”を呈したType 1と Type 2の各1例は“中等度萎縮”に改善したが、Waller 変性群の2例では術後も“高度萎縮”のままであった (Fig. 2-A)。

小指外転筋の筋力は術前に神経変性の進行が軽度な例ほど術後改善が良好な傾向があり、術前 MMT [4] であった神経線維外変性群の2例と Type 1, Type 2の各1例の計4例では術後 MMT [5] に改善し、術前 [3] であった2例のうち Type 1の1例は術後 [5] に改善したが、Type 2では改善が見られなかった。また、術前 [2] であった3例のうち Type 1, Type 2の各1例は術後 [4] に改善し、Type 2の1例は [3] に改善した。術前 [1] であった Type 1の1例は術後 [2] に改善し、術前 [0] であった Waller 変性群の2例のうち1例は [2] に、1例は [1] に改善した (Fig. 2-B)。

小指の S-2PD では神経線維外変性群の2例は術前から 4mm と正常であり、術前 5mm であった Type 1の1例は術後 4mm に、術前 9mm であった Type 2の1例は 6mm に、術前 15mm 以上であった8例

中 Type 1の3例と Type 2の2例の計5例は術後 6mm 以下に改善したが、Waller 変性群の2例では改善が見られなかった (Fig. 2-C)。

考 察

当教室では開講以来尺骨神経を緊張なく前方に移動するため、FCU 尺側頭への運動枝の一本を切離しており、特に臨床上問題なく、これを臨床研究に用いることにつき、十分な説明を行い同意を得ている。

これまで肘部管症候群の神経組織学的所見と術前の機能障害および術後機能の回復とを検討した研究は皆無である。理想的には知覚や各筋肉を支配する各神経束の組織所見と機能障害または機能回復を比較検討すべきであるが、実際上不可能である。FCU 運動枝は肘部管内では尺骨神経幹の内方に位置し肘部管を出てから FCU 運動枝として分枝することから、この運動枝の病態は肘部管内の尺骨神経の病態と完全には一致しなくとも、その病変をある程度反映すると考えられる。

今回の研究では術前の骨間筋萎縮は神経線維外変性群、神経線維変性群 Type 1, Type 2, Waller 変性群の順に高度になる傾向があった。Type 1の1例で

は術前高度萎縮を示したが、これは症状発生から手術までの期間が36ヶ月と比較的長かったことも一因と考えられた。骨間筋萎縮が術後正常化または改善した症例は、神経線維外変性群、神経線維変性群、Waller変性群の順に多いことから、神経組織学的分類は術前の骨間筋萎縮度ばかりでなく、術後の筋萎縮の改善を反映すると考えられた。

また、小指外転筋のMMTによる評価では、術前MMTが[0]であったWaller変性群の2例が術後1年でそれぞれ[1]と[2]に改善したことから、神経変性が高度な例でも術後ある程度の改善が期待できると考えられた。これは術後2年以上経過した術前MMTが[0]または[1]の肘部管症候群の約80%が[3]に回復したという中川ら⁵⁾の報告を裏付けるものである。

今回は術後1年という短期の経過観察で検討を行ったが、今後長期の経過観察後の検討が必要と思われる。

ま と め

1. 肘部管症候群におけるFCU運動枝の組織所見と術前および術後1年の骨間筋萎縮度、小指外転筋のMMT、小指のS-2PDとを検討した。

2. 骨間筋萎縮では神経線維外変性群、神経線維変性群Type 1、Type 2、Waller変性群の順に術前の障害は軽度になる傾向があり、また術後正常化または改善する症例が多かった。

3. Waller変性群の2例でも小指外転筋のMMTが改善した。

文 献

- 1) 新垣 晃 他：肘部管症候群の病態に関する臨床的検討—尺側手根屈筋尺骨頭の近位運動神経枝の生検所見を中心に—。日手会誌，9：370-397，1992。
- 2) 新垣 晃 他：肘部管症候群の病態に関する研究（第4報）—尺側手根屈筋（FCU）運動枝の組織学的所見と筋萎縮度の検討—。日整会誌，68：S720，1994。
- 3) 新垣 晃 他：肘部管症候群の病態に関する研究（第6報）—神経絞扼部における神経組織学的病期分類の試み—。日手会誌，11：393-399，1994。
- 4) 新垣 晃 他：肘部管症候群の病態に関する研究（第7報）—肘部管でのinching法による電気生理学的評価と尺側手根屈筋（FCU）運動束の組織学的病態—。日整会誌，68：S720，1994。
- 5) 中川 穂史 他：肘部管症候群の術後長期観察例の成績—とくに筋力回復について—。日手会誌，7：381-384，1990。
- 6) 森山朝裕 他：肘部管症候群の病態に関する臨床的検討（第2報）—尺側手根屈筋運動神経枝の組織学的検討—。日手会誌，10：386-389，1993。
- 7) 森山朝裕 他：肘部管症候群の病態に関する臨床的検討（第3報）—尺側手根屈筋（FCU）運動枝の神経絞扼部の組織学的検討—。日整会誌，67：S1279，1993。
- 8) 森山朝裕 他：肘部管症候群の病態に関する研究（第5報）—神経伝導速度と神経組織学的所見の検討—。日手会誌，11：388-392，1994。
- 9) 森山朝裕 他：肘部管症候群の病態に関する研究—尺側手根屈筋運動神経枝の組織学的および電気生理学的検討—。日手会誌，12：705-717，1995。

質 問 島根医科大学整形外科 朱 尚孝

1. 術前に神経変性群とWaller変性群とを区別できる様な所見はありましたでしょうか。
2. Claw finger変形は術後各群でどの様になったでしょうか。

回 答 南部徳洲会病院整形外科 森山 朝裕

1. 小指外転筋のMMTでは神経線維外変性群と神経線維変性群（Type 1, 2）で術前MMT [1]以上と筋収縮を認めたのに対し、Waller変性群の2例では術前MMT [0]で筋収縮を認めませんでした。このことからMMT [0]であればWaller変性群である可能性が高いと思われますが、さらに症例を加え検討をしたいと考えております。

2. 術前、神経線維外変性群と神経線維変性群の10例のうち2例で軽度および中等度の変形が認められましたが、術後1年では変形が消失していました。また、Waller変性群の2例では術前変形が高度で術後1年でも変形は残存していましたが、1例では中等度変形に改善していました。

肘部管症候群原因としての尺骨手根屈筋下膜様組織について

福岡大学筑紫病院整形外科

松崎 昭夫・城戸 正喜

Membranous Tissue Under the Flexor Carpi Ulnaris Muscle as a Cause of Cubital Tunnel Syndrome

Akio Matsuzaki & Masayoshi Kido

Causes of ulnar nerve compression in the cubital tunnel syndrome were investigated, using surgical records and photographs taken during the operation.

The results were as follows:

- | | |
|---|----|
| 1) Fibrous arcade of the flexor carpi ulnaris muscle | 52 |
| 2) from the epitrochlear-olecranal ligament to the fibrous arcade of the flexor carpi ulnaris | 9 |
| 3) the epitrochlear-olecranal ligament | 3 |
| 4) the M. anconeus epitrochlearis | 1 |
| 5) membranous tissue under the flexor carpi ulnaris muscle | 12 |
| 6) combination of the above mentioned causes | 35 |

We should carefully inspect the membranous tissue under the flexor carpi ulnaris muscle on neurolysis of the ulnar nerve.

はじめに

肘部管症候群の原因としては沢山のものが挙げられているが、尺側手根屈筋下で神経を止める膜様組織が原因と思われるものを経験したので、その関与を見るために手術症例の検討を行った。

対象症例及び方法

昭和60年7月以来平成8年7月まで肘部管症候群として手術した症例中、外傷性、小児期の肘部骨折による遅発性尺骨神経麻痺、内反肘によるものは除外し、手術記録と術中写真がそろった112例を対象とした。症例は男71名、女31名の102名で、内男7、女3名が両側性であった。患側は右73、左39で、肘関節屈曲時に神経が上腕骨外上顆を越る反復性脱臼26、上腕骨外上顆まででそれを越えない反復性亜脱臼38、尺骨神経溝に止まるもの48であり、不安定なものが64(57.1%)であった。術中写真と手術記録より圧迫

部位と原因を検討した。尚、尺骨管症候群を合併したものが5例見られた。

結 果

局所の模式図を示すと Fig. 1-A の通りであるが、実際はかなりの変異があり、epitrochlear-olecranal lig. がバンド状にはっきりしたものからないもの、尺側手根屈筋上腕頭・尺骨頭間を架橋する筋間腱膜(以下筋間腱膜と略す)との移行部が判らないもの、筋間腱膜が殆どないものから3cm位のものまであり、厚さも薄いものから厚いもの、癒痕様になったものまでが見られた(Fig. 1-B, C)。筋の下には神経を床に固定する膜があり、これも薄いものからかなり厚いものまであった(Fig. 2)。この膜の下では神経周囲脂肪組織があるものから全く消失し、神経が細く、白く見えるものまであった。神経圧迫所見としては神経周囲脂肪組織の限局性圧痕・消失より神経の性状の変化・著明な圧痕まで様々な変化が見られた。なお、上腕骨

Key words: ulnar nerve, entrapment neuropathy, cubital tunnel syndrome

Address for reprints: Akio Matsuzaki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Chikushi Hospital, Fukuoka University, 377-1 Ooaza Zokumyoin, Chikushino 818, Japan.

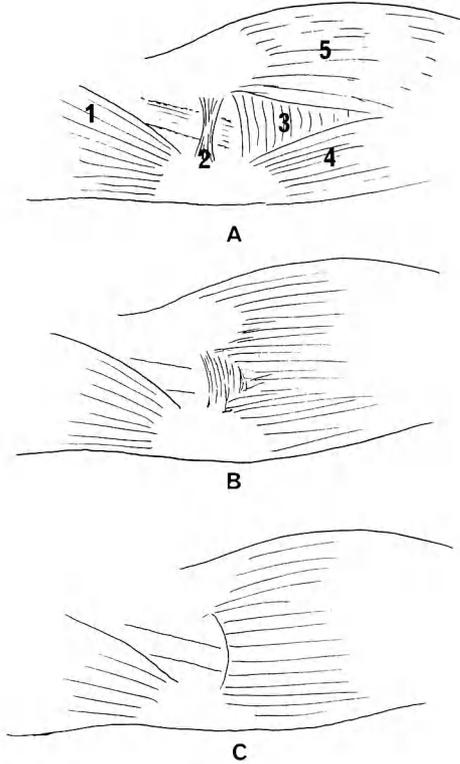


Fig. 1 A: 1) M. triceps
2) epitrochlear-olecranal ligament
3) fibrous arch
4) ulnar head of the F.C.U.
5) humeral head of the F.C.U.
B: Some cases had no epitrochlear-olecranal ligament and the fibrous arch was occasionally thin or cicatricial.
C: Some cases had little fibrous arch.

外上顆後方より近位では神経周囲の癒着も見られた。圧迫部位が単独と判断した部位は Table 1 の通りで、筋間腱膜部 52, epitrochlear-olecranal lig. より筋間腱膜下 9, epitrochlear-olecranal lig. 下 3, M. anconeus epitrochlearis 下 1, 尺側手根屈筋両側頭癒合部より末梢にかけて 8, 更に末梢尺側手根屈筋下で神経を止める膜様組織下 4, epitrochlear-olecranal lig. 下より尺側手根屈筋下の神経を固定する膜様組織の間で複数箇所に変化の見られたものが 35 例あった。その他ガングリオンが 3 例で見られた。1 例は筋間腱膜部で外側壁の外側にあり、1 例では筋間腱膜下末梢部で神経と腱膜の間に前外側より伸びてきていた。他

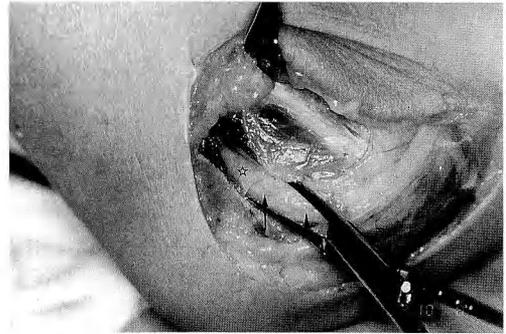


Fig. 2 ☆Membranous tissue deep to the F.C.U. fixing the ulnar nerve. Indentations, which were caused by the membranous tissue ↑ and the fibrous arch ▲. Between these a normal part of the nerve is seen.

Table 1 Tissues, producing the nerve compression.

the fibrous arch	52
epitrochlear-olecranal ligament and fibrous arch	9
epitrochlear-olecranal ligament	3
M. anconeus epitrochlearis	1
proximal margin of the F.C.U. and membranous tissue deep to the F.C.U.	8
membranous tissue deep to the F.C.U.	4
combination of the above mentioned tissue	35

F.C.U.: M. flexor carpi ulnaris

の 1 例は筋間腱膜より末梢で前外側にあったが、神経の圧痕は筋間腱膜下に強く見られた。筋下で神経を固定する膜様組織下で神経上を横切る怒張した血管の圧痕が 2 例見られた。その他圧迫を助長しようと考えられる所見として筋下の膜様組織が原因とした 1 例で尺側手根屈筋々膜が厚く、これに割を入れると筋がとびだしてくる筋の肥大が考えられるものが見られた。

尺骨管症候群合併 5 例の神経変化は比較的軽度で、一見正常に近いが良く見ると豆状骨に接する部の神経周囲脂肪組織が消失した例や神経の極軽い圧痕を見るものであった。

考 察

原因の多くは既に本学会でも報告され、記載された epitrochlear-olecranal lig. から筋間腱膜下にかけてのものであった¹⁾³⁾。神経の反復性脱臼については既に報告されている如く、それ自身 friction neuritis

の原因にはなり得ないと考えるが³⁾⁴⁾、発症を促進する因子にはなりうると思われる。神経脱臼例では肘屈曲時に肘部管入口で多少とも神経が絞扼される所見が見られたが、中に術中写真で、絞扼部で神経が強く屈曲する所見が見られたものがあつた。このような例では神経の不安定が肘部管入り口の状態と相まって発症に有利な素因となると考えられる。Feindel²⁾は筋間腱膜の深部に深筋膜に一致すると考えられる結合組織膜があり、神経絞扼に関与しているように思われると述べている。同様な所見を我々も観察できたが、尺側手根屈筋尺骨頭・上腕頭癒合部以遠の変化、更に筋の下で神経を止める膜の下の変化については従来触れられていないようである。筋癒合部末梢の膜様組織は筋下に接したように見られることもあるが、それを切っても更に薄い膜があることもある。これらの膜は一般には薄く、その下の神経周囲脂肪組織を伴っている。しかし時にこの膜が厚かったり、下の神経周囲脂肪組織の限局性圧痕、消失、神経の圧痕、神経が白く、細くなったなどの所見が見られる。この膜様組織が原因とした4例では他の部位に神経圧迫の所見を見ない例であつた。この内の1例では筋膜の肥厚、筋の肥大と思われる所見と膜下の所見を合併していた。これらの症例では術前所見としての神経圧痛もこの部に見られていた。その他近位に著明な圧迫所見の見られた例で更にこの膜様組織の部でも所見を見た例が17例見られた。更に複数箇所での変化を見た例で、尺側手根屈筋上腕頭・尺骨頭癒合部より筋下にかけての圧痕が見られたものが20例あつた。尺骨管症候群の神経変化は比較的軽いものであつた。膜様組織下の所見を見る症例や尺骨管症候群合併の症例ではdouble crush効果で神経障害発症の原因の一部をなしていたものと考ええる。主原因が除かれれば症状は消失すると考えられるが、手術時にはこのような変化にも注意を払うべきと考える。その他局所所見より見ると、epitrochlear-olecranal lig., 筋間腱膜の厚さ、尺側手根屈筋2頭の癒合部の状態、その下より筋下にかけての神経を固定する膜様組織の状態などいずれも解剖学的な変異が発症させやすい素因となっているように思われた。手術記録の記載不十分で数を挙げるのができないが皮下組織より筋膜の間の組織が癒痕様の変化を認め、更にその下の神経を覆う組織まで及んだものがあつた。このような変化は肘をついたり、屈伸などの小外傷の繰り返しによる変化と思われ、これらも原因の一部をなすと考えた。

結 語

1. 尺側手根屈筋下で神経を固定する膜様組織も神経圧迫の原因となりうる。
2. 約1/3の症例で圧迫に関与と思われる所見が複数個見られた。
3. 尺側手根屈筋筋膜肥厚や筋肥大も症状発現の一因となりうると思える。
4. 尺骨神経反復性脱臼・亜脱臼は肘部管入り口の状態によっては症状発現の一素因となりうると思える。
5. その他肘部管の部に見られる解剖学的変異も発症の素因となっていると思える。

文 献

- 1) Apfelberg, D. B., et al.: Dynamic anatomy of the ulnar nerve at the elbow. *Plast & Reconstr. Surg.*, 51: 76-81, 1973.
- 2) Feindel, W., et al.: The role of the cubital tunnel in tardy ulnar palsy. *Canad. J. Surg.*, 1: 287-300, 1958.
- 3) 児島忠雄 他: 肘部管症候群の手術所見と発生原因の考察ならびに成績. *整形外科*, 29: 1414-1417, 1978.
- 4) Osborne, G.: Compression neuritis of the ulnar nerve at the elbow. *Hand*, 2: 10-13, 1970.

質 問 鳥根医科大学整形外科 朱 尚孝

1. 尺側手根屈筋下の膜は、Amadioらのいうflexor-pronator aponeurosisと同じものでしょうか。
2. その位置は内側上顆から遠位何cmぐらいの所にありましたでしょうか。

回 答 福岡大学筑紫病院整形外科 松崎 昭夫
膜様組織の存在部はepicondyleより4cm位までの範囲です。この膜様組織としたものは、筋直下にあるもの、之を切っても更に別の層があるものがありますが筋下ということで一つにまとめて云っております。

私の症例は手術例ですので詳しい解剖学的な周囲との関係はみていません。

質 問 和歌山医科大学整形外科 谷口 泰徳
私も最近このような膜様組織に気がつき、術中に十分に検索するようにしています。

このような膜様組織の出現頻度についてお教え下さい。

回 答 福岡大学筑紫病院整形外科 松崎 昭夫

症状が fibrous arcade より末梢にある例で筋部より開いて膜様組織に気付き，以後筋膜部より近位に開き，必要なら遠位もみる様にしております。



血管柄温存尺骨神経前方移所術 (第2報)

— 尺骨神経幹血流量の術中測定 —

北海道大学医学部整形外科教室

加藤 博之・三浪 明男

平地 一彦

美唄労災病院整形外科

大塩 至

クラーク病院整形外科

三宅 哲

Anterior Translocation of the Ulnar Nerve with Preserving Vascular
Pedicles for the Treatment of Cubital Tunnel Syndrome :
Intraoperative Measurement of Blood Flow of
the Ulnar Nerve Trunk in Patients
with Cubital Tunnel Syndrome

Hiroyuki Kato · Akio Minami · Kazuhiko Hirachi
Itaru Ohshio & Akira Miyake

In previous study, we reported that the number of nutrient artery of the ulnar nerve trunk from the superior ulnar collateral artery, the inferior ulnar collateral artery, and the posterior ulnar recurrent artery ranged one to four. However, it has been unclear how much blood flow volume of the ulnar nerve is changed by interruption of these collateral arteries.

To solve this problem, we measured the blood flow of the ulnar nerve in 12 patients with cubital tunnel syndrome during surgery. The blood flow volume of the ulnar nerve trunk at the entrance of the cubital tunnel were measured using laser blood flow meter in four different conditions; those were Phase I: the ulnar nerve was located in cubital tunnel, the elbow was in extension, and all the collateral vessels were preserved, Phase II: the elbow was flexed in 90 degrees and other condition was the same as Phase I, Phase III: the ulnar nerve was translocated in the anterior subcutaneous region with preserving all the collateral vessels and the elbow was flexed in 90 degrees, and Phase IV: the blood flow of all collateral vessels was interrupted and other condition was same as Phase III.

The blood flow volume of the surface of the ulnar nerve trunk in Phase II was significantly low compared to that in Phase I. The blood flow volume in Phase III was significantly high compared to that in Phase II. The blood flow volume was significantly decreased when the blood flow of the collateral vessels was interrupted.

This study revealed that blood flow volume was decreased after usual anterior translocation of the ulnar nerve procedure. Preserving collateral vessels of the ulnar nerve and translocating them with the ulnar nerve in a bundle can avoid this ischemia of the ulnar nerve.

Key words : ulnar nerve, entrapment neuropathy, cubital tunnel syndrome, intraneural blood flow, anterior translocation

Address for reprints : Hiroyuki Kato, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine, Kita-15, Nishi-7, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

緒 言

肘部管症候群の治療において尺骨神経皮下前方移所術は広く行われているが、神経剥離による神経幹の血行障害の可能性が指摘されている。菅原は犬の尺骨神経幹の血流量を測定し、肘屈曲位で尺骨神経幹の血流量が低下することを明らかにし、伴走血管を温存して尺骨神経の前方移所を行うと低下した尺骨神経幹の血流が改善することを報告した⁵⁾。著者らはヒト屍体を用いた解剖学的研究を行い、肘部管において尺骨神経は特定の伴走血管から1から5本(平均2.6本)の栄養枝を受けていること、および伴走血管の組み合わせには個人差があることを報告した²⁾。

これらの研究結果は、ヒト臨床例の肘部管症候群の前方移所術に際しても尺骨神経の伴走血管を温存することにより尺骨神経幹の血流低下を予防出来ることを示唆している。しかし著者らが渉猟し得た範囲では、臨床例の肘部管症候群の血流を測定し肘関節の肢位、前方移所術、あるいは伴走血管の温存の有無との関係を検討した報告は見当たらない。そこで今回は臨床例の尺骨神経前方移所術中に尺骨神経幹表面の血流量を測定し、肘関節の屈曲あるいは伸展における肢位の変化、尺骨神経前方移所術の術前術後、そして神経外伴走血管の血行遮断と温存などが尺骨神経幹の血流量にどのような影響を与えるかについて検討した。

対 象

症例は12例である。年齢は52歳から80歳(平均63歳)で、全例男性である。肘部管症候群の重症度はMcGowanの分類⁴⁾でstage I:1例, stage II:7例, stage III:4例である。肘部管症候群の原因別内訳は変形性肘関節症:8例, 尺側手根屈筋両側頭間のfibrous bandによる絞扼:4例である。

方 法

全例に尺骨神経の皮下前方移所術を行い、肘部管入口部の尺骨神経幹表面の血流量を測した。手術は伝達麻酔下に上腕近位に空気駆血帯を使用して行った。尺骨神経幹の伴走血管であるsuperior ulnar collateral artery(以下SUCAと略す), inferior ulnar collateral artery(以下IUCAと略す), そしてposterior ulnar recurrent artery(以下PURAと略す)を剥離した。これらの伴走動脈から尺骨神経幹への栄養枝の血行を温存し、尺骨神経と一緒に前方に移所した²⁾。

空気駆血帯を解除して10分後に、肘部管入口部の尺骨神経幹表面の血流量をレーザー血流計(アドバンス社, ALF 21, 東京)で測定した。血流計のプロープは尺骨神経表面より約2mm離して用手的に固定した。同一症例において尺骨神経の位置、肘関節の肢位、伴走血管の血行状態を変えて4 phaseの環境を設定し測定した。つまり、Phase I:尺骨神経を肘部管に戻し神経を前方移所前の状態にして肘関節は伸展位とする、Phase II: phase Iの状態から肘関節を90°屈曲位とする、Phase III:尺骨神経とその伴走血管を前腕屈筋群起始部の筋膜上に移動し血管柄温存前方移所後の状態として肘関節を90°を屈曲位とする、Phase IV: phase IIIの状態から伴走血管であるSUCA, IUCA, そしてPURAに血管クリップをかけこれらから尺骨神経幹に至る血行を遮断した状態の4条件である。

結 果

1) 尺骨神経の伴走動脈

肘部管入口部の近位においては、SUCAとIUCAの両方が存在しそれらの吻合動脈が尺骨神経幹に伴走している例が9例でSUCAとIUCAのどちらかが存在し尺骨動脈に伴走する例が3例であった。肘部管内には尺骨神経の深層で神経に沿って遠位から近位に走行するPURAが全例で存在していた。SUCAあるいはIUCAは尺骨神経に順行性に伴走しPURAは尺骨神経に逆行性に伴走する。これらの動脈の終枝は肘部管入口部の近位後方で吻合していた。全例でこれらの伴走動脈を終枝吻合部を含めて剥離温存し、尺骨神経とともに移所可能であった。

2) 尺骨神経幹表面血流量の測定結果

各 phaseの血流量測定の結果をTable 1に示した。尺骨神経が本来の肘部管に存在する状態では肘関節90°屈曲位(phase II)の尺骨神経幹の血流量は肘関

Table 1 Combination of extrinsic nutrient vessels of the ulnar nerve around the cubital tunnel

Pattern	No. of Cases	Proximal to the tunnel	In the tunnel
I	9	SUCA* and IUCA**	PURA***
II	2	SUCA	PUPA
III	1	IUCA	PURA

*: Superior ulnar collateral artery

** : Inferior ulnar collateral artery

***: Posterior ulnar recurrent artery

節伸展位 (phase I) の血流量に比べて有意に低値であった。次に伴走血管を温存して尺骨神経を皮下に前方移所し肘関節を 90° 屈曲位とした場合 (phase III) の神経幹血流量は移所前の肘関節 90° 屈曲位 (phase II) の血流量に比べて有意に増加し、移所前の肘伸展位の血流量と同程度であった。前方移所後に伴走血管の血行を遮断した phase IV での尺骨神経幹血流量は伴走血管の血行温存時 (phase III) に比べて有意に低下し、移所前の肘 90° 屈曲位の場合と同等の値となった。

考 察

肘部管における尺骨神経幹の血流を考えると、肘関節を屈曲すると尺骨神経の伸張が生じ肘部管内の圧も上昇することから神経幹の血流が減少する。今回の測定においては尺側手根屈筋の両側頭間の fibrous band を切離した後であっても、肘関節の屈曲を行うと尺骨神経幹の血流量は伸展時の 47% に低下した。肘部管症候群例では尺骨神経幹自体に阻血、浮腫、瘢痕化などの変化が生じており、特に intraneural microvascular system は病的状態にある³⁾。したがって肘部管症候群例では、肘関節伸展時においても尺骨神経幹血流量の絶対値が低下している可能性が大きく、さらに肘屈曲で血流量の低下は著しくなると考えられる。

肘部管の手術治療において一般に行われている尺骨神経の皮下あるいは筋層下への移所術は神経幹の圧迫あるいは牽引を解除する点で合理的と考えられる。しかし、神経の移所を充分に行うほどその神経外血行を犠牲にする可能性がある。そこで通常の尺骨神経前方移所術はさらなる神経幹の血行の悪化を招来し神経の回復を妨げるおそれがある。一方、上腕骨内上顆切除術は神経幹の血行温存の点からは愛護的と考えられるが、神経の除圧と肘の屈曲伸展に伴う神経の牽引作用を十分に除去できない危惧がある。

著者らが以前より報告してきた血管柄温存尺骨神経皮下前方移所術は尺骨神経の神経外血管をすべて温存して充分に剥離し、尺骨神経とともに皮下に移行する方法である¹⁾。第 1 報では、尺骨神経は肘部管の近位で SUCA あるいは IUCA より平均 1.5 本の栄養血管を受け、肘部管内で PURA より平均 1.1 本の栄養血管を受けていることを示した²⁾。今回の臨床例の尺骨神経幹の表面血流量測定の結果は、1) 血流量は肘屈曲位で肘伸展位の約半分に減少すること、2) 伴走血

管を温存した尺骨神経の皮下前方移所によりこの肘屈曲時の血流低下は避けられること、3) 前方移所を行っても伴走血管を犠牲にすれば血流量は肘伸展時の約半分に減少することを明らかにした。この結果は解剖学的研究で明らかにした SUCA, IUCA, そして PURA からの栄養枝が肘部管高位の尺骨神経幹表面の血流に直接影響を与えていることを示唆している。

今回の測定では肘部管入口部の近位に存在する SUCA あるいは IUCA からの血行と肘部管内にある PURA からの血行のどちらが尺骨神経幹の血流により関与しているかを検討することは出来なかった。臨床例の尺骨神経前方移所術において SUCA あるいは IUCA を剥離して尺骨神経とともに前方へ移所する手技は比較的容易である。一方、PURA を尺骨神経溝から剥離し尺骨神経とともに前方へ移動する手技は、PURA から腕尺関節包後面へ分枝する数本の栄養枝を丹念に凝固する必要がある時間要する。しかし fibrous band によって狭窄される肘部管内の尺骨神経に直接栄養枝を送っている伴走動脈は PURA であることから²⁾、PURA をできるだけ温存することが、神経幹の血流低下を予防し神経の回復を促進する上で重要と考えている¹⁾。

結 語

1. 肘部管症候群 12 例の尺骨神経幹の表面血流量をレーザー血流計で測定した。
2. 肘関節 90° 屈曲位の尺骨神経幹の血流量は肘関節伸展位の血流量に比べて有意に低値であった。
3. 伴走血管を温存した尺骨神経皮下前方移所後の肘関節 90° 屈曲位の血流量は移所前の肘関節 90° 屈曲位の血流量より有意に増加していた。
4. 前方移所後に伴走血管の血流を遮断すると尺骨神経幹の血流量は伴走血管開存時に比べて有意に低値となった。

文 献

- 1) 百町貴彦 他：血管柄温存尺骨神経前方移所術—屍体解剖による研究と臨床手術成績—。東日本臨整会誌, 6: 94-97, 1994.
- 2) 加藤博之 他：血管柄温存尺骨神経前方移所術—第 1 報 屍体解剖による栄養血管の研究—。日手会誌, 10: 380-385, 1993.
- 3) Lundborg, G.: Structure and function of the intraneural microvessels as related to trauma, edema formation and nerve function. J. Bone Joint Surg.,

57A : 938-948, 1975.

- 4) McGowan, A. J.: The results of transposition for transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. J. Bone Joint Surg., 32B : 293-301, 1950.
- 5) 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.

質問 奈良医科大学整形外科 小野 浩史
神経の圧迫程度 (NCV 等による評価) と神経の血流量に相関はなかったか。

回答 北海道大学整形外科 加藤 博之
神経の圧迫程度と神経血流量の間に明らかな相関はなかった。

質問 福岡大学整形外科 飯田 博幸
前方移所後は肘伸展位で神経が緊張するが前方移所術後の血流量は肘屈曲位のみで計測されているがなぜか。

回答 北海道大学整形外科 加藤 博之
私達の尺骨神経皮下前方移所術は、血管柄を温存し

て神経の血流は温存するが、神経の剥離は充分に行い、また尺側手根屈筋への最も近位の運動枝と尺骨神経本幹との間の神経内剥離を行うことから、尺骨神経の前方移所後の肘伸展位での緊張はほとんどない。また、肘関節変形性関節症例が最も多く、これらの症例では肘関節の可動域制限のため肘関節の完全伸展位はとることが出来ない。

質問 防衛医科大学整形外科 根本 孝一
血流量測定ではプローベの設置状況によって結果が大きく影響されると思いますが、技術的にどのようなことに注意されましたか。

回答 北海道大学整形外科 加藤 博之

1. プローベと尺骨神経幹表面の距離を一定にすること。
2. 止血を充分に行って測定領域が出血で汚れないようにすること。
3. 測定血流量の時定数を 3sec としてより平均化した値を表示させることです。

肘部管症候群に対する肘部管形成術

市立敦賀病院整形外科

田 尻 和 八

金沢大学医学部整形外科教室

池 田 和 夫・横 山 光 輝

富 田 勝 郎

金沢市立病院整形外科

浅 妻 茂 章

Cubital Tunnel Plasty for Cubital Tunnel Syndrome

Kazuya Tajiri · Kazuo Ikeda · Mitsuteru Yokoyama
Katsuro Tomita & Shigeaki Asazuma

Medial epicondylectomy for treating cubital tunnel syndrome has some problems associated with it, including postoperative muscle weakness and joint instability. Tsujino et al. presented a new technique for cubital tunnel syndrome based on osteoarthritis. This method is called cubital tunnel plasty and does not require muscle release and medial epicondylectomy. After removing bone spurs and shaving the sulcus of the ulnar nerve deeply enough to release any tension on the nerve, it is replaced into the new sulcus. Cubital tunnel plasty was performed in 9 patients (6 males, 3 females). Six cases were caused by osteoarthritis and 3 cases were idiopathic. According to Akahori's preoperative assessment, 1 case was in stage I, 2 cases were in stage III, 5 cases were in stage IV and 1 case was in stage V. Postoperative follow-up period ranged from 7 to 15 months with a mean of 10 months. In all cases postoperative recovery was good. According to Akahori's postoperative criteria of effect, 1 case was excellent, 4 cases were good, 4 cases were fair and there were no poor cases. Pressures in the cubital tunnel were measured in 2 cases. The pressure decreased after release of Osborn's ligament in one case, while the pressure decreased after cubital tunnel plasty in the other case. These results may indicate that the former case suits Osborn's ligament release only, and the latter case suits the cubital tunnel plasty. Cubital tunnel plasty is a good technique, because it allows the ulnar nerve to maintain its correct anatomical position, thereby avoiding nerve kinking or friction and early active elbow motion is recommended.

はじめに

肘部管症候群に対する手術として弓状靭帯切離術、内側上顆切除術、尺骨神経の皮下移行術、尺骨神経の筋層下移行術などが行なわれている。われわれはこれまで、変形性肘関節症によって起こる肘部管症候群に

対しては、内側上顆切除術を第一選択としてきた。しかし、内側上顆切除術は、術後の筋力低下⁵⁾や関節の不安定性³⁾を来たす場合がある。今回、筋や靭帯に対する影響の少ない新しい術式である肘部管形成術を行なったので報告する。

Key words: cubital tunnel syndrome, osteoarthritis, decompression, plastic surgery

Address for reprints: Kazuya Tajiri, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tsuruga City Hospital, 1-6-60, Mishima-chou, Tsuruga 914, Japan.

対 象

1996年2月以降に、手のしびれを主訴に来院した患者のうち、尺側に知覚障害を有する症例を選んだ。このうち肘を挟んだ神経伝導速度が低下、もしくは尺骨神経溝において手指尺側への明らかな放散痛を認めるものを肘部管症候群と診断した。X線検査にて変形性関節症の認められる症例と、肘部管症候群の原因の不明な特発性の症例を今回の手術の対象とした。症例は9例9肘で、男性6例、女性3例であった。年齢は45歳から71歳、平均59歳であった。原疾患は、変形性関節症6例、特発性3例であった。赤堀の病期分類²⁾では第Ⅰ期1例、第Ⅲ期2例、第Ⅳ期5例、第Ⅴ期1例であった。術後の経過観察期間は7～15カ月、平均10カ月である。

手 術 方 法

皮切は術後尺骨神経の直上に瘢痕を作らないように、前方凸の弓状切開とする。弓状靭帯、尺側手根屈筋のaponeurosisを切離し、尺骨神経を露出させる。後方の関節包(内側側副靭帯の後部の扇状部)を肘頭附着部で切離反転し、関節包で栄養血管を付けたままの尺骨神経を包みこんで前方へ移動させる(図1)。尺骨神経を十分保護しながら、ダイヤモンドバーで尺骨および上腕骨の骨棘を切除し尺骨神経溝を拡大する(図2)。尺骨神経を神経溝内に還納し、関節包を再縫合する。肘屈曲位でも尺骨神経が前方に脱臼しないように皮下脂肪を縫合する。術後は圧迫包帯のみで、特に運動制限は行なわなかった。

術中、2例には肘90°屈曲位での肘部管の圧測定を行なった。Millar Instruments社製Millar Mikrotipの圧センサーを用いて尺骨神経と尺骨神経溝の間の圧を、弓状靭帯切離前後、肘部管形成後に測定した。

結 果

全例において順調に尺骨神経麻痺の回復がみられた。赤堀の予後評価基準²⁾では、優1例、良4例、可4例、不可はなかった。

肘部管の圧測定は、症例Aでは、弓状靭帯切離前170mmHgが弓状靭帯切離後は23mmHgに低下した。症例Bでは、弓状靭帯切離前後にほとんど変化がなかったが、肘部管形成後28mmHgに低下した(図3)。

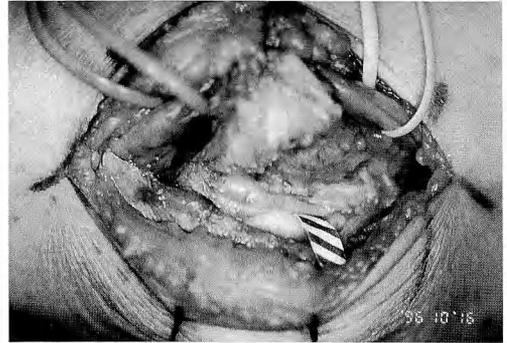
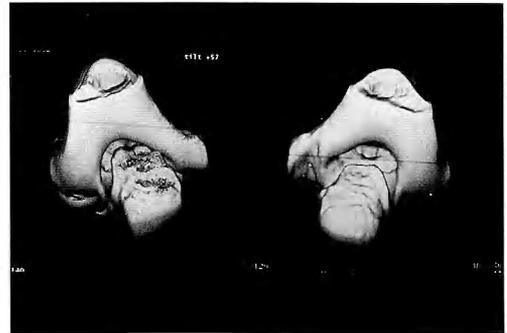


Fig. 1 Protection of the ulnar nerve using the joint capsule (arrow). A zebra tape is inserted into the joint space.



A: Opposite side, B: Operative side.

Fig. 2 3D-CT of the elbow.

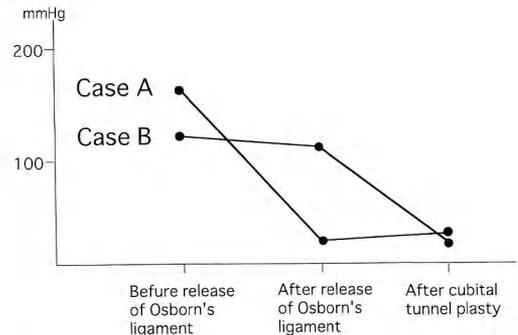


Fig. 3 Extraneural ulnar nerve pressure. The pressure decreased after the release of Osborn's ligament in case A, while the pressure did not decrease after the release of Osborn's ligament and decreased after the cubital tunnel plasty in case B.

考 察

肘部管症候群に対する手術として弓状靭帯切離術、内側上顆切除術、尺骨神経の皮下移行術、尺骨神経の筋層下移行術などが行なわれている。変形性肘関節症に起因する肘部管症候群では、骨棘によって尺骨神経が圧迫され弓状靭帯との間でインピンジされて麻痺を起こすと考えられている。弓状靭帯切離術では骨棘による圧迫は解除されないため麻痺の回復に不安を感じることが多く、尺骨神経の前方移行術では展開が大きいことから、われわれはこれまで、変形性肘関節症に起因する肘部管症候群に対しては内側上顆切除術を選択することが多かった。しかし内側上顆切除術は、内側上顆に付着している筋の剥離を行なうため、術後握力などの筋力低下を来すこともある⁵⁾。さらに内側副靭帯も同時に切除されることによる関節の不安定性を生じるとの報告³⁾もあり、内側上顆を切除する必要性について疑問を持っていた。

肘部管形成術は第8回日本肘関節研究会において辻野ら⁶⁾が発表した術式である。彼らは肘関節の可動に伴う移行した尺骨神経走行距離変化は解剖学的位置で最も少ないため、尺骨神経を解剖学的位置に置く本術式が神経移行術に比べて神経にかかる張力が小さく有利であると述べている。また、解剖学的位置では尺骨神経は屈曲時内側上顆に支えられ後方を緩やかに走行し、内側上顆切除後に起こる断端での摩擦や、鋭的屈曲が防止できること、筋の剥離や縫着も行なわないため早期からの可動訓練が可能であることの利点を挙げている。

われわれも1996年より本法を行ない、肘部管の解剖学的形態を崩さず尺骨神経を生理的な位置に置くことに本法の魅力を感じている。また、栄養血管を温存できるため神経機能の回復に有利であること、筋肉や靭帯に対する操作も加えないため、筋力低下や関節の不安定性を生じることなく、術後早期の日常生活やスポーツへの復帰が可能であることを本法の大きな利点と考えている。さらに内側上顆切除術や尺骨神経の皮下移行術では、尺骨神経が皮下に位置するため外傷を受けやすいといわれているが、本法ではその心配もない。

肘部管症候群の術後成績に関しては、術式に左右されず術前の重症度によるといわれている¹⁾。提示した結果は、術後経過期間が短いため回復段階の症例がほとんどであり、本法の術後経過は、内側上顆切除術と

同等の回復を示している印象を持っている。

肘部管の圧測定に関しては、Iidaら⁴⁾が弓状靭帯切離前後で測定した報告がある。彼らは弓状靭帯切離前後で圧が低下する例と低下しないものがあり、前者は弓状靭帯切離術の適応であり、後者は内側上顆切除術や尺骨神経の皮下移行術の適応であると述べている。今回のわれわれの行なった2例の圧測定の結果では、1例は弓状靭帯切離後に圧が低下し、他の1例は弓状靭帯切離後には低下しなかったが、肘部管形成後には低下した。この結果より、われわれも弓状靭帯切離術で除圧される症例と、弓状靭帯切離術のみでは不十分な症例があるものと考えている。

本法の問題点としては、反転した関節包を再縫合すると関節包が術前の状態より緊張し、尺骨神経をやや前方に押し出す形になりやすいこと、弓状靭帯を切離するため尺骨神経が脱臼しやすくなり皮下脂肪の縫合に工夫が必要となる場合があることが挙げられる。また、将来肘部管に再び骨棘が生じ再狭窄を起こす可能性も否定できないため今後の注意深い経過観察が必要であると思われる。

ま と め

9例の肘部管症候群に対して肘部管形成術を行なった。圧測定により除圧が確認された。術後の臨床経過は良好であった。変形性関節症に伴う肘部管症候群に対して肘部管形成術は有意義な方法と考えられた。

文 献

- 1) Adelaar, R. S., et al.: The treatment of cubital tunnel syndrome. *J. Hand Surg.*, 9A : 90-95, 1984.
- 2) 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.
- 3) 井上貞宏 他: King手術後の肘外反不安定性。日手会誌, 10 : 419-423, 1993.
- 4) Iida, H., et al.: The measurement of external ulnar nerve pressure in patients with cubital tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, transactions 20 : 214, 1996.
- 5) Steven, J. H.: Medial epicondylectomy for the treatment of ulnar nerve compression at the elbow. *J. Hand Surg.*, 15A : 22-29, 1990.
- 6) 辻野昭人 他: 遅発性尺骨神経麻痺に対する肘部管形成術。日手会誌, 3 : 23-24, 1996.

質 問 名寄市立病院整形外科 末永 直樹
変形性肘関節症の場合、骨棘や ganglion により再

圧迫が生じやすいと考えるが、再発した際、どのような ope を考えるか？

回 答 市立敦賀病院整形外科 田尻 和八
筋層下移行術を考えています。

質 問 佐賀社会保険病院整形外科 浅見 昭彦
術後成績で可の症例が多く、他の手術方法と比べてこの方法が特にすぐれているとは思えないのですが、

術後の出血や骨棘の再発などの影響はないでしょうか。

回 答 市立敦賀病院整形外科 田尻 和八
術後の経過期間が短いため現在の成績はこのようななっておりますが、内側上顆切除術と同等の経過と考えております。骨切除部にはフィブリン糊を塗付しています。骨棘の再発については今後経過をみていきたいと思えます。



肘部管症候群再手術例の検討

岩手医科大学整形外科教室

田 島 克 己・古 町 克 郎
嶋 村 正・阿 部 正 隆

Reoperation in Cubital Tunnel Syndrome

Katsumi Tajima · Katsuro Furumachi · Tadashi Shimamura
& Masataka Abe

Since 1983, 174 patients with cubital tunnel syndrome were treated surgically at our department. Of these, 20 were revision cases. We investigated the operative findings in these 20 elbows (14 males and 6 females). Their ages ranged from 17 years to 67 years and 43.2 years on average. The period from the 1st operation to revision ranged from 2 months to 10 years and 3 years and 4 months. The pre-operative stage according to Akahori's classification was as follows: II in 5 elbows, III in 4 elbows, IV in 9 elbows and V in 2 elbows. The causes of recurrence were the adhesion of the ulnar nerve around cubital tunnel in 14 elbows and entrapment of the ulnar nerve on the edge of the fascia of flexor carpi ulnaris which had been cut on the 1st operation. All 20 elbows were treated by neurolysis and pedicle fat grafting. In addition, folding back the fascia of flexor carpi ulnaris was carried out in 6 elbows which had new entrapment by the edge of the fascia. According to the clinical evaluation of Kyoto Prefectural University of Medicine, the post-operative results were as follows: Excellent in 6 elbows, Good in 10 elbows and Fair in 4 elbows.

はじめに

肘部管症候群の治療は観血的療法がとられることが一般で、その成績は比較的安定した結果が得られている。しかし、時に回復のはかばかしくない例や、再発例を経験することがある。このような例に対する再手術の手術所見より回復不良、再発の原因を検索し、手術における問題点、注意点を検討したので報告する。

対象症例

1983年以降に当科で行われた肘部管症候群手術例は174肘であった。そのうち19例20肘が再手術例であり、この20肘を対象とした。その内訳は、男性14肘、女性6肘、年齢は17歳から67歳、平均43.2歳であった。罹患側は、右側17肘、左側3肘であった。

前回手術から再手術までの期間は2ヶ月から10年、平均3年4ヶ月であった。

赤堀の分類¹⁾では、Ⅱ期5肘、Ⅲ期4肘、Ⅳ期9肘、Ⅴ期2肘であった。

初回手術法が明らかなのは14肘で、King法7肘、Osborne法もしくは変法7肘であった。

さらに、胸郭出口症候群を合併した二重絞扼性神経障害が3例認められた。肘外傷後の外反肘は4肘であった。

なお、前回手術を他医で行ったもの13肘、当科で行ったもの7肘で、3回目の手術となるものが4肘含まれていた。

再手術方法

再手術は神経剥離を行った後、全例に脂肪移植

Key words: cubital tunnel syndrome, reoperation, modified Osborne's method

Address for reprints: Katsumi Tajima, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Iwate Medical University, 19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020, Japan.



Fig. 1 New nerve floor was constructed by pedicle fat grafting in all of 20 elbows which were revised.



Fig. 2 Folding back the fascia of flexor carpi ulnaris was carried out in 6 elbows which had new entrapment by the edge of the fascia.

Table 1 Correlation between preoperative stages and postoperative results

Stage	Prognosis				Total
	Excellent	Good	Fair	Poor	
II	4	1	0	0	5
III	2	2	0	0	4
IV	0	7	2	0	9
V	0	0	2	0	2
Total	6	10	4	0	20

Stage: Akahori's classification

Prognosis: clinical evaluation of Kyoto Prefectural University of Medicine

(Fig. 1) もしくは尺側手根屈筋筋膜の翻転 (Fig. 2) を行った。さらに3肘に尺骨神経がなめらかに前方へ移動するように最小限の内上顆切除を追加した。

結 果

1) 術中所見

肘部管周囲で全体的に尺骨神経が癒着していたもの14肘、Osborne 靭帯遠位での絞扼を認めたもの6肘であった。さらに、癒着に加えてガングリオンによる神経の圧排が認められたものが1肘あった。

2) 術後成績 (Table 1)

術後成績の評価は京都府立医大式判定基準を用いた⁴⁾。その結果、優6肘、良10肘、可4肘で不可はなかった。また、術前の病期がⅡ期、Ⅲ期の9肘はすべて良以上であるのに対し、Ⅴ期ではすべて可であり、病期の進行しているものほど回復は悪かった。

考 察

今回の我々の症例では、14肘に肘部管周囲での尺骨神経の全体的な癒着が認められ、6肘では、Osborne 靭帯遠位での絞扼が再発の原因と考えられた。

このような癒着や絞扼の原因として、全体的な癒着をおこした14肘では、術中の止血不十分や術後表層に移行された神経に慢性的な刺激が加わった結果神経周囲に癒着が形成されたと考えられる。この14肘中12肘86%が使用頻度が高く、外的刺激を受けやすい利き手であった。このことは、外的な慢性刺激が尺骨神経周囲に癒着を形成し、再発をひきおこすことを裏付けるものである。また、Osborne 靭帯遠位での絞扼による再発例6例では、尺骨神経の末梢への解離の不十分あるいは切離した尺側手根屈筋筋膜の筋膜縁での再絞扼が原因と考えられた。

当科では肘部管症候群の初回手術として、Osborne 変法を行っているが、このような癒着や絞扼を防ぐために、閉創前に肘の屈伸を行い、筋膜縁が神経にあたる場合には筋膜を翻転する操作を追加することによって、Osborne 靭帯遠位での絞扼を予防している³⁾。また、神経の下層に有茎脂肪移植を行うことによって、術後の癒着を予防し²⁾、さらに、外的刺激による癒着形成を予防するために、術後に肘内側をついたり、肘屈曲位での睡眠を避けるよう生活指導を行っている。前述のごとく、今回の症例のうち神経周囲の癒着による再発例では、86%が利き手であることから、術後のこのような生活指導を繰り返し行うことも再発予防に重要な要素であると考えられる。

肘部管症候群の再発例に対しては、筋層下移行術を

行うという報告が一般であるが、今回の我々の症例では筋層下移行術を行わなくても良好な結果が得られており、癒着や手術部の遠位での新たな絞扼を予防するような操作をすることによって再発例でも症状の改善および再発の防止が可能であると考えている。

また、病期による予後は、これまでの諸家の報告⁵⁾⁶⁾と同様に、進行しているものほど回復は不良であった。

ま と め

当科における肘部管症候群再手術例の検討を行い、その原因、予防法について考察した。

再絞扼や癒着を予防する操作を工夫することによって良好な術後成績がえられた。

文 献

- 1) 赤堀 治：肘部管症候群．整・災外，29：1745-1751，1986.
- 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) 金子 洋 他：肘部管症候群に対する Osborne 法における新しい試み．東日本臨整会誌，1：540-544，1989.
- 4) 小倉 卓 他：肘部管症候群の治療成績．整・災外，40：577-585，1997.
- 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) 山本謙吾 他：肘部管症候群の長期術後成績に関与する諸因子の検討．日手会誌，9：390-394，1992.



Carpal Tunnel Syndrome in Patients with Diabetes

Hiroyasu Ikegami

Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Central Hospital

Takashi Ishiguro · Yukio Horiuchi · Takio Ashida
& Naoki Takada

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Introduction

The high incidence of carpal tunnel syndrome (CTS) in patients with diabetes mellitus (DM) first became well known following a report by Phalen⁵⁾. However, in a search of the literature we found little information about the surgical treatment of this disease.

Purpose

The results of surgical treatment of CTS in patients with DM were studied (patients were excluded if they were on dialysis).

Subjects

Eight patients on dialysis were excluded from 38 patients (56 wrists) with DM who underwent surgery for CTS since 1989, and the remaining 30 patients (40 wrists) were investigated. The subjects were 17 females and 13 males. Operations were performed on the right hand in 15 cases, the left hand in 5 cases, and both hands in 10 cases. Diagnosis of DM was type 1 in 10 patients and type 2 in 20 patients. Ages at operation ranged from 35 to 80 years, with a mean of 57 years. Evaluated according to Hamada's criteria, the disease stage was grade 1 in 10 hands, grade 2 in 22 hands, and grade 3 in 8 hands.

Diagnosis and treatment

Preoperative clinical diagnosis was based on neurologic examination, a sensory-nerve motor-nerve conduction study, and autonomic nervous function testing. An electro-physiologic test was also conducted on all patients. Ulnar nerve and tibial nerve conduction velocity were determined to distinguish the disease from diabetes mellitus peripheral neuropathy (DMPN).

Splinting and medication were first used as conservative approaches, but steroid injections were not used as a rule. Operations were performed on patients who did not respond to conservative therapy for three to six months or who had severe pain. The conventional operative method was used on 18 hands, and endoscopic carpal tunnel release on 22 hands; the opponens pollicis was reconstructed in three hands and two hands respectively with the above two methods. Since 1993, endoscopic carpal tunnel release has become the most common procedure.

Key words : carpal tunnel syndrome, diabetes, surgery

Address for reprints : Hiroyasu Ikegami, M.D. Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Central Hospital, 1-4-17 Mita, Minato-ku, Tokyo 108, Japan.

Evaluation of operation results

The results of operation were evaluated on the basis of three items: 1) Improvement in subjective symptoms of sensory disturbance; 2) Level of patient satisfaction with the operation; and 3) Degree of sensory disturbance, as measured by the Semmes-Weinstein monofilament test (S-W test).

Subjective symptoms were evaluated using four categories from grade 0 (absence of numbness) to grade 3 (presence of pain and persistent numbness), and the preoperative and postoperative evaluations were compared.

The level of patient satisfaction with the operation was evaluated using four categories from excellent to poor.

The state of diabetes was evaluated by 1) disease duration, 2) presence or absence of concurrent DMPN, and 3) control of blood sugar.

Results

Postoperatively, subjective symptoms of sensory disturbance improved in 32 hands (80%), finally recovered to a normal condition in 16 hands (40%), and were not aggravated in any cases (Fig. 1).

Patients evaluated satisfaction with the operation as excellent in 26 hands (65%) (Fig. 2). Endoscopic carpal tunnel release provided slightly greater satisfaction than the conventional method. Marked improvement was seen in 22 hands (92%) among the 24 hands with pain and nocturnal pain preoperatively, and the results were evaluated as excellent (Fig. 3).

The results of the postoperative S-W test were evaluated as purple or lower in 28 hands (70%).

The duration of diabetes ranged from 2 to 34 years with a mean of 12 years. Diabetes complicated peripheral neuropathy in 18 cases (25 hands). The presence or absence of DMPN had little effect on patient satisfaction with the operation. However, with prolonged duration of diabetes the level of patient satisfaction tended to be reduced (Fig. 4).

Blood sugar control was evaluated with HbA1c as the indicator, and it had little effect on operation results. The patients whose satisfaction level was evaluated as fair included those who were older than 70 years of age, those with concurrent cervical-vertebral lesions, and those with complications of diabetes, such as autonomic failure (or imbalance) and limited joint mobility²⁾.

Discussion

In 1961, Mulder et al. measured peripheral-nerve conduction velocity in 103 patients with DM chosen by random sampling, and suggested that the incidence of entrapment neuropathy in patients with DM is high³⁾. Phalen reported in 1966 that DM is frequently complicated by CTS⁵⁾.

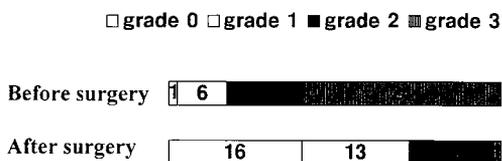


Fig. 1 Postoperatively, subjective symptoms of sensory disturbance improved in 32 hands (80%), finally recovered to a normal condition in 16 hands (40%), and were not aggravated in any cases.

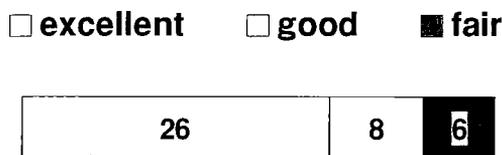


Fig. 2 Patients evaluated satisfaction with the operation as excellent in 26 hands (65%).



Fig. 3 Marked improvement was seen in 22 hands (92%) among the 24 hands with pain and nocturnal pain preoperatively, and the results were evaluated as excellent.

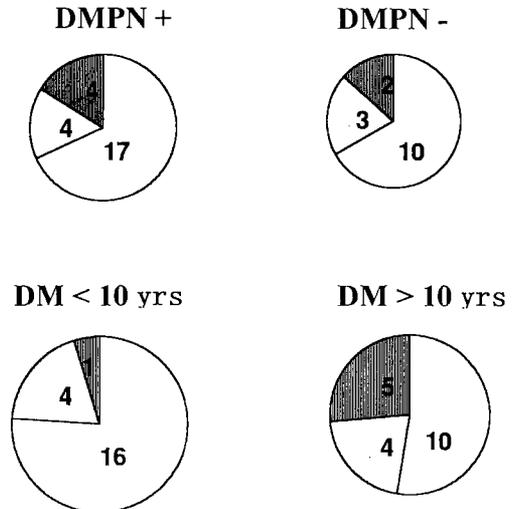


Fig. 4 The presence or absence of DMPN had little effect on patient satisfaction with the operation. However, with prolonged duration of diabetes the level of patient satisfaction tended to be reduced.

It is well known that DM is complicated by peripheral neuropathy. However, its complex pathogenesis is explained primarily by metabolic disturbance theory and vascular disturbance theory. Metabolic disturbance theory explains that high blood sugar levels and elevated sorbitol levels are associated with decreased myoinositol levels, followed by a decline in the activity of Na/K ATPase. Vascular disturbance theory, on the basis of pathological findings, suggests that microvascular ischemia is present.

Although there have been no reports on the results of surgical treatment for CTS in patients with DM, there have been a few on the surgical results of CTS associated with multiple peripheral neuropathy. Walter-Sack et al. reported six successful operations in 1980⁶⁾, while Clayburgh et al. reported that CTS symptoms improved in 92% and subjective symptoms were resolved in 72% of 60 cases¹⁾.

The following points should be considered carefully in diagnosis and treatment of CTS associated with DM: 1) Patients with DM sometimes have decreased nerve conduction velocity even in the absence of CTS⁴⁾; 2) Although we obtained favorable results in treatment of CTS, which is chiefly manifested by pain, DMPN may cause pain and nocturnal pain; and 3) Differential diagnosis between the disease and DMPN, which shows a clinical profile of single neuropathy, is very difficult.

Endoscopic carpal tunnel release has been used as a surgical procedure since 1993, but the applicability of this method is still a matter of controversy. Complications of tendosynovitis and limited joint mobility due to DM are known to be frequent²⁾, and in the presence of these complications, the conventional surgical procedure (a small skin resection only in the palm) is used. Preoperative hyperalgesia, which is likely to be associated with postoperative RSD, is indicated for endoscopic carpal tunnel release.

Conclusion

The results of operations on CTS associated with DM showed the following characteristics:

1. Although subjective symptoms improved markedly, degree of sensory disturbance tended to remain unchanged;
2. Patients who had pain and nocturnal pain preoperatively were well satisfied with the results of operation; and
3. Patients who had DM for a longer duration tended to be less satisfied.

References

- 1) Clayburgh, R. H., et al.: Carpal tunnel release in patients with diffuse peripheral neuropathy. *J. Hand Surg.*, 12A : 380-383, 1987.
- 2) Ikegami, H., et al.: Limited joint mobility in patients with diabetes. *J. Jpn. Soc. Surg. Hand*, 13 : 1048-1052, 1997.
- 3) Mulder, D. W., et al.: The neuropathies associated with diabetes mellitus. *Neurology*, 11 : 275-284, 1961.
- 4) Ozaki, I., et al.: Distal median-ulnar dissociation in diabetics. *Electroencephogr. Clin. Neurophysiol.*, 61 : 78, 1985.
- 5) Phalen, G. S.: The carpal-tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 48A : 211-228, 1966.
- 6) Walter-Sack, I., et al.: Maskiertes Karpaltunnelsyndrom bei diabetischer polyneuropathie. *Dtsch. Med. Wschr.*, 105 : 19-21, 1980.

和文抄録

糖尿病患者の手根管症候群

— 特に手術治療成績について —

東京都済生会中央病院整形外科

池上博泰

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

石黒 隆・堀内行雄・芦田多喜男

高田直樹

糖尿病 (DM) 患者では、手根管症候群の発病率が高いことは、Phalen の報告以来よく知られている。しかし、その手術治療成績についての報告はほとんどない。我々は、手術治療を行った DM の手根管症候群の治療成績について検討したので報告した。1989 年以降、DM で、手根管症候群に対して手術を行った 38 例、50 手で、透析患者 8 例を除いた 30 例 (女 17, 男 13), 40 手について検討した。DM の罹病期間は、2 から 34 年 (平均 12 年) であった。術前の診断には神経学的所見、電気生理学的検査、知覚検査、自律神経機能検査を組み合わせで行った。また糖尿病性末梢神経障害 (DMPN) との鑑別のため、脛骨神経の伝導速度も測定した。DMPN を合併していた症例は 18 例、25 手であった。手術時年齢は、35 から 80 歳 (平均 57 歳)、病期は浜田の基準で、Grade I が 10 手、II が 22 手、III が 8 手であった。手術は、3 から 6 カ

月の保存的治療が無効であった症例について行い、1993 年以降は鏡視下手根管開放術を原則的に行っている。術後、自覚症状が改善したものは 32 手 (80%) で、最終的に正常となったのは 16 手 (40%) で、悪化した症例はなかった。術前に疼痛や夜間痛のあった 24 手中、22 手 (92%) に著しい改善がみられた。術後の Semmes-Weinstein monofilament test (S-W test) では purple 以下にとどまるものが、28 手にみられた。患者の手術に対する満足度は、DMPN の合併の有無や血糖のコントロールには、関係がなかったが、DM の罹病期間が長くなると手術に対する満足度は低かった。DM の手根管症候群では、DMPN を合併している症例が多い。そのため診断が難しく、手術治療成績は、電気生理学的検査、S-W test などでは、必ずしも良好ではない。しかし、しびれ感や夜間痛などの自覚症状は術後改善し、満足度は高いので、

DMPN に隠された手根管症候群の存在を正しく診断 べきと考える。
し、保存療法が無効な症例には、観血的に治療を行う



糖尿病に合併する手根管症候群の発生頻度と臨床像

滝川市立病院整形外科

和田 卓 郎

札幌医科大学整形外科

石 井 清 一

Carpal Tunnel Syndrome Associated with Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus

Takuro Wada & Seiichi Ishii

A comparative prospective study was performed on carpal tunnel syndrome in 65 Japanese non-insulin-dependent diabetes mellitus patients and 50 non-diabetic adults as control. A significant higher incidence of carpal tunnel syndrome was found in the diabetic group. Men were more frequently affected than women by diabetic carpal tunnel syndrome. In contrast, all three patients with carpal tunnel syndrome in the control group were women. Carpal tunnel syndrome in the diabetic group showed a positive correlation with the duration of diabetes, the use of insulin, and the presence of flexor tenosynovitis. The present study revealed a unique clinical feature of diabetic carpal tunnel syndrome as compared to its idiopathic form.

はじめに

糖尿病 (DM) が手根管症候群 (CTS) の発症要因になることは良く知られている⁹⁾。DM 患者における CTS の発生頻度と臨床像についての報告は欧米に散見されるが¹⁾³⁾⁴⁾⁶⁾、本邦には少ない¹⁰⁾。今回著者らは、日本人の DM 患者における CTS の発生頻度と臨床像を prospective に調査した。

対象と方法

対 象

当院内科で insulin 非依存性糖尿病 (NIDDM) の診断を受け1年以上治療を受けている患者の中から無作為に抽出した65例を対象とした (DM 群)。性別は男が22例で女が43例、平均年齢は66歳 (38-88) であった。一方、対照群は年齢、性別を一致させた DM の既往のない50例とした。

手根管症候群の診断

DM 群と対照群の全例を直接検診し、CTS の有無を調査した。CTS の診断は以下の基準を満たすものとした。①正中神経領域の手のしびれや疼痛の自覚、②Phalen's test, Tinel's sign のいずれか、または両方の誘発試験が陽性、③正中神経領域の他覚的知覚障害、④正中神経の終末潜時が4msを越える、である。CTS と診断された例については、DM 性末梢神経障害の合併を検索するために、尺骨神経と腓骨神経の末梢神経伝導速度も測定した。

調査方法

まず、CTS の発生頻度を DM 群と対照群の間で比較した。次に、DM 群65例を CTS を有する群 (CTS (+) 群) と有しない群 (CTS (-) 群) に分類した。これら2群間で患者の年齢、DM の罹病期間、調査時までの1年間の insulin 使用の有無、HbA1c の測定値を比較した。HbA1c は DM のコントロール状態の指標である。当院での正常値は3.5~5.5%である。さ

Key words : carpal tunnel syndrome, non-insulin dependent, diabetes mellitus, incidence

Address for reprints : Takuro Wada, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical University, S-1, W-16, Sapporo 060, Japan.

らに、DM に発生頻度が高いといわれる手の疾患 (Dupuytren's contracture: DC, limited joint mobility: LJM, flexor tenosynovitis: FTS) の発生頻度を CTS (+) 群と CTS (-) 群の間で比較した。LJM の診断は Rosenbloom⁸⁾ に従い、prayer sign が存在するものとした。FTS の診断は locking あるいは triggering を伴う狭窄性腱鞘炎が存在するものとした¹⁾。

統計学的有意差の検討は Student-t test と χ^2 -test を用い、 $p < 0.05$ の場合に有意差ありとした。

結 果

CTS は DM 群 65 例中 21 例 (32%) に発症していた。男は 22 例中 9 例 (41%) に、女は 43 例中 12 例 (28%) に発症が認められた。両側発症例は 12 例であった。母指球筋の萎縮は 21 例中 4 例に観察された。四肢末梢神経障害の合併は 21 例中 4 例に認められた。内訳は腓骨神経の障害が 3 例で、腓骨神経と尺骨神経の両神経の障害が 1 例であった。一方、CTS は対照群 50 例中 3 例 (6%) に発症していた。全例が女であった。CTS の発生頻度には DM 群と対照群の間に統計学的有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

DM 患者 65 例を CTS の合併の有無によって 2 群に分類し、2 群間で患者の年齢、DM の罹病期間、insulin 使用の有無、HbA1c 値を比較した。DM の罹病期間は CTS (+) 群で 12 ± 7 年、CTS (-) 群で 8 ± 7 年と、CTS (+) 群で有意に長かった ($p < 0.05$)。insulin 使用例は CTS (+) 群で 21 例中 10 例、CTS (-) 群で 44 例中 10 例と、CTS (+) 群での比率が有意に高かった ($p < 0.05$)。一方、患者の年齢と HbA1c 値には 2 群間に有意差がみられなかった。

DC は DM 群 65 例中 10 例に、LJM は 34 例に、FTS は 10 例に発症が認められた。これら 3 疾患の発生頻度を、CTS (+) 群と CTS (-) 群で比較した。DC と LJM の発生頻度には 2 群間で差はみられなかつ

た。しかし、FTS の発生頻度は CTS 合併群で有意に高かった ($p < 0.05$) (Table 1)。

考 察

DM 患者における CTS の発生頻度や病態を prospective に検討した報告は欧米に散見されるが、本邦では少ない。DM は insulin 依存性糖尿病 (IDDM) と insulin 非依存性糖尿病 (NIDDM) に分類される。日本人では NIDDM の頻度が高く、40 歳以上の日本人の 10% は NIDDM に罹患しているとする報告もある⁶⁾。そこで著者らは、本邦 NIDDM 患者における CTS の発生頻度と病態を prospective に調査した。

今回の著者らの検索においても、邦人の NIDDM 患者における CTS の発生頻度は 32% で、対照群の 6% に比べ有意に高率であった。一方、西欧人を対象にした NIDDM における CTS の発生頻度は 9~35% と報告者により差が大きい¹⁾³⁾⁴⁾⁷⁾。これは、人種差があると考えられるより、CTS の診断基準と診断手技が報告者により異なるのがその原因と予想される。人種を問わず DM 患者の約 30% が CTS に罹患するというのが、妥当な発生頻度と思われた。DM に合併した CTS において、文献的に一致する特徴的な臨床像は男性の発生率が高い点である。このことは特発性 CTS とは病態が異なっていることを示唆するものである。

DM における CTS の発症に DM の罹病期間、過去 1 年以内の insulin の使用、FTS が関与することが示唆された。DM の罹病期間が長ければ、DM 性末梢神経障害が高率に発生する。また、insulin の使用は DM の control が困難であることを意味する。DM が control されずに、ある一定期間以上持続することにより発現する正中神経障害が基盤にあれば、手根管内にわずかな entrapment が存在しても CTS が発症することになる。その上に、FTS による手根管内での entrapment が加われば、CTS が発生しやすくなることも容易に想像できる。

Haupt⁵⁾ は、DM が合併した CTS に手根管の除圧術を行っても症状の改善が得られにくいことを報告している。その原因として DM 性末梢神経障害の共存を問題視している。これに反して、Clayburg²⁾ は末梢神経障害が共存する患者の手根管除圧術の術後成績は 92% が良好であったとしている。著者らは、たとえ末梢神経障害が共存しているにしても、手根管除圧術によって CTS の発症に関与する entrapment を

Table 1 Association of carpal tunnel syndrome and other hand abnormalities in diabetic patients

	CTS(+) n=21	CTS(-) n=44
Limited joint mobility	12(57)#	22(50)
Dupuytren's contracture	2(14)	8(18)
Flexor tenosynovitis	6(29)	4(9)

#numbers in parentheses indicate percentage

除くことには意味があると考えている。

しかし、いずれにしても DM 患者の CTS の発症には、DM 性末梢神経障害が共存していることを念頭に置いて CTS の治療を行うべきである。そのためには DM 性末梢神経障害の程度を的確に判定することが必要と思われる。今回の著者らの結果からは、DM の罹病期間が長い、あるいは過去 1 年以内に insulin を使用した患者には末梢神経障害が共存していることを前提にして治療にとりかかるべきである。手術によっても症状が改善しにくいことを術前に説明しておいた方が賢明であろう。今後、DM が合併した CTS の病態をさらに明らかにして、その治療に役立てていくことが重要である。

ま と め

DM 患者に CTS の発生頻度は、本邦においても対照群に比べ有意に高率であった。特発性 CTS に比べ、男に好発する傾向がみられた。DM の罹病期間、insulin 使用、FTS の存在が CTS の発症に関与していることが示唆された。

参 考 文 献

- 1) Chammas, M., et al.: Dupuytren's disease, carpal tunnel syndrome, trigger finger, and diabetes mellitus. *J. Hand Surg.*, 20A : 109, 1995.
- 2) Clayburg, R. H., et al.: Carpal tunnel release in patients with diffuse peripheral neuropathy. *J. Hand Surg.*, 12A : 380, 1987.
- 3) Dyck, P. J., et al.: The prevalence by staged severity of various types of diabetic neuropathy, retinopathy, and nephropathy in a population-based cohort: The Rochester Diabetic Neuropathy Study. *Neurology*, 43 : 817, 1993.
- 4) Gamstedt, A., et al.: Hand abnormalities are strongly associated with the duration of diabetes mellitus. *J. Internal Med.*, 234 : 189, 1993.
- 5) Haupt, W. F., et al.: Long-term results of carpal tunnel decompression. *J. Hand Surg.*, 18B : 471, 1993.
- 6) Maegawa, H., et al.: Prevalence and incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus (NIDDM) in Japanese rural area. *Diabetes*, 40 : 437A, 1991.
- 7) Mulder, D. W., et al.: The neuropathies associated with diabetes mellitus. A clinical and electromyographic study of 103 unselected diabetic patients. *Neurology*, 11 : 275, 1961.
- 8) Phalen, G. S.: Reflections on 21 years experience with the carpal-tunnel syndrome. *JAMA*, 212 : 1365, 1970.
- 9) Rosenbloom, A. L.: Limitation of finger joint mobility in diabetes mellitus. *J. Diabetes Complications*, 3 : 77, 1989.
- 10) 和田卓郎, 他: 糖尿病患者における手の疾患の発生頻度と臨床像. 北海道整災外, 39 : 15, 1997.

質 問

東京都済生会中央病院整形外科 池上 博泰

1. LJM と診断された症例には、Dupuytren 拘縮は含まれているのでしょうか？

バネ指で手指関節の伸展制限のある例は、LJM に入れているのでしょうか？

2. 糖尿病性末梢神経障害の診断とは、外的な圧迫因子の少ない脛骨神経の電気生理学的検査を加えた方がよいと思う。

3. 先生がスライドで示した Clayburgh らの症例は、糖尿性末梢神経障害に合併した手根管症候群の手術治療成績ではなくて、多発性末梢神経障害に合併した症例です。

回 答 滝川市立病院整形外科 和田 卓郎

1. 合併例はあります。しかし、Dupuytren 拘縮のために LJM と診断した例はありません。

locking のために他動的にも手指関節を伸展できない例はありませんでした。

2. 測定のしやすさから、腓骨神経を選択しました。

3. おっしゃるとおりです。末梢神経障害が合併する CTS の治療という観点から引用しました。

質 問 和歌山医科大学整形外科 谷口 泰徳

Flexor tenosynovitis の診断はいかに行ったか。

回 答 滝川市立病院整形外科 和田 卓郎

バネ指の症状があるものとなりました。

手根管症候群

— 知覚障害と術後の回復について —

名古屋市立大学医学部整形外科学教室

関 谷 勇 人・松 井 宣 夫

土 屋 大 志・大 角 淳 一

川 崎 慎 二

Carpal Tunnel Syndrome: Sensory Disturbance and Recovery after Surgical Decompression

Isato Sekiya · Nobuo Matsui · Daiji Tsuchiya
Junichi Ohsumi & Shinji Kawasaki

We evaluated the sensibility of the hand preoperatively and postoperatively in eighty hands of sixty-seven patients with carpal tunnel syndrome who underwent flexor retinaculum release. Preoperatively sensory abnormality was demonstrated in seventy-eight (99%) of the seventy-nine hands on subjective sensory disturbance, twenty-seven (66%) of the forty-one hands on Semmes-Weinstein monofilaments test and thirty-six (64%) of the fifty-six hands on the two-point discrimination test. In the cases of the hands with preoperative sensory abnormality, complete recovery within the normal range was demonstrated in fifty-one (65%) of the seventy-eight hands on subjective sensory disturbance, twenty-two (81%) of the twenty-seven hands on Semmes-Weinstein monofilaments test and twelve (33%) of the thirty-six hands on the two-point discrimination test at the end of the follow-up period. The postoperative improvement on Semmes-Weinstein monofilaments test was obtained regardless of the preoperative severity, but hands with severe sensory abnormalities on subjective sensory disturbance and the two-point discrimination test had a poor response. Therefore postoperative improvement was the best on Semmes-Weinstein monofilaments test, and the worst on the two-point discrimination test.

はじめに

手根管症候群 (CTS) は上肢の絞扼性神経障害のうちで最も頻度が高く、保存的治療や手術により良好な成績が得られることが多いが、一方で術後も知覚障害が残存する例もある。我々は術前の知覚障害が術後にどの程度まで改善するのか、またその改善を術前に予測することが可能かを知るために、自験例の術前、術後の知覚について検討した。

症例と方法

対象症例は当科でCTSと診断されて手根管開放術を施行し、術後6カ月以上経過した後に直接検診が可能であった67例、80手である。男性は5例5手、女性は62例75手、両側13例、右側のみ38例、左側のみ16例であった。診断は正中神経支配領域の知覚障害、夜間痛、母指球筋萎縮、母指対立障害、Median Nerve Percussion test, Phalen test, 電気生理検

Key words: carpal tunnel syndrome, median nerve, nerve compression syndrome, Semmes-Weinstein test, two-point discrimination test

Address for reprints: Isato Sekiya, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Medical School, 1 Kawasumi, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya 467, Japan.

査などを総合的に判断して行ない、また手術は母指対立が不能かまたは著明な母指球筋萎縮を認める症例、あるいは保存的療法（ステロイド注射、副子固定など）を3～6カ月間行なっても無効な症例に適応した。CTSを生じた原因は、特発性が76手、慢性関節リウマチが2手、橈骨遠位端骨折後が2手であった。初診時年齢は平均52.8歳、手術時年齢は平均53.2歳、手術から最終評価までの期間は平均4.5年（6カ月から16年）であった。術前の状態を浜田ら²⁾の病期分類により分けると、知覚障害のみで筋萎縮を認めないGrade Iが20手、筋萎縮はあるものの母指対立は可能なGrade IIが24手、著明な筋萎縮があり母指対立ができないGrade IIIが35手であった。これらの症例に対して自覚的知覚障害の程度、Semmes-Weinstein monofilaments test (S-W test)、静的2点識別覚(2-PD test)について調査し、さらに術前・術後の母指対立機能についても検討した。

結 果

1. 自覚的知覚障害 (Fig. 1)

術前の自覚的知覚障害は、軽度の知覚鈍麻が42手(53%)と最も多かったが、知覚脱失を自覚していた例も11手(14%)あった。最終評価時には79手中の52手(66%)が正常となり、また術前に異常を示した78手についてみると51手(65%)が正常となった。しかし知覚鈍麻あるいは脱失が残存した例も79手中

19手(24%)あった。術前の障害程度別にみると、軽度の知覚鈍麻例では42手中10手(24%)、重度の知覚鈍麻例では18手中2手(11%)、知覚脱失例では11手中7手(64%)に知覚低下が残存していた。

母指の対立機能との関連について検討すると、術前に軽度あるいは重度の知覚鈍麻を自覚していてGrade IIIであった例のうち最終評価時に母指対立が回復しなかったのはそれぞれ14手中5手(36%)、8手中2手(25%)であったが、術前に知覚脱失を自覚していてGrade IIIであった10手では9手(90%)が回復しなかった。

2. S-W test (Fig. 2)

S-W testは、Diminished Light Touchまでを正常範囲とした。術前はDiminished Protective Sensationが16手(39%)と最も多く、Loss of Protective Sensation以上の障害も11手(27%)に認めた。最終評価時には41手中の36手(88%)が正常範囲となり、また術前に異常を示した27手についてみると22手(81%)が正常範囲となった。最終評価時に知覚障害が残存したのは5手(12%)のみであり、術後の改善は非常に良好であった。術前の障害程度別に検討すると、最終評価時に知覚障害が残存したのは術前Diminished Protective Sensationの例が16手中4手(25%)と最も多く、術前の知覚障害が高度であっても特に改善が悪い傾向はなかった。

指別にDiminished Protective Sensation以上の

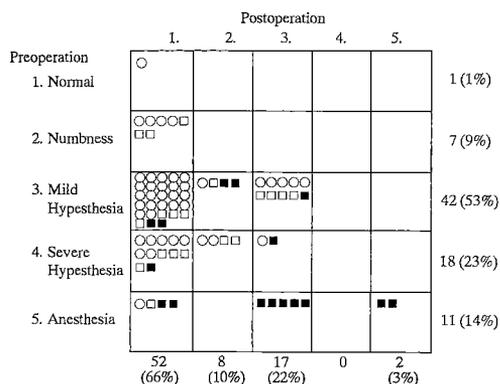


Fig. 1 Subjective sensory disturbance

n=79

- Grade I and II
- Grade III (thumb opposition was recovered postoperatively)
- Grade III (thumb opposition was not recovered postoperatively)

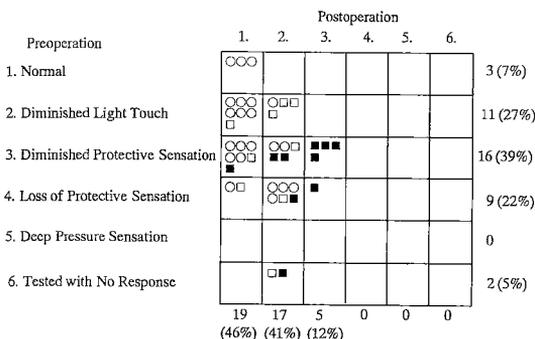


Fig. 2 Semmes-Weinstein monofilaments test

n=41

- Grade I and II
- Grade III (thumb opposition was recovered postoperatively)
- Grade III (thumb opposition was not recovered postoperatively)

Table 1 Frequency of sensory disturbance demonstrated on Semmes-Weinstein monofilaments test

	Preoperation (n=41)	Postoperation (n=80)
thumb	11 (27%)	3 (4%)
index finger	9 (22%)	7 (9%)
middle finger	23 (56%)	8 (10%)
ring finger	9 (22%)	1 (1%)

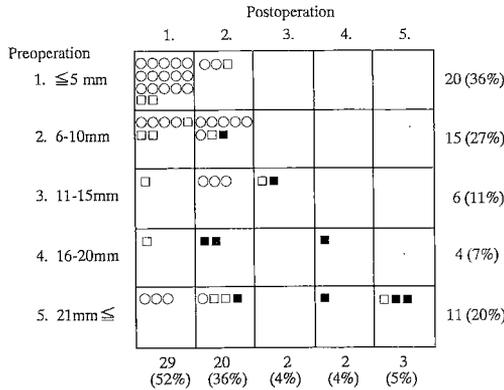


Fig. 3 Two-point discrimination test

n=56

- Grade I and II
- Grade III (thumb opposition was recovered postoperatively)
- Grade III (thumb opposition was not recovered postoperatively)

知覚障害が出現した頻度をみると、術前は母指 11 指 (27%)、示指 9 指 (22%)、中指 23 指 (56%)、環指 9 指 (22%) と、中指に障害がある手が最も多かった。最終評価時にはどの指の知覚も良く改善していたが、示指と中指に知覚障害が残存した手が多かった (Table 1)。

母指の対立機能との関連について検討すると、術前 Diminished Protective Sensation で Grade III であった例のうち最終評価時に母指対立が回復しなかったのは 9 手中 7 手 (78%) であったが、術前 Loss of Protective Sensation や No Response で Grade III であった例ではそれぞれ 4 手中 2 手 (50%) と 2 手中 1 手 (50%) であり、術前の S-W test の障害程度と最終評価時の運動機能回復の間には関連はなかった。

3. 2-PD test (Fig. 3)

2-PD test では、術前は 5mm 以下の正常例が 20 手 (36%)、6~10mm の例が 15 手 (27%) と多かつ

たが、16mm 以上の例も 15 手 (27%) 認めた。最終評価時には 56 手中の 29 手 (52%) が正常となったが、術前に異常を示した 36 手についてみると 12 手 (33%) が正常となったにすぎず、その改善はやや悪かった。また術前に 11mm 以上の障害を認めた 21 手のうち 6 手 (29%) では術後に改善が得られなかった。

母指の対立機能との関連について検討すると、術前に 2-PD test が 15mm 以下で Grade III であった 11 手のうち最終評価時に母指対立が回復しなかったのは 2 手 (18%) のみであったが、術前 16mm 以上で Grade III であった 11 手では 7 手 (64%) が回復しなかった。

考 察

CTS の術前・術後の知覚について定量的に評価した報告は過去にも散見されるが、その結果は対象症例の重症度や正常値の設定方法により当然変化する。S-W test については、Szabo ら³⁾ は green のみを正常と評価して術前の 83% が異常値を示したと報告しており、徳橋ら⁴⁾ は purple の 3.84 までを正常として 49.3% の症例が異常値を示したとしている。我々の手術例に対する検討では、S-W test は blue の Diminished Light Touch までを正常、purple の Diminished Protective Sensation あるいはこれより悪いものを異常と判定したところ、66% の症例が術前に異常値を示していた。また 2-PD test については、Gelberman ら¹⁾ や Szabo ら³⁾ は 6mm より大きい場合を異常と判定して、それぞれ 38% の症例と術前の 22% の症例が異常値を示したと報告しており、徳橋ら⁴⁾ は 5mm 以下を正常として 23.5% が異常値を示したとしている。我々の手術例に対する検討では、5mm 以下を正常、6mm 以上を異常と判定したが、64% の症例が異常値を示しており、諸家の報告と比べて異常を示した割合が高かった。

最終評価時に異常を示した症例の割合は自覚的知覚障害では 34%、S-W test では 12%、2-PD test では 48% と、各検査ともに術前に比べて減少していた。術前に異常を示した症例のうち最終評価時に正常化した割合についてみると、自覚的知覚障害では 65%、S-W test では 81%、2-PD test では 33% であった。また S-W test は術前の障害程度にかかわらず最終評価時には良く改善していたが、自覚的知覚障害や 2-PD test では術前の障害が高度な例では改善が悪かった。したがってこれらの結果から、術前の知覚障害の

うちでは S-W test が最も改善しやすく、逆に 2-PD test が最も改善しにくい傾向があると考えられた。

母指の対立機能との関連については、術前 Grade III の手で術前に知覚脱失を自覚していた例と 2-PD test が 16mm 以上の例では最終評価時の運動機能回復が悪い傾向があり、術後の運動機能の回復を術前に予測する指標になりうると考えられた。しかし術前の S-W test の結果からは術後の運動機能回復を予測することはできなかった。

ま と め

1. 手根管開放術後の 67 例 80 手に対して直接検診を行い、術後成績を調査した。
2. 術前には自覚的知覚障害では 99%，S-W test では 66%，2-PD test では 64% の症例が異常を示した。
3. 術前に存在した知覚障害の術後の改善は、S-

W test が最も良好で、2-PD test が最も不良であった。

4. 術前に知覚脱失を自覚していた例と 2-PD test が 16mm 以上の例では最終評価時の運動機能回復が悪い傾向があった。

文 献

- 1) Gelberman, R. H., et al.: The carpal tunnel syndrome. A study of carpal tunnel pressures. J. Bone Joint Surg., 63A : 380-383, 1981.
- 2) 浜田良機 他：手根管症候群の治療成績。日手会誌，2 : 156-159, 1985.
- 3) Szabo, R. M., et al.: Sensibility testing in patients with carpal tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 66A : 60-64, 1984.
- 4) 徳橋泰明 他：手根管症候群ならびに肘部管症候群に対する Threshold test の意義について。日手会誌，4 : 124-128, 1987.

