

昭和60年12月3日第4種郵便物認可 昭和63年8月25日印刷 昭和63年8月30日発行 ISSN 0910-5700

第5卷・第1号

Vol. 5 No. 1, 1988

日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



手の痛みと腫れに



経皮複合消炎剤

モビラート[®]軟膏

[組成]

1 g 中	
ヘバリソイド類似物質	2.0 mg
副腎エキス	10.0 mg
サリチル酸	20.0 mg

[使用上の注意]

1. 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)
 - (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
 - (3)サリチル酸に対し過敏症の既往歴のある患者

[効能・効果]

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

[用法・用量]

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

2. 副作用

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

その他の使用上の注意等については添付文書をご覧ください。

資料請求先

製造販売 マルホ株式会社
大阪市大淀区中津1丁目6-24

提携 ルイトボルド・ウエルク製薬会社
ドイツ・ミュンヘン

0788

日本手の外科学会会則

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、手の外科の進歩発展を図るのを目的とする。

第2項 この目的のために、本会は研究教育活動を組織し学術集会を開催する。

第3条 本会の事業年度は、総会後に始まり、翌年の総会日を以っておわる。

第2章 会員および会費

第4条 会員を、正会員、名誉会員および特別会員とする。

第5条 正会員は医師にして、本会の目的に賛同し、会費を納めるものとする。

第2項 名誉会員および特別会員は、本会の進歩発展に多大な寄与、特別な功労のあった者のうちから、会長が推薦し評議員会および総会で承認されたものとする。

第6条 入会希望者は、所定の申込書に、会員2名の推薦状を付し、入会金(2,000円)および当該年度の会費を添えて、本会事務局に申込むものとする。

第2項 退会希望者は、退会届を本会事務局に提出するものとする。

第7条 会費は年額9,000円とする。

第8条 正会員にして、3年間会費を納めない者は、退会と認める。

すべて、既納会費は還付しない。

第3章 役 員

第9条 本会に次の役員を置く。会長、副会長各1名。監事2名。

評議員若干名。必要により書記を置くことができる。

第10条 会長は、本会を代表し、会務一切を統括する。

第2項 副会長は、次期会長予定者であり、会長を補佐し、会長に事故あるとき、または欠けたときはその職務を代行する。

第3項 監事は本会の会計を監査する。

第4項 評議員は、会長の諮問に応じて重要事案を評議するものとする。この目的のために、別に運営委員会、その他の委員会をおくことができる。

第11条 会長、監事、評議員および委員会委員の任期は1ヵ年とする。監事、評議員および委員会委員は重任を妨げない。

第4章 総 会

第12条 総会は年1回とする。総会においては以下の事項を挙行する。庶務会計報告、翌年度総会および学術集会開催地の決定。

第13条 翌年度総会と期日は、次期会長がこれを定める。

第14条 総会および学術集会の次第は、原則として会長が1ヵ月前までに会員に通知する。

第15条 学術集会における、発表は次項によるもの他は会員に限る。

第2項 会員以外の共同発表希望者は、年会費の二分の一を納め、会長が適當とみとめたものとする。

附 則

第16条 本会則の改正は、総会においてその出席会員過半数の同意を要するものとする。

第17条 本会の事務局は、九州大学医学部整形外科学教室内におく。

附 則

本会則は、昭和59年5月9日より適用する。

附 則

本会則は、昭和61年5月9日より適用する。

「日本手の外科学会雑誌」投稿規定

- 1) 本誌は年4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) 原稿の長さは、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。英文論文は、タイプライター、ワープロを用い、ダブルスペースとする。題は冠詞、接続詞、前置詞はすべて小文字、名詞、動詞、形容詞の頭文字は大文字とする。論文は、常用漢字、新かなづかい、新医学用語を用い、かつ「整形外科用語集」にできるだけ従うものとする。数量を示す文字は、cm, ml, ℥, gなどを使用する。文中の欧語はタイプライター使用のこと。文中の数字はアラビア数字(1, 2, 3……)を使い、人名はできるだけカナ書きを避け、横文字で記載すること。
 例 Heberden 結節, Volkmann 拘縮
 なお、別刷は改版後は原則として受け付けないので、著者校正の際に別刷所要部数を赤字で付記すること。
- 6) 著者の数は原則として5名以内とする。
- 7) 論文のほかに、下記形式で抄録とKey Wordと略題とリプリント請求先の住所を添えること。
 - a) 和文論文の場合
英文抄録 : タイプ用紙にダブルスペースで400語以内とする。(題名、著者名
 (Full Name)、所属を加える。ただし学術集会発表論文では、著者
 名はFirst Authorのみとし、共著者がある場合et al.をつけ、所属
 もFirst Authorのみとする。)
 例 Roentgenological Studies on the Hands of Japanese ; 4th Report
 (A Study on the Hands of Girls with Idiopathic Scoliosis)
 Takeshi Yoshie, et al.
 Department of Orthopaedic Surgery, Gunma University School of Medicine
 - b) 英文論文の場合
和文抄録 : 800字以内とする。(題名、著者名、所属を加える。)
 - c) 英語のKey Word 5個以内をつける。
 - d) 和文論文の場合25字以内の略題をつける。
 - e) リプリントの請求先の氏名と住所を英語で添える。
- 例 Taro Yamada, M. D.
 Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine,
 Kyushu University, 3-1-1 Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka 812, Japan.
- 8) 図および写真是正確、鮮明なものとし、それらの説明文および表はすべて英文とする。(挿入位置は、本文原稿の欄外に指定しておくこと。)図、表の番号は、Fig. 1, Fig. 2, ……, Table 1, Table 2, ……などを使用する。

- 9) 学会中の質疑応答の記載については、質疑および応答内容が共に提出されているもののみを学術集会発表論文に記載する。
- 10) 引用文献は重要なものにとどめ、論文の最後にアルファベット順に並べ、本文中に見出し番号を入れ、その記載法は次に従うこと。不備のものは削除することがある。
- a) 雑誌は著者名（姓を先に）標題、誌名、巻：ページ、発行年。
例えば、和文論文は、
津山 直一 他：末梢神経損傷の種々相、災害医学、11：1-15, 1968.
英文論文は、
Boyes, J. H., et al.: Dupuytren's disease involving the volar aspect of the wrist. Plast. Reconstr. Surg., 41: 204-207, 1068.
雑誌名の略称は和文論文、英文論文とも公式のものを用いる。
共著者名は First Author のあとに et al. と略す。
原著は、43: 909-915のごとく始めと終わりのページを書くが、Proceedings または学会抄録は25: 112のごとく標題のページを書けばよい。
- b) 単行書は著者名（姓を先に）：書名、版、発行者（社）、発行地、ページ、発行年。
例えば、
Rank, L. K., et al.: Surgery of Repair as Applied to Hand Injuries. 4th ed., Churchill Livingstone, Edinburgh and London, 183-189, 1973.
- c) 英文論文の場合、文献に引用する日本語論文は、標題は英訳し、雑誌名は所定の欧文略記法があればそれを用い、なければローマ字で書き、次に（ ）して英訳名をいれ、末尾に（Japanese）とすること。
- 11) 初校は著者が行う。校正はできるだけ早く済ませ、書留速達にて返送のこと。
- 12) 投稿原稿の採否については、編集委員会においてこれを決定する。なお、用語、表現などにつき投稿規定に従い修正があるので、あらかじめ了承されたい。
- 13) 原著は、原稿が当事務局へ到着した日を受付日とする。
- 14) 掲載料は、学術集会発表論文の場合、本文、図、表、写真を含めて4頁以内17,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし、図、表、写真は、4個まで無料とするが、これを超えるものは実費負担とする。学術集会発表論文以外の論文では、10頁以内1頁につき7,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし図・表・写真は実費負担とする。また抄録等は1頁につき7,000円とする。

参考

- 図の組合せは文字の大きさが変ると各々を1個と数える。
- 表は1表を1個とする。
- 複数の写真を組合せて1つの図とする場合は、各写真の左下にA, B, C, の記号をロットリング、インスタントレタリング等で記入した上で合成すること。
- 組合せ写真になっていない場合は各1枚を1個と数える。
- 1つの図・表の大きさはB5判用紙1枚におさまる程度を限度とする。
- 写真と図の組合せは各々を1個と数える。
- 鉛筆書きの図はトレース料として実費を徴収する。