手根管症候群に対する電気生理学的検査

— 装具療法例と手術例の検討 —

日本大学医学部整形外科学教室

長岡正宏・佐藤勤也

三須秀明・鈴木孝宏

Electrophysiological Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome

Masahiro Nagaoka · Kinya Sato · Hideaki Misu
& Takahiro Suzuki

The value of electrophysiological examination in assessing severity of carpal tunnel syndrome was evaluated by comparing findings in hands for which treated conservatively with splints and in those treated surgically.

This study included 122 hands in 99 patients who were treated at this department. The patients, 7 men and 92 women, ranged from 22 to 80 years in age, with a mean of 53.4 years. The right hand was affected in 45 patients, the left hand in 31, and both hands in 23. Of the 122 hands, 61 were treated conservatively by applying splints and the other 61, surgically.

We used five categories: The distal latency of the abductor pollicis brevis. The distal latency of the second lumbrical muscle. Sensory nerve conduction velocities between the wrist and middle finger and between the palm and middle finger, the inching technique using sensory nerve potentials.

SCV (W-F) was unable to be measured in 23.0% of the hands treated conservatively, whereas the rate for the hands treated surgically was 67.2%. With SCV (P-F), the respective rates were 16.4% and 52.5%. With hands in which SCV (W-F) was able to be measured, the conduction velocity was 35.7 ± 6.25 m/s for the hands treated conservatively and 30.5 ± 5.18 m/s for the hands treated surgically. There was a significant difference between these two groups.

DL (APB) was unable to be measured in 4.9% of the hands treated conservatively and 21.3% of the hands treated surgically. DL (2L) was unable to be measured in 5.0% of the hands treated conservatively and 22.0% of the hands treated surgically. With hands in which DL (APB) was able to be measured, the distal latency was 5.13 ± 1.47 msec with hands treated conservatively, whereas it was 6.68 ± 2.24 msec with hands treated surgically. The results in the hands treated conservatively were significantly different from those in hands treated surgically in DL (APB) and DL (2L).

The scatter diagram in which SCV (W-F) was plotted against SCV (P-F) showed that SCV (P-F) was 45 m/s or faster in most hands, whereas the velocity was unable to be recorded or 45 m/s or slower in most of the hands treated surgically.

The sensory nerve conduction velocity between wrist and finger is too sensitive to evaluate the sensory disturbance. Even in conservative treatment cases SCV (W-F) was unable to be measured in 23% of the hands. Therefore we also recorded SCV (P-F). Measurement of both SCV (W-F) and SCV (P-F) is important in deciding which treatment method should be used.

Key words: entrapment neuropathy, carpal tunnel syndrome, electrophysiological diagnosis

Address for reprints: Masahiro Nagaoka, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Surugadai Nihon University Hospital, 1-8-13 Kanda-surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan.

はじめに

手根管症候群の診断には電気生理学的検査が有用であることはよく知られているが、神経障害度の判定を行うにはさまざまな問題があるとされている。今回われわれは装具療法で保存的に治療した症例と手術的に治療した症例の電気生理学的検査所見を比較することにより、手根管症候群症例の重症度を判定できるかどうかについて検討した。

症 例

症例は自験例 99 例 122 手で、性別は男性 7 例、女性 92 例、罹患側は右側 45 例、左側 31 例、両側 23 例であった。年齢は 22 歳より 80 歳、平均 53.4 歳で、その分布をみると、50 歳台が 47 例で全体の 47% を占めていた。治療は装具療法を行った保存的治療群 61 手および手術にいたった 61 手である。

方 法

電気生理学的検査は短母指外転筋の遠位潜時（以下 DL (APB), 4.2msec 以上を異常）、第 2 虫様筋の遠位潜時（以下 DL (2L), 3.8msec 以上を異常）、手関節—指（中指）間の感覚神経伝導速度（以下 SCV (W-F), 45m/s 以下を異常）、手掌—指（中指）間の感覚神経伝導速度（以下 SCV (P-F), 45m/s 以下を異常）、ならびに感覚神経電位導出による inching 法を行った²⁾。しびれ感の程度はおもに持続的しびれか、間歇的しびれかで 4 段階（3, 2, 1, 0）に分類し、知覚の評価には Semmes-Weinstein monofilament test（以下 SW）を使用した。

結 果

しびれ感の程度は装具による保存療法群ではしびれ感 3 が 20 手、2 が 33 手、1 が 8 手、手術群ではしびれ感 3 が 28 手、2 が 33 手、1 が 0 手であり、やや手術群のほうにしびれ感の程度が強い傾向はあるが、大差は見られなかった。

しかし、これらの症例の電気生理学的検査所見には差があった。Fig. 1 は手関節—指間の感覚神経伝導速度を速度の遅い順に各症例を並べたものであるが、装具による保存的治療群では手術群に較べて感覚神経伝導電位が導出不能であったものの割合が少なく、その速度も速い (Fig. 1)。

各群の電気生理学的検査における導出不能例の割合を見てみると、手関節—指間の感覚神経伝導電位が導出できなかった症例の割合は、保存群では 23.0% 手術群では 67.2% であった。また、手掌—指間のそれは、保存群で 16.4% に対し手術群で 52.5% であった。なお、手関節—指間の感覚神経活動電位が導出可能であった症例の伝導速度を比較すると、保存群では 35.7 ± 6.25 m/s、手術群では 30.5 ± 5.18 m/s であり、これら二者の間には有意に差がみられた。

筋萎縮の程度は保存群と手術群の間に差があった。筋萎縮の程度は重度、中等度、軽度に分類したが、保存群では重度 2 手、中等度 2 手、軽度 12 手、なし 45 手であったのに対し、手術群では重度 9 手、中等度 15 手、軽度 10 手、なし 27 手であった。しかし、保存群のなかにも筋萎縮の認められた症例も 61 手中 14 手 23% あった。すなわち、筋萎縮があっても装具療法に反応してしびれ感が軽快したものもあったことを

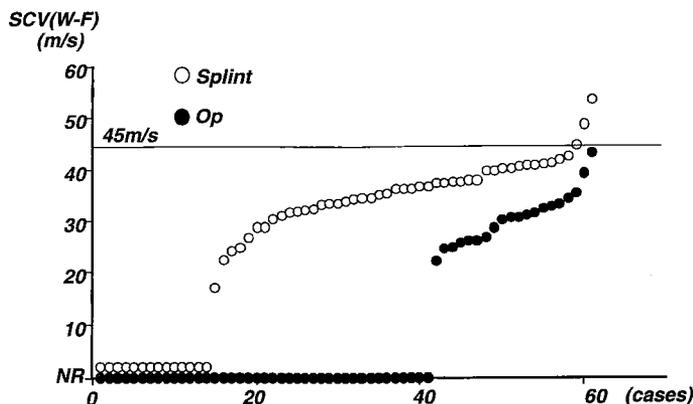


Fig. 1 The SCV (W-F) for each case.

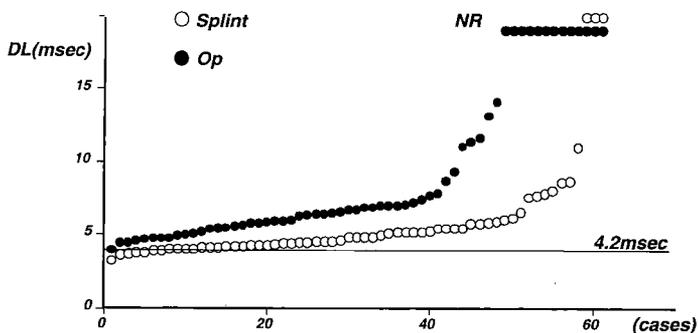


Fig. 2 The DL (APB) for each case.

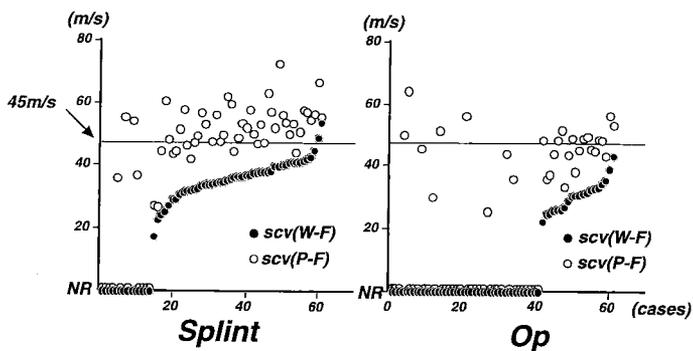


Fig. 3 The SCV (W-F) and SCV (P-F) for each case. In most of the splint cases SCV (P-F) was above 45m/s, while in most of the operated cases the level was below 45m/s or unrecorded.

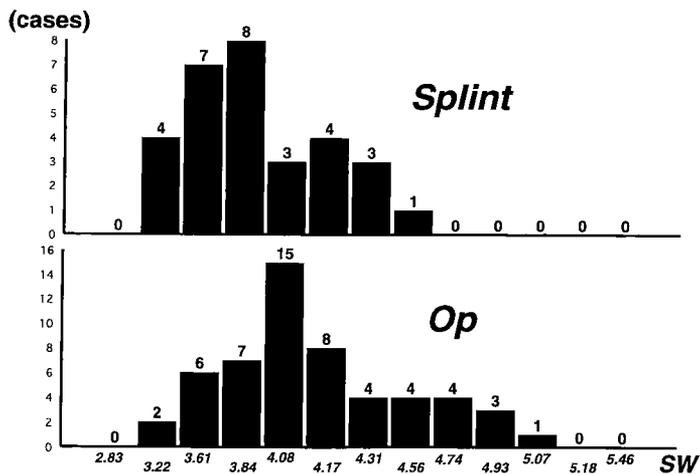


Fig. 4 The results of the Semmes-Weinstein monofilament test for each case.

示している。

短母指外転筋の遠位潜時を感覚神経伝導速度と同様に短い順にソートすると、両者に差はあるが、複合筋活動電位が導出できなかったものは手関節一指間の感覚神経伝導電位が導出できなかったものほど多くはない (Fig. 2)。

短母指外転筋の複合筋活動電位が導出できなかったものは保存群で4.9%に対し、手術群で21.3%、第2虫様筋のそれは、保存群で5.0%に対し手術群で22.0%であった。また、短母指外転筋よりの複合筋活動電位の導出が可能であった症例の遠位潜時は保存群では 5.13 ± 1.47 msec、手術群では 6.68 ± 2.24 msecでこれらの間には有意の差があった。

次に、各電気生理学的検査の異常出現率を検討した。手掌一指間の感覚神経伝導速度の異常出現率は98.3%、手掌一指間の感覚神経伝導速度46.7%、短母指外転筋の遠位潜時は85.2%、第2虫様筋の遠位潜時は48.7%であった。

手関節一指間の感覚神経伝導速度と手掌一指間の感覚神経伝導速度を相対するようにプロットすると、装具療法群では手掌一指間の感覚神経伝導速度は45m/s以上を示すものが多くみられるが、逆に手術群ではこの電位が導出不能あるいは45m/s以下のものが多く見られた (Fig. 3)。

初診時のSemmes-Weinstein知覚検査の結果は、装具療法例に比べて手術例のマーキングが高くなっていった (Fig. 4)。

これを、手関節一指間の感覚神経伝導電位導出不能例の割合とで比較すると、マーキング3.22では33.3%、3.61では30.7%、3.84では53.3%、4.03では50%、4.17では50%、4.31では71.4%、4.56では80%、4.74では74%、4.93では100%、5.07では100%であった。すなわち、ある程度以上のマーキングになると導出不能例が大多数を占めることがわかる。

考 察

絞扼神経障害の診断には電気生理学的検査は非常に有用である¹⁾。しかし、いったん診断がついたら治療

のためにその重症度の判定が必要である。特に手根管症候群では神経障害程度によって治療法が異なり、保存的治療に反応するかどうか重要なポイントとなる³⁾。

今回われわれは装具療法を行った症例と手術を行った症例の電気生理学的検査所見を比較することにより治療法の選択に本検査が役立つかどうかを検討した。

その結果、これら2群の間には明らかな差があった。しかし、感覚神経伝導速度測定は大部分の症例で導出不能となることが問題である。これは、本検査が鋭敏すぎるためで、最も一般的に行われている手関節一指間の感覚神経伝導速度測定では保存群でさえも23%が導出不能であった。その意味ではSemmes-Weinstein知覚検査のほうがより段階的に評価できる⁴⁾。しかし、手掌一指間の感覚神経伝導速度の異常出現率は手関節一指間のそれよりも低いものの、手関節一指間の感覚神経伝導速度とあわせてみることでより手根管をはさんだ神経の伝導性を判断することができると考えられた。従って、手根管より末梢の伝導性の違いにより治療方針をある程度決められる可能性があると思われた。

ま と め

以上、保存的治療群と手術的治療群の電気生理学的検査所見につき検討した。両者には差が認められたが、現時点では初診時の本検査所見のみでは治療法は選択できないと考えられた。

文 献

- 1) Jablecki, C. K., et al.: Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*, 16: 1392-1414, 1992.
- 2) Logigian, E. L., et al.: Lumbrical sparing in carpal tunnel syndrome. *Neurology*, 37: 1499-1505, 1987.
- 3) 長岡正宏 他: 手根管症候群の保存療法. *日手会誌*, 12: 368-371, 1995.
- 4) 佐藤勤也: Semmes-Weinstein Aesthesiometerを用いた知覚検査. *末梢神経*, 6: 65-69, 1995.

手掌部小皮切による手根管開放術

吉村整形外科

吉 村 光 生

Minimal Incision Open Technique for Carpal Tunnel Syndrome

Mitsuo Yoshimura

Since 1990, I treated 385 hands of the carpal tunnel syndrome with the minimally invasive open technique. The first 57 hands were treated with a twin incision technique, leaving an intact bridge of skin at the base of the palm. The next 292 hands were treated with single incision along the proximal palmar crease. The operation was carried out under local anesthesia and without tourniquet. Under direct vision, the transverse carpal ligament and distal deep forearm fascia were divided proximally.

Analysis revealed the causes of carpal tunnel syndrome were: idiopathic in 287 hands, distal radial fracture in 14 hands, long-term hemodialysis in 84 hands.

The complications under the open technique were only two in 385 operations, one patient presented symptoms of possible reflex sympathetic dystrophy, and the other presented incomplete ligament division.

Postoperative treatment consisted of 2 days of suction drainage, the average of amount bleeding was 4.9ml from patients with idiopathic carpal tunnel syndrome and the average of amount blood was 7.1ml from hemodialysis cases.

There were beneficial effects gained by splinting the hand in the postoperative period among patients who underwent bilateral surgery. The actual surgery time for the open technique ranged from 5 to 20 minutes, the average being 12 minutes.

Minimal open technique is easy to perform and allows division of the transverse carpal ligament under direct vision, thus avoiding any neurovascular damage, and even allows epineurotomy to be performed where necessary.

I presented the results obtained in 200 hands of 146 patients followed up for over 6 months. In 174 of the 200 hands complete relief of paresthesia was obtained, 26 hands were not completely healed.

No hypertrophic scars were observed. 4.5% of the patients still had minor discomfort in the operative area three months after the procedure. After 6 months, the number fell to 2.5%.

I conclude that the minimal incision open technique of carpal tunnel decompression is a safe and simple procedure, which allows rapid return of hand function with reduced incidence of scar tenderness, without iatrogenic injury.

はじめに

手根管症候群の手術法として、手関節中枢から手掌までの連続した皮膚切開に変えて、皮膚切開を縮小した手術法に変化させてきた。皮膚切開が小範囲になるに従い、特に手掌部小切開法では術後の愁訴の減少や

早い回復など利点が多かった。本法による手根管開放術の実際について述べる。

症 例

臨床および電気生理学的所見より手根管症候群と診断した症例で、夜間装具固定などの保存的治療を1カ

Key words : carpal tunnel syndrome, operative treatment, entrapment neuropathy, hemodialysis, hand surgery
Address for reprints : Mitsuo Yoshimura, M.D., Yoshimura Orthopaedic Clinic, 3-7-1 Ote, Fukui 910, Japan.

月以上試み、保存的治療の無効例または効果の不十分な症例に対して、手根管開放術を施行してきた。原則として著明な筋萎縮、SCVが30m/s以下、TL 6ms以上の症例を手術適応としたが、しびれや疼痛など臨床症状が強く、ADL障害の高度の症例に対しても手術を行った。

1990年9月以降手根管開放術を施行した症例は305例385手で詳細はTable 1に示す。

皮膚切開を縮小させることにより手関節掌側部の皮膚および皮下組織を温存し、手関節部掌側に来しやすい有痛性の手術痕を防止した (Fig. 1)。すなわち手掌・手関節中樞2皮切を通して手根管を開放した症例は57例である。この2皮切も手関節中樞の皮切に

よって大きい鉤状皮切32手 (A皮切)、小さい鉤状皮切15手 (B皮切)、横皮切10手 (C皮切) と縮小していった。その後は現在まで手掌部のみの小皮切 (D皮切) で292手を手術している。

手術法

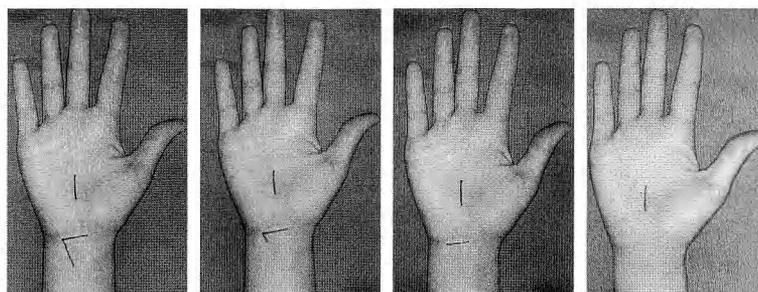
[麻酔] 初期の頃は腕神経叢ブロックで行っていたが、局所麻酔で現在手術している。両側手術例について、腕神経叢ブロックや腋窩神経ブロックと、局所麻酔を比較した結果、局所麻酔の方が麻酔施行時の疼痛が軽度で、術後も楽だったと答えた症例が圧倒的に多かった。局所麻酔の部位は手関節中樞部で長掌筋腱の尺側および手掌切開部の2カ所である。

[手術] 現在行っている手掌部小皮膚切開法について述べる。術中の出血は無いが極めて少ないため、タニケットは使用していない。バイポーラル凝固器は用意し、出血点があれば止血するが、術中使用する症例はほとんど無い。

横手根靭帯の遠位 (wrist crease より2.5cm末梢) から、palmar creaseの尺側でこれに沿って2~2.5cmの小皮切を加える。皮下組織を分け、palmar fasciaを切除し、横手根靭帯の末梢縁に達する。横手根靭帯と正中神経との間に曲り小モスキート鉗子を挿入剥離しつつ、正中神経からの分枝の無いことを確認しながら、先の鈍な小ハサミで、正中神経の尺側縁に沿って、横手根靭帯を末梢から中樞に向かって、前腕部まで切離を進める。この間出血することはほとんど無いが、希に横手根靭帯の断端から出血があれば、凝固止血す

Table 1

Cases:	305cases	385hands
Male:	59	Female: 246
Age:	20~84yrs. (Mean 55.8)	
Bilateral:	77cases	
Unilat:	Rt. 134	Lt. 94
Idiopathic CTS	232cases	287hands
Male:	24	28
Female:	208	259
Mean Age=	56.2yrs.	
Dialysis:	60cases	84hands
Male:	34	47
Female:	26	37
Mean Age=	52.3yrs.	
Colles' Fracture	13cases	14hands
Male:	1case	Female: 12cases 13hands



Incision	A	B	C	D
	1990~1991	1991	1991~1992	1992~
Cases	32 (hand)	15	10	292
Surgery Time	20~55 (min.)	20~55	15~37	5~25
Mean	35.1 (min.)	32.5	26.2	12.0

Fig. 1

る。正中神経の観察、滑膜炎の有無、その他手根管内の観察を行い、必要に応じて神経剥離術や滑膜切除などの処置を追加する。滑膜切除が必要な場合、手掌切開を拡大したり、A皮切のように前腕部の皮切を追加する。少量なりとも術後出血の予想される症例に対しては、術後持続吸引を2日間留置する。術後のシーネ固定は局所の安静による疼痛の軽減や浮腫の予防など有効なことが多い。

結 果

術後の合併症として、神経損傷、血管損傷、手術創の癒着拘縮などは認めなかったが、RSDの発症および切離不十分が各1例あった。RSD発症例は術後電気生理学的には早期に軽快したが、患手の疼痛と冷感が増悪し、軽快するまでに6カ月を要した。切離不十分だった症例は、初回手術後一時症状が軽快したが、3週後より症状再発し、漸次増悪した。6カ月後再手術し、横手根靭帯が前腕筋膜への移行部の切離を追加し治癒した。

各手術法の症例数、手術時間の最短・最長および平均をFig. 1に示した。但し、広範囲の滑膜切除術や母指対立再建術を併用した症例は除いた。皮切の範囲が狭い程手術時間が短縮した。現在行っている手掌部小切開による手術時間は平均12.0分と短時間であり、Hallockら³⁾も鏡視下手術に比較して約2分の1としている。皮切が小範囲になるに従って、術後疼痛などの症状が少なく、手術部の回復も良かった。鏡視下手術の利点の1つとして手術部の疼痛が少ないことが挙げられているが、多くは従来の長い皮切法やそれに準じた皮切との比較である。現在行っている手掌部小切開は2.5cmと小さく、更に有痛性や癒着の残りやすい手関節部を避けているため、鏡視下開放術に比較して愁訴の頻度が高くなることはないものと思われる¹⁾³⁾。

術後出血を検索するために平成6～8年に行ったD皮切95例(特発性手根管症候群78手、透析例17手)について、術後2日間持続吸引からの出血量を測定した。原則として術中のバイポラールなどでの止血操作は行わなかった。更にシーネ固定が出血量に及ぼす影響の有無についても調査するために、特発性78手について、シーネ固定したものと、しないものを1例おきに行った。

2日間の総出血量は95手全体としてみると、最多19cc最少2cc平均5.3ccであった(Table 2)。経時的

Table 2 Bleeding from suction drainage

Post op.	Day 1	Day 2	Total
CTS 78 hands	2.8ml (1~10ml)	2.1ml (0~8ml)	4.9ml (2~13ml)
Dialysis 17 hands	4.6ml (1~12ml)	2.5ml (1~7ml)	7.1ml (2~19ml)
Total 95 hands	3.1ml (1~12ml)	2.2ml (0~8ml)	5.3ml (2~19ml)

および手根管症候群の原因別にみた総出血量はTable 2に示した。

鏡視下手術法の利点として、切開法よりも術後出血が少ないことを挙げているが、実際に測定した報告は無いようである。手掌小皮切法では、駆血帯を使用しなくてもほとんど出血は無く、手術操作に障害をきたすことも無い。更に術後出血についての調査でも、術後2日間の平均総出血量は5.3mlと少量であった。特発性と透析例との間にもほとんど差がなく、出血のため術中操作が困難で、術後の出血も煩わしいとされる透析例にも良い適応であると思われる。出血があるとすれば横手根靭帯の切離端からであり、凝固止血する。術後の出血量も少ないことがわかったことより、術後出血が予想される症例にのみドレナージを挿入した方が良いと考える。

シーネ固定の有無による出血量をみた。シーネ固定40例では2日間の総出血量は最多13cc最少2cc平均4.9ccであった。一方、外固定をしなかった38手について、全体として最多13cc最少2cc平均4.8ccと、2群間に差は無かった。

シーネ固定の効果を両側手術例29例について比較するために、一方をシーネ固定し、他方をシーネ固定せず、患者の感想を聞き比較した。シーネ固定を受けた方が良かったと答えたものが15例、どちらともいえない9例、無いほうが良かった2例であった。術後の外固定には利点がないとSerraら⁵⁾は述べているが、特に比較検討した結果からとは判断し難い。今回の検索では、シーネ固定を行った方が安心感があり、術後の創部の疼痛も少なく、良かったという症例が多く、積極的に利用すべきと考えている。

手根管開放術後6カ月以上経過し、直接検診し得た146例200手を対象として手術成績について述べる。手術から最終評価までの期間は6カ月から6年6カ月平均24.4カ月であった。

しびれ症状の改善をみると、200手中174手87.0%が消失し、26手13.0%が軽快し、不変・悪化は無かった。

症状の重症度をSCVについて正常からGrade IVまで分類した。すなわち40m/s以上を正常、35~39.99をGrade I、30~34.99m/sをGrade II、25~29.99m/sをGrade III、25m/s以下をGrade IVとした。術前の分類では正常2手、Grade Iが8手、Grade IIが43手、Grade IIIが45手、Grade IVが102手であった。調査時のSCVは正常89手、Grade Iは70手、Grade IIは26手、Grade IIIは7手、Grade IVは8手と回復していた。術前の重症度と正常に回復との関係を見ると、SCVが遅延している程、特にSCVが25m/s以下では回復が悪かった。

鏡視下法が多くの利点を有しているにもかかわらず合併症も多く、その安全性と利点に懐疑的であったり、注意を喚起しているものも少なくない²⁾⁴⁾⁶⁾。直視下に操作する切開法では、神経断裂などの重大な合併症を防止し、筋枝や手根管の観察や処置が可能である。手術法が優れているかどうかはShinya⁶⁾も述べている如く、回復が早いかどうかも一つの目安であるが、医原性神経損傷を防止できるかどうかにかかっている。

ま と め

1. 手根管症候群305例に385手に対し、小皮切で手根管を開放し、有用な手術法であった。

2. 皮切が短縮するに従って手術時間は短縮し、手掌部小皮切法では平均12.0分であった。

3. 術後2日間の出血量は平均5.3ccで、シーネ固定の有無は関係なかった。シーネ固定は術後の創部の疼痛の減少などに有効であった。

4. 神経損傷、血管損傷、手術創の癒痕拘縮などの

合併症は無かったが、RSDの発症および切離不十分が各1例あった。

5. 術後6カ月以上経過し、臨床的・電気生理学的に直接検診し得た146例200手について手術成績を述べた。

6. SCVの回復は、術前のSCVが遅延が高度である程、特にSCVが25m/s以下では回復が悪かった。

文 献

- 1) Bromley, G. S.: Minimal-incision open carpal tunnel decompression. J. Hand Surg., 19A: 119-120, 1994.
- 2) Cobb, T. K., et al.: The ulnar neurovascular bundle at the wrist: A technical note on endoscopic carpal tunnel release. J. Hand Surg., 19B: 24-26, 1994.
- 3) Hallock, G. G. and Lutz, D. A.: Prospective comparison of minimal incision "open" and two-portal endoscopic carpal tunnel release. Plast. Reconstr. Surg., 96: 941-947, 1995.
- 4) Murphy, R. X., et al.: Major neurovascular complications of endoscopic carpal tunnel release. J. Hand Surg., 19A: 114-118, 1994.
- 5) Serra, J. M. R., et al.: Carpal tunnel release with short incision. Plast. Reconstr. Surg., 99: 129-135, 1977.
- 6) Shinya, K., et al.: Risk and complications in endoscopic carpal tunnel release. J. Hand Surg., 20B: 222-227, 1995.

質 問 熊本整形外科病院 田嶋 光

私達は手掌部の2cmの小皮切でOCTRを行っていますが、3cm程度の皮切による方が神経の確認等のためには必要でしょうか？

回 答 吉村整形外科 吉村 光生

2cm以下の皮切でも十分安全に手術可能です。

二皮切を用いた直視下手根管開放術の手術術式

小倉記念病院整形外科

藤尾圭司・山中三知夫
近藤啓

静岡県立総合病院整形外科

西島直城

京都大学医学部整形外科

池田登

Open Twin Incision Technique for Carpal Tunnel Syndrome

Keiji Fujio · Michio Yamanaka · Kei Kondo
Naoki Nishijima & Noboru Ikeda

Our open minimal twin incision technique was introduced in 1990 for carpal tunnel release. A proximal 1 cm skin incision is made on the wrist flexion crease. The palmaris longus is retracted radially, and flexor retinaculum resected 1 cm square. A distal 1 cm skin incision is made on the thenar crease at the area which is crossed by the cardinal line. The palmar fascia and forearm fascia is resected 1 cm square retracting incised skin to ulnar direction maximally. The transverse carpal ligament is released subcutaneously using scissors under direct vision. 151 patients (37 men and 114 women) have been operated on with this technique. 72 of 151 patients were followed for more than one year period. There were no serious complications. Mean operative time was 19 minutes. Residual symptoms (scar pain, pillar pain, pain at pushing up) were disappeared in 55 of 72 patients one month after surgery. The results of our minimal twin incision technique closely matched the reported results of endoscopic carpal tunnel syndrome, and there were much fewer complications.

はじめに

最近問題となっているのは、手根管症候群に対する手根管開放術は成績が良く、むしろ患者さんの訴えが、wrist creaseに大きくまたがる手術創による愁訴に集中している事である。社会生活の向上によって、より患者の要求度にあわせた手術法、すなわち出来るだけ小さな皮切で、出来るだけ早い社会復帰が可能な手術方法が求められてきている。我々は、1990年から従来の術式を改善し2カ所の皮切を用いて手根管を安全に開放する方法、皮下法 (Fig.1)を用いて、良好な術後成績を得ているのでその手術方法と成績を報告する。



Fig.1 The area of skin incision

Key words : scaphoid nonunion, bone graft, DISI deformity

Address for reprints : Keiji Fujio, M.D., Department of Orthopaedic Surgery., Kokura Memorial Hospital, 1-1 Kifune-chou, Kokurakita-ku, Kitakyushu 803, Japan.

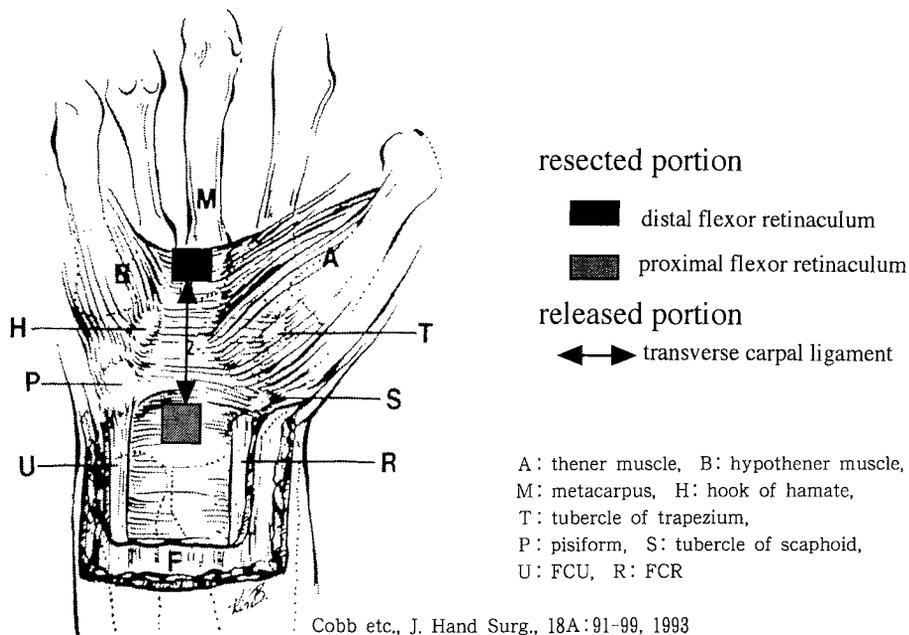


Fig. 2

手術方法

伝達麻酔，または局所麻酔下に駆血をして手術を行う。我々はルーペを用いており，小さな視野で運動枝の確認等安心して手術が行える。

(1) 近位側の皮切

皮切は近位側は wrist crease に沿って長掌筋上，やや尺側よりに約 1cm の皮切を加える。長掌筋を橈側に筋鉤で引き直下の屈筋支帯を有鉤アドソン鑷子で掴みながらメスで開窓し，直下の正中神経を確認する。この部分で屈筋支帯を 1×1cm 程度開窓し正中神経が良くみえるようにして除圧しておく。

(2) 遠位側の皮切

thenar crease に沿って，母指の尺側に沿った線と環指の橈側に沿った線が交わる点を中心として約 1cm 皮切を加える。手掌腱膜を切除し屈筋支帯も切除，充分に開窓する。横手根靭帯の遠位の屈筋支帯で正中神経が圧迫されていることがあり，ここを開放し忘れると手根管開放によって impinge され，術後症状が取れない等の問題を残すので注意を要する⁴⁾⁵⁾。この時正中神経の周辺を良く観察し，正中神経の運動枝が近くを走っていないか，靭帯を貫いていないかを十分に確認する。

(3) 手根管の開放

近位と遠位の開窓部から横手根靭帯下に神経剥離子を通す。直下にみえる正中神経の尺側に神経剥離子をおき，近位側から剥離子直上の横手根靭帯をメツェンバーグで切開していく。皮下の堅い部分も切開する。遠位からも堅い部分が残っていないかどうか確認する。十分に手根管が広がったかどうかを皮膚ペンをいれて確かめ，手根管が十分に開放された事を確認する。我々が開放する手根管は Fig. 2 のように遠位，近位の屈筋支帯及び狭義の手根管（横手根靭帯）である。次に駆血帯をはずし正中神経への血流状態を観察する。創内を十分に洗浄し皮膚を縫合し，ガーゼ包帯を巻く。

後療法

痛くない範囲で自動運動を行わせ手術後 7～10 日で抜糸する。後は自由に使用せ，重労働は 3 週間後から行うよう指導している。

症例及び方法

1990 年以降我々が手根管開放術を施行した症例は 230 例で，内，従来法が 79 例，皮下法が 151 例であった。このうち特発性の症例で，手術後 1 年以上経過し調査可能であった 72 例（男性 12 例，女性 60 例）に

Table 1

patients	72
male/female	12/60
age (years)	25-81
mean age (years)	60.8
complications	none
operative times (minutes)	12-26
mean operative times (minutes)	19

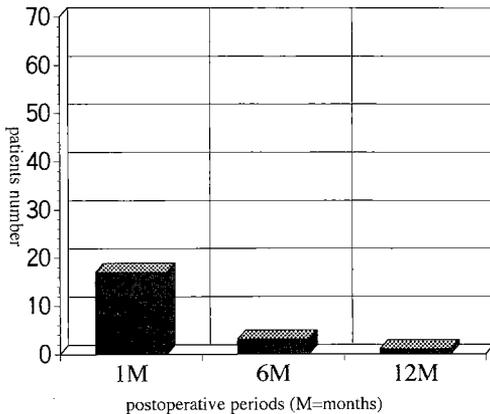


Fig. 3

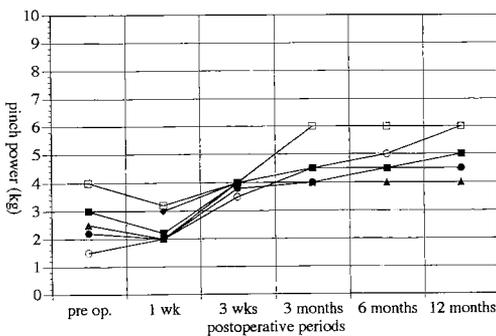


Fig. 4

ついて合併症の有無，術後愁訴の有無，再発の有無，手術時間についてカルテ，電話で調査した。また，10例の女性について prospective に術後1週，3週，3ヶ月，6ヶ月，1年でのピンチ力を測定した。

結 果

全例で術前の症状は緩解していた。合併症はなかった (Table 1)。術後の創部痛，母指球筋，小指球筋に放散する痛み，pillar pain，また正中神経領域の

しびれ等を術後の遺残愁訴とすると Fig. 3のごとく術後1ヶ月では17例，3ヶ月で2例と早期に解消していることがわかった。手術時間は駆血時間として算出したが，平均19分であった。術後の pinch 力は Fig. 4のごとく1週では低下が見られたが，3週ではほぼ術前以上に回復していた。

考 察

最近は鏡視下手術の成績報告文献が散見されるが，一方で Happy medium 法¹⁾等小さな皮切の直視下手術も報告され注目されている。Biyani ら²⁾も我々と同様に，2カ所の小皮切による手根管開放術で術後早期の愁訴が従来法に比べて少ないと報告している。いずれの方法にしても良い成績を得るには手根管の正確な開放が必要である。Phalen ら^{3,4)}は遠位の靭帯の incomplete release による再発例を報告し，また近位の屈筋支帯の release の重要性を強調している。Cobb ら⁵⁾は，手根管の解剖を綿密に調べ，手根管の構造から狭義の手根管（横手根靭帯）と同時に遠位の屈筋支帯の release，及び近位の屈筋支帯の release が重要であるとしている。鏡視下手根管開放術では合併症が少なからず報告されており⁶⁾，しかも重篤な合併症が多い。十分に手の外科の知識を持ち，経験を積まないと incomplete release，合併症を無くす事は難しいと思われる。我々の行っている小皮切法は近位，遠位の屈筋支帯を十分に開窓除圧した上で手根管を release するため，安全に手術が行え，また手術創が手掌基部を避けて通るため術後早期の愁訴が少ないと考えている。

参 考 文 献

- 1) Vargus, M. A.: "Happy Medium" Operation. Technical Tips for Hand Surgery Mosby., 173-174, 1994.
- 2) Biyani, A. and Downes, E.: An open twin incision technique of carpal tunnel decompression with reduced incidence of scar tenderness. J. Bone Joint Surg., 18B: 331-334, 1993.
- 3) Phalen, G. S.: The carpal tunnel syndrome: seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. J. Bone Joint Surg., 48B: 211-228, 1966.
- 4) Phalen, G. S.: The carpal tunnel syndrome: clinical evaluation of 598 hands. Clin. Orthop., 83: 29-40, 1972.
- 5) Cobb, T. K., et al.: Anatomy of the flexor retinaculum. J. Hand Surg., 18B: 91-99, 1993.
- 6) Sinya, K., et al.: Risk and complications in endo-

scopic carpal tunnel release. J. Hand Surg., 20B : 222-227, 1995.

質 問 熊本整形外科病院 田嶋 光
私達は手掌部の約 2cm のみの小切開で OCTR を行なっていますが、dystal wrist crease での切開も必要ですか？

回 答 小倉記念病院整形外科 藤尾 圭司
我々は経験していませんが、Palmar らが近位前腕筋膜で圧迫例を報告しています。我々の症例でも横手根靭帯を切離すると同部で正中神経が impinge される事があり、我々は distal wrist crease の切開を行い確認しています。



手根管症候群における絞扼靱帯の病理組織学的 ・免疫組織化学的研究

昭和大学医学部整形外科教室

平原博庸・稲垣克記

瀧川宗一郎・藤巻悦夫

昭和大学医学部第2病理学教室

九島巳樹

Pathological and Immunohistochemical Study of Fibrous Ligament in Carpal Tunnel Syndrome

Hirotsune Hirahara · Katsunori Inagaki · Souichirou Takigawa

Etsuo Fujimaki & Miki Kushima

The objective of the present study was to analyze fibrosis and scar of the transverse carpal ligament histopathologically and immunohistochemically and compare the results with clinical evaluation and electrophysiological severity in order to help to elucidate the maturity of collagen of the transverse carpal ligament and the pathogenesis of carpal tunnel syndrome. Twenty-four transverse carpal ligaments from patients who were diagnosed as having carpal tunnel syndrome and surgically treated at our department and one from a normal individual were investigated. There were 5 males and 15 females (15 right hands, 9 left hands), with a mean age of 51.4 years. Preoperative clinical and electrophysiological severity was mild in 9 hands, severe in 6 hands, dialyzed in 9 hands and normal in 1 hand.

HE stain and collagen stain from type I to VI were conducted for the transverse carpal ligaments. As the neural severity increased, derangements of the primary collagen fiber bundle, reduction in thick fiber bundles and growth of neofibers in the surrounding appeared in the fibrous constriction ligament. These findings were considered to indicate degeneration of the ligament and formation of surrounding neofibers.

はじめに

手根管症候群の病態、本態はいまだに明らかにされていない。本研究の目的は、正中神経を取り囲む絞扼靱帯の線維化、癒着化を病理組織学的、免疫組織化学的にI型からVI型コラーゲンの subtype を染色し、コラーゲンの走行、配列の変化等を臨床評価及び電気生理学的重症度と比較検討し横手根靱帯のコラーゲン

の成熟度を解明することにより手根管症候群の病因解明の一助とすることである。

対 象

当科で手根管症候群と診断され観血的に治療した21例24手と外傷によるコントロール1例1手、の横手根靱帯を対象とした。手根管症候群の内訳は男性5例、女性15例、右15手、左9手、平均年齢51.4歳。

Key words: carpal tunnel syndrome, flexor retinaculum, immunohistochemical study, collagen stain from type I to VI, entrapment neuropathy

Address for reprints: Hirotsune Hirahara, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Showa University School of Medicine, 1-5-8 Hatanodai, Shinagawa-ku, Tokyo 142, Japan.

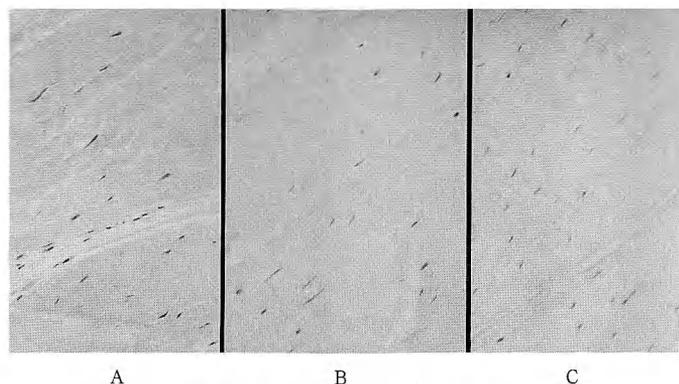


Fig.1 Case 1 56-year-old female
 A: HE stain×200
 B: Collagen stain type I×200
 C: Collagen stain type III×200

術前の臨床的電気生理学的重症度別では軽症型9手、重症型6手、透析例9手に分けられた。

方 法

術中に摘出した横手根靱帯20例をHE染色ならびにI型からVI型コラーゲンの分布を酵素抗体法の間接法を用い検索し、組織像について臨床的、電気生理学的重症度と比較検討した¹⁾。抗コラーゲン染色には、日本ターナー社製のポリクロナール抗体を用いた。

結 果

(1) HE 染色結果

軽症型では靱帯の主線維束はEosinに淡染する傾向がみられた。

重傷型では靱帯の主線維束はEosinに濃染する傾向がみられ、また主線維束の減少と主線維束間の離開と新生線維の増生がみられた。

透析例では浮腫性変化と軟骨様細胞形成がみられた。

(2) 免疫組織染色結果

靱帯の主線維束はI型コラーゲン免疫染色では軽症型では陰性から弱陽性、重傷型では陽性、透析例では強陽性であった。II型からVI型コラーゲン免疫染色ではいずれの重症度でも陰性を示した。重傷型で主線維の間にみられる新生線維はIII、V、VI型コラーゲン免疫染色で陽性を示すものが多かった。また透析患者ではHE染色でみられた軟骨様細胞周囲はII型コラーゲン免疫染色にて陽性を示した。

症 例

(1) 症例1 56歳 女性 右手

2カ月前よりシビレ感出現。Phalen test陽性。手根管上にTinel signを認め、短母指外転筋筋力はMMT [4]。電気生理学的には終末潜時：5.1msec、知覚神経伝導速度：38.9m/sec。臨床評価を含め軽症型と診断した。横手根靱帯はHE染色では主線維束に配列の乱れは少なく(Fig.1-A)、I型コラーゲン免疫染色にて靱帯の主線維束は陰性～弱陽性を示した(Fig.1-B)。術後3カ月にてシビレ感消失した。

(2) 症例2 56歳 女性 右手

1年前より発症、近医にて頸椎症といわれ牽引治療を行うも示指から環指橈側のシビレ感変わらず当科初診。Phalen test強陽性。電気生理学検査では終末潜時：9.9msec、知覚神経活動電位は導出不能。重傷型の手根管症候群と診断。初診後1カ月にて手術施行。横手根靱帯はHE染色にて主線維束の配列の乱れが著しく主線維束間の離開と新生線維の増生がみられた(Fig.2-A)。靱帯の主線維束はI型コラーゲン免疫染色にて陽性をしめし(Fig.2-B)、主線維束の間にみられる新生線維はIII型コラーゲン免疫染色で陽性を示した(Fig.2-C)。術後3カ月にてシビレ感は軽度残存するも術前の主症状は緩解。

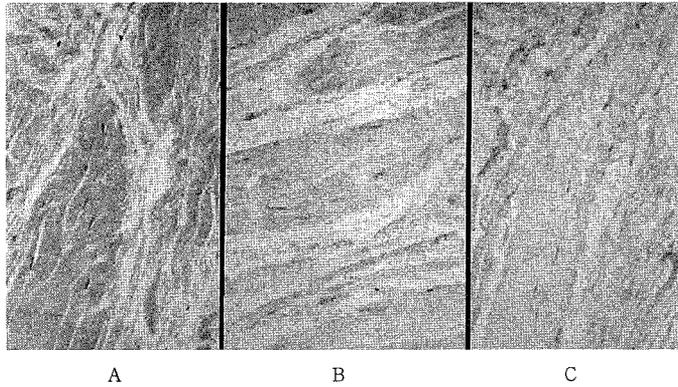


Fig. 2 Case 2 56-year-old female
 A: HE stain×200
 B: Collagen stain type I×200
 C: Collagen stain type III×200

考 察

酵素抗体法 (LSAB-POD) を用いた免疫組織染色のコラーゲンの Subtype では, I 型は成熟膠原線維を染めその局在を明らかにする. 今回の研究では神経重症度が進むほど I 型の染色性は強くなった. このことは重症例ほど横手根靭帯内の主線維束のコラーゲンの成熟化が起きていると考えられた. また Subtype の III 型は細網線維を, V 型は間質線維を染めるとされているが, 神経重症度が進んだ症例ほど主線維束間に新生線維が増生しこれらは III 型, V 型に染色される新生線維が増生していることが明らかになった. これらは靭帯の変性と周囲新生線維の形成を示すものと考えられた.

ま と め

神経重症度が進むほど主線維束の配列が乱れ離開し, その間に新生線維が増生した.

神経重症度が進むほど主線維束は I 型コラーゲン免疫染色の染色性が強くなった.

新生した線維は III, V, VI 型コラーゲン免疫染色で陽性となった.

参 考 文 献

- 1) 稲垣克記 他: 神経活動電位からみた初期肘部管症候群の検討. 日手会誌, 12: 409-412, 1995.
- 2) 谷口泰徳 他: 手根管症候群の病理組織学的検討—横手根靭帯における軟骨様細胞の出現について—. 日整会誌, 66: S1193, 1992.

鏡視下手根管開放術における Linatec system と Endotrac system の手術法と術後成績の比較

横浜市立大学整形外科

坂野 裕昭・腰野 富久
酒井 直隆・佐藤 重
三浦 泰

Comparison of Clinical Results and Surgical Procedure between the Linatec and Endotrac Systems for Endoscopic Carpal Tunnel Release

Hiroaki Sakano · Tomihisa Koshino · Naotaka Sakai
Shigeru Sato & Yasushi Miura

We performed endoscopic release of the carpal tunnel using the Linatec system and the Endotrac system in 59 hands (37 patients) with carpal tunnel syndrome. In this group, 26 hands (22 patients) were operated on by only two surgeons and we were able to match clinical grades for these two systems. We compared surgical procedures and clinical results between the two systems.

Surgical position of the wrist joint was not limited using the Linatec system because of one portal system, but the Endotrac system allowed only dorsiflexion. Surgery was performed under local anesthesia in both systems. The Endotrac cannula was finer than the Linatec cannula, therefore pain on insertion of the Linatec cannula was often so severe, 62% of cases required additional anesthesia as wrist block. In contrast, 92% of Endotrac cases only needed local anesthesia. Releasing of the carpal tunnel was not as clearly visible with the Linatec system. Although the Endotrac system was a two portal system with limited surgical positioning, it did allow on easy, clearly visible releasing procedure of the carpal tunnel.

Clinical results associated with the Endotrac system were better than the Linatec system in all subjects; Subjective symptoms such as numbness improved in only 77% of Linatec cases compared to 85% of Endotrac cases. Sensory disturbance evaluated by Semmes-Weinstein monofilament test improved in only 77% of Linatec cases compared to 92% of the Endotrac cases. Motor disturbance evaluated with pinch motion improved in 69% of the Linatec cases and 100% of the cases treated with the Endotrac system.

We consider that the Endotrac system was better than the Linatec system for performing carpal tunnel release in all subjects.

I. はじめに

近年、従来の手根管開放術に変わって、手術侵襲が

軽く同様の術後成績が得られる鏡視下手根管開放術が行われるようになった。鏡視下手根管開放キットは数種類あるが、良好な術後成績を得るには確実な横手根

Key words : carpal tunnel syndrome, endoscopic surgery, clinical result, operative method

Address for reprints : Hiroaki Sakano, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Yokohama City University School of Medicine, 3-46 Urafuneshou Minamiku Yokohama City, Kanagawa 236, Japan.

靱帯の切離が容易にかつ低侵襲で行うことが出来るキットを使用することが重要である。今回われわれは、Linvatec systemとEndotracc systemを使用し、各々の手術の操作性と術後成績を比較したので報告する。

II. 対象と方法

1) 対象症例

手根管症候群にて鏡視下手根管開放術を行った37例59手のうち重症度をマッチングさせ、二人の術者により行われた22例26手を対象とした。

重症度はしびれのみで知覚障害のないGrade 1はなく、知覚障害を有するGrade 2が各7例、母指球筋の萎縮を認めるGrade 3と、つまみ動作の障害されたGrade 4が各々3例であった⁷⁾ (Fig. 1)。

Linvatec systemを使用したのは11例13手で、性別は男2手、女11手、年齢は平均54歳(32~77)であった。発症原因は8例9手が特発性、3例4手が血液透析であった。

Endotracc systemは11例13手で、性別は男1手、女12手で、年齢は平均51歳(27~77)であった。発症原因は9例11手が特発性、2例2手が血液透析で

あった。

経過観察期間は平均11.2カ月(6~24カ月)であった。

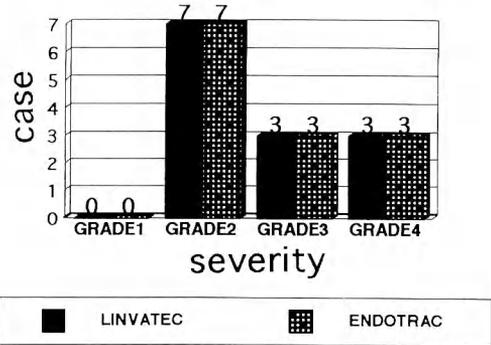


Fig. 1 Clinical grade: Twenty six hands, ranging from Grade 2 to Grade 4. Grade 2 had a sensory disturbance. Grade 3 had atrophy of the abductor pollicis brevis muscle. Grade 4 had disturbance of pinch motion. Grade 2 was present in 7 hands Grade 3 in 3 hands, and Grade 4 in 3 hands in each of the two systems.

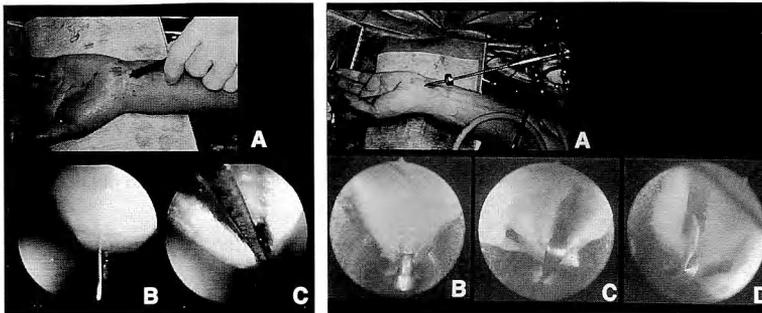


Fig. 2-1

Fig. 2-2

Fig. 2 Surgical procedure of the Linvatec and Endotracc systems.

Fig. 2-1 The Linvatec system is a one portal system, so the wrist was placed in a neutral position (A). The distal end of the transverse carpal ligament was identified under endoscopic investigation with a 23 gauge needle that penetrated from the palmar skin (B). Release of the carpal tunnel was performed under endoscopic observation in the same cannula (C).

Fig. 2-2 The Endotracc system was performed with the wrist dorsiflexed. The distal end of the transverse carpal ligament was identified by palpating the blunt tip of the obturator (A). Synovial bursa was removed from the transverse carpal ligament by a hook probe or rasp (B). Carpal tunnel release was initially performed with a triangle blade at the center of the transverse carpal ligament (C). The transverse carpal ligament was separated using a with hook blade under endoscopic observation from the opposite side (D).

2) 調査方法

Lintratec system 及び Endotracc system を使用した症例に対し、1) 麻酔法、手術手技や手術時間からみた手術操作性、2) 術後成績として、しびれの改善、知覚運動障害の回復、3) 合併症、4) 靭帯の不全切離による再手術の有無の4項目について比較検討した。

3) 手術法

手術は全例、空気駆血帯を使用した外来手術とした。麻酔は原則的には1%キシロカイン3~4mlを使用した局所麻酔とした。

Lintratec system は one portal system であり手関節部よりカニューラを挿入した。鏡視は後方より行った。プローブにて介在物がないことを確認し滑膜を除去した。横手根靭帯を確認し針にてマーキングを行い、靭帯近位よりプッシュブレードにて切離した (Fig. 2-1)。

Endotracc system は two portal system でありカ

ニューラは手関節部より挿入し手掌部に出し固定する。対側より鏡視しながらプローブにて介在物がないことを確認しラスポにて滑膜を除去した。横手根靭帯を確認し、靭帯中央をトライアングルブレードにてカットし、次いでフックブレードにて両側へ切離した。両 system とも脂肪組織が出るまで切離を行った (Fig. 2-2)。

III. 結 果

1) 手術操作性

麻酔は全例局所麻酔にて行ったが、Lintratec system では8手62%がカニューラが太いため挿入時痛が強く正中神経ブロックへ移行した。Endotracc system は1手において正中神経と横手根靭帯の癒着が強く、剥離の際の疼痛が強く正中神経ブロックを行ったが、残りの12手92%は局所麻酔で行えた。

手術肢位は Lintratec system では one portal の

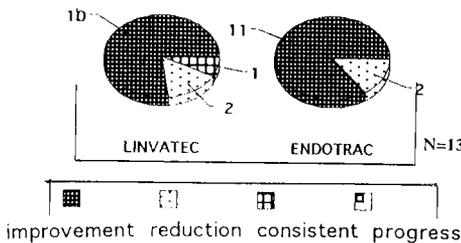


Fig. 3-1

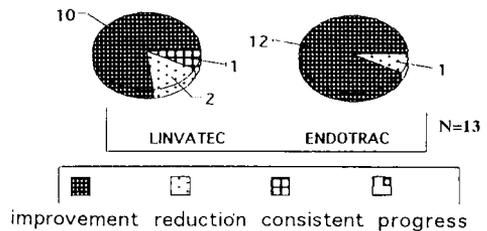


Fig. 3-2

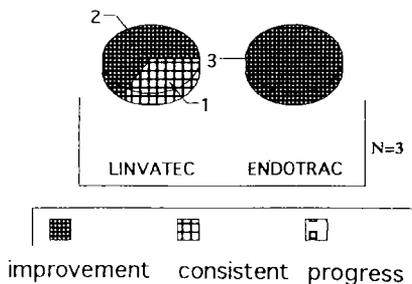


Fig. 3-3

Fig. 3 Clinical results of the Endotracc system and the Lintratec system. Subjective symptoms such as numbness improved in 10 hands (77%), reduced in 2 hands (15%), and remained unchanged in 1 hand (8%) treated with the Lintratec system. Symptoms improved in 11 hands (85%), and reduced in 2 hands (15%) with the Endotracc system (Fig. 3-1). Sensory disturbance evaluated by Semmes-Weinstein monofilament test improved in 10 hands (77%), reduced in 2 hands (15%), and remained unchanged in 1 hand (8%) treated with the Lintratec system. Sensory disturbance improved in 12 hands (92%), reduced in 1 hand (8%) with the Endotracc system (Fig. 3-2). Motor disturbance evaluated on pinch motion improved in 2 hands (69%), and remained unchanged in 1 hand (31%) with the Lintratec system; while it improved in 3 hands (100%) with the Endotracc system (Fig. 3-3).

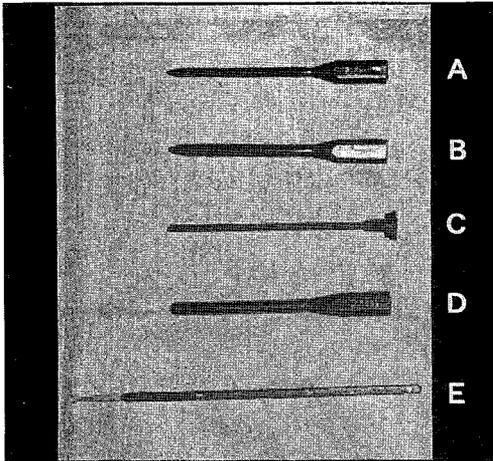


Fig. 4-1

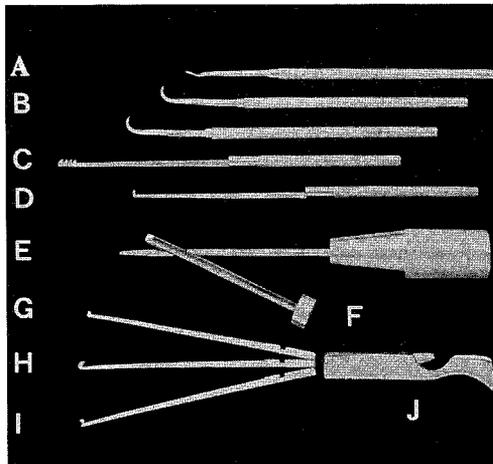


Fig. 4-2

Fig. 4 Instruments for endoscopic carpal tunnel release.

Fig. 4-1 The Linvatec system consisted of a large dilator (A), small dilator (B), obturator (C), slit cannula (D) and push blade (E).

Fig. 4-2 The Endotrac system consisted of elevator (A), retractor (B), rasp (C), hook probe (D), obturator (E), slit cannula (F), triangle blade (G), hook blade (H) and push blade (I).

ため手関節は中間位でも可能で、背屈制限のある症例にも使用できた。Endotrac system は two portal のため背屈位のみでの手術であった。

横手根靭帯遠位端の同定は Endotrac system では

オブチュレーター挿入の際にその先端で触知できるため同定は容易であるが、Linvatec system は鏡視によるため容易ではない。また、靭帯の切離は Endotrac system は横手根靭帯を挟んで portal が固定され、対側より鏡視しながら切離するため容易である。しかし、one portal の Linvatec system は切離後より鏡視するため厚い遠位部の切離に際しては近位部を先に切離されているため皮下脂肪組織が鏡視の妨げとなるため切離しにくい。

手術時間は操作性の良い Endotrac system は平均 28.1 分で Linvatec system の 35.3 分より短かった ($P < 0.05$)。

2) 術後成績：しびれの改善、知覚運動障害の回復
しびれの回復は Linvatec system では 10 例、77% が消失、2 例が軽減、1 例は不変であった。Endotrac system は 11 例、85% で消失、2 例で改善していた (Fig. 3-1)。

Semmes-Weinstein monofilament test より評価した知覚障害の回復は Linvatec system では 10 例、77% が正常化、2 例が軽減、1 例は不変であった。Endotrac system は 12 例、92% で正常化、1 例で軽減していた。ともに、悪化例はなかった (Fig. 3-2)。

運動障害の回復としてつまみ動作の障害されていた 6 例についてみると、Linvatec system では 2 例、69.2% が改善、1 例は不変であった。Endotrac system は 3 例すべて改善していた。ともに、悪化例はなかった (Fig. 3-3)。

3) 合併症

正中神経、尺骨神経や指神経の神経損傷、浅掌動脈弓の血管損傷や屈筋腱損傷、感染などの合併症はなかった。

4) 靭帯の不全切離による再手術の有無

Linvatec system の 1 例が靭帯の切離不十分のため従来法で再手術を行った。

IV. 考 察

1) 鏡視下手根管開放術の適応

特発性および血液透析による二次性手根管症候群にて 3 週間の保存的治療に抵抗し、軽快しないものを適応とした。母指球筋の萎縮を伴いつまみ動作が障害された重症例も適応としている。ただし、二次性手根管症候群のうち橈骨遠位端骨折変形治癒や、屈筋腱皮下断裂など手根管内の大きな解剖学的変化を来しているものは適応外とした。

2) 鏡視下手根管開放キットの種類

現在市販されている鏡視下手根管開放キットは大きくわけて one portal system と two portal system の2種類がある。one portal system としては奥津⁶⁾の開発した USE システムや Linvatec system⁴⁾⁵⁾、日本国内では使用できないが Agee system¹⁾ などがある。また、two portal system としては Chow³⁾の開発した ECTRA system をはじめ二見のテフロンチューブを使用した方法、Endotrac system²⁾ などがある。これらのうち今回われわれは膝用関節鏡で使用できシステムやディスプレイの材料費が安い Linvatec system と Endotrac system を使用した。

Linvatec system はプラスチック製のスリットカニューラを使用した one portal system である。前腕筋膜の下から横手根靭帯の直下にカニューラを挿入しやすくするダイレクターが付属する。ブレードはプッシュブレードのみである (Fig. 4-1)。このシステムは全てディスプレイであった。

Endotrac system は金属製の細いスリットカニューラを使用した two portal system で、ブレードはトライアングル、フック、プッシュブレードの3種類があるが、トライアングルブレードとフックブレードの2種類のみ使用した。前腕筋膜下から横手根靭帯直下にカニューラを挿入し易くするため、靭帯に癒着した滑膜や神経を剥離するエレベーターと、靭帯に付着した滑膜を除去するラスプが有り、癒着や滑膜炎の強い症例には有用であった (Fig. 4-2)。ブレードのみディスプレイである。

2) 鏡視下手根管開放キットによる手術操作性の違い

麻酔は原則的には如何なるキットを使用しても局所麻酔で行うことができるはずであるが、Linvatec system はスリットカニューラが太いため手根管の狭い症例では挿入時の疼痛が強く伝達麻酔への移行が多く局所麻酔での手術にはカニューラが細いことが必要である。

Linvatec system は自由度が高いので手術肢位を制限されず、手関節中間位でも可能であるが、靭帯の切離の際にカニューラが固定されず不安定である。Endotrac system は手関節背屈位で行うがカニューラが固定され安定である。また、横手根靭帯の遠位端の同定は Endotrac system では容易であるが、Linvatec

system では熟練を要するためなかなか困難である。したがって、Endotrac system の方が靭帯の切離操作も安心して確実に、操作性が良好であった。

3) 術後成績と合併症

鏡視下手根管開放術の術後成績は横手根靭帯が確実に切離されていれば如何なるキットを用いても良好な結果が得られるはずである。したがって、正確な解剖学的知識を有し従来法での手術に習熟していれば術後成績はキットの操作性に左右されると言っても過言ではない。また、合併症は Endotrac system で問題となる distal portal での浅掌動脈弓や指神経の損傷は皮膚デザイン²⁾ を正確に行うことと、鈍的かつ愛護的な操作により予防できると考える。したがって、容易にかつ安全に切離できるキットが良好な術後成績を得るために必要である。

V. ま と め

1. 手術操作は two portal 法でカニューラが細い Endotrac system の方が容易で、靭帯の切離も確実にであった。

2. Linvatec system は one portal system のため手関節の背屈制限のある症例にも使用可能であった。

3. Linvatec および Endotrac system とともに術後成績は横手根靭帯切離が確実に行われれば良好であった。

文 献

- 1) Agee, J. M., et al.: Endoscopic release of carpal tunnel: A randomized prospective multicenter study. *J. Hand Surg.*, 17A: 987-995, 1992.
- 2) Brown, G. M.: Results of 1236 endoscopic Carpal tunnel release procedures using the Brown technique. *Contemp. Orthop.*, 27: 45-57, 1993.
- 3) Chow, J. C. Y.: Endoscopic release of the carpal ligament: A new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy.*, 5: 19-24, 1989.
- 4) Menon, J.: Endoscopic carpal tunnel release: preliminary report. *Arthroscopy.*, 10: 31-38, 1994.
- 5) Menon, J.: Endoscopic carpal tunnel release through a monoportal approach. 5: Neurosurgical operative atlas., 5: 99-107, 1997.
- 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) 坂野裕昭 他: Microneurography による手根管症候群の神経障害度の評価. *日手会誌*, 13: 356-360, 1996.

鏡視下手根管開放術の検討

— 合併症を中心に —

金沢大学医学部整形外科学教室

池田和夫・岡田和子

富田勝郎

吉村整形外科

吉村光生

開発整形外科

山内茂樹

Complications of the One Portal Endoscopic Carpal Tunnel Release

Kazuo Ikeda · Kazuko Okada · Katsuro Tomita

Mitsuo Yoshimura & Shigeki Yamauchi

Six complication cases using the one portal method (Okutsu's method) are reported. One complication (out of 43 cases) occurred in our hospital, with five the other cases being in the other hospitals. Three median nerve partial ruptures, one Guyon's canal syndrome, one superficial palmar arterial arch rupture, and one tendon partial rupture make up the six cases. Two of the median nerve partial ruptures were exposed and sutured, and one was observed conservatively. The Guyon's canal was exposed and the ulnar nerve had been crushed. A pseudoaneurysm of the superficial palmar arterial arch was resected and ligated. A flexor digitorum superficial tendon of the ring finger was partially ruptured and observed conservatively. The reason for the median nerve and superficial palmar arterial arch ruptures is that the knife is inserted too distally. If a transverse carpal ligament is not observed clearly by the endoscope, the surgeon should not hesitate to convert to the open technique. Since there are potential hazards in every type of endoscopic carpal tunnel release, the surgeon should observe the relationship of the anatomical structures around the carpal tunnel.

はじめに

著者は1992年から、奥津の方法による鏡視下手根管開放術¹⁾を43例に行ってきた。その成績は良好で、特に対側を手掌皮切を用いた開放術(open法)を行った4症例に比較してもらると、鏡視下手根管開放術の方を高く評価していた。1993年に報告したように17例18手では、合併症は1例もなかった⁷⁾。しかし、症例数が増え、他施設でも行われるようになると、そ

の合併症に留意する必要が出てきた。著者自らが経験した1例と、他施設で行われ合併症を生じた5例の、合わせて6例について報告し、その防止策について考察を加えた。

方 法

症例は6例であった(Table 1)。その内の5例は他医で鏡視下手根管開放術を行われたため、手術簿・再手術時の記録を参考にし、4例については執刀医ら

Key words: carpal tunnel, complication, endoscopic release

Address for reprints: Kazuo Ikeda, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine Kanazawa University, 13-1 Takaramachi, Kanazawa 920, Japan.

Table 1 Details of patients

Cases	Sex	Age	L/R	Complications and symptoms	Basic Condition	Treatment & Result
1	F	50	R	Median N. partial rupture at the entrance of the carpal tunnel	Gigantism	Neurorrhaphy (immediately after) Remaining subtle hypesthesia (after 4 years)
2	M	50	L	Pseudoaneurysm due to S.P.A. rupture pain and swelling of the palm	Dialysis	Resection and Ligation of pseudoaneurysm (3 weeks after), no symptom
3	F	53	L	Ulnar neuropathy severe pain and paresthesia, useless hand	None	Guyon's canal release (10 days after) Relief of pain and paresthesia
4	F	53	L	Digital N. (index, middle and ring finger) rupture severe pain and paresthesia, useless hand	None	Neurorrhaphy (3 months after) Remaining mild hypesthesia (after 1.5 years)
5	F	42	R	Digital N. (middle and ring finger) partial rupture hypesthesia	None	Conservative Remaining mild hypesthesia (after 0.5 years)
6	F	42	L	F.D.S. (ring finger) partial rupture none	None	Conservative, no problem

N.: nerve, S.P.A.: superficial palmar arterial arch, F.D.S.: flexor digitorum superficial tendon

に聴き取り調査を行った。

症 例

第1例：自験例；50歳女性，基礎疾患に巨人症があった。右手根管症候群に対して，著者自身が22例目の鏡視下手根管開放術として局所麻酔下に行った。横手根靭帯は良好に鏡視できた。一回目の切離操作を加え，フックナイフを皮切部から引き戻すと，神経束が切れて一緒に出てきた。ただちに手掌に皮切を延長し，全体を展開した。正中神経は，神経自体に脂肪腫症変化があり肥大していた。そして，横手根靭帯部分で強く絞扼され，その中枢の腫大部分にフックナイフがかかり，環指尺側と中指への神経束を切ってしまった (Fig. 1)。切れた神経束を縫合修復した。術後4年の現在，母指と示指のしびれ感は消失し，中指と環指は知覚はほぼ正常だが，軽いしびれ感が残っている。

第2例：聴き取り調査例；50歳男性，透析患者。左手の根管症候群に対して，鏡視下手根管開放術を受けた。執刀医は7例目の鏡視下手根管開放術であった。術後にしびれは軽快したが，手掌に拍動性の腫瘤を触れるようになり，疼痛も出現したため，24日目にその執刀医が再手術を行った。正中神経の尺側で浅掌動脈弓に仮性動脈瘤があり，これを切除し結紮を行い症状は消失した。

第3例：再手術例；53歳女性，他医で鏡視下手根



Fig. 1 Case 1. A 50-year-old female with Gigantism. The median nerve was lipomatous hypertrophy (*). The part of the median nerve was cut at the entrance of the carpal tunnel (arrow).

管開放術を受けたが、尺骨神経麻痺と疼痛・異常知覚が出現し、左手を全く使えない状態となった。その執刀医の8例目の鏡視下手根管開放術であった。術後10日目に我々が、ギヨン管を展開した。尺骨神経本幹に沿って出血痕が認められ、挫滅を受けていた。神経剥離術を行い、切れていた2本の細い筋枝は縫合した。ギヨン管に誤って外套管が挿入されたためと考えられた。術直後より、疼痛と異常知覚は軽減し、リハビリが可能となり、驚手変形も徐々に軽快した。

第4例：再手術例；53歳女性，他医で鏡視下手根管開放術を受けたが，術後より示指尺側・中指・環指橈側に知覚脱失が出現した。強い疼痛のため反射性交感神経ジストロフィー様の廃用手となった。術後3カ月目に正中神経を展開すると，横手根靭帯の末梢で示指・中指・環指への神経束が切断されていた。神経腫を切除後端々縫合を行った。直後より疼痛は軽減し，リハビリが可能となった。1年半後の現在，日常生活上大きな制限はないが，指尖部に軽度のしびれが残存している。

第5例：聴き取り調査例；42歳女性。右手根管症候群に対して，鏡視下手根管開放術を受けた。執刀医は1例目の鏡視下手根管開放術であった。術後より中指尺側・環指橈側に知覚鈍麻が出現した。術中に中指尺側・環指橈側への神経束を損傷したかは明らかでなく，患者とも相談の上，疼痛もないため保存的に経過をみている。術後半年の現在，知覚鈍麻領域は狭くなってきている。

第6例：聴き取り調査例；42歳女性。左手根管症候群に対して，鏡視下手根管開放術を行った。術中，環指の浅指屈筋腱にフックナイフがかかり，一部切ってしまったが，半分以上の連続性はあった。保存的に経過をみたが，問題は生じなかった。

考 察

我々は，奥津のone portal法を行っており，two portal法の経験はない。Brownらは，150例ずつの経験で，one portal法もtwo portal法も合併症の発生率は約5%で，差はなかったが，手技的にone portalは難しいので，two portalを勧めている⁴⁾。我々は，小皮切のopen法であれば，two portal法とほとんど変わらない侵襲で手術ができると考えており，one portal法でなければ，open法を行うように方針を決めている。以下に6つの合併症について考察を進めていく。1) 指神経（主に中指・環指への枝）

の知覚鈍麻・異常知覚：Ageeのone portal法で883例中11例(1.8%)¹⁾，他のone portal法で53例中6例(11%)²⁾，Chowのtwo portal法で255例中5例(1.9%)³⁾に認めている。経過観察のみで軽快するので，手根管が特に狭い症例で，外套管を無理に挿入したため生じるのではないかと考えられる。局所麻酔で行っていたところ，挿入抵抗が強く痛がる症例があり，open法に変更したことが1例あった。このように挿入抵抗の強い症例では，伝達麻酔や全身麻酔で行う場合には注意が必要と考えている。症例5はこの合併症と考えている。2) 指神経（主に中指・環指への枝）の切断：これは，最も重篤な合併症であり，Ageeのone portal法⁵⁾とChowのtwo portal法¹⁰⁾から1例ずつが報告されている。症例4のように，疼痛と異常知覚で廃用手となってしまうことがあるため，早期の展開・神経縫合が重要である。この合併症は，滑膜炎などのために横手根靭帯がはつきり鏡視できていないのに，ナイフを深く挿入したため生じるものと考えている。外套管が尺側から斜めに橈側に挿入されて，正中神経をすくうような格好になることも，防止しなくてはならない。いずれにしても，鏡視が不十分であったなら，open法に変更することが大切である¹³⁾。したがって，著者は術前にopen法になる可能性を患者に話しており，実際に鏡視困難でopenにしたのは，1例(2.1%)あった。Brownらも1.3%に⁴⁾，Ageeらも2.5%¹⁾をopen法に変更している。また，著者が経験した巨人症に伴う手根管症候群は稀で⁶⁾，正中神経自体に脂肪腫変化があるという報告はない。しかし，皮切部を筋鈎で十分開ければ，腫大した正中神経が確認できたはずであり，防ぎうる合併症であったと反省している。3) 浅掌動脈弓の切断：仮性動脈瘤を生じて発見されている。Worsegらのone portal法の64例中1例¹⁴⁾，Murphyらのtwo portal法の1症例¹⁰⁾が報告されている。これも，横手根靭帯の末梢端がはつきり鏡視できていないのに，ナイフを深く挿入したためと考えている。浅掌動脈弓と横手根靭帯との距離は，9.4±3.5mmと報告されており⁸⁾，これを参考にして深く挿入しすぎないように注意することが大切である。4) 屈筋腱損傷：環指の浅指屈筋腱は，鏡視すると外套管の尺側に見えてくることが多い。ナイフを真っ直ぐ引かないと，腱を傷つける可能性があり，Scogginらが1例報告している¹³⁾。しかし，腱全体を切ってしまうことは，ナイフの刃の高さ(3mm)からも考えにくく，保存的に対処できることが

多いと考える。5) ギヨン管への誤挿入：Luallia らが2例の報告をしており⁹⁾、注意を促している。皮切部を筋鈎で十分開けて挿入部を確認することが必要である。また、ギヨン管へ挿入すれば、浅指屈筋腱が観察されないこともポイントである。6) 切り残し：Chow の two portal 法で108例中2例(1.8%)¹²⁾、255例中2例(0.7%)³⁾に切り残しがあった。我々は奥津らの方法にしたがって手根管内圧を測定していたが、やや煩雑な感は免れない⁷⁾。最近では Dr. Tsu-Min Tsai (Kleinert Institute, Kentucky, USA) の用いている直径9mmの外套管を、横手根靭帯切離後に挿入して、十分拡大するかを観察している。我々の症例では、切り残しのため再手術になった症例はまだない。

鏡視下手術の合併症は経験が20例までの医師により引き起こされることが多いと言われており、習熟するまでは熟練した術者を行うことが必要である。

奥津の鏡視下手根管開放術は優秀な方法であるので、

1) 外套管挿入部を筋鈎で十分に開き、解剖学的に異常がないか確認する、2) 鏡視が不十分であれば迷わずに open 法に変更する、3) フックナイフを深く挿入しすぎないように、あらかじめ長さを確認しておく、の3点に注意して行っていくつもりである。

文 献

- 1) Agee, J. M., et al.: Endoscopic carpal tunnel release: a prospective study of complications and surgical experience. *J. Hand Surg.*, 20A : 165-171, 1995.
- 2) Arner, M., et al.: Sensory disturbances after two-portal endoscopic carpal tunnel release: a preliminary report. *J. Hand Surg.*, 19A : 548-551, 1994.
- 3) Atroshi, I., et al.: Endoscopic carpal tunnel release: prospective assessment of 255 consecutive cases. *J. Hand Surg.*, 22B : 42-47, 1997.
- 4) Brown, M. G., et al.: Endoscopic carpal tunnel release. *J. Hand Surg.*, 17A : 1009-1011, 1992.
- 5) Feinstein, P. A.: Endoscopic carpal tunnel release in a community-based series. *J. Hand Surg.*, 18A : 451-454, 1993.
- 6) 舟川 格 他：末梢神経障害を合併した Sotos 症候群の1例。 *臨床神経学*, 32 : 299-303, 1992.
- 7) 池田和夫 他：鏡視下手根管開放術の経験。 *中部整災誌*, 36 : 1475-1476, 1993.
- 8) 久能正和：鏡視下手根靭帯切離術のための手根周辺の解剖。 *日整会誌*, 68 : 878-884, 1994.
- 9) Luallia, S. R., et al.: Incidental Guyon's canal release during attempted endoscopic carpal tunnel release: an anatomic study and report of two cases. *Arthroscopy*, 9 : 382-386, 1993.
- 10) Murphy, R. X., et al.: Major neurovascular complications of endoscopic carpal tunnel release. *J. Hand Surg.*, 19A : 114-118, 1994.
- 11) 奥津一郎 他：手根管症候群の鏡視下手術。 *関節外科*, 15 : 421-428, 1996.
- 12) Roth, J. H., et al.: Endoscopic carpal tunnel release. *Can. J. Surg.*, 37 : 189-193, 1994.
- 13) Scoggin, J. F., et al.: A potential complication of endoscopic carpal tunnel release. *Arthroscopy*, 8 : 363-365, 1992.
- 14) Worseg, A. P., et al.: Endoscopic carpal tunnel release using a single-portal system. *Br. J. Plast. Surg.*, 49 : 1-10, 1996.

質 問 横浜市立大学整形外科 佐藤 重
two portal 法と比して single portal の利点はなにか？

回 答 金沢大学整形外科 池田 和夫
手掌に皮切がないので、術後早期の日常生活に有利である。

追加発言 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
合併症をおこさないためには、手術の基本に立ちもどり見えない部分は切らないように手術操作を行う事が大切である。

手根管症候群に対する背側スプリント療法の予後調査

山形大学医学部整形外科学教室

石垣 大 介・土田 浩 之
高柳 誠・荻野 利彦

町立最上病院整形外科

吉沢 浩

Long-Term Results of the Dorsal Wrist Splint Therapy for Carpal Tunnel Syndrome

Daisuke Ishigaki · Hiroyuki Tsuchida · Makoto Takayanagi
Toshihiko Ogino & Hiroshi Yoshizawa

From 1990, we have adopted a dorsal wrist splint as the initial treatment for all carpal tunnel syndrome patients. In order to define the effect of splinting, 61 hands in 49 patients were investigated. The average age of the patients was 52.5 years; 42 women and seven men were included. Early splint effect was evaluated after six weeks, and long-term results were inquired about by telephone. Follow-up ranged from a minimum of one year to a maximum seven years and six months, with a mean of four years and four months. As the early effect, 37.7% were excellent, 45.9% were good, and 16.4% had no effect for numbness or pain. On the other hand, only 33.3% were effective for motor weakness of the thumb. Long-term symptoms were interviewed on 48 hands in 36 patients, 33.3% had no symptoms, 20.8% decreased symptoms not troublesome enough, and 18.8% felt some symptoms constantly or intermittently. Thirteen of 48 hands (27.1%) were treated operatively, four hands were for motor weakness, six for poor early effect, and three for recurrence of numbness. All patients with no symptoms had excellent or good effect in the early therapeutic stage. However, all patients with no early effect had some residual symptoms finally, or were operated. Splint therapy is effective for numbness or pain, and the early effect reflects its prognosis.

緒 言

著者らは手根管症候群に対する保存療法として、1986年から手関節背側型スプリントを使用している。当初は軽症例、あるいは何らかの理由で手術が行えない例に対して選択的に処方してきた⁵⁾。しかし、その中にスプリントのみで症状軽快する例が少なからず存在することに気づき、1990年以降は全例に対して初期治療としてスプリント療法を採用している⁶⁾。今回スプリント療法の有効性について明らかにするため、

これまで経験した症例の予後調査を行ったので報告する。

対象および方法

手根管症候群の診断については、1) 正中神経領域の知覚障害または短母指外転筋の筋力低下 2) 手根管部での Tinel 様徴候 3) Phalen test 陽性のうち、1) を含み 2 項目以上を満たすものとした。

治療方針としては全例に背側型スプリントを処方し、夜間のみならず仕事でも極力使用するように指導してい

Key words: carpal tunnel syndrome, conservative therapy, splint, prognosis

Address for reprints: Daisuke Ishigaki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University, 2-2-2 Iida-nishi, Yamagata 990-23, Japan.

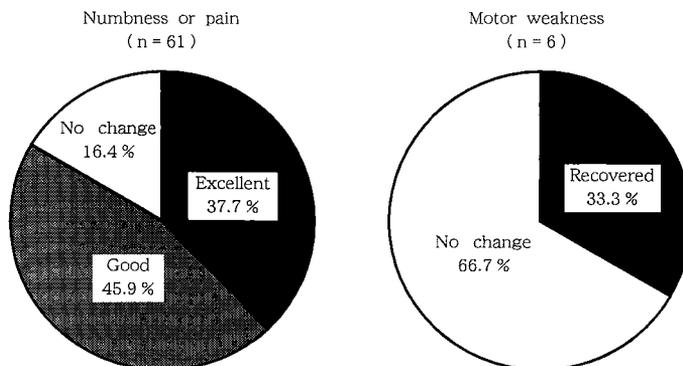


Fig. 1 Early splint effect after 6 weeks
Recovery of the chief complaints.

る。原則として投薬、手根管内注射、理学療法は併用していない。

1990年から1996年に、当科および関連病院において上記の方針で治療を行った手根管症候群は、69例84手である。この中に透析例は含まれていない。このうち経過中に他疾患が判明したもの、妊娠、出産に伴って発症したものを除外し、装着後6週で初期治療効果判定のための直接検診が可能であったのは49例61手であった。症例の内訳は、男7例8手、女42例53手、年齢は21歳から76歳、平均52.5歳であった。罹患側は右35手、左26手であり、両側罹患は12例であった。

初期治療効果の判定については、初診時の主訴をしびれ、痛みといった知覚障害と、母指球筋麻痺による運動障害に分けて、各々の自覚的改善を調べた。知覚障害の改善は、ほぼ完全に消失したものを著効、初診時より軽減したものを有効、改善がなかったものを無効とした。

更に、これらに対し電話アンケートを行い、長期予後を調査した。この中で死亡した2例2手、連絡不能であった9例9手、および装着後1年未満の2例2手を除外した36例48手が評価可能であった。スプリント装着からの経過期間は1年1カ月～7年6カ月、平均4年4カ月であった。

長期予後の評価項目として、調査時の症状、有症者のスプリント使用状況、装着からの経過年数と症状の関係、初期効果と予後の関係を調べた。また初診時の重症度の指標として、短母指外転筋の運動神経終末潜時による検討を行った。

統計学的解析には、Mann-WhitneyのU検定を用

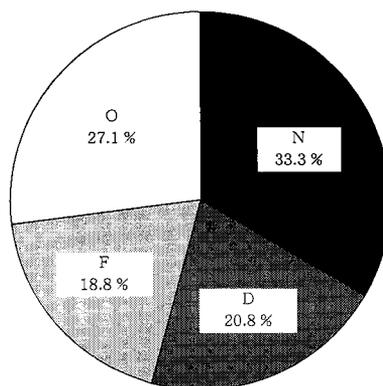


Fig. 2 Symptoms at the time of follow-up period (n=48) Prognosis category is as follows
N: No symptom
D: Decrease symptoms not troublesome enough
F: Feel some symptoms
O: Operated

いた。

結 果

1. 初期治療効果について

初診時知覚障害は全例に認め、スプリント装着後6週では著効23手(37.7%)、有効28手(45.9%)、無効10手(16.4%)であった。一方、初診時に運動障害を訴えたのは6手で、6週後に改善したのは2手(33.3%)、不変が4手(66.7%)であった(Fig. 1)。

2. 長期予後について

調査時に全く症状がないと答えたものは16手(33.3%)

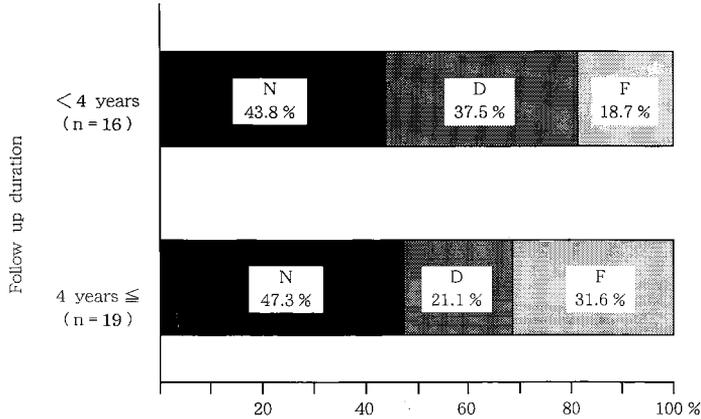


Fig. 3 Relation between prognosis and follow-up duration

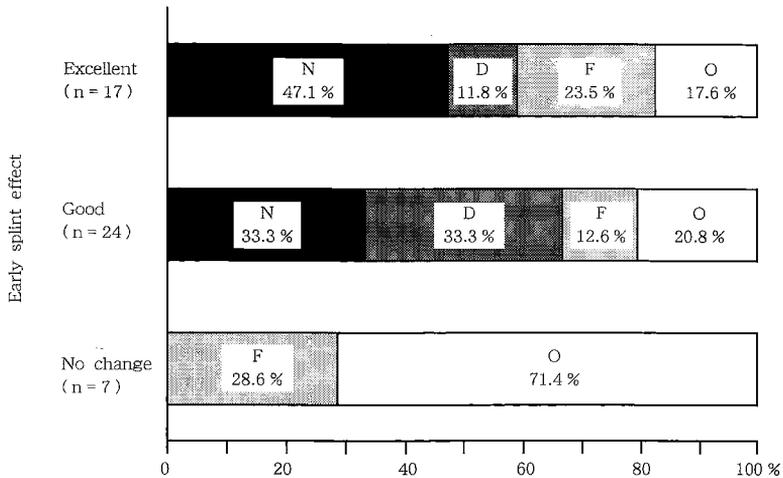


Fig. 4 Relation between prognosis and early splint effect

%), ときに軽いしびれを感じるが気にならないと答えたものが10手(20.8%), 気になる症状があると答えたものが9手(18.8%), 経過中に手術に至ったものが13手(27.1%)であった。このうち気になる症状として運動障害を訴えたものは1手であった(Fig. 2)。

気になる症状を残している9手に対してその程度を聞いたところ、6手は以前より改善しており、3手は不変であった。また、症状があるときのみスプリントの使用で対処しているものが5手あった。

スプリント効果の持続性をみるために、手術例を除いた35手を治療開始からの経過観察期間で2群に分けて、症状を比較した。4年以上経過した19手のうち症状なしが9手(47.3%), 気になる症状ありが6手(31.6%)であったのに対し、1~4年経過の16手

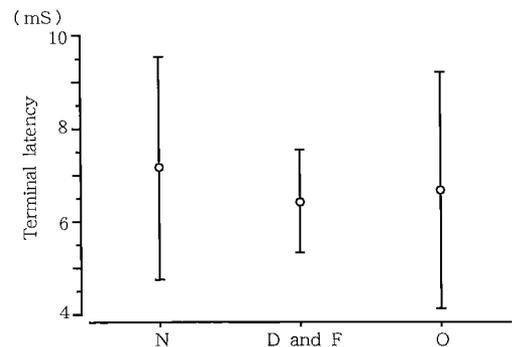


Fig. 5 Prognosis and terminal latency at the time of first visit (Ave. \pm S.D.)
There is no statistical difference in each group.

では、各々7手(43.8%), 3手(18.7%)であった(Fig. 3)。両群の間には統計学的有意差を認めなかった。

更に初期治療効果と長期予後の関与をみると、症状消失群では全例で初期に有効以上の効果を認めた。一方、初期に無効であったものは全例で症状を残しており、7手中5手(71.4%)が手術に至っていた(Fig. 4)。

初診時の運動神経終末潜時と予後の関係は、症状なしの群が 7.2 ± 2.4 mS、何らかの症状を残した群が 6.4 ± 1.1 mS、手術を行った群が 6.7 ± 2.5 mSであり、各群間に統計学的有意差を認めなかった(Fig. 5)。

手術症例では、初診時に主訴として運動障害を訴えていたものは6手中4手が手術に至っていた。また知覚障害に対して手術を行った9手のうち、6手がスプリント装着後3カ月以内に手術を受けており、一旦軽快した後に再発して手術した例は3手であった。

考 察

手根管症候群に対する保存療法の効果についてはこれまでも報告がある。多くは手根管内へのステロイド注射や抗炎症剤の投与、理学療法を併用しており²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾、スプリント単独の治療効果については明らかでない。著者らは症例を選ばずにスプリントのみの治療を行っており、患者にできるだけ装着してもらうために背側型とし、手指の使用を妨げないよう工夫している⁵⁾。

今回の結果では、知覚障害に対しては調査時に33.3%で症状消失していた。保存療法での治癒率については、治療内容は異なるものの13%から22%との報告がある²⁾⁴⁾⁷⁾。一方、放置例における自然治癒の報告もあり¹⁾、今回の症例にも自然治癒が含まれている可能性がある。

しかし、調査時に残っていた症状のほとんどは、日常特に気にならない程度か、有症時にスプリントを使用することで対処できる程度であった。すなわち治癒に至らない例でも治療に対しては満足が得られる例が多く、これらを合わせると48手中31手(64.6%)でスプリントが有効であった。

一方、運動障害を主訴とするものに関しては、スプリント治療は6手中4手で無効であり、いずれも手術に至っていた。また手術を行っていない2手中1手は調査時も気になる症状が残存していた。このことから運動障害に対するスプリントの治療効果は期待できな

いと考えられた。

スプリントによる初期治療効果と長期予後の関係では、初期に効果のあったものでは長期的にも成績がよい傾向があり、初期効果のなかったものは結果として症状を残すか、手術に至っていた。また、経過期間の長さによる有症率の差は明らかでなく、スプリント装着初期の効果は長期予後に反映されるものと思われた。

過去の報告では軽症例に保存療法が有効であるとすものが多い^{2)~4)}。しかし、今回指標として用いた運動神経終末潜時では、強い障害を認めるものであっても著明な改善を示す例が多く見られた。従ってスプリントの有効性については、初診時の重症度からは必ずしも判断できないと考えている。

以上から手根管症候群におけるスプリント療法の位置付けを考察すると、主訴として運動障害を訴えるものでは有効性が低く、早期に手術を考慮する必要がある。しかし、日常診療上はしびれや夜間痛を訴える例が最も多く、これらの主訴に対しては、初診時の重症度にかかわらずスプリントの適応があると考えられる。装着による初期治療効果がみられなかったものは症状を残す可能性が高いため他の治療法を考慮すべきであろう。

手根管症候群に対するスプリント療法は、その非侵襲性から考えても初期治療として有用性は高く、広く行われてよい方法と考える。

結 語

1. 手根管症候群の全例に手関節背側型スプリント療法を行い、1年以上経過した49手の治療成績を調査した。

2. 知覚障害に対しては33.3%で症状が消失し、64.6%でスプリントが有効であった。一方、運動障害に対しては6手中5手で無効であった。

3. 運動障害のない例で高い有効性が期待でき、初期の治療効果は長期にわたって持続し得ると考えられた。

文 献

- 1) Futami, T., et al.: Natural history of the carpal tunnel syndrome. 日手会誌, 9: 410-412, 1992.
- 2) Gelberman, R. H., et al.: Carpal-tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 62A: 1181-1184, 1980.
- 3) 浜田良機 他: 手根管症候群の治療法について. 日手会誌, 3: 167-170, 1986.
- 4) 長岡正宏 他: 手根管症候群の保存療法. 日手会誌,

- 12 : 368-371, 1995.
- 5) 山本博司 他：手根管症候群の保存療法. 日手会誌,
8 : 886-889, 1992.
- 6) 吉沢 浩 他：手根管症候群の保存療法に関する検討
—背側スプリントの治療成績—. 東北整災紀要, 37 : 376-
378, 1993.
- 7) Weis, A. P. C., et al: Management of carpal tunnel
syndrome: A reexamination of steroid injection and
splining. J. Hand Surg., 19A : 410-415, 1994.
-

肘部管症候群の電気診断と手術所見の比較検討

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

宮城野病院整形外科

宮 坂 芳 典

Electrodiagnosis and Surgical Findings in Cubital Tunnel Syndrome

Shingo Nobuta · Tadao Ojima · Katsumi Sato
Kazuyoshi Sasaki & Yoshinori Miyasaka

We performed a nerve conduction study in 24 cases of cubital tunnel syndrome and compared these data with macroscopic findings at surgery. We used the inching technique to stimulate the ulnar nerve in the cubital tunnel and recorded compound muscle action potentials (CMAP) from the abductor digiti minimi (ADM) and the first dorsal interosseous muscle and recorded sensory nerve action potentials from the little finger. Conduction time in respective 2 cm segments, amplitude and dispersion were analyzed. Group I consisted of 11 cases in which delayed conduction time on ADM-CMAP was found in only a 2 cm segment. Group II consisted of 10 cases in which conduction time on ADM-CMAP was delayed in a 4 or more cm segment. Group III consisted of 3 cases in which action potentials were not recorded. In group II mean amplitude of ADM-CMAP was significantly decreased and the rate of dispersion was higher than in group I. The incidence of nerve entrapment observed even in extended elbow was 27% of cases in group I, 60% in group II and 100% in group III. Pseudo-neuroma on ulnar nerve was found in 36% of cases in group I, 50% in group II and 67% in group III. We interpret that a longer segment of delayed conduction time on ADM-CMAP reflects a more advanced nerve lesion in cubital tunnel syndrome.

はじめに

肘部管症候群は肘部周辺の障害により生じる尺骨神経麻痺であり、神経障害はごく限局した範囲に始まること、ならびに局在部位の電気生理学的検索がこれまでに報告されている³⁾⁴⁾⁶⁾。しかし神経障害の局在部位の範囲と障害の程度との関連性に関する報告は過去

に見あたらない。そこで我々は、肘部管症候群における複合筋活動電位 (CMAP) および知覚神経活動電位 (SNAP) の電気生理学的所見、特に伝導遅延区間と尺骨神経の手術所見との関連性について検討した。

対象と方法

対象は、1992年7月より1997年2月までに経験し

Key words : cubital tunnel syndrome, electrodiagnosis, surgical findings

Address for reprints : Shingo Nobuta, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku Rosai Hospital, 4-3-21, Dainohara, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi 981, Japan.

た肘部管症候群の手術症例 24 例である。性別は男性 16 例、女性 8 例であり、年齢は 21 歳から 74 歳で平均 53 歳である。罹患側は右 15 例、左 9 例であり、発症後経過期間は 1 カ月から 10 年で平均 1 年 1 カ月である。赤堀¹⁾ の分類による臨床症状の病期分類はⅡ期が 4 例、Ⅲ期が 11 例、Ⅳ期が 6 例、Ⅴ期が 3 例である。合併症は変形性肘関節症が 13 例、15° 以上の外反肘が 4 例、肘頭骨折が 2 例、10° の内反肘が 1 例、ガングリオンが 1 例である。

神経伝導検査の刺激方法は、Inching 法⁴⁾ に準じて尺骨神経を肘部皮膚上から 2cm 間隔で刺激し、内側上顆高位を基準点 0、近位方向を+、遠位方向を-として+6 から-6 まで刺激点を設定した。CMAP の導出には最大上刺激、SNAP の導出には弱刺激を用いた。記録方法は表面電極を使用して、①小指外転筋 (ADM) より CMAP の導出、②第 1 背側骨間筋 (FIO) より CMAP の導出、および③小指より SNAP の導出を行った。分析方法は、CMAP では立ち上がり潜時、SNAP では頂点潜時を計測し、2cm 区間の伝導時間、振幅 (健側と比較)、dispersion を検討した。2cm 区間の伝導時間は、自験例の健常成人 20 例の ADM-CMAP の計測値の Mean \pm 2S.D. より、0.7msec 以下を正常とした。

手術所見においては tendinous arch による尺骨神経の絞扼状態、肘関節部位・上腕三頭筋との関係、偽性神経腫の有無を検討した。なお術式は King 変法が 19 例、皮下前方移行術が 4 例、Osborne 法が 1 例であった。

結 果

1) 電気診断

ADM-CMAP の伝導遅延区間により対象症例を 3 群に分類した。1 群は内側上顆の末梢 2cm の区間のみ伝導遅延を認めた 11 例であり、2 群は内側上顆周囲の 4cm 以上の区間に遅延を認めた 10 例である。3 群は肘部管中枢または末梢の刺激で ADM-CMAP、FIO-CMAP、SNAP がすべて導出不能であった 3 例である。1 群における伝導遅延区間は [0 ~ -2] が 9 例、[-2 ~ -4] が 2 例であり、2 群の伝導遅延区間は [0 ~ -4] が 7 例、[+2 ~ -4] が 1 例、[0 ~ -6] が 1 例、[-2 ~ -6] が 1 例である。病期分類をみると、1 群はⅡ期 3 例、Ⅲ期 6 例、Ⅳ期 2 例、2 群はⅡ期 1 例、Ⅲ期 5 例、Ⅳ期 3 例、Ⅴ期 1 例、3 群はⅣ期 1 例、Ⅴ期 2 例であり、1 群、2 群、3 群へと重症例が多くな

る傾向を認めた。

ADM-CMAP の肘部管中枢部刺激での振幅を健側比で比較すると、1 群の平均 44.3% に対して 2 群は 18.1% であり、1 群と比較して 2 群において振幅の有意な低下を認めた (Fig. 1)。ADM-CMAP の dispersion は、1 群の 4 例・36% と比べて 2 群においては 8 例・80% と多く認めた。

ADM-CMAP の伝導遅延区間における 2cm 区間の伝導時間を 1 群と 2 群で比較すると、2 群の中枢 2cm が平均 2.68msec で最も伝導時間が大きく、2 群の末梢 2cm に対して有意差を認めた (Fig. 2)。

FIO-CMAP と SNAP の導出不能例の比率は、FIO-CMAP は 1 群が 1 例・9%、2 群が 3 例・30% において、SNAP は 1 群が 2 例・18%、2 群が 6 例・60% において導出不能であり、ともに 2 群において導出不能例の比率が大きかった。

2) 手術所見

尺骨神経の tendinous arch による絞扼は、肘関節

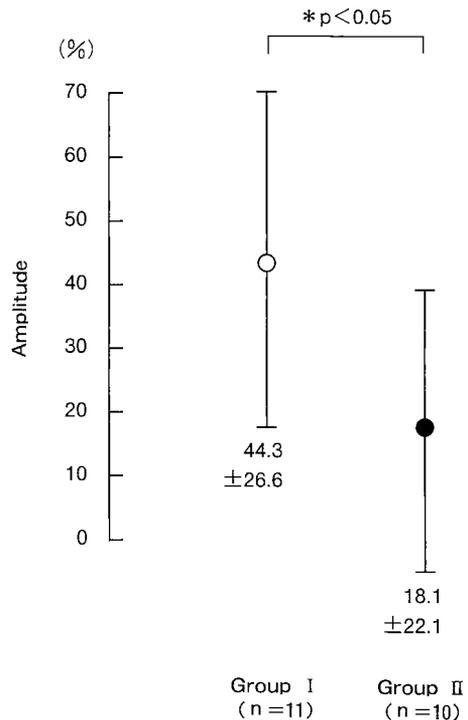


Fig. 1 Amplitude of ADM-CMAP (per cent, compared with normal side). Mean amplitude of ADM-CMAP in group II was significantly decreased compared with group I.

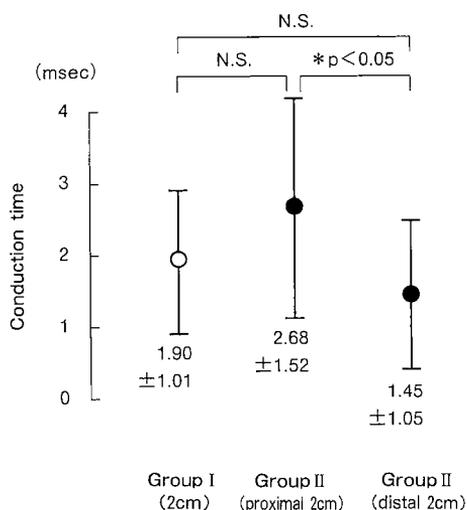


Fig. 2 Conduction time in 2 cm segment. Proximal 2 cm segment in the delayed 4 cm segment of group II showed the longest conduction time.

Table 1 The incidence of nerve entrapment

	[flexed position of the elbow]	
	in extension	in only 90° or more
Group I (n=11)	3 (27%)	8 (73%)
Group II (n=10)	6 (60%)	4 (40%)
Group III (n= 3)	3 (100%)	0 (0%)

の他動的屈曲・伸展の際に tendinous arch 部で神経に可動性を認めないものを絞扼ありと判定した。肘関節肢位との関係は、最大伸展位から 90° 未満の屈曲位でも持続的に絞扼を認めたのは 1 群が 3 例・27%、2 群が 6 例・60%、3 群が 3 例・100%であり、1 群から 3 群へと多くなる傾向を認めた。一方、90° 以上の屈曲位でのみ絞扼を認めたのは 1 群が 8 例・73%、2 群が 4 例・40%、3 群が 0 例であった (Table 1)。

肘関節屈曲時の尺骨神経の前方への滑脱を 1 群の 2 例に認めた。また上腕三頭筋による神経の前方への圧迫は、1 群は 3 例・27%、2 群は 5 例・50%、3 群は 1 例・33%にみられ、各群間の差は小さかった。尺骨神経の絞扼部中枢側の偽性神経腫は、肉眼的に直径が中枢側正常部の 20% 以上の肥大を示すものとした。偽性神経腫を 1 群の 4 例・36%、2 群の 5 例・50%、3 群の 2 例・67%に認め、1 群、2 群、3 群へと増加する傾向がみられた。

考 察

肘部管症候群の電気生理学的な確定診断においては、病変部位を挟む区間での伝導遅延を捉えることが重要であり、内側上顆より末梢 4cm の区間に伝導遅延が多くみられることがこれまでも指摘されている⁴⁾⁶⁾。死体肘の観察から tendinous arch 部が内側上顆から遠位 4cm のレベルすなわち区間 [0 ~ 4] に分布するとされ⁴⁾、経皮的刺激による伝導障害部位は tendinous arch による尺骨神経の絞扼位置を正確に示すともいわれている⁶⁾。

今回、伝導遅延区間と尺骨神経の手術所見との関連性を検討した結果、ADM-CMAP の伝導遅延が 2cm の群と比較して 4cm 以上の群において、振幅の有意な減少 (Fig. 1)、dispersion の多発傾向、4cm の中で中枢側 2cm に著明な伝導遅延 (Fig. 2)、肘関節肢位に関わらず持続的な神経の絞扼 (Table 1)、および偽性神経腫の多発傾向を認めた。振幅の低下と dispersion は、CMAP が複数の運動神経線維の集合に由来する合成波であり、絞扼により各線維が異なる程度の障害を被るために遅れが出て生じる現象³⁾とされ、障害された線維の数と障害の程度を反映すると思われる。Bauwens²⁾ は電気診断学的な末梢神経障害の重症度に関して axonal flow を仮定し、その流れが狭窄部位を通過する際に遅れると考えて axonostenosis の概念を提唱した。概念として dispersion の解釈には便利であるが、1 群の 7 例と 2 群の 2 例には dispersion を認めず、全症例に当てはまるとは考えにくい。

宮坂ら⁴⁾ は、2cm の伝導遅延区間を示す症例は神経障害の早期病変であり、伝導遅延が広い範囲に認められる症例は神経障害が遠位方向に進んで病変の進行とともに局在病変としては捉えられなくなると述べ、また伝導遅延区間において障害部位の全長がその区間に含まれるのではなく、神経障害の最も強い部位が含まれると考えるべきと報告している。我々の 2cm 区間の伝導時間の比較から、2 群の中枢側 2cm 区間に著しい伝導遅延を認め (Fig. 2)、神経障害が tendinous arch による絞扼部位に初発し、そこが障害の強い部位として残って次第に末梢へ障害が進展すると考えられる。手術所見をも考慮すると、絞扼性障害が持続し恒常化すると障害が進行するとともに末梢へ進展すると解釈され、広範囲の障害は重篤な障害を反映すると考える。

電気診断と手術術式に関して、白石ら⁶⁾は限局した伝導障害部位が tendinous arch による絞扼部であるため絞扼部の開放で充分であり、侵襲の少ない Osborne 法がよいと述べている。一方 Sakurai ら⁵⁾は絞扼部中枢側の偽性神経腫に関して neural fibrosis の概念を提唱し、internal neurolysis を推奨している。しかし我々の症例で絞扼部中枢側の偽性神経腫に相当する区間 [+2 ~ 0] に伝導遅延を認めたのは 1 例のみであり、偽性神経腫自体が伝導障害部位とは考えにくい。従って偽性神経腫への internal neurolysis よりも、伝導障害を示す絞扼部での神経除圧・剥離術および前方移行術を優先すべきであると考えている。

ま と め

1. 肘部管症候群の電気生理学的所見と手術所見を比較検討した。

2. ADM-CMAP の伝導遅延区間が 4 cm 以上の群は 2 cm の群と比べて、振幅の有意な低下と dispersion の多発傾向を認め、尺骨神経の tendinous arch による絞扼が持続的で重篤となる傾向を認めた。

3. 伝導遅延区間が 4 cm 以上の群の中枢側 2 cm に伝導遅延が著しく、障害が強い部位と考えられ、絞扼性障害が持続すると障害の進行とともに末梢へ進展すると推察した。

4. 肘部管症候群において、尺骨神経の伝導障害の範囲は障害の重症度をも反映すると考える。

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) Bauwens, P.: Electrodiagnostic definition of the site and nature of peripheral nerve lesions. Ann. Phys. Med., 5：149-152, 1960.
- 3) 宮坂芳典 他：神経幹伝導試験の M 波の様態からみた肘部尺骨神経障害について。日手会誌，1：169-172, 1984。
- 4) 宮坂芳典 他：INCHING 法による末梢神経局在病変の検索。臨整外，25：137-144, 1990。
- 5) Sakurai, M., et al.: Neural fibrosis and the effect of neurolysis. J. Bone Joint Surg., 68B：483-488, 1986。
- 6) 白石 元 他：肘部管症候群—診断と治療における INCHING 法の価値—。日手会誌，8：234-237, 1991。

肘部管症候群における超音波断層法の有用性について

聖マリアンナ医科大学整形外科学教室

清水 弘之・別府 諸 兄

中島 浩志・今村 恵一郎

青木 治 人

Usefulness of Ultrasonography for Cubital Tunnel Syndrome

Hiroyuki Shimizu · Moroe Beppu · Hiroshi Nakajima

Keiichirou Imamura & Haruhito Aoki

This paper examines the usefulness of ultrasonography (US) for the diagnosis of cubital tunnel syndrome and evaluates its relationship to the preoperative symptom grade.

Forty six elbows (30 male, 13 female) with the cubital syndrome were examined by US. Surgery was carried out in 24 elbows.

The morphological and dynamic findings of the ulnar nerve at the medial epicondyle level were assessed by short axis and long axis scans using the Aroka SSD-650 with 10MHz annular array. The ulnar nerve diameter was measured using a short axis image.

Long axis images revealed a constriction and swelling of the ulnar nerve in 22 of the 46 elbows. Short axis images showed that the long axis diameter ($5.5 \pm 0.9\text{mm}$) and short axis diameter ($3.1 \pm 0.7\text{mm}$) of the swollen nerve were greater than those (long axis; $2.8\text{mm} \pm 0.6\text{mm}$, short axis; $1.5 \pm 0.3\text{mm}$) of the nerve without swelling. The dynamic findings on short axis images were classified into the following 3 groups: Non-dislocated group (11 elbows), Overriding group (16 elbows), and dislocated group (19 elbows). There were no correlation among these 3 groups regarding the diameter of the ulnar nerve. In Akahori's clinical classification, nerve swelling or constriction was observed in 3 stage I elbows, 6 stage II elbows, 9 elbows of stage III, 3 stage IV elbows and one stage V elbow. The nerve diameter showed a significant difference between early stage (I, II) and more progressive stages (III, IV, V). Morphological changes of the ulnar nerve increased with progression in the stages. In 20 out of 24 elbows which were operated upon. Ultrasonographic findings corresponded with the intraoperative findings. In conclusion, US is a useful method for evaluating the morphological changes and severity of grading of preoperative conditions.

はじめに

肘部管症候群における尺骨神経の超音波像を描出し、これが術前の重症度を判定する補助診断法になり得るかについて検討した。

対象と方法

対象は肘部管症候群と診断され超音波検査を行った43例46肘(男性30例,女性13例,右側30例,左側10例,両側3例)であり,うち手術例は23例24肘(男性18例,女性5例,右側15例,左側7例,両側1例)であった。年齢は18歳~74歳(平均43歳)

Key words: cubital tunnel syndrome, ultrasonography, ulnar nerve

Address for reprints: Hiroyuki Shimizu, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, St. Marianna University School of Medicine, 2-16-1, Sugao, Miyamae-ku, Kawasaki 216, Japan.

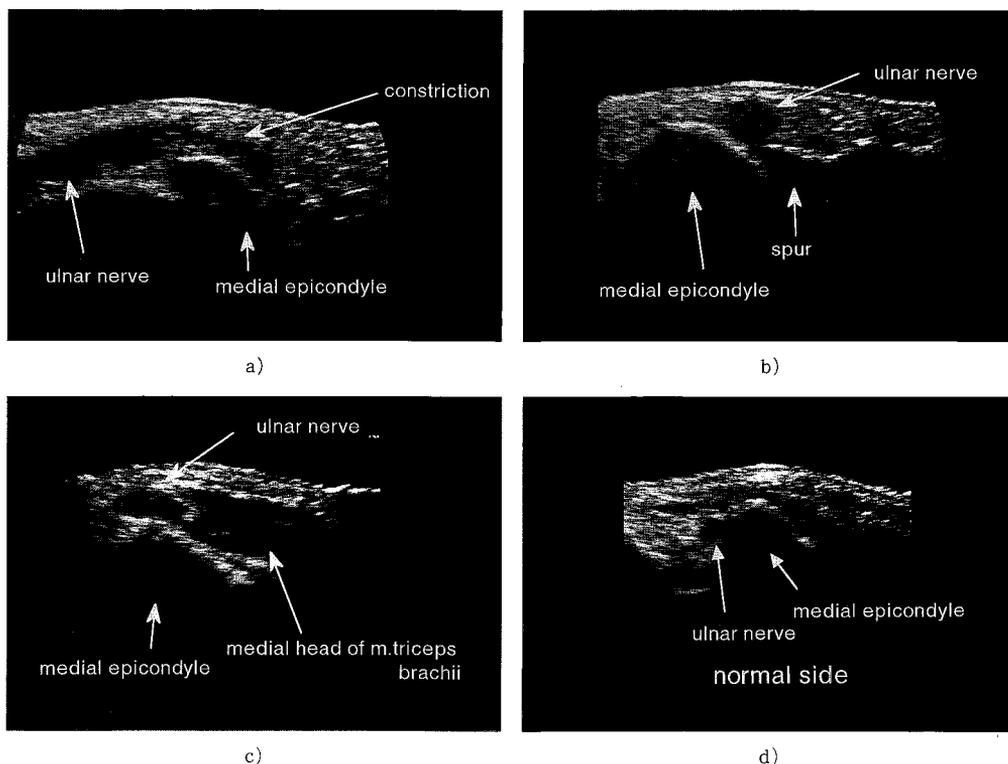


Fig. 1 Case 1. 64 y.o. male
 a) long axis image, proximal swelling and constriction of the ulnar nerve.
 b) short axis image in elbow extension. The diameter of the ulnar nerve is greater than the normal side.
 c) short axis image in elbow flexion. The ulnar nerve is compressed by medial head of M. triceps brachii.
 d) short axis image of normal side.

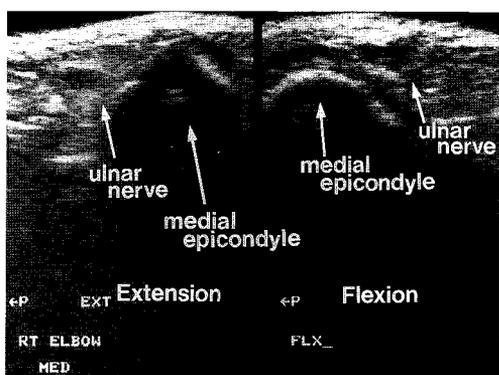


Fig. 2 Case, 61 y.o. female.
 The nerve dislocates anteriorly in elbow flexion.

赤堀の予後評価で良に回復していた (Fig. 1).

症例 2: 61 歳, 女性, 主婦. 右環, 小指のしびれ感を 1 年前より自覚し当科を初診した. 知覚鈍麻と背側骨間筋の萎縮は軽度で, claw hand deformity もなく, I 期と診断した. 超音波短軸像で肘伸展位から屈曲させると神経が内側上顆を乗り越え脱臼するのが観察されたが, 腫大は認められなかった. また健側でも内側上顆に騎乗する所見が観察された. 肘部管内へのステロイド注射により 3 カ月間で症状は消失した (Fig. 2).

考 察

岡本らは超音波断層法を用い肘部管内における尺骨神経の形態および動態を詳細に描出し, 正常例と肘部管症候群で明らかな形態変化があり, 病期が重症にな

るほど神経は腫大する傾向があることを報告した。我々も5年前より肘部管症候群における尺骨神経の超音波断層像に着目し、病態の把握や患者への説明の資料として使用してきた³⁾。今回の結果から、超音波像で神経の腫大がある症例ほど麻痺の程度が重症であることが明らかとなった。特に筋萎縮の高度な症例や伝導速度の低下した症例では偽神経腫と考えられる神経腫大などの形態変化の頻度や形態計測値の増大がみられることから、超音波断層像が術前の重症度を判定する1つの指標になりうると考えた。また短軸動態像では尺骨神経が内側上顆を乗り越える脱臼像と乗り上げる騎乗像及び非脱臼像が正確に評価されたが、3群間で有意な神経の形態的差異はなく、かならずしも神経の移動だけが神経腫大の原因にはならないと考えられた。

術中の神経の形態と術前の超音波像はほぼ一致したが、術中所見と超音波像とが一致していなかった4肘では、軽度な神経の圧迫を描出できなかった症例で、高度な外反肘や肘の伸展障害例を含んでいた。肘の変形が強い場合には肘部管内での神経の描出が困難で、相当な経験が必要であると考えられる。

ま と め

1. 肘部管症候群 43 例 46 肘（うち手術例 23 例 24 肘）に超音波検査を行い、麻痺の病期分類、および術中所見との関係について比較検討した。

2. 病期の進行とともに神経の形態的变化の頻度は増加し、また形態計測値の増大もみられた。

3. 超音波断層像が術前の重症度を判定する1つの指標になりうると考えた。

4. 動態描出により神経の形態変化のみならず、尺骨神経溝および周囲軟部組織の状態も観察でき、肘部管症候群の病態の把握に有用であった。

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—。整形・災害外科，29：1745-1751，1986。
- 2) 岡本雅雄 他：肘部管症候群における尺骨神経の形態—超音波断層法を用いた観察—。日手会誌，13：1144-1148，1997。
- 3) 中島浩志 他：手の外科領域における超音波診断の有用性と限界。日整超研誌，5(1)：82-84，1993。

肘部管症候群に対する King 変法の長期成績

— 横浜市大式評価基準を用いて —

横浜市立大学医学部整形外科教室

酒井直隆・腰野富久
坂野裕昭・岡田周介
佐藤重

Clinical Results of Modified King's Procedure for the Cubital Tunnel Syndrome, Using the Yokohama City University Criteria

Naotaka Sakai · Tomihisa Koshino · Hiroaki Sakano
Syusuke Okada & Shigeru Sato

Clinical findings of the cubital tunnel syndrome were evaluated before and after modified King's procedure, using the Yokohama City University criteria. This system composed of four parts: 1) pricking sensation and pain (30 points), 2) muscle weakness and atrophy (30 points), 3) finger deformity (20 points), and 4) sensory disturbance (20 points). Mean of total score increased from 45.4 to 78.2 points significantly ($p < 0.0001$), and each part score increased significantly ($p < 0.0001$) after surgery. MCV of the ulnar nerve increased from 33.1 to 42.4 m/s significantly ($p < 0.0001$). Coefficient of the correlation between preoperative MCV and total score was 0.41, and postoperative one was 0.45. Our criteria was thought to be enough to evaluate clinical signs of the cubital tunnel syndrome.

はじめに

肘の臨床所見を定量化する評価点数には種々のものがあるが、我々はこれまで尺骨神経麻痺の治療に際して尺骨神経の障害評価基準を用いて手術前後の臨床的評価を行ってきた⁴⁾⁵⁾。今回この横浜市大式尺骨神経障害評価基準を用いて術後2年以上のKing変法の長期成績を評価するとともに、評価基準の項目別変化および運動神経伝導速度(MCV)との相関関係についても検討したので報告する。

対象と方法

対象は肘部管症候群に対しKing変法を施行した31例32肘で、このうち男27例女4例であり、手術

時年齢は平均45.6歳(21~60歳)、追跡期間は平均4.7年(2~8年)であった。

尺骨神経麻痺の臨床所見の評価基準は1.自覚症状、2.筋力、3.手指の変形、4.知覚障害の4項目に分かれ、合計点数(100点満点)を尺骨神経の総合評価点とした(Table 1)。自覚症状はしびれ感と疼痛の程度を5点毎に30点満点で評価した。同様に筋力は筋力低下と筋萎縮の有無について5点毎に30点満点で、手指の変形は4・5指の骨間筋機能不全によるかぎ指変形の有無について5点毎に20点満点で、知覚障害は2PD法による知覚評価を5点毎に20点満点で評価した。

King変法は肘部管付近の弓状皮切にて進入し円回内筋および手根屈筋起始部を骨膜下に剥離、尺骨神経

Key words: cubital tunnel syndrome, King's procedure, clinical scoring system

Address for reprints: Naotaka Sakai, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Yokohama City University School of Medicine, 3-9 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama 236, Japan.

Table 1 Criteria for Evaluation Ulnar Nerve Palsy (Yokohama City University)

	Points
1. prickling sensation and pain	
1) no prickling and tingling sensation	30
2) mild, usually unaware of it	25
3) mild, always but no discomfort	20
4) moderate, with discomfort after a long work	15
5) moderate, with discomfort in ADL	10
6) severe, with pain on motion	5
7) severe, with pain and limitation in ADL	0
2. muscle weakness and atrophy	
1) normal	30
2) mild muscle weakness with atrophy unclear (MMT: Good)	25
3) mild muscle atrophy	20
4) moderate muscle weakness (MMT: Fair)	15
5) moderate muscle atrophy	10
6) severe muscle atrophy but slight muscle contraction	5
7) no sign of muscle contraction (MMT: below Poor)	0
3. deformity	
1) no deformity	20
2) full digital extension but incomplete adduction of the ring or the little finger	15
3) incomplete extension of the ring and little finger	10
4) clawing finger, sometimes include the index and the middle finger	5
5) advanced clawing finger, with contracture in PIP and DIP	0
4. sensory disturbance	
1) no disturbance (TPD \leq 5mm)	20
2) mild hypesthesia in ulnar side (5mm<TPD \leq 10mm)	15
3) moderate hypesthesia (10mm<TPD \leq 20mm)	10
4) severe hypesthesia, sometimes extend to forearm (TPD>20mm)	5
5) anesthesia	0
Total score	

MMT: Manual Muscle Testing TPD: Two Point Discrimination

Total score is 100 points.

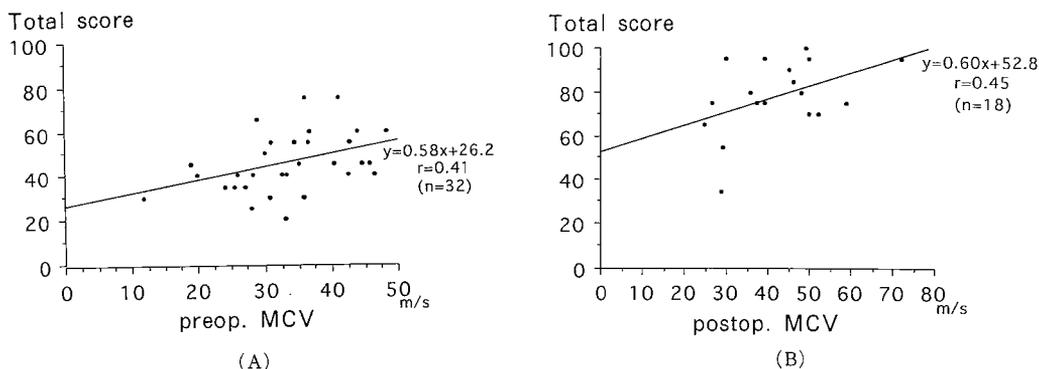


Fig. 1 Correlation between the preoperative (A) and postoperative (B) total score and MCV. Coefficient of the correlation was 0.41 in the preoperative score and MCV, and was 0.45 in the postoperative ones.

を尺骨神経溝より遠位に向けて栄養血管を可及的に温存しつつ剥離した²⁾。露出した上腕骨内側上顆をノミにて切除後、剥離した筋群を再び縫着して骨切り面を覆った。術後1週間のシーネ固定後、自動運動を開始した。

手術前後の臨床所見の評価点数を総合得点と項目別の得点とに分けて t 検定と比較し、その有意水準を調査して本評価基準の有用性について検討するとともに、手術前後に計測した MCV と評価点との相関関係についても調査した。

結 果

横浜市大式尺骨神経障害評価基準の総合点は、術前平均 45.4±13.2 点 (±標準偏差) であったのが術後は平均 78.2±15.9 点まで有意に ($p<0.0001$) 改善した。項目別の得点では、自覚症状が術前 11.5±4.2 点から術後 24.6±4.7 点へ、筋力が術前 10.7±5.2 点から術後 19.6±7.3 点へ、手指の変形が術前 12.8±5.2 点から術後 16.7±4.5 点へ、知覚障害が術前 10.4±3.6 点から術後 17.3±3.3 点へ、各々有意に ($p<0.0001$) 改善した。

尺骨神経の MCV は術前平均 33.1±9.0m/sec であったのが術後平均 42.4±12.4m/sec まで有意に ($p<0.0001$) 改善した。MCV と総合点との相関関係は、術前で相関係数 $r=0.41$ の、術後で $r=0.45$ の正の相関を認めた (Fig. 1-A, B)。

考 察

臨床所見を点数化して定量的な評価を行うことは整形外科の各分野で試みられており、一部は手術成績の評価に広く応用されている。尺骨神経麻痺の評価基準には日本手の外科学会の「正中・尺骨・橈骨神経損傷(障害)の機能評価」があるが、各所見を点数化して評価する方式ではないため、手術成績を総合点によって評価することができない¹⁾。

教室の安竹らは肘部管症候群の手術前後の臨床所見を疼痛・筋力・手指の変形・知覚障害の4項目に大別し、合計点が100点となるよう配点した評価基準を作成した⁴⁾。我々はこれまで本評価基準を用いて King 変法の術後成績を評価しその有用性を確認してきたが、今回は追跡期間が2年以上平均4.7年の長期成績につい

て検討した。その結果、総合点ばかりでなく4項目各々についても手術前後の平均点数の t 検定による p 値がいずれも 0.0001 未満であり、手術後の各臨床所見の改善度をよく表現していた。

MCV と総合点の相関関係については、術前で $r=0.41$ 、術後で $r=0.45$ の正の相関を認めた。しかし各例について検討すると術前 MCV が著しく低値であった例で、臨床所見が改善したにもかかわらず必ずしも術後 MCV が十分改善していなかったものがあり、こうした例の存在が MCV と総合点の間の相関係数を 0.5 未満に抑えているものと推察される。

大庭らは King 変法の術後成績を調査して、MCV が肘部管症候群における尺骨神経麻痺の重症度のある程度分類するには役立つものの、術後成績の予後の判定には必ずしも適切ではないとしている³⁾。臨床所見の本評価点数が尺骨神経の障害度を十分反映しているか否かを電気生理学的に検討するためには、より明瞭に神経伝導の改善を表す指標が必要である。今回の例では SCV は術前導出不可能の例が多く検討の対象にならなかったが、最近我々は微小電極を直接神経に刺入して計測を行う microneurogram を施行しており、この所見と本評価点数との関係を解析中である。

神経麻痺とくに絞扼性神経麻痺の手術成績の評価には我々が用いてきた評価点数が適していると考えられ、本評価点数は肘部管症候群ばかりでなく Guyon 管症候群にも利用し得るものである。今後は手根管症候群等に使用し得る正中神経麻痺の評価点数法を作成し臨床応用してゆきたいと考えている。

文 献

- 1) 平澤泰介 他：手の機能評価表。日本手の外科学会，1994。
- 2) King, T., et al: Late results of removing the medial humeral epicondyle for traumatic ulnar neuritis. J. Bone Joint Surg., 41B: 51-55, 1959.
- 3) 大庭 浩 他：肘部管症候群—King 変法の予後について。日手会誌，2: 195-197, 1985.
- 4) 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.
- 5) 八十田貴久 他：肘部管症候群に対する King 変法の治療成績。関東整災誌，23: 659-664, 1992.

血液透析患者 50 例における手根管症候群の 発症頻度と治療成績に関する長期経過

北海道大学医学部整形外科教室

平地一彦・三浪明男
加藤博之・九津見圭司
笠島俊彦

Long Term Follow-up Study of the Incidence of Carpal Tunnel Syndrome
in Patients Undergoing Hemodialysis and Results
after Open Carpal Tunnel Release

Kazuhiko Hirachi · Akio Minami · Hiroyuki Kato
Keiji Kutsumi & Toshihiko Kasashima

We have studied about the incidence of carpal tunnel syndrome (CTS) in patients undergoing hemodialysis. The purpose of this study was to evaluate the time-related incidence of CTS and the long-term results of the open carpal tunnel release. This study consisted of fifty patients ranging in age from 31 to 71 years, with an average of 51 years. The duration of each patients' hemodialysis ranged from 3 to 17 years, with an average of 11 years. Thirty-five of the patients were male and 15 were female. The clinical symptoms of CTS were examined with an electromyographic examination in 1988. Twenty-one patients (42%) had no symptom (the negative CTS group). Fifteen patients (30%) showed symptoms of CTS in one hand (the unilateral CTS group), and 14 patients (28%) showed symptoms of CTS in both hands (the bilateral CTS group). The incidence of CTS increased according to the duration of the hemodialysis. At the time of a second study in 1996, 20 patients had died. Thirty of the patients were alive, and each of them was followed up. In the negative CTS group, 13 patients (62%) showed symptoms of CTS in 1996 and 3 (14%) did not. In the unilateral CTS group, 6 patients (40%) showed symptoms of bilateral CTS, and the remaining 9 patients (60%) had died. In the bilateral CTS group, six patients (43%) had died.

The open carpal tunnel release had been performed in 52 hands of 32 patients. Symptoms of CTS had improved after the operation in all patients. The mean follow-up period after the operation was 5 years and 4 months. At the time of the follow-up, 30 hands in 16 patients showed no symptoms of CTS. Symptoms recurred in 13 hands (25%) of 10 patients, although these patients relieved in 7 hands after a second operation. 8 patients had died at the time of the follow-up. When the clinical features of the recurrent and non-recurrent groups were compared, The patient in the recurrent group was older at the time of the first operation, and the grade of paralysis at this time was more severe than for the non-recurrent group.

In the negative CTS group, only 14% had no symptoms, 62% showed symptoms of CTS, and 24% had died at the time of the follow-up. Our study results show that, overall, at the time of the 5 year and 4 months follow-up study, 58% of the patients who had undergone the open carpal tunnel release procedure were symptom free, 24% showed recurrent symptom, and 17% had died. If considering the long-term results of hemodialysis-related CTS, the associated death rate and rates of recurrence should be better understood.

Key words : carpal tunnel syndrome, hemodialysis, follow-up study, recurrence, open carpal tunnel release
Address for reprints : Kazuhiko Hirachi, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University, School of Medicine Kita-15-jo Nishi-7-chome, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

はじめに

長期血液透析患者に発症した手根管症候群（以下 CTS）の臨床像，病態，治療成績などについての報告は多い。しかし同一患者群を長期間追跡し，CTS 発症の経時的変化や手根管開放術の治療成績を検討した報告はほとんどない。この点を明らかにする目的で，筆者らは透析患者 50 例，100 手に対して 1988 年と 1996 年の 2 回にわたり調査を行った。その結果をもとに血液透析に合併する CTS の発症経過と長期治療成績について検討した。

対 象

2 カ所の透析センターに通院中の透析患者 50 例，100 手を対象とした。多くは慢性糸球体腎炎が原因の腎不全であり，糖尿病性腎症は対象から除いた。1988 年に行った初回調査時の年齢は 31 歳から 71 歳，平均 51 歳であり，透析歴は 3 年から 17 年で平均 11 年であった。性別は男性 35 例，女性 15 例であった。

方 法

1) CTS の発症経過：1988 年 1 月から 3 月に第 1 回目の直接検診を行い，約 8 年 8 カ月後の 1996 年 9 月から 11 月に第 2 回目の調査を行った。検診では手指のしびれ感・疼痛の有無・知覚鈍麻の部位を尋ねた。さらに CTS に関する理学所見（母指球筋の萎縮・Tinel sign の有無，Phalen test 陽性の有無，示指の static 2PD）を採取するとともに，シャント側・非シャント側の別，手指拘縮の有無についても調査した。手指の拘縮は屈曲しても中指の指尖部が手掌に届かないものを拘縮ありと判定した。さらに正中神経と尺骨神経の神経伝導速度と終末潜時を測定した。米国筋電図学会の診断基準¹⁾を参考に正中神経終末潜時遅延の有無を判定した。これらの結果から，I) 正中神経領域のしびれ，疼痛，または知覚鈍麻，II) 正中神経終末潜時の遅延の 2 つが認められる手を CTS 発症手と診断した。第 1 回調査時における 50 例 100 手を，両手ともに CTS 発症を認めない CTS (-) 群，どちらかの手に CTS 発症を認める片側 CTS 群，両手に CTS 発症を認める両側 CTS 群の 3 群に分類した。第 2 回調査時も同様の方法で CTS 発症手を診断した。しかし過去に手根管開放術を受け第 2 回調査時には CTS の症状・所見が消失している場合も，CTS 発症手に分類した。また第 1 回調査から第 2 回調査の間に死亡

した症例は死亡群に分類した。

2) 手根管開放術の方法と術後成績：第 1 回調査時に CTS 発症手と診断した 20 例 31 手と第 1 回調査から第 2 回調査までの期間に CTS が発症した 12 例 21 手に対して，直视下に手根管開放術を行った。これら合計 32 例 52 手の術後成績を第 2 回調査時に評価した。手根管部での屈筋腱鞘滑膜炎が著明な 19 例 30 手では手根管開放術と同時に可及的広範囲の滑膜切除をあわせて行った。

手根管開放術後の成績評価において前述した項目 I) と項目 II) が同時に認められる場合は CTS 再発例とした。

3) 術後 CTS 再発例の検討

再発群における臨床像の特徴を検討した。検討した項目は初回手術時の年齢，母指球筋萎縮の頻度，術後経過年数，シャント側の頻度，初回手術時の透析歴，正中神経の終末潜時と伝導速度である。

結 果

1) CTS の発症経過

第 1 回調査時における 50 例の内訳は，CTS (-) 群が 21 例 (42%)，片側 CTS 群が 15 例 (30%)，両側 CTS 群が 14 例 (28%) であった。各群の平均透析歴は CTS (-) 群が 9.5 年，片側 CTS 群が 11.1 年，両側 CTS 群が 11.5 年であり，透析歴が長くなるに従い CTS 発症率が増加する傾向にあった。第 2 回調査時における CTS 発症の有無は，CTS (-) 群が 3 例 (6%)，片側 CTS 群が 4 例 (8%)，両側 CTS 群が 23 例 (46%) であり，死亡群が 20 例 (40%) であった。

1988 年調査時における CTS (-) 群・片側 CTS 群・両側 CTS 群の各群ごとの CTS 罹患経過について検討した。CTS (-) 群の 21 例において 8 年後も未発症であったものは 3 例 (14%) であり，片側 CTS 発症が 4 例 (19%)，両側 CTS 発症が 9 例 (43%) であった。残り 5 例 (24%) は死亡していた。すなわち CTS (-) 群の生存者のほとんどが 8 年後には CTS を発症していた。1988 年調査時に片側 CTS 群であった 15 例は，6 例が両側 CTS を発症し，残り 9 例 (60%) は死亡していた。1988 年調査時に両側 CTS 群であった 14 例のうち 6 例 (43%) が死亡していた。

2) 手根管開放術の成績

術後経過期間は 6 カ月から 8 年 5 カ月で平均 5 年 4

カ月であった。術直後は32例52手すべてにおいて症状が著明に改善した。しかし第2回目調査時まで症状の寛解が継続して得られていたものは30手であり、10例13手では症状が再発し、うち5例7手では再手術を要した。また8例9手は死亡していた。手術において手根管開放術のみを行い滑膜切除を行わなかった22手では3手(13.6%)に再発を認め、9手(40.9%)に手指拘縮の発症を認めた。滑膜炎が著明で滑膜切除も行った30手では10手(33.3%)に再発を認め、22手(73.3%)に手指の拘縮を認めた。

3) 術後CTS再発例の検討

再発群10例13手は全手術例の25%に相当し、再発までの期間は3年7カ月から8年5カ月で平均7年3カ月であった。性別は男性4例、女性6例で、シャント側のみの再発が6例、非シャント側のみの再発が1例、両手に再発したものが3例であった。再発の認められない寛解群(30手)と再発群(13手)の臨床像を比較した。初回手術時の平均年齢は再発群52.1歳、寛解群43.4歳であり、麻痺の重症度を示す母指球筋の萎縮が再発群の31%に、寛解群の13%に認められた。これらの間には有意差を認め、再発群では初回手術時年齢が高く、麻痺の程度が強いものが多かった。術後経過年数・シャント側の割合・正中神経終末潜時には両群間で有意差を認めなかった。

考 察

近年、血液透析患者における手根管開放術の再発例が報告され、再発率は0.8%から17.5%であると報告されている²⁾³⁾。今回の結果では再発率は25%と高かった。再発群の臨床像の特徴として、初回手術時に高齢であり、麻痺の程度が強いものが多かった。また術後の経過年数が長く、シャント側に多く再発する傾向がみられた。今後はどの施設においても、術後経過年数が長くなるにしたがって再発例が増加してくるものと予想される。

透析患者に発症するCTSの病態には、シャント造設に伴う虚血と静脈うっ滞、uremic neuropathy、 $\beta 2$ Microglobulinの屈筋腱鞘滑膜への沈着などの因子が関わっていると考えられる⁴⁾。したがって直視下に手根管開放術を行う際には屈筋腱の滑膜切除を行った方が術後の再発率が少ない可能性がある。しかし我々の場合、滑膜炎が著しく滑膜切除を行った症例はCTSの重症度も高かったため、滑膜切除の有効性については今後の検討課題である。

血液透析に伴うCTSの長期予後についての報告は少ない⁵⁾。今回の調査結果では、透析歴が平均11年の患者群でCTS未発症の頻度は42%であるが、その8年後にはCTS未発症がわずか14%であった。調査時にCTSの症状があり、のちに手根管開放術を行った患者は術後全例で著明な症状改善が得られた。しかし8年後の再調査時まで症状寛解が継続して得られていたものは40%のみであった。残り30%は症状再発がみられ、13%では再手術を行って再び症状寛解を得ていた。

今回の調査で特徴的であったことは、平均11年の透析歴をもつ患者の8年後には30%が死亡していた点である。透析患者では透析歴に伴ってCTSの発症頻度が増加するとともに死亡率も増加していた。つまり手根管開放術の長期予後を考えるためには再発、生命予後を考慮する必要がある。現在のところ透析が原因のCTSは手根管開放術によって一旦症状は寛解するが、その8年後には約1/3が死亡、約1/3が再発、残り約1/3が寛解を継続しているということになる。手根管開放術の術後短期成績は良好であるが、永続的な手根管開放術の効果を享受できる症例はわずかであることが予想される。

結 語

1. 血液透析歴平均11年の患者50例を8年間経過観察しCTSの発症経過、治療成績を調査した。

2. CTS(-)群は42%であったが、それらの8年後は14%のみがCTS(-)、62%がCTS(+), 24%は死亡していた。手根管開放術の平均5年4カ月後の状態は、58%は寛解、25%は再発、17%は死亡していた。

3. 透析患者の手根管症候群の治療においては、再発と生命予後を含めた長期成績を理解することが望ましい。

文 献

- 1) Bentz, R. L., et al.: Carpal tunnel syndrome in dialysis patients. American J. Kidney Disease., 11: 473-476, 1988.
- 2) 前田 登 他: 長期透析例に発症した手根管症候群—再発例の検討—. 日手会誌, 10: 357-360, 1993.
- 3) 小林明正 他: 長期透析例における手根管症候群再発例の検討. 日手会誌, 11: 420-422, 1994.
- 4) Minami, A., et al.: Carpal tunnel syndrome in patients undergoing hemodialysis. J. Hand Surg.,

12A: 93-97, 1987.

- 5) 奥田良樹 他: 長期透析患者における末梢神経伝導速度の経時的変化について. 日手会誌, 6: 377-381, 1989.

質問 兵庫医科大学整形外科 山下 仁司
再発率の%が, 諸家の報告に比べて, 少し高い様に感ずるが, 再発の診断, 特に頸椎病変の合併の有無について調べていたらおしえて下さい.

回答 北海道大学整形外科 平地 一彦
わずかなしびれであっても電気生理学的に異常を示した例はCTS再発と判定した. 症状が軽度のものを含めているため, 高い再発率になったとお考えください. DSAで手術を受けていたのは50例中2例でした. 症状がDSAとCTSのどちらが原因なのか問題になることがあるが, この2例では鑑別は容易であった.

質問 仙台徳洲会病院整形外科 加藤 隆三
Clinicalに具体的にはどのような対策をとっていますか.

回答 北海道大学整形外科 平地 一彦
長期的な予後を知ることができたが, 治療方針を変えることは予定していない. 長期的予後を理解することは治療を行う上で重要なことと考えている.

質問 和歌山医科大学 谷口 泰徳
①透析歴の再発の原因は?
②再発防止の手段としてどのような方法があるか.

回答 北海道大学整形外科 平地 一彦
Uremic neuropathyによって神経の脆弱性が進行することに加え, $\beta 2$ マイクログロブリンが手根管内に再沈着することが主な原因と思われる. 成績向上を期待して, 滑膜炎の著しいものには滑膜切除を併用したがその効果ははっきりしなかった. 生存し現状の透析を継続する以上, ほとんどが再発するものと予想される.

長期透析患者における手根管症候群再手術例の検討

福岡大学医学部整形外科教室

副 島 修・藤 沢 基 之
飯 田 博 幸・内 藤 正 俊
緒 方 公 介

Recurrent Carpal Tunnel Syndrome in Long-term Hemodialysis Patients Undergoing Reoperation

Osamu Soejima · Motoyuki Fujisawa · Hiroyuki Iida
Masatoshi Naito & Kosuke Ogata

Eleven hands demonstrating recurrent carpal tunnel syndrome in nine long-term hemodialysis patients were evaluated in terms of 1) the length of the hemodialysis period to onset, the initial operation, and the 2nd operation, 2) the pre-operative findings, 3) the relationship between the side of symptoms (e.g. right or left) and the arteriovenous fistula's side, 4) complications related to hemodialysis, 5) the operative and histological findings. The mean period was 5.8 years from the initial operation to the recurrence. The recurrent patients also had significantly more severe subjective findings than those of the initial operative patients at pre-operation. However, no significant correlation was observed between the recurrent and initial operative groups regarding the hemodialysis duration to onset and the initial operation, the objective findings at pre-operation, and the side of the arteriovenous fistula. There also tended to be more complications related to hemodialysis in the recurrent group than in the initial operative group, although the difference was not significant. At operation, scar like membranous tissue was observed on the median nerve and the median nerve also adhered tightly to both the membranous tissue and the radial wall of the carpal canal. Based on a histological examination, amyloid deposition was observed in about half of the cases in the recurrent group, but in all of the cases in the initial operative group. In conclusion, the main factors of recurrence for carpal tunnel syndrome in long-term hemodialysis patients may thus be the new formation of scar like membranous tissue and the adhesion of the median nerve in the carpal canal.

はじめに

長期透析患者に手根管症候群が高率に合併し外科的治療が行われているが、透析治療が開始されて30年近く経過した近年、再手術例の報告が散見されてきた³⁾⁶⁾¹⁰⁾。今回透析患者の手根管症候群再手術例の臨床像を明らかにし再発の要因を見出すべく、当科で経験した症例の検討を行った。

対象と方法

94年から97年4月までに当科において手術施行した透析患者の手根管症候群25例30手について検討を加えた。再手術例(以後再発群)は初回手術後症状の改善を認めなかった1例2手を除いた9例11手で、全手術例の36.7%を占めていた。男性1例2手、女性8例9手、手術時平均年齢57.6歳であった。初回手術は2例2手が当科、7例9手が他医で施行されており、

Key words : carpal tunnel syndrome, recurrence, reoperation, hemodialysis

Address for reprints : Osamu Soejima, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Fukuoka University School of Medicine, Fukuoka 814-80, Japan.

術式は鏡視下開放術1手, 他は従来法にて施行されていた. なお再手術は全例従来法で行った.

検討した項目は, 1) 症状初発/初回手術/再手術までの透析期間, 2) 術前自覚所見, 3) シヤント側との関係, 4) 透析アミロイドーシスに起因した合併症の有無, 5) 術中所見と病理所見である. なお同時期に施行した透析患者の手根管症候群初回手術例(以後初回群)15例17手(男性13例14手, 女性2例3手, 手術時平均年齢56.9歳, 鏡視下開放術10手, 従来法7手)と再発群の比較を行った項目については, t検定/カイ2乗検定を用いて有意差検定を行った.

結 果

1) 透析期間の比較: 症状初発までの期間は再発群13.1年, 初回群14.9年, 初回手術までの期間は再発群14.2年, 初回群16.1年で両群間に有意差を認めなかった. 再発群の初回手術から症状再発までの期間は5.8年, 初回手術から再手術までの期間は6.3年であった.

2) 術前自覚所見: 疼痛/シビレ感等11項目各5段階の質問形式であるレビンらの症状スケール⁵⁾を用いた自覚症状の比較において, 再発群45.6点, 初回群29.3点と再発群のほうが有意に強い自覚症状を有していた. 他覚所見の比較では, 短母指外転筋力/握力/ピンチ力/SWモノフィラメントテスト/m2PD/正中神経終末潜時に関して検討を行ったが, 両群間に有意差を認めなかった (Table 1).

Table 1 Pre-operative findings (Mean±SD)

	Recurrent Group (11 hands)	Initial Operative Group (17 hands)
Subjective Findings		
Levine's scale	45.6±3.5*	29.3±7.5
Objective Findings		
APB-MMT	3.9±0.5	3.9±0.6
Grip (kg)	8.0±6.2	8.8±4.6
Pinch (kg)	3.8±1.4	3.2±1.5
SW (No)	9.1±4.1	10.8±5.9
m2PD (mm)	8.5±4.0	8.7±4.2
DML (msec)	8.5±2.8	7.7±3.3

*Statistically significant difference between the recurrent and initial operative groups: $p < 0.0001$ (unpaired t-test). APB: Abductor pollicis brevis muscle, MMT: manual muscle testing, SW: Semmes-Weinstein monofilament, m2PD: moving 2 point discrimination, DML: distal motor latency.

3) シヤント側との関連: 術時シヤント側発症は再発群11手中6手54.5%, 初回群17手中9手52.9%と, シヤント側と症状発症との関連は認められなかった.

4) 透析アミロイドーシスに起因した合併症の有無: 再発群の全例, 初回群の9例60%に透析アミロイドーシスに起因する合併症を認め, その内訳は, 破壊性頸椎症; 再発群6例66.7%, 初回群7例46.7%, 狭窄性腱鞘炎; 再発群6例66.7%, 初回群6例40.0%, 透析肩; 再発群4例44.4%, 初回群1例6.7%であった. 再発群で合併症が多い傾向にあったが, 統計学的には相関関係は認められなかった.

5) 術中所見と病理所見: 再発群11手の手術所見は, 正中神経の癒着/圧迫は全例に認められたが, 癒着の程度が強いものに対して, 圧迫の程度は軽度のものが多かった. 7手63.6%には初回手術で切離されたと思われる靭帯間に癒着様の膜組織を認めた. 靭帯切離不全は3手27.3%に認められ, また明らかな滑膜の増殖が認められたものは3手27.3%のみであった. 術中切離採取した組織の病理検索にて, 6手54.5%にアミロイドの沈着が確認されたが, 初回群では全例に沈着を認めた (Table 2).

6) 代表症例: 初回手術時58歳女性, 透析歴5.5年で症状初発し従来法にて手根管開放術施行. 初回手術時の術中写真で, 横手根靭帯は完全に切離されている. 初回手術後8年で症状再発し再手術施行したが, 切離した靭帯部分に癒着様の膜組織を認め, 神経はこの膜組織および手根管棧側壁と高度に癒着していた (Fig. 1). 切離した膜組織のH-E染色標本では, 通常の滑膜や靭帯とは異なる炎症の強くない, 変性した結合組織像を呈していた (Fig. 2).

Table 2 Operative and histological findings of the recurrent group

Nerve adhesion	11 cases (100%) Marked: 4, Moderate: 4, Mild: 3
Nerve constriction	11 cases (100%) Marked: 0, Moderate: 2, Mild: 9
Membranous tissue	7 cases (63.6%)
Remain of the TCL	3 cases (27.3%)
Synovial hypertrophy	3 cases (27.3%)
Amyloid deposition	6 cases (54.5%)

TCL: Transverse carpal ligament

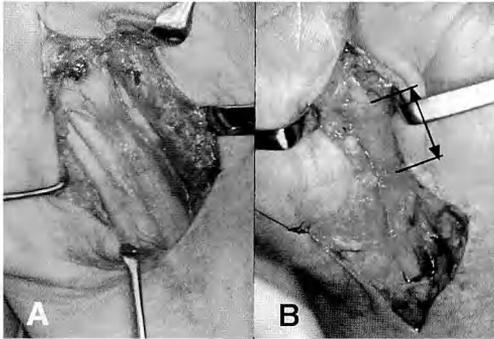


Fig. 1 Operative view of a typical case. A) The transverse carpal ligament was completely resected at the initial operation. B) Scar like membranous tissue was observed on the median nerve and the median nerve also adhered tightly to this membranous tissue and to the radial wall of the carpal canal at the second operation.

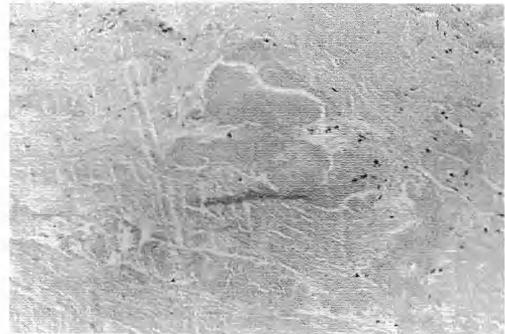


Fig. 2 Histology of the membranous tissue (H.E. ×400). A degenerated connective tissue like appearance is observed which differs from the synovial and ligamentous tissue with few inflammatory changes.

考 察

透析患者の手根管症候群術後再発率は3.8%から18%³⁾⁴⁾⁶⁾¹⁰⁾¹²⁾と報告されているが、特発性手根管症候群の再発率と同程度であったとする前田らの成績以外はいずれも10%を超えており、特発性のそれより非常に高率であると思われる。また初回手術から再発までの期間については、当科において平均5.8年と諸家の報告とほぼ同様であり、初回手術後も5年以上の長期経過観察が必要であると思われる。

今回の検討では再発群における特徴的な他覚所見を見出すことは出来なかったが、再発群は有意に強い術前自覚症状を訴え、また長期透析に起因する合併症も多い傾向にあった。腎不全に伴うuremic neuropathyが透析療法にて改善されないことが判明してきており¹⁾²⁾¹³⁾、uremic neuropathyと手根管症候群発症、再発との関連が指摘されている⁷⁾¹¹⁾。さらに破壊性頸椎症の合併によるsubclinicalなdouble crush syndromeの関連も推測され、再発群の背景としてこれらの関与による神経易損傷性の存在が考えられる。

透析患者における手根管症候群再発の要因として、初回手術後のアミロイド沈着に起因する滑膜あるいは腱鞘炎による神経の再絞扼とする説が現在有力であるが³⁾⁶⁾¹⁰⁾、今回の検討ではアミロイドの沈着は再発群では約半数(6手, 54.5%)にしか認められなかった。

透析開始から初回手術までは15年程度を経過しているのに対し、初回手術から症状再発までは約5年であり、この間に症状を惹起するようなアミロイドの沈着が急速に起こっているとは考えにくい。また明らかな滑膜の増殖は3手(27.3%)のみで、神経圧迫もほとんどは中程度から軽度な圧迫であった。島田らは、組織像にてアミロイド沈着の周囲に必ずしも炎症細胞浸潤や血管増生が認められない事より、アミロイド沈着が直接的な神経障害や腱鞘滑膜炎の原因ではなく、長期透析患者の滑膜組織上に起こる単なる変化の一つである可能性を示唆しており¹¹⁾、アミロイド沈着に起因する神経の再絞扼は、再発の助長因子となっても主因ではないと考えられた。シャント側との関連について、前田らは再発例は全例シャント側発症であり、長期間の静脈圧上昇が滑膜炎を増長させ症状再発を引き起こす可能性を示唆しているが⁶⁾、今回の検討ではシャント側との相関関係は認められなかった。

当科内藤は再手術例において、初回切離した部位に癒痕様組織が再生していたと報告しており⁸⁾、以後同様な癒痕様膜組織の再生の報告例が散見される³⁾¹⁰⁾。今回の検討にても、7手(63.6%)に初回切離されたと思われる部位に癒痕様膜組織を認めた。さらにこの膜組織あるいは手根管内での神経の癒着を全例で認め、その約半数が高度な癒着を呈していた。初回手術操作後の癒痕形成は容易に想像される所であり、長期透析によるuremic neuropathyやsubclinicalなdouble

crush syndrome を背景とした神経易損傷性の存在に加え、初回手術後の癒痕様膜組織の再生と、同組織あるいは手根管内での神経の強い癒着が症状再発の主因ではなかろうかと推測された。さらに再発阻止の為に、特に長期透析患者の手根管症候群においては初回手術後の神経癒着を防止すべく、初回手術時に atraumatic な手技に留意することは言うまでもなく、癒着形成を助長するような滑膜切除術、神経剥離術等は極力避けるべきと考えられた。

ま と め

1. 当科で経験した長期透析患者の手根管症候群再手術例 9 例 11 手の検討を行った。
2. 症状再発までの期間は平均 5.8 年であった。
3. 再手術例は初回手術例と比べ強い術前自覚症状を有し、透析に起因した合併症も多い傾向にあった。
4. 神経易損傷性に加え、膜様組織の再生と神経癒着が再発の要因と推測され、初回手術後の癒着を防止するよう特に留意する必要性が示唆された。

文 献

- 1) Asbury, A. K., et al.: Uremic neuropathy. Peripheral neuropathy, 2nd ed. Saunders, 1811-1823, 1984.
- 2) Jebson, R. H., et al.: Natural history of uremic polyneuropathy and effects of dialysis. N. Engl. J. Med., 277: 327-333, 1967.
- 3) 小林明正 他: 長期透析例における手根管症候群再発例の検討. 日手会誌, 11(3): 420-422, 1994.
- 4) Kurer, M. H. J., et al.: Musculoskeletal manifestations of amyloidosis. J. Bone Joint Surg., 73B(2): 271-276, 1991.
- 5) 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., 75A(11): 1585-1592, 1993.
- 6) 前田 登 他: 長期透析患者に発症した手根管症候群—再発例の検討—. 日手会誌, 10(3): 357-360, 1993.
- 7) 三並明雄 他: 長期透析患者に発症した手根管症候群について. 整形外科, 37: 1731-1735, 1986.
- 8) 内藤正俊: 血液透析患者の骨/関節合併症—透析アミロイドーシス症を起因とする疾患を中心に—. 日整会誌, 66: 1084-1090, 1992.
- 9) 小倉 卓 他: 長期透析患者における手根管症候群について. 整形外科, 44: 1459-1464, 1993.
- 10) 奥津一郎 他: 長期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—. 日手会誌, 13(4): 655-658, 1996.
- 11) 島田幸造 他: 透析患者における手根管症候群—電気生理学的及び病理組織学的検討—. 中部整災誌, 38(3): 723-724, 1995.
- 12) Teitz, C. C., et al.: Results of carpal tunnel release in renal haemodialysis patients. Clin. Orthop., 198: 197-200, 1985.
- 13) Thomas, D. S.: Screening for peripheral neuropathy in patient treated by chronic hemodialysis. Muscle Nerve, 1: 396-399, 1978.

質 問 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
観血手術（初回手術時）の後療法をおしえて下さい。

回 答 福岡大学整形外科 副島 修
初期の数例では 1 週間程度の手関節掌側シーネ固定を行ったが、その後は術直後より手関節自動運動を行わせている。

追 加 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
われわれは手根管を最大限拡大した位置で治癒させるために、鏡視手術直後より自動運動を行わせている。

質 問 済生会新潟第二病院 牧野 正晴
再発例にもアミロイドの沈着が認められたが、これらの例で初回手術から再手術までの間に透析膜の改善（ β_2 -microglobuline 血清値を低下させる膜）はなされていたのか。透析膜の改良が手根管症候群発症の予防になると考えられる。

回 答 福岡大学整形外科 副島 修
透析膜の検討は今回行っていないが、膜様組織の再生と神経癒着が症状再発の要因として推測されたので、透析膜の改良によって手根管症候群再発が予防できるとは考えにくい。

長期血液透析例に発症する手部の諸問題

— 新しい疾患概念 SLACS —

日本赤十字社医療センター整形外科

奥津一郎・浜中一輝
赤津昇

埼玉医科大学整形外科科学教室

二ノ宮節夫

東京大学医学部整形外科科学教室

高取吉雄

Hand Problems in Long-term Haemodialysis Patients — SLACS —

Ichiro Okutsu · Ikki Hamanaka · Noboru Akatsu
Setsuo Ninomiya & Yoshio Takatori

During the past six years, we have operated 26 hands in 25 long-term haemodialysis patients who complained of dorsal wrist pain on the extensor retinaculum area. The chief complaints of these patients were spontaneous pain, pain on motion, swelling, tenderness and restricted finger and wrist movement. The mean duration of the haemodialysis was 17.8 years. The shunt side was affected in 19 hands. The operations were performed under local anesthesia without pneumatic tourniquet on an out-patient basis. All of the compartments of the extensor retinaculum area were resected and opened and the synovial sheath was resected. Biopsied specimens were analyzed pathologically and revealed a high degree of β_2 -microglobulin amyloid deposition. The mean follow-up period was 24 months. All patients expressed satisfaction with their postoperative clinical state.

はじめに

長期血液透析を受けている患者に、アミロイドーシスの一分症として手根管症候群²⁾³⁾⁷⁾、肩インピンジメント症候群¹⁾⁴⁾⁶⁾やバネ指が発症することは広く知られている。しかし、手の伸筋支帯部に腫脹や自発痛を引き起こして手指の機能を強く障害することは知られていない。今回、われわれは、この様な病態をアミロイドーシスと解剖学的観点から考察し、新しい疾患概念 SLACS⁵⁾として発表する。

症例および方法

日本赤十字社医療センターにて、1990年より1997年3月の7年間に手の伸筋支帯部の疼痛（自発痛、運動痛、圧痛）、腫脹、および手指の機能障害を主訴として来院、手の伸筋支帯の開放手術を受けた患者は25症例26手である。罹患側は左手19手、右手7手であり、シャント側の発症は19手（73%）であった。患者は40歳から73歳で平均年齢±標準偏差は54.5±9.10歳、透析期間は7年から24年で平均透析期間±

Key words: synovial-ligament-amyloidosis-complex syndrome, SLACS, long-term haemodialysis, amyloidosis, wrist pain

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.