- 15) 別刷は実費著者負担とする。ただし、30部までは無料とする。別刷は掲載料納入後に送付する。30部を超える場合は実費を徴収する。

16) 事 務 局

〒812 福岡市東区馬出3-1-1
九州大学医学部整形外科学教室内
日本手の外科学会事務局
☎092-641-1151 内線2434

Key word をつける前に

本誌では、論文に英語の Key word をつけていただいておりますが、これは最近医学情報が世界的にコンピュータ処理されている実情に応ずるためです。そのため著者は、情報を求める人が簡単に効率的に検索ができるよう、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こと、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。

各種委員会委員

運営委員(10名)

生田 義和 石井 清一 上羽 康夫 杉岡 洋一 *鈴木 勝己
田島 達也 三浦 隆行 室田 景久 矢部 裕 山内 裕雄
(特別顧問 中野謙吾 野村進)

教育研修委員(5名)

石田 寛友 玉井 進 中村 謠吾 松井 猛 *吉津 孝衛

編集委員(5名)

児島 忠雄 *佐藤 勤也 平澤 泰介 松崎 昭夫 三浪三千男

機能評価委員(5名)

*生田 義和 石井 清一 斎藤 英彦 二ノ宮節夫 室田 景久

用語委員(7名)

阿部 繢 上羽 康夫 内西兼一郎 富田 泰次 藤田 晋也
諸橋 政権 *渡辺 好博

(特別顧問 田島達也)

監事(2名)

高岸 直人 鳥山 貞宣

(*印は委員長)

日本手の外科学会

＜名誉会員／特別会員＞

名誉会員（20名）

天児 民和	猪狩 忠	伊藤 鉄夫
伊藤 忠厚	伊丹 康人	池田 亀夫
柏木 大治	河野 左宙	佐藤 孝三
津下 健哉	津山 直一	中川 正
西尾 篤人	宮崎 淳弘	諸富 武文
森 益太	Dr. Joseph H. Boyes	Dr. D. Buck-Gramcko
Dr. Alfred B. Swanson	Dr. Lee Milford	

特別会員（20名）

青池 勇雄	赤星 義彦	有原 康次
上村 正吉	河邨文一郎	近藤 錢矢
七川 歓次	鈴木 良平	玉井 達二
土屋 弘吉	東野 修治	西 新助
野崎 寛三	服部 炙	藤本 憲司
前山 嚴	丸毛 英二	宮城 成圭
山田 憲吾	若松 英吉	

評議員(143名)

(五十音順)

阿部 績	阿部 正隆	阿部 宗昭	青木 虎吉
赤堀 治	浅井 正大	麻生 邦一	荒井 孝和
安藤 正	伊地知正光	伊藤 恵康	生田 義和
石井 清一	石田 寛友	石突 正文	池谷 正之
磯部 饒	井上 五郎	井上 博	茨木 邦夫
今井 望	巖 琢也	宇佐美文章	上羽 康夫
薄井 正道	内西兼一郎	小川 亮恵	小野 啓郎
小野村敏信	大久保康一	岡 一郎	岡 義範
荻野 利彦	奥津 一郎	落合 直之	河合 伸也
勝見 泰和	木野 義武	城戸 正詩	吉川 暢一
楠 正敬	小島 哲夫	小林 晶	児島 忠雄
腰野 富久	佐藤 勤也	斎藤 英彦	榊田喜三郎
桜井 実	貞広 哲郎	島津 晃	白須 敏夫
須川 黙	須藤 容章	杉岡 洋一	鈴木 勝己
関 利明	関口 順輔	泉類 博明	田島 達也
田中 寿一	田中 清介	田中 晴人	田村 清
多田 浩一	高岸 直人	高沢 晴夫	高杉 仁
高橋 定雄	高橋 正憲	高見 博	竹光 義治
立沢 喜和	立花新太郎	玉井 進	豊島 泰
土井 一輝	土井 照夫	藤 哲	東田 紀彦
富田 泰次	富永 通裕	鳥巣 岳彦	鳥山 貞宜
中土 幸男	中野 謙吾	中村 謠吾	長尾 恃夫
長野 昭	南條 文昭	難波 雄哉	二ノ宮節夫
野村 進	波利井清紀	橋爪 長三	花村 達夫
濱 弘道	浜田 良機	原 徹也	肥留川道雄
彦坂 一雄	平澤 精一	平澤 泰介	平沼 晃
平山 隆三	藤沢 幸三	藤田 晋也	藤原 朗
藤巻 悅夫	二見 俊郎	古屋光太郎	星 秀逸
前田 道宣	牧野 惟男	増原 建二	松井 猛
松崎 昭夫	松田 英雄	松元 司	三浦 隆行
三浦 幸雄	三浪 明男	三浪三千男	三好 邦達
光安 元夫	村上 恒二	室田 景久	諸橋 政横
矢部 裕	梁瀬 義章	山内 茂樹	山内 裕雄
山口 智	山中 健輔	山根 宏夫	山野 慶樹
山室 隆夫	山本 真	吉津 孝衛	吉村 光生
龍 順之助	渡辺 好博	渡 捷一	