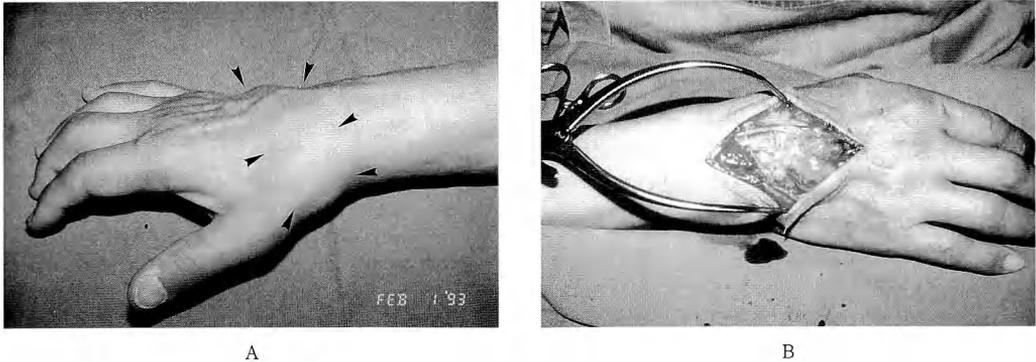


Fig. 1 N.O., 45 years old, male.
 Patient suffered from chronic renal failure and had been receiving haemodialysis for 20 years.
 A. Swelling is observed on the site of extensor rerinaculum (arrow heads).
 B. Synovial thickening: Rheumatism-like synovial thickening is shown.

標準偏差は 17.8 ± 4.70 年であった。追跡期間は最短3カ月から最長5年10カ月で平均期間 \pm 標準偏差は 23.8 ± 21.5 カ月であった。

診断は、伸筋支帯部の疼痛（自発痛、運動痛、圧痛）、腫脹および物が把持しにくいなど手指の運動機能障害が存在することから行い、手術適応は臨床症状より決定した (Fig. 1A)。

手術は局所麻酔 (1% epinephrine 入り lidocaine, 20ml) あるいは静脈麻酔 (1% lidocaine, 20ml) で行った。局所麻酔では、空気止血帯を用いず、静脈麻酔では空気止血帯使用下に行った。皮膚切開は、シャントの存在、あるいは手背の静脈の走行状態により伸筋支帯部の横切開または縦切開で症例に応じて選択した (Fig. 1B)。全てのコンパートメントにおける伸筋支帯を切除、開放して、伸筋腱への絞扼を取り除いた。伸筋腱滑液鞘も同時に切除した。皮膚縫合は通常の手の外科手術と同様に行い、術後の固定は行わなかった。術後直ちに患手の使用を許可した。後療法は特別なことは行わなかった。

伸筋支帯部の疼痛（自発痛、運動痛、圧痛）および腫脹について評価した。

手術に際して採取した検体より amyloid および β_2 -microglobulin の存在を検索した。また、過去に透析アミロイドーシスに関連した手根管症候群、バネ指および肩インピンジメント症候群など上肢手術の既往があるか否かを調査した。

結 果

1. 術中所見：局所を展開すると、伸筋腱滑液鞘は伸筋支帯部で絞扼され、その中枢ならびに末梢側は腫脹していた。症例によっては伸筋腱自身にも白色物質が沈着、腱が膨隆しているのが見られた。また、腱組織が一部断裂している症例もあった。この所見はリウマチ患者に見られる伸筋腱滑液鞘炎の所見に類似していた。

2. 術後、術前に存在した伸筋支帯部の疼痛（自発痛、運動痛、圧痛）および腫脹は、全例で消失、改善した。追跡期間中に再発した症例は無かった。

3. 手指の関節可動域制限および日常生活動作上の障害を術前、全例において訴えていた。しかし、機能障害についての客観的な評価は、既往に手根管症候群やバネ指があり、そのための関節拘縮が臨床症状に加わっていたため困難であった。一般的な傾向としては、術後に手指が使いやすくなったと表現していた。

4. 術中合併症はなかった。術後、患部からの後出血や、シャント側の手術においてもシャントの閉塞が起こる等の合併症はなかった。しかし、創の離開が2例でみられた。一例では1カ月、他の一例では3カ月で自然に創が閉鎖して治癒した。

5. 伸筋支帯からは amyloid 89% (17/19)、 β_2 -microglobulin 89% (16/18)、伸筋腱滑液鞘からは amyloid 89% (17/19)、 β_2 -microglobulin 84% (16/19) が証明された。

6. 手根管症候群 22 症例、88% (33 手); バネ指 6

症例, 24% (25 指); 肩インピンジメント症候群 13 症例, 52% (19 肩) の既往手術歴があった。

考 察

伸筋腱は伸筋支帯部では, 骨性構造物と靭帯様組織で構成される管腔の中を通過している。この部分で靭帯, 伸筋腱や伸筋腱滑液鞘に amyloid が沈着すれば, 管腔構造の相対的狭小化が発生して疼痛 (自発痛, 運動痛, 圧痛) を引き起こす。A₂-pulley 部においては, 同様の発症メカニズムによりバネ指が発症する。これらの疾患では靭帯様組織を切離すれば, 圧迫は取り除かれて症状は改善する。他方, 手根管部においても同様の発症メカニズムにより, 手根管内圧が上昇して, その結果, 手根管内を通過している正中神経が圧迫されて手根管症候群が発症する³⁾⁷⁾。手根管症候群の場合には, 神経の圧迫症状が臨床症状の前面に表れる。治療も靭帯組織 (屈筋支帯) を切離するなど同様である²⁾。

このように滑膜 (synovium), 靭帯 (ligament) と骨性構造物により構成される管腔構造部分に透析由来の amyloid が沈着⁴⁾, これらが complex (複合) した結果, 管腔の相対的狭小化をなし, 整形外科的には靭帯の切除で治療されるような疾患群を総称して Synovial-Ligament-Amyloidosis Complex Syndrome (SLACS) と呼ぶことが出来るのではないかと考えている⁵⁾。

ま と め

長期血液透析患者の伸筋支帯部に疼痛, 腫脹および手指の機能障害を来す疾患について報告した。本疾患は透析 amyloidosis と解剖学的特徴を有する部位に両者が複合して発症し, 整形外科的には, 靭帯様組織を切離することで治療できる。上肢ではバネ指, 肩インピンジメント症候群, 手根管症候群, 肘部管症候群などもこの疾患概念に含むことができ, これらの疾患群を総称して SLACS と呼ぶことができるのではないかと考えている。

文 献

- 1) Bernageau, J., et al.: Magnetic resonance imaging findings in shoulders of hemodialyzed patients, Clin. Orthop., 304 : 91-96, 1994.

- 2) Okutsu, I., et al.: Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. Arthroscopy, 5 : 11-18, 1989.
- 3) Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 71A : 679-683, 1989.
- 4) Okutsu, I., et al.: Endoscopic management of shoulder pain in long-term haemodialysis patients. Nephrol. Dial. Transplant., 6 : 117-119, 1991.
- 5) 奥津一郎 他: 仮称 synovial-ligament-amyloidosis complex syndrome (SLACS). 第 36 回日本透析療法学会抄録集, p.329, 1991.
- 6) 奥津一郎: 透析患者における肩痛および肩関節拘縮の内視鏡的治療. 別冊整形外科, No.30 整形外科鏡視下手術の評価と展望, 編集小野村敏信, 南江堂, 東京, 2-6, 1996.
- 7) Okutsu, I., et al.: Complete endoscopic carpal tunnel release in long-term haemodialysis patients. J. Hand Surg., 21B : 668-671, 1996.

質 問

聖マリアンナ医科大学整形外科 木村 元

症例の平均年齢, 平均透析期間が, 手根管症候群のそれより若く, 長い印象を受けますが, 透析開始年齢が若く, 長期間の患者に SLACS は生じやすい傾向にあるのでしょうか。

回 答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎

透析患者における手根管症候群の平均発症年齢は 54~55 歳であり, 平均透析期間は 14~15 年です。したがってほぼ同時期に発症しています。ただし, 発症頻度は明らかに低いと考えます。

質 問 兵庫医科大学整形外科 山下 仁司

- ・手術の適応について
- ・保存療法はどのようなことをしているのか? (特にステロイドは使用しているか)

回 答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎

口演中でも述べましたが, 疼痛などの臨床症状より決定しました。非ステロイド性消炎鎮痛剤の内服や貼付剤は, ほとんど効果がありません。また, ステロイド剤の局所注入などは, 腱断裂のおそれがあるため, 行っていません。

透析患者の手根管症候群再手術例について

井上病院

平林伸治・井上隆

Reoperation for Carpal Tunnel Syndrome with Hemodialysis Patients

Shinji Hirabayashi · Takashi Inoue

Seventeen hands with 16 patients, with reoperation for carpal tunnel syndrome between 1989 and 1996 were studied. First operation was performed by release of flexor retinaculum and by flexor tenosynovectomy. 166 hands were dealt with. Those mean (\pm SD) age was 56.0 ± 9.3 year, mean (\pm SD) maintaining hemodialysis period was 14.4 ± 4.2 year, and mean (\pm SD) follow up period was 3.9 ± 2.4 year. Second operation was performed by 9 men and 7 women, and at 3.9 ± 2.4 year, ranged from 1.16 and 6.91, after first operation. Causes of recurrence were regrowth of flexor retinaculum with 29.4%, compression and adherent to the median nerve by tenosynovitis with 58.8%, incomplete release with 5.9%, and encasement by scar tissue with 11.8%. An incidence of second operation was 17/166 (10.4%).

はじめに

慢性腎不全に対する透析治療は一般的となった。透析患者数は増加しているが、その内訳は(1)高齢者の透析導入が増えたこと、(2)血液透析治療の進歩により、患者の生命予後は改善し維持透析期間が徐々に長期化していること、(3)腎移植治療は数に限界があることである。透析治療は多くが患者数50-100人程度の規模の施設で行われており、透析施設以外へ合併症による治療を依頼される機会は増加した。

血液透析患者の手根管症候群は10年以上の長期透析患者に多く生じる合併症である。外来診療で手根管症候群の手術を受け、術後症状は改善していたがさらに数年の透析治療を続けるうちに、再び指のしびれや夜間痛を生じ手術を行う必要が生じている。再発時は、特発性の症例に報告されているような¹⁾靭帯の切離が不十分な例ばかりではなく透析治療による問題と考えられたので報告する。

当院は血液透析治療施設であり、透析導入から維持透析までを一貫して行っている。患者は転居、転院を

除き移動が少なく、透析のために通院をしており、ほぼ同じ透析条件である。手根管症候群の予後再発の経過を知る上で都合がよい。さらに、透析治療の特異性について検討する。

対 象

平成1年から8年の間に手根管症候群の138例216手の手術治療を行った。初回199手、2回は17手である。男75人、女63人。そのうち、引き続き経過観察の可能な115例166手を対象とした。転院した例は除外した。経過中に死亡した症例は含めた。

手術は、玉田・喜多・平林の3人が担当した。手術方法は、手掌から手関節近位まで皮切を加える古典的な方法で、可及的に滑膜切除を行った。平成4・5年には11例の鏡視下による初回手術を行ったが平成6年以降は行っていない。平成8年からは手掌内皮切にて同様に行っている。

初回手術時の年齢は 56.0 ± 9.3 歳、術後経過期間 3.9 ± 2.4 年、手術までの透析期間 14.4 ± 4.2 年である。透析治療の原因となった疾患は、慢性糸球体腎炎80、

Key words: carpal tunnel syndrome, reoperation, hemodialysis, chronic renal failure

Address for reprints: Shinji Hirabayashi, M.D., Inoue Hospital, 16-17 Enoki-cho, Suita City, Osaka 564, Japan.

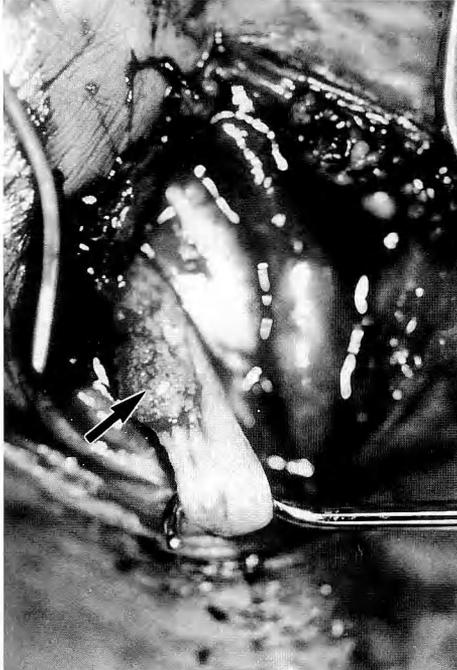


Fig. 1 Arrow shows the tenosynovitis around and into the flexor tendon.

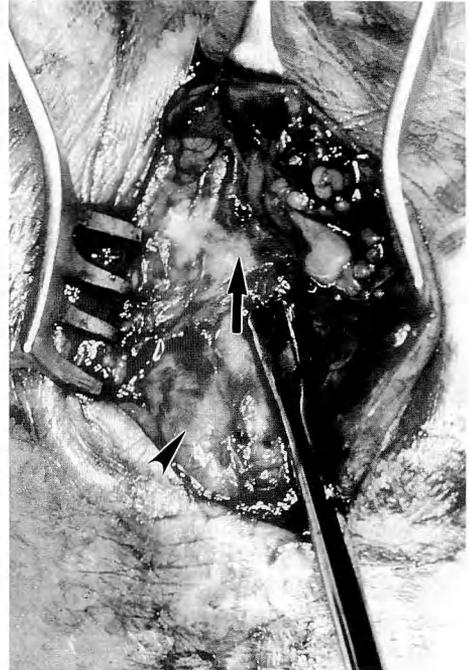


Fig. 2 Arrow shows the regrowth of the flexor retinaculum. Arrow head shows the median nerve.

糖尿病 9, 妊娠中毒症に伴う腎炎 6, ネフローゼ 4, 多発性嚢胞腎 3, SLE 2, 腎結核 2, 腎硬化症 1, 腎盂腎炎 1, 高血圧症 1, 不明 6 である。

結 果

再発手術を行った例は, 16 例 17 手である。男 9 人, 女 7 人。初回から 2 回までの期間は 3.13 ± 1.61 年 (1.16-6.91), 手術時の透析期間は 17.2 ± 4.03 年で 6/17 手では 19 年以上であった。原因疾患は, 慢性糸球体腎炎 10, 妊娠中毒症に伴う腎炎 3, ネフローゼ 1, 不明 2 である。

手術時における手根管内の変化は,

- (1) 腱鞘炎が強く神経と癒着している (58.8%) (Fig. 1).
- (2) 靭帯様組織が再生されている (29.4%) (Fig. 2).
- (3) 靭帯の切離不足 (5.9%) .
- (4) 癒痕組織が神経を圧迫 (11.8%) のいずれかの所見を得た。腱鞘滑膜には全例アミロイド沈着を認めた。

考 察

透析患者の手術治療を考える場合は, 透析患者の予後について知っておく必要がある。さらに, 透析治療の経過と特異性を抜きにはできないが, 整形外科医には透析治療の情報が少なく十分な判断ができない。そこで, 我々の施設における予後と手根管症候群について検討した。透析患者の生命予後はすでに報告されている²⁾。

(1) 透析導入が 65 歳以上の症例はその生存率は 1 年 63.1%, 3 年 46.5%, 5 年 33.0% で, 一方透析導入が 65 歳未満の症例は 1 年 84.5%, 3 年 71.6%, 5 年 65.1% である。透析導入が 65 歳以上の高齢になると透析治療の予後が悪い。

(2) 透析導入の原因となった疾患が慢性糸球体腎炎 (40.9%), 妊娠中毒に伴う腎炎などは予後がよく, 糖尿病 (31.1%), 腎硬化症 (6.6%) は悪い。当院における平成 7 年度の 10 年以上の長期維持透析患者は, 多くは慢性糸球体腎炎による腎不全で 30-50 歳に透析導入された症例である。

手根管症候群の手術例における平均年齢 56.0 歳,

平均透析年数 14.4 年はまさにその年齢であり、腎不全の原因疾患で手術例に占める割合は慢性糸球体腎炎 (69.6%)、糖尿病 (7.8%) と良く反映されている。手根管症候群の手術を必要とする症例は、予後の良好な対象である。

また、本研究の対象の中で経過観察中に 7 例が死亡した。それらは、手術時年齢 65.4 ± 9.2 歳 (48.3-74.2)、透析期間は 11.5 ± 4.0 年 (6.9-20.9) である。初回手術の平均年齢より高く、平均透析期間より短い。中でも、48.3 歳と若くて透析期間の短い症例は糖尿病例であり、また多くは高齢者を手術した結果である。

再発の増加については鏡視下手術での報告³⁾がされたが、open surgery でも再発は生じており、再発の手術時における所見は、靭帯の再生、腱鞘滑膜炎による圧迫であった。その際は、肩、股、膝関節を初めとして全身の関節内や腱鞘滑膜に炎症を生じており、局所的に対応しても再度出現してくると思われる。そのため、初回手術から再手術まで平均 3.7 年を要しているが、手根管における滑膜炎の増加、靭帯の再形成に要する時間であると考えられる。

手根管症候群患者は生命予後が良いので、初回手術時に滑膜炎が強ければ再発例が増加すると推察される。そこで、初回に滑膜切除すべきかの検討が必要である。滑膜切除について、上肢にシャント、上腕に人工血管の使用があるので、駆血・伝達麻酔が困難な場合があり徹底した滑膜切除が行いにくい、全身麻酔までを考慮して、手関節近位もふくめ徹底的な滑膜切除を行う

か、簡単な局所麻酔で数回の手術を行うのがよいかを選択する問題となる。再手術前に指の伸展障害のある場合は滑膜炎が強くと、手術時にさらに滑膜切除すると指の痛みが減少することもあり、再手術時にも滑膜切除を行っている。

ま と め

再手術時における滑膜炎、靭帯様組織の再形成を考え併せると初回の手術は手掌内で十分可能であるが滑膜切除は必要である。靭帯は神経の直上で、切離切除すると後日滑膜炎により神経が皮膚直下にて圧迫され再手術時に困難を生じた。透析患者では再手術は手術症例の 17/166 (10.4%) に生じた。

本研究にあたり玉田善雄、喜多義将両医師に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Cobb, T. K., et al.: Outcome of reoperation for carpal tunnel syndrome. J Hand Surg, 21A : 347-356, 1996.
- 2) 森田有津子, 三木隆己: 高齢透析患者の予後. 前田貞亮他編, 高齢者の透析, 東京, 日本メディカルセンター, 1995, 223-230.
- 3) 奥津一郎 他: 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—. 日手会, 13 : 655-658, 1996.

手根管症候群の鏡視手術における 屈筋支帯切離範囲と手根管内圧

日本赤十字社医療センター整形外科

浜 中 一 輝・奥 津 一 郎
林 達 夫

埼玉医科大学整形外科教室

田 邊 恒 成・二ノ宮 節 夫

Carpal Canal Pressure Measurements with Partially Remaining Flexor Retinaculum

Ikki Hamanaka · Ichiro Okutsu · Tatsuo Hayashi
Tsunenari Tanabe & Setsuo Ninomiya

We measured carpal canal pressure step by step before, during and after releasing the volar structures of the carpal canal. Carpal canal pressure measurements were performed preoperatively, intraoperatively and postoperatively.

Measurements were performed in resting position and with power active grip on 35 hands in 28 carpal tunnel syndrome patients. We compared the data at each step and statistically analyzed the results. Carpal canal pressure is significantly reduced with the release of each successive structure with power active grip.

目 的

手根管症候群の観血手術において、屈筋支帯遠位部分の切り残しによる不十分な回復や再発が問題となっている。一方、鏡視手術が広く行われるようになり、観血手術同様に、不十分な屈筋支帯の切離による不十分な除圧の可能性も増してきた。今回、われわれは鏡視手術に際して、屈筋支帯および奥津らの言う distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (DHFFR)¹⁰⁾ をはじめとする手根管掌側組織の切離を段階的に行い、各時点の手根管内圧測定結果を比較検討したので報告する。

症例および方法

手根管掌側組織の切離を段階的に行い、内圧測定を行った症例は、男性 17 症例 21 手 (右側 6 症例 6 手, 左側 7 症例 7 手, 両側 4 症例 8 手), 女性 11 症例 14 手 (右側 5 症例 5 手, 左側 3 症例 3 手, 両側 3 症例 6 手) の合計 28 症例 35 手であった。その内訳は特発例 6 症例 8 手, 長期血液透析例 22 症例 27 手で平均年齢は 56.6 (42-74) 歳であった。手根管内圧測定は局所麻酔下 (1% lidocaine 10ml) に continuous infusion technique を用いて空気止血帯を用いずに、安静位と指最大自動屈曲位にて行った^{2)~6)8)}。内圧測定は、術前と USE system を用いて屈筋支帯の遠位 1/2 を切り残した状態、屈筋支帯の遠位 2mm を切り残し

Key words: Universal Subcutaneous Endoscope system, continuous infusion technique, carpal canal pressure measurement

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

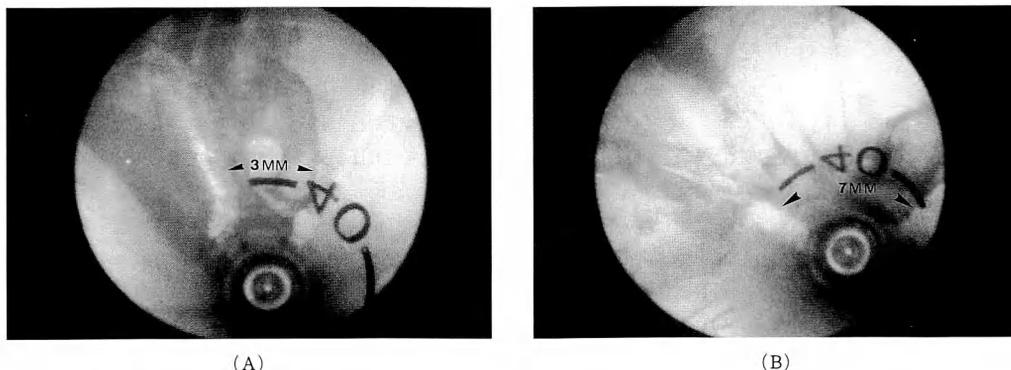


Fig. 1 Endoscopic view

(A) After release of the flexor retinaculum alone (Arrow shows the sectioned ends of the flexor retinaculum and distance between sectioned ends is about 3mm)

(B) After release of the distal holdfast fibers of the flexor retinaculum (Arrow shows the sectioned ends of the flexor retinaculum and distance between sectioned ends is about 7mm)

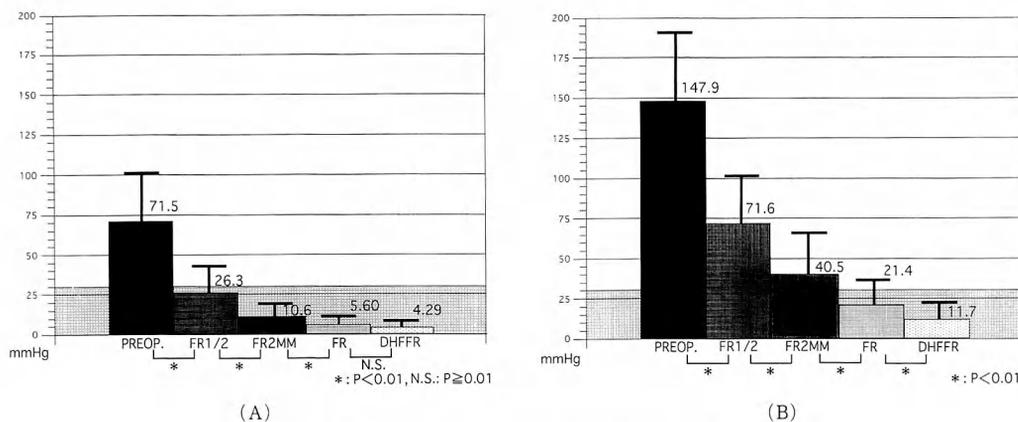


Fig. 2 Carpal canal pressure measurement results

(A) Resting position
(B) Power active grip

た状態、屈筋支帯を全て切離した状態 (Fig. 1A)、さらに DHFFR を切離して手根管の完全開放を行った状態で行った (Fig. 1B)。内圧測定結果を、Wilcoxon's matched pairs signed ranks test を用いて、それぞれ比較検討した。p<0.01 を有意とした。

結 果

安静位において、手根管内圧の平均値と標準偏差は、術前、71.5±28.9mmHg、屈筋支帯の遠位 1/2 を切り残した状態では、26.3±13.8mmHg、屈筋支帯の遠位 2mm を切り残した状態では、10.6±7.04mmHg、屈筋支帯を全て切離した状態では、5.60±3.44mmHg、

さらに DHFFR の切離を追加した状態では、4.29±3.52mmHg であった。指最大自動屈曲位においては、術前、147.9±39.0mmHg、屈筋支帯の遠位 1/2 を切り残した状態では、71.6±31.0mmHg、屈筋支帯の遠位 2mm を切り残した状態では、40.5±26.5mmHg、屈筋支帯を全て切離した状態では、21.4±16.2mmHg、さらに DHFFR の切離を追加した状態では、11.7±10.2mmHg であった。手根管内圧測定結果は安静位においては、屈筋支帯の切離を追加していくにつれて内圧は有意に低下していた。ただし、DHFFR の切離前後では、有意差は無かった (Fig. 2A)。指最大自動屈曲位では、屈筋支帯の切離および DHFFR の切離

を追加していくにつれて内圧は有意に低下していた (Fig. 2B).

考 察

手根管症候群は、手根管内の腱滑膜炎、アミロイドの沈着等により手根管内圧が上昇して起こる正中神経の絞扼神経障害である。手根管内圧測定は手根管内の圧状態を直接的に測定することが可能であり、手根管症候群の鏡視手術の術前と比較して、術後には有意差をもって低下することが従来の報告でわかっている²⁾³⁾⁸⁾。われわれは、手根管症候群治療の本質から、手根管の完全開放および完全除圧を手術目標としている⁹⁾¹²⁾¹³⁾。術後の内圧値はわれわれの臨床経験およびLundborgらの手根管症候群におけるcritical pressureを考慮して⁷⁾、30mmHg以下と考えている。以上より、平均値±標準偏差を含めて安静位と指最大自動屈曲位における内圧の至適治療域を考えると、屈筋支帯の切離に加えて、DHFFRの切離を行う必要があると考えられた。

DHFFRは解剖学的には母指球と小指球の筋膜間に存在する薄い組織である¹⁰⁾。観血手術に際して、肉眼的には確認が困難であるが、鏡視手術では良好に確認できる。Cobb, がdistal portion of the flexor retinaculum, と述べている部位は¹⁾、flexor retinaculumに連なっているとしている。しかし、DHFFRは、flexor retinaculumに連絡する組織でなく、別の層に存在することが、田邊らの研究から明らかとなった¹⁴⁾。また、Zancolli, の解剖学書においてdeep layer of the midpalmar fasciaと述べている部位が¹⁵⁾、DHFFRに最も類似している。しかし、解剖学的にDHFFRは母指球と小指球の筋膜間に存在するために、deep layer of the midpalmar fasciaとは言い難い。また、われわれは、長期血液透析患者における鏡視手術後の再発例に対しても、再度、鏡視手術を行っている。これら再発例の全例にDHFFRが残存していた¹¹⁾。また、再手術例の初回手術後の内圧を見直してみると、安静位では、平均5.33±4.04mmHg、指最大自動屈曲位では、平均62.0±66.7mmHgであり、除圧が不十分であった可能性を示唆した¹¹⁾。したがって、鏡視手術においては、屈筋支帯のみならずDHFFRを完全に切離する必要があると考えている。

ま と め

手根管症候群の鏡視手術において、手根管の完全開放、完全除圧を行うためには、flexor retinaculumに加えてDHFFRを切離する必要がある。

文 献 引 用

- 1) Cobb, T. K., et al.: Anatomy of the flexor retinaculum. *J. Hand Surg.*, 18A: 91-99, 1993.
- 2) 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.
- 3) Hamanaka, I., et al.: Evaluation of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg.*, 20A-5: 848-854, 1995.
- 4) Hamanaka, I., et al.: Evaluation of carpal canal pressure in symptomatic carpal tunnel syndrome without electrophysiological evidence. 6th congress of the IFSSH: 289-293, 1995.
- 5) 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.
- 6) 浜中一輝 他: 特発性手根管症候群における鏡視手術の長期成績. *日手会誌*, 13(4): 721-723, 1996.
- 7) Lundborg, G., et al.: Median nerve compression in the carpal tunnel-functional response to experimentally induced controlled pressure. *J. Hand Surg.*, 7: 252-259, 1982.
- 8) Okutsu, I., et al.: Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 17A: 679-683, 1989.
- 9) Okutsu, I.: What is endoscopic surgery in carpal tunnel syndrome? Current trends in hand surgery., Elsevier Science B.V., 299-303, 1995.
- 10) 奥津一郎: 整形外科手術クルズス. 監修 津山直一, 黒川高秀, 南江堂, 東京, 347-353, 1996.
- 11) 奥津一郎 他: 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—. *日手会誌*, 13(4): 655-658, 1996.
- 12) Okutsu, I., et al.: Complete endoscopic carpal canal decompression. *American J. Orthop.*, May: 365-368, 1996.
- 13) Okutsu, I., et al.: Complete endoscopic carpal tunnel release in long-term haemodialysis patients. *J. Hand Surg.*, 21B-5: 668-671, 1996.
- 14) 田邊恒成 他: 手根管掌側の靭帯解剖—鏡視手術の観点から—. *日手会誌*, 13(4): 683-686, 1996.
- 15) Zancolli, E. A., et al.: Atlas of surgical anatomy of the hand. Churchill Livingstone New York, 1992.

手根管症候群男性例における発症原因の検討

北里大学東病院整形外科

小林 明正・二見 俊郎
浮田 豊彦・塚本 行男

Etiology of Carpal Tunnel Syndrome in Male

Akimasa Kobayashi · Toshirou Futami · Toyohiko Ukita
& Yukio Tsukamoto

This study was undertaken to investigate the etiology of carpal tunnel syndrome in male patients. Thirty seven patients treated with open carpal tunnel release were examined. Thirty patients (81%) of these had general or local factors, such as long-term hemodialysis, rheumatoid arthritis, soft tumor, distal radius fracture and over use. Twenty six (70%) of 30 patients had positive findings in the gross operative observations and histological examinations.

はじめに

手根管症候群（以下CTS）は女性に好発し、その大多数は特発性である。一方、CTSの男性発症例は比較的まれで、その発症原因に関する報告は少ない。われわれは、直視下手根管開放術を行った男性CTS例で、手術時肉眼所見、病理組織所見および全身、局所因子から、その発症原因を検討したので報告する。

対象および方法

症例は1978年から1996年までに、臨床所見、電気生理学検査によりCTSと診断し、当科で直視下手根管開放術を行った男性37例（右17例、左11例、両側9例）46手で、手術時年齢は11歳から77歳（平均51歳）であった。

患者が有する全身、局所因子では慢性腎不全による長期血液透析例が17例（46%）と約半数を占め、特発例は7例（19%）であった（Table 1）。

以上の症例で、手術時に1)正中神経（以下神経）、2)横手根靭帯（以下靭帯）、3)屈筋腱滑膜（以下滑膜）、4)屈筋および虫様筋の筋腹、などの所見を肉

Table 1 Background

Conditions	No. of patients (hands)
Rheumatoid arthritis	1 (2)
Hyperuricemia	1 (2)
Hypertension	2 (3)
Long-term hemodialysis	17 (23)
Distal radius fracture	3 (3)
Macroductyly	1 (1)
Soft tumor	1 (1)
Over use	4 (4)
Idiopathic	7 (7)

眼的に観察した。さらに術中に靭帯および滑膜を採取し、病理組織学的（透析例ではcongo-red, β_2 microglobulin 染色を含む）に検索した。

結 果

1. 手術時肉眼所見

慢性関節リウマチ例（1例）と透析例（17例）では滑膜が増生し、神経癒着している所見を、高尿酸血症例（1例）では虫様筋の異常（Fig.1）を、橈骨遠位端骨折例（3例）では骨折部と手根管入口部での神経

Key words : carpal tunnel syndrome, male, etiology

Address for reprints : Akimasa Kobayashi, M.D., Department of Orthopaedics, Kitasato University East Hospital, 2-1-1, Asamizodai, Sagami-hara, Kanagawa 228, Japan.



Fig. 1 An aberrant lumbrical muscle of the index finger was noted.

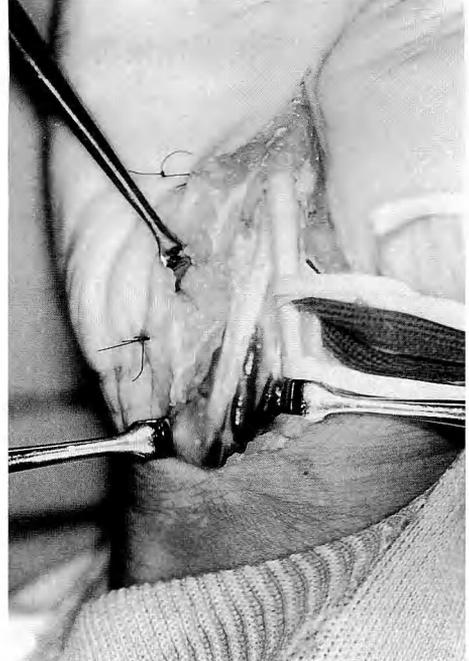


Fig. 2 The muscle belly of the FDP was noted to extend into the carpal tunnel during finger extension.

の扁平化を、巨指症例（1例）では神経の著明な肥大を、手関節部軟部腫瘍例（1例）では滑膜の著明な増生を、さらに over use 例（4例）の1例で深指屈筋筋腹の手根管内への入り込み（Fig. 2）を認めた。一方、高血圧症例（1例）、特発性例（7例）では明らかな所見は認めなかった。しかし、特発性例では靭帯切離時に「硬い」印象があった。

2. 病理組織学的所見

高血圧症例で靭帯に congo-red 染色陽性、透析例では全例、靭帯、滑膜とも congo-red, β_2 microglobulin 染色陽性であった。

考 察

CTSは中年の女性に好発し、その男女比は本邦では約1:10といわれている¹⁾。その発症原因は特発性例が最多で¹⁾²⁾、沖永⁴⁾は女性例で88%、男性例は50%、長岡²⁾は80%が特発性例であったと報告している。

本邦におけるCTS男性例の報告では、立花⁵⁾は55例中30例（55%）に、岡³⁾は10例中8例（80%）になんらかの全身的、局所的背景を有していたと述べ

ている。

37例の自験例の検討では、全身的、局所的因子を有していたのは30例（81%）と多数を占めており、特発性例は7例（19%）にすぎなかった。この傾向は、立花、岡らの報告結果と類似していた。また、高血圧症例におけるCTS発症に関し立花は、末梢循環障害がCTS発症の誘因になると推測している。

全身的、局所的因子を有した30例中、手術時の肉眼所見および靭帯、滑膜の病理組織所見でなんらかの所見を認めたのは26例（70%）であった。一方、所見を認めなかったのは、特発性例の全例を含め11例（30%）であった。この結果は、CTS男性例では女性例に比し特発性例が少ないことを示している。高尿酸血症例で虫様筋の異常を、over use 例の1例で屈筋筋腹が手根管内に明らかに入り込む所見を認めたことから、これらの所見を術前に予想するにはMRIが有効ではないかと考えている。また、特発性例では、靭帯切離時に「硬い」という印象があり、靭帯の肥厚という因子も関与しているかもしれない。

今回の検討により、われわれはCTS男性例の治療方針を以下のように決めている。CTS男性例は、全

身，局所因子を有する症例が多く（特発性例が少ない），肉眼および病理所見で何らかの所見を認めた症例が多数を占めることから，その発症原因を知る上でも，直視下手根管開放術の適応があると考えている。

ま と め

1. 直視下手根管開放術を行ったCTS男性例37例（46手）の発症原因を，手術時肉眼所見，病理組織所見および患者背景（全身，局所因子）より検討した。

2. 30例（81％）に全身，局所因子を有し，その中の26例（70％）に手術時肉眼および病理組織所見で陽性所見を認めた。

3. CTS男性例は，特発性例が少ないことより直視下手根管開放術の適応と考える。

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) 長岡正宏 他：手根管症候群の臨床像．日手会誌，8：869-872, 1992.
- 3) 岡 哲男 他：手術治療を行った男性の手根管症候群の検討．整形外科，47：466-469, 1996.
- 4) 沖永修二 他：当科における手根管症候群症例の検討．日手会誌，1：126-129, 1984.
- 5) 立花新太郎 他：手根管症候群男性例について．日手会誌，5：96-99, 1988.

Endoscopic Release of Transverse Carpal Ligament — Surgical Technique for a Reliable and Safe Procedure —

Yasushi Nakao · Yukio Horiuchi · Shinichiro Takayama
& Noriko Okuyama

Department of Orthopaedic Surgery, Keio University, School of Medicine

Introduction

Endoscopic release of transverse carpal ligament is becoming widely used as a surgical treatment for carpal tunnel syndrome. This procedure was introduced as a technique which permits rapid return to daily activities due to less postoperative pain and earlier recovery of grip power; it has less operative scarring compared with the conventional release via an open palm approach¹⁾²⁾. However, with the spread of this endoscopic release procedure, the number of iatrogenic injuries to major neurovascular structures has increased⁴⁾⁶⁾, and the importance for surgeons to undertake a formal instruction before performing this procedure has been strongly emphasized⁵⁾. In this paper, the technical analysis for a reliable and safe endoscopic release is discussed.

Clinical Materials and Surgery

Over a 2-year period, 62 hands of 56 patients (50 females and 6 males) were treated with endoscopic carpal tunnel release in our department. These constituted 60% of all patients treated surgically with carpal tunnel syndrome; the other 40% of patients received an open-palm release due to the suspicion of a constricting motor branch, proliferating tenosynovitis or a space-occupying lesion. The diagnosis of carpal tunnel syndrome was made on the basis of positive clinical findings and neuroconductive studies. Endoscopic release was performed using the two portal technique (ECTRA II, Dyonics Co. Ltd.). A pneumatic tourniquet was generally not applied. Regional anesthesia was used for the initial 8 cases and local anesthesia for all of the remaining cases. The position of portals was established according to our original design (Fig.1). A transverse incision, 5 mm in length, is made for the entry portal on the level of the proximal wrist crease at the ulnar side extending to the palmaris longus tendon. A line is drawn from the midportion of the ring finger base toward the ulnar end of the entry portal. A second line is drawn from the midportion of the fully abducted thumb base to meet the first line, and a 5 mm transverse incision is then made radially from the intersection for the exit portal. The surgical procedure follows the extra-bursal technique devised by Dr. Chow³⁾. Postoperatively, the wrist is splinted with 30 degrees of extension for a few days.

Results

Three endoscopic releases had to be discontinued during the procedure and were switched to an open-palm release due to severe pain with insertion of the cannula assembly or due to intervening structures above the cannula's slotted opening. The majority of patients showed good results, with re-

Key words : carpal tunnel syndrome, entrapment neuropathy, endoscopic surgery, complication

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

lief of numbness and tingling and pain, and hand use became relatively normal after 6 weeks. However, there were three postoperative complications in the initial learning-curve period: two marked neurapraxia of the common digital nerve to the third web space and one complete transection of the superficial palmar arterial arch. Neurapraxia resolved over a period of three months and the transected artery was repaired intraoperatively under direct vision.

Discussion

It is important to insert the cannula assembly into the ulnar side of the carpal tunnel along the axis of the forearm and to touch the radial base of the hook of hamate with the tip of the cannula (Fig. 1, 2). If the insertion line is slanted towards the radial side, the median nerve may become entrapped at the radial side of the cannula's slot; this can be observed as a white swollen tissue running longitudinally (Fig. 3d). Prior to division of the ligament, the entrapped nerve should be set free from the slot by dissection of the synovial membrane, followed by rotation of the cannula assembly. When the cannula is inserted on the median nerve, it may compress the nerve with no visual information through the slot. The postoperative paresthesia in our cases might have occurred in this manner, but it was not recognized intraoperatively due to the use of regional anesthesia. This finding indicates that endoscopic release should be done with local anesthesia in order to leave the nerve free to react from compression by a hard instrument.

The transection of the superficial palmar arch in our case occurred due to incorrect positioning of the cannula. The cannula assembly was inserted from the underside of the palmar arch and it was exited too distally. The ideal exit portal is just distal to the carpal ligament. When the tip of the cannula assembly touches the distal border of the carpal ligament, it should be quickly advanced toward the mid-palm skin.

When the endoscope is inserted into the slotted cannula, the carpal ligament is often covered by

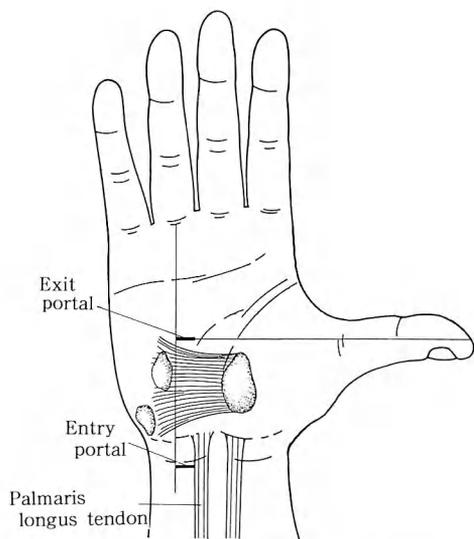


Fig. 1 Skin markings for entry and exit portals. Exit portal is designed at a more proximal site than that of Chow's original design.



Fig. 2 The cannula must be inserted along the axis of the forearm.

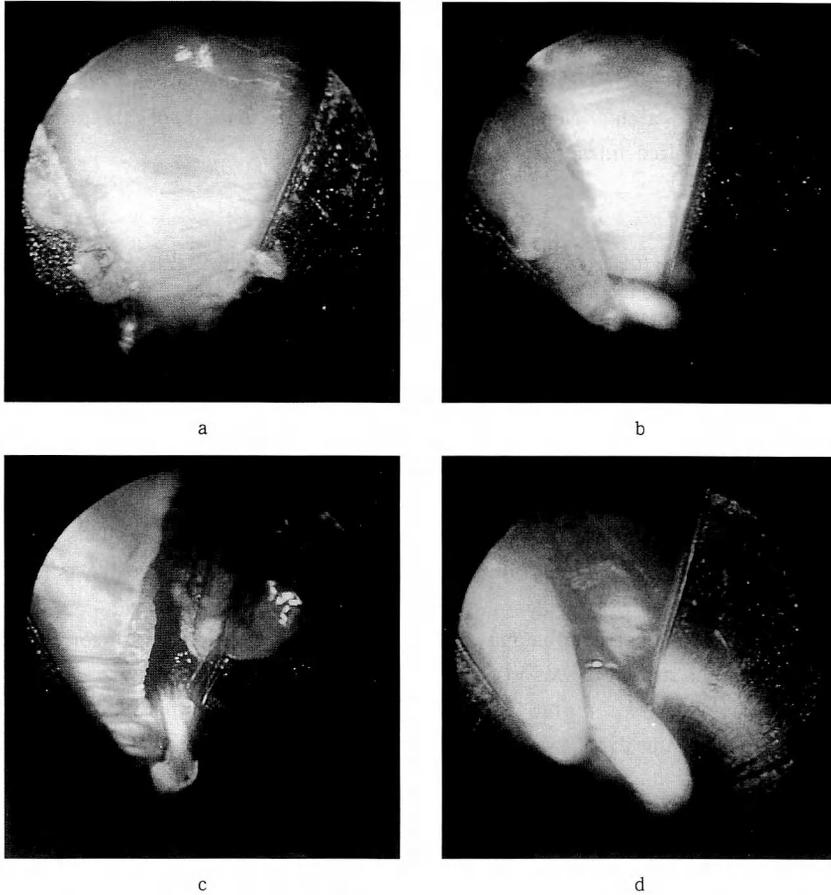


Fig. 3 The carpal ligament is often covered by a synovial membrane (a) and this should be dissected with a probe to identify transverse ligament fibers (b). When the carpal ligament is clearly visible, it is safely divided using triangle and retrograde knives (c). The entrapped nerve can be recognized with probing if local anesthesia is used (d).

a synovial membrane (Fig. 3a). This should be carefully dissected with a probe to identify transverse ligament fibers (Fig. 3b). After the carpal ligament becomes clearly visible, division of the ligament can be safely performed using triangle and retrograde knives (Fig. 3c).

Summary

A safe technique is a major concern for endoscopic release of the transverse carpal ligament. Our experience indicates that the key factors for a successful release are to insert the cannula correctly using local anesthesia and to divide the ligament under complete visualization. With these factors in mind, the endoscopic carpal tunnel release safely provides rapid recovery to daily activity with decreased scarring and postoperative pain.

References

- 1) Bande, S., et al.: The results of carpal tunnel release: open versus endoscopic technique. *J. Hand Surg.*, 19B : 14-17, 1994.
- 2) Brown, R. A., et al.: Carpal tunnel release-a prospective, randomized assessment of open and endoscopic methods. *J. Bone Joint Surg.*, 75A : 1265-1275, 1993.
- 3) Chow, J. C. Y.: Endoscopic release of the carpal ligament: a new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy*, 5 : 19-24, 1989.
- 4) Murphy, R. X., et al.: Major neurovascular complications of endoscopic carpal tunnel release. *J. Hand Surg.*, 19A : 114-118, 1994.
- 5) Nakao, Y., et al.: The safety endoscopic technique of carpal tunnel release. *Seikeigeka*, 31 : 176-181, 1997.
- 6) Newmeyer, W. L.: Thoughts on the technique of carpal tunnel release. *J. Hand Surg.*, 17A : 985-986, 1992.

和文抄録

鏡視下手根管開放術の実際

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

仲尾保志・堀内行雄・高山真一郎

奥山訓子

手根管症候群における鏡視下手根管開放術は、本邦でも多くの施設で試みられるようになってきたが、近年、神経・血管損傷といった重篤な合併症の報告がみられるようになり、semi-blindであるこの手術を安全に行うための正しい手術手技を修得する重要性が強調されている。われわれは、過去2年間にECTRA II (two portal法)を用いて行った56例62手の手術例をもとに、本法を安全に行うための手術手技について検討した。

自験例では、術後のシビレや疼痛、知覚障害の回復は良好で、創痛が軽微であることから日常生活への復帰は早かったが、合併症として中・環指の一過性知覚障害が2例、浅掌動脈弓の切断が1例みられた。神経障害は伝達麻酔下に行って生じたもので、局所麻酔を最初から用いることの重要性が示唆された。これは、正中神経自体を麻酔しないことで、神経に圧迫や牽引がかかった際の患者の訴えがモニターとなるからである。浅掌動脈弓の切断例は、カニューラが動脈弓の下を通過して遠位に拔出されたためと思われた。われわ

れは近年、日本人の女性に見られる小さな丸い手掌にあわせて、カニューラの出口はChowのデザインよりさらに中枢になるよう設定している。また、カニューラの挿入は、有鉤骨鉤の橈側縁に沿って前腕の軸に平行に進めることが大切で、これが橈側に傾くと正中神経を損傷することがある。神経障害が生じた自験例は、カニューラを神経の上に挿入し圧迫障害を生じたものと思われるが、この場合スロットから神経が鏡視できないため注意が必要である。一方、カニューラが神経の下に挿入された場合は、神経は縦走する白い索状組織としてスロットの橈側に観察される。横手根靭帯は、しばしば滑膜で覆われていることがあるが、神経が含まれていることもあるので、プローブで滑膜を剥離してから靭帯線維の切離操作に移ることも重要なポイントである。

以上のような点を念頭に置いて行うことで、鏡視下手根管開放術は、安全に良好な結果を導くものと考えている。

神経 (基礎)

Peripheral Nerve Regeneration in the Apolipoprotein E-deficient Mouse

Osamu Watanabe & Masanori Takahashi

Department of Orthopaedic Surgery, Ichikawa General Hospital of Tokyo Dental College

Yukio Horiuchi & Yasushi Nakao

Department of Orthopaedic Surgery, Keio University School of Medicine

Susan E. Mackinnon

Department of Surgery, Division of Plastic Surgery, Washington University School of Medicine

Introduction

Following peripheral nerve injury, cholesterol from degenerating myelin is conserved within the nerve and reutilized by Schwann cells for new myelin synthesis. Apolipoprotein (apo) E synthesized and secreted by macrophages plays a key role in this local reutilization of lipids. Cholesterol derived from degenerating myelin is stored in macrophages and then subsequently secreted to form cholesterol-rich apoE containing lipoproteins, which are taken up by low density lipoprotein (LDL) receptors on the surfaces of Schwann cells⁵⁾. Although apoE has been thought to be necessary to nerve regeneration, previous research using apoE-deficient mice has shown that apoE is not essential for repair of a peripheral nerve crush injury¹⁾⁶⁾. We performed morphometric assessment to determine whether apoE deficiency affects peripheral nerve regeneration following transection and suture repair.

Materials and Methods

Male apoE-deficient mice aged 6 to 8 weeks were used. The apoE-deficient mice were produced using gene targeting in embryonic stem cells. The stem cells used were derived from the 129/Ola mouse, and the mutant mouse was crossed back to a C57BL/6 mouse⁸⁾. Thus the apoE-deficient mouse had a mixed genetic background, influencing the choice of both male C57BL/6 (Harlan-Sprague-Dawley) and male 129/Ola (Harlan-Sprague-Dawley) mice as control animals. Ten animals were randomly selected from the apoE-deficient mice as an experimental group, and 10 each from C57BL/6 and 129/Ola mice as control groups. Anesthesia was induced with an intramuscular injection of a mixture of Ketamine (50 mg/kg), Xylazine (10 mg/kg), and Acepromazine (1 mg/kg). The right sciatic nerve was sharply transected and repaired at a point 2 to 3 mm proximal to its trifurcation with 11-0 epineurial sutures using a microscope. At 4 and 8 weeks after surgery, the nerves were harvested and fixed by 2.5% cold glutaraldehyde solution, and embedded in Araldite 502 (Polysciences Inc., Warrington, PA, USA). One micrometer sections were stained with toluidine blue for light microscopy. Morphometric assessment was performed on transverse sections taken 5 mm distal to the repair site. The contralateral left sciatic nerve was taken as a noninjured control. Six representative fields were evaluated at 1000X magnification using a digital image analysis system linked to morphometry soft-

Key words : peripheral nerve regeneration, apolipoprotein E, cholesterol, myelin lipids, morphometry

Address for reprints : Osamu Watanabe, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Keio University School of Medicine, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 106, Japan.

ware (Leco Instruments, St. Joseph, MI, USA) to calculate the total number of myelinated fibers, nerve fiber density (fiber number/mm²), nerve fiber width (μm), and percent neural tissue (100X neural area/intrafascicular area). One-way analysis of variance (ANOVA) was used to analyze differences among three groups. If the ANOVA demonstrated significance ($p < 0.05$), specific group mean comparisons were performed for that variable using a *post-hoc* Tukey's significant difference test. All data from morphologic assessments in this study are presented as mean \pm standard deviation.

Results

At 4 weeks after surgical transection and repair, nerve sections from each mouse strain contained regenerating axons surrounded by a thin myelin sheath. ApoE-deficient mice demonstrated successful nerve regeneration similar to that found in control groups at 8 weeks after nerve repair. In apoE-deficient mice but not in control strains, large amounts of debris from degenerated fibers were seen (Fig. 1).

The mean total number of myelinated fibers and mean nerve fiber width showed no differences among the three groups at 4 and 8 weeks after operation. However, the mean percent neural tissue of apoE-deficient mice (9.7 ± 2.8) at 4 weeks after operation was significantly smaller than in C57BL/6 mice (15.7 ± 1.6) or 129/Ola mice (26.0 ± 4.7). At 8 weeks after operation both mean nerve fiber density (Fig. 2) and mean percent neural tissue (Fig. 3) of the apoE-deficient mice (12963 ± 2966 , 15.2 ± 4.7 , respectively) were significantly smaller than in C57BL/6 (28274 ± 5171 , 33.6 ± 5.0 , respectively) or 129/Ola mice (26685 ± 7467 , 39.7 ± 15.0 , respectively; Table). No significant difference in morphometric indices was evident between deficient and nondeficient groups in the noninjured left sciatic nerves.

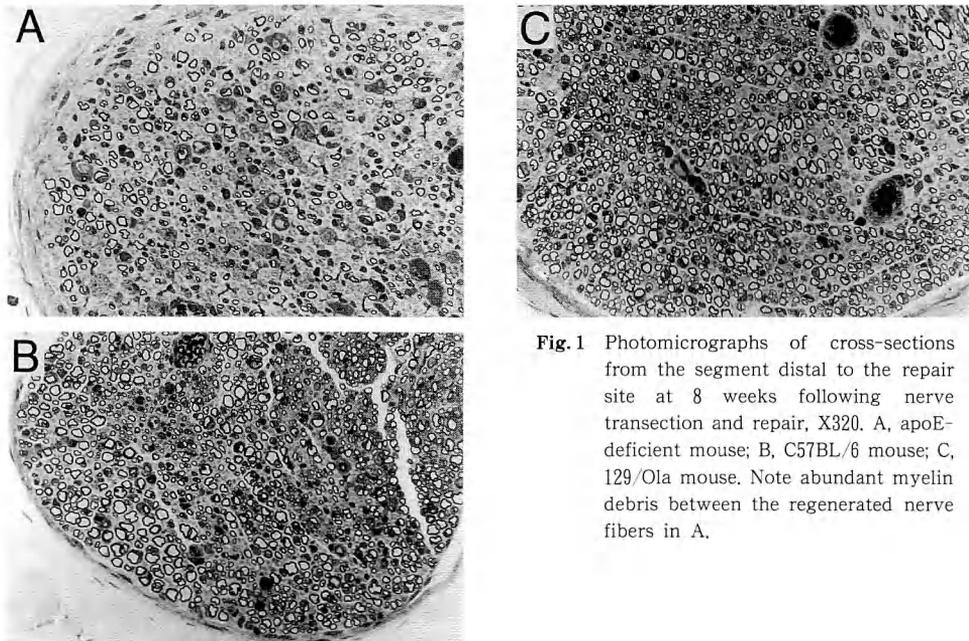


Fig. 1 Photomicrographs of cross-sections from the segment distal to the repair site at 8 weeks following nerve transection and repair, X320. A, apoE-deficient mouse; B, C57BL/6 mouse; C, 129/Ola mouse. Note abundant myelin debris between the regenerated nerve fibers in A.

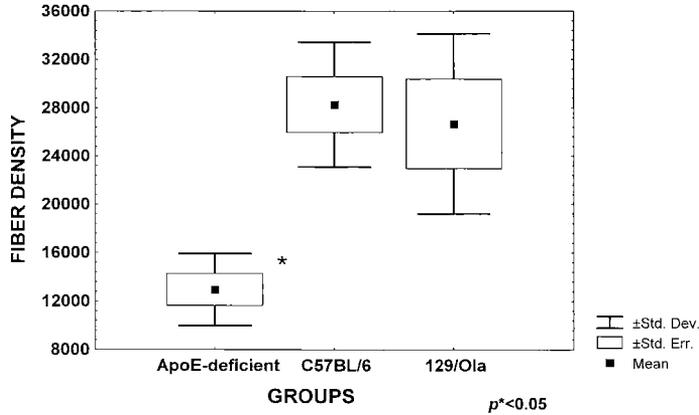


Fig. 2 Mean nerve fiber density (fiber number/mm²) at 8 weeks following nerve transection and repair. *statistically significant compared to C57BL/6 and 129/Ola, $p < 0.05$. (Std. Dev., standard deviation; Std. Err., standard error of the means)

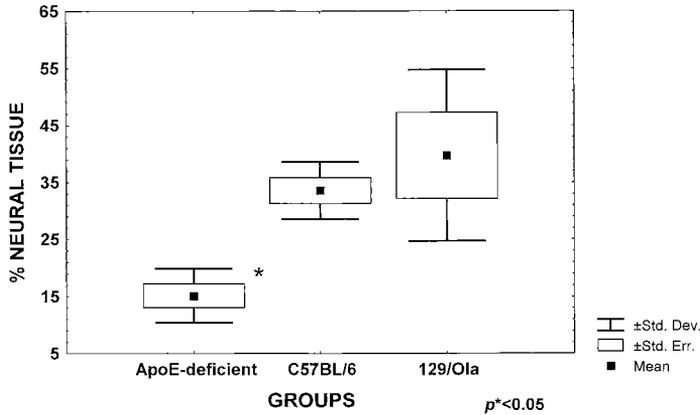


Fig. 3 Mean percent neural tissue (100 X neural area/intrafascicular area) at 8 weeks following nerve transection and repair. *statistically significant compared to C57/BL/6 and 129/Ola, $p < 0.05$. (Std. Dev., standard deviation; Std. Err., standard error of the means)

Discussion

ApoE, a constituent of very low density lipoprotein (VLDL) and of high density lipoprotein (HDL), mediates the cellular uptake of lipid complexes by serving as a high-affinity ligand of apoE-containing lipoprotein particles to LDL receptors⁵). ApoE has been shown to be synthesized and secreted by rat sciatic nerve following several types of injury. The concentration of apoE increases rapidly in the distal segment of the injured nerve and remains at a high level for weeks during nerve regeneration. Using [³H] acetate to label nerve lipids, Goodrum⁴) found that some of the cholesterol derived from myelin in injured nerves had become associated with apoE-containing lipoproteins.

Table 1 Morphometric indices following nerve transection and repair

mouse		4 weeks	8 weeks
apoE-deficient	TN	1322±372	1423±459
	FW	2.9±0.2	3.2±0.3
	FD	10344±2144	12963±2966*
	%NT	9.7±2.8*	15.2±4.7*
C57BL/6	TN	1464±466	1937±655
	FW	2.9±0.2	3.3±0.3
	FD	17086±2715	28274±5171
	%NT	15.7±1.6	33.6±5.0
129/Ola	TN	1795±47	1841±411
	FW	3.0±0.2	3.7±0.5
	FD	28207±7076	26685±7467
	%NT	26.0±4.7	39.7±15.0

Each value represents the mean±standard deviation.

TN, total number of myelinated fibers

FW, nerve fiber width (micrometer)

FD, nerve fiber density (number/mm²)

%NT, percent neural tissue (100 X neural area/intrafascicular area)

*statistically significant compared to C57BL/6 and 129/Ola, $p < 0.05$

Rothe and Müller⁷⁾ demonstrated expression of LDL receptors on Schwann cells and peripheral neurons, and showed LDL receptor-mediated lipoprotein uptake into Schwann cells *in vitro*. Because of such established functions of apoE, endoneurial apoE has been proposed to take part in the salvage of myelin cholesterol during nerve degeneration and the apoE-complexed cholesterol can be reutilized by myelinating Schwann cells during nerve regeneration via uptake through LDL receptors²⁾. In contrast, serum-derived cholesterol reportedly does not contribute significantly to myelin synthesis in regenerating nerve³⁾.

Mice developed using gene targeting in embryonic stem cells to be specifically and completely deficient in apoE expression⁸⁾ have approximately five times normal serum cholesterol concentrations and generally survive well into adulthood. The mice were expected to have poor peripheral nerve regeneration, but Popko et al. reported regenerating nerves in apoE-deficient mice to be morphologically similar to regenerating nerves in control animals at 2 and 4 weeks following sciatic nerve crush, indicating that apoE was not essential to peripheral nerve regeneration¹⁾⁶⁾.

In the present study, apoE-deficient mice underwent nerve transection and repair, representing a more severe form of injury. Morphometric assessments were performed quantitatively at 4 and 8 weeks following the operation to analyze the process of nerve regeneration. The mean total number of myelinated fibers and mean fiber width showed no difference among apoE-deficient, C57BL/6, and 129/Ola mice at 4 or 8 weeks following nerve transection and repair. This result was consistent with former studies which indicated that apoE deficiency did not affect reutilization of cholesterol following nerve injury. As Goodrum et al. pointed out¹⁾, this successful nerve regeneration in the apoE-deficient mouse suggests that other lipoproteins such as apolipoprotein A-IV or apolipoprotein B within the regenerating nerve may substitute effectively for the missing apoE in the local reutilization of cholesterol.

In contrast, the mean percent neural tissue of apoE-deficient mice was smaller than in control mice at 4 weeks following nerve repair. At 8 weeks, both mean nerve fiber density and mean percent neural tissue were significantly smaller in apoE-deficient mice than in controls (Fig. 2, 3). Histologically,

apoE-deficient mice demonstrated large amounts of debris from degenerated nerve fibers not found in control mice, indicating that the apoE-deficient mice have impaired disposal of myelin debris. This difference would become increasingly apparent until 8 weeks after nerve injury, when the debris has been cleared in control mice.

In this study, while apoE deficiency did not affect nerve regeneration, the relatively low nerve fiber density and the low percent neural tissue in apoE-deficient mice reflected impaired disposal of myelin debris.

References

- 1) Goodrum, J. F., et al.: Nerve regeneration and cholesterol reutilization occur in the absence of apolipoproteins E and A-I in mice. *J. Neurochem.*, 64(1) : 408-416, 1995.
- 2) Goodrum, J. F., et al.: Fate of myelin lipids during degeneration and regeneration of peripheral nerve: an autoradiographic study. *J. Neurosci.*, 14(1) : 357-367, 1994.
- 3) Goodrum, J. F.: Cholesterol synthesis in regenerating peripheral nerve is not influenced by serum cholesterol levels. *J. Neurochem.*, 60(4) : 1564-1566, 1993.
- 4) Goodrum, J. F.: Cholesterol from degenerating nerve myelin becomes associated with lipoproteins containing apolipoprotein E. *J. Neurochem.*, 56(6) : 2082-2086, 1991.
- 5) Mahley, R. W.: Apolipoprotein E: cholesterol transport protein with expanding role in cell biology. *Science.*, 240 : 622-630, 1988.
- 6) Popko, B., et al.: Nerve regeneration occurs in the absence of apolipoprotein E in mice. *J. Neurochem.*, 60(3) : 1155-1158, 1993.
- 7) Rothe, T., et al.: Uptake of endoneurial lipoprotein into Schwann cells and sensory neurons is mediated by low density lipoprotein receptors and stimulated after axonal injury. *J. Neurochem.*, 57(6) : 2016-2025, 1991.
- 8) Zhang, S. H., et al.: Spontaneous hypercholesterolemia and arterial lesions in mice lacking apolipoprotein E. *Science.*, 258(16) : 468-471, 1992.

質 問 東京医科歯科大学整形外科 伊藤聡一郎
Apolipoprotein E 欠損による Schwann cell 数↓,
活動性↓はないか？

回 答
東京歯科大学市川総合病院整形外科 渡辺 理
Apolipoprotein E は末梢では主に macrophage に
よって産生されることが知られており, apo-E 欠損
マウスにおいて Schwann cell 自体の機能障害は報
告されていない, 本実験でみられた apo-E 欠損マウ
スの末梢神経再生の遅延は, 主に macrophage によ
る神経組織の清掃, 貪食の障害によるものと推察され
る.

質 問 東京大学整形外科 三上 容司
1. 両群の有髄神経線維数に差がなく, 密度に差が
あったという事は, 神経の断面積に差があったとい
うことですか.

2. 髄鞘の厚さに差はありましたか.

回 答
東京歯科大学市川総合病院整形外科 渡辺 理
1. 断面積を直接定量化していないが, apo-E 欠
損マウスの再生神経組織には myelin debris が多く
再生神経が疎で, 全体として膨化した印象を受けた.
2. 本文にはないが, myelin width の検討もおこ
なった. 術後4週では差はなく, 術後8週で apo-E
欠損マウスの myelin width は control 群に比較して
小さい傾向はあったが有意差を示すには至らなかった.

和文抄録

Apolipoprotein E 欠損マウスにおける末梢神経再生に関する実験的研究

東京歯科大学市川総合病院整形外科

渡辺 理・高橋正憲

慶應義塾大学整形外科

堀内行雄・仲尾保志

ワシントン大学医学部形成外科

Susan E. Mackinnon

末梢神経損傷後、変性したミエリンに由来する cholesterol は macrophage に貪食された後, apolipoprotein E (apoE) と共に macrophage から再び分泌され, Schwann 細胞に取り込まれ再利用される。われわれは, apoE 欠損マウスの再生神経を定量的に評価し, ミエリン脂質の再利用に重要な役割を果たすと考えられている apoE の欠損が末梢神経再生にどのような影響を及ぼすかを検討した。10 匹の雄 apoE 欠損マウスを用い, 麻酔下に右側坐骨神経を手術用顕微鏡下に切断後直ちに縫合した。術後 4, 8 週で神経縫合部より 5mm 遠位で横断標本を作製し, 有髄神経線維数, 神経線維密度 (fiber number/mm²), 有髄神経線維径 (μ m), 神経組織百分率を評価検討した。ApoE 欠損マウスは C57BL/6 マウスと 129/Ola マウスの交配で作製されるため対照群として上記 2 系のマ

ウスを用いた。左側の坐骨神経は各々の系の正常群として用いた。術後 4 週では, apoE 欠損マウスの神経組織百分率は 9.7 ± 2.8 で, 対照群の C57BL/6 (15.7 ± 1.6), 129/Ola (26.0 ± 4.7) より有意に低値を示した。術後 8 週では apoE 欠損マウスの神経線維密度と神経組織百分率はそれぞれ 12963 ± 2966 , 15.2 ± 4.7 で C58BL/6 (28274 ± 5171 , 33.6 ± 5.0), 129/Ola (26685 ± 7467 , 39.7 ± 15.0) より有意に低値を示した。どの時点においても有髄神経線維数, 有髄神経線維径に有意差はなかった。正常群では 3 種類のマウスの間に明らかな差は認めなかった。ApoE の欠損は神経線維の再生には大きな影響を及ぼさないが, 神経線維密度, 神経組織百分率が低かったことから損傷後の神経組織の清掃, 貪食に障害を来すことが示唆された。

絞扼神経障害における GAP-43 の発現

島根医科大学整形外科教室

内尾 祐 司・山本 宗一郎

松浦 幸 男・朱 尚 孝

越智 光 夫

Growth Associated Protein-43 (GAP-43) Expression in Rat Dorsal Root Ganglia Neurons Following Chronic Entrapment Neuropathy

Yuji Uchio · Souichiro Yamamoto · Yukio Matsuura
Naotaka Shu & Mitsuo Ochi

The expression of growth associated protein-43 (GAP-43) in dorsal root ganglia (DRG) neurons of chronic entrapment neuropathy was examined. Thirty six adult male Wistar rats (250-300 g) were used the experimental animals. The right sciatic nerves were wrapped with a 1.0 cm length of silicone tube with an internal diameter of 1.51 mm. The L5 DRG neurons were harvested and were immunostained with anti-GAP-43 antibody at 1, 2, 4, 6, 8 and 15 months after surgery.

At the entrapped side, GAP-43 immunoreactivity increased in DRG neurons from 4 months after surgery, peaked at 6 months and thereafter declined. Previous studies have shown that the level of tubulin increased and that of neurofilament and neuropeptides decreased in DRG neurons at 6 months after surgery. On the contrast, demyelinated nerve fiber, degeneration of Schwann cells were detected at 6 months and thereafter delay of axonal transport and motor nerve conduction velocity were demonstrated in the sciatic nerve. These findings suggest that the expression of GAP-43, cytoskeltons and neuropeptides is closely coordinated in DRG neurons following entrapment neuropathy, similar to regenerating neurons after nerve crush or nerve section.

はじめに

Growth associated protein-43 (以下 GAP-43 と略す) は神経の発生や神経切断時の再生過程に特異的に出現する蛋白である³⁾⁵⁾⁶⁾⁸⁾。しかし、今日まで絞扼神経障害時の GAP-43 の発現に関する検討はほとんどない²⁾。そこで、われわれは実験的に作製した慢性絞扼神経障害に対して、後根神経節細胞体についての GAP-43 発現の推移を観察し、その役割について検討したので報告する。

対象と方法

Wister 系雄成熟ラット 36 匹を用い、Mackinnon⁴⁾、安藤¹⁾の方法に準じて慢性絞扼神経障害を作製した。すなわち、全麻下に右大腿部坐骨神経に内径 1.51mm、長さ 10mm のシリコンチューブを装着した。術後1, 2, 4, 6, 8, 15カ月に屠殺して 4%パラホルムアルデヒド/リン酸緩衝液で還流固定の後、第5腰髄後根神経節細胞体 (以下 DRG) を採取し、7 μ m のパラフィン切片を作製した。ついで抗 GAP-43 抗体を用いて蛍光抗体法により免疫組織化学的観察を行っ

Key words : growth associated protein-43 (GAP-43), dorsal root ganglion, rat, entrapment neuropathy, sciatic nerve

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

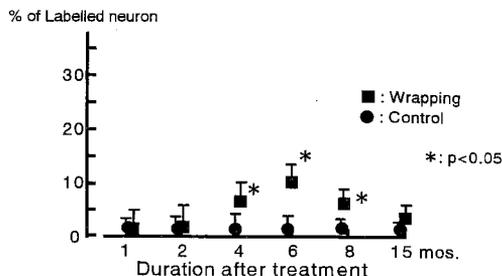


Fig. 1 At the entrapped side, GAP-43 immunoreactivity increased in DRG neurons from 4 months after surgery, peaked at 6 months and thereafter declined.

た。陽性細胞が全 DRG 細胞に占める比率を算出して非手術側と比較した。

統計学的処理は分散分析を用いて危険率 5%未満を有意差有りとした。

結 果

チューブ装着後 1, 2 カ月では GAP-43 陽性細胞は出現しなかった。しかし、術後 4 カ月で陽性細胞は手術側で出現し、6 カ月において有意に増加し、ピーク値を示した。以後、漸減し 15 カ月においては陽性細胞は認められなかった (Fig. 1)。

考 察

GAP-43 が神経細胞体で出現するチューブ装着 4 カ月は、神経束で血液神経関門が破綻し、神経束内浮腫が出現するとともに、髄鞘のオタマジャクシ状変形や大径有髄神経の脱髄が生じ、神経線維径の狭小化が出現する時期である¹⁾。また、神経節細胞体では Tubulin が増加するとともに、Neurofilament や神経ペプチドが低下するのと同時期から次第に出現する⁷⁾。

その後、神経束では術後 6 カ月においては神経束内浮腫の増悪とともに、神経線維の狭小化の進行し、術後 8 カ月では軸索流速度の低下、神経伝導速度の低下が出現する¹⁾。これに対して、本実験結果では神経細胞体では GAP-43 は術後 6 カ月をピーク値として増加した後、漸減した。

今まで、GAP-43 は神経発生や神経圧挫・切断時の軸索の再生過程時に発現する⁵⁾⁶⁾⁸⁾とされ、この過程で変化する Tubulin や Neurofilament などの細胞骨格や神経ペプチドの推移は GAP-43 の推移と同調

する³⁾と報告されている。すなわち、神経発生や神経損傷時には軸索の形態の維持が優先され、神経ペプチドの分泌や直径が増大する発育は抑制されるといえる。本実験においても、GAP-43 や細胞骨格および神経ペプチドの推移は神経発生や再生過程時のそれに、程度や時期の相違こそあるものの、類似したものであった。

したがって、絞扼神経障害においても、神経細胞体では GAP-43 の発現を含めた代謝変化が末梢神経束での変性の早期から出現するといえる。

しかし、絞扼障害が更に進行すると GAP-43 はむしろ漸減した。この理由は不明ではあるが、神経細胞体の持つ神経再生能力の低下か、末梢神経束レベルでの変化がもはや、神経節細胞体で代謝変化を招来しないか、あるいは何らかの因子が GAP-43 の発現を抑制している可能性がある。

また、教室の山本らが報告した神経保護因子である Transforming growth factor $\beta 1$ (TGF $\beta 1$) の発現が GAP-43 の発現よりも先行して生じ、その後漸減すること⁹⁾を考慮すると、これらの神経細胞体での変化は絞扼障害に対する神経修復・再生過程の一つであると推察できる。

結 語

実験的に作製した慢性絞扼障害モデルにおいて、GAP-43 は絞扼障害の早期から出現し、術後 6 カ月をピークとして、神経束での障害の進行とともに漸減した。これらの変化は絞扼神経障害における神経修復・再生過程を表しているものと考えられる。

文 献

- 1) 安藤義博: 慢性絞扼性神経障害の実験モデル. 日整会誌, 64: 633-647, 1990.
- 2) Cameron, A. A., et al.: Changes in lectin, GAP-43 and neuropeptide staining in the rat superficial dorsal horn following experimental peripheral neuropathy. Neurosci. Lett., 131: 249-252, 1991.
- 3) Hoffman, P. N.: Expression of GAP-43, a rapidly transported growth-associated protein, and class-II beta tubulin, a slowly transported cytoskeletal protein, are coordinated in regenerating neurons. J. Neurosci., 9: 893-897, 1989.
- 4) Mackinnon, S. E., et al.: Chronic nerve compression-an experimental model in the rat. Ann. Plast. Surg., 13: 112-120, 1984.
- 5) 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.
- 6) Skene, J. H. P., et al.: A protein induced during nerve growth (GAP-43) is a major component of growth-cone membranes. *Science*, 233 : 783-786, 1986.
- 7) 内尾祐司 他: 実験的絞扼神経障害における神経細胞体の変化. *日整会誌*, 65 : 948, 1991.
- 8) Woolf, C. J., et al.: The growth-associated protein GAP-43 appears in dorsal root ganglion cells and in the dorsal horn of the rat spinal cord following peripheral nerve injury. *Neuroscience*, 34 : 465-478, 1990.
- 9) 山本宗一郎 他: 末梢神経絞扼による TGF- β 1 の発現. *日手会誌*, 14 : 269, 1997.

質問 川崎医科大学形成外科 光嶋 勲

1. 6 カ月以後 GAP-43 陽性細胞の発現率が下がったのは細胞変性と考えるとよいか.
2. 6 カ月以後チューブリンが増加, NF が減少したのは何故か.

回答 島根医科大学整形外科 内尾 祐司

1. 明らかな理由は有りませんが, 神経再生能力の低下や末梢神経からの変性変化が, 神経細胞体に影響を及ぼさないのか. あるいは, GAP-43 を抑制する何らかの因子が発現されている, などの可能性があると思います.
2. この変化は神経切断時の神経再生過程における変化に類似しており, 絞扼神経障害による神経再生過程を示すものと考えます.



凍結神経束同種移植にみられる再生軸索の機能形態学的検索

岩手医科大学第二解剖学教室

佐野 敬一・遠山 稿二郎

岩手医科大学整形外科科学教室

田島 克巳・阿部 正隆

Ultrastructural Evaluation of Regenerating Axons During Functional Recovery Following Allogeneic Frozen-Nerve-Graft

Kei-ichi Sano · Koujiro Tohyama · Katsumi Tajima
& Masataka Abe

We have demonstrated that axons were able to regenerate through cryotreated allogeneic nerve graft (cALG) without immunosuppressive treatment using mouse, rat, rabbit, and monkey. Moreover, the nerve growing through cALG was found to be as good as that of the autogenous nerve graft (ATG). In the present study, we attempt to evaluate and compare the morphological recovery of ATG and cALG in non-human primate.

We examined ultrastructurally the process of maturation of the node of Ranvier, which is involved in the conduction of the action potential in myelinated nerve fibers, during axonal regeneration after ATG and cALG using the ulnar nerves in cynomolgus monkeys. In both groups, the ulnar nerve was transected about two centimeters distal to the elbow joint one week before grafting. A segment, three centimeters long, was then excised from the distal portion of the transected nerve. In the cALG group, the nerve segment was grafted after the treatment of freezing and thawing to the ulnar nerve of another monkey at the level corresponding to the site from which the graft had been obtained. In the ATG group, the nerve segment was grafted to the opposite ulnar nerve of the same monkey without cryotreatment. At eight weeks and five months after grafting, the graft was dissected out and prepared for the observation with electron microscopy.

The following sequential morphological changes occurred during the nodal maturation in the ATG group: 1) appearance of a pair of terminal loops between neighboring Schwann cells, 2) identical undercoating at the nodal axolemma, 3) appearance of a nodal gap space between Schwann cell processes and axolemma, 4) appearance of immature nodal villi of Schwann cells, 5) direct contact between terminal loops and axolemma, and 6) maturation of nodal villi.

Ultrastructural changes at the node of Ranvier during axonal regeneration in the cALG group were almost same as that observed in the ATG group as described above. These findings indicate that cALG is a viable technique to bridge the wide defect of peripheral nerves without the sensory or motor deficits due to the excision of the donor nerve in ATG.

はじめに

私達はこれまで、凍結・融解処理した末梢神経束を

用いると免疫抑制剤を使用することなく同種神経移植が⁵可能であることをいくつかの実験動物で示してきた⁵⁾⁶⁾。しかし、これまでの研究においては、主に軸

Key words : nerve regeneraion, node of Ranvier, allogeneic nerve graft, cryotreated nerve graft, monkey
Address for reprints : Kei-ichi Sano, M.D., Department of Cell Biology and Neuroanatomy, Iwate Medical University School of Medicine, 19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020, Japan.

索再生の有無に注目してきたため、本来の情報伝達の場である Ranvier 絞輪部についての解析はなされてこなかった。しかし、絞輪部の修復過程を把握することは、機能回復の程度を形態的に推測する上で、重要な解析手段である。本研究では、サル凍結神経束同種移植系における再生軸索 Ranvier 絞輪部の再形成過程を明らかにするため、電子顕微鏡による微細形態学的解析を行った。

方 法

6～7歳の雄カニクイザル8頭を用いた。移植一週間前に上腕骨内頰より2cm末梢で右尺骨神経を切断し、移植時、末梢側3cmを取り出し移植片とした。凍結同種移植群(4頭)では、取り出した神経片をドライアイス上で凍結・室温下で融解するという操作を5回行った後、他の個体に同種移植した。自家移植群(4頭)では、取り出した神経をそのまま同一個体に移植した。移植神経の両端は、8-0ナイロン糸を使用し、端々神経上膜縫合を行った。

両群ともに移植後8週・5カ月に移植神経片を取り出し、移植片の中枢側縫合部より1mm・5mm・10mm・25mmの各部位を採取し電顕観察用試料とした。試料は2.5%グルタルアルデヒド、2%パラホルムアルデヒドを含む0.1Mカコジル酸緩衝液で固定後、さらに1%オスミウム酸で後固定し、常法に従ってEPON樹脂に包埋した。超薄切片は酢酸ウラン、クエン酸鉛で染色し、透過型電子顕微鏡で観察した。

結 果

正常 Ranvier 絞輪部の形態：連続した共通の基底膜を持った2つの Schwann 細胞の間に絞輪部が形成される。絞輪部では、基底膜と軸索との間に nodal gap が見られた。ここには Schwann 細胞の lateral loop から出た多数の微絨毛が認められた。また、これらの微絨毛間には nodal gap 基質が存在していた。傍絞輪部の terminal loop は、軸索形質膜と接しており、絞輪部の軸索形質膜直下には、膜の裏打ち構造が認められた。最外側の terminal loop 間の距離(絞輪部長)は、平均、約1.8 μm であった(図1a)。

自家移植群：移植後8週(移植片の中枢側から10mm)の絞輪部では、5～14層(平均9.0層)の髓鞘が形成され、絞輪部の長さは、約2.4 μm ～13.2 μm (平均5.7 μm)であった。絞輪部の軸索形質膜には、裏打ち構造が認められた。一部の terminal loop と

軸索形質膜の間に Schwann 細胞突起の侵入が認められた。隣接する Schwann 細胞同士は広い接触面を持っていた(図1b)。

移植後5カ月になると、20～30層(平均26.0層)と髓鞘形成は進み、絞輪部の長さも約1.1 μm ～1.9 μm (平均1.4 μm)と短くなった。全ての terminal loop は、軸索形質膜と接しており、正常の絞輪部とはほぼ同様な形態を示した(図1c)。

同種移植群：移植後8週(移植片の中枢側から10mm)の絞輪部では、6～14層(平均10.0層)の髓鞘が形成され、絞輪部の長さは約1.5 μm ～17 μm (平均6.5 μm)であった。絞輪部の形態は、自家移植の同時期・同部位のものと比較した時、絞輪部の軸索形質膜の裏打ち構造を欠き、完成度は低かった(図1d)。さらに中枢側では、髓鞘形成が進み(10～14層：平均11.4層)、絞輪部の長さも短縮した(約0.9 μm ～4.0 μm ：平均2.04 μm)。また、絞輪部の軸索形質膜の裏打ち構造が現れ(図1e)、さらに、nodal gap・幼弱な nodal villi が出現し、terminal loop と軸索形質膜の接触も認められた(図1f)。

移植後5カ月では、髓鞘厚・絞輪部長・絞輪部微細形態ともに正常絞輪部とはほぼ同じ形態を示し、自家移植と同様な所見であった。

図2は、以上の絞輪部の再形成過程を経時的に図示したものである。これをもとに、絞輪部の完成度と髓鞘厚の関係をみると、同種移植・自家移植とも同様の傾向を示し、髓鞘厚が15～20層に達すると、絞輪部の形態が正常に近い完成度を示した。また、絞輪部の長さとの関係をみると、同種移植・自家移植とも同様の傾向を示し、髓鞘厚が10層に満たない神経では、極めて長い絞輪部長を示したが、10層を越えると、絞輪部長は髓鞘厚に関らず、ほぼ一定となった。

考 察

本研究では、サル凍結神経束同種移植系における再生軸索 Ranvier 絞輪部の再形成過程を微細形態学的に明らかにすることができた。その結果、同種神経移植においても、臨床的に広く応用されている自家神経移植と同様に、時間を追って、絞輪部が成熟することが示された。

これまでの絞輪部に関する形態学的研究は、発生学¹⁾²⁾・病理学(変性)⁴⁾・正常構造³⁾に限られ、神経の再生に伴う形態再形成過程を検索したものはない。

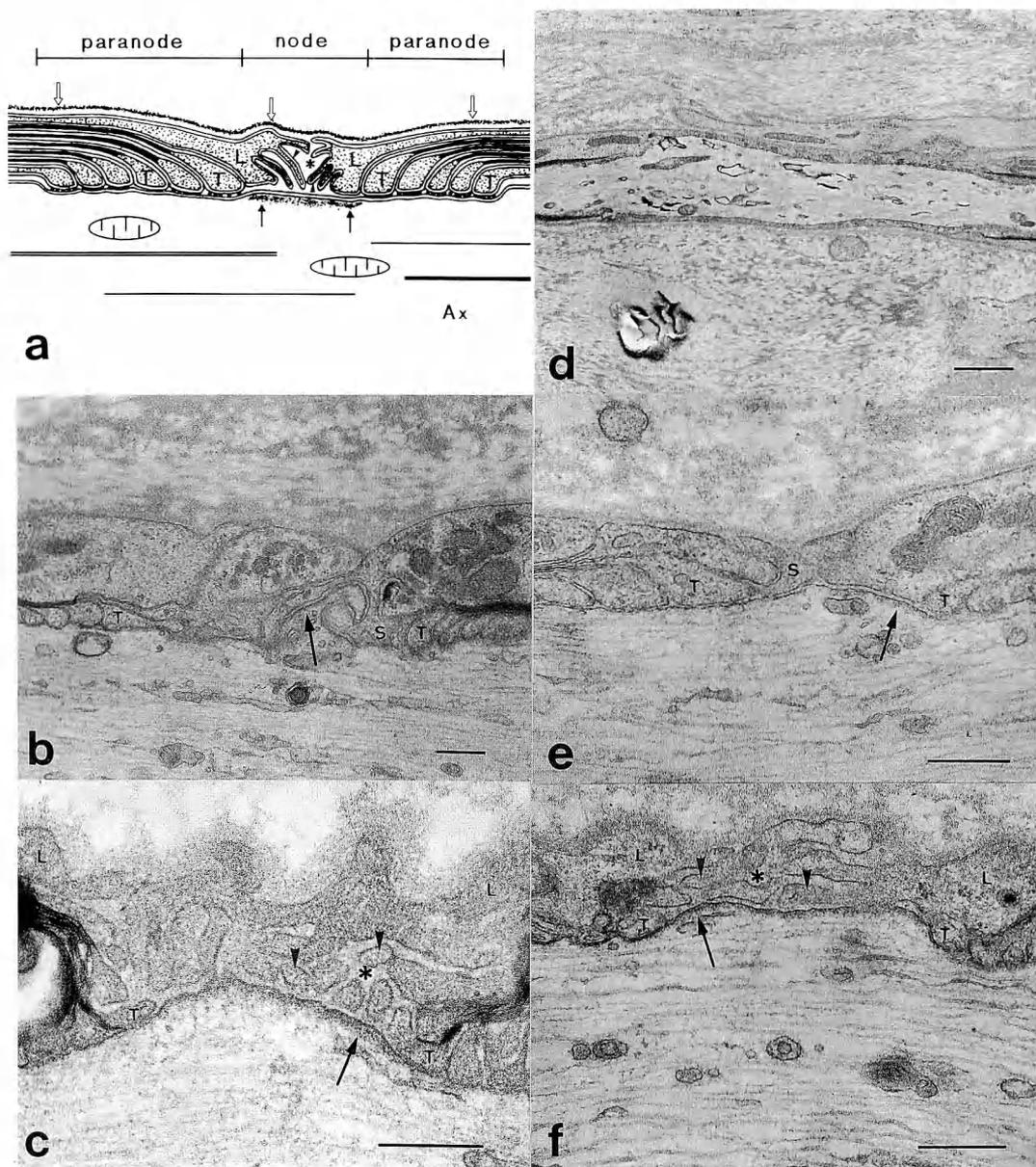


Fig.1 a: A schematic illustration of the typical node of Ranvier in a longitudinal section of normal nerve fiber.

b and c: autograft; d, e, and f: allogeneic nerve graft.

b: An immature node of Ranvier found in thinly myelinated regenerating axon 8 weeks after grafting.

c: A mature node of Ranvier located in thickly myelinated regenerating axon 5 months after grafting.

d: An immature node of Ranvier found in thinly myelinated regenerating axon 8 weeks after grafting. No axolemmal undercoating, nodal length=17 μ m.

e: An immature node of Ranvier found in thinly myelinated regenerating axon 8 weeks after grafting.

f: A matured node of Ranvier found in thickly myelinated regenerating axon 8 weeks after grafting.

open arrows: Schwann cell basal lamina; black arrows: axolemmal undercoating; Ax: axon; T: terminal loops; L: lateral loops; asterisks: nodal gap; arrow heads: nodal villi of Schwann cell; S: processes of Schwann cells; scale bar: 0.5 μ m in b, c, e, and f, 2 μ m in d.

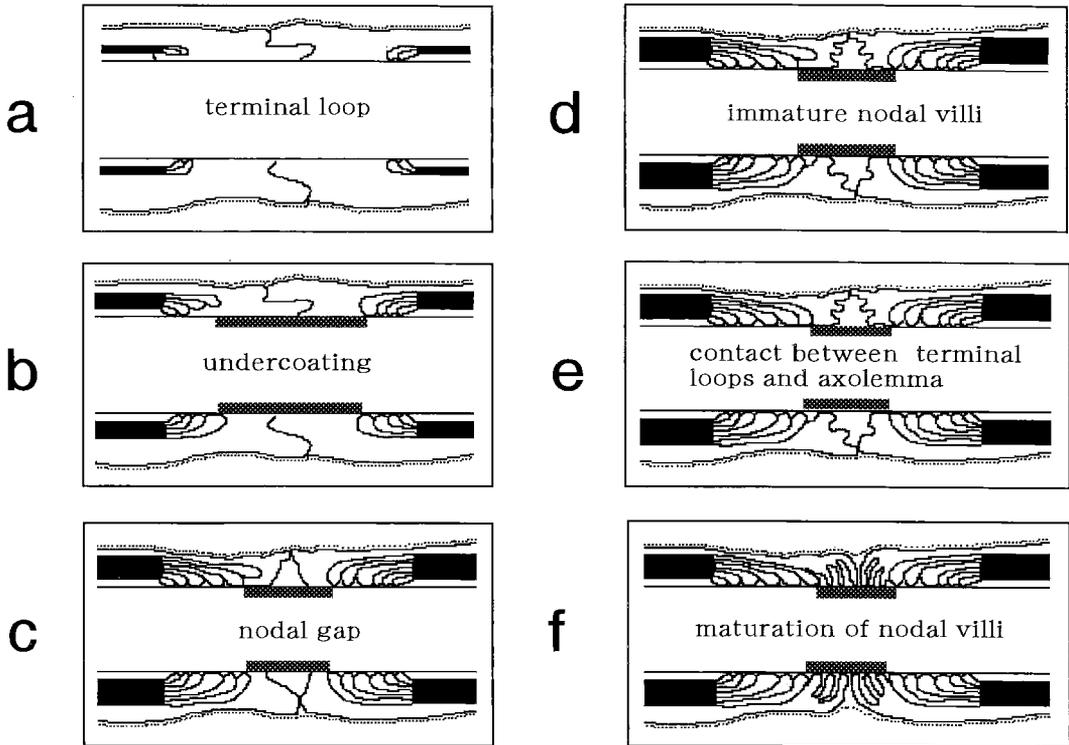


Fig.2 Schematic illustrations showing the maturing process of node of Ranvier during axonal regeneration in autoand allogeneic nerve graft. Specific events in each stage are indicated (a-f).

本研究は、これまで、臨床的あるいは生理学的データに基づいて推測してきた自家移植での神経再生における絞輪部の修復過程を、形態学的に確認したものであり、神経再生を形態学的に評価する上で極めて重要なものである。

さらに、以上の所見を基に考えると、本研究で得られた同種移植における絞輪部再形成過程の結果は、同種神経移植においても凍結神経束を用いることにより自家移植とほぼ同様な機能回復を期待することができる事を、形態学的に示している。

ま と め

サルの自家移植・同種移植における Ranvier 絞輪部の再形成過程を形態的に明らかにすることができた。また、同種神経移植においても自家移植と形態的に同様な経過をとることから、同種神経移植においても、機能回復を十分期待することができるものと考えられた。

文 献

- 1) Berthold, C.-H.: Ultrastructure of postnatally developing feline peripheral nodes of Ranvier. *Acta Soc. Med. Ups.*, 73 : 145-168, 1968.
- 2) Berthold, C.-H.: Development of nodes of Ranvier in feline nerves: an ultrastructural presentation. *Micro. Res. Tech.*, 34 : 399-421, 1996.
- 3) Dwight, D. P., et al.: An electron microscopic study of central and peripheral nodes of Ranvier. *J. Anat.*, 111 : 229-238, 1972.
- 4) Griffin, J. W., et al.: Early nodal changes in the acute motor axonal neuropathy pattern of the Guillain-Barre syndrome. *J. Neurocyt.*, 25 : 33-51, 1996.
- 5) Tajima, K., et al.: Regeneration through nerve allografts in the Cynomolgus monkey. *J. Bone Joint Surg.*, 73 : 172-185, 1991.
- 6) Tohyama, K., et al.: Nerve regeneration through the cryoinjured allogeneic nerve graft in the rabbit. *Acta Neuropath.*, 80 : 138-144, 1990.

質 問 東京医科歯科大学整形外科 伊藤聡一郎

freezing and thawingにより donor の Schwann cell は cell death をきたし, graft に recipient の Schwann cell が進入するまでに時間を要する分, autograft と比べてランビエ絞輪形成は遅延すると考えられる。したがって, 初期再生像は両者で相異なるのではないか。

回 答 岩手医科大学第二解剖学教室 佐野 啓一

再生初期(移植後8週)の移植片において, 中枢側縫合部より遠位の部位ほど, 凍結融解を施した同種移植は, 自家移植より絞輪部の完成度が未熟であった。これは, 凍結融解の操作が移植片内の Schwann cell を死滅させ, その後移植片内に侵入してきた再生軸索と Schwann cell との相互関係を築くための時間が, 自家移植より要するためと考えられる。しかし, 近位部においては, 両移植での差は認められなかった。



神経切断時におけるフィブリン糊被膜の効果

成功大学医学部骨科 (台湾)

周 一 鳴

越川病院整形外科

松 田 英 雄

Effects of Fibrin Sealant for Nerve Transection in Rats

I-Ming Jou & Hideo Matsuda

When conventional microsurgical techniques are used to cut a nerve, the cut surfaces are usually deformed. We wrapped nerves with a fibrin sealant to see if such treatment made the nerve end obtained by transection suitable for anastomosis.

Sixteen mature Sprague-Dawley rats were used, eight in each group. The sciatic nerve was cut with a sharp razor blade with or without fibrin sealant wrapping the nerve at the resection site. The operation field was kept at 15°C by continuous irrigation with cold saline solution. Both of the nerve stumps were removed immediately after the transection. The cut surfaces were examined by scanning electron microscopy (SEM) and longitudinal sections were examined by SEM and light microscopy.

By SEM, the nerves with fibrin sealant had less epineurial contraction and less gap formation around fascicles than the control group at $\times 40$; at $\times 1000$, nerve ends were seen to be curled only with the control treatment. By light microscopy, all specimens had a protruded (herniated) end. Two of 8 control ends were irregular in shape and 4 of the 8 had mushroom-like ends. None of the nerves sealed with fibrin sealant group had such ends.

The mean differences between the diameter of the resected sciatic nerve (7.03 and 8.45mm, treated and control nerves) were not significant ($p=0.18$, paired t-test). However, the length of protruding end from the epineurium to the end of the bare axon fibers and this length as a percentage of the diameter of the sciatic nerve (a mean of 2.04 mm and 27.2%) of the fibrin-sealed nerves both were smaller than for the control nerves (3.88 mm and 44.5%, $p=0.009$ and 0.001).

Being wrapped with fibrin sealant before nerve transection allows the surface to be cut more cleanly and prevents curving of axon tips. The adhesive characteristics of the fibrin sealant may produce epineurium-sealant adhesion complexes. If so, such complexes may prevent epineurium retraction. Nerve stumps with this mostly longitudinal arrangement of axon fibers and ends protruding little may facilitate the growth of the regenerating axon across the anastomosis.

い と ぐ ち

神経修復の目的は、できるだけ多くの再生軸索を末梢断端に迅速に通過させるのみならず (解剖学的再生)、本来の機能を再獲得させることである (機能的再生)。

そのためには、軸索再生の起点となる切断面の形状が、まず大切であろう。さて、神経を切断すると、神経上膜が退縮し、そこから神経繊維群が逸脱して、膨隆してくるので、整った神経縫合術を行うことが困難になる。しかし、フィブリン糊で神経を被膜化してから切

Key words: fibrin sealant, nerve transection, cut surface, nerve suture, epineurium retraction

Address for reprints: I-Ming Jou, M.D., National Cheng-Kung University Medical Center, 138 Sheng-Li Road, Taiwan ROC 70428.

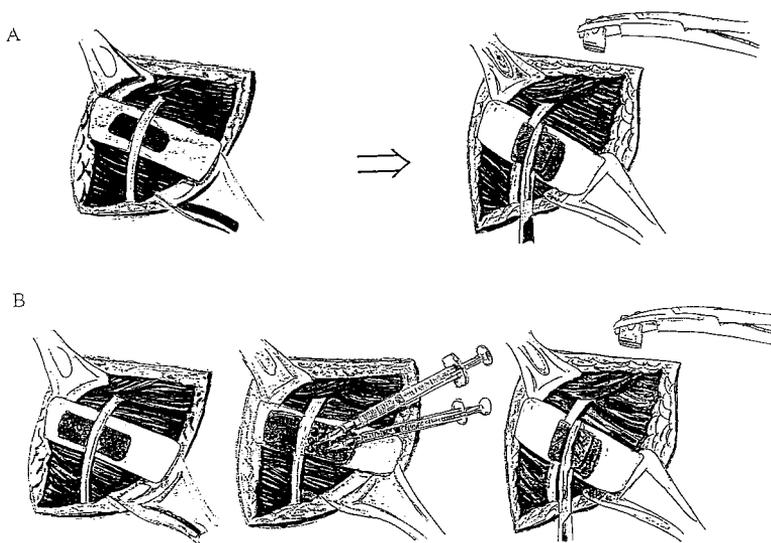


Fig.1 Diagram of transection of a nerve wrapped with a fibrin sealant. A; control group, B; Fibrin sealant group.

断すると神経上膜の退縮は防止され、かつ神経は硬度を増し、整った神経縫合が容易となる。臨床ではこの方法によって良好な術後成績が得られている。そこで今回、実験的に神経切断面の形状に検討を加えたので報告する。

1. 材料と方法

実験動物として平均体重 300g の Sprague-Dawley 成熟ラット (270~320g) 8 匹を用いた。手術は ketamine (150mg/kg) の腹腔内注射後、2.5 倍の拡大鏡下で行った。坐骨神経は大腿中央で展開し、ほぼ 2cm 剥離した。左側坐骨神経は、軟らかい 1cm 幅のビニールシートで切断する神経を包み込み、プラスチック板上で剃刀を用いて切断し、対照群とした。右側も同様に展開し、切断する神経上にフィブリン糊を滴下して、ビニールシートで固めてフィブリン糊で神経上膜を被覆し、F 群とした (Fig.1)。しばらく放置して固まった頃に、同様シート上から神経を切断した。切断後、神経片を切り出し、直ちに glutaraldehyde で固定した。標本採取後、ペントバルビタールと塩化カリウム溶液の致死量をラットに注射した。なお、フィブリン糊はテイシール (日本臓器) を用いた。体温は摂氏 37~38 度、手術野は生理食塩水を注ぎ込むことによって 15℃ にそれぞれ維持された。切断中枢側の標本は走査電顕 (Hitachi S-2500SEM) 用に供し、

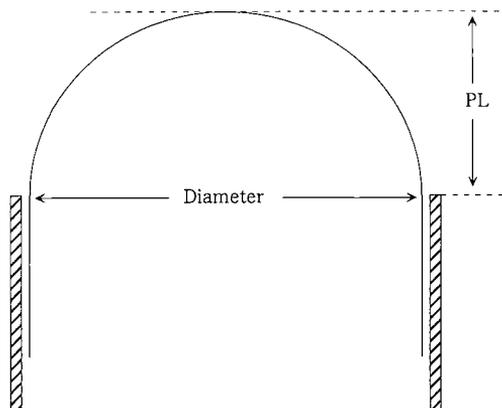


Fig.2 Calculation of the degree of protrusion at ends after nerve transection. The length of protrusion (PL) was measured from the edge of the epineurium to the end of the axon fibers. The ratio of protrusion was calculated as PL/nerve diameter.

末梢側の断端は連続縦切切片に切り、toluidine blue で染色後、光学顕微鏡で観察した。

切断端では神経繊維群は神経上膜から逸脱して半球状に膨隆する。この量的表現として膨隆比を用いた。神経の直径 (D) と神経上膜端から軸索膨隆の頂点までの長さ (PL) から、膨隆比 (PR) = PL/D を求め、両群を比較した (Fig.2)。各標本における連続縦切

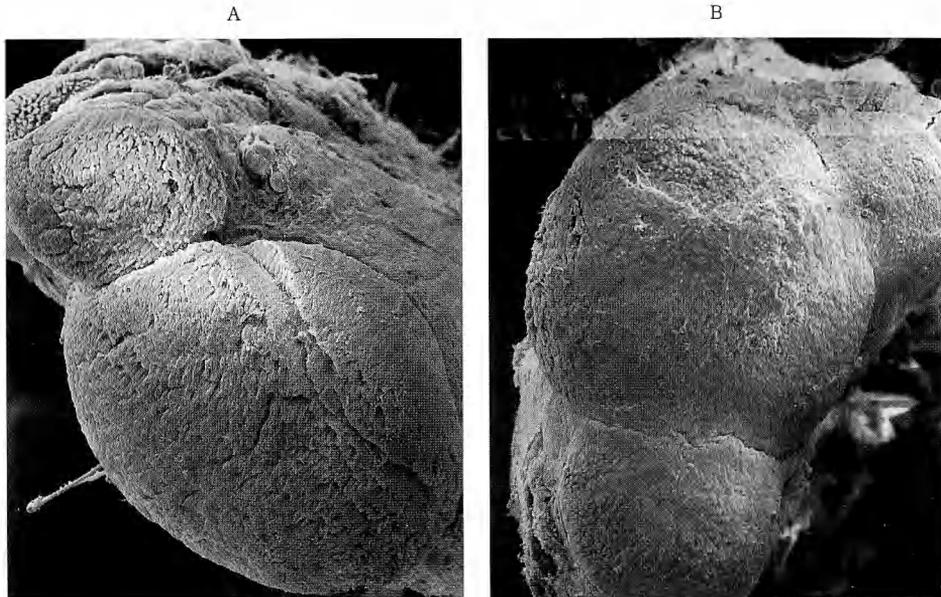


Fig. 3 Comparison of cut surfaces by scanning electron microscopy.

A: control nerve ($\times 70$)

B: Nerve treated with fibrin sealant. The epineurium of the control nerve is more retracted and irregular on its edge than that of the fibrin sealant-treated-nerve. Fasciculi of the control nerve protrude more than those of the fibrin-sealant nerve.

切片の中から、最も不規則な切断端をもつものをそれぞれ選び、計測用に供した。

2. 結 果

2-1 SEM 所見

低倍率で切断面をみると、坐骨神経は3個の神経束からなる。対照群では、神経束間に間隙が見られ、神経束の断端も不揃いであったが、F群では神経束間の間隙はなく、神経束の断端もそろっていた (Fig. 3)。さらに神経束の中心性膨隆や神経上膜の退縮もF群では対照群に比し少なかった。高倍率で切断表面を観察すると、両群とも表面は平らではなかったが、湾曲した軸索端は対照群の方により多く観察された。

2-2 光学顕微鏡的所見

神経の縦切標本をみると、両群とも断端部での神経上膜の退縮と半円形の膨隆が観察された。しかしながら、対照群では、8例のうち2例に著しい不規則断端、8例のうち4例にキノコ状の膨隆が認められたが、F群には全例にこれらの所見は観察されなかった (Fig. 4)。次に膨隆の量的な比較を示す。神経の直径は対照群

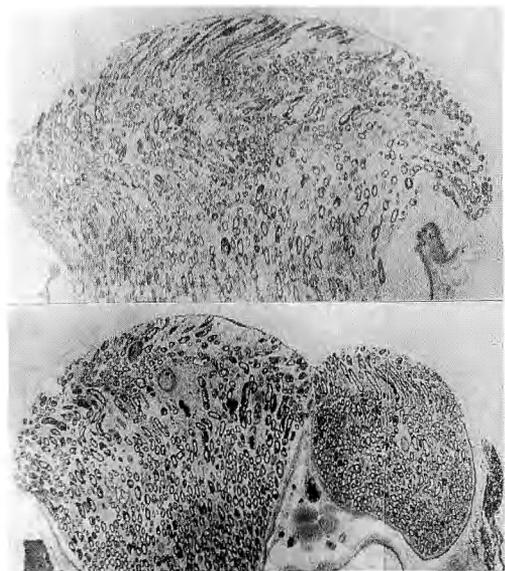


Fig. 4 Linear sections of a control nerve (A) and a fibrin-sealant-treated nerve (B) observed by light microscopy. The control nerve has a mushroom-like end, but the treated nerve does not.

では $7.03 \pm 2.42 \text{mm}$ ($n=8$), F 群では $7.56 \pm 2.17 \text{mm}$ ($n=8$) であり, 両群間の直径に有意差はみられなかった ($p=0.108$, T 検定). 神経繊維群の脱出の長さ PL および PR は, 対照群ではそれぞれ $3.88 \pm 1.69 \text{mm}$, $44.51 \pm 10.0\%$ であり, F 群では $2.04 \pm 1.16 \text{mm}$, $27.24 \pm 8.71\%$ であった. PL および PR とも両群間でそれぞれ明らかな有意差が認められた. ($p=0.009$, $p=0.001$, T 検定).

3. 考 察

切断神経の断面は SEM や光学顕微鏡による所見からすると, 平面的ではなく, 半球状の膨隆を呈する. これは神経縫合時に, 術者はいつも経験することではあるが, 従来この現象やこの断端が縫合される際の影響などについての報告はみられない. 本研究はフィブリン糊で被膜化された神経を切断すると, 半球状の膨隆を減ずるとともに, 軸索のキノコ状変形なども起こし得ないことを示した.

この機序は第 1 に, 神経上膜表面がフィブリン糊の接着によって固定されるため, 固有の退縮性が阻止されたためと考えられる. 第 2 には神経上膜の硬度が増すため, 切断時に神経繊維群を保護し, 軸索変形を防いだためと推察される. この硬度が増した神経の他の利点は, 神経縫合時に非常に扱いやすくなることで, ことに小径の神経縫合時に役立つ.

これまで, 神経の切断面や神経縫合からみた切断法などにはあまり注目がなされていない. 縫合術直前における切断端の修正⁴⁾, 神経切断保持器³⁾, レーザーによる切断¹⁾, 冷却下での切断²⁾ などが報告されている. レーザーを用いると, 神経周囲の線維化も少ないが, 軸索の先端を封印し, 軸索の再生が妨げられる. 河合²⁾ は 35°C と 5°C の乳酸リンゲル液を滴下しながら切断した神経断面を比較したところ, 5°C 液の滴下での切断は軸索の方向の乱れが少なく, 本来の軸索の形態も保持された. さらに 5°C 下で, より整った断面をもった神経縫合群が, より良い機能回復を示した.

他方, 臨床的には冷却下で切断すると, 神経上膜は常温下よりも退縮し, 神経繊維群は神経上膜端から逸脱し, 整った神経縫合を困難ならしめたが, フィブリン

糊被膜下切断はこの欠点も克服せしめたのである.

ま と め

1. フィブリン糊で被覆化したラット坐骨神経を切断し, 通常の切断との異同を走査電顕および光学顕微鏡を用いて観察した.
2. 神経切断端では, 神経上膜は退縮し, そこから神経繊維群は逸脱して膨隆し, 軸索は湾曲する. フィブリン糊はこの傾向を遮断する効果を示した.
3. 整った神経の切断面を得るためには, フィブリン糊で被膜化して切断した方がよい.

文 献

- 1) Fischer, D. W., et al.: Comparative study of neuroma formation in the rat sciatic nerve after CO_2 laser and scalpel neurectomy. *Neurosurgery*, 13: 287-294, 1983.
- 2) 河合栄蔵: 末梢神経修復に関する実験的研究—局所冷却の影響について—. *日手会誌*, 7: 814-830, 1990.
- 3) Meyer, V. E., et al.: The surgical cut-surface of peripheral nerves. *Int. J. Microsurg.*, 2: 187-192, 1980.
- 4) Narakas, A.: The use of fibrin glue in repair of peripheral nerves. *Orthop. Clin. North Am.*, 19: 187-199, 1988.

質 問 川崎医科大学形成外科 光嶋 勲

1. フィブリン糊使用群で軸索質の突出が防止されたのは何故か.

2. 突出防止機序として, フィブリン糊中の神経毒物質が軸索質を破壊した可能性はないか.

回 答 成功大学医学部骨科 周 一鳴

1. 神経上膜はフィブリン糊膜で被覆接着されるため, 通常切断によって生ずる薄い神経上膜の退縮は, この培養によって防止されたと考えられる.

2. フィブリン糊膜が神経上膜の周囲に接着されるが, 神経の切断は, フィブリン糊の液状状態が固形化し固まった時点で行った. そのため液状フィブリン糊が切断軸索の先端に作用することはあり得ない. したがって, ご質問の可能性は想定できない.

ラット坐骨神経損傷後変動する遺伝子の探索

京都府立医科大学整形外科教室

呂 寅 幸・玉 井 和 夫
平 澤 泰 介

同附属脳・血管系老化研究センター病態病理学部門

伏 木 信 次

Detection of Gene Expression in the Ventral Horn after Rat Sciatic Nerve Injury

Inhaeng Yuh · Kazuo Tamai · Yasusuke Hirasawa
& Shinji Fushiki

Restriction landmark cDNA scanning (RLCS) was developed for systematic detection of gene expression. This method can display many cDNA species as two-dimensional gel spots with a high reproducibility. Using this method we scanned cDNA samples from the ventral horns of the lumbrosacral spinal cord in rats and evaluated the time-course of changes in gene expression after rat sciatic nerve crush injury. Sprague-Dawley male rats weighing 200-250g were used. After bilateral sciatic nerve crush on the trunk of the sciatic nerve, cDNA samples were prepared on the 1st, 3rd, 5th and 7th post operative days. RLCS was then performed and spot patterns were compared. Using restriction enzymes EcoRI and HinfI, we surveyed 600 spots. Among them 30 spots changed their expression level. The number of spots were maximal at the 5th POD. It is tempting to speculate that the highest number of spots seen on the 5POD may correspond to the on-going neuron-glia interaction. Thus, RLCS should be a useful method for detecting differentially expressed genes especially in a time-course study.

はじめに

末梢神経損傷に伴う神経再生について多くの神経再生関連分子の研究がなされているが、いまだ神経再生機構に関しては不明な点が多く、新たな神経再生関連分子の同定が試みられている。近年、発現・変動する遺伝子の高感度・高速検出法としてRLCS法 (Restriction landmark cDNA scanning) が開発された¹⁾。この手法は発現変動する遺伝子群を比較検討する事が可能であり、今回我々はこの検出法を用いラット坐骨神経圧挫損傷後、腰仙髄前角領域で発現変動する遺伝子の数について経時的に検討した。

対象および方法

Sprague-Dawley系ラット (雄, 8週令) 8匹の両側坐骨神経に圧挫損傷を加え、1, 3, 5, 7日後に腰仙髄を摘出し、その前角細胞領域を採取した。採取した組織から抽出した mRNA 5 μ gより Double strand cDNAを合成した。RLCS法はプロトコールに沿って行った (Fig. 1)。まず合成した cDNAを1度目の制限酵素にて切断し、その5'突出末端をアイトープ標識した後、1次元電気泳動を行い、その後2度目の制限酵素処理を施行、2次元電気泳動にて遺伝子群を展開した。オートラジオグラフィーによりプロファイルを作製し、発現している遺伝子を泳動スポットと

Key words: nerve regeneration, gene expression, spinal cord

Address for reprints: Yuh Inhaeng, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji Kamigyo-ku, Kyoto 602, Japan.

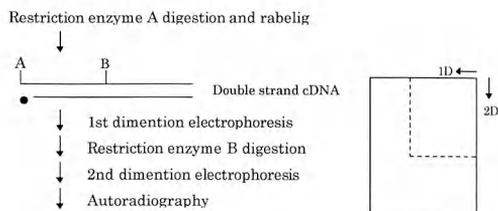


Fig. 1 The RLCS procedure

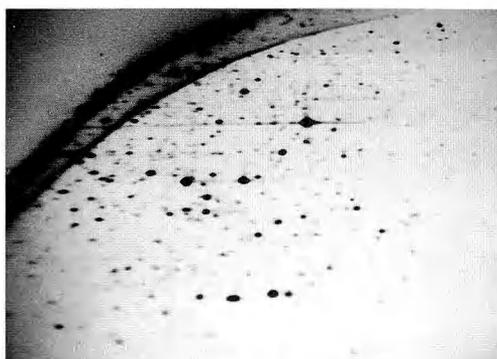


Fig. 2 Typical RLCS profile

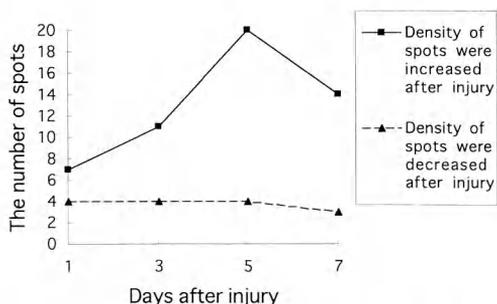


Fig. 3 The number of spots after nerve injury

して視覚化した (Fig. 2). 今回制限酵素は1度目に EcoRI, 2度目には HinfI を組み合わせたプロファイルを作製した. 同様に未処置ラット腰仙髄前角領域のプロファイルを作製し比較検討した.

結 果

変動するスポットの数を7日間と比較可能な600のスポットに対し検討した. 変動するスポットは30個存在していた. 30個のうち各採取時点では5日目がいちばん多くのスポット数を認めた. スポットの変動様式は損傷前と比べ density が上昇しているタイプと density が減弱・消失しているタイプに分けられるが,

density が上昇するタイプは5日目でもっとも多くみとめた (Fig. 3).

考 察

分子生物学の進歩により, 新たな遺伝子の同定が比較的容易になり, 近年盛んに試みられている. これまで新規遺伝子検索法として, Differential display 法や Subtraction hybridization 法²⁾ が利用されていたが, それら従来の手技では偽陽性率が高い, 実験手技が煩雑, 再現性がないなどの欠点も指摘されていた. RLCS 法は1996年渡辺らが開発した手法であるが, この手法はある細胞ないし組織で発現する mRNA から逆転写した cDNA をアイソトープ標識する事により, 一度に千数百の遺伝子群を量的・位置的再現性よく視覚化する事が可能であり, 遺伝子の経時的な発現変動を検索する今回の実験には有効な手法であると考えた. また rare gene を検出するのにも充分な感度があり, さらに泳動ゲルが保存可能なため, 変動するスポットに対し後日クローニングできる利点もある. 今後神経再生に関連する重要な分子が同定出来ることを期待している. 私達は今回この手法を用いることにより, ラット腰仙髄前角領域で発現変動する約千個の遺伝子を対象に, 末梢神経の再生過程にどれだけの数の遺伝子が経時的に変動するかを示した. 損傷後7日間において発現変動する遺伝子は全体の5.0%であった. 一般に末梢臓器で発現変動する遺伝子は2-3万と言われていることから, 損傷後7日間で発現変動する遺伝子数は約千数百個の遺伝子が変動していると推測できた. またこれまでの報告では, 神経細胞体での mRNA 転写活性は神経損傷後3日目にピークに達するが³⁾, 今回の実験より発現変動する遺伝子の数では, 坐骨神経圧挫損傷後5日目に最多となることが明らかとなった. これは損傷直後からの神経細胞体での遺伝子発現と⁴⁾, その後末梢側で起こるワーラー変性により逆行性に送られるシグナルや, 中枢側で起こる gliosis の影響⁵⁾ など, 2次的な反応による遺伝子発現が重なる時期ではないかと推測した.

ま と め

RLCS 法を用いてラット坐骨神経損傷後, 腰仙髄前角領域で発現変動する遺伝子の経時的な検討を試みた. 神経損傷後7日間で発現変動する遺伝子の種類は, 損傷後5日目に最も多く認めた.

文 献

- 1) Suzuki, H., et al.: Restriction landmark cDNA scanning (RLCS): a novel cDNA display system using two-dimensional gel electrophoresis. *Nucleic Acids Res.*, 24 : 289-294, 1996.
- 2) Gillen, C., et al.: Differentially expressed genes after peripheral nerve injury. *J. Neurosci. Res.*, 42 : 159-171, 1995.
- 3) Wells, M. R., et al.: RNA transcription in axotomized dorsal root ganglion neurons. *Mol. Brain Res.*, 27 : 163-166, 1994.
- 4) Cotman, C. W.: *Neural Plasticity.*, Raven Press, New York, 156-195, 1978.
- 5) Vassilis, E. K., et al.: Axotomy as an experimental model of neuronal injury and cell death. *Brain Path.*, 6 : 447-465, 1996.



Perineurial window における barrier 機能の変化について

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

杉本 義久・高山 真一郎
堀内 行雄・直長 圭植
矢部 裕

A Change of the Barrier Function in the Parineurial Window

Yoshihisa Sugimoto · Shinichiro Takayama · Yukio Horiuchi
Keishoku Naonaga & Yutaka Yabe

Introduction: The herniation of nerve fibers through a small defect in the perineurium is commonly known as the perineurial window, and is responsible for inducing segmental demyelination and limited degeneration of nerve fibers. We developed different sized models of the perineurial window; a 1-mm length window to model the small window and a 5-mm length window to model the large window. A histological study revealed that the damage and recovery patterns of the nerve fibers in the small perineurial window was different from those in the large window. These results were reported at the 39th annual meeting of the Japanese Hand Surgery Association.

The pathomechanism of the perineurial windows is thought to involve either the entrapment of the herniated fibers or the impairment of endoneurial homeostasis. To investigate the relationship between nerve fiber damage and barrier function in the perineurial window, Evans blue albumin (EBA) was used to examine the permeability of the perineurial barrier.

Materials and methods: A total of 80 Wistar rats were subjected to induction of perineurial windows 1 mm or 5 mm in length in the left tibial nerve, or sham operation. The permeability was examined at 1, 4, 8, and 12 weeks after surgery. Thirty minutes after injection of EBA into the right femoral vein, the nerve was removed and fluorescent microscopic observation was performed to examine the permeability of the endoneurial blood-nerve barrier. The permeability of the perineurial barrier was examined using local application of EBA for two hours.

Results: In both the large and small windows, there was an abnormal increase in the permeability of the peripheral nerve blood-nerve barrier near the perineurial window at 1, 4, 8 and 12 weeks. The perineurial barrier function in the small window model did not return to normal throughout the study, while in the large window model EBA had not spread into the endoneurium by 12 weeks.

Conclusion: These results revealed a delay in the recovery of the perineurial barrier as well as in nerve fiber regeneration in the small window model compared with the large window model.

はじめに

神経周膜の損傷に伴い神経線維がヘルニアになって突出し、脱髄・変性が生じることは Spencer³⁾ の報

告以来 perineurial window (以下 PW と略す) の名前で知られている。しかしながらこの病態の主体が、神経周膜の損傷による神経内恒常性の破綻によるのか、ヘルニア部分での神経線維の絞扼によるのかは明らか

Key words: perineurial window, blood-nerve barrier, perineurial barrier, evans blue albumin

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

ではない。

われわれはサイズの小さいPW (1mm) ではサイズの大きいPW (5mm) よりもヘルニアが長期間残存し、神経線維の機能的・組織学的回復が遅れることを第39回日手会で報告した⁴⁾。

神経周膜、および神経束内血管には神経束内の恒常性を維持するために、選択的に物質の透過性を制御する barrier 機能が存在する。挫滅、圧迫などによりこれらの barrier 機能が障害されることはよく知られており、神経線維の損傷、回復との関連についてはいくつかの報告がある²⁾⁵⁾⁶⁾。

PW では神経周膜の直接的な損傷のために、神経周膜の barrier 機能が障害される。1mm のPW では、神経周膜の損傷範囲が小さいにもかかわらず神経線維の回復が遅れるが、barrier 機能との関連について検討はなされていない。今回、PW における末梢神経の barrier 機能の回復について研究を行ったので報告する。

材料および方法

ウイスター系ラット (雌, 250g, N=80) の左脛骨神経束に長さ1mm, および5mmのPWを作製した。Windowの作製方法は前回の報告⁴⁾と同様に、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1mm, 5mmの大きさまで神経周膜を縦割した。Sham operationを行ったものをcontrolとした。

術後1, 4, 8, 12週で以下の実験1, 2を行った。1mm群, 5mm群は、各週4例ずつ, control群は各週2例ずつを各実験について行った。

実験1: 血液神経関門

Evans blue albumin (1% evans blue でラベルした5% bovine albumin, 以下EBAと略す)を、右大腿静脈より体重100gあたり1cc注入し30分後に神経を採取した。

実験2: 神経周膜関門

PWを作製した左脛骨神経束を露出し、神経周囲へEBAを約2cc, 2時間浸潤させた後に神経を採取した。採取した神経は10%ホルマリン液で24時間固定後、10 μ mの縦断凍結切片を作製し蛍光顕微鏡で観察した。また、神経束内の発色の程度から透過性の亢進状態を、著明に透過性亢進ありから透過性変化なしまで(++)~(-)の4段階で評価した。

結 果

実験1: 血液神経関門

Control群ではいずれの時点でもEBAの血管外への漏出は認められなかった。1mm, 5mm群ともに、EBAの血管外への漏出は1週ですでに著明であった

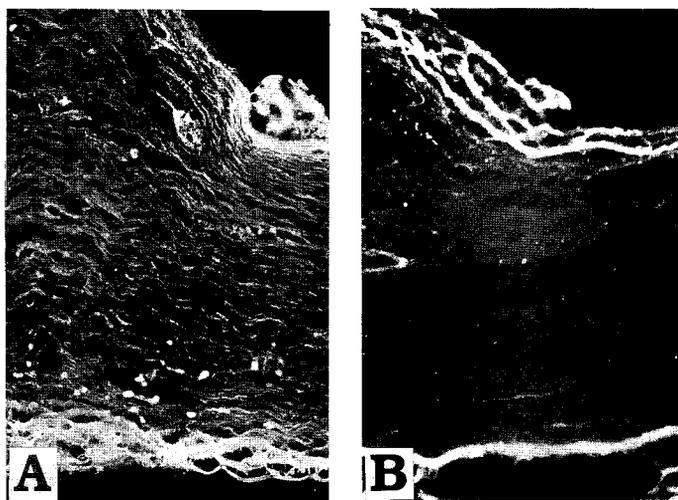


Fig. 1 A fluorescent microscopic findings of perineurial barrier at 12 weeks.

A: EBA had spread into the endoneurium. Barrier function had not recovered in a 1mm length window.

B: EBA had not spread into the endoneurium. Barrier function had recovered in a 5mm length window.

Table 1 Leakage of EBA from endoneurial vessels and perineurium.

Experiment 1 (blood-nerve barrier)

	1 mm				5 mm			
1w	++	+	+	±	++	++	+	+
4w	++	+	+	+	++	++	++	+
8w	+	+	±	±	++	+	+	±
12w	+	±	±	±	+	±	±	±

Experiment 2 (perineurial barrier)

	1 mm				5 mm			
1w	++	++	++	++	++	++	++	++
4w	++	++	++	++	++	++	++	++
8w	++	++	++	++	++	++	++	-
12w	++	++	+	±	+	±	-	-

が、漏出は経時的に減少した。しかしながら漏出は12週の時点でもわずかながら観察された。

実験2：神経周膜関門

Control群ではいずれの時点でもEBAの神経束内への浸潤は認められなかった。1mm, 5mm群ともに1週ではEBAの神経束内への著明な浸潤を認めた。5mm群12週では神経束内への蛍光の浸潤は認められなくなったが、1mm群ではなお12週でも、神経束内に蛍光が観察された (Fig. 1, Table 1)。

考 察

実験1の結果から、PWのサイズにかかわらず血液神経関門の機能は、初期から障害をうけ、その回復は12週でも不完全であることが判明した。血液神経関門の機能は神経線維が変性におちいらぬような低圧迫力でも破綻することが知られている⁵⁾。正常では神経束内は陽圧に保たれているが、神経周膜を損傷することで、神経束内に圧変化が生じ、12週でも神経束内圧が正常化していないことが推測された。

実験2の結果から、神経周膜の barrier 機能は、初期に著明な障害をうけ、1mm群は12週でも barrier 機能の回復が認められなかったが、5mm群は12週で回復傾向にあることが明らかになった。ラットの神経周膜は扁平な神経周膜細胞が6層前後の層構造をなし、細胞間は tight junction や desmosome で密な結合をし、全周性に基底膜を有している。こうした構造が再生されてはじめて、神経周膜の barrier 機能は完全に回復するといわれている¹⁾²⁾。したがって、神

経周膜の組織学的な再生に関しても、1mmのほうが遅れることが予想される。

神経線維の回復の遅れと神経周膜機能の回復の遅れは相関する。すなわち1mmのPWは小さな欠損にもかかわらず、神経周膜の barrier 機能の回復は5mmのPWよりも遅れる。神経周膜の小さな欠損でも、神経線維の絞扼が長く残り、神経周膜の機能的再生も遅れることが判明した。

ま と め

1) サイズの異なるPWのモデルを作製し、血液神経関門、神経周膜関門の barrier 機能の障害、回復過程を12週まで観察した。

2) 1mm群、5mm群ともに、血液神経関門の機能の回復は12週でも不完全であった。

3) 5mmのPWは12週で神経周膜の barrier 機能の回復傾向にあったが、1mmのPWは回復は認められなかった。1mmのPWは神経周膜の barrier 機能の回復も遅いことが判明した。

文 献

- 1) 中尾洋子：末梢神経自家移植時における神経周膜の再生と透過性に関する実験的研究。京府医大誌，97：25-46，1988。
- 2) 斎木俊男：末梢神経圧挫損傷後における神経周膜の再生と透過性の変化について。京府医大誌，95：1051-1062，1986。
- 3) Spencer, P. S., et al.: The perineurial window: a new model of focal demyelination and remyelination.

- Brain Research., 96 : 323-329, 1975.
- 4) 杉本義久：Perineurial window に関する実験的研究．
日手会誌，13 : 735-737, 1996.
- 5) 高山真一郎：末梢神経障害に関する実験的研究—圧迫
神経障害における神経血液関門及び神経周膜の透過性に
ついて—．中部整災誌，30 : 172-174, 1987.
- 6) 山中一良：圧迫神経障害に関する実験的研究—血液神
経関門に対する神経剥離操作の影響—．日整会誌，66 :
714-727, 1992.
-

端側神経縫合における軸索再生のメカニズムについて (第2報)

— Neural Tracer を用いた検討 —

三重大学医学部整形外科学教室

松 本 衛・平 田 仁

佐々木 浩 樹・内 田 淳 正

三重大学医学部生理学第2講座

浅 原 俊 弘

In Vivo Study of the Mechanism of Axonal Sprouting after End-to-side Neuroorrhaphy Using Neural Tracers

Mamoru Matsumoto · Hitoshi Hirata · Hiroki Sasaki
Atsumasa Uchida & Toshihiro Asahara

We previously reported that the reinnervation after end-to-side neuroorrhaphy occurred in the gap formed between the intact lateral nerve and the denervated terminal nerve. This study was to determine the axonal origin of the end-to-side neural anastomosis using an epineurial window.

Materials and Method: Using male Wistar rats, the left sciatic nerve was exposed at the mid-thigh level. The peroneal nerve was transected at the mid-thigh level. Then, the proximal stump was reflected and sutured to the major trochanter, while the distal stump was attached in an end-to-side fashion to the epineurium of the tibial nerve by epineurotomy. At the 8th postoperative week, the peroneal nerve was exposed in the leg. A small volume of fluorescent tracer (Fast Blue) was injected as a single bolus into the nerve bundle. The L3-L6 spinal cord segment and the L3-L6 dorsal root ganglia (DRG) were identified. Fifty μm serial frozen sections of lumbar spinal cord were obtained in transverse planes and forty μm of DRG were cut in longitudinal planes. The right peroneal nerves were used as controls of the fluorescent tracer (Fluoro-Ruby). The sutured peroneal nerve segment and the host tibial nerve were removed. The specimens were embedded in paraffin, and 4 μm longitudinal sections were cut on a microtome. Immunohistochemical staining was performed with an enhanced polymer one-step staining system for anti-neurofilament protein/HRP monoclonal (DAKO).

Results and Discussion: In the experimental side, the end-to-side sutured peroneal nerve contained only 48 ± 40 motoneurons or approximately 10% of the control (462 ± 48 motoneurons), and 943 ± 423 DRG neurons or approximately 40% of the control (2294 ± 210 DRG neurons). The up-take rate of DRG neurons on the experimental side/the control side was significantly higher than that of motoneurons ($p < 0.005$). These observations suggested that there was better regeneration of sensory axons than of motor axons after end-to-side neuroorrhaphy. The axonal outgrowth through the epineurial window into the sutured peroneal nerve was demonstrated by immunohistochemical staining after 8 weeks. Axonal sprouting after end-to-side neuroorrhaphy was induced not only after trauma to intact nerve but also by trophic factors produced by the distal Wallerian degenerated nerve.

Key words: end-to-side neuroorrhaphy, fluorescent tracer, motoneuron, DRG, neurofilament

Address for reprints: Mamoru Matsumoto, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Mie University, Edobashi 2-174, Tsu-shi, Mie 514, Japan.

はじめに

我々は第11回日整会基礎学会において、端側神経縫合の軸索再生が健常神経から変性神経への軸索侵入であり、変性神経からの Schwann 細胞の遊走が軸索発芽の誘因となっている可能性を報告した。しかしながら、ギャップモデルの検討では軸索再生は良好とはいえず、軸索の起源の検討は困難と考えられた。端側神経縫合の際、Lundborg ら³⁾は神経周膜切除を、松田ら⁵⁾は神経上膜切除を予め健常神経に加えた方が神経再生が良好であることを報告している。今回は、神経上膜切除を加えた端側神経縫合モデルに fluorescent tracer を用いた検討を行い、再生軸索の起源について調べたので報告する。

材料及び方法

実験モデル

10週齢の雄 Wistar 系ラットを用いて、抱水クロラル (300mg/kg) による全身麻酔下に、以下の如く実験モデルを作製した。実験群は、左側坐骨神経を用いて脛骨神経に直径約2mmの神経上膜切除を手術用顕微鏡下に行った。腓骨神経は、神経上膜切除部に緊張無く縫合できる部位で切断し、近位断端は結紮後大転子近傍に縫着した。遠位端は10-0 ナイロン糸を用いて、脛骨神経の神経上膜に端側縫合した。右側は、トレーサーのコントロールとして用いた。

トレーサー投与方法

術後8週で、全身麻酔下に膝関節遠位の腓骨神経を展開し、ハミルトンシリンジ (10 μ l) を用いて、左側には Fast-Blue (2%, Sigma) を右側には Fluoro-Ruby (10%, Molecular Probes) を各々 2 μ l 腓骨神経内に順行性に注入した。約3日間の待機期間の後、PBS, 4%パラホルムアルデヒド, 10%サッカロース PBS にて灌流固定を行い、脊髓、後根神経節及び端側神経縫合部を採取した。脊髓は前根及び後根枝をランドマークとし L3~L6 高位で 50 μ m の連続切片を、後根神経節は L3~L6 を 40 μ m の連続切片を作製し、蛍光顕微鏡下に観察した。陽性細胞のカウントは、ダブルカウントを避けるため、細胞核が認められるものだけとした。

免疫組織学的染色

端側神経縫合部の軸索再生の指標として、抗ニューロフィラメント抗体による染色を行い、軸索侵入部を観察した。

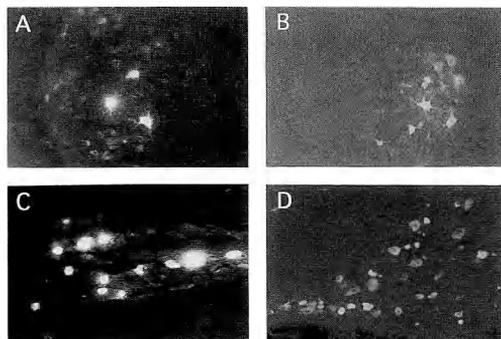


Fig. 1 Tracer-positive neurons $\times 100$
 A: Fast blue-positive motoneurons on the experimental side
 B: Fluoro-ruby-positive motoneurons on the control side
 C: Fast blue-positive DRG neurons on the experimental side
 D: Fluoro-ruby-positive DRG neurons on the control side



Fig. 2 Anti-neurofilament staining
 A: Attachment of the epineurial window. The upper portion is the tibial nerve and the lower portion is the peroneal nerve. $\times 40$
 B: Regenerated axons passed through the epineurium in the proximal tibial nerve of the attachment.

結 果

トレーサー結果

脊髄での実験群 Fast Blue 陽性細胞数は、48.1±40.6 であり、コントロール群 Fluoro-Ruby 陽性細胞数は 461.8±47.7（コントロール比 10.4%）であった。その分布域は Rexed 階層の 9 層に存在し、前角細胞であることが確認できた。後根神経節での陽性細胞数は、実験群 942.8±422.7 であり、コントロール群 2293.5±209.7（コントロール比 44.1%）であった。分布は L4 領域に多く存在した（Fig. 1）。

免疫組織学的染色結果

ニューロフィラメントは、神経上膜切除部より変性腓骨神経へ侵入していることが確認でき、接合部では脛骨神経の限局性的変性が見られた（Fig. 2A）。しかしながら、脛骨神経上膜切除部より中枢側の健常部に神経上膜内を変性腓骨神経へ侵入する再生神経を認めた（Fig. 2B）。

考 察

神経上膜切除を加えた端側縫合の報告例は、1901年の Kennedy⁴⁾ による副神経を利用した顔面神経の再建に用いた例に始まり、20 世紀初頭には臨床報告例¹⁾ がみられたが、その成績が不安定であることや動作がドナー神経支配筋と同期することなどから、以降 1990 年代に Viterbo ら⁸⁾ がラットの坐骨神経を用いた実験を報告するまで、みられなくなった。Viterbo らや Lundborg ら³⁾ は、運動神経再生の検討（筋電図や筋質重量）や組織学的検討を行い、神経再生が得られることを、本邦では松田⁵⁾、Battal ら²⁾ が、ラット顔面神経を用いた検討を行い、同様の結果を得ている。しかしながら、知覚神経への評価に関しては、Lungborg がピンチテストでの報告をしたのみであり、端側神経縫合による神経再生が知覚神経優位あるいは運動神経優位であるかの報告は我々が渉猟し得た範囲には、みられなかった。今回の我々の結果では、神経上膜切除を行った端側神経縫合において術後 8 週の時点では、健側比にて運動神経で約 10%、知覚神経で約 40%と、知覚神経再生の方が優位であることが示唆された。Fig. 3 (p<0.005)。また、組織学的検討では、神経上膜切除を行ったものでも、再生神経は神経上膜切除部だけでなく健常な神経上膜内へも神経発芽を起こすことがわかった。今回の検討では、端側神経縫合による神経発芽は知覚神経優位であることを示し

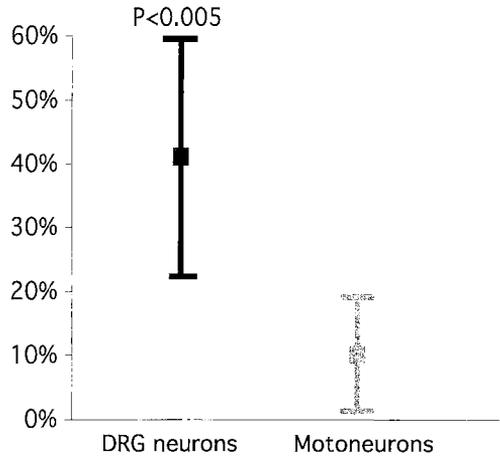


Fig. 3 The up-take rate of the experimental side/the control side

たが、その機能と神経細胞数との関係については不明点も多く、また健常神経への影響についても明らかにされていないため、端側神経縫合による機能再建については、更なる検討が必要と思われる。

ま と め

1. 端側神経縫合における軸索再生の起源について、脊髄前角細胞及び後根神経節のレベルで検討した。
2. 術後 8 週における神経上膜切除を加えた端側神経縫合の際の軸索再生は、知覚神経優位であることが示唆された。
3. 神経上膜切除を加えた端側神経縫合の軸索侵入は、上膜切除部だけでなくその周囲の上膜健常部にも起こることがわかった。

文 献

- 1) Ballance, C. A., et al.: Remarks on the operative treatment of chronic facial palsy of peripheral origin. *BMJ*, 1903; 2: 1009-13.
- 2) Battal, M. N., et al.: 神経上膜切除と神経上膜非切除における神経端側縫合によるラット顔面交叉神経移植。日形会誌, 16: 641-647, 1996.
- 3) Lundborg, G., et al.: Can sensory and motor collateral sprouting be induced from intact peripheral nerve by end-to-side anastomosis? *J. Hand Surg.*, 19B: 277-282, 1994.
- 4) Kennedy, R.: On the restoration of co-ordinated movement after nerve-crossing, with interchange of function of the cerebral cortical centers. *Phil. Trans.*

- Roy Soc., 194B : 127-164, 1901.
- 5) 松田秀則 他：端側神経縫合による神経再生の有無についての検討. 日形会誌, 15 : 910-918, 1995.
- 6) Swett, J. E., et al.: Sensory neurons of the rat sciatic nerve. *Exp. Neurol.*, 114 : 82-103, 1991.
- 7) Swett, J. E., et al.: Motoneurons of the rat sciatic nerve. *Exp. Neurol.*, 93 : 227-252, 1991.
- 8) Vitervo, F., et al.: End-to-side neurorrhaphy with removal of the epineural sheath: An experimental study in rats. *Plast. Reconstr. Surg.*, 94 : 1038-1047, 1994.



家兎坐骨神経非緊張下縫合術後の生体力学的特性

京都府立医科大学整形外科教室

河合生馬・玉井和夫
堂埜秀文・平澤泰介

Biomechanical Properties of the Rabbit Sciatic Nerve after Epineurial Repair without Tension

Ikuma Kawai · Kazuo Tamai · Hidefumi Dohno
& Yasusuke Hirasawa

Following peripheral nerve surgical repair it is recommended that the associated limb be immobilized for a period ranging from 2 days to 6 weeks to protect the repair site. The purpose of this study was to investigate the biomechanical properties of peripheral nerves following surgical repair in order to gain insight into the need to protectively immobilize repaired peripheral nerves.

The left sciatic nerve in adult rabbits was exposed in the thigh, transected, and immediately repaired under no tension. We divided the rabbits into 2 postoperative treatment groups. Treatment of group I involved no immobilization of the associated limb. Treatment of group II involved immobilization in which knee motion was limited with Kirschner wires. Nerves were then harvested at the following time intervals following repair: 0wk, 1wk, 2wks, 3wks, 6wks. The sciatic nerves from the opposite side served as controls. A nerve segment was removed and mounted on a Shimazu Autograph AGS 500B. The nerve was stretched at a rate of 5 mm/min. The cross sectional area (CSA) was measured with a CSA device (under 0.03 MPa pressure). Stiffness modulus and maximum load were obtained from the load-deformation curve, and maximum stress, failure strain and Young's modulus were obtained from the stress-strain curve.

The CSA of the nerve increased significantly 1 week after neurorrhaphy. A significant difference in the CSA was found between the two groups after 1 week. At 3 weeks after neurorrhaphy, the maximum load of group I had increased to 79% of the controls, and that of group II, to 42%. At 6 weeks after neurorrhaphy, the maximum load of group I was equal to that of the controls, but that of group II was only 60% of the controls. The maximum stress of both groups decreased significantly after neurorrhaphy. These were less than 20% of the controls at each time period. The Young's modulus of each group was significantly lower immediately after neurorrhaphy, and increased by slow degrees, but remained less than 40% of the control values at 6 weeks after neurorrhaphy.

There was no significant increase in the maximum stress or Young's modulus, which was attributed to immaturity of the connective tissue of the sutured nerve. Group I animals regained an average of 180% of the CSA in group II, and significant differences between the 2 groups were demonstrated in these experiments. It was concluded that mild elongation associated with movement of the knee joint stimulated the repaired nerve and affected the recovery of maximum load.

Key words : peripheral nerve, neurorrhaphy, biomechanical properties, nerve regeneration

Address for reprints : Ikuma Kawai, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kajji-cho, Kawaramachi Hirokohji, Kamigyo-ku, Kyoto 602, Japan.

はじめに

末梢神経損傷に対する縫合術後の管理上、修復部の安静を保つ目的で隣接関節を含めた縫合部位の固定が行われるが、その期間は報告者により2日から6週間と一定していない。

今回、我々は精神縫合術後の最適な固定期間を決定する目的で、まず非緊張下縫合術後の神経縫合部の生体力学的特性を検討した。

対象ならびに方法

成熟日本白色種家兎51羽を用いて、積極的固定を行わなかったI群(26肢)と縫合後、隣接関節固定を加えたII群(25肢)を比較検討した。各群とも神経縫合術、直後、1週後、2週後、3週後、および6週後の処置側を対照として健側より採取した坐骨神経を試験材料とした。

ペントバルビタール静脈麻酔下に左坐骨神経を大腿中央部で鋭的に切断した直後、顕微鏡下に8-0ナイロン糸を用いて神経上膜縫合6針を施した。縫合後II群には処置側膝関節に鋼線刺入固定を加え屈曲90°に保った。

術後各時期に骨盤出口から膝窩部までの坐骨神経を摘出し、これらを試験片としてダイヤルゲージを用いた接触圧0.03MPaの断面積測定装置により断面積を測定した後、島津オートグラフ(AGS500B)を用い、牽引速度5mm/min.で神経の完全断裂までの準静的引っ張り試験を行った(Fig.1)。得られた荷重-変位曲線より剛性および破断張力を求めた。剛性は荷重-変位曲線の直線部の傾きとした。さらに各試験片の断面積と初期長より応力-歪み曲線を作成しYoung率、破断応力および破断ひずみを求めた。得られた各群の力学的パラメーターの経時的変化を比較検討した。

結 果

断面積は1週より両群とも著明な増加を認めたがII群に比しI群の増加量は大きく、一週以降は両群間に有意差を認めた(Fig.2)。破断張力は3週でI群79%、II群42%に達した。6週でI群は対照と同程度に回復したが、II群では約60%にとどまった(Fig.3)。剛性はI群、II群とも2週で対照とほぼ同程度に回復した(Fig.4)。破断ひずみは術直後約50%に減少したが徐々に回復し、6週でI群は88%、II群は70%に達した(Fig.5)。破断応力は術後、著明に低下し

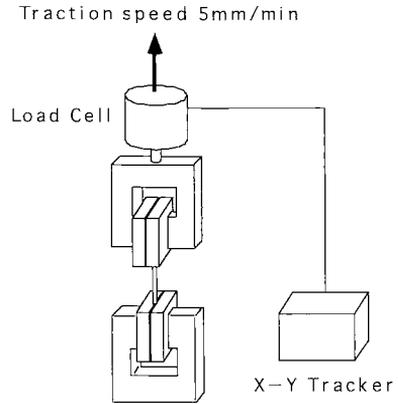


Fig.1 Schematic drawing of the experimental apparatus that was used to study the tensile properties of the nerve after neurorrhaphy. The tensile load was recorded by a load cell on a Shimazu Auto-graph mechanical testing machine.

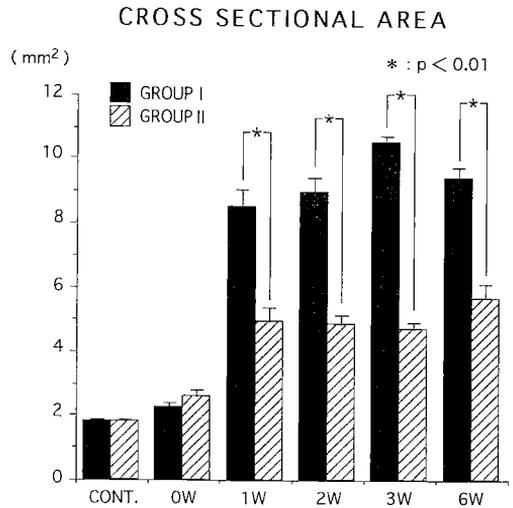


Fig.2 The cross sectional area (CSA) increased significantly 1 week after neurorrhaphy. A significant difference in the CSA was found between the two groups after 1 week.

MAXIMUM LOAD

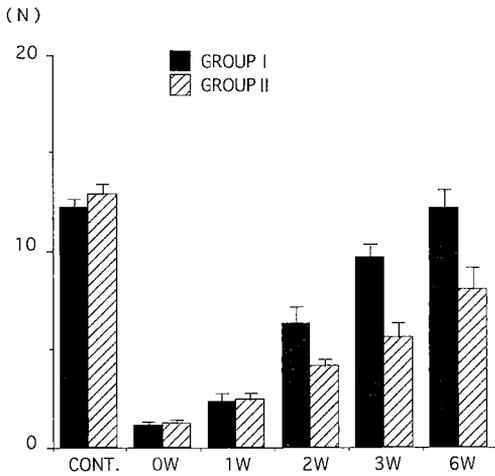


Fig.3 The maximum load of the nerve substance. At 3 weeks after neurorrhaphy, the maximum load of group I had increased to 79% of the controls, and that of group II, to 42%. At 6 weeks after neurorrhaphy, the maximum load of the group I was equal to that of the controls, but that of group II was only 60% of the controls.

FAILURE STRAIN

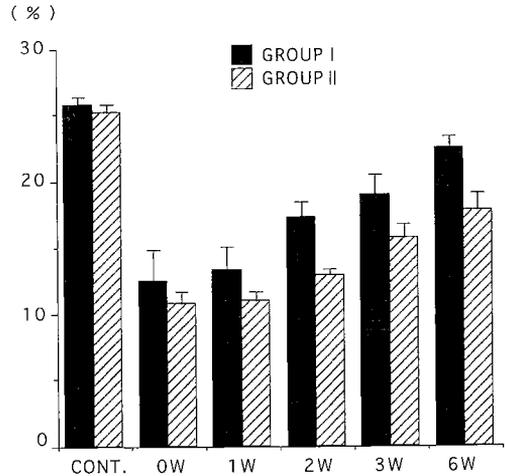


Fig.5 The failure strain of the nerve substance. That of each group decreased to 50% of the controls immediately after neurorrhaphy, but that of group I increased gradually to 88% of the controls, and that of group II, to 70%.

STIFFNESS

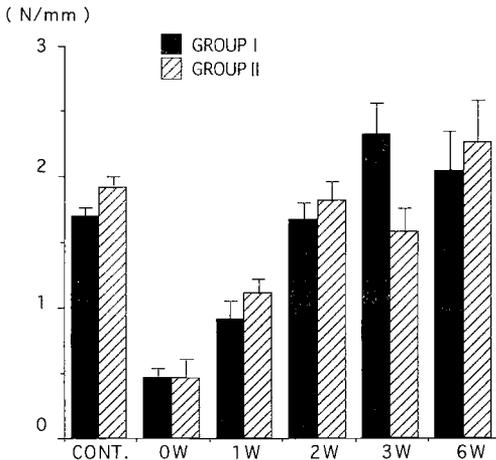


Fig.4 The stiffness of the nerve substance. That of each group decreased to 25% of the controls immediately after neurorrhaphy. At 2 weeks after, that of each group was equal to that of the controls.

MAXIMUM STRESS

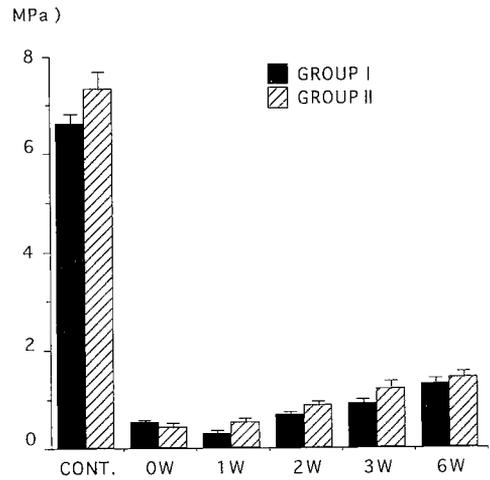


Fig.6 The maximum stress of the nerve substance. The maximum stress of both groups decreased significantly after neurorrhaphy. These were less than 20% of the controls at each time period.

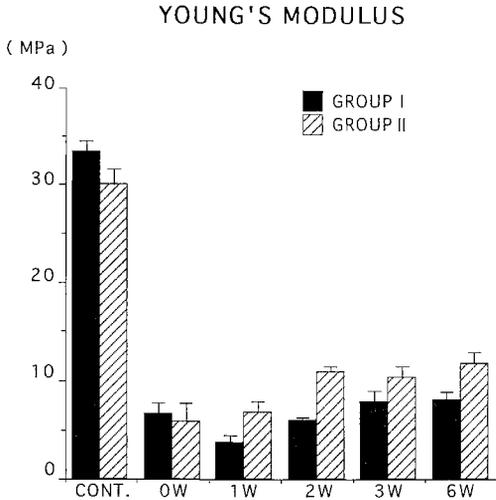


Fig. 7 The Young's modulus of the nerve substance. That of the each group was significantly lower immediately after neurorrhaphy, and increased by slow degrees, but remained less than 40% of the control values at 6 weeks after neurorrhaphy.

た後やや回復傾向を認めたが、I群、II群とも6週で対照比20%以下であった (Fig. 6)。Young率は術後、低下した後、やや回復傾向を認めたがI群、II群とも6週で対照比40%以下であった (Fig. 7)。

考 察

末梢神経の生体力学的特性に関してはいまだ不明なことも多い。Haftek, Sunderlandらは正常末梢神経の生体外引っ張り試験により、一峰性の荷重-変位曲線および応力-ひずみ曲線を得た¹⁾²⁾。また、牽引速

度の、生体力学的特性に対する影響については、牽引速度が速いとヤング率、破断応力などの機械特性は大きくなることが明らかとなっている³⁾。今回、我々はこれらの結果をふまえ神経縫合術後の生体力学的特性を検討した。

本研究においては両群とも破断応力、Young率は縫合後6週まで明らかな増加傾向を認めず、未熟な結合組織よりなる支持組織の力学的特性を反映したものと推察した。一方、断面積は縫合後1週から著明に増加し、神経縫合術後の接合部の脆弱化を断面積の増加が代償していることが明らかになった。

両群の破断張力は、術後一旦低下したが、徐々に回復し、I群では6週で対照と同程度に回復したが、II群では約60%にとどまった。両群の断面積を比較するとII群に比しI群の増加量は大きく、一週以降は両群間に有意差を認めた。このことから膝関節伸展による軽度伸長刺激などにより縫合部の断面積増加が大きくなり、破断張力の回復に影響したと考えられた。

ま と め

1. 本研究においては3週で破断張力はI群で79%、II群で42%に達した。
2. 非緊張下縫合術後神経の生体力学的特性に対し早期運動の与える影響を明らかにした。

文 献

- 1) Haftek, J.: Stretch injury of peripheral nerve. *J. Bone Joint Surg.*, 52B: 354-365, 1970.
- 2) Sunderland, S., et al.: Stress-strain phenomena in human peripheral nerve trunks. *Brain*, 84: 102-119, 1961.
- 3) 堂埜秀文 他: 末梢神経の引張り特性に関する実験的研究. *整形外科バイオメカニクス*, 13: 229-232, 1991.

神経接合法と神経端々縫合法の機能回復の 実験的検討 (第2報)

琉球大学医学部整形外科教室

安里 英樹・金谷 文則
普天間 朝上・渡慶次 学
茨木 邦夫

Experimental Evaluation of Functional Recovery of Nerve Coaptation and Conventional Repair (part 2)

Hideki Asato · Fuminori Kanaya · Chojo Futenma
Manabu Tokeshi & Kunio Ibaraki

Function recovery after nerve reconnection and conventional repair were experimentally evaluated. Left tibial nerve of 31 Wister rats were used. These rats were divided into 2 groups, that is, nerve reconnection group and conventional repair group. In nerve reconnection group, both stumps of sectioned tibial nerve were coapted by suturing proximal and distal nerve to 4×5 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 2, 4, 8, 12 weeks after surgery. The count of regenerating nerve fiber and the area of nerve fiber were measured at 8 and 12 weeks after surgery in both groups. The mean of TFI at 4 weeks after surgery were -52.2 ± 21.2 in nerve reconnection group, -70.5 ± 22.0 in conventional repair group, these at 12 weeks after surgery were -43.5 ± 8.3 in nerve reconnection group, -54.2 ± 10.0 in conventional repair group. Nerve reconnection group showed better recovery than conventional repair group at 4 and 12 weeks after surgery ($p < 0.05$). There was no significantly difference in the nerve fiber count between nerve reconnection group and conventional repair group at 8 and 12 weeks after surgery. The mean of the area of nerve fiber at 12 weeks after surgery were $13.6 \pm 1.4 \mu\text{m}^2$ in reconnection group, $11.4 \pm 0.4 \mu\text{m}^2$ in conventional repair group. The nerve fiber area of nerve reconnection group showed larger in size than conventional repair group at 12 weeks after surgery ($p < 0.05$). Better functional recovery in reconnection group might be caused by better maturation of nerve fibers causing by less misdirection at nerve repair site.

はじめに

第39回本学会において、私達は de Medinaceli²⁾³⁾が開発した神経縫合部に緊張をかけない接合法 (nerve coaptation) と端々縫合法の機能的回復を TFI (Tibial

Functional Index) を用いて比較検討し、神経接合部と縫合部の縦断切片で接合群の方が軸索の buckling が少なかった¹⁾ことを報告した。今回、神経接合群と縫合群の機能回復と再生神経数、神経面積について検討した。

Key words: nerve coaptation, tibial function index, functional recovery

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

方 法

約 300g の Wister 雄ラット 31 匹の左脛骨神経を対象とした。脛骨神経切離後、近位端と遠位端を断端から 2mm 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 (16 匹) (Fig. 1), 神経切離後に端々縫合を行った縫合群 (15 匹) の 2 群を作製した。接合群のラバーシートは術後 3 週で除去した。

機能評価法として、各群において術前、術後 2 週、

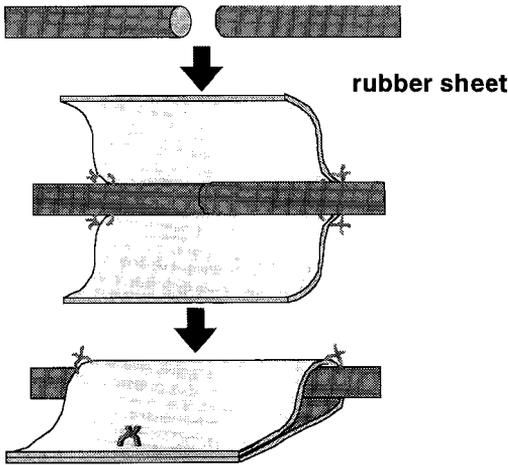


Fig. 1 Nerve reconnection
Both stumps of sectioned tibial nerve were coated by suturing each stumps to 4×5 mm rubber sheet, which was closed with one stitch.

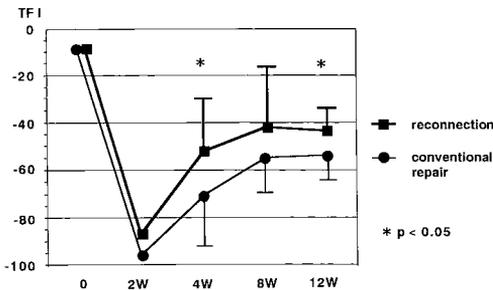


Fig. 2 Functional recovery after nerve reconnection and conventional repair.
At 8 and 12 weeks after surgery, TFI (tibial function index) in reconnection group was significantly higher than that in conventional repair group.

4 週, 8 週, 12 週まで歩行解析を行い, Mackinnon が報告した TFI (Tibial function index)⁴⁾ を算出し機能的回復を比較し t 検定を行った. TFI=0 は正常を TFI=-100 は機能の完全喪失を示す.

両群の 8 週および 12 週で接合部および縫合部の 5 mm 遠位で採取した脛骨神経を、樹脂包埋後トルイジン青染色を行い、再生神経数、神経面積を計測した (×200). なお、軸索面積の測定には、COSMO ZONE (Nikon) を用いた.

結 果

両群とも術直後に機能の完全喪失を示し、術後 4 週以降回復を示した。術後 4 週の TFI は、接合群で -52.2 ± 21.2 、縫合群で -70.5 ± 22.0 、12 週後の TFI

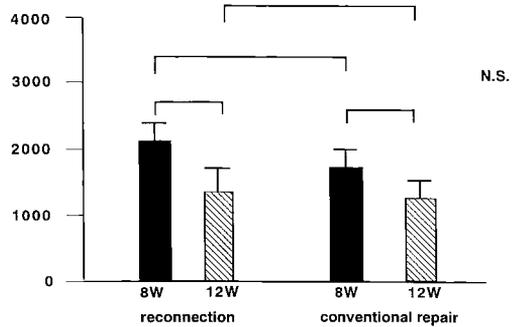


Fig. 3 The count of regenerating nerve fibers at 5 mm distal from reconnection or repair site.
The nerve fiber count at 12 weeks decreased slightly compared to that at 8 weeks in both groups (N.S.).

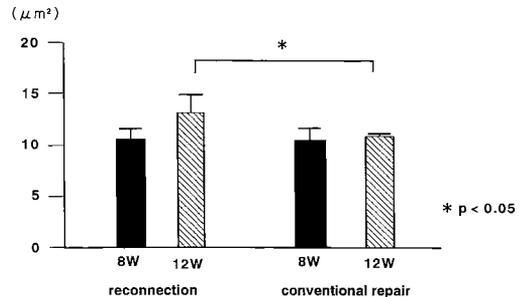
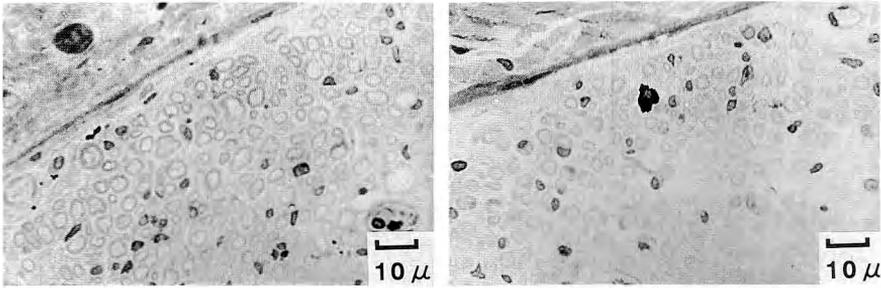


Fig. 4 The area of regenerating nerve fibers at 8 and 12 weeks.
At 12 weeks after surgery, the area of nerve fibers in reconnection group was significantly larger than that of conventional repair group (P<0.05).

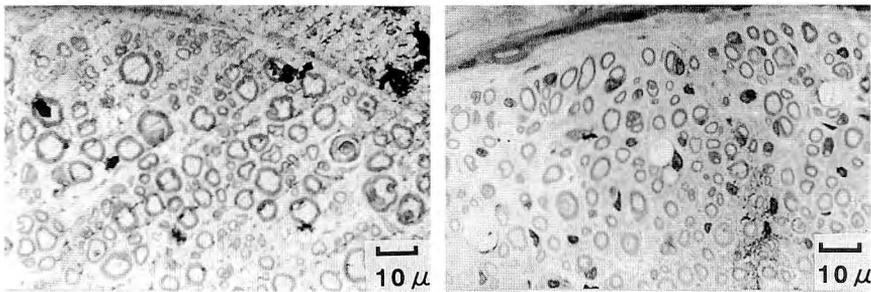


A. Reconnection group

B. Conventional repair group

Fig. 5-1 Histological findings 8 weeks after surgery

Regenerating nerve fibers are small with thin myelin both in reconnection and conventional repair group.



A. Reconnection group

B. Conventional repair group

Fig. 5-2 12 weeks after surgery

The area of nerve fibers in reconnection group is larger than that in conventional repair group.

は、接合群で -43.5 ± 8.3 、縫合群で -54.2 ± 10.0 であり、接合群は縫合群に比べて術後4週および術後12週で有意に良好な回復を示した ($p < 0.05$)。

再生神経数は術後8週で接合群 2073.5 ± 744.3 、縫合群 1825.7 ± 788.6 、術後12週で接合群 1416.3 ± 851.2 、縫合群 1344.3 ± 670.1 であり、接合群、縫合群とも術後8週に比べて術後12週では再生神経数の減少傾向を認めたが、有意差はなかった。両群間には術後8週、術後12週とも有意差は見られなかった (Fig. 3)。平均再生神経面積は術後8週で接合群 $11.2 \pm 1.7 \mu\text{m}^2$ 、縫合群 $11.1 \pm 1.9 \mu\text{m}^2$ 、術後12週で接合群 $13.6 \pm 1.4 \mu\text{m}^2$ 、縫合群 $11.4 \pm 0.4 \mu\text{m}^2$ であり、術後12週で接合群の平均神経面積は縫合群に比べて有意に大きかった ($p < 0.05$) (Fig. 4)。接合群と縫合群の代表的組織所見を示す。術後8週では接合群も縫合群も神経は小さく、ミエリンも薄いものを多く認める (Fig. 5-1)。術後12週では接合群は縫合群に比べて神経が大きく、

さらにミエリンの厚いものを多く認める (Fig. 5-2)。

考 察

接合群の機能回復が縫合群より良好な理由として、接合群は縫合群に比べて軸索の buckling が少なかったことから misdirection が少ないと推測されることは前回報告した。今回、神経接合群で神経再生神経面積が大きかったことは、misdirection が少ないためより多くの再生神経が適合する終末器官に達して軸索およびミエリンが成熟したと考えられた。今後 misdirection の程度を評価するため HRP (horseradish peroxidase) を用いた逆行性軸索輸送の検討を行う予定である。

ま と め

1. 接合群は縫合群に比べて有意に良好な機能回復を示した。

2. 再生神経面積は術後12週で接合群が縫合群に比べて有意に大きかった。

3. 神経接合群では misdirection が少ないため再生神経がより成熟したと考えられた。

文 献

1) 安里英樹 他：神経接合法と神経端々縫合法の機能回復の実験的検討。日手会誌，13：738-741，1996。

2) de Medinaceli, et al.: Peripheral Nerve Reconnection: Immediate Histologic Consequence of Distributed Mechanical Support. *Exp. Neurol.*, 81 : 459-468, 1983.

3) de Medinaceli, et al.: Experimental Nerve Reconnection: Importance of initial repair. *Microsurgery*, 10 : 56-70, 1989.

4) Mackinnon, et al.: Walking Track Analysis: A Long-Term Assessment of Peripheral Nerve Recovery: *Plast. Reconstr. Surg.*, 89 : 251-258, 1992.



癒着が末梢神経に与える影響 — 第2報 —

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

高田 直樹・堀内 行雄
高山 真一郎・仲尾 保志
渡辺 理

The Influence of Extra-neural Adhesion on Peripheral Nerve in Rat

Naoki Takada · Yukio Horiuchi · Shinichirou Takayama
Yasushi Nakao & Osamu Watanabe

【Purpose】 In order to elucidate the pathogenesis of peripheral neuropathy due to adhesion, experimental study on degenerative change of sciatic nerve under adhesion was performed.

【Methods】 Twenty-eight Wistar rats were divided into following 4 groups. Group A: epineurotomy and cauterization of surrounding tissues of sciatic nerve, and additionally anterior-transposition of nerve. Group B: anterior-transposition of sciatic nerve under muscles. Group C: epineurotomy and cauterization. Group D: sham operation for control.

Functional assessment was performed by walking track analysis every week after surgery. Excursion test for evaluation of nerve adhesion was performed and histological degeneration of sciatic nerve was evaluated at 4, 6, and 10 weeks with Macintosh computer and NIH Image.

【Result】 Walking function in group A was inferior to that in group B at 2, 3, and 4 weeks, and to that in group C and D through the evaluation period. Excursion was decreased in group A especially after 6 weeks, but not in other groups. Decreased number and mean diameter of myelinated axons were observed in group A and B.

【Conclusion】 Peripheral nerve treated with epineurotomy, cauterization, and anterior-transposition simultaneously induced degenerative change and functional deficit. This suggests that peripheral neuropathy due to adhesion may require traction of the nerve.

はじめに

神経周囲の癒着が末梢神経障害の原因となったり、神経の再生を妨げることは臨床ではよく経験される。しかし、この病態に関して動物モデルを用いて検討した報告は少ない。癒着による神経障害の病態としては、可動制限のために生じる牽引、血流障害、癒着による絞扼などの複数の要素が考えられるが、われわれは、これらの中で神経障害の発現に関与している因子を検討する目的で、ラットの坐骨神経を用いて神経周囲組

織の癒着モデルを作製し、第23回マイクロサージャリー学会において報告した。今回このモデルを用いて神経周囲の癒着が末梢神経に与える影響について検討を行ったので報告する。

方 法

体重約250gのWistar系雌ラット28匹の右坐骨神経を用いた。ネブタール腹腔内麻酔下に右坐骨神経を展開し、以下の4群を作製した。

A群(牽引+焼灼群): 牽引処置および焼灼処置の

Key words: extra-neural adhesion, peripheral nerve degeneration, nerve traction, cauterization, nerve excursion
Address for reprints: Naoki Takada, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 shinanomachi, shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

両方を施行した群。

B 群 (牽引群) : 牽引処置のみを施行した群。

C 群 (焼灼群) : 焼灼処置のみを施行した群。

D 群 (control 群) : 牽引処置および焼灼処置のどちらも行わない群。

ここに述べた牽引処置とは、坐骨神経の筋層下前方移動を意味し、殿筋と外側広筋の一部を付着部で切離し、さらに大腿骨の側面を展開して大腿骨の前面に坐骨神経を移行し、筋群を元の位置に縫着するものである (Fig. 1)。これにより坐骨神経は緊張し、関節運動によって牽引が加わることになる (以下これを牽引処置とする)。また焼灼処置は癒着を作製する目的で行ったもので坐骨神経には epineurotomy を加え神経床には約 1cm にわたってハンダゴテにより焼灼を加えた (以下焼灼処置とする)。なお、牽引処置を行わない C、D 群においても筋群の切離・縫合は同様におこなった。

これら 4 群に対し、運動機能評価、肉眼的観察および神経可動距離測定、組織学的検索を行った。

運動機能評価としては術後 10 週まで 1 週ごとに de Medinaceli の方法に従い SFI (sciatic functional index) を測定した。

また、術後 3, 4, 6, 10 週で屠殺し神経周囲の癒着の状態を肉眼的に観察した。

癒着の評価としては坐骨神経の癒着部分の中樞で神経を切断し、断端に糸をかけ滑車を介して 50g の牽引力を加え、断端の可動距離を測定した。また、牽引処置を施行しなかった群でもほぼ同じレベルで同様の牽引力を加えて可動距離を測定した。

その後神経を採取して、グルタルアルデヒド固定、エポン包埋処置後に toluidine blue 染色を施し、光顕下に組織学的検索を行った。このうち 4, 6, 10 週の標本に対して Macintosh Computer および NIH image Ver.1.61 を用いて平均有髄神経径、total fiber number、percent neural tissue を計測し組織所見の評価を行った。SFI、可動距離、画像解析結果は統計学的処理を行い有意差の有無を検討した。

結 果

SFI による運動機能評価では、A 群および B 群で他の群に比較してどの週でも一様に低下がみられた。また、この両群間でも 2~4 週では A 群が B 群に比べて有意に低下がみられたが、5 週以降では有意差はみられなかった。C 群では D 群との間に各週とも有意差を認めなかった (Fig. 2)。

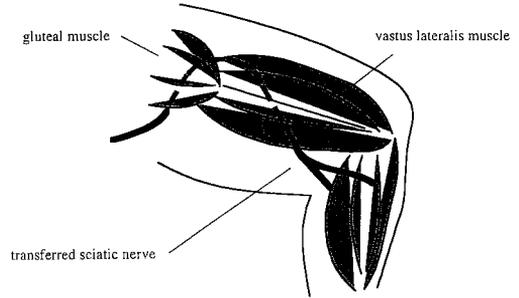


Fig. 1 Anterior-transposition of sciatic nerve. Sciatic nerve is transferred anteriorly under gluteal muscle and vastus lateralis muscle.

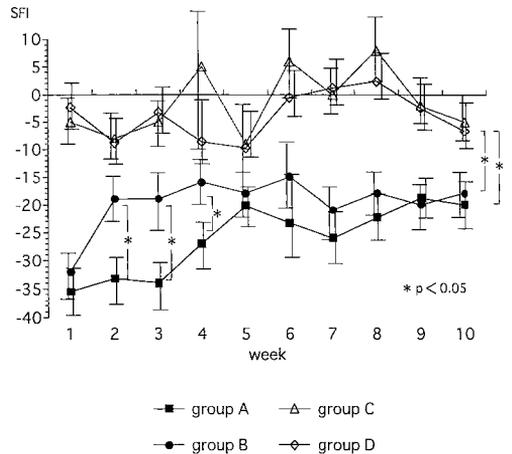


Fig. 2 SFI

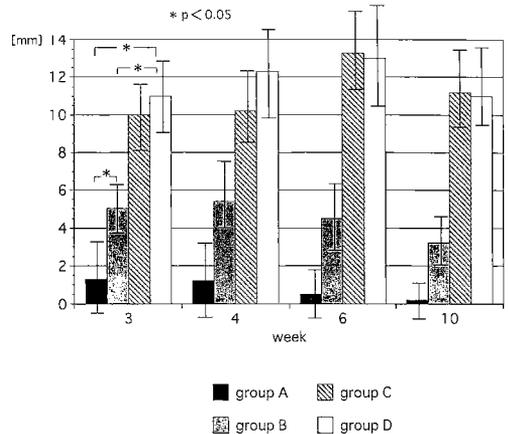


Fig. 3 Measurement of nerve mobility

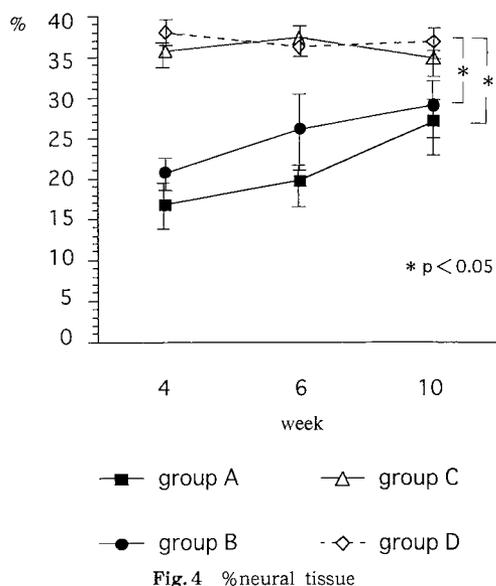


Fig. 4 % neural tissue

神経可動性の測定では、A群では6週以降ほとんど神経の滑走がみられなかったのに対しB群では3, 4, 6週でも比較的神経の可動性が保たれていた。また、A群とB群との比較でもA群のほうが有意に可動性が少なかった。他の2群では可動性は保たれていた (Fig. 3)。

組織学的所見では、%neural tissueは牽引処置を行ったA, B群において、これを行わなかったC, D群と比較してどの週においても有意に減少していた。また、A群とB群の比較では両群とも4週において減少がみられた後に回復したが、A群ではB群と比較して有意差はないものの各週とも減少傾向が見られた (Fig. 4)。

平均有髄神経径およびtotal fiber numberもほぼ%neural tissueと同様の傾向であった。C群とD群の間には各週とも有意差はみられなかった。

考 察

今回作製したモデルでは、坐骨神経は大腿骨の前方に牽引移行されており、特に膝伸展位において牽引力がはたらいているものと思われる。このような牽引力に対して坐骨神経は神経と神経床との滑走および神経自身の伸張によって対応していると考えられている⁴⁾。一方、周囲の癒着が神経に及ぼす因子としては主として、可動制限のために生じる牽引、血流障害、癒着に

よる絞扼などが考えられるが、今回作製したモデルのうちC群では血流障害および癒着、A群ではさらに牽引力が強く働いているものと思われる。またB群では初期には可動性が保たれていることから、A群に比べて牽引力は強く働いていないと考えられる。今回の可動性の測定では正確には神経の滑走および伸張をあわせた値を評価していると考えられる。また、ラットの坐骨神経においては約17%以上の機械的伸張が加わると神経の機械的損傷が生じることが報告されており²⁾、今回のモデルも牽引に伴う神経損傷と考えられる。この牽引モデルにおいて初期に可動性が保たれているB群では損傷からの回復が早いことから、A群では可動性が失われて牽引力が強く働いたことが神経機能回復の差となって現れているものと考えられた。逆にC群では神経障害が全くみられず、癒着に伴って神経の牽引に対する許容性が失われることにより、神経障害が発現するものと推測される。すなわち、神経の可動性が保たれる程度の癒着では牽引力に対する許容性は失われず、神経障害が発現しなかったものと考えられる。牽引に伴い神経内の血流も減少するため³⁾ 純粋に牽引力の影響のみを評価することは困難ではあるが、牽引力が癒着による神経障害発現の大きな要素であることが推測された。また、安部らは家兎を用いた坐骨神経周囲の癒着モデルを報告しているが¹⁾、この中でも癒着による神経の神経床への固定が神経変性の発現に関与していることを考察しており、癒着に伴う可動性の減少が神経障害の発現に強く関与しているものと考えられる。今回の結果から、神経周囲に癒着癒痕があっても神経の可動性が保たれる程度の癒着では神経障害は生じず、これに加え神経の可動制限が生じて関節運動などで牽引力が加わることにより神経障害が生じる可能性が示唆された。

結 語

1. ラットを用いた癒着モデルを作製し神経障害との関係を検討した。
2. 神経周囲の癒痕形成だけでは神経障害は生じなかった。
3. 癒着を生じた神経幹に牽引が加わることにより神経障害が生じる可能性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) 安部幸雄：末梢神経の癒着の病態と可動性障害に関する実験的検討。中部整災誌, 39(2) : 291-300, 1996.

- 2) Clark, W. L., et al.: Nerve tension and blood flow in the rat model of immediate and delayed repair. J. Hand Surg., 17A : 677-687, 1992.
- 3) Lundborg, G., et al.: Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit - A preliminary study of the intraneural circulation and the barrier function of the perineurium. J. Bone Joint Surg., 55B : 390-401, 1973.
- 4) Millesi, H., et al.: The gliding apparatus of peripheral nerve and its clinical significance. Ann. Hand Surg., 9 : 87-97, 1990.

質問 北海道大学整形外科 加藤 博之
癒着した神経に本当に牽引がかかっているのか？

回答 慶應義塾大学医学部整形外科学教室 高田 直樹
肉眼的に観察するかぎり、牽引力が働いていると思われる。



絞扼性神経障害の血行動態に関する実験的検討

埼玉医科大学整形外科教室

坂田 悍 教・大森 祐 宏
薬師寺 誠一郎・池袋 泰 三
二ノ宮 節 夫

Blood Flow Measurements of Experimental Entrapment Neuropathy in Rabbits

Takenori Sakada · Masahiro Ohmori · Seiichirou Yakushiji
Taizou Ikebukuro & Setsuo Ninomiya

Blood flow and histopathology were studied in chronic entrapment neuropathy model of the sciatic nerve in the rabbits. The sciatic nerves were wrapped with a silastic tube of the length of 20mm and the internal diameter of 2.0mm in accordance with Mackinnon-Dellon's experimental model. Histological and EMG studies were carried out from one month to 12 months after surgery. Blood flow at the entrapment point of the sciatic nerve was measured by laser doppler flowmetry, and the arterial distribution in the nerve were observed by injecting India ink through the aorta. The major histological findings were hyperplasia of the perineurium and endoneural fibrosis around the perineurium in the early stage. Later findings included a decrease in the number of large myelinated fibers with thinning on the myelin. The vessels of the interfascicular space were retained for a long period, but the number of vessels of the endoneurium began to decrease from third month after surgery. Blood flow of the control side was 21.5ml/min/100g. At the entrapment point of the sciatic nerve, it decreased from 55% to 83%, compared to the control beginning from 3 months after surgery. In the entrapment neuropathy, a decrease of blood flow in the endoneurium may cause the dysfunction of the neuro-vascular barrier at the perineurium.

絞扼性末梢神経障害の病因として、圧迫・牽引・阻血性変化がある。これらの病態を解明するために多くの圧迫・牽引実験が行われてきたが、神経内の微小循環不全や虚血がどのように関与しているかについての報告は少ない。絞扼性末梢神経障害の神経内微小循環不全の影響について検討する目的で、絞扼性末梢神経障害実験モデルを作成し、血流量を測定した。

実験方法

I. 絞扼性末梢神経障害モデルの作成

実験動物として日本白色家兔（週齢12週以上、3.3~3.5kg）24羽を使用、ネプタール（0.6~0.7ml/

kg）静脈注入により麻酔を行った。左坐骨神経を露出、坐骨神経に内径2.00mm、長さ20mmのsilicone tubeでMackinnonらの方法に準じてtubingを行った²⁾。

II. 絞扼性末梢神経障害モデルの確認

術後1, 3, 6, 8, 10, 12カ月で以下の観察。

1. 運動神経伝導速度の測定

2. 組織学的観察

坐骨神経を3.6%グルタルアルデヒド、2%オスミウム酸で重固定、エポン包埋後1 μ の薄切横切片を作成、トリジンブルー染色を行い組織学的観察を行った。なお、一部電顕像も撮影した。

Key words: entrapment neuropathy, blood flow measurement, laser doppler flowmetry, sciatic nerve

Address for reprints: Takenori Sakada, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Saitama Medical School 38 Morohongo, Moroyamamachi, Irumagun, Saitama 350-04, Japan.

3. 神経組織の形態計測

画像解析装置 IP-1000 (旭化成社製) を使用し、神経束の辺縁, 中間部, 中心部の 3 か所で $130\mu\text{m}$ の辺を持つ正方形を無作為に抽出して画像処理を行い、神経繊維の断面積を測定した。

Ⅲ. Laser doppler flowmetry (LDF) による血流量の測定

室温 20°C 前後に調節した部屋で、ネブタール麻酔後補助呼吸下に両側の臀部より膝窩部まで展開して坐骨神経を露出した。運動神経伝導速度を測定後、2.7 倍の拡大鏡下に tube 取り出し、tube の近位端 10mm, 遠位端 15mm まで剥離後神経の下に銀紙を敷き、LDF ALF-21L (アドバンス社製) で tubing した神経の中央部, 近位端の血流量を 3 回ずつ測定した。左側は control として血流量を測定した。また、麻酔後腹部大動脈よりヘパリン加生食 (5000 単位/500ml) で灌流後、墨汁を注入して 10%ホルマリン固定し、Spalteholz 法で透明切片を作り、神経血管を観察した。

結 果

1. MCV の測定

坐骨神経の運動神経伝導速度は control 72.5 ± 5.5 ,

1 カ月 70.5 ± 7.5 , 3 カ月 72.0 ± 4.4 , 6 カ月 52.3 ± 9.7 , 8 カ月 45.0 ± 3.5 , 10 カ月 42.2 ± 6.0 , 12 カ月 31.5 ± 10.0 m/sec. で術後 8 カ月より遅延していた。

2. 組織学的観察

Tube 下の神経束間の脂肪組織は経時的に減少し、結合組織の増殖がみられ、tube 壁に並走する繊維組織が観察された。6 カ月経過すると神経内膜の神経繊維間の拡大, 周膜下の結合組織の増殖, 神経周膜の肥厚が観察される。また、髄鞘の染色性の低下, 崩壊, 消失を認め、大径繊維の変性が観察された。tube 近位の偽性神経腫でも同様の絞扼部より強い変化が観察された。組織学的に神経周膜の繊維性肥厚, 周膜下の繊維組織の増殖, 髄鞘の厚さや大径繊維の減少などが経時的に観察された。顕像では髄鞘の板層膜の内部の部分変性がみられ、進行と共に髄鞘のひ薄化が観察され、また、軸索では神経細繊維, 神経細管などの変性も認められた。

3. 組織形態学的観察

神経繊維の断面積のヒストグラム解析において、術後 6 カ月以後 $160 \sim 220\mu\text{m}^2$ 程度の大径繊維が減少し、 $20 \sim 80\mu\text{m}^2$ 程度の小径繊維の増加がみられた。これらの小径繊維は直径 $10\mu\text{m}$ 以下で、髄鞘もやや薄く、

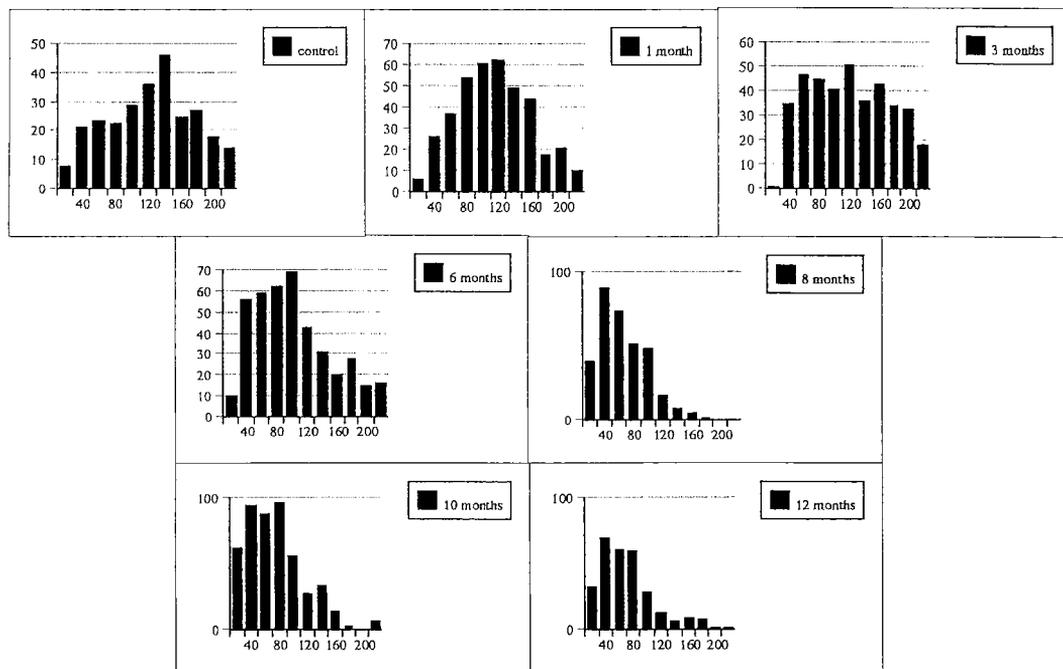


Fig. 1 Histogram of the size of nerve fiber at the entrapment point under the silastic tube. (μm^2)

染色性も低下しており再生過程にある神経繊維と考えられた。術後6カ月以降、経時的にこの変化が強く表れていた (Fig. 1)。

4. 神経血管の観察

表面から観察可能な主要縦走血管は tubing 後消失するが、神経束間の血管である extrinsic vessel は比較的長期まで温存されていた。神経内膜の血管は術後

3カ月を経過すると徐々に減少し、12カ月程度になると強拡大で観察できる程度の血管となり、神経内膜の血管数も減少していた (Fig. 2)。

5. 絞扼部の血流

家兔坐骨神経の血流量は control 側で $21.5 \pm 3.8 \text{ ml/min/100g}$ を示した。Tubing 下、および tube の近位部の血流は3カ月程度まで対側の control と比べて

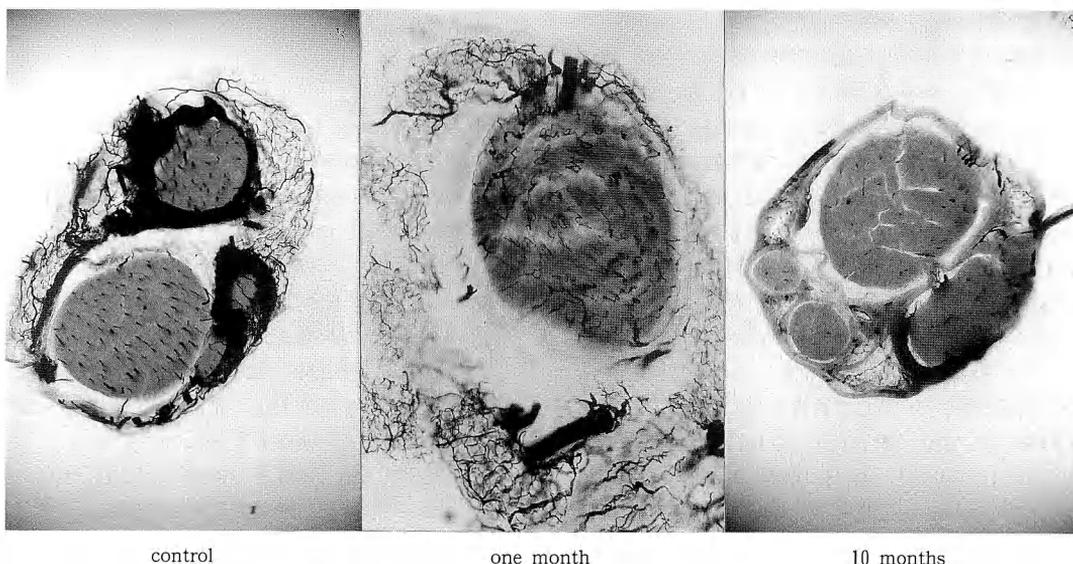


Fig. 2 The arterial distribution in the nerve under the silastic tube

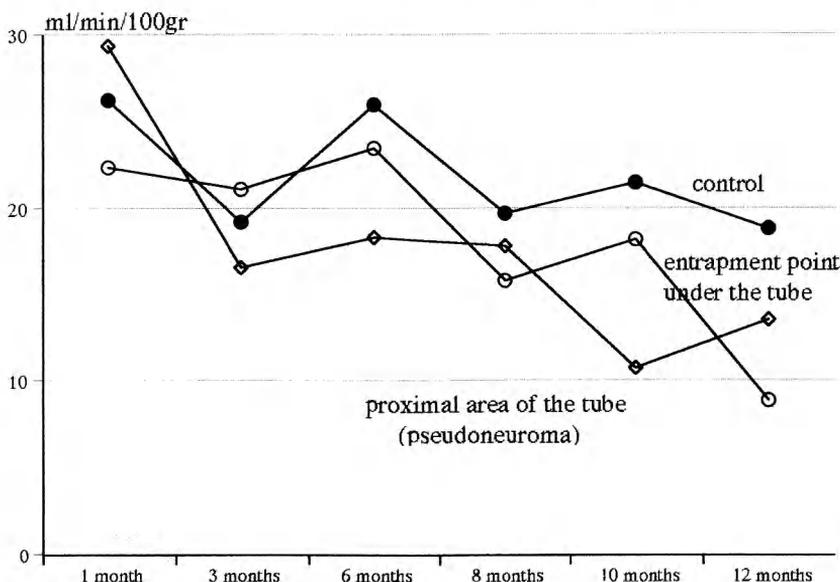


Fig. 3 Blood flow at the entrapment point of the sciatic nerve

も低下は示さない。しかし、術後6カ月ではtube内での血流の低下は著しくなり、対側の55~85%程度の血流量となった (Fig. 3)。

考 察

神経の血流動態を議論する場合、実験モデルとして神経を展開し、直接神経を操作しない方法が必要で、同様に神経血流量の測定でも神経を露出しない方法が理想である。今後、神経の血流量測定には神経周囲の環境破綻のない合理的な絞扼性神経障害実験モデルの開発を要する。神経の非露出下での血流量の測定法として microsphere 法があるが、放射性同位元素を使用するため使用には制限があり、実際的ではない⁴⁾。LDF法で家兎坐骨神経の血流量は $21.5 \pm 3.8 \text{ ml/min/100g}$ で水素クリアランス法で $18.2 \sim 33.0 \text{ ml/min/100g}$ (宇賀治) とほぼ同様の値を示し、神経を露出した測定法としては妥当な計測値と考えられた⁵⁾。

神経の径よりやや大きめの silicone tube を利用した方法は Mackinnon, 安藤などにより既に慢性の絞扼性神経障害モデルとして報告されている¹⁾²⁾。我々の実験結果も電気生理学的に、さらに組織学的にも初期に神経上膜・周膜の肥厚、周膜直下の繊維組織の増大、進行と共に神経内膜の繊維組織の増大癒着化を示し、電顕像では髄鞘の板層膜の内部の部分変性、軸索内では神経細繊維、神経細管などの変性を認め慢性圧迫障害モデルであった。

神経束間にある extrinsic vessel は比較的長期に渡り温存されていたが、神経内膜の血管数は組織学的変化の進行と共に減少した。神経内膜の繊維性増殖とともに血管数は減少し、これが血流量に影響を及ぼし対照側と比較して55~85%程度の血流量となったものと考えられた。Pallazzi は、初期では上膜の血管の温存、第2段階で絞扼部の血管のみの消失、最終段階で血管の消失を絞扼性末梢神経麻痺の臨床例に観察している³⁾。我々の実験においても神経束間・内膜の血管の構成、神経血流の経時的変化はこれを裏づけるものであり、血管構成や血流量から見てもこのモデルは臨

床に近い慢性圧迫の病態と考えられた。

安藤は同様のモデルで2カ月程度で神経血管閥門破綻が起こり、それに引き続いた神経繊維の変性を報告している¹⁾。神経束間の血管は比較的長期に温存されるにもかかわらず、神経内膜血管数の減少が観察されたことは、絞扼性神経麻痺の病態が単なる圧迫による変化でなく、神経血管閥門の破綻からくる浮腫や静脈内圧の上昇などの神経内膜の循環動態の変化(血流量の低下)によるものであることが推察された。

ま と め

1. Mackinnon らに準じて作成した実験モデルにおいて神経の extrinsic vessel は8カ月程度まで十分観察できたが、intrinsic vessel の減少は3カ月程度の早期より観察された。

2. LDF法による家兎坐骨神経の血流量は $21.5 \pm 3.8 \text{ ml/min/100g}$ を示した。実験モデルの絞扼部での神経内血流量は対照の55~85%程度までの減少を示し、組織学的変化と共に血流量の減少が観察された。

3. このモデルは血流量、血管構成の面からも慢性絞扼性神経障害モデルと考えられた。

4. 絞扼性末梢神経障害の組織学的変化は単なる圧迫によるものでなく、神経血管閥門の破綻より生ずる神経内膜の循環動態の変化が強く影響を及ぼしていることが示唆された。

文 献

- 1) 安藤義博ほか：慢性絞扼性神経障害の実験モデル。日手会誌，4：20-25，1987。
- 2) Mackinnon, S. E., et al.: Chronic nerve compression neuropathy in the rat. *Ann. Plast. Surg.*, 13: 112-120, 1984.
- 3) Pallazzi, S.: Neurolysis in compressive neuropathies. *Int. Surg.*, 65: 509-514, 1979.
- 4) 坂田悍教：神経内剥離術による神経内血行への影響についての実験的検討。弘前医学，35：392-420，1983。
- 5) 宇賀治行雄ほか：末梢神経牽引損傷に関する実験的検討。日手会誌，2：573-577，1985。

凍結保存した末梢神経における Schwann 細胞の viability の検討

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

石井 聖佳・仲尾 保志
斉藤 治和・高山 真一郎
堀内 行雄

Viability of Schwann Cells in Freeze-preserved Peripheral Nerve

Seika Ishii · Yasushi Nakao · Harukazu Saito
Shinichiro Takayama & Yukio Horiuchi

The objective of this study was to examine the viability of Schwann cells in the freeze-preserved peripheral nerve.

Nerve segments (1 cm) were harvested from sciatic nerves in neonatal Wistar rats, and these were divided into the following three groups: programmed-freeze group, rapid-freeze group and no freeze group (n=10 each). Prior to the freezing procedures, nerve pieces were immersed in FCS with 10% DMSO for 1 hour at 4°C. The protocol of programmed freezing consisted of cooling down to -40°C at the rate of -1.0°C/min in PROGRAM FREEZER, freezing at -80°C for 30 min and preservation in liquid nitrogen for 1 week. In the rapid-freeze group, nerve pieces were directly dipped into liquid nitrogen and preserved for 1 week. No freeze group received no treatment. In the histological evaluation, ultra-thin sections of the mid-portion of the nerve segments were stained with toluidine blue and morphologically observed by light microscopy (n=5 each). The cells isolated from the nerve segments were cultured to examine their viability (n=5 each). The surviving cells were additionally stained with immunofluorescent staining using anti-S100, L1 and NCAM antibodies to identify Schwann cells.

The programmed freeze group showed well-preserved stratiform construction of the perineurium and numerous myelinated axons. In contrast, the rapid-freeze group showed complete destruction of the nerve architecture. In cell cultures, surviving spindle-shaped cells were observed in the programmed-freeze group, but there were no viable cells in the rapid-freeze group. Immunofluorescent staining of surviving cells in the programmed-freeze group demonstrated staining patterns in anti-S100, L1 and NCAM antibodies similar to those of fresh Schwann cells.

These findings indicated that the viability of Schwann cells can be maintained if frozen by programmed freezing.

はじめに

末梢神経の長い欠損部を、さまざまな凍結処理を施した神経移植片で架橋し、再生神経を誘導しようという試みは、動物を用いた同種移植 (allograft) 実験で、以前よりその有用性が報告されてきた⁶⁾。しかし

ながら、これらの実験の凍結処理は、構成細胞を破壊し allograft の抗原性を低下させることを目的としていたため、神経成長因子を分泌する Schwann 細胞も消滅し、再生神経の誘導能は不十分であった。

一方、近年の神経移植に関するさまざまな研究では、副作用を生じない低用量、短期間の免疫コントロール

Key words : cryopreservation, viability, Schwann cells

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

で, allograft が autograft に匹敵する移植片として機能することが明らかとなった⁴⁾. そして凍結処理は, 細胞成分を破壊するのではなく, むしろ細胞を維持したまま組織を長期間保存する技術として応用され, viable な nerve allograft を移植片として用いる研究が行われるようになった. 本邦では, Hirase²⁾ や伊藤³⁾ により, program freezer で凍結した同種神経の移植実験が行われ, Schwann 細胞の生存と神経片の優れた神経誘導能が報告されてきたが, 細胞の viability については, 組織学的な評価にとどまっていた.

本研究では, Schwann 細胞の viability を維持した状態で, 末梢神経組織を凍結保存しうるか否かについて検討するため, 凍結した末梢神経の構成細胞を生理学的に検索した.

対象および方法

生後7日目の Wistar 系ラット (体重 13~15g) の両大腿より坐骨神経を 1cm 採取し, これを実験に使用した. 実験群は, 神経組織に対する冷却速度の影響を見るため, 以下の3群 (各 n=10) を設定した. 1) programmed-freeze 群: program freezer (MODEL B-621S, NIHON FREEZER 社製) を用いて, 緩徐に冷却し凍結した. 2) rapid-freeze 群: 液体窒素に直接入れ, 急速に凍結した. 3) no freeze 群: 凍結処理を行わなかった.

凍結処理を行う坐骨神経は, あらかじめ 10% dimethyl sulfoxide (DMSO: 凍結保護剤) を含むウシ胎児血清で満たした 0.5ml assist tube (SARSTEDT

社製) に入れ, 4℃ の条件下で 60 分間凍結保護処理を行った. 次いで, programmed-freeze 群は, program freezer を用いて毎分 -1℃ の速度で -40℃ まで冷却し, その後急速に -80℃ まで下げて 30 分間維持したのち, 液体窒素 (-196℃) に移行保存した. 一方, rapid-freeze 群は, 段階的な冷却を行わずに液体窒素に直接入れ, 急速に凍結し保存した. 両群とも液体窒素内に 1 週間保存した後, 37℃ の恒温槽に容器ごと浸して解凍し, 直ちに保存神経を取り出して培養液で洗浄した.

これらの神経片は, 新鮮神経片 (no freeze 群) とともに 2.5% glutaraldehyde で固定し, epon 包埋した. 横断切片 (1μm) は, 神経片の中央部で作製し, toluidine blue で染色した後, 光学顕微鏡を用いて形態組織学的に観察した (各 n=5).

神経構成細胞の viability の検索では, 解凍神経および新鮮神経から collagenase/dispase を用いて細胞成分を酵素的に分離し, 培養液で洗浄後, 5% CO₂ incubator (37℃) で培養した. 48 時間培養後, 細胞成分の形態や viability を位相差顕微鏡で観察した. さらに, Schwann 細胞を同定するため, 抗 S100 蛋白抗体, 抗 L1 抗体, 抗 NCAM 抗体を用いた免疫染色を行い, 偏光顕微鏡で観察した.

結 果

横断切片の組織学的所見: programmed-freeze 群では神経周膜の層構造は良好に保たれ, 厚い髄鞘を有した多数の軸索や Schwann 細胞が観察された. no freeze 群と比較して, 有髄神経間の結合組織の一部

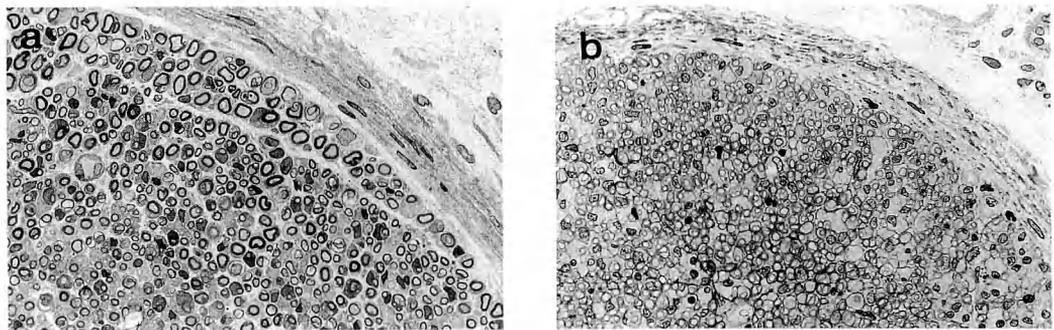


Fig. 1 Light microscopy findings of the mid-portion in freeze-preserved nerve segments. The programmed-freeze group showed well-preserved stratiform construction of the perineurium and myelinated axons (a). In contrast, the rapid-freeze group showed complete destruction of the nerve architecture (b). Toluidine blue, $\times 150$.

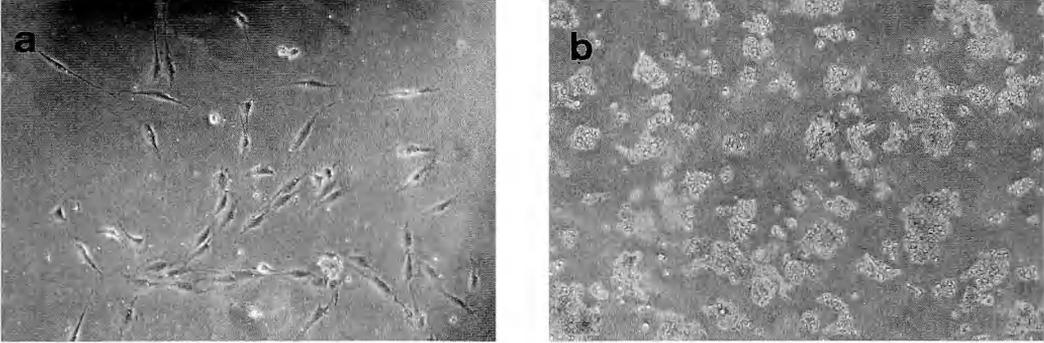


Fig. 2 Phase-contrast photomicrographs of cultured cells isolated from either programmed freezing (a) or rapid freezing (b) neonatal rat sciatic nerves. The programmed-freeze group showed numerous spindle-shape cells, but the rapid-freeze group showed no surviving cells. The culture was maintained for 48 hours. $\times 200$.

に離開が見られたが、正常な神経に匹敵する構造が観察された (Fig. 1a)。一方、rapid-freeze 群では、有髄神経の髄鞘構造は比較的保たれていたものの、神経周膜の層構造は波打ち、有髄神経間の結合組織も浮腫状を呈していた (Fig. 1b)。

分離細胞の培養所見：programmed-freeze 群では、双極性の細胞が多数生存しており、中には突起を長く伸ばしている細胞が観察された (Fig. 2a)。一方、rapid-freeze 群では、破壊された細胞片のみが浮遊し細胞の生存は確認できなかった (Fig. 2b)。programmed-freeze 群で見られた生存細胞に行った免疫染色では、抗 S100 蛋白抗体、抗 L1 抗体、抗 NCAM 抗体を用いた染色で染まる双極性の細胞が観察され、Schwann 細胞が含まれていることが示唆された。

考 察

臓器や組織を、その viability を維持した状態で長期間凍結保存し、それを移植医療に用いようとする試みは、過去にも実験が行われてきた⁷⁾⁸⁾。しかし現在のところ、その技術は、リンパ球や受精卵などの細胞については確立されているが、細胞の集合体である組織や臓器ではいまだ確立されていない。これは、臓器や組織がさまざまな構成細胞を有し、それぞれの細胞の至適凍結条件が異なるためと考えられている⁵⁾。

一方、末梢神経移植に関しては、再生軸索が移植神経片を通過して伸展するため、管腔構造さえ存在すれば神経誘導体として機能すると考えられ⁶⁾、構成細胞の viability を維持する凍結法については検討されな

かった。しかしながら、近年は、管腔構造のみで長い神経欠損部を架橋することは困難であることが明らかとなり、Schwann 細胞などの再生軸索誘導能を持つ構成細胞が生存した移植片での神経再建術が期待されるようになった²⁾³⁾。

今回、program freezer を用いた緩徐な凍結と、直接液体窒素に入れた急速な凍結を比較したが、構成細胞の生存には緩徐な凍結が必要であった。これは、急速な凍結が細胞内液の大きな氷結を形成して細胞体積を増加し、細胞構造を破壊するためと考えられた⁵⁾。一方、program freezer を用いて緩徐に凍結すると、凍結過程に細胞内の水分が充分に脱水され、残存する細胞内液で微小な氷結しか形成されないため、細胞膜が壊れずに形態的にも機能的にも細胞が維持されるものと思われた⁵⁾。

program freezer を用いて凍結解凍した神経片内の Schwann 細胞は、抗 L1 抗体や抗 NCAM 抗体を用いた免疫染色で陽性であった。L1、NCAM は、Schwann 細胞の表面に存在する膜蛋白で、神経組織に特徴的に発現することが知られているが、いずれもグロブリンスーパーファミリーに属し、神経細胞間や神経細胞-グリア細胞間の接着、神経軸索の伸長など Schwann 細胞と軸索の相互関係に重要な役割を果たしている¹⁾。これらの存在が確認できたことより、神経接着因子を発現する Schwann 細胞の特徴が維持されていたものと思われた。

なお、細胞の viability が維持されることは、免疫原性も保たれることが予想され、この技術を同種移植

に応用した場合、免疫抑制の併用が必要となる可能性がある。しかしながら、レシピエントへの影響が少ない免疫コントロール法を応用することでこれらの問題が解決されれば、program freezerを用いた凍結保存法は、今後の組織移植の発展に貢献するものと考えられる。

ま と め

program freezerを用いて凍結保存した末梢神経は、Schwann細胞のviabilityを維持していることが確認できた。

文 献

- 1) 阿相皓晃 他：細胞接着因子 — NCAMとL1分子 —。神経進歩, 34 : 620-630, 1990.
- 2) Hirase, Y., et al.: Cryopreserved allogenic vessel and nerve grafts: Hind-limb replantation model in the rat. J. Reconstr. Surg., 8 : 437-446, 1992.
- 3) 伊藤聡一郎 他：各種処理法を加えた神経移植実験 — 移植神経の組織像を中心に —。日手会誌, 10 : 169-174, 1993.
- 4) Mackinnon, S. E., et al.: An assessment of regeneration across peripheral nerve allografts in rats receiving short course of cyclosporin A immunosuppression. Neuroscience, 46 : 585-593, 1992.
- 5) Mazur, P.: Freezing of living cells — mechanisms and implication —: Am. J. Physiol., 247 : 125-142, 1984.
- 6) 諸富武文 他：末梢神経の冷凍保存について。低温医学, 1 : 173-174, 1975.
- 7) 大河内康光：肝凍結保存のあゆみ。低温医学, 21 : 65-75, 1995.
- 8) Sumida, S., et al.: Fibrillation and contraction tracings from adult rat hearts after freezing in liquid nitrogen for ten years. Low Temp. Med., 10 : 47-51, 1984.

質 問 東京医科歯科大学整形外科 伊藤聡一郎
Schwann cellの特性 (barminin産生能) は冷凍保存後どのような影響を受けるのか？

回 答

慶應義塾大学医学部整形外科教室 石井 聖佳
barminin産生能については今回検討しておりません。

質 問 川崎医科大学形成外科 光嶋 勲
急速凍結群で神経上膜が消失したメカニズムは何であったのか。

回 答

慶應義塾大学医学部整形外科教室 石井 聖佳
神経上膜の層構造は破壊されていましたが、消失はしていませんでした。

吸収糸を Guide にした人工神経の試み

伊勢原協同病院整形外科

寺 田 信 樹

慶應義塾大学医学部整形外科教室

浦 部 忠 久・市 川 亨

堀 内 行 雄

Malmö University Hospital, Sweden

Lundborg G.

A Prototype of Bioartificial Nerve Graft with Resorbable Guiding Structure

Nobuki Terada · Tadahisa Urabe · Tohru Ichikawa

Yukio Horiuchi & Lundborg G.

Nerve grafting is most commonly done for the treatment of traumatic defect, but this method has the disadvantage of sacrificing an intact nerve at the donor site. Artificial nerves have an advantage in this respect. We previously proposed a prototype of artificial nerve consisting of a silicone tube and several polyamide filaments. In this study, we used absorbable filaments instead of polyamide, and the formation of myelinated nerve fibers was assessed histologically. The absorbable materials did not interfere with the early stages of axonal regeneration. We concluded that absorbable filaments are useful for artificial nerve grafts. However, further investigations are necessary to improve this method.

緒 言

末梢神経欠損損傷の治療には神経移植が用いられることが多いが, donorの神経損傷は避けられない短所である。短い神経欠損に対してはシリコンチューブによる架橋で修復し得た臨床報告もあるが, 長い欠損は実験例においてもシリコンチューブだけでは修復不可能である。我々は長い神経欠損にも利用できる人工神経を開発する目的で, シリコンチューブに polyamide 製の filament を入れた prototype を考案し¹⁾, filament が matrix の scaffold となり神経再生に有効であることを報告した。しかし scaffold としての filament は最終的には吸収消失することが望ましいと考え, 今回 polyamide の代わりに各種の吸収素材を用いたモデルを作成し早期の髄鞘形成につき組織学的検

討を行った。

対 象 と 方 法

直径 1.2mm のシリコンチューブに Polyamide (Ethilon), Polydioxanon (PDS), Polyglactin (Vicryl), Catgut の 4 種類の直径 250 μ m の filament を 7 本ずつ入れた 4 群の人工神経モデルを作成した。ラット大腿外側で坐骨神経に神経断端が 10mm となるように縫合固定したモデルを各群 8 匹ずつ作成し, チューブ内部は生理的食塩水で満たした (Fig. 1)。

2 週後, 4 週後に各群 4 匹ずつからシリコンチューブを取り出し, 内容物を押し出した。シリコンチューブ内の再生神経は glutalaldehyde 固定, osmium 染色の後 Epon 包埋し, 中央部分で 1 μ m の横断切片を作成し methylen-blue, Azur II 染色により髄鞘の再

Key words: bioartificial nerve, histology, resorbable materials

Address for reprints: Nobuki Terada, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

Materials and methods

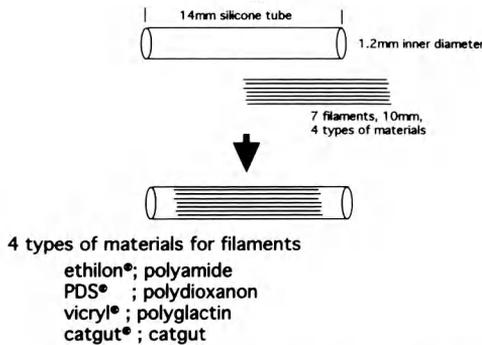


Fig. 1 Materials and methods. Seven filaments were introduced into a silicone tube. Four groups were set up depending on the filament material used.

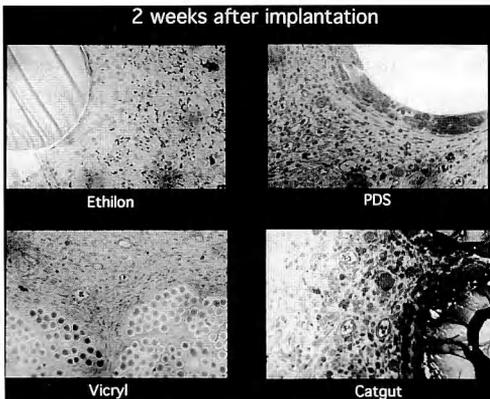


Fig. 2 Histological findings 2 weeks after grafting. No myelinated axons were seen in the matrix in all groups.

生につき検索した。4週例の神経遠位部は Tissuetek で凍結保存した後、8 μ mの縦切切片を作成し、酵素抗体法による neurofilament 染色により再生神経の存在を検索した。

結 果

1) 再生神経の髄鞘形成

再生神経中央の横断切片では2週の時点で髄鞘形成は認められなかったが (Fig. 2), 4週になると全例で filament 間隙の matrix に髄鞘形成が認められた (Fig. 3). filament 周囲の組織反応は素材の違いによ

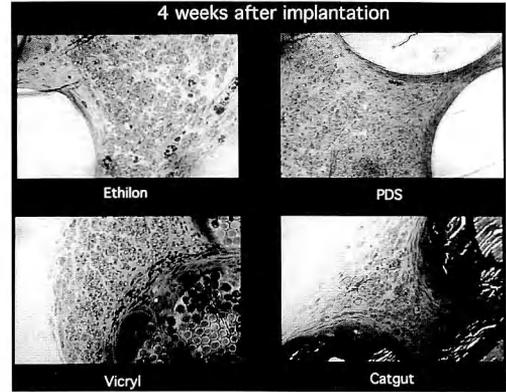


Fig. 3 Histological findings 4 weeks after grafting. Many myelinated axons were seen in all groups. Tissue reactions on the surface of the filaments were different between the 4 groups. However, there was no evidence of interference with axonal regeneration by absorbable materials.

り違いが見られたが、髄鞘形成の明らかな違いは認められなかった。

2) 遠位部での再生軸索

4週例の全例において neurofilament 陽性の再生神経の存在を認めた。

考 案

長い欠損神経損傷をシリコンチューブで架橋した場合の結果はいまだ満足のものではない。シリコンチューブ内での神経再生には、まず matrix 形成が必要であることが明らかとなり²⁾³⁾、長い神経欠損を架橋したシリコンチューブ内に matrix 形成するために多くの実験的試みがなされている。

共同演者の Lundborg は1996年、シリコンチューブ内に数本の polyamide filament を入れた人工神経の prototype を考案し¹⁾、filament が matrix の scaffold として働き matrix の形成を促すことを発表した。

今回の実験は、人工神経に用いる filament を吸収性素材とし、この prototype を発展させたもので、シリコンチューブに4群の異なる素材の吸収性 filament を入れたモデルをラット坐骨神経に移植し、2週、4週目に早期の組織検討を行った。

その結果いずれの吸収性素材でも filament は matrix の scaffold として働き、髄鞘及び神経軸索の再

生が認められた。filament 表面には素材の違いに応じて異なった異物反応が見られ、その反応は非吸収性素材である polyamide がもっとも少なかったが、いずれの素材においても神経再生を阻害する所見は認められなかった。再生神経は、filament 間隙の matrix に minifuniculus を形成して存在し、filament 表面に直接接したものは存在しなかった。

吸収性のチューブを用いた良好な神経再生が臨床的、実験的に報告されているが、これら吸収性素材の影響や早期の再生所見に関する報告はなく、本実験はこの点に関する新しい知見を与えるものであった。本実験から、シリコンチューブに吸収性フィラメントを入れたモデルは早期段階では軸索再生を阻害しないことが

明らかとなったが、この人工神経を実用化するにはさらに長期観察等の検討が必要であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Lundborg, G., et al.: Bioartificial nerve grafts. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.*, 30 : 105-110, 1996.
- 2) Williams, L. R., et al.: Modification of fibrin matrix formation in situ enhances nerve regeneration in silicone chamber. *J. Comp. Neurol.*, 231 : 209-220, 1985.
- 3) Zhao, Q., et al.: Repair of the transected rat sciatic nerve; matrix formation within silicone tubes. *Rest. Neurol. Neurosci.*, 5 : 197-204, 1993.



切断・縫合した末梢神経再生における ストレスの影響に関する実験的研究

自衛隊別府病院整形外科

尼子 雅敏

防衛医科大学校整形外科

根本 孝一・川口 雅久

臼井 秀樹・有野 浩司

Influence of Stress on Peripheral Nerve Regeneration after Neurorrhaphy

Masatoshi Amako · Koichi Nemoto · Masahisa Kawaguchi
Hideki Usui & Hiroshi Arino

We carried out an experimental study designed to investigate the relationship between stress and peripheral nerve regeneration after nerve repair.

Material & Methods: Male Wistar rats weighing 200 g were used. The unilateral sciatic nerve was severed at the middle of the thigh, and repaired by microsurgery using 9-0 nylon suture. Two groups of animals were made: a stress group and a non-stress group. The form of stress applied was water immersion for 3 h, performed 3 times a week, beginning one week before surgery. The sciatic functional index (SFI) was measured every two weeks to evaluate functional recovery of the nerve, and electrophysiological studies were performed at 20 weeks after surgery. The nerve was stimulated at a point proximal to the repair site using a hook-up electrode, and action potentials were recorded using a surface pick-up electrode attached to the skin over the anterior tibial muscle. Both distal latency and maximum M-wave amplitude were measured. For histological examination, specimens were taken from the nerve at a site distal to the repair site at 20 weeks after surgery. These specimens were embedded in Epon, and 1- μ m-thick sections were prepared and examined by light microscopy.

Results: SFI in the non-stress group began to improve from 5 weeks after surgery. However, no improvement was observed in the stress group. There was a significant difference of the SFI in these groups between 9 and 19 weeks after surgery ($p < 0.05$). Electrophysiological studies showed that distal latency in the stress group was delayed in comparison with the non-stress group ($p < 0.05$). Maximum M-wave amplitude in the stress group was smaller than that in the non-stress group. Histological studies revealed that nerve regeneration in the stress group was delayed in comparison with that in the non-stress group.

Discussion: We have already reported that peripheral nerve recovery after crush injury is suppressed by water immersion stress. Although the crush model revealed the influence of stress on nerve recovery, we were unable to assess the influence of stress on nerve regeneration strictly because the nerve retained its continuity. This time, the nerve was completely severed, thus allowing evaluation of the influence of stress alone on nerve regeneration could be evaluated.

It is concluded that nerve regeneration is suppressed by water-immersion stress.

Key words: stress, regeneration, peripheral nerve, neurorrhaphy

Address for reprints: Masatoshi Amako, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Self Defense Force Beppu Hospital, 3088-24, o-aza Beppu, Beppu, Oita, 874, Japan.

はじめに

ストレスが末梢神経損傷後の回復を抑制することを、ラット坐骨神経の圧挫モデルを用いて証明し報告してきた¹⁾²⁾。今回は神経を切断・縫合したモデルを用いてストレスが神経再生に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

生後8～10週齢、体重約200～250gのWistar系雄ラット14匹を用いた。ネンブタール腹腔内麻醉下に片側坐骨神経を展開し、大腿中央高位でマイクロ用剪刀を用いて切断し、直ちに顕微鏡下に9-0ナイロン糸を4針かけて縫合した。

ストレスは水浸拘束ストレスを1回3時間、週3回、手術の1週間前から開始し、屠殺時まで負荷した⁵⁾。

ラットを2群に分け、ストレス負荷の有無によりストレス群、非ストレス群とした。評価は以下の方法を用いた。

(1) 足跡解析 (Sciatic Functional Index: SFI)
足跡解析を経時的に2週おきに施行し、SFIを算出して比較検討した³⁾⁴⁾。

(2) 電気生理学的検索

20週時に切断・縫合部を展開し、縫合部の近位を刺激し、M波を導出して遠位潜時と最大振幅を計測した。

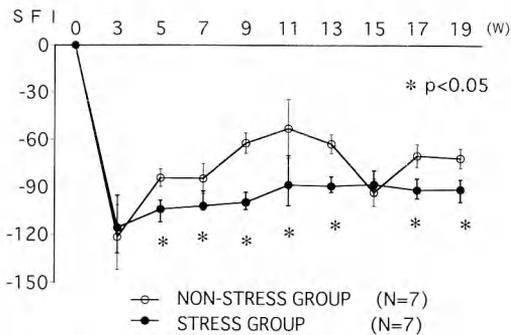
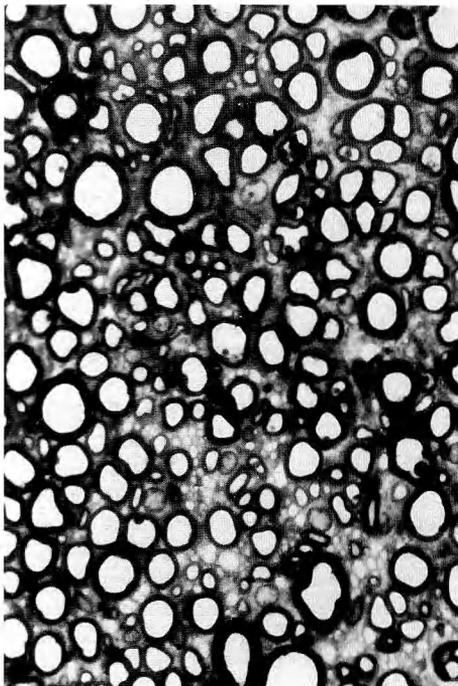
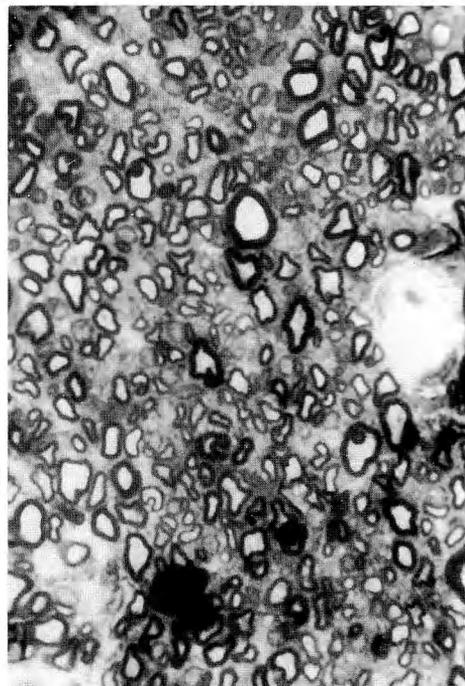


Fig. 1 The influence of stress on walking tracks.



a)



b)

Fig. 2 Transverse sections 2mm distal from the suture site. (×400)

a) The non-stress group

b) The stress group

(3) 組織学的検索

20週時に Karnovsky 液で灌流固定後、切断・縫合部の2mm遠位を採取し、樹脂包埋して1 μ m薄切横断切片を作成し、トルイジン・ブルー染色し光顕を用いて観察した。また軸索の短径を計測しヒストグラムを用いて比較した。

結 果

(1) SFI

非ストレス群のSFIは術後3～5週時に回復傾向が認められ60～90の間を推移した。一方ストレス群のSFIは回復傾向が認められず9, 11, 13, 17, 19週に有意差を認めた ($p < 0.05$) (Fig. 1)。

(2) 電気生理学的検索

M波の遠位潜時は非ストレス群が 1.39 ± 0.14 msec.に対し、ストレス群が 1.72 ± 0.28 msec.とストレス群が有意に遅延していた ($p < 0.05$)。一方M波の最大振幅は非ストレス群が 24.65 ± 6.08 mVに対し、ストレス群が 18.35 ± 6.98 mVとストレス群が有意差はないもの小さかった。

(3) 組織学的検索

非ストレス群の横断切片像は軸索径が大きい有髄線維が多数出現していた。一方ストレス群の再生軸索は軸索径が大きい有髄線維はまばらで、小径無髄線維が多数を占めていた (Fig. 2)。

ヒストグラムでは非ストレス群において4 μ m以上の大径線維の割合が大きく、2.25 μ mと4 μ mに2峰性の分布であったが、ストレス群は大径線維の割合が小さく1.5 μ mに1峰性の分布であった (Fig. 3)。

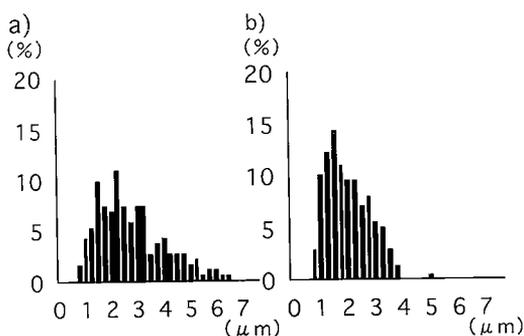


Fig. 3 Histograms of the diameter of axons.
a) The non-stress group
b) The stress group

平均軸索径は非ストレス群が平均 2.40 ± 0.28 μ mであったのに対し、ストレス群は 1.62 ± 0.24 μ mと両群に有意差があった ($P < 0.01$)。

考 察

我々はこれまでにストレスの影響が末梢神経の回復を遅延させることを圧挫損傷モデルを用いて証明した。しかし、圧挫損傷モデルは組織学的に連続性が保たれており、neurapraxiaの軸索も存在する可能性があり、またストレスが神経再生だけでなく神経易損性にも影響を及ぼすことも考えられた。そこで切断・縫合モデルを作成し、軸索の連続性を断つことで、純粋に再生軸索のみを検討した。

今回の実験により、ストレスは神経再生を抑制する事が明らかになった。特に組織学的に再生軸索の成熟が抑制されており、軸索径やミエリン鞘の太さに差が生じていた。これらの現象の背景には、ストレスが神経栄養因子、軸索輸送、末梢血流などに影響を及ぼすことが示唆される。臨床的には神経縫合術後のストレスを最小化することより術後成績を向上させる可能性が示唆された。

結 語

1. ラット坐骨神経の切断・縫合モデルを用いて、水浸拘束ストレスが末梢神経再生に及ぼす影響を検討した。
2. 水浸拘束ストレスは末梢神経再生を抑制した。

参 考 文 献

- 1) 尼子雅敏 他：末梢神経の回復過程におけるストレスの影響に関する実験的研究。日手会誌，11：453-455, 1994.
- 2) 尼子雅敏 他：ストレスが末梢神経圧挫損傷後の神経再生に及ぼす影響に関する実験的研究。日手会誌，12：487-491, 1995.
- 3) Bain, J. et al.: Functional evaluation of complete sciatic, peroneal, and posterior tibial nerve lesions in the rat. *Plast. Reconstr. Surg.*, 83: 129-138, 1989.
- 4) de Medinaceli, L. et al.: An index of the functional condition of rat sciatic nerve based on measurements made from walking tracks. *Exp. Neurol.* 634-643, 1982.
- 5) Takagi, K. et al.: The effects of drugs on the production and recovery processes of the stress ulcer. *Jap. J. Pharmac.* 18: 9-18, 1968.

末梢神経同種移植の拒絶反応と神経再生過程の検討

— 第2報 —

広島大学医学部整形外科学教室

高田 治彦・石田 治
生田 義和

島根医科大学整形外科学教室

越智 光夫

広島大学医学部保健学科

梶原 博毅

Rejection and Regeneration Phenomenon of Peripheral Nerve Allograft after Withdrawal of Cyclosporine — 2nd Report —

Haruhiko Takata · Osamu Ishida · Yoshikazu Ikuta
Mitsuo Ochi & Hiroki Kaziwara

Long nerve allograft was performed in rats. Following withdrawal of Cyclosporin A (CSA), the interaction of Schwann cells between the host rats and recipient rats was examined morphologically, immunohistochemically, and by electron microscopically. In the allograft group, 35 mm sciatic nerve collected from ACI rats (RT-1³) was transplanted into Lewis rats (RT-1¹), 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 12, 13, 14, 15, 16 and 24 weeks after the graft and six rats each of the isograft group were sacrificed at 12, 14, 15 and 16 weeks after the graft.

Morphologically, a large number of myelinated fibers were observed in the allograft group at 12 weeks, but decreased at 13 and 14 weeks and thereafter recovered rapidly. The diameter of the myelinated fibers showed the same pattern.

There were no other significant changes over the study period.

Immunohistochemically, the reactivity against OX antibody increased after 15 weeks in the allograft group. However, the reactivity against S-100 antibody was similar to the morphological results.

Electron microscopically, in the allograft group, a large number of unmyelinated fibers were observed 13 weeks after the graft. At 16 weeks compartmentation of the myelinated fibers was also noted.

The results of our study showed that donor-derived Schwann cells persisted in the graft segments during administration of CSA. After withdrawal of immunosuppression, donor-derived Schwann cells were rejected and host-derived Schwann cells migrated from proximal and distal stumps very rapidly

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.

along the unmyelinated axons. However, the possibility of the development of immunotolerance against the donor-derived Schwann cells cannot be excluded.

はじめに

第1報で我々は、ラットを用いた末梢神経同種移植実験を行い免疫抑制剤中止後にドナー由来のシュワン細胞が一旦拒絶された後に宿主由来のシュワン細胞の移動が生じることを報告した。

今回、免疫抑制剤中止後の神経拒絶と再生過程における宿主とドナーのシュワン細胞の相互関係を定量的に評価したうえで、軸索に及ぼす影響や軸索に生じた変化を検討した。

実験方法

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(RT1^a)をドナー、Lewisラット(RT1^l)を宿主とし、同系移植群ではLewisラット間にて移植を行った。手術方法は、ドナーの坐骨神経を35mm採取し、宿主の左側坐骨神経から右側坐骨神経へ背部皮下に移植した。免疫抑制剤としてサイクロスポリン(以下CSA)を用い、5mg/kgを術前日から術後12週間、毎日投与した。同種移植群では移植後12、13、14、15、16、24週、同系移植群では12、14、15、16週目にて6匹ずつ屠殺し、以下の3項目について評価した。

評価方法

1) 形態学的評価

移植神経末梢縫合部より5mm末梢の宿主の神経を採取し、トルイジンブルー染色を行い有髄線維数と有髄軸索径を光学顕微鏡下に測定した。

2) 免疫組織化学的評価

同種移植群の移植神経内でその中枢、中央、末梢部を採取し、凍結切片を作成した。一次抗体として抗S-100蛋白抗体とLewisラットのMHCクラス1抗原に対する抗体であるOX抗体を用いて、streptavidin-Biotin法にて免疫染色を行った。発色基質として用いたDiaminobenzidinの染色性を、CAS-200イメージ分析装置にて定量評価した。

3) 電子顕微鏡評価

同種移植群の13、16週で、移植部より5mm末梢の宿主の神経を採取後、電子顕微鏡にて軸索の変化に

ついて観察した。

統計学的処理

一元配置分散分析法を用い、多重比較検定としてBonferroni/Dunn検定を行い、危険率5%未満をもって有意差とした。

結果

1) 形態学的評価

a) 有髄線維数 (Fig. 1)

同種移植群では12週で有髄線維を多く認め、同系移植群との間に有意差を認めなかった。しかし、13週、14週で著明に低下し、15週以降回復した。一方、同系移植群では全ての週で良好な再生を認め、各週間に有意差を認めなかった。

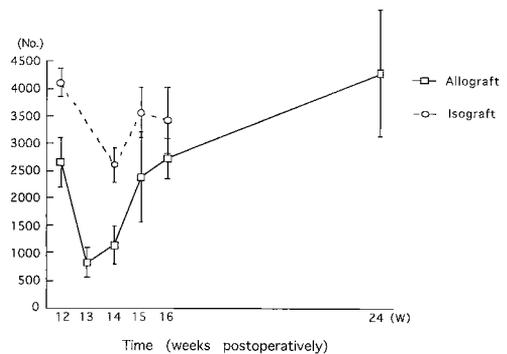


Fig. 1 Number of myelinated fibers (mean ± standard error)

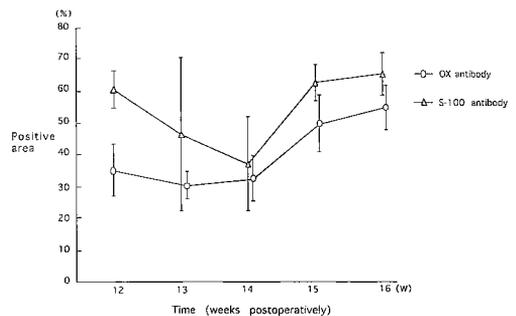


Fig. 2 Color intensity against S-100 antibody and OX antibody (mean ± standard error)

b) 有髄軸索径

同種移植群では13, 14週で低下し, 24週との間で有意差を認めたが, 同系移植群では大径線維が多く, 各週間に有意差を認めなかった。

2) 免疫組織学的評価 (Fig. 2)

a) 抗 S-100 蛋白抗体に対する染色性

染色性は, 12週で良好であり, 13週, 14週で低下したもののわずかながら認められ, 15週以降で増強した。

b) OX 抗体に対する染色性

染色性は, すでに12週でわずかに認められ, 15週以降で増強した。

抗 S-100 蛋白抗体, OX 抗体ともに各週の中核, 中央, 末梢部の染色部位による染色強度には有意差を認めなかった。

3) 電子顕微鏡評価

同種移植群の13週では髄鞘はほとんど消失し有髄軸索はわずかであったが, 単一の基底膜にかこまれた無髄軸索の集団である再生単位が多く認められた。16週では再生有髄軸索のコンパートメンテーションが認められた。

考 察

末梢神経同種移植実験にて免疫抑制中止直後のシュワン細胞の相互関係を示唆する報告は散見される。

Aguayo¹⁾ は, 電子顕微鏡を用いて宿主のシュワン細胞の移動を報告し, Midha⁴⁾, Berger²⁾, Ishida³⁾ らは, 免疫組織化学的に宿主のシュワン細胞の移動を報告した。しかし, これらの著者は宿主のシュワン細胞がどのように侵入してくるか, 定量的な評価を行っていない。またドナー由来のシュワン細胞に対する免疫寛容が生じるのかどうかは明らかにならなかった。

本研究における免疫組織学的結果より, 12週では移植神経における宿主の抗原に対する染色性はわずかであったため, 残存したシュワン細胞の大部分はドナー由来と思われたが, 宿主のシュワン細胞の移動が部分的に生じていたり, 宿主のシュワン細胞にてすでに架橋されている可能性も示唆された。

拒絶が最も進んだ13, 14週で, 宿主の抗原に対する染色性は著変なかったが, シュワン細胞に対する染色性は低下したことより, 残存したドナー由来のシュ

ワン細胞が拒絶されたことを示していた。また電子顕微鏡で認められた無髄軸索は集団で再生単位を形成していたため, 免疫抑制剤中止後に脱髄が生じ, 一旦軸索変性した後に中枢より再生したものと思われた。

再生が進行した16週では, 宿主の抗原に対する染色性は増加し, 再生無髄軸索が宿主のシュワン細胞により有髄化されたと思われた。

結 語

1) 免疫抑制剤中止直後では, ドナー由来のシュワン細胞が移植神経内に多く残存し, 一部に宿主由来のシュワン細胞の移動も認められた。

2) 免疫抑制剤中止後1から2週で移植神経の拒絶は最もすすみ, ドナー由来のシュワン細胞は大部分拒絶されるが, 部分的に免疫寛容が生じる可能性も示唆された。

3) 15週以降に再生無髄軸索は, 宿主由来のシュワン細胞により有髄化された。

参 考 文 献

- 1) Aguayo, A. J., et al.: Abnormal myelination in transplanted Trembler mouse Schwann cells. *Nature*, 265: 73-75, 1977.
- 2) Berger, A., et al.: Peripheral nerve allografts: Survey of present state in an experimental model of the rat. *Microsurgery*, 15: 773-777, 1994.
- 3) Ishida, O., et al.: Origin of Schwann cells in peripheral nerve allograft in the rat after withdrawal of Cyclosporine A. *Reconstr. Microsurg.*, 9: 233-238, 1993.
- 4) Midha, R., et al.: The fate of Schwann cells in peripheral nerve allograft. *J. Neurol. Exper. Neurol.*, 53: 316-322, 1994.

質 問 川崎医科大学形成外科 光嶋 勲

同種移植群の拒絶反応の時期においては再生軸索はそのまま存続するのか, 一旦消失したのち再伸長するのか, いづれでありましょうか?

回 答 広島大学医学部整形外科学教室 高田 治彦

大部分の再生軸索は, 一旦消失した後に再伸長する。しかし, 宿主のシュワン細胞で覆われた一部の軸索は, 温存される。

末梢神経縫合の至適時期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

浦部 忠久・寺田 信樹

新井 健・堀内 行雄

Lund 大学手の外科学教室

G. Lundborg

An Experimental Study on the Optimal Time for Nerve Repair

Tadahisa Urabe · Nobuki Terada · Takeru Arai

Yukio Horiuchi & G. Lundborg

The aim of this study was to investigate the optimal time for nerve suture during the first ten days after injury. The rat sciatic nerves of both sides were transected and repaired 1, 3, 7, 10 days after transection. Regeneration distance of sensory axons was evaluated using the pinch test 2, 4, 6 days after repair. Regeneration velocity and initial delay period were calculated from measured regeneration distance. The regeneration velocity was not influenced in one and three day delayed repair groups but reduced significantly in seven and ten day delayed repair groups as compared to control (nerves repaired immediately after transection). Initial delay period was reduced significantly in all delayed repair groups as compared to control. Although pinch test does not give any information about the quality of the regeneration, the results suggest that neuroorrhaphy should be performed one or three days after injury.

目 的

末梢神経損傷の修復時期に関して、primary repair と secondary repair の比較は数多く見られるが、受傷後10日以内に修復を行い成績を比較した報告はきわめて少ない。夜間緊急時の手術場スタッフの確保の点や術者の技術の問題など、直ちに手術が行えない場合を想定し、受傷後早期の神経縫合時期に関する実験的研究を行ったので報告する。

方 法

約200gのWistar雌ラット60匹を用いた。両側坐骨神経を展開し、大腿中央部で神経を鋭利なメスで切断、閉創した。切断術後1日、3日、7日、10日に再度同部を展開して、顕微鏡下にトリミング、9-0ナイ

ロンで神経上膜縫合し修復した。縫合部の緊張はほとんどなく、縫合不全を生じた例はなかった。切断直後に縫合を行った群を0日としコントロールとした。神経縫合後2日、4日、6日に坐骨神経を展開し、できるだけ末梢で切断した後に、マイクロ用摂子で末梢より中枢に向かい神経を圧挫した。ラットの反応が初めて得られた部位と縫合部との距離を測定し、神経再生距離を計測した (pinch test)。得られた距離からグラフを作成し、その傾きから神経再生速度を、X軸との交点から initial delay period を求めた⁵⁾。

結 果

修復後2日目、4日目、6日目の神経再生距離 (n=8) は、コントロールではそれぞれ、 0 ± 0 mm、 4.3 ± 0.6 mm、 8.3 ± 0.8 mmであった。切断後1日目の

Key words: nerve repair, delayed repair, nerve regeneration, rat sciatic nerve

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

Table 1 Regeneration velocity and initial delay period.

Time between injury and repair	Regeneration velocity (mm/day)	Initial delay period (days)
0 day delay (control)	2.3	2.3
1 day delay	2.0	1.2*
3 day delay	2.0	0.9*
7 day delay	1.6*	1.0*
10 day delay	1.6*	1.0*

* indicates statistical differences as compared to control. (ANOVA, Bonferroni/Dunn)

修復ではそれぞれ、 1.5 ± 0.5 mm, 5.6 ± 1.6 mm, 9.3 ± 1.1 mm であり、以下切断後3日目の修復ではそれぞれ、 2.4 ± 0.3 mm, 6.1 ± 0.7 mm, 10.4 ± 0.7 mm, 切断後7日目の修復ではそれぞれ、 1.7 ± 0.4 mm, 5.2 ± 1.3 mm, 8.1 ± 0.8 mm, 切断後10日目の修復ではそれぞれ、 1.8 ± 0.7 mm, 5.0 ± 1.2 mm, 7.9 ± 1.4 mm であった。このデータから神経再生速度、initial delay periodを計算した。0日の神経再生速度は2.3mm/日、initial delay periodは2.3日であった。切断後1日目の修復では神経再生速度は2.0mm/日であまり変化はなかったが、initial delay periodは1.2日と短縮した。切断後3日目の修復では神経再生速度は2.0mm/日であったが、initial delay periodは0.9日とさらに短縮した。7日目、10日目の修復では神経再生速度はそれぞれ1.6mm/日、1.6mm/日でコントロールに比較して有意に遅延がみられ、initial delay periodはそれぞれ1.0日、1.0日と短縮していた (Table 1)。

考 察

古くから神経縫合の至適時期に関して、primary に行くべきか secondary に行くべきかの論争は絶えない。動物実験の分野では再生軸索の密度、支配筋の筋力や筋の組織化学などが評価方法として一般的であり、その結果により primary か secondary の優劣を決定している報告が多い²⁾³⁾⁴⁾。また、切断後の修復時期に関して、切断直後の次のポイントが3週過ぎである場合が多く2週以内での比較はほとんど見られない。そこで本実験では受傷後10日以内の早期における修復の差について解明を試みた。神経縫合後に良好な結果を得るには、神経再生速度を増すか、初期関門である縫合部での initial delay period を短縮するこ

とが大切と推論し、従来の評価法とは異なる pinch test を用い、2つの parameter を算出した。神経線維をあらかじめ切断したり、crush injury を加えておくと再生が良好なことが知られており、conditioning effect と呼ばれている¹⁾。軸索損傷に対する神経細胞自体の変化、末梢側シュワン細胞の変化によるものと説明されているが、initial delay period の著明な短縮もこの効果によるものと想像された。ただし、pinch test は知覚神経の最も再生が速い線維の伸長を検査しているのみで、再生知覚線維の質や量および運動線維に関してはまったく不明であるということは留意しなければいけない点である。今回の結果から、生物学的な末梢神経の修復反応を利用しつつ、技術的にも容易で好成績が期待できる時期は⁶⁾、7日目以後より受傷後1日および3日目に修復をした場合と考えられた。

ま と め

1. 末梢神経縫合時期に関して pinch test による評価を行った。

2. 知覚神経では損傷後7日目以降よりも、1日および3日目に修復を行うのが良いと思われた。

文 献

- 1) Arntz, C., et al.: Regeneration of the rat sciatic nerve after different conditioning lesions: effects of the conditioning interval. *Microsurgery*, 10: 118-121, 1989.
- 2) Bolesta, M. J., et al.: Immediate and delayed neuroorrhaphy in a rabbit model: a functional, histologic, and biochemical comparison. *J. Hand Surg.*, 13A: 352-357, 1988.
- 3) Grabb, W. C. and Michigan, A. A.: Median and ulnar nerve suture: An experimental study comparing primary and secondary repair in monkeys. *J. Bone Joint Surg.*, 50A: 964-972, 1968.
- 4) Hatano, E.: A comparative study on primary and secondary nerve repair. *Plast. Reconstruct. Surg.*, 68: 760-767, 1981.
- 5) Holmquist, B., et al.: A mathematical model for regeneration rate and initial delay following surgical repair of peripheral nerves. *J. Neurosci. Methods*, 48: 27-33, 1993.
- 6) Lundborg, G.: Nerve regeneration problems in a clinical perspective. *Restor. Neurol. Neurosci.*, 1: 297-302, 1990.

Radial tunnel の解剖

— 短橈側手根伸筋の起始の形態を中心に —

社会保険埼玉中央病院整形外科

関 敦 仁

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

高 山 真一郎・渡 辺 理

井 幡 巖・堀 内 行 雄

Anatomy of the Radial Tunnel

— A Study on the Origin of Extensor Carpi Radialis Brevis —

Atsuhito Seki · Shinichiro Takayama · Osamu Watanabe

Iwao Ibata & Yukio Horiuchi

Radial tunnel syndrome was first termed by Roles and Maudsley (1972) to define resistant lateral elbow pain due to entrapment of the posterior interosseous nerve in front of the elbow. The extensor carpi radialis brevis muscle (ECRB) plays an important role as a cause of the entrapment. The purpose of this study was to investigate the origin of ECRB.

Fourteen upper extremities were dissected and observed. ECRB had an aponeurosis with a sharp tendinous origin. Length of the aponeurosis was 105mm and width, 10mm. When the elbow was extended and forearm pronated, the aponeurosis came close to the posterior interosseous nerve at the level of the arcade of Frohse. It was considered that active supination of the forearm against resistance caused compression of the posterior interosseous nerve by ECRB in elbow extension and forearm pronation.

ECRB and extensor digitorum communis (EDC) also had a common aponeurosis. It was thought that this structure brought about tension on the origin of ECRB following contraction of EDC especially extension of the middle finger, and that the middle finger test caused lateral elbow pain.

はじめに

Radial tunnel syndrome (以下 RTS) は橈骨神経深枝の絞扼性神経障害とされている。Radial tunnel の一部を構成する短橈側手根伸筋 (以下 ECRB) が、症状の発現に関与すると述べられている。しかし、その形態に関する詳細な報告は少ない。本研究の目的は ECRB の起始部の形態を明らかにすることである。

対象および方法

解剖用上肢 14 肢 (年齢: 54 歳から 88 歳, 平均 75.6 歳) を用いた。ECRB 起始の形態と、長橈側手根伸筋 (以下 ECRL) と指伸筋との位置関係について調査した。起始部の構造を示すために肘関節 90° 屈曲位で腱様組織の長さと同幅、ECRB 全長を表す指標として上腕骨外側上顆から第 3CM 関節までの長さを測定した。

Key words: radial tunnel, anatomy, extensor carpi radialis brevis, origin, posterior interosseous nerve

Address for reprints: Atsuhito Seki, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Social Insurance Saitama Chuo Hospital, 4-9-3 Kita-urawa, Urawa, Saitama 336, Japan.

結 果

指伸筋の中枢側には厚く強靱な起始腱膜が表層に存在した。ECRBはECRLの後方かつ指伸筋の前方に位置していた (Fig. 1)。

ECRBを観察するためにECRLを切除した (Fig. 2)。ECRBはECRLと指伸筋の間にある長さ 23.8 ± 3.5

mm、幅 10.0 ± 1.0 mm、厚さ1mmの扁平な起始腱膜として上腕骨外側上顆から起始していた。

さらにECRBの筋実質を切除して、起始腱膜全体を前方から観察した (Fig. 3)。ECRB起始腱膜の尺側縁は、回外筋の表層を斜め尺側方向に走行し長さは 105.1 ± 12.2 mmであった。

ECRB起始腱膜は前腕を回内すると回外筋入口部

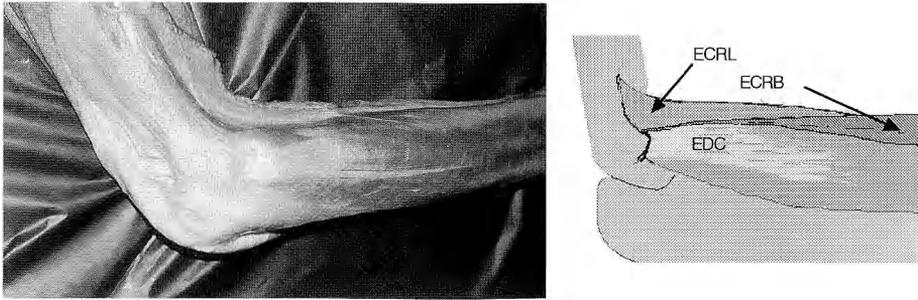


Fig. 1 Extensor group.

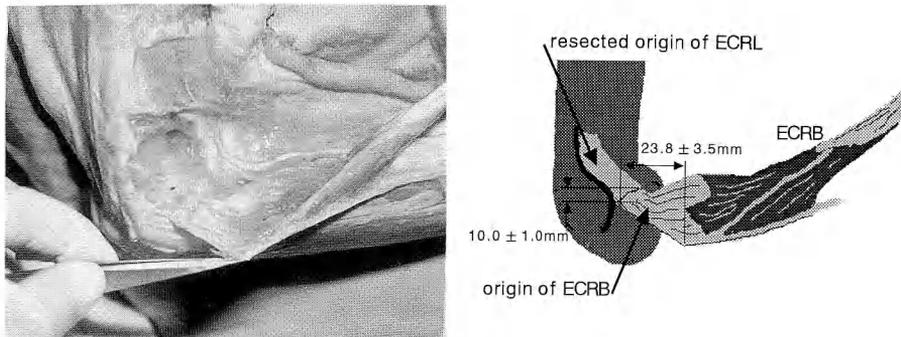


Fig. 2 Muscle belly of ECRB has aponeurosis as its origin.

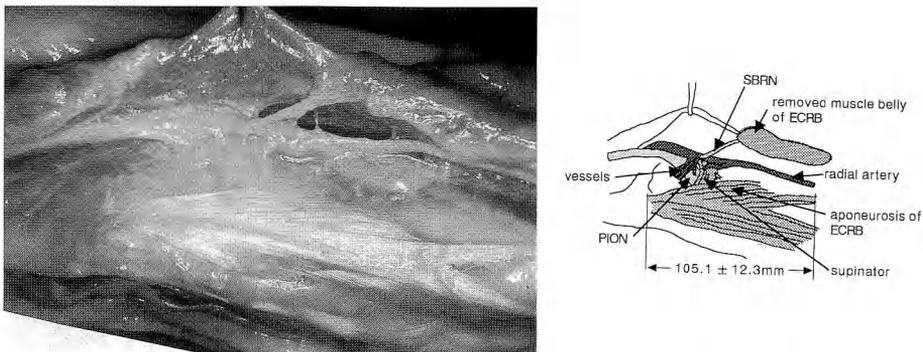


Fig. 3 Muscle belly of ECRB is resected. The whole aponeurosis of ECRB is revealed. SBRN: superficial branch of radial nerve, PION: posterior interosseous nerve.

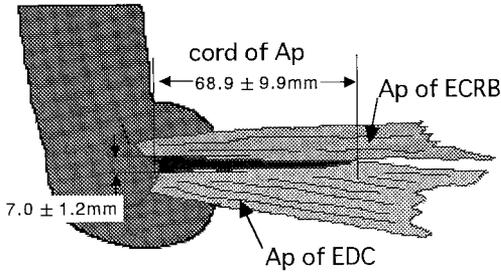


Fig. 4 ECRB and EDC have a common aponeurosis with a cord. Ap: aponeurosis.

のレベルで橈骨神経深枝に接するようになった。

指伸筋との境界は起始腱膜を共有しており、最深部では厚みを増し索状構造を呈した。索状部末梢は二つに分かれ、ECRBと指伸筋の筋組織に移行した。索状部は共通腱膜の指伸筋側から観察できた。外側上顆に起始し長さ $68.9 \pm 9.9\text{mm}$ 、幅 $7.0 \pm 1.2\text{mm}$ 、厚さ 2mm であった (Fig. 4)。外上顆から第3CM関節までの長さは $275.7 \pm 17.2\text{mm}$ であった。

考 察

RTSはCapener¹⁾ (1966) によって報告され、Rolesら⁸⁾ によって命名された。肘外側に痛みを訴えるが、外側上顆から約2横指末梢に圧痛を認め、手背のしびれ感を伴うこともあり、上腕骨外側上顆炎とは異なる病態である。Radial tunnelでの橈骨神経深枝の絞扼により発症するとされている。

RolesらやListerら⁴⁾ によれば、Radial tunnelは腕橈関節前面から始まり、橈骨神経に沿って回外筋遠位出口までをさす。すなわち後面は腕橈関節の関節包や回外筋深層、前外側面はECRL・Bと腕橈骨筋である。内側面は上腕二頭筋腱および上腕筋により囲まれる部分に始まり、回外筋深・浅層間を通り、その遠位出口部までである。

神経絞扼の原因として、橈骨頭前方の線維組織、橈側反回動静脈、ECRB、arcade of Frohseが挙げられる。回外筋の出口部での絞扼も報告されている。その中でもECRBの起始腱膜は、橈骨神経深枝を絞扼する主因と考えられて注目されている。

本研究の結果からECRBは起始腱膜として外側上顆に付着するために、筋が収縮すると長さ 105.1mm ・幅 10.0mm の扁平な腱膜に力が集中し、緊張が強くなる。前腕を回内させると起始腱膜は橈骨神経深枝に接する様子が観察されたが、この肢位で抵抗運動を行

えば、すでに臨床例を諸家^{2)3)5)~7)} が報告しているように、腱膜が回外筋入口部で橈骨神経深枝を圧迫して疼痛を惹起する可能性があり、本症発症の動的要因と思われる。

ECRB起始腱膜と回外筋入口部の位置関係について、佐藤⁹⁾ は以下のように3型に分けて検討した。

I a型：回内位でも回外筋入口部の見えるもの (26%)

I b型：回内位で短橈側手根伸筋がかぶさり、回外筋入口部が見えなくなるもの (65%)

II型：内方にも腱膜が伸びているもの (9%)

われわれの徒手的な調査の結果では神経に対して特に強い圧迫は見られなかったが、対象がRTSの罹患患者でないことと筋の収縮がないこと、広範な剥離操作の後に調査したことが原因と考える。

また、ECRBと指伸筋は境界部で起始腱膜を共有していたが、そのため前腕回内位ではECRBと指伸筋の力の働く方向が一致して、指伸筋の収縮力がECRB起始腱膜に伝わる。このことはmiddle finger testが前腕外側痛を誘発する機序として考えられる。

ま と め

1. Radial tunnel syndrome発症の主因とされるECRB起始部の解剖学的検討を行った。

2. ECRBの起始部には長さ 105mm 、幅 10mm の起始腱膜が存在し、指伸筋起始腱膜と連絡していた。

3. ECRBは橈骨神経深枝を圧迫する動的要因と考えられた。

4. ECRBと指伸筋は境界部で起始腱膜を共有しているため、middle finger testによりECRB起始腱膜が緊張して疼痛が誘発されるものと考えられる。

文 献

- 1) Capener, N.: The Vulnerability of the posterior interosseous nerve of the forearm. J. Bone Joint Surg., 48B: 770-773, 1966.
- 2) 橋詰博行 他: 橈骨神経管症候群. 日手会誌, 4: 929-936, 1988.
- 3) 石井清一 他: 後骨間神経の絞扼性神経炎. 整形外科MOOK, 54: 224-232, 1988.
- 4) Lister, G. D., et al.: The radial tunnel syndrome. J. Hand Surg., 4: 52-59, 1979.
- 5) 松崎昭夫 他: 肘関節外側の痛みを起す後骨間神経絞扼性神経炎への短橈側手根伸筋の関与. 日手会誌, 1: 148-152, 1984.
- 6) 森脇正之 他: 橈骨神経管症候群の検討. 日手会誌,

- 1 : 153-157, 1984.
- 7) Moss, S. H., et al.: Radial tunnel syndrome: A spectrum of clinical presentations, *J. Hand Surg.*, 8 : 414-420, 1983.
- 8) Roles, N. C., et al.: Radial tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 54B : 499-508, 1972.
- 9) 佐藤哲雄：肘部での橈骨神経 entrapment に関する解剖学的研究。お茶の水医学雑誌, 27 : 275-285, 1979.



神経 (臨床)

上肢絞扼性末梢神経障害における
中枢運動神経機能評価

岐阜赤十字病院整形外科

大野 義幸・栄 枝裕文
飯沼 宣樹

岐阜大学医学部整形外科学教室

和田 栄二・清水 克時

Measurement of Central Motor Conduction in Entrapment
Neuropathy in Upper Extremities

Yoshiyuki Ohno · Hirofumi Sakaeda · Noriki Inuma
Eiji Wada & Katsuji Simizu

Differential diagnosis between entrapment neuropathy in the upper extremity (carpal tunnel syndrome, cubital tunnel syndrome) and cervical myelopathy is sometimes difficult. And clinical evaluation for coexisting entrapment neuropathy and cervical myelopathy is a problem. The transcranial magnetic motor evoked potentials (MEPs) on slight voluntary contractions, CMAPs and F-waves following peripheral nerve stimulation were recorded from abductor pollicis brevis, adductor digiti minimi, and abductor hallucis muscles on both sides of the body in all patients (entrapment neuropathy alone, cervical myelopathy alone, and coexisting entrapment neuropathy and cervical myelopathy). The minimal reproducible onset latencies of MEPs and F waves were accepted. Consequently six central motor conduction time (CMCT) values were evaluated in each patient. The results showed that CMCT was quite sensitive for cervical cord disorder. The average number of abnormal CMCT values out of the six CMCT values examined was 0.2 in entrapment neuropathy alone, 3.2 in coexisting entrapment neuropathy and cervical myelopathy, and 4.8 in cervical myelopathy alone. Owing to their high degree of sensitivity, central motor conduction studies may detect cervical cord disorders in their early stages and they have considerable value in the differential diagnosis between entrapment neuropathy and cervical myelopathy, and in the evaluation of coexisting entrapment neuropathy and cervical myelopathy.

はじめに

手指のしびれ、功致運動障害を主訴とする代表的疾患に手根管症候群や肘部管症候群などの上肢絞扼性末梢神経障害と頸髄症がある。临床上、両者の鑑別に難渋することが時々あり、また、両者の合併例にしばし

ば遭遇する。近年、中枢運動路評価としてその有用性が報告されている経頭蓋磁気刺激による筋活動電位(以下 MEP) 検査が絞扼性末梢神経障害を診断、治療する際に頸髄障害の重複の有無の判定、およびその程度を評価するのに有用な補助手段となるか検討した。

Key words : motor evoked potentials, cervical myelopathy, entrapment neuropathy, transcranial magnetic stimulation

Address for reprints : Yoshiyuki Ohno, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Gifu Red Cross Hospital, 3-36 Iwakura-cho, Gifu 502, Japan.

対象および方法

健常成人 (C 群) 10 例, 臨床的, 電気生理学的に上肢絞扼性末梢神経障害 (以下 EN 群) と診断された 23 例 [手根管症候群 (CTS 群) 12 例, 肘部管症候群 (CubTS 群) 11 例], 電気生理学的には絞扼性末梢神経障害が確認されたが臨床所見より頸髄疾患等の合併が考えられ, MRI 等画像診断にて頸髄病変の存在が確認された重複例 (いわゆる double lesion syndrome, 以下 DLS 群) 13 例, および電気生理学的に上肢絞扼性末梢神経障害の合併が否定された頸髄障害例 (以下 CSM 群) 13 例を対象とした。全例, 従来の末梢神経伝導速度検査に加え, 軽度随意収縮下, 左右の短母指外転筋 (APB), 小指外転筋 (ADM), 母趾外転筋 (AH) より MEP 測定を繰り返し行ない, 各筋にて MEP の最短立ち上がり潜時と M 波, 最短 F 波の潜時を用いて中枢運動伝導時間 (central motor conduction time, 以下 CMCT) を算出し, 評価した (CMCT (msec)=[最短 MEP 潜時-(M 波潜時+最短 F 波潜時-1)/2]/身長 (m)) (Fig. 1)。刺激記録装置は Dantec 社製 Key Point, 磁気刺激装置は Mag Lite, コイルは円形コイル MC125 を使用した。刺激方法の詳細は日本脳波筋電図学会の規約に

従った。各疾患群間の差の統計学的検討には One way Factorial ANOVA を用い, 各群個々の比較には Scheffe の検定を行ない, P<0.05 で有意差ありと判定した。

結 果

正常値: 健常成人 10 名を左右で測定した。左右差はなく, 身長 1m に身長補正した健常人 CMCT は APB, ADM, AH でそれぞれ 1.4±0.5msec, 1.1±0.5msec, 5.3±1.3msec (Mean±SD) であった。Mean±2.5SD を超える値を異常とし, 左右の APB, ADM, AH それぞれの CMCT 計 6 項目のうち測定可能であった項目で判定した。いずれの群でも各筋の CMCT は左右差なかった。左右あわせた各筋の CMCT の比較では C 群と EN 群では差がなく, DLS 群と CSM 群ではいずれも EN 群, C 群と有意差が見られた。また, ADM の CMCT では DLS 群と CSM 群間で有意差が見られた (Fig. 2), (Table)。異常値を呈した項目数をみると, EN 群で 23 例中 4 例 (CTS 群で 2 例, CubTS 群で 2 例) に 1 項目で異常値を呈した。DLS 群では 13 例全例で 2~6 項目, 平均 3.2 項目で異常値を呈した。CSM 群では 13 例全例で 3~6 項目, 平均 4.8 項目で異常値を呈した。

CMCT(Central Motor Conduction Time)

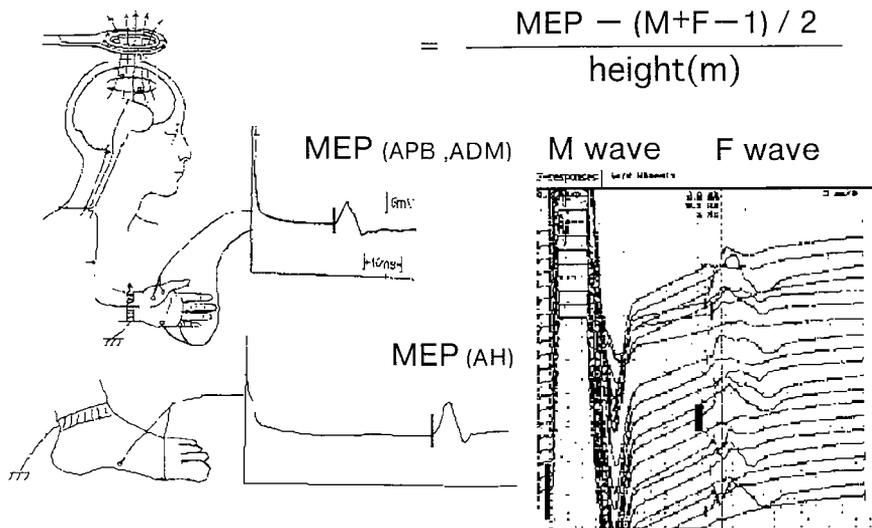


Fig.1 CMCT is calculated from the formula using the shortest MEP, M wave and F wave latency on APB, ADM, and AH on both sides

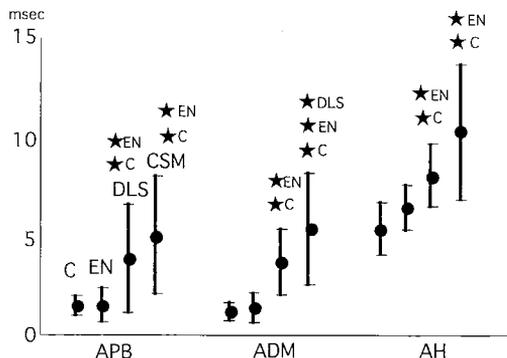


Fig.2 Comparison of CMCT among 4 groups (C: control, EN: entrapment neuropathy, DLS: double lesion syndrome, CSM: cervical myelopathy)
★: $p < 0.05$ (e.g. ★C means the difference from C is significant), Mean \pm SD

Table 1 CMCT (central motor conduction time) in each group. Mean \pm SD

	APB	ADM	AH
C (n=10)	1.4 \pm 0.5	1.1 \pm 0.5	5.3 \pm 1.3
EN (n=23)	1.5 \pm 0.8	1.4 \pm 0.7	6.4 \pm 1.2
DLS (n=13)	3.9 \pm 2.8	3.7 \pm 1.7	8.1 \pm 1.6
CSM (n=13)	5.1 \pm 3.0	5.5 \pm 2.9	10.5 \pm 3.5

症 例 1

79歳女性。両手指しびれ，功致運動障害を主訴に来院。両母指球筋に筋萎縮，両側手根管部にTinel様徴候認め，Phalen's test陽性。両正中神経領域に知覚鈍麻，左尺骨神経領域にも軽度知覚鈍麻を認めるが，下肢知覚障害なし。両上肢の反射亢進，左Hoffmann陽性だが，下肢反射亢進なし。Jackson test陰性。歩行は平地では杖を要しない。膀胱直腸障害なし。MRIではC3-4レベルに髄内高輝度陰影をともなった高橋分類3度の圧迫所見を認め⁵⁾，myelogramでは腰椎部に両側のL4，5根嚢像が欠損していた。MCV，SCV検査で両側の手根管部での伝導遅延が確認されたが，尺骨神経の伝導遅延は確認できなかった。CMCTはAPB，ADM，AHで左右共遅延していた。

両側手根管症候群と頸髄症の合併と判断した。両側の手根管開放術を行なったところ両手指のしびれは軽快した。本人は満足し，頸髄症の手術は行っていない。

症 例 2

60歳女性。左手指のしびれ，両手指功致運動障害を主訴に来院。7年来の慢性関節リウマチにて四肢関節腫脹，疼痛あり。常時T杖を使用している。両正中神経領域に知覚障害を認め，両手根管部にTinel様徴候陽性。Phalen's test陽性。四肢反射亢進なく，Hoffmann陰性。Jackson testで手指のしびれが増強する。手指のgrip and releasing testでは左右10秒間に9回と遅延を認める。椎椎MRIではC3-4，4-5間に高橋分類2度の圧迫を認める。MCVでは遠位潜時が軽度遅延，手根管部をはさんだSCV左右それぞれ31.8m/s，35.7m/sと遅延を認めた。CMCTはAPBで左右7.3msec，5.9msec，ADMで3.2msec，4.9msecといずれも遅延していたが，AHでは左右共に正常範囲であった。下肢CMCT値が正常範囲であり，当初は手根管開放術を予定している。

考 察

手指のしびれ，功致運動障害を主訴とする手根管症候群や肘部管症候群などの上肢絞扼性末梢神経障害の診断は比較的容易で，電気生理学的検査などの補助診断も確立している。一方，頸髄症などの頸髄疾患でも同様な症状を呈する例があり，通常，その鑑別は詳細な理学所見，画像診断を駆使すればほぼ可能であるが，症状が上肢に限局する頸髄症例では鑑別に難渋する場合もある。また，臨床所見，電気生理学的検査で上肢絞扼性末梢神経障害と確定しても，下肢症状，Jackson test陽性，知覚障害分布異常，反射の亢進，Hoffmann等病的反射などが見られ，頸髄症などの頸髄疾患の合併を疑う症例にしばしば遭遇する。反射は個人差があり，Hoffmann徴候は健常人でも出現する。他の末梢神経疾患，腰椎疾患の合併なども考慮すると頸髄疾患そのものの評価が困難な場合もある。MRIなどの画像検査はfalse positiveが問題となる。近年，中枢運動路評価としての有用性が報告されているMEPは通常の運動神経伝導速度検査の際，同じ記録電極設定で測定可能で，比較的短時間で測定でき，外来検査としても可能である。MEPの頸髄症に対するsensitivityは70-90%と高く，その診断率はSEPにも勝ると報告され，初期の頸髄症の検出も可能とされ

ている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。我々は、検査の sensitivity を更に高めるために、軽度随意収縮下、左右の短母指外転筋、小指外転筋、母趾外転筋の計 6 筋で繰り返し測定した最短の MEP 潜時で CMCT を算出し、各 CMCT の絶対値のみでなく、異常項目数にも注目して評価している。

今回の検討では頸髄障害単独群 (CSM 群) あるいは絞扼性末梢神経障害と頸髄障害重複群 (DLS 群) の頸髄障害を 100% 検出し得た。今回、CSM 群と比較し、脊髄症状の軽かった DLS 群でも高い検出率が得られたことより、現在の protocol で subclinical、あるいは軽度の頸髄障害の検出が可能と考えた。今回は CMCT のみで評価したが、さらに MEP の波形、持続時間、振幅も考慮すればより sensitivity を上げることが可能であろう。絞扼性末梢神経障害単独群では 23 例中、4 例で 6 項目のうち 1 項目異常値を呈したが、specificity は 83% と高かった。頸髄障害を有する群では 2 項目以上の異常値を呈し、異常項目数も考慮にいれれば、検査の信頼度は向上すると考える。

CMCT と脊髄障害の重症度は正の相関があるとされている¹⁾。今回の DLS 群は症状が上肢に限局するものが多く、CSM 群に比してその頸髄障害の重症度は低いと考えられ、このことが両群間で各筋の CMCT 値の差を反映していると思われた。また、CMCT 値の異常項目数は両群間で差がみられ、異常項目数も脊髄障害の重症度を反映しているものと考えた。この点に関しては更に検討を進める必要がある。

MEP 検査は記録筋の脊髄前角細胞への外側皮質脊髄路線維の機能を反映し、臨床所見、画像所見と併用

すれば、頸髄障害の有無、その重症度の診断に非常に有用な補助検査法となると考えられた。

結 語

1. MEP (経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位) による CMCT (中枢運動伝導時間) は臨床的に明らかな頸髄障害を高率に検出し、潜在性の障害も検出できる可能性がある。

2. 絞扼性末梢神経障害と頸髄障害の鑑別、あるいは重複例 (いわゆる Double lesion syndrome) の診断の際の補助手段として信頼できる検査法である。

文 献

- 1) Kameyama, O., et al.: Transcranial magnetic stimulation of the motor cortex in the cervical spondylosis and spinal canal stenosis. *Spine*, 20 : 1004-1010, 1995.
- 2) 金子和夫 他: 絞扼性神経障害と頸髄症合併例の診断. *日手会誌*, 13 : 803-806, 1996.
- 3) 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. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 85 : 311-320, 1992.
- 4) Linden, D., et al.: Magnetic motor evoked potentials (MEP) in diseases of the spinal cord. *Acta Neurol. Scand.*, 90 : 348-353, 1994.
- 5) Takahashi, M., et al.: Chronic cervical cord compression: Clinical significance of increased signal intensity on MR images. *Neuroradiology*, 173 : 219-224, 1989.

重複神経障害 (Double Lesion Neuropathy) の臨床的検討

防衛医科大学校整形外科

根本 孝一・川口 雅久
尼子 雅敏・臼井 秀樹
加藤 直樹

Clinical Study of Double Lesion Neuropathy

Koichi Nemoto · Masahisa Kawaguchi · Masatoshi Amako
Hideki Usui & Naoki Kato

The cases of 26 patients with double lesion neuropathy who underwent surgery during 1987 and 1996 were reviewed. The patients, whose average age was 57, included 14 men and 12 women. Laterality was right in 8 patients, left in 7, and bilateral in 11. Diagnoses were made according to clinical symptoms, electrophysiological study and imaging studies. The patients' cases were divided into three groups according to the type of distal lesion: cubital tunnel syndrome or tardy ulnar nerve palsy, Group 1 (13 patients, 15 hands); carpal tunnel syndrome, Group 2 (10 patients, 17 hands); and miscellaneous, Group 3 (3 patients, 3 hands). The proximal lesions involved 16 cervical spondylosis cases, 2 disc hernia cases, 2 OPLL cases, 2 DSA cases, and 4 miscellaneous others. The lesion level was at C5-6 in 22 cases. Complications included diabetes in 3 cases and chronic renal failure in 2 cases. Surgery was performed on the distal lesions except when signs of long tract existed. For 24 patients (33 hands), surgery was performed on the distal lesions alone; surgery was performed on only a proximal lesion on 1 patient and on both lesions in 1 patient. Eleven patients (12 hands) underwent tendon transfer.

Groups 1 and 2 were compared statistically with a control group (no patients with double lesions) who underwent surgery during the same period. The average age of the control was significantly higher, and there were significantly more bilateral cases in both Groups 1 and 2 than in the control group. Also, significantly more trigger-finger involvement was found in Group 2 than in the control group.

The results were categorized excellent (E), good (G), fair (F), and poor (P) according to the postsurgical clinical symptoms. In Group 1, 3 hands were E, 9 were G, and 2 were F after surgery on only the distal lesions; 1 hand was P after surgery on only the proximal lesion. In all Group 2 patients, surgery was performed only on the distal lesions: 9 hands were E, 6 were G, and 2 were F. In Group 3, the results were 1 F and 1 P after surgery on only the distal lesions, and 1 E after surgery on both lesions. Four patients in Group 1 and three in Group 2, all of whom underwent surgery only on distal lesions, complained of continued stiff shoulders post surgery.

We conclude surgery should be performed first on the distal lesion.

Key words : double lesion neuropathy, double crush syndrome, entrapment neuropathy

Address for reprints : Koichi Nemoto, M.D., Department of Orthopaedics, National Defense Medical College, 3-2, Namiki, Tokorozawa, Saitama 359, Japan.

目 的 方 法

重複神経障害 (Double lesion neuropathy)^{6)~9)}の手術症例について臨床的検討を行う。

症 例

1987年から1996年の10年間に重複神経障害と診断し手術を行った症例は26例35肢である。性別は男14例、女12例であり、年齢は42-72歳(平均57歳)であった。右側8例、左側7例、両側11例であった(Table 1)。

診断は、臨床症状、電気診断、画像診断により総合的に行った。特に筋電図上、脊髄神経後枝支配筋 (posterior myotome) の脱神経電位を重視した。

遠位病変は、肘部管症候群または遅発性尺骨神経麻痺13例15肢、手根管症候群10例17肢であり、その他、橈骨神経高位麻痺、後骨間神経麻痺、尺骨神経高位麻痺が各1例であった。遠位病変の種類によって症例を3つに分け、肘部管症候群または遅発性尺骨神経麻痺を第1群、手根管症候群を第2群、その他を第3群とした。

近位病変は、頸椎症16例、頸椎ヘルニア2例、後縦靭帯骨化症 (OPLL) 2例、破壊性脊椎関節症 (DSA) 2例であり、その他、頸椎症+OPLL、頸椎ヘルニア+胸郭出口症候群 (TOS)、頸椎症+電撃症による神経根障害、腕神経叢損傷が各1例であった。近位病変の椎体高位は、範囲こそばらつきが見られるものの、腕神経叢損傷の場合を除いた25例中22例にC5/6を含んでいた。

合併症として、糖尿病が3例、慢性腎不全が2例に見られた。発症直前の外傷の既往は5例、小児期の肘関節周囲骨折の既往は3例に見られた。経過中にバネ指を発症したものが、第1群で2例2肢、第2群で7例8肢存在した。

治療はlong tract signがあれば近位病変に対する手術を行い、それ以外は原則として遠位病変に対する手術を行った。その結果、遠位病変のみ手術を行ったものは24例33肢、近位病変のみ手術を行ったものは1例、遠位近位病変に手術を行ったものは1例であった。腱移行術を行ったものは11例12肢であった。近位病変に対しては、同時に頸椎牽引などの理学療法を併用した。

(1)疫学的検討：第1群と第2群に対して、同時期に手術を行った非重複神経障害(以下、対照群)の全症例と比較検討した。第1群の対照群は肘部管症候群または遅発性尺骨神経麻痺22例22肢、第2群の対照群は手根管症候群12例14肢である。

(2)術後成績の検討：第1群では、赤堀分類¹⁾に従いExcellent, Good, Fair, Poorの4段階に分け、さらに安竹の評価法¹⁵⁾を用いた。第2群と第3群では、自覚症状の程度によってE, G, F, Pの4段階に分けた。平均観察期間は765日であった。

結 果

(1)疫学的検討第1群：重複神経障害(以下、重複群)の発生率は35例中13例で35%であった。平均年齢は対照群で42歳、重複群で57歳であり、U検定で有意差を認めた($P<0.01$)。両側発症例は対照群で0例、重複群で3例であり、 λ^2 検定で有意差を認めた($P<0.05$)。バネ指の合併は、対照群で0例、重複群で2例であり、 λ^2 検定で有意差を認めなかった。性別には有意差を認めなかった。

第2群：重複神経障害の発生率は22例中10例で45%であった。平均年齢は対照群で47歳、重複群で58歳であり、U検定で有意差を認めた($P<0.05$)。両側発症例は対照群で2例、重複群で8例であり、 λ^2 検定で有意差を認めた($P<0.01$)。バネ指の合併は、対照群で2例、重複群で7例であり、 λ^2 検定で有意差を認めた($P<0.05$)。性別には有意差を認めなかった。

(2)術後成績第1群：遠位病変のみ手術を行ったものは12例14肢であり、E3肢、G9肢、F2肢であった。安竹の評価法では術前57点、術後74点であった。近位病変のみ手術を行った1肢はPであった。第2群：全例遠位病変のみ手術を行い、E9肢、G6肢、F2肢であった。第3群：遠位病変のみ手術を行ったものは2例2肢であり、F1肢、P1肢であった。遠位近位病変に手術を行った1肢はEであった。

遠位病変のみ手術を行った症例のうち肩こりなど頸肩部の愁訴の残存したものが、第1群で4例、第2群で3例に存在した。

考 察

疫学的検討により、重複神経障害は肘部管症候群、手根管症候群ともに、高齢者に多く、両側性に発生し

Table 1 Clinical cases of double lesion neuropathy.

Group 1: Cubital Tunnel Syndrome, Tardy Ulnar Nerve Palsy												
Case	Sex	Age	Laterality	Distal Lesion	Proximal Lesion	Op.(1st)	Op.(2nd)	Op.(3rd)	Result/Complications, etc.	Job	F/U(day)	
1	M	70	Bilateral	CuTS	OPLL(C23)+CS(C56)	(Lt-Ant. transposition)* King Rt-King	Rt-King	Rt-Free bodies resection	F G G E E E E F F G P G G	Farmer	2012	
2	M	64	Lt	CuTS	CS(C456)				G	Farmer		
3	M	55	Bilateral	CuTS	CS(C587)		Lt-King		G E	Building worker Carpenter	2759 1885 1016	
4	F	53	Rt	CuTS	CS(C56)	King			E	Farmer	91	
5	F	42	Lt	CuTS	Disc hernia(C36)+TOS	King+Neviasser			E	Clerk	1488	
6	M	69	Lt	CuTS	SC(C56)	King+Neviasser			G	Tax accountant	450	
7	M	72	Rt	CuTS	Disc hernia(C56)	King+Neviasser			F	Designer	1387	
8	M	55	Lt	TUNP	CS(C87)	King			G	Clerk	882	
9	M	57	Rt	CuTS	CS(C56)	King			G	Driver	798	
10	M	56	Lt	TUNP	Canal stenosis(C3456)	Laminoplasty(C3-7)			P	DM, Cubitus valgus, Fall, Myelopathy	37	
11	M	54	Rt	CuTS	CS(C56)	King+Neviasser			G	Electrician	429	
12	M	47	Bilateral	CuTS	CS(C56)	Rt-King+Neviasser			G	Factory worker	338	
13	M	46	Lt	TUNP	CS(C56)	King+Neviasser+Tendovagotomy			G	(No operation on Lt-elbow) Cubitus valgus, Lt-Trigger thumb	395	
Average			57									
Group 2: Carpal Tunnel Syndrome												
Case	Sex	Age	Laterality	Distal Lesion	Proximal Lesion	Op.(1st)	Op.(2nd)	Op.(3rd)	Result/Complications, etc.	Job	F/U(day)	
1	F	63	Bilateral	CTS	CS(C587)	Lt-Decompression+Riordan Rt-Neurolysis	Rt-Decompression+Riordan Lt-Tendovagotomy		E E G G	Teacher	365 349 1287	
2	F	84	Bilateral	CTS	DSA(C587)				G	Housewife		
3	F	50	Bilateral	CTS	Disc hernia(C87)	Lt-Neurolysis Rt-Neurolysis			G	Housewife	1128 618	
4	F	50	Bilateral	CTS	CS(C587)	Lt-Neurolysis Rt-Neurolysis			E E	Housewife	135 812	
5	F	80	Rt	CTS	OPLL(C56)	Neurolysis+Camitz			E	Housewife	55	
6	F	82	Bilateral	CTS	CS(C56)	Neurolysis+Camitz Lt-Neurolysis Rt-Decompression	Lt-Tendovagotomy Rt-Decompression		E E G	Rt-Trigger thumb & fingers, Rt-Hand ganglion	443 443 419	
7	F	60	Bilateral	CTS	CS(C34587)	Lt-Neurolysis Rt-Decompression			G	Housewife		
8	F	54	Rt	CTS	CS(C56)	Neurolysis+Camitz			E	Sales staff	373	
9	M	54	Bilateral	CTS	DSA(C456)	Neurolysis+Camitz (Lt-Decompression)* Rt-Decompression+Camitz			E E G	Janitor	288 158 441	
10	F	60	Bilateral	CTS	CS(C34587)				G	Sales staff	128	
Average			58									
Group 3: Miscellaneous												
Case	Sex	Age	Laterality	Distal Lesion	Proximal Lesion	Op.(1st)	Op.(2nd)	Op.(3rd)	Result/Complications, etc.	Job	F/U(day)	
1	M	60	Lt	PION palsy	CS(C87)	Neurolysis	Tendon transfer		P-G**	Carpenter	1026	
2	M	50	Rt	Uln. N. palsy (high)	CS(C56)+Radicalopathy (C8T.)#	Neurolysis+Neviasser			F	Electric injury, Rt-Guyon canal syndrome	588	
3	F	58	Rt	Rad. N. palsy (high)	BPI (upper trunk)	Neurolysis (Radial N.)	Neurolysis (BPI)		E	Executive	281	
Average			56									

*: Operation was not performed at our hospital. **: Result was good after tendon transfer. #: Electric injury. CuTS: Cubital tunnel syndrome, TUNP: Tardy ulnar nerve palsy, CTS: Carpal tunnel syndrome, PION: Posterior interosseous nerve, OPLL: Ossification of posterior longitudinal ligament, CS: Cervical spondylosis, DSA: Destructive spondyloarthropathy, TOS: Thoracic outlet syndrome, BPI: Brachial plexus injury, DM: Diabetes mellitus, L/E: Lower extremities, RA: Rheumatoid arthritis, de Quervain: de Quervain tenosynovitis, CRF: Chronic renal failure.

やすいこと、また、手根管症候群ではバネ指を伴いやすいことが明らかになった。さらに、重複神経障害は腕神経叢損傷や電撃症においても存在しうること、同時又は経過中に3つ以上の神経障害が存在しうること、慢性腎不全では頸椎に破壊性脊椎関節症を有しうることなどにも注意すべきである。

近位病変の高位については、X線上の頸椎高位と解剖学的神経高位にはずれのあることを考慮する必要がある¹³⁾。今回の症例では26例中22例でC5/6椎体高位に近位病変が存在したが、このことはC6、7神経根の障害を示唆する。

術後成績の検討では、肘部管症候群を伴う重複神経障害は、遠位病変のみの手術によって、術前57点から術後74点に改善した(安竹の評価点)。一方、我々が以前に行った肘部管症候群の術後成績調査では、術前58点、術後78点であり²⁾大きな差はなかった。また、手根管症候群を伴う重複神経障害においては17肢中15肢に良以上の成績を得た。したがって、重複神経障害は遠位病変のみの手術によって症状が改善するといえる。しかし、遠位病変のみの手術後に症状の残存する例もあった。

重複神経障害の主症状は遠位病変以遠で発現する。手術的治療は、long tract signのある場合以外は、原則として手術侵襲の少ない遠位病変に行うべきである。しかし、術後も症状が残存する場合には残りの病変にも追加手術を行う。筋萎縮の進行した例には、初回手術時に腱移行術を同時に行った方がADL上好ましい。

結 語

1. 重複神経障害の手術症例26例35肢について臨床的検討を行った。

2. 重複神経障害の肘部管症候群、手根管症候群は高齢者で両側に発生し、手根管症候群はバネ指を伴うことが多かった。

3. 近位病変はC5/6椎間高位を含むことが多かった。

4. 手術的治療はまず遠位病変に対して行うべきである。

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。整形災害外科, 29: 1745-1751, 1986.
- 2) 尼子雅敏 他：当科における肘部管症候群の術後成績。東日本臨整会誌, 6: 179-182, 1994.
- 3) Narakas, A. O.: Multiple compressions. In *The Hand Vol.4*. Tubiana, L. ed, Saunders, Philadelphia, 517-527, 1991.
- 4) 西田 淳 他：上肢のdouble lesionに対する診断法と治療方針。MB Orthop., 8: 29-33, 1995.
- 5) 丹羽央佳 他：頸椎症、頸椎後縦靱帯骨化症患者におけるdouble crush syndrome—臨床生理学的検討。臨床神経学, 34: 870-876, 1994.
- 6) 根本孝一 他：亜急性圧迫神経障害に関する実験的研究—いわゆる“double crush” syndrome について。整形外科, 33: 1514-1516, 1982.
- 7) 根本孝一：末梢神経障害に関する実験的研究—重複圧迫による神経易損性の発現機序について。日整会誌, 57: 1773-1786, 1983.
- 8) Nemoto, K., et al.: An experimental study on the “double crush” hypothesis. *J. Hand Surg.*, 12A: 552-559, 1987.
- 9) 根本孝一：Double Lesion Neuropathy (重複神経障害)。末梢神経, 6: 107-112, 1995.
- 10) Osterman, A. L.: Double crush and multiple compression neuropathy. In *Operative Nerve Repair and Reconstruction*. Gelberman, R. H. ed, Lippincott, Philadelphia, 1211-1229, 1991.
- 11) 斉藤英彦：上肢の絞扼性神経障害と頸椎病変との鑑別—手の外科の立場から。新潟整形外科研究会誌, 7: 142-156, 1991.
- 12) 堺 慎 他：頸椎病変を有する手根管症候群、肘部管症候群の治療成績の検討。日手会誌, 10: 414-418, 1993.
- 13) 都築暢之 他：頸髄髄節および頸神経根の形態的変動とその臨床的意義。整形外科, 34: 229-235, 1983.
- 14) Upton, A. R. M., et al.: Hypothesis. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet*, 2: 359-362, 1973.
- 15) 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.

反射性交感神経性ジストロフィーに対する経皮的 電気刺激療法の有用性の検討

山梨医科大学整形外科科学教室

戸 島 忠 人・浜 田 良 機
長 沢 晃 樹

Clinical Study of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
for Reflex Sympathetic Dystrophy

Tadahito Toshima · Yoshiki Hamada & Koki Nagasawa

Twenty cases of reflex sympathetic dystrophy (RSD) treated with transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) are presented. The patients consist of 5 males and 15 females with mean age of 48 years old ranged from 26 to 64 years old. Patients are divided according to Lankford's classification: minor causalgia in 6 cases, major causalgia in one, minor traumatic dystrophy in 5, major traumatic dystrophy in 6, shoulder hand syndrome in 2. According to the staging system of RSD, 10 cases are defined as stage 1, 7 cases as stage 2, 3 cases as stage 3. The follow up period is ranged from 3 months to 3 years and 4 months with the mean of one year and 5 months. We classified the treatment effect into 4 phases of excellent, good, fair, poor by improvement of pain with visual analogue scale (VAS) and presence of ADL obstacle and evaluated it.

Ten cases showed excellent result, 5 good, 2 fair and 3 poor. All cases with excellent result were treated within 5 months after their onset of the symptoms. Two-thirds cases of every type of Lankford's classification were evaluated excellent or good. One case of minor causalgia and one case of major traumatic dystrophy who were treated after one year from the onset and one case of minor causalgia that was caused by replantation of the little finger treated within one month after onset were evaluated poor.

We concluded that TENS is simple, non-invasive, safe, and effective treatment for early stage of RSD in spite of causalgic or sympathetic type.

はじめに

反射性交感神経性ジストロフィー (Reflex Sympathetic Dystrophy: 以下 RSD) に対する治療には難渋することが多い。

われわれは本症に対して経皮的電気刺激療法 (transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS) を中心とした理学療法を第一選択として施行しているため、これらの治療成績について報告する。

対象および方法

当科で TENS を中心とした理学療法で加療した RSD 症例は、男性 5 例、女性 15 例の計 20 例で、初診時年齢は 26 歳から 68 歳の平均 48 歳である。原疾患としては前腕の骨折が 6 例と最も多く、神経損傷 4 例、捻挫・打撲 4 例などの順となっていた。その内訳は Lankford の分類で、Minor causalgia 6 例、Major causalgia 1 例、Minor traumatic dystrophy

Key words : reflex sympathetic dystrophy (RSD), transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS), hand
Address for reprints : Tadahito Toshima, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Yamanashi Medical University, 1110 Simokato, Tamaho-Cho, Nakakoma-Gun, Yamanashi 409-38, Japan.

5例, Major traumatic dystrophy 6例, Shoulder hand syndrome 2例であった (Table 1). 発症から治療開始までの期間は2週から1年5カ月の平均4.6カ月, 経過観察期間は3カ月から3年4カ月の平均1年5カ月であった. なおRSDの診断にあたってはKozinの診断基準³⁾を用いた.

治療はTENSを全例に施行し, 併用療法としては渦流浴を9例に, 交代浴を5例に行った. さらに星状神経節ブロックを3例, 局所静脈内ブロックを2例, スプリントの装用を4例に行った. そして消炎鎮痛剤以外の薬物療法としてはグリセオフルピン 1000mg/dayの投与を6例, 5例に対しノイロトロピン 6錠/dayを投与した.

治療効果の判定には, Visual Analogue Scale (VAS)による疼痛の改善度とADL障害の有無により4段階に分類し評価した. すなわち, 治療前の状態から75%以上の鎮痛が得られADLに全く支障のないものをExcellent, 50%以上75%未満の鎮痛であるがADLにはほぼ支障をみないものをGood, 25%以上50%未満の鎮痛でADL障害を有するものをFair, 25%未満の鎮痛効果あるいは症状の悪化したものをPoorとした.

結 果

20例のうちExcellent 10例, Good 5例, Fair 2例, Poorは3例で, Lankfordの各タイプにおいて3分の2以上の症例がGood以上と良好な成績であった (Table 2). そしてExcellentの成績を得た10例は

Table 1 Cases (by Lankford's classification)

Lankford's classification	No. of cases
Minor Causalgia	6
Major Causalgia	1
Minor Traumatic Dystrophy	5
Major Traumatic Dystrophy	6
Shoulder Hand Syndrome	2

Table 2 Result

	Excellent	Good	Fair	Poor
Minor Causalgia	2	2	0	2
Major Causalgia	1	0	0	0
Minor Traumatic Dystrophy	3	2	0	0
Major Traumatic Dystrophy	4	0	1	1
Shoulder Hand Syndrome	0	1	1	0
No. of cases.	10	5	2	3

いずれも受傷から5カ月以内に治療が開始されていた. これらのうち, 注射による橈骨神経損傷の1例と腕神経叢損傷の1例では, 1回目のTENS施行中にすでに疼痛の軽減を認め, TENS開始後約1週間まではTENS終了後に疼痛が再発したが, 1週以降はTENS終了後も疼痛の軽減が持続するようになり, 回数をかさねるにつれ持続時間の延長がみられた. この症例以外でも治療開始後2週から1カ月頃より疼痛の改善をみとめ, 徐々に持続鎮痛効果も得られ, 開始後最長1年5カ月で終了している.

一方, Minor causalgiaの2例とMajor traumatic dystrophyの1例ではPoorの成績となっているが, このうち2例は発症から治療開始までの期間が1年以上の症例で, 残りの1例は発症から1カ月で治療を開始した小指再接着術後に発生したRSD症例であった. 発症から治療までの期間が1年以上の3例では, Fair 1例, Poor 2例といずれも良好な成績は得られなかった (Table 3).

症 例

症例: 60歳 女性 Major traumatic dystrophy
当科初診の2カ月前に転倒して右橈骨遠位端骨折を受傷. 近医で局所麻酔下に徒手整復, ギブス包帯固定をうけたが, 直後より右手全体のしびれ感を伴う高度な疼痛が出現, 理学療法開始時には疼痛は一層高度となり, 手背部の高度の腫脹や指の関節拘縮も出現したため当科を受診した.

初診時, 手関節から手指にかけては高度に腫脹し, 手関節および指関節は軽度屈曲位に拘縮していて, 激しい運動痛を訴えた. また手指には多量の発汗をみとめた. そしてX線所見では橈骨遠位端の変形治癒と手根骨から手指骨にかけての高度の骨萎縮を認めた (Fig. 1-a).

RSDと診断し, 星状神経節ブロックを勤めるも患者がこれを拒否したため, 鎮痛剤やノイロトロピンの

Table 3 Relationship between Results and Period from Onset to Treatment Beginning

Period from onset to treatment beginning		
within 6 mos.		over 1 yr.
10	Excellent	0
5	Good	0
1	Fair	1
1	Poor	2

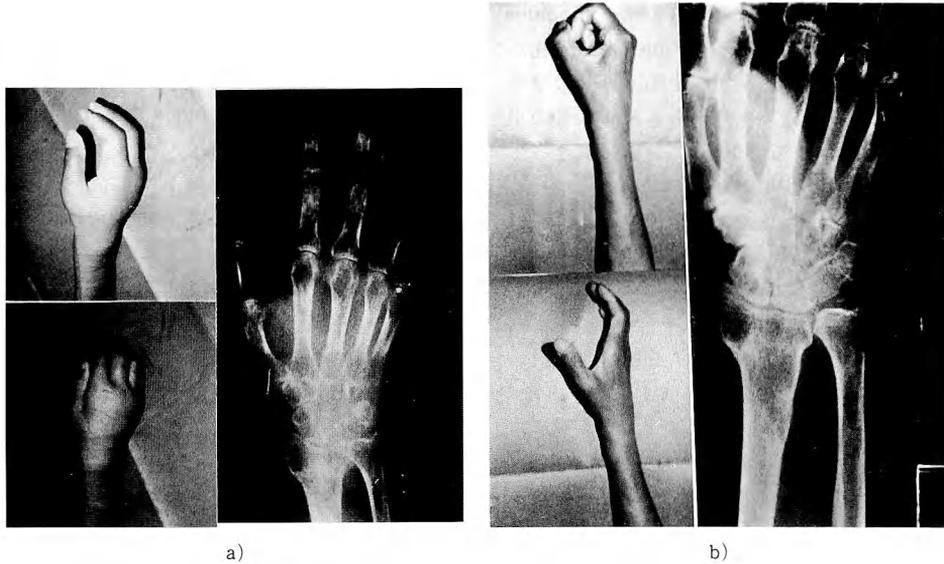


Fig. 1 60-Year-Old-Female

Major Traumatic Dystrophy due to Colles Fracture

- a) The patient complained of serious pain and swelling in the right hand. Radiographic findings showed marked local osteoporosis in carpal and phalangeal bones at initial visit.
- b) The patient had an excellent functional hand at 3 years and 1 month after treatment.

投与と手関節部のスプリントの装用に加え、TENSによる経皮的電気刺激療法を行った。これらの治療により徐々に疼痛の軽減が得られ、治療開始後約1カ月頃より持続して疼痛と腫脹の軽減傾向がみられるようになり、当科初診後3年1カ月の現在、疼痛と腫脹は完全に消失、ピンチ動作も可能でADLに支障を認めていない (Fig. 1-b)。

考 察

1. TENSの作用機序について

RSDに対する経皮的電気刺激療法の有用性については、1972年Meyerら⁵⁾、1975年Melzackら⁴⁾、1977年Stilzら、1978年Richlinら⁷⁾の報告があり、現在ではRSDも含めた疼痛性疾患や術後の疼痛軽減の目的で一般に用いられている。TENSの鎮痛機序については、現在まで確立されたものはない。その作用機序を証明するものとして、1965年にMelzackらによって提唱されたgate control説がある。これは生体への侵害刺激は細い有髄求心性神経線維 (A δ 線維、C線維) を通じて中枢へ疼痛として伝達されるが、

TENSによって脊髄後角への求心性の太い神経線維 (A β 線維) を刺激すると、細い有髄求心性神経線維の2次ニューロンのシナプス伝達を制御するというものである。その他、神経内鎮痛物質である内因性オピオイドの増加説、末梢神経レベルでの伝導ブロック効果なども鎮痛のメカニズムとして報告されているが定説はない。

2. TENSの有効例について

1) 治療開始までの期間

TENSの有効性とRSDの発症から治療開始までの期間との検討では、Meyerらは治療開始までの期間が15週以内の症例では明らかに疼痛の改善を得たと報告している。一方、Fieldら¹⁾も3カ月以内に治療を開始した場合には良好な結果が期待できると述べているように、一般に6カ月以内に治療を開始した症例に良好な改善をみると報告されている。われわれの症例においても、Excellentの成績を得た10例はいずれも発症後5カ月以内に治療が開始されていた。一方、治療開始までに1年以上を要した3例では、Poor 2例、Fair 1例と回復は不良であった。

2) Lankford 分類のタイプ別治療成績

TENS の Lankford 分類のタイプ別治療成績の検討では、川村ら²⁾は Minor traumatic dystrophy と Shoulder hand syndrome の亜急性期の症例に著効を示したと報告している。その機序として、これらのタイプは直接的な神経損傷ではなく、体性感覚神経路・交感神経遠心路の悪循環経路に対して TENS がその経路を介して効率よく鎮痛作用を及ぼすためと述べている。一方宗重ら⁶⁾の報告ではほとんどのタイプにおいて TENS の有効例を認めており、特に Minor Causalgia と Minor traumatic dystrophy および Shoulder hand syndrome に効果的であったとしている。そして Major Causalgia の疼痛管理には有効な方法がないこともあって日常生活にも TENS の使用を指導していると述べている。われわれの症例では、Shoulder hand syndrome 2 例において Good, Fair ともに 1 例ずつの結果であったものの、他のタイプの症例においては 3 分の 2 以上の症例で Excellent と良好な結果であり、タイプに関係なく比較的良好的な結果が得られていた。

3. TENS の利点

RSD の治療にあたっては、早期診断・早期治療の基本概念のもとに、それぞれの症例に応じていくつかの治療法を組み合わせる治療を進めていく必要がある。その際患者はすでに疼痛に対して過敏となり心理的にも不安定なことも多いため、治療初期には非侵襲的な方法が有用なことも多い。TENS は簡便で連日の使用が可能であり、患者に恐怖感を与えず合併症の危険もないなどの利点があり、発症後比較的早期の症例に

対して dystrophic type, causalgia type に関係なく試みてよい治療法の一つと考えている。

ま と め

1. RSD 20 例に対して TENS を中心とした理学療法により、発症後 5 カ月以内の 10 例に症状の著明な改善をみた。

2. TENS を中心とした理学療法は、発症後比較的早期の RSD に対して試みてよい治療法の一つである。

(ご校閲頂いた赤松功也教授に深謝いたします)

文 献

- 1) Fields, H. L., et al.: Electroanalgesia and hyperalgiadysesthetic state. International Symposium on pain, May, 1973, Seattle, Washington.
- 2) 川村博文 他: 経皮的電気刺激療法。骨・関節・靭帯, 9: 361-370, 1996.
- 3) Kozin, F., et al.: The reflex sympathetic dystrophy syndrome II. Roentgenographic and scintigraphic evidence of bilaterality and of periarticular accentuation. Am. J. Med., 60: 332-336, 1976.
- 4) Melzack, R.: Prolonged relief of pain by brief intense transcutaneous somatic stimulation. Pain, 1: 357-373, 1975.
- 5) Meyer, G. A., et al.: Causalgia treated by selective large fiber stimulation of peripheral nerve. Brain, 95: 163-168, 1972.
- 6) 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。臨整外, 29: 185-192, 1994.
- 7) Richlin, D. M., et al.: Reflex sympathetic dystrophy. Successful treatment by transcutaneous stimulation. J. Pediatrics, 93: 84-86, 1978.

その他

不安定性橈骨遠位端骨折 (第2報)

— Die Punch モデル検討に関連し工夫せる手技, 評価 —

福岡大学医学部解剖学

山下 信 哉

唐津第1病院整形外科

田 中 晴 人

Unstable Distal Radius Fracture (2nd report)
— Technical Problem and Evaluation in Relationship
to Die Punch Model —

Nobuya Yamashita & Haruhito Tanaka

We have repeatedly reported on the surgical techniques and evaluations after operations by 'Die Punch' since 15 years ago. We have sometimes experienced the difficult cases to the joint destruction by the fragmental intraarticular fractures of the radius end. In order to investigate the mechanism of Die Punch, 75 embalmed cadaver wrist joints were used and the bone mineral quantity was measured by 27 KeV, Aloka DCS 600.

The compression strength of cadaver wrist joints were measured by load cell Autograph IS 5000 Shimazu Max. load 250kg, 1mm, 30mm per minute. After that, the relationship between Ca quantity and compression were positive correlation. Also, when 'Die Punch' occurred, Scapholunate (SL) diastasis has often ruptured and SL-ligament has been sometimes avulsioned and the average of avulsion strength was 70 newtons. The experimental study by 'Die Punch' Mode is helpful for the intraarticular fracture of the radius end Die Punch Fracture.

はじめに

不安定型橈骨関節内骨折のなかで, "Die Punch" 骨折に対してその再建術は難渋を極める. それは強度な関節内破壊に起因して解剖学的アライメント不適合招来が一大要因と考えている. 上述骨折再建術に発症メカニズムにつき手技の実際, 予後評価について本学会, 関連学会にて報告を重ねてきたが¹⁾²⁾, 治療設定, 展開にあたり治療困難阻害因子に往往にして遭遇した. 今回は, "Die Punch" —モデルを作製してその発症機序検討を加えて, 上述阻害因子の究明化に意を注ぐとともに橈骨骨折関節内骨折のなかで, 特に "Die Punch" 骨折再建術治療効果向上化にせんとした.

症例と方法

76のDie Punch自検例(男性;36例,女性;40例,平均;56歳),手技の概要は,Table 1に示している.術後評価はFig.1に示している.月状骨関節窩骨折整復法として,高齢で舟-月状骨窩骨折により,粉砕状で関節面が極めて不安定である場合には,その術式をシェーマ化(Fig.2)しておいたが³⁾,その手技概要は,関節面下骨折をFig.3に示すように骨折領域中枢側に逆コ型に骨切りをして,その骨片を橈骨末梢側,即ち陥没関節面までスライドして,可能な限り解剖学的関節面にまで整復し,スライド分は骨欠損が生ずるので,骨移植し,関節裂隙狭小化防止のため

Key words: scaphoid, lunate, radius, Die Punch

Address for reprints: Nobuya Yamashita, M.D., Department of Anatomy, Fukuoka University School of Medicine, Fukuoka 814-80, Japan.

Table 1 Patients and method

Female: 40 patients
Male: 36 patients
Total: 76 patients (average: 56 yrs.)
Gloval classification:
Relative stable type: Percutaneous multiple pinning to 28 patients,
Unstable type (Fossa fracture with bone defect)
: Fixation by Titanium nail to 3 patients
Multiple pinning to 5 patients
External fixation with bone graft to 7 patients
Plate fixation to 3 patients

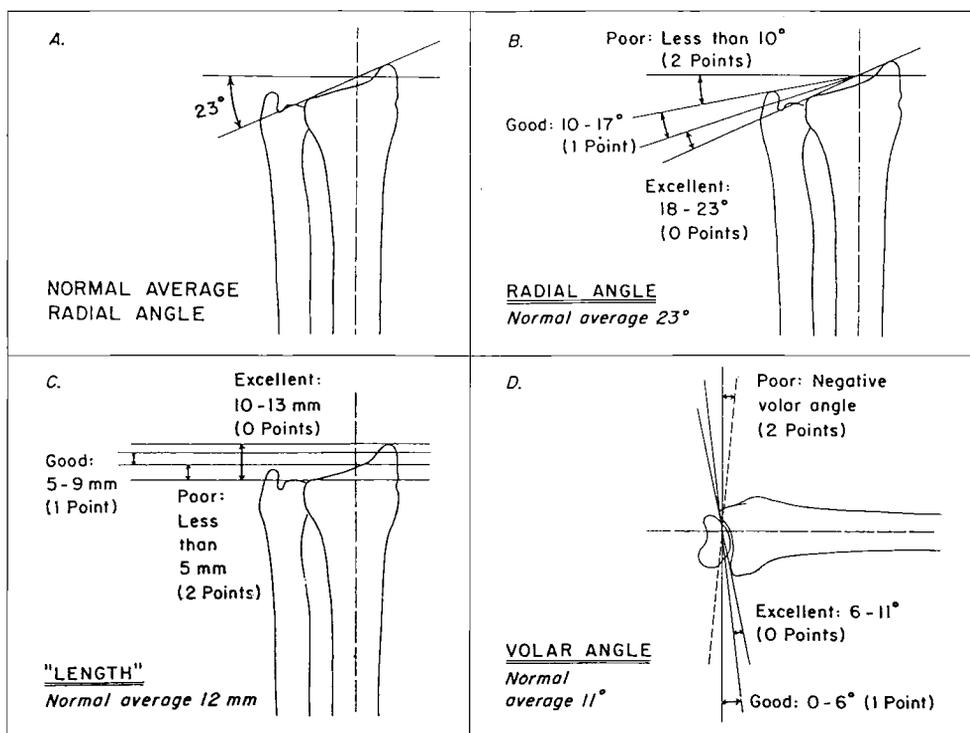


Fig. 1 Evaluation of operation

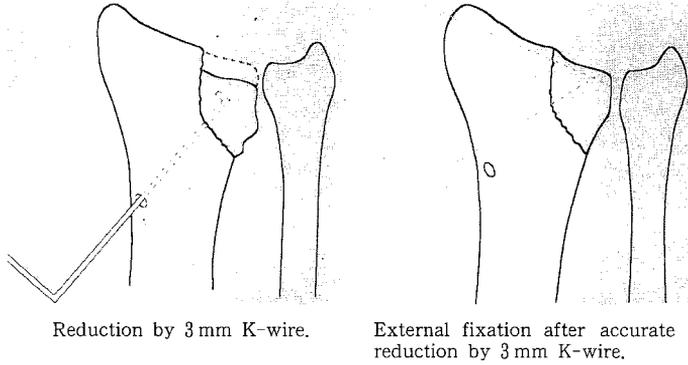


Fig.2 Surgical technique of difficult reduction by fragmental-bone into articular surface.

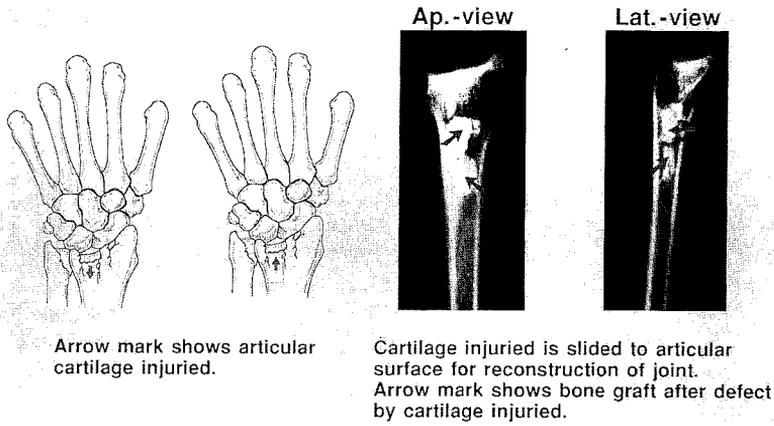


Fig.3 "Model" of surgical technique for "Die-Punch"

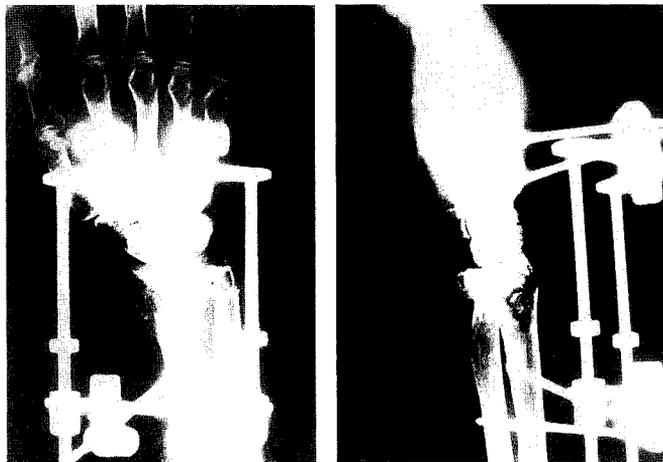
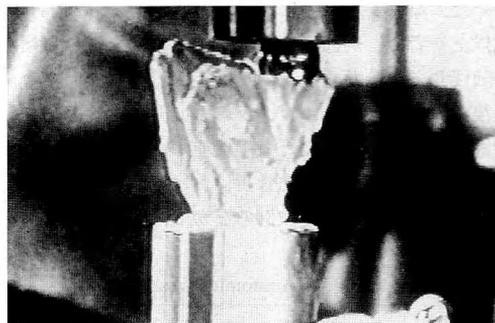
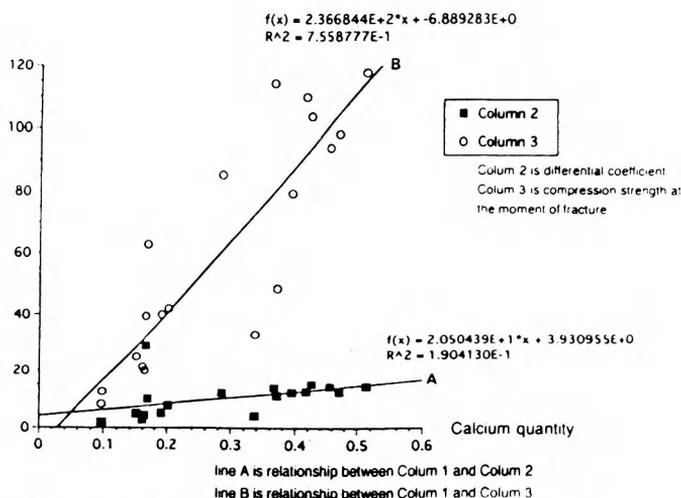


Fig.4 85 yrs., Female, right site. External fixation with bone graft.

Table 2 The pressure of intraarticular space in lunate fossa

BASE	FLEX (80°)	EXT (60°)	RD (20°)	UD (40°)
10	47	61	15	18
10	118	168	98	28
10	54	104	88	42
10	22	42	34	18
10	88	220	84	72
10	78	168	102	70
10	84	158	72	30
10	96	150	114	54
10	72	220	80	44
10	130	206	80	82
10	24	66	46	24
10	180	216	170	124
10	130	172	112	64
a.v.	86.38	150.08	84.23	51.54

The maximal high pressure of intraarticular space in lunate fossa is increased by hyperextension of wrist joint.

**Fig. 5** Compress test of radius using metal ball by Shimadzu Autograph IS 5000**Fig. 6** Relation between "Die-Punch" fracture and Ca quantity. The frequency of fractures is increased by decreasing of Ca quantity.

機能的肢位に心掛けながら、創外固定術を施行した (Fig. 4)。一方、上述症例検討に加え、76 屍橈骨を用いて、Die Punch 類似骨折を実験的に発症させた。この“モデル-実験”に際し、前段階的検討には、先ず 1) 手関節各肢位関節内圧測定 (Table 2)、2) 骨塩量 (Aloka DCS600)、次いで、月状骨類似型鉄球を同関節窩に固定し (Fig. 5)、最高荷重量を 250kg とし、1mm, 30mm/minute の各条件下にて骨折を發

症させ、その骨折時の圧力と骨塩量との相関について検討を加えた (Fig. 6)。

結果と考察

術後評価については、Table 3、Fig. 7、に示してあるが、関節面の解剖学的再建が重要であり、特に月状骨窩陥没化は、末梢、中枢手根骨配列の乱れ、舟-月状骨角の増大化傾向 (Fig. 7)、手関節可動域の制

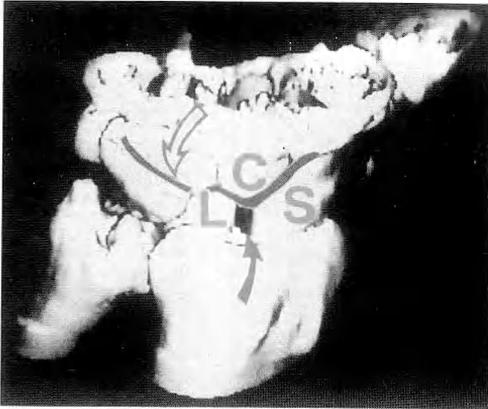


Fig. 9 57 yrs., female, 6 months later
Anatomical alignment of distal carpal row (open arrow mark) is irregular and capitate is interpositioned between scaphoid and lunate (C):Capitate, (L):Lunate, (S):Scaphoid
Closed arrow mark shows SL-diastasis.

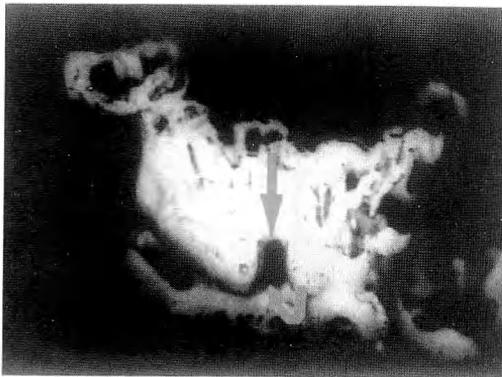


Fig. 10 Arrow mark shows SL-diastasis due to Die Punch by CT-3 dimensions.

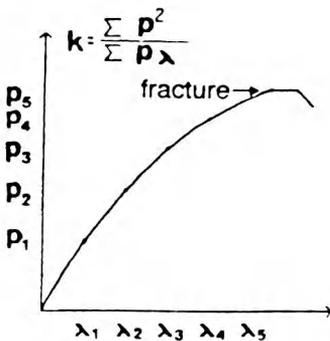


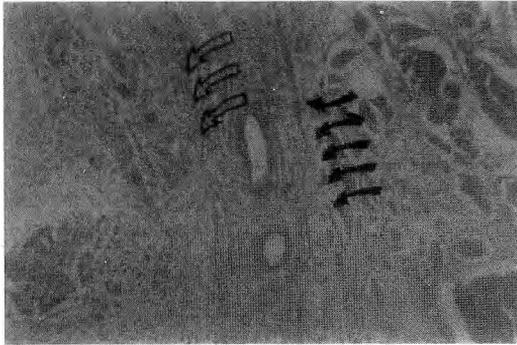
Fig. 11 The method of calculation of differential coefficient (k)

Table 4 Column 1 is calcium quantity and Column 2 is differential coefficient and Column 3 is compression strength at the moment of fracture.

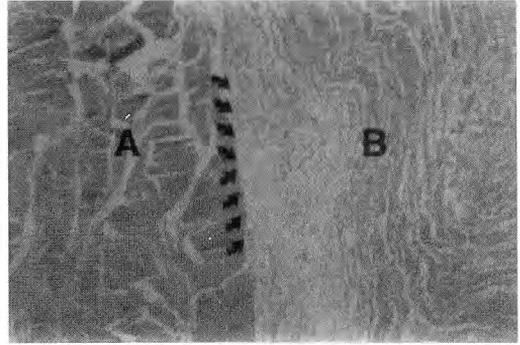
	A	B	C
	Column 1	Column 2	Column 3
1	0.16	2.74	21.3
2	0.191	4.92	40
3	0.367	13.6	114.3
4	0.457	14.1	94
5	0.097	1.71	8
6	0.098	1.9	12.3
7	0.472	12.1	98.3
8	0.426	14.9	103.8
9	0.15	4.79	25
10	0.371	10.8	48.8
11	0.286	11.8	85.3
12	0.395	12	79.52
13	0.163	4.22	20
14	0.202	7.5	42
15	0.168	9.84	62.8
16	0.337	3.93	33
17	0.514	14	117.8
18	0.165	29	39.5
19	0.417	12.3	110

Column 1 is calcium quantity.
Column 2 is differential coefficient.
Column 3 is compression strength at the moment of fracture.

圧も最高値に達することを確認した (Table 2)。また、破断実験に相関し、横軸に時間 (λ)、縦軸には、圧力 (p) とし骨折圧力曲線を、任意の横軸 5 点と、それに対応する縦軸 5 点で下記の計算式にて k の値を求めた。k は、圧力曲線勾配を示し、且つ数字的には微分係数近似値を示している。 $k = \frac{\sum p^2}{\sum p \lambda}$ 、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 、 λ_5 は、等間隔に、任意に設定した (Fig. 11)。結果は、Fig. 12 に示すように骨塩量と K 値、骨折瞬間の圧力で、おのおの相関関係が認められた。骨折時の圧力は、最小が 8kg、最大が 117.8kg であった。骨塩量と骨折圧力との相関を回帰曲線で求め、t 検定したが、これを、Fig. 6 に示す。骨塩量と k 値、骨折圧力値は、一次関数的相関を示した。最後に、舟一月状骨解離の発症機序は、手関節過伸展位に回外力が加わるとされているが、上述解離の際、舟一月状骨間靭帯 (SCLN) 断裂が往々にして随伴する⁴⁾⁵⁾。そこで、屍体の SCLN を採取し、先ず、組織学的に検索し (Fig. 12)、次いでインストロン社-引っ張り試験器を用いて (Fig. 13)、SCLN-破断応力を調べた。その応力は、平均で 70-80 ニュートンであり、これら破断組織に対しても検討を加えた結果、背域

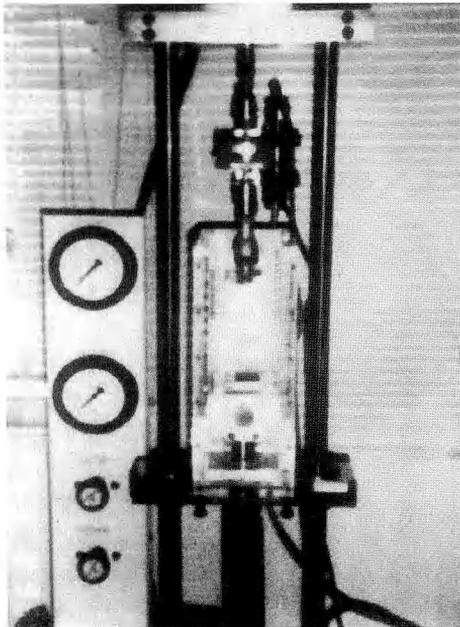


Closed arrows shows border between palmar and dorsal area. Open arrows show elastic fibres.

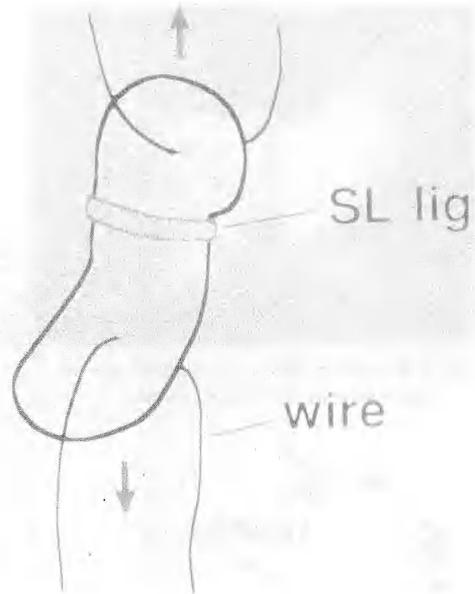


A belongs dorsal area and B belongs palmar area in SCLN.

Fig. 12 SCLN included palmar & dorsal area



Instron machine of avulsion test



Schema of avulsion test

Fig. 13 Avulsion test of SCLN



Fig. 14 Rupture of SCLN

SCLN は、結合組織成分が伸張され、部分的に断裂像がみられ (Fig. 14)、掌域-SCLN では、通常、神経-血管束組織、滑膜組織、膠原組織など多様性に富み、膠原繊維がかなり伸張し、且つ断裂像が認められた。

結 語

1) 76 の Die Punch のなかで、7 症例に対して、橈骨関節面に、月状骨衝撃由来で、亀裂、凹凸不整かつ骨欠損例に、骨移植術により固定力を強化し、更に安定性を得るために創外固定器にて機能的肢位にて保持させ、早期リハ展開に心掛けた。2) 解剖学的橈骨関節面が、ほぼ修復されたにも拘らず、依然として手関節背域に腫脹、運動痛などが、遺残している 5 症例に 3D-CT により、舟-月状骨間解離がより正確に確認出来た。3) 術後病態評価 (Fig. 1 by Scheck 1962) は、excellent, good を含めて 93% で、舟-月状骨角 (SLA) と可動域 (ROM) との相関による評価では SLA が増大すれば、ROM 制限も増大傾向を示した。4) 治療成績向上化を図るために、「Die Punch モデル」を作成して、骨塩量と骨折頻度との相関では、骨塩量減少化に伴い骨折頻度も高くなる傾向を示し、

関節内圧は通伸展位にて高値を呈した。このモデル実験にて手技の工夫、評価に資せんとした。5) Die Punch 随伴症のなかで、重要なものに Battering Ram effect, いわゆる舟-月状骨間解離症があげられ、引いては、骨間靭帯断裂を誘発する。そこで、靭帯断裂をインストロン社の引っ張り器を用いて調べた結果、破断応力には 60-80 ニュートンを要した。6) 断裂靭帯組織を検討した結果は、背-SCLN 域は、結合繊維が伸張され、部分的に小断裂像が、掌-SCLN 域では、膠原繊維に強度な破断像が散在的に認められた。

文 献

- 1) Tanaka, H.: Unstable distal radius fracture (1st report). J. Jap. Soc. Sur. Hand., 12: 203-208, 1995.
- 2) Yamashita, N.: Distal end radius fracture (5th report). Fracture, 19: 704-708, 1997.
- 3) Scheck, M.: Long term follow up treatment of communitated fractures of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. J.B.J.S., 44-A: 337-351, 1962.
- 4) Alot, J. Y., et al: Instalbilite scapho-lunaire post-traumatique traitee par afthrodesse schapho-lunaire. Ann. Chir. Main., 11: 197-218, 1992.
- 5) Betger, R. A.: The schapho lunate ligament. J. Hand, 7A: 87-91, 1992.

質 問 保健衛生大学 中村 俊康

1. SL 靭帯の物性を計測する際に捻りなどを加えているか、否か。

2. cadaver は fresh (新鮮屍体) か preserved (保存屍体) か。

回 答 福岡大学 山下 信哉

1. 捻りは加えていない。

2. 保存屍体です。

原著

母指多指症と母指形成不全の合併について

東京慈恵会医科大学形成外科学講座

喜多陽子

埼玉成恵会病院手の外科研究所

児島忠雄

Thumb Polydactyly and Thumb Hypoplasia

Yoko Kita & Tadao Kojima

From 1971 through 1996, 220 cases of thumb polydactyly have been treated and followed up. Post-operative oppositional disorders were most often due to misattachment of the abductor pollicis brevis, and contracture of the 1st web space. However, in 11 cases the cause of the oppositional disorders was thumb hypoplasia.

Materials and Method: We examined 11 cases of combined thumb polydactyly and thumb hypoplasia. Deformities were classified into the following five types.

Type 1: thumb polydactyly and thumb hypoplasia were unilateral and ipsilateral.

Type 2: both thumb polydactyly and thumb hypoplasia were bilateral.

Type 3: thumb polydactyly was unilateral and thumb hypoplasia was bilateral.

Type 4: thumb polydactyly was bilateral and thumb hypoplasia was bilateral.

Type 5: thumb polydactyly and thumb hypoplasia were unilateral and contralateral.

Results: Type 1 deformities were the most frequent and were present in six cases. The thumb hypoplasia was Blauth grade 1 in four cases and grade 2 in two cases. The grade of thumb polydactyly and thumb hypoplasia were unrelated. Type 2 deformity was present in only one case; thumb polydactyly was type IV and thumb hypoplasia was grade 1. Type 3 deformities were present in two cases. The grade of thumb hypoplasia in the hands with thumb polydactyly differed, but thumb hypoplasia in the opposite hand was grade 2 in both cases. Type 4 deformities were not observed. Type 5 deformities were present in two cases. In both, thumb polydactyly was type I and thumb hypoplasia was grade 3.

Conclusion: Because polydactyly is generally more easily detected than is a mild degree of thumb hypoplasia, thumb polydactyly is repaired in most cases before patients acquire oppositional function of the thumb. After surgery, thumb hypoplasia gradually becomes apparent. It is important to examine the thenar muscles carefully and to plan the operative procedure so that oppositional function is achieved at the appropriate time.

緒言

母指多指症は母指が単純に重複して組織が過剰な状態にあるのではなく、術者が残すと判断する側の母指にも、低形成や解剖学的異常が少なからず存在する場

合が多い⁶⁾。しかし、諸家の報告では、その低形成の内容の多くは選択された母指の中手骨までの骨成分や基節部周囲までの皮膚軟部組織、短母指外転筋の付着、伸筋腱、屈筋腱の走行、関節包、側副靭帯等であり、母指球筋につき詳細を記したものはほとんどみられない。

Key words: congenital anomaly, thumb polydactyly, thumb hypoplasia

Address for reprints: Yoko Kita, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine 3-25-8 Nishishinbashi Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

一方、母指多指症において二次修正手術を必要としたものは、荻野¹⁶⁾によれば、指の偏位、母指の内転拘縮、軟部組織の膨隆、関節不安定性、対立運動不能、爪変形、屈曲変形などであった。この対立運動不能をひきおこす原因は短母指外転筋の付着部の位置が不適切であるためや、第1指間の皮膚性拘縮によると考えられてきた。

しかし、今回われわれは母指多指症と診断し、一側がより低形成の母指を切除し術後経過を観察しているうちに、視診、触診上、母指球筋の形成不全があり母指対立運動が不可能となっていると判断した症例を経験した。そこで母指多指症に母指形成不全が合併することがあるのではないかという観点からわれわれが経験した症例を検索したところ、母指多指症に母指形成不全が合併した11症例を認めることができた。これらの症例を検討し、その分類を行った。症例について述べるとともに考察を加えて報告する。

I. 調査方法と診断基準

われわれが1971年から1996年までの25年間で経験した338例の母指多指症のうち追跡できた220例を調査した(Table 1)。調査にあたっては母指多指症に母指形成不全が合併する場合の診断基準を以下のように設けた。

1) 臑、関節、軟部組織のすべてを含め、残された母指自体の低形成が高度ではないこと。

2) 手術によって短母指外転筋の移行が確実にに行われていること。すなわち短母指外転筋が確実に移行されなかったための短母指外転筋の廃用性萎縮が除外で

Table 1 Number of thumb polydactyly cases according to Wassel classification.

Classification	Number of the case
Wassel I	5
II	68
III	8
IV	98
V	5
VI	12
Triphalangeal (IV17 V1)	18
floating	2
Others	4
Total	220

きること。

3) 瘢痕拘縮等の術後の合併症がなく、第1指間の拘縮による母指対立運動の障害が存在しない、あるいは、存在しても手術的に解除したあとに、なおかつ母指対立機能障害が認められること。

以上の3点の診断基準に基づいて症例を調査した。

II. 母指多指症と母指形成不全の合併の分類

母指多指症や母指形成不全のそれぞれの程度とは関係なく、両者の合併の組み合わせを以下の5型に分類することができる。

1型: 母指多指症, 母指形成不全が片側性でかつ同側に存在するもの。

2型: 母指多指症, 母指形成不全ともに両側にみられるもの。

3型: 母指形成不全が両側にみられ, 母指多指症は一側のみのも。

4型: 母指多指症が両側で母指形成不全は一側のも。

5型: 母指多指症が一側性で, 母指形成不全が反対側にみられるもの。

なお、母指多指症、母指形成不全の分類は、日本手の外科学会先天異常委員会、手の先天異常分類マニュアルの分類に従った。術後経過観察期間は6カ月から

Table 2 Relationship between Wassel classification of thumb polydactyly and hypoplasia of the thumb.

Type	Case	polydactyly Wassel classification	Hypoplasia Blauth classification	Hypoplasia at the other side
1	1	IV(T)	II	
	2	IV	I	
	3	V	I	
	4	IV	I	
	5	IV		
	6	V	I	
2	7R	IV(T)	III	
	L	IV	I	
3	8	IV	I	II
	9	IV	II	I
4	-	-	-	-
5	10	I		III
	11	I		III

T: Triphalangeal

13年であった。

Ⅲ. 調査結果

11例の合併症を分類すると、1型6例、2型1例、3型2例、5型2例であり4型に相当する症例はみられなかった (Table 2)。

1型の6例にみられた母指多指症は Wassel²⁰⁾ のIV型3例、V型2例、IV型三指節1例で、合併する母指形成不全は Blauth¹⁾ のI度が4例、II度が2例であった。2型の1例では、右側は Wassel のIV型三指節の

母指多指症に Blauth III度の母指形成不全が、左側は Wassel IV型の母指多指症に Blauth I度の母指形成不全が合併していた。3型の2例では母指多指症は Wassel IV型2例であり、合併する母指形成不全は Blauth のI度とIII度で対側は両症例とも Blauth II度であった。4型に相当する症例は認められなかった。5型は2例とも母指多指症は Wassel のI型、反対側の母指形成不全は Blauth のIII度であった。

Ⅳ. 症 例

それぞれのタイプの代表的症例について述べる。

1, 1型: 母指多指症と母指形成不全が片側性で同側にみられる1型は6例であった。

症例2: 7歳, 女児

主訴: 右母指対立機能障害

家族歴: 弟が両側母指多指症である。

既往歴: 1歳時, 舌小帯短縮に対し形成術を受けた。

現病歴: 生後11カ月時に右母指 Wassel IV型の多指症に対し橈側母指の切除と短母指外転筋の移行を行った (Fig. 1a)。

現症: 手術後6年の7歳時に右母指球筋の形成不全 (Fig. 1b), 第1指間の軽度の内転拘縮, IP関節の自動屈曲40度・MP関節の自動屈曲52度と可動域制限がみられた。x線像では母指の骨成分はほぼ正常であった (Fig. 1c)。



Fig. 1a Type 1; case 2. Preoperative view shows polydactyly of rt. thumb.

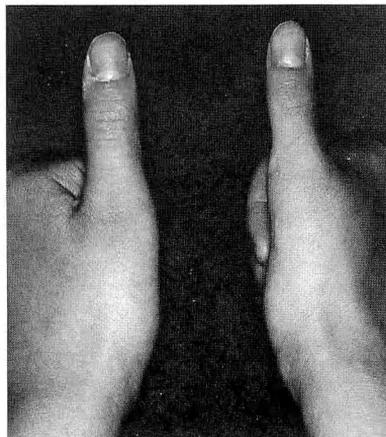


Fig. 1b Type 1; case 2. Postoperative view shows hypoplasia of rt. thenar muscle. (6 years after operation)



Fig. 1c Type 1; case 2. Postoperative X-ray findings. (6 years after operation)

以上より母指多指症 Wassel IV型と Blauth I度の母指形成不全の合併例と診断した。現在、不完全ながら母指対立運動は可能であるため経過観察中である。

症例3: 5歳, 女兒

主訴: 左母指対立機能障害

家族歴: 特記すべきことなし

既往歴: 生下時に心雑音を指摘された。

現病歴: 妊娠37週, 2480gで出生した。妊娠経過は良好であった。

現症: Wassel V型の母指多指症 (Fig. 2a, b)で, 生後8カ月時に橈側母指切除と短母指外転筋の移行を行った。その後, 母指対立機能障害を認めたため, 4歳時に母指内転拘縮に対しZ形成術を行い, 経過観察中であったが母指球筋の形成不全が認められた。Blauth I度の母指形成不全の合併例と診断した (Fig. 2c)。

症例6: 4歳, 男児



Fig. 2a Type 1; case 3. Preoperative view shows polydactyly of lt thumb.



Fig. 2b Type 1; case 3. Preoperative X-ray finding shows Wassel type V.

主訴: 右側母指対立機能障害

家族歴, 既往歴: 特記すべきことなし

現病歴: 38週で出生, 妊娠経過は順調であった。

右母指を Wassel V型の母指多指症 (Fig. 3a)と診断し, 1歳時に橈側母指の切除, 中手骨骨頭下で closed wedge osteotomy, 短母指外転筋の移行を行った。3歳時, 第1指間の皮膚性拘縮に対し4皮弁Z形成術を行ったにもかかわらず, 右手に比較し, 左手の方を使うことが多いとの指摘があり, 右母指を注意深く観察したところ母指球筋の形成不全を見いだした (Fig. 3b)。Blauth I度と判断した。

2, 2型: 両側母指多指症に両側の母指形成不全を合併する2型は1例にみられた。

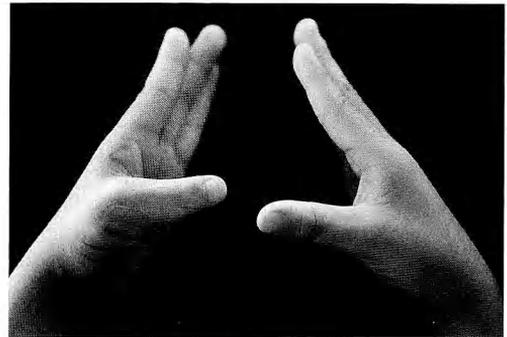


Fig. 2c Type 1; case 3. Palmar abduction of the lt. thumb is restricted 5 years after operation.



Fig. 3a Type 1; case 6. Preoperative X-ray finding shows Wassel type V.

症例7: 2歳, 男児

主訴: 両側母指対立機能障害

家族歴: 特記すべきことなし

既往歴: ASD, VSD, 右小耳症で経過観察中であった.

現病歴: 妊娠39週で自然分娩で出生した. 妊娠中に異常は認められなかった.

現症: 右は Wassel IV型三指節, 左は Wassel IV型

の母指多指症 (Fig.4a, b, c) で, 左右とも橈側指が低形成であった. 尺側指の MP 関節の可動域は正常であったが, IP 関節は右側は可動域制限があり, 左側は12度橈屈していた. 生後9カ月に右側に対し, 橈側指の切除, MP 関節の骨頭軟骨の shaving, 第1指間の4皮弁Z形成術を行った. 短母指外転筋は萎縮し, 筋腹は発達しておらず, 索状物となっていた. 術後3週で母指外転装具を2週間装着させた. 左側は1歳4カ月時に橈側指の切除, 中手骨骨頭軟骨の shaving, 短母指外転筋の尺側指への縫着を行った. 軽度の短母指外転筋の萎縮があり, BlauthのI度と診断した. 右側は対立不可能な三指節母指であり, x線所見では中手骨・指節骨の軽度の形成不全がみられ (Fig.4d),



Fig.3b Type 1; case 6. Postoperative view shows hypoplasia of rt. thumb.



Fig.4a Type 2; case 7. Preoperative view shows polydactyly of rt side.



Fig.4b Type 2; case 7. Preoperative view shows polydactyly of lt side.



Fig.4c Type 2; case 7. Preoperative X-ray finding of lt. thumb.



Fig.4d Type 2; case 7. X-ray finding of rt. hand shows triphalangeal thumb accompanied by hypoplastic metacarpus.

Blauth のⅢ度の母指形成不全と診断し 3 歳時、小指転筋の移行術、第 1 指間の 4 皮弁 Z 形成術を行った (Fig. 4e)。現在、なお著は左手で使用している。

3, 3 型：両側の母指形成不全に一侧の母指多指症を合併する 3 型は 2 例にみられた。

症例 9：9 歳、男児

主訴：右母指対立機能障害

家族歴：特記すべきことなし。

既往歴：4 歳時停留辜丸の手術と Fanconi 貧血のため骨髄移植が行われた。

現病歴：妊娠 40 週で自然分娩で出生し、生下時体重は 2480g で妊娠経過は良好であった。某医で生直後右母指の MP 関節部に存在した母指の切除術が行われた。また、生後 3 カ月時には某医で右第 1 指間の Z 形成術を受けた。

現症：右母指は IP 関節の屈曲が不可能で、MP 関節

での 25 度の尺側偏位、第 1 指間の拘縮、著明な短母指外転筋の低形成が認められた。左母指は IP、MP 関節の可動域は正常であったが、短母指外転筋の形成



Fig. 4e Type 2; case 7. Postoperative view.

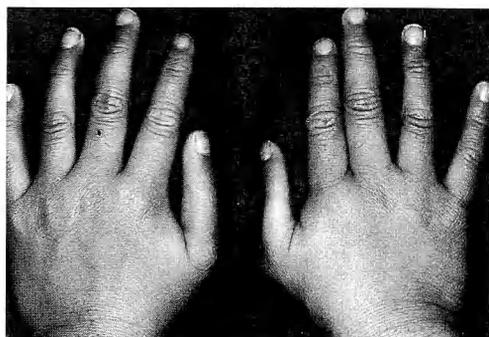


Fig. 5a Type 3; case 8. Preoperative view.



Fig. 5b Type 3; case 8. Preoperative X-ray finding of rt. thumb.

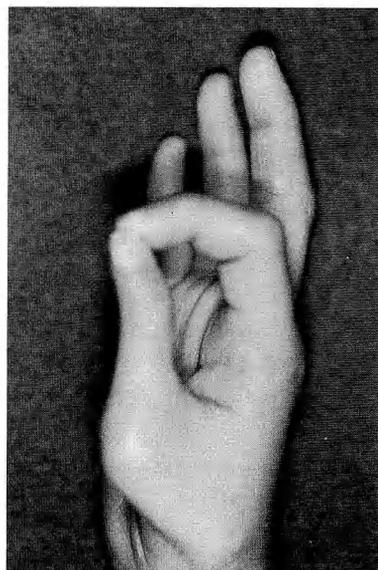


Fig. 5c Type 3; case 8. Postoperative view. Pulp pinch between thumb and index finger is possible.



Fig. 5d Type 3; case 8. Postoperative X-ray findings of rt. thumb.

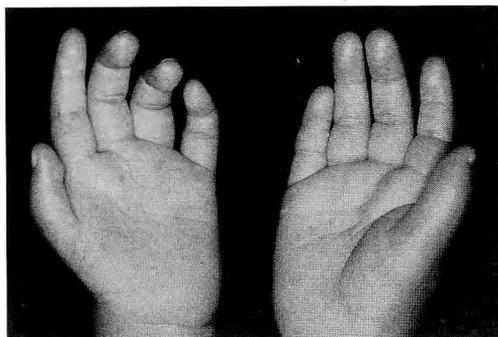


Fig. 6a Type 5; case 10. Preoperative view shows thenar muscle hypoplasia of Lt. thumb.



Fig. 6b Type 5; case 10. X-ray findings. Lt. first metacarpal bone is hypoplasia and distal phalanx of rt thumb is duplicated.



Fig. 6c Type 5; case 10. Tip pinch between thumb and index finger is possible 1 year after operation.

不全が存在し、perfect "O" の形成は不可能であった。以上より右側は母指多指症に Blauth II 度の母指形成不全が合併し、左側は Blauth I 度の母指形成不全であると診断した (Fig. 5a, b)。5 歳時に右母指の IP 関節の橈屈変形に対して、基節骨の楔状骨切り術、短母指伸筋と短母指外転筋の基節骨への付着部の前進と第 1 指間の Z 形成術を行った。現在、経過観察中であるが書字は左手で行っている (Fig. 5c, d)。

4, 5 型：一側に母指形成不全、他側に母指多指症がみられる 5 型は 2 例であった。

症例 10：3 歳、女児

主訴：左母指対立機能障害

家族歴、既往歴に特記すべきことなし。

現病歴：左母指は形成不全を示し、母指球筋の著明な萎縮を認め、Blauth III 度の母指形成不全 (Fig. 6a) と診断した。右母指には Wassel 1 型の母指多指症が認められた (Fig. 6b)。3 歳時に左母指に対して小指外転筋移行術と母指の伸展障害に対して示指伸筋腱移行術を行った (Fig. 6c)。

V. 考 察

1, 母指多指症の臨床像

Flatt²⁾は34年間に経験した2758例の手の先天異常症例中、母指多指症は184例6.7%を占め、合指症、屈指、欠指について4番目に多くみられたと述べている。しかし、東洋では多指症が最も多いとの報告がみられ²⁾²¹⁾、わが国でも、岡¹¹⁾は1973年から1986年の調査において、手の先天異常546例中多指症は248例45.4%であり、最も多くみられたと述べている。当科では1988年から1996年までの8年間に手の先天異常479例を経験し、そのうち多指症は163例43%と最も多くみられた。

母指多指症は外見上の余剰指という観点から、母指の組織の過剰であると判断されやすい。しかし、川端⁹⁾によると母指多指症の指はなんらかの形成不全を伴うという。我々は1971年から1996年までの25年間に338例の母指多指症を経験した。このうち追跡できた220例について日手会先天異常マニュアルの分類を用いると、I型5例、II型68例、III型8例、IV型98例、IV型三指節17例、V型5例、V型三指節1例、VI型12例、その他4例であった(Table 1)。そのうち健側と比べて患側の残存させた母指の大きさが小さいものがほとんどであった。手術前の患側の母指のほうが大きかったのはWasselのII型で爪が癒合していた1例のみであった。この結果は川端⁹⁾の報告に一致するものであると考える。しかし、以上は母指のMP関節より遠位についてであり母指球筋の形成不全の合併に関しては述べられていない。われわれは前述したような3点を診断基準とし、母指多指症の調査を行ったところ、母指多指症と母指形成不全の合併例を11例に認めた(Table 2)。また、母指多指症と形成不全の合併の可能性を前述した5型に分類し検討した。その結果は1型6例、2型1例、3型2例、5型2例であった。4型がみられなかったのは、両側母指多指症が少なく、母集団の数そのものが少ないためと考えられる。

I型では多指症はWassel IV, V型、IV型三指節であったが、母指形成不全はBlauth I度ないしII度であった。しかし、Blauth II度の形成不全を示した症例の多指は2例ともWassel IV型であり、母指多指症がより近位に及ぶことと母指形成不全との関係を示唆していると考えられる。一方、同側に母指形成不全と多指症がみられる場合、母指多指症はすべてWassel

のIV型以上であり、偶然合併したのではなく、母指の発生に関して両者を同時に引き起こす原因が存在する可能性を示している。3型では対側の母指形成不全はBlauth I度とII度であったが母指多指症に合併する母指形成不全はII度とI度であった。5型では2例とも母指多指症はWassel I型で、反対側の母指形成不全はBlauth III度であった。全タイプにおいて母指形成不全はIV度以上のものはみられなかった。

母指多指症に母指形成不全が合併している症例は、われわれが検索しえた範囲内では、本邦では三浦¹³⁾の2例、荻野¹⁵⁾の1例、初野⁶⁾の1例、平瀬⁷⁾の2例、加藤⁸⁾の7例にすぎない。

2, 母指多指症と母指形成不全の関連と遺伝性

1987年、Graham⁵⁾は母指多指症と母指形成不全がみられた4家系につき報告している。すなわち、1) 母親が両側母指形成不全で娘が母指多指症(Wassel VII型)の1家系、2) 母親が両側母指形成不全で息子が一側の母指多指症の1家系、3) 母方の祖父が両側の三指節母指で末節部が尺側に偏位しており、母親には長い母指と両側の末節部の母指多指症と母指形成不全(われわれの分類の2型)がみられ、息子には右側の母指多指症、左側の長い母指と母指形成不全(われわれの分類の5型)がみられた1家系、4) 母親が右側の母指多指症で娘が右側の母指多指症と母指形成不全(われわれの分類の1型)の1家系である。このことからGrahamは母指形成不全と母指多指症ないし3指節母指までの間で遺伝子の表現型が変化することを示唆していると述べた。Schroer¹⁸⁾は左側の母指多指症の兄と両側母指形成不全の妹の兄弟例を報告した。Gabel³⁾は糖尿病の母親から左側は母指形成不全、右側は母指多指症(Wassel IV型)の子供(われわれの分類の5型)が出生したことを報告し、母指多指症と母指形成不全の間に密接な関係がある可能性を指摘している。Rotman & Manske¹²⁾は、右側の母指多指症と左側の橈骨欠損を伴う内反手の合併例を報告し、両者が単一の原因により発生する可能性を示唆した。われわれが経験した11症例では、姉が同側の母指多指症と母指形成不全であり、弟が両側の母指多指症という1家系がみられたが、そのほかはすべて散発例であった。

3, 母指多指症、母指形成不全の発生の関連性

手の正常な発生は、ヒトでは受精後約4週におこる肢芽の発生から始まる。肢芽の外層は上皮で、内層は未分化な間葉細胞が均一に分布している。約5週で肢

芽の先端に外胚葉頂堤 (AER) が形成され、その肢芽が肥厚し手板が形成される。その手板内の間葉細胞が各指に相当する場所に凝集し、約6週で指放線を形成する。その後、指放線内で関節形成が始まり、指間陥凹に相当する部位に生理的細胞死が起こり指間陥凹が形成される¹⁷⁾という。

母指多指症の成因については、桐生¹⁰⁾はニワトリの肢芽による観察から1)肢芽の後方縁の極性化活性帯の異所性の活性による。2)外胚葉頂堤の分離により指放線の誘導方向が分離される。3)指放線間の間葉系細胞群のプログラム細胞死が阻害されたことによる。などの3つの可能性を指摘している。Nogami¹⁵⁾が外胚葉、間葉のDNA量の測定から、指数が増加する場合は、間葉組織の細胞が特異的に減少するため、外胚葉の細胞が相対的に増加していることを報告している。

一方、橈側列形成不全の成因については、荻野¹⁶⁾は肢芽の局所的な障害ではなく、肢芽形成前の障害による肢芽間葉成分の不足が成因に関与している可能性を示唆している。つまり母指多指症と母指形成不全の両者に一致するのは間葉系細胞の不足が主な異常であることである。また両者の異常が合併するには臨界期が一致することが必要である。橈側列形成不全の出現時期は、肢芽形成前で尺側列形成不全よりやや遅い時期といわれている³⁾。Katoはratにmyleranを投与し、橈側列形成不全と母指多指症がみられた実験で、両者が胎生10.5日という同じ臨界期で生じたことを報告しており、ヒトにおいても、両者の臨界期が微妙に接近していた場合、合併する可能性があることを示している。

ニワトリでは上肢の各部分の器官の位置を決定する遺伝子群—ホメオボックス遺伝子群 (Hoxd) が明らかになっており、上肢の橈側近位から尺側遠位にかけて順番にHoxd 9から13と呼ばれている。後藤³⁾はニワトリの肢芽先端の間葉組織に切開を加え、上腕、橈骨、第1指に異常を出現させることができたことを報告している。かつ、その切開部がHoxd 9-10の発現部位にはほぼ一致していたため、その部位に合わせて選択的に障害をあたえれば特定部位の欠損を発現させる可能性があるとして述べている。そして、Hoxd 9-10の発現部位を切開した結果は4日胚では14体中5体に1指のみの低形成と欠損、1体に多指症その他が、5日胚では18体中2体に1指のみの低形成と欠指、4体に多指症その他が認められた。これらの結果は障害が加えられた個体の発生時期、あるいはホメオボック

ス遺伝子群の発現部位のどこに障害が加えられるかによって母指の低形成と多指が同時に発現する可能性があるという考えを支持するものである。

4. 治療について

治療に関しては、1歳未満では母指の対立機能は確立されておらず、母指球の形成不全の有無も不明であるため、多くの場合、母指多指症の手術後の経過観察中に母指球形成不全にきづくのが現状である。母指形成不全の多くはBlauth I～Ⅲ度であるがⅡ度以上の症例は小指外転筋の移行が適応となる。MP関節の動揺性のある症例では小指外転筋の腱を基節骨と中手骨に分けて縫着することが重要である。第1指間の皮膚性の拘縮が認められる場合は4皮弁Z形成術や示指側面の皮膚を横転するSpinner法の適応となる。母指多指症の手術時期に関しては報告者により若干の相違はあるが単純なものは6カ月頃、複雑な手術を要するもの、二次変形を起こしやすいものは1歳前後に行なうとするものが多い¹³⁾²¹⁾。母指球筋の形成不全の判定が早期にできないからという理由で、母指多指症の手術時期を1歳以後に遅らせる必要はない。早期の母指対立機能の獲得、患児の精神的外傷などの点からみて、母指多指症の初回手術は1歳前後までに行なわれることが望ましいと考える。そのさい母指多指症に母指形成不全が合併することがあることを念頭において注意深い観察を行い母指形成不全の診断がつき次第、最良の母指の再建を行うべく、必要な手術を追加するのがよいと考えている。

結 語

母指多指症に母指形成不全が合併することにより母指対立機能が障害された11症例を経験し、若干の文献的考察を加え、報告した。一般に母指多指症が外表異常として目立つため、患児が母指対立機能を獲得する前に母指多指症の手術が行われることが多い。術後経過の観察中に短母指外転筋の低形成が明確になってくる。多指症手術後には正確に母指球筋の形成状態を観察し、形成不全があると判断された場合には良好な対立機能を獲得できるように計画的に手術を行うことが望ましい。しかし、1歳前後に確実に母指球筋の低形成の診断を行うことは実際には難しい。したがって、母指多指症に母指形成不全が合併することを念頭において注意深く術後の観察を行い、適切な時期に適切な処置を行うことが必要であると考えられる。

なお本論文の要旨は、第11回東日本手の外科研究会(1997年2月1日,東京),第1回Inaugural Scientific Meeting of the Asian Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand(1997年3月23日,Perth,Australia)にて報告した。

参 考 文 献

- 1) Blauth, W.: Der hypoplastische Daumen. Arch. Orthop. Unfallchir. 62: 225-246, 1967.
- 2) Flatt, A. E.: The care of congenital hand anomalies. 60-63, Quality Medical Publishing, ST. Louis, 1994.
- 3) Gabel, G. T., et al.: Thumb duplication and contralateral thumb hypoplasia in infant of mother with diabetes. J. Hand Surg., 16A: 133-135, 1991.
- 4) 後藤孝浩ほか: 橈側列形成異常に関する研究. 日手会誌, 16: 545-552, 1996.
- 5) Graham, J. M., et al.: Thumb polydactyly as a part of range of genetic expression for thenar hypoplasia. Clin. Pediat. 26: 142-148, 1987.
- 6) 初野英之: 橈側列形成不全症および母指多指症における合併異常の検討. 日手会誌, 10: 766-777, 1993.
- 7) 平瀬雄一ほか: 母娘にみられた母指形成不全症の1例. 形成外科, 30: 34-38, 1987.
- 8) Kato, H., et al.: Thumb polydactyly associated with radial ray deficiency: Report of seven clinical cases Cong. Anom., 33: 272, 1993.
- 9) 川端秀彦ほか: 二次変形をきたしやすい母指多指症について. 日手会誌, 9: 125-128, 1992.
- 10) 桐生みち介ほか: 多指の成因に関する考察. 日手会誌, 12: 758-760, 1996.
- 11) 岡 一郎ほか: 手の奇形の発現状況の観察. 日手会誌, 5: 771-774, 1988.
- 12) Rotman, M., et al.: Radial clabhand and contralateral duplicated thumb. J. Hand Surg., 19A: 361-363, 1994.
- 13) 三浦隆行: 母指形成異常その臨床像の観察. 形成外科, 21: 202-207, 1978.
- 14) 三浦隆行: 母指多指症. 形成外科, 32: 1127-1135, 1989.
- 15) Nogami, H., Oohira, A.: Experimental study on pathogenesis of polydactyly of the thumb. J. Hand Surg., 5: 443-450, 1980.
- 16) 荻野利彦, 石井清一: 母指多指症に対する再手術の原因の検討. 日手会誌, 11: 892-894, 1995.
- 17) 荻野利彦: 上肢先天異常の診断と分類. 日手会誌, 9: 900-917, 1993.
- 18) Schroer, R. J.: Thumb hypoplasia and duplication in siblings. Proc Greenwood Genet Center, 7: 49-51, 1988.
- 19) Tickle, C., et al.: Positional signalling and specification of digits in chick limb morphogenesis. Nature, 254: 199-202, 1975.
- 20) Wassel, H. D.: The results of Surgery for polydactyly of the thumb. Clin. Orthop., 64: 175-193, 1969.
- 21) 渡 捷一ほか: 母指多指症術後変形の病態と治療. 日手会誌, 5: 820-839, 1988.

創外固定器牽引によるキーンベック病の治療経験

総合会津中央病院整形外科

古月 顕宗・Shakya, I.M.

香川医科大学整形外科科学教室

田中英城・関谷 繁樹

県立新発田病院整形外科

中禮 康雄

Kienböck Disease Treated by Skeletal Traction

Kenso Kozuki · I. M. Shakya · Hideki Tanaka
Shigeki Sekiya & Yasuo Chiurei

Many methods have been reported for treatment of Kienböck disease. We have treated 3 cases of stage 1 and 3 cases of stage 2 Kienböck disease with skeletal traction by an external fixation device. The method, results and indication will be discussed.

All 3 cases of stage 1 were male with age between 27 to 39 years old. 2 cases involved rt. hand and one involved lt. hand. Before skeletal traction conservative treatment was performed for 4 weeks in one case, 4 months in another case but in vain. On radiographs there were no remarkable abnormal finding noticed on the lunate in all 3 cases, and diagnosis of stage 1 Kienböck disease was confirmed finally by MRI examination which demonstrated low-signal intensity of the lunate on T1 weighted view.

As for 3 cases of stage 2, there were 2 males and one female with age between 42 to 55 years old. No any conservative treatments were performed before skeletal traction in all 3 cases.

An external fixation device was applied to the radius and metacarpal, two pins were placed in the distal radius and two more pins in the second or third metacarpal, and then gentle distraction was applied until width of radiolunate joint increased 3 to 4 mm. Clinical symptoms such as pain, tenderness and swelling was reduced 3 to 11 days after application of the device. External fixators were removed at 3 to 6 weeks, when the pain, tenderness and swelling were improved completely.

Follow up period of 3 cases of stage 1 ranged from 1 year to 5 years (ave. 2 years 4 months). As a result, pain, tenderness and swelling were improved in all 3 patients except in 1 patient he sometimes suffered from dull pain after heavy work. Extension of the wrist improved from average 47.5 to 85 degrees (91% of healthy side) and flexion improved from average 57.5 to 73 degrees (89% of healthy side). Grip strength improved from 51% to 93% of healthy side. All 3 cases returned to their original jobs within 6 weeks after removal of the device. There was no any changes noticed on radiographs before application of the device and at follow up times, but there was remarkable improvement of signal intensity noticed on MRI.

But in cases of stage 2, though the clinical symptoms improved completely at removal of the device, 6 weeks after application, the symptom recurred and progression of stage noticed on radiographs

Key words : Kienböck disease, treatment, skeletal traction

Address for reprints : Kenso Kozuki, M.D., Orthopaedic Department, Sogo Aizu Chiuo Hospital, Tsuruga Machi 1-1, Aizuwakamatsu, Fukushima 965, Japan.

3 to 5 months after removal of the device, then radial shortening osteotomy was performed finally in all 3 cases.

Immobilization by cast or brace is an appropriate method for treatment of stage 1 Kienböck disease, but many reports have shown that immobilization in such a way has not successfully halt the progression of the disease. They believed that the axial load transmitted across the carpus could not be neutralized by a tubal cast or brace, especially during the activities of daily living. Skeletal traction by external fixator provides rigid immobilization which not only decreases the shearing stress across the carpus but also reduces the axial load transmitted through the lunate, and theoretically halt the disease process and permit spontaneous revascularization with prompt relief of pain.

Decompression of axial load to the lunate is one of the approved method for treatment of Kienböck disease. It can be attained by a number of surgical procedures. As for stage 1 Kienböck disease, in which circulation of the lunate is compromised but the bony architecture has not been disturbed, we suggest that even short term decompression by skeletal traction as we performed is sufficient to permit spontaneous revascularization of the lunate, it not only improves clinical symptoms but also halts the disease process. But as for stage 2 Kienböck disease more sustaining decompression method such as shortening osteotomy of the radius is necessary to improve the symptoms.

Advantages of this procedure are that no extensive surgery is required, not be influenced by ulnar variance, not disturb congruity of distal radioulnar joint and there is still a chance for additional surgery if the disease continues in progress.

In conclusion, skeletal traction with external fixator is an effective and simple methods for treatment of stage 1 Kienböck disease. But the method is not indicated for stage 2 or more advanced stage of Kienböck disease. More experiences and studies are necessary to determine the strength and duration of traction logically.

はじめに

キーンベック病の治療については Stage または Ulnar variance により多くの方法が報告されている。我々は Lichtman の分類によるキーンベック病 Stage 1 の 3 症例と Stage 2 の 3 症例、計 6 症例 6 関節に対して創外固定器による固定と同時に牽引を用いての治療を行ったので、本法についての治療経過、結果および適応について検討報告する。

症 例

症例は Lichtman 分類の Stage 1 の 3 症例は全例男性で、そのうち左 1 右 2 関節、年齢は 27 歳から 39 歳平均 33.7 歳、発症から手術までの期間は 2 から 7 カ

月、平均 4 カ月であった。初診時 X 線断層撮影像で症例 1 のみに、かすかな月状骨の硬化像が見られたが、単純 X 線では 3 例とも月状骨の異常所見は見られず、MRI 検査にて T1 強調画像で月状骨に低信号が見られ Stage 1 キーンベック病と診断された (Table 1)。

Stage 2 の 3 症例は女性が 1 例で右 1 左 2 関節で年齢は 42 から 55 歳平均 48.3 歳、発症から手術までの期間は 2 カ月から 2 年平均 11 カ月であった (Table 2)。

創外固定器による牽引を行う前、Stage 1 の最初の 2 症例に各々 1 カ月と 3 カ月のシーネによる固定を含めた保存療法を行ったが症状の改善が得られなかった。そのほかの症例については、キーンベック病との診断が確認された後、保存療法は行わず創外固定器による牽引を行った。

Table 1 Cases of stage 1 Kienböck disease

Case	Site	Sex	Age	Ulna. variance	Duration of symptoms	Conservative treatment	Duration of external fixation
1	Lt	M	39y	0	3 ms	(+) 1 m	3 wks
2	Rt	M	35y	+1	7 ms	(+) 3 ms	3 wks
3	Rt	M	27y	0	4 ms	(-)	6 wks

Table 2 Cases of stage 2 Kienböck disease

Case	Site	Sex	Age	Ulna. variance	Duration of symptoms	Conservative treatment	Recurrence of symptoms & progression of stage after removal of ext. fixator
4	Rt	F	42y	0	2 ms	(-)	(+) after 4 ms Stage 2 → Stage 3a
5	Lt	M	55y	-1	2 y	(-)	(+) after 3 ms Stage 2 → Stage 3a
6	Lt	M	48y	0	7 ms	(-)	(+) after 5 ms Stage 2 → Stage 3a

Table 3 Results of stage 1 Kienböck disease after skeletal traction

Case	Follow up period	Time the symptoms reduced during traction	ROM E/F preop → final (Healthy side)	Grip strength preop → final (Healthy side)	Time, return to original job
1	5y	3 days	60/70° → 90/85° (90/85°)	12kg → 32kg (40kg)	3 wks
2	1y1m	11 days	35/45° → 75/55° (80/70°)	22kg → 51kg (50kg)	6 wks
3	1y	10 days	→ 90/80° (90/90°)	45kg → 56kg (57kg)	6 wks
			Ave. extension: 47.5°(55%) → 85°(91%) Ave. flexion: 57.5°(74%) → 73°(89%) (% of healthy side)	Average 51% of healthy side → 93% of healthy side	

方 法

腋窩ブロック下でまず、それぞれ2本のピンを橈骨遠位端と第2または第2, 3中手骨に挿入後、手関節軽度伸展位、橈尺面においては中間位で創外固定器を装着する。その後、橈月状骨間関節が3から4mm開大する程度の牽引を加えた。創外固定器の装着期間は症状の改善の状態に基き Stage 1 の症例1と症例2は3週間、その他の4症例は6週間行った。

結 果

Stage 1 と Stage 2 の症例に分けて結果を報告する。

Stage 1 の3症例の術後追跡調査期間は1年から5年、平均2年4カ月であった。固定牽引後、早い症例では3日後、遅い症例でも11日後には関節痛の軽減が見られその後徐々に消失していた。最終調査時、疼痛については症例2の1例に長時間の手を使う仕事の後に軽度の疼痛があるのみで全例に圧痛、運動痛また

は腫脹はなかった。手関節可動域については術前伸展35度から60度平均47.5度、健側の55%であったが最終調査時では、75度から90度平均85度、健側の91%、屈曲は45度から70度平均57.5度、健側の74%であったが最終調査時では55度から90度平均73度、健側の89%と改善が見られた。握力は術前健側の30%から79%平均51%で調査時には健側の80%から102%平均93%と著明の改善が見られた。最終調査時のX線所見ではStageが進行した症例はなかった、またMRI所見では3例すべてにT1強調画像にて低信号域の消失または減少が見られ、明らかな血行改善が得られたと思われた。また3例ともに創外固定器除去後6週以内に元職に復帰していた (Table 3)。

Stage 2 の3症例では創外固定による牽引後症状の軽快が見られ、6週後牽引除去時には圧痛、腫脹は消失していた、しかし3から5カ月後、症状の再発とX線検査でStage進行が見られたので橈骨短縮術を行い症状の改善が得ることができた。



Fig. 1 Case 1, 39y. old male, 1t. side, Stage 1.

- A: Pre operative radiograph
- B: Pre operative tomogram shows density of the lunate increased slightly
- C: Pre operative MRI shows low density of the lunate in T1 weighted image
- D: Width of radiolunate joint increased 3mm during skeletal traction
- E: Radiograph of 5 years after removal of traction
- F: MRI of 5 years after traction shows improvement of density of the lunate in T1 weighted image

合併症としての pin-tract infection または神経損傷が生じた症例はなかった。

症 例 供 覧

症例 1, 39 歳男子, Stage 1, 自動車部品の運搬工, 初診 3 カ月前より左手関節痛が出現, 初診時所見では, 月状骨部位に明らかな圧痛, 手関節の可動域制限があり, 単純 X 線では異常所見は認められなかったが断層撮影でわずかに月状骨の硬化像が見られた。しかし MRI では T1 強調画像で月状骨が低信号になっていた。1 カ月のギプスシーネによる固定を行ったが症状の改善が得られず, 創外固定器による固定と同時に牽引を行った。3 日後には圧痛の軽減が見られ 3 週後には完全に圧痛, 腫脹の消失が見られた。これは私たち

の最初の症例で, また我々が検索し得た限りでは今までに同じ治療法を行った症例の報告がなかったので, 症状の再発が起きた場合には別の治療法を行うことを前提に 3 週間で創外固定器をはずす事にした。その後症状の再発は無く 5 年後調査時では明らかな可動域, 握力の改善が見られ, X 線所見で Stage の進行は無く, また MRI 検査で T1 強調像にて低信号の消失がみられた (Fig. 1)。

症例 3, 27 歳男子右側, Stage 1, 電気工, 初診後, 保存療法は行わず, 6 週間の創外固定牽引を行った。固定除去後 1 年, 可動域は正常で, 明らかな握力の改善, また MRI 検査で同じく T1 強調像にて低信号の減少が見られた (Fig. 2)。

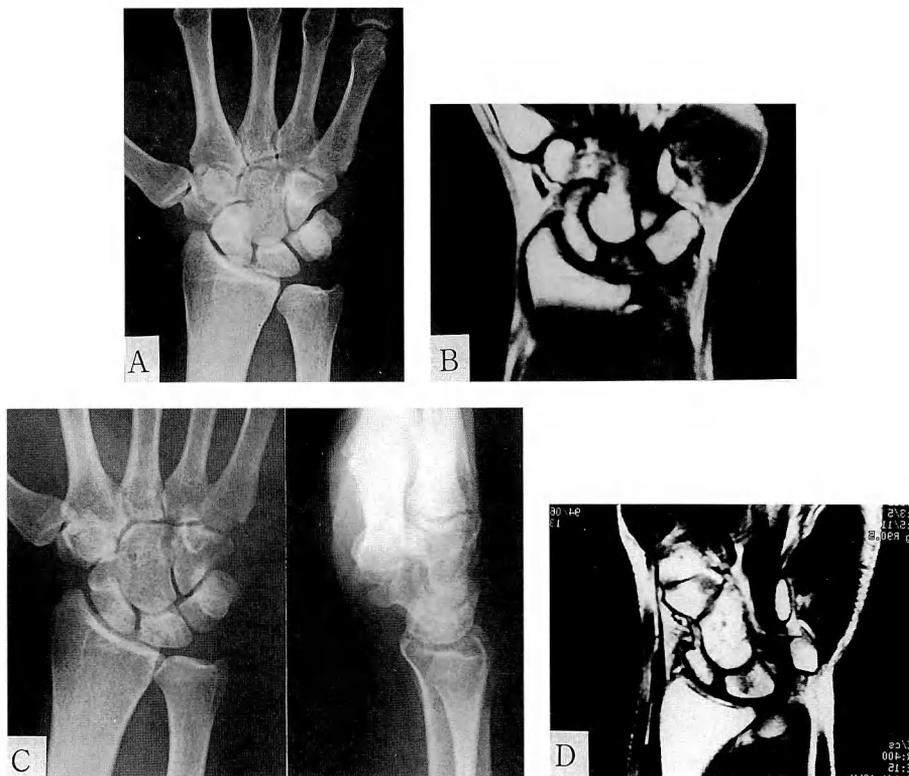


Fig. 2 Case 3, 27y. old male, rt. side, Stage 1.
A, B: Preoperative radiograph and MRI
C, D: Radiograph and MRI of 1 year after removal of traction

考 察

キーンバック病の治療法として Stage または Ulnar variance によって多くの方法が報告されている。そのひとつとしてギプスまたは装具による固定法があるが Lichtmann³⁾, Linscheid ら⁴⁾ はこれら固定法は月状骨における軸方向の負荷を、とくに日常生活動作時、減少することは不可能であるため血行の改善が得られず Stage の進行が起ころうと報告している。また Mikkelsen⁵⁾ は同じく固定法のみを行い 8 年経過した 25 症例の調査結果では完全除痛効果があったのは 20% の症例のみで、また全症例日常生活において何らかの問題があったと報告している。しかし診断が困難であったことで今まで Stage 1 について保存治療を行った症例の報告は非常に少ない。そのうち、藤沢²⁾ のキーンバック病 20 例の保存的治療または放置例に対する長期遠隔調査において、保存療法

が行われた Stage 1 の 3 症例の固定期間は最短 6 カ月から 9 カ月で 1 例においては治療後 4 年で初めて疼痛の改善が見られている。また以上 3 例の最終調査時の臨床結果は良好であったが X 線所見では、ともに Stage 1 から Stage 3 へと Stage の進行が見られた。

創外固定器による固定では月状骨における軸方向の負荷の減少がより確実に得られるのみでなく、また牽引を施すことによって、さらに減圧効果が得られ血流の改善が得られる。キーンバック病における一連の痛みは、何に由来するかは、はっきりととられていないが、麻生¹⁾ は急性期の痛みは、月状骨の栄養血管が途絶し、急性阻血がおこった時の痛みと、さらにそれに対する反応としての周囲の炎症であろうと述べている。固定、減圧またはそれによる血行の改善等により、特に早い Stage の症例においては速やかな疼痛の緩解も得られたのではないかと考えられた。

最近では MRI の普及により Stage 1 のキーンバッ

ク病の診断がより容易また可能となった。月状骨が虚血状態のみで骨の構造の破壊がまだ生じていないこの Stage において手技が簡単、侵襲の少ない創外固定牽引治療にて比較的短期間で月状骨に直接骨移植または血管移植をすることなく血行の再開が得られ、同時に血管系に変化が生じることで、創外固定器除去後も虚血の再発、Stage の進行を阻止し得ると考えられた。

しかし骨の構造がすでに破壊されている Stage 2 の症例については創外固定器による牽引中、Stage 1 症例と同じく圧痛、腫脹の軽減消失が得られたが、創外固定器除去後、数カ月で症状の再発、Stage の進行が見られたことから、病期が Stage 2 またはそれ以上 Stage が進行した症例にたいしては、持続的に減圧効果が得られる橈骨短縮術または別の治療法が必要ではないかと考えられた。

牽引の強度については十分な減圧効果が得られる程度の牽引力が必要である反面、関節包または月状骨周囲の軟部組織の過度の緊張により血行障害が生じることも考慮しなければならない。Zelouf ら⁶⁾は External Fixation and Cancellous Bone Graft for Kienböck's Disease での報告で橈骨月状骨間関節が 2mm 拡大する程度の牽引で月状骨にかかる軸圧を Neutralize 出来ると述べた。我々は橈骨月状骨間関節が約 3mm 拡大する程度の牽引で Stage 1 症例だけでなく少なくとも牽引中には Stage 2 症例においても症状の改善が得られた。また Stage 1 症例においては牽引除去後、現在においても症状の再発はない。

創外固定器の装着期間については、血行が完全に再開するまでの時期、固定するのが最も妥当と考えられるが、今までこれに関しての報告見あたらない。症例 1 においては創外固定牽引を 3 週間行ったところで圧痛、腫脹等症状が完全に消失していたので、固定器を除去した。それ以後症状の再発はなく良い結果が得られたので症例 2 にても同じく 3 週間の固定を行った。しかし Stage 1 の症例 3 については多少の不安があったので 6 週間の固定を行い同じく良好の結果が得られた。以上の結果より、Stage 1 症例において症状が消失していれば、固定期間は少なくとも 3 から 6 週間あれば血行再開が期待できると考えられた。

以上創外固定牽引法についての利点として 1) 手技

が簡単、侵襲が少ない、2) 遠位橈尺関節の適合に影響を及ぼさない、3) Ulnar variance に関係なく行える、4) 症状再発の場合、別の治療法が行える等が考えられる。

キーンベック病の治療について Lichtman は早期診断早期治療が行えれば、症状の改善のみでなく stage の進行も阻止できると述べている。現在では MRI により早期診断が十分可能となり、これら早期 Stage の症例において創外固定器による牽引は症状の改善のみでなく Stage の進行をも阻止できる方法の一つと考えられた。

結 語

虚血のみで骨破壊がまだ生じていない Stage 1 キーンベック病に対して創外固定による牽引は有効な治療法のひとつと思われた。

しかし骨破壊がすでに進行している Stage 2 以上の症例に対して本治療法は症状の再発さらに stage の進行が起こりうるので適応はないと思われる。

牽引の強度、創外固定器装着期間については、さらに検討の必要があると思われた。

校閲を賜った新潟手の外科研究所吉津孝衛所長に感謝致します。

文 献

- 1) 麻生邦一：整形外科痛みのアプローチ (3) 肘と手関節の痛み。南江堂、東京、152-155, 1997.
- 2) 藤沢幸三：Kienböck 病における保存的治療または放置例に対する長期遠隔調査。整形災害、29：1208-1218, 1986.
- 3) Lichtman, D.M., et al.: External fixation for the treatment of Kienböck's disease. Hand Clinics, 9：691-697, 1993.
- 4) Linsheid, R.L.: Kienböck disease, editorial. J Hand Surg., 10A：1-3, 1985.
- 5) Mikkelsen, S.S., et al.: Poor function after nonoperative treatment of Kienböck's disease. Acta Orthop. Scand., 58：241-243, 1987.
- 6) Zelouf, D.S.: External fixation and cancellous bone grafting for Kienböck's disease. J Hand Surg., 21A：746-753, 1996.

第3回静岡手の外科マイクロサージャリー研究会

日 時：平成8年10月26日

会 場：田代パレス（三島市）

幹 事：柳原 泰（順天堂伊豆長岡病院整形外科）

〈症例検討〉

1 34歳 男性 右手挫減創、右手拘縮

提示 順天堂伊豆長岡病院整形外科 柳原 泰
経過：平成7年11月15日作業中、ベルトコンベアーに巻き込まれ受傷。

手掌部がdeglovingのような創となり、神経も引き抜かれていた。

同日、洗浄後、デブリトメントを行い、一時的に創閉鎖を施行した。

その後、手掌部の皮膚壊死したため、同部に遊離植皮を行い経過はよく、現在、理学療法を行っている。検討して欲しい問題点：右手全体の拘縮、また知覚の再建に対する手術適応等を御教示していただきたい。

2 19歳 男性 両手MP関節屈曲障害

提示 清水厚生病院整形外科 高野 正一
経過：“生下時より両手指がうまく握れない”ことを主訴に来院。

両側1～5指MP関節の屈曲は自他動ともに30～45°程度。DIP、PIP関節には可動域制限はなく、知覚障害もない。X-pにて中手骨骨頭の軽度～中等度の変形（扁平化）を認める。“包丁がうまく使えない”等の不自由さがあり手術を希望している。

検討して欲しい問題点：手術の適応、方法等、御教示いただきたい。

3 12歳（小学6年生） 男性 右橈骨遠位端骨端線損傷後の橈骨成長障害（右手関節痛）

提示 聖隷浜松病院整形外科 大井 宏之
経過：小学校2年生時に右橈骨遠位端骨折で、近位にて保存的に治療された。その後、約1年前から、ときどき右手関節尺側に軽い痛みがあり、橈骨成長障害による強いulna plus variantがあり紹介された。右利き、身長146cm、現在、手関節での軽度の可動域制

限があるが、圧痛や運動時痛はない。X線上、14mmのulna plus variantをみとめ、今後、成長とともにこの程度がさらに強くなり、手関節機能障害を生ずるものと考えられる。

検討して欲しい問題点：治療の方法及びその時期につき検討お願い致します。

4 初診時3才7ヶ月、男 示指のみ生着した幼児の母指～中指切断に対する再接着後の機能再建

提示 聖隷浜松病院整形外科 齋藤 英彦
経過：1歳2ヶ月時、みかんの選果機に左手を巻き込まれ母指（MPレベル）、示指（基節底部）、中指（PIP）受傷。他院で3指の再接着を受け、示指は生着したが他の2指は生着せず、母指はMP、中指はPIPレベルで離断となった。3歳7ヶ月時、機能再建、特に再接着時修復しなかった示指屈筋腱再建のため当院へ紹介された。

初診時所見：左手、母指MP、中指はPIPレベルで欠損。示指の自動屈曲みられず、また自動伸展もはつきりせず。PIP他動屈曲60度。

〈検討事項〉

1. 再建法：(1) 母指 (2) 示指屈筋腱
2. 再建の時期

〈一般演題〉

1 橈骨遠位骨端線損傷を合併した小児 Monteggia 骨折亜型の治療経験

順天堂伊豆長岡病院整形外科 林 龍生
井上 幸雄
柳原 泰
大林 治
雅楽 十一
榎 謙一郎

我々は橈骨遠位骨端線損傷を合併した小児 Monteggia

骨折歪型の稀な1症例を経験したので報告した。

症例は7歳女児。1996年9月1日、約70cmの高さより転落受傷し近医受診、右肘脱臼、前腕骨骨折の診断にて無麻酔下に整復するも整復困難で副子固定にて入院、翌日当科紹介となる。(受傷26時間後)

初診時、肘部より前腕に高度の腫脹を認め全手指に知覚鈍麻あり伸筋群のMMTは0、長母指屈筋、深指屈筋は2であった。橈骨神経麻痺と軽度のVolkmann拘縮が疑われた。単純レ線にて右橈骨頭前外方脱臼、尺骨近位骨幹部骨折Monteggia lesion type III、これに合併する右橈骨遠位骨端線損傷Salter-Harris type IIを認めた。

同日緊急手術施行され、橈骨頭は断裂した輪状靭帯が整復障害因子となり、橈骨神経は術野に存在せず確認しなかった。橈骨頭に2本のK-wire固定を行い、橈骨遠位に対しては経皮K-wire固定を行った。

1967年BadoはMonteggia骨折を4型に分類したが、この他にMonteggia equivalentとして2型に分類した。当症例はMonteggia骨折の3型に手関節骨折を合併したMonteggia equivalent 2型に分類されるが、我々が調べ得た限りでは前例は無く稀な症例であった。その受傷機転はより強い回旋力が加わり橈骨遠位端骨折を合併したものと思われた。

2 野球による有鉤骨鉤突起疲労骨折と思われる1治験例

静岡県立総合病院整形外科 金馬敬明
西島直城
池口良輔
岩城公一
太田壮一
増田敏行
安田清

有鉤骨鉤突起骨折は比較的稀な骨折であったが、野球、ゴルフ、テニス等のスポーツ人口の増加と共にスポーツ外傷の1つとして近年増加傾向にある。今回我々は、高校野球部の主力打者で、有鉤骨鉤突起疲労骨折を生じた1例を経験したので報告する。

症例は、17歳、男性、右利き。平成8年1月中旬より、誘因無くバッティング練習中に左小指球部に鈍痛を自覚するようになったが放置。3月に入り疼痛が増強し、バット把持も困難となった為、近医より紹介にて同年4月4日、当科受診となる。単純レントゲン像(手根管撮影)、CT撮影にて左有鉤骨鉤突起の骨

折を認めた。骨シンチグラムでは、左有鉤骨付近の集積を認めた。また経過が緩徐であり、外傷機転が明確でない為、頻回のバッティングによるストレスから生じた、有鉤骨鉤突起疲労骨折と診断した。患者の早期スポーツ復帰の希望が強く、バッティングによる小指球部への衝撃を考慮し、小指球尺側のlateral approachにて、鉤摘術を施行した。術後4週間にて野球を再開し、現在、疼痛も無く経過良好である。本症例のように、有鉤骨鉤突起疲労骨折において、より早期のスポーツ復帰を求める場合、鉤摘術が有効であると考えられる。

3 両側環、小指屈曲拘縮の一例

浜松医科大学整形外科 宮田龍一
谷口正和
鈴木義司
豊山起光
大村威夫
井上哲郎

サルコイドーシスやアミロイドーシスによる両手指屈曲拘縮の報告は非常に稀である。我々は筋サルコイドーシスに、コンパートメント症候群を伴った深指屈筋の拘縮であると思われる一例を経験したので報告する。

症例は57歳の女性で1995年職場に於ける配置変えにて、魚を手で揉みつぶす作業に従事するようになってから3ヶ月程して、両手の環指、小指が完全に伸展できなくなり、当院を紹介初診す。

胸部レントゲンにてBHLを認め、MRI、T2強調画像において深指屈筋筋腹に円形の高信号領域を認めた。

手術時の所見は、屈筋筋膜がやや白色を呈し、筋膜を切開すると筋実質内に黄白色の繊維状の組織が存在したが、筋内腫瘍などは明かではなかった。腱の緊張は深指屈筋にて著明であり、これを切離する事によりほぼ完全な伸展位が得られた。Z状に延長することは不可能と判断し、浅指屈筋を力源とする深指屈筋腱を再建した。

4 有痛性軟部腫瘍を思わせた尺骨動脈閉塞症

静岡県立総合病院整形外科 岩城公一
西島直城
増田敏行
金馬敬明
太田壮一

安田 清

〈はじめに〉我々は、軟部腫瘍を思わせた Guyon 管部の尺骨動脈閉塞症の治療を経験したので、文献的考察を加え報告する。

〈症例〉49歳、男性。平成7年12月より左手掌尺側部にピンポン玉大の疼痛性の腫瘤を自覚し、尺側指の冷感及び、知覚障害をきたした。初診時、左手掌尺側部にピンポン玉大の疼痛性の弾性軟の腫瘤を触知し、この大きさから、軟部腫瘍を疑った。左手掌から小指、環指にかけての知覚鈍麻があり、Allen testは左は尺骨動脈で陽性。術前の血管造影では尺骨動脈の尺骨遠位端レベルでの閉塞が認められた。尺骨動脈の病変部位を切除し、尺側皮静脈を用い血管再建術を行った。病変血管は周囲組織との癒着が強く、腫瘍性の疾患を思わせた。病理所見では、炎症細胞の多い血栓が認められ、腫瘍性の細胞は認められなかった。この患者は、ゴルフを頻回に行うことと、以上の所見から外傷性尺側動脈血栓症と診断された。術後6ヶ月の現在、経過良好である。

〈考察〉Guyon管での尺骨動脈への繰り返される微細な外傷のため、動脈の内膜が損傷され、また、動脈が痙攣を起こし、その結果、血栓が形成され循環不全が起こる。また、動脈の拡張が起こり、周囲の神経、静脈を圧迫する。本症例では、ゴルフのグリップによる繰り返される外傷で内膜の損傷に加えて中膜も損傷し、動脈瘤が形成され、それが破裂することにより、周囲組織との広範な癒着が起こったものと思われた。

5 多胞性リンパ管腫の1症例

静岡県立こども病院形成外科 香川 広司
朴 修三

今回我々はピシバニール局注による単独療法では治療効果が低いとされる多胞性のリンパ管腫の1例に対し可及的な外科手術を施行し、術後にピシバニールの局注療法を併用して良好な結果を得たので若干の考察を加えて報告する。症例は1歳5ヶ月、男児。出生時より左胸背部から上腕に巨大な腫瘤を認めた。消退傾向はみられず、左上腕の運動制限が出現してきた。臨床上、嚢胞状リンパ管腫である可能性は低かったため、可及的な外科切除を施行した。腫瘍は多胞性のリンパ管腫であった。術直後より創部の圧迫を行っていたが、リンパ液の漏出が減少する傾向を認めないため、第30病日にリンパ液を穿刺排液した後ピシバニール0.5KEの局注を行った。局注後第3病日より腋窩より

上腕にかけて炎症性の腫脹を認めたが、そのまま放置し第5病日にはほぼ消失した。術後3年6ヶ月、左上肢の運動制限はなく、再発も認めていない。今回の症例では嚢胞状のリンパ管腫ではなかったためピシバニールの効果は低いと考え外科切除を第1選択とした。術後の局所投与では神経、血管等の周囲臓器への炎症の波及による合併症が懸念されたが、重大な副作用は認めなかった。浸潤性に発育しているリンパ管腫では腫瘍をできる限り切除した後ピシバニールの局所投与を行っても治療効果が高いことが推察された。

6 浮遊母指の母指再建一筋・腱移行と関節移植を組み合わせて一

静岡県立総合病院整形外科 西島 直城
岩城 公一
金馬 敬明
太田 壮一
増田 敏行
安田 清

母指低形成 Blauth 3-Bとは母指に母指球筋や屈筋・伸筋が無い状態かつ母指は矮小できわめて不安定な状態で第1中手骨がほとんど無い。このような低形成の母指は従来では切断し、示指を母指化していた。このような低形成の母指に対して1回目の手術で第1指間を上げ母指を橈側に移動し、小指外転筋を移行して母指球筋を作り、屈筋腱形成の準備として人工腱を入れた。第2回目の手術で血管柄付き足趾関節移植によりCM関節を形成し、多数腱移行で母指内転、母指伸展、母指屈曲機能を持たせた。2歳6ヶ月でこの手術を受けた症例では7歳頃まで scizoring が残った。移植形成されたCM関節はよく機能し、骨端線はopenしたままで新しくできた中手骨の骨成長はよく、たくさんの腱を含んでいるので母指は太く良く機能している。最近の1歳前後で再建できた症例では、早い時期から scizoring をあきらめ母指-示指間で pinch し、gripの動作にも母指をよく使用している。重度母指低形成の母指を母指として再建するには、1)よい機能を持たせること、2)皮質支配の得られる早い時期の再建術、これらが要である。

〈招待講演〉

「手の装具について」

順天堂大学医学部整形外科教授 山内 裕雄 先生

第4回静岡手の外科マイクロサージャリー研究会

日時：平成9年2月8日

会場：フォルテ（浜松市）

幹事：飯島謹之助（浜松赤十字病院整形外科）

〈症例検討〉

1 裂手（右手）

提示 静岡市立静岡病院整形外科 杉山修一

1歳男 平成8年2月5日に誕生する。中指欠損の非定型的裂手を認める。家族歴に問題はない。口蓋裂はなく、大胸筋の欠損はなく、心肺、その他に異常は認めなかった。

外観上は中指の欠損、示指と環指とのV字型の離開を認めるが、示指と環指の指間部の高位はほぼ正常である。X線像で、中指の遠位部は欠損しているが、遺残基節骨は示指に向けてcross boneとなり、示指基節骨の基部は軽度肥大している。split handと呼ぶより、syndactyly（合指症）又はectrodactyly（欠指症）と呼ぶべきかもしれない。環指と示指で物をはさむ異常パターンが出現し、母指の内転拘縮が認められ、cross boneによる示指と環指の間隔の拡大も予想されるので、早期に手術を行うべきであると思われた。しかし、cross boneやmetacarpal ligamentの処理や、metacarpal shiftの要否など、諸問題があり、検討して頂く為に症例を呈示した。

2 左手挫減創、母指欠損

提示 聖隷浜松病院整形外科 高橋勇二
平野純

経過：57歳 男性 平成8年7月3日、100tのプレスに左手をはさみ、高度挫減創を受傷。左母指は、大菱形骨から切断、示指の血行も不十分であった。手背の広範な皮膚欠損に対し、7月30日有茎鼠径皮弁にて被覆。

〈既往歴〉約20年前に、右手示指一小指切断。以来、右手は補助手。

他に左示指の挫減切断（DIP）の既往あり。

問題点：左母指は基部から欠損。11月の血管造影では、示・中指への血行は乏しい。今後の治療方法につ

き、御検討頂きたい。

3 野球による示指血行障害

提示 静岡県立総合病院整形外科 金馬敬明
西島直城
太田壮一
岩城公一
増田敏行
安田清

スポーツ障害は、外傷と異なりただ1回の機会が発生するものではなく、間断なく行われるトレーニングや試合によって、徐々に生じるものも多い。野球においてもボール捕球の際、示指中指のMP関節部に衝撃が繰り返される為に指動脈の閉塞をきたし、手指の血行障害が生じることが報告されている。今回、我々は野球によると思われる右示指血行障害の1例を経験したので、これを報告した。

症例は、34歳、男性。中学高校にて野球部に所属し、右利きで主にファーストでプレーしていた。高校時代より時々右示指の冷感を自覚するも放置。就職後も月1-2回の草野球でプレーしていた。平成8年8月頃より右示指の冷感強まり、疼痛、しびれ感も自覚するようになったため、当科受診した。初診時、右示指の知覚鈍麻を認め、その先端はcyanoticで壊死直前の状態であった。digital Allen testで示指陽性、サーモグラフィーにて示指の皮膚温の低下を認めた。また右手関節橈側に1.5×0.8cmのガングリオンを認めた。血管造影では浅掌動脈弓より総掌側指動脈分岐部での閉塞、及びガングリオンによる右橈骨動脈の狭窄像を認めた。治療は、ガングリオン切除し、PGA製剤の静注の後、同剤の内服投与にて現在、軽快している。

以上の症例における血行障害の起因としての野球の影響、ガングリオンの関与の可能性、今後の治療方針

に関して検討した。

4 キーンベック氏病に併発した手根管症候群

提示 静岡県立総合病院整形外科 太田 壮一
西島 直城
金馬 敬明
岩城 公一
増田 敏行
安田 清

二次性の手根管症候群は、外傷や滑膜炎に続発することはよく知られているが、キーンベック氏病により発症したものの報告は少ない。今回の症例は53歳の女性で専業主婦である。主訴は右手指のしびれ感、疼痛で、臨床、画像所見よりキーンベック氏病に併発した手根管症候群と診断し、腱球挿入法と手根管開放術を施行した。

Lichtman分類のstage 3bでは舟状骨の回旋防止のため、STTfusionが一般的である。それに加え、月状骨の摘出、及び腱球あるいはシリコンの挿入が行われている。現在、我々は腱球挿入法を併用したSTTfusionを行っている。この時に、橈骨神経の終末枝を切離することにより、denervationを行い、これが術後の手関節痛の改善に効を奏しているようである。

手根管狭小化の原因としては、掌側へ突出した分離月状骨によるもの、手根配列の乱れによる横手根靭帯の背側及び近位への移動、carpal heightの減少による相対的な手根管内の内容量の増加が考えられる。また、キーンベック氏病が男性に多いのに比べ、手根管症候群を合併するのは女性に多いことより内分泌的要素もからんでいることも考えられている。

今回、Lichtman分類のstage 3bに対する治療方法、及び、キーンベック氏病と手根管症候群の関係について意見交換を行った。

〈一般演題〉

1 後骨間動脈皮弁で広範切除部を再建した手掌部エックリン汗腺癌の1例

聖隷浜松病院整形外科 内倉 長造
齋藤 英彦
高橋 勇二
大井 宏之
善財 慶治
井上 善也

逆行性後骨間動脈皮弁で広範切除部を再建した稀な

手掌部エックリン汗腺癌を経験した。32歳男性、平成8年4月左小指球部の疼痛・腫脹に気づき、7月腓胝となった。他院で液体窒素による治療後8月潰瘍形成のため、当院を紹介された。初診時、左小指球に辺縁の隆起を伴う約2×1cm大の潰瘍を認めた。生検で腫瘍は真皮より発生増殖し表皮との連続性はなく、低分化の腺管様構造でエックリン汗腺癌と診断した。また、左腋窩リンパ節転移を認めた。手術は腫瘍辺縁から約2cm離れた円形切開で、深部切除縁が十分になるよう浅掌動脈弓の一部と尺側2本の総掌側指動脈・総掌側指神経、小指球筋の一部を切除した。遊離腓腹神経移植で指神経を再建し、逆行性後骨間動脈皮弁で被覆した。更に肘内側・腋窩リンパ節の廓清を行った。切除組織の断端に腫瘍はなかったが、腋窩リンパ節内に転移が認められた。術後5ヶ月局所再発も遠隔転移もなく運送業に復帰している。再建は掌側中手動脈が温存できたため総掌側指動脈は再建せず、総掌側指神経のみ再建した。組織欠損部の被覆法は血管吻合によるリスクがなく主幹動脈を犠牲にせず、かつ皮膚が厚いことが優れてる本皮弁を選択した。しかし、有茎皮弁はdonor側へ腫瘍の播種が危惧される。よって血管吻合によるリスクを除けば遊離皮弁なかでも内側足底筋膜皮弁のほうがcolor matchがよい点と皮膚移動性が少ない点でも優れていたかもしれない。

2 環指DIP関節背側脱臼骨折の1例

清水市立病院整形外科 野々宮 廣章
高橋 惇
松本 隆志
矢吹 有里
中野 久美
森 眞明
三輪 道生

今回、我々は比較的希なDIP関節背側脱臼骨折の1例を経験したので報告する。症例は17歳男性、平成7年9月30日、オートバイ走行中に転倒し受傷した。受傷時、環指DIP関節は軽度屈曲位で腫脹し運動制限を認めた。X線側面像では、末節骨掌側に関節面40%を含む大きな三角骨片を認め末節骨は背側脱臼を呈していた。手術は1%キシロカインによる指神経ブロック下に、マレットフィンガーにおける石黒法とは逆に掌側骨片、掌側にflexion blockとして1.0mm K-wireを刺入し、末節骨全体を掌側骨片に整復、1.0mm K-wireで固定した。術後4週間でK-wire

を抜去，自動運動を開始した。術後1年3カ月，疼痛・可動域制限を認めず経過は良好で，X線では，掌側骨片のローテーションのために関節面の曲率半径の減少を認めるが関節裂隙の狭小化・骨棘形成等関節症様変化は認めない。（考察）治療に関して，堀内は全例手術加療しているが，Hamerは全例をextension block splintageによる保存療法を実施し良好な治療成績評価を得ている。Hamerの方法では，FDPにより掌側骨片が牽引され骨折部の圧着力が弱まるのに対し，石黒法を応用した我々の方法は，flexion blockのK-wireにより骨折部の固定をより確実なものにすることができ，さらにPIP関節の固定の必要もなくDIP関節の固定肢位もほぼ伸展位で屈曲拘縮に対してもより有利であると考えている。

3 医療用プラスチック手袋を用いた指尖部損傷の保存療法

静岡赤十字病院整形外科 新井 健
山中 芳
河野 亨
桜田 卓也
渡辺 雅彦
堂脇 慎一
重盛 香苗
吉川 寿一

再接着の適応のない指尖部損傷に対して，医療用プラスチック手袋を用いた保存療法を行った。対象は，31症例，39指で，性別は，男性25例，女性6例，年齢は17歳から67歳，平均49.2歳，罹患指は母指6，示指13，中指12，環指8，小指0で，受傷高位は，佐々木の分類に従うと，level 1, 2, 3, 4, 5, 6それぞれ6, 9, 14, 7, 1, 2であった。方法は，医療用プラスチック手袋から，指の部分を創が覆える程度の長さを切り取り，イソジンゲルを少量いれ，切断指に被せ，創を被覆し，以後，週2回の薬浴と手袋の交換を新生上皮が完成するまで続行した。結果は，19日から54日，平均33.9日ですべての症例で上皮化が得られ，感染や有痛性断端神経腫の形成はなかった。

アルミホイルで創を被覆することで，創部を湿潤に保ち生体の再生を促すアルミホイル被覆療法は，指長の温存，知覚の回復などの点で指尖部損傷に対する優れた治療法であるが，広範な創の被覆は煩雑であり，

創が関節にかかっているとアルミホイルがちぎれてしまうなどの問題もある。プラスチック手袋による被覆療法は，原理的には同等であるが，医療の現場で入手が容易であり，dressingのあと指が動かしやすく，広範な皮膚欠損の被覆がより簡便であるなどの利点がある。今回の結果は，文献的にアルミホイルを用いた場合とほぼ同様の結果が得られ，指尖部損傷に対するより優れた治療法と考えられた。

4 屈指症の手術

静岡県立総合病院整形外科 ○西島 直城
太田 壮一
金馬 敬明
岩城 公一
増田 敏行
安田 清
静岡県立総合病院形成外科 古屋 富治雄

〔目的〕屈指症の原因には定説がない。従って治療方法もまだ定まっていない。典型的な屈指症は小指のPIP関節にみられ，共通して，基節骨骨頭の変形，lateral bandのずり落ち，chiasmaでの浅・深屈筋腱の癒着，PIP関節掌側の皮膚緊張がみられる。これらに対し手網靭帯を処置し腱の処置，植皮を行い安定した成績を得ている。手術方法を発表したい。〔方法〕手術法：近位指皮膚線より末梢に向かってコの字の皮弁を起こす。A2-pulleyより末梢の線維性腱鞘を開け，浅指屈筋腱をchiasmaで切除し，肥厚した手網靭帯を両側とも切除し，必要なら，掌側板に付着する副靭帯の一部も切離する。ゆっくりとpassiveにPIP関節を伸展させ，伸展位に保つように0.7mm直径のK-wireで内固定をする。線維性腱鞘をもとに復し，皮膚欠損部位は足底より植皮をする。〔結果〕手術した小指の伸展不足角度は0-20度が11指で，20-30度が4指であった。PPDは1cm未満が11指であった。手術結果に対する本人の満足度は高かった。拘縮が強かったのは手術既往のあった症例であった。屈指症は男性にもあるが，悩むのは圧倒的に若い女性であり，伸展障害よりも整容的な問題を解決することが大切であり，年齢は15-29歳で，全例が女性であった。〔結論〕屈指症の治療は幼い頃はなるべく装具療法とし，骨頭変形をきたしているようなら手術適応と判断した。

5 短母指伸筋腱前進術と IP 関節掌側板固定術による母指プトニエル変形の矯正

聖隷浜松病院整形外科 齋藤英彦
高橋勇二
大井宏之
善財慶治
内倉長造

リウマチ手の母指プトニエル変形に対する矯正手術法としては Nalebuff の長母指伸筋腱の rerouting 法が有名である。しかし、この方法は腱を縫着する MP 関節の関節包が緩んでくると、緊張を余り強くし過ぎると母指内転傾向がでること、更には腱の遠位断端が基節背側に癒着し IP 関節の過伸展拘縮を惹起するという問題点を抱えている。演者らは MP 関節の背側で短母指伸筋腱の健常部を前進して基節底部背側に引き込んで縫着し、更に IP 関節過伸展を防止するため掌側板を基節頸部に縫着固定する合併手術で対応している。この方法の術後成績を調査し、Nalebuff

法の成績と比較した。

対象症例は短母指伸筋腱前進術を施行した 12 症例で、うち 5 例で IP 関節掌側板固定術が、1 例に IP 関節固定術が行われている。術後経過期間は平均 2 年である。

結果は、短母指伸筋腱の前進術に IP 関節掌側板固定術を合併した 5 例には変形の再発は見られなかった。Resting position での X 線写真上の母指 MP 関節の平均角度を比較すると、両群とも屈曲位ですが、短母指伸筋腱の前進術例では術後 2 年未満と 2 年以上ともに 10 度前後の屈曲位であるのに対して、長母指伸筋腱の rerouting の症例 (16 例) では、術後 2 年未満が 18 度だったものが 2 年以上では 25 度と屈曲位が強くなる傾向が見られた。

〈招待講演〉

「肘関節のスポーツ障害」

慶友整形外科病院副院長 伊藤恵康 先生

日本手の外科学会雑誌 第14巻第4号

平成9年11月25日印刷
平成9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) 642-5487 (運営)
(092) 642-5493 (編集)

第 95 回西日本整形・災害外科学会

開 催 日：1998 年 6 月 12 (金), 13 (土) 日

会 長：緒方公介 (福岡大学医学部整形外科教室教授)

開 催 地：早良市民センター 福岡市早良区百道 2 丁目 2-1

ももちパレス 福岡市早良区百道 2 丁目 3-15

特別講演：1. 診断・治療に難渋した脊椎疾患に対して Professor が答える
河合伸也 (山口大学整形外科教授), 酒匂 崇 (鹿児島大学整形外科教授),
竹光義治 (労働福祉事業団総合脊損センターセンター長), 田島直也 (宮
崎医科大学整形外科教授), 永田見生 (久留米大学整形外科助教授)

2. Technical Evolution of Arthroscopic Knee Surgery
Professor Sung-Jae Kim, Department of Orthopaedic Surgery,
Yonsei University, Korea

日本整形外科学会教育研修会申請中 各 1 単位

演題募集：1. 主 題 (1) 鏡視下手術の最近の進歩
(2) 肩腱板断裂

2. 一般演題

演題締切：一次 (抄録請求) 締切 平成 10 年 1 月 31 日

二次締切 平成 10 年 2 月 28 日

宛先：〒814-80 福岡市城南区七隈 7-45-1
福岡大学医学部整形外科学教室内
第 95 回西日本整形・災害外科学会事務局宛

第 95 回西日本整形・災害外科学会

会 長 緒 方 公 介

(福岡大学医学部整形外科学教室)

第 24 回 日本骨折治療学会のご案内

会 期：平成 10 年 7 月 10 日（金）11 日（土）

会 場：大阪国際交流センター

大阪市天王寺区上本町 8-2-6 TEL 06-772-5931

演 題 募 集：主題および一般演題を募集致します。

- 主題
1. 骨癒合促進のための基礎と臨床
 2. 骨折治療への新しい試み
 3. 小児上腕骨外顆骨折偽関節の治療
 4. 陳旧性モンテジア骨折に対する治療
 5. 小児の大腿骨骨折の治療
 6. 前腕骨両骨骨折に対する治療
 7. 大腿骨頸部骨折の治療（骨接合術 vs 人工骨頭置換術）
 8. リスフラン関節脱臼骨折の治療
 9. スポーツによる疲労骨折（早期復帰への工夫）
 10. 外傷性関節拘縮の治療（肘，膝関節）
 11. 脂肪塞栓症候群の病態と治療
 12. 骨粗鬆症と脊椎骨折
 13. 骨折治療と医事紛争
- その他：教育研修講演 2 題，Debate 2 題を予定

応 募 方 法：第 1 次締切り 平成 10 年 2 月 15 日 必着

官製葉書に演題名，演者名，所属，連絡先を明記して，下記へお申し込み下さい。折り返し抄録用紙をお送りします。

第 2 次締切り 平成 10 年 3 月 15 日 必着

申 込 先：〒569 大阪府高槻市大学町 2-7

大阪医科大学整形外科学教室内

第 24 回 日本骨折治療学会事務局

TEL 0726-83-1221（内線 2364） FAX 0726-83-6265

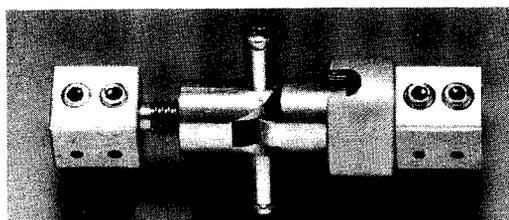
第 24 回 日本骨折治療学会

会 長 阿 部 宗 昭

中島式創外固定器

(PIP関節内骨折、MP関節内骨折の治療器械)

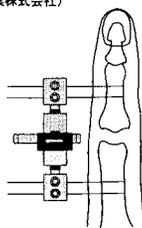
1. 指のPIP関節内骨折、MP関節内骨折に使用する。
2. 外傷後拘縮を生じた指の授動に使用する。
3. イメージ下にキルシュナー鋼線を挿入し、皮膚切開を必要としない。
4. 牽引を加えながら骨折を整復し、それと同時に関節運動を可能にする。
5. 40°の可動域訓練が可能のため損傷された関節面の再生に役立つ。



(大祐医科工業株式会社)

部品名	大	中	小
全長	52~62	44~54	36~46
延長鋼線間隔	36~46	29~39	23~33
延長間隔 左右(各)	0~5	0~5	0~5
鋼線通し穴	1.9	1.3	1.3
鋼線通し穴間隔	5	5	4

標準価格 ¥95,000. 承認番号4B1031



40度の可動域が
可能です。



術前(前後)



創外固定(前後)

小児用腱縫合セット

小児腱縫合用特殊針付縫合糸

特に繊細なオペレーションを要求される小児の腱縫合用に開発された特殊針付縫合糸です。

針径をマイクロ針並みに細くし、針先にカットを加え、

更に、特別な加工を施し「強度」と「切れ味」の両面を実現させた特殊針です。

用途に合わせて4種類を1セットに納めたパッケージをご用意させて頂きました。

最初にセットでご購入頂き、以降は各種類毎にお買い求め頂けます。

セット内容

BH-12-20 (12mm 青ナイロン7-0 200μ) 12本/箱

BH-10-15 (10mm 青ナイロン8-0 150μ) 12本/箱

BH-12-18 (12mm 青ナイロン7-0 180μ) 12本/箱

BH-10-12 (10mm 青ナイロン8-0 120μ) 12本/箱

標準価格 小児用腱縫合セット ¥59,400. /セット(1本単価¥1,237)

許可No. (61B)第403号

熊本機能病院副院長 中島英親先生の御指導で設計開発されました。



株式会社 河野製作所

本社 〒272千葉市川市嘗谷2-11-10
お客様相談窓口 TEL03-3813-7411 FAX03-3813-7414

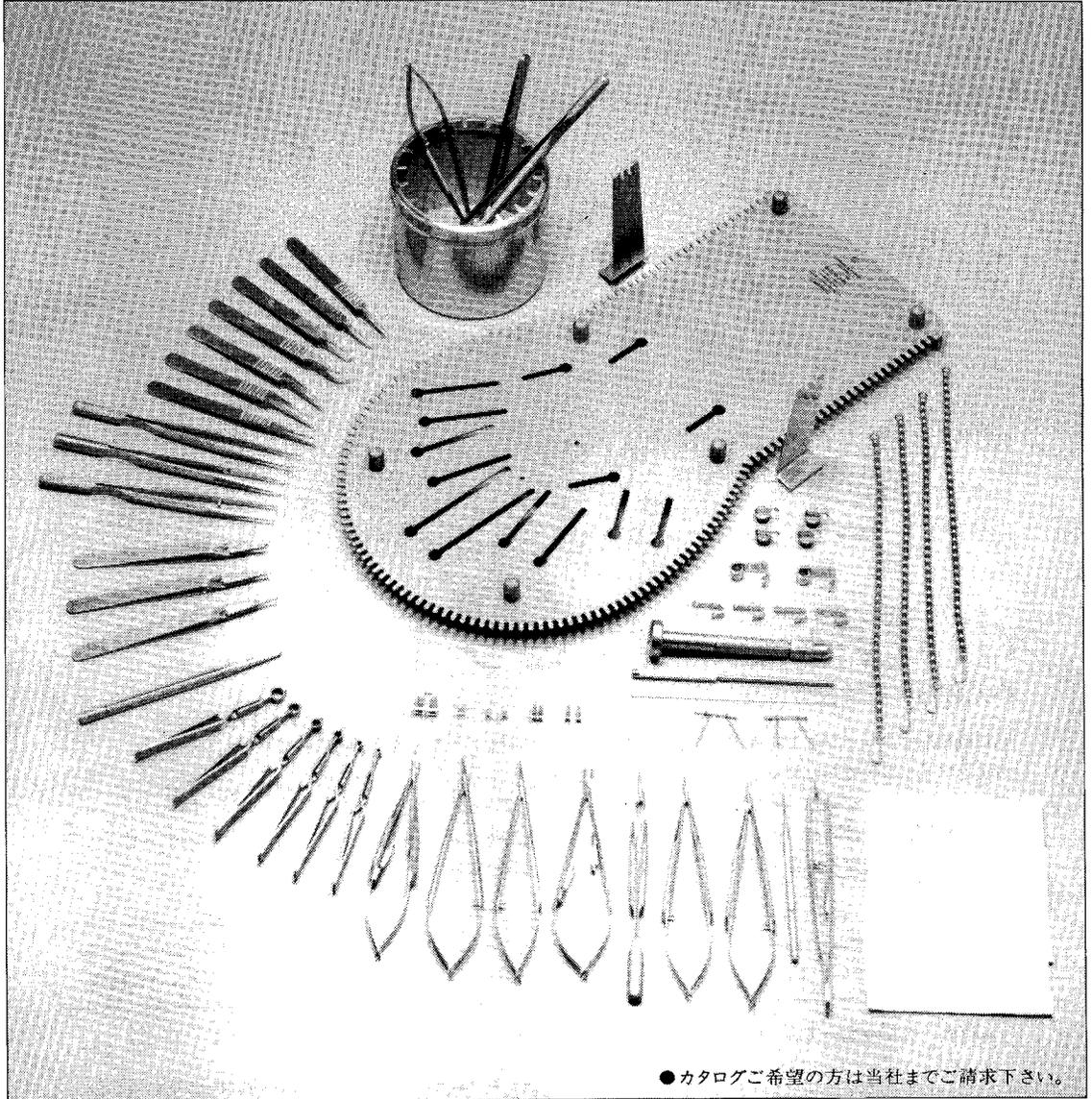


スイスSSC形成外科用マイクロ手術器械

SSC for Microsurgery

スイスSSC社製品

- マイクロ持針器 ●鑷子 ●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 ●固定鑷子 ●カウンターループ ●カウンタープ
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。

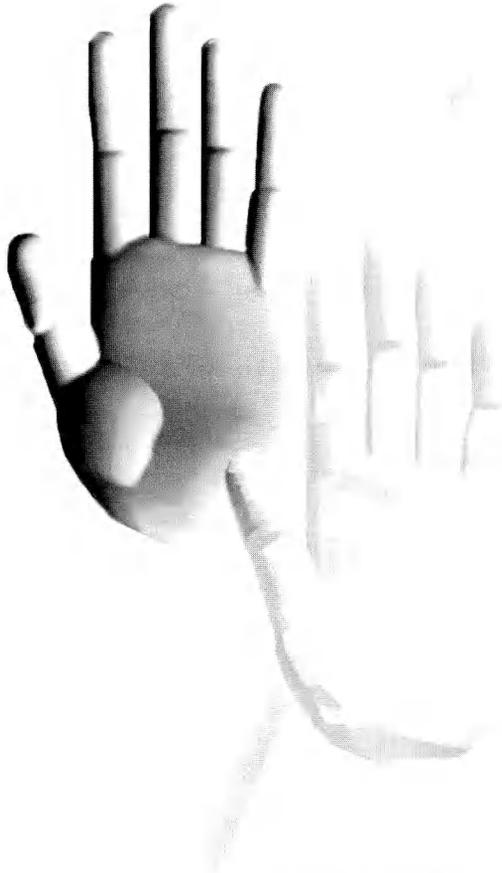
発売元 (株) **カキマメディカル**
輸入元 **リード貿易株式会社**

〒113 東京都文京区本郷3-9-3
TEL 03(3813)8485(代表)

神・経・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B₁₂)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ます(ラット、in vitro)。臨床的には末梢性神経障害に伴うしびれ・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%(二四六/一五、一八〇例)で、主なものは食欲不振、胃腸障害、悪心、下痢などです。(二九八五年十一月)

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B₁₂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アンブル(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アンブル(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アンブルを投与する。

●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 効果が無いのに、月余にわたって漫然と使用すべからず。
- 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) 1) 消化器：ときに食欲不振、悪心、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) 適用上の注意 薬剤交付時(錠) PTP包装の薬剤はPTPシートから取り出して服用するよう指導すること。(PTPシートの誤飲により、硬い鋭角部が食道粘膜に刺入し、更には穿孔をおこして縦隔洞炎等の重篤な合併症を併発することが報告されている)

- 4) 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避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：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：光分解を受けやすいので、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) 注射針を刺入したとき、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) アンブルカット時：本品はワンポイントカットアンブルであるが、アンブ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。

※1997年5月改訂

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

hvc
ヒューマン・ヘルスケア企業



エーザイ

〒112-88 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

G-F2 9906

〈薬価基準収載〉

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

エースクラブジャパン株式会社

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

◆住友製薬

吸皮経 収時代



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

指[®] 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：0.1～5%未満、
副作用なし：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 ときに痒痒、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 ときに痒痒、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