目 次

神経—基礎—

末梢神経障害に関する実験的研究

- 第12報：長期圧迫障害モデルの病態について—高 山 真一郎・他..... 1
S. Takayama, et al: An Experimental Model of Chronic Nerve Compression in the Dog

神経部分切除後の等尺性収縮力の経時的变化朴 修三・他..... 6

- S. Park, et al: Isometric Contraction, Muscle Denervation, Electric Stimulation Recovery of Function in Partially Denervated Muscle*

持続的電気刺激の脱神経筋におよぼす影響に関する実験的研究根 本 孝一・他..... 11

- K. Nemoto, et al: The Effects of Electrical stimulation on Denervated Muscle Using Inplantable Electrodes*

末梢神經 Waller 変性の免疫組織化学的検討

- 抗 myelin basic protein 抗体による髓鞘の変化について—飛 松 治 基・他..... 15
—*H. Tobimatsu, et al: An Immunohistochemical Study on Wallerian Degeneration of Peripheral Nerve Changes of Myelin Sheath Using Monoclonal Antibody of Myelin Basic Protein*—

末梢神経損傷後の中枢断端アセチルコリンエ斯特ラーゼ活性

- の電顕的観察斎 藤 覚・他..... 22
S. Saitoh, et al: Electron Microscopic Observation of Acetylcholinesterase Activity in the Central Stump of Injured Peripheral Nerve

ラットを用いた Neurotization に関する実験的研究

- 第3報 脱神経期間による神経再支配について—宮 里 剛 行・他..... 25
T. Miyasato, et al: An Experimental Study on Direct Nerve Implantation in the Anterior Tibial Muscle of Rat: 8th. Report

末梢神経欠損に対する神経縫合と神経移植の検討池 田 全 良・他..... 31

- M. Ikeda, et al: A Comparative Study on Nerve Sutures and Nerve Grafts for Repair of Gap in Peripheral Nerve Injury*

神経埋め込み術と神経縫合術後の脱神経筋機能回復に関する実験的検討

- とくに両手術後の end plate の分布様式について—木 島 秀 人・他..... 35
H. Kijima, et al: Experimental Study of Functional Recovery of Denervated Anterior Tibial Muscle after Burial of the Motor Nerve or Nerve Repair —with investigation of end plate distribution—

末梢神経自家移植時における微細血管構築の再生について中 尾 洋 子・他..... 40

- Y. Nakao, et al: Regeneration of Microvascular Architecture Following Peripheral Nerve Autografting*

シュワン細胞の神経再生に及ぼす影響	
一培養シュワン細胞を用いた神経移植の基礎的実験……………池田和夫・他	46
<i>K. Ikeda, et al: Experimental Studies on the Role of Transplanted Schwann Cells on Peripheral Nerve Regeneration</i>	
末梢神経同種移植に関する実験的研究	
一第2報：シクロスボリンのIL-2産生に与える影響について—	
……………石田治・他	53
<i>O. Ishida, et al: Experimental Study on Peripheral Nerve Allograft —2nd. Report: Effect of Cyclosporine on IL-2 Release</i>	
ラット坐骨神経再生時における神経内NGFレベル	
の経時的变化……………池上亮介・他	58
<i>R. Ikegami, et al: Time-dependent Changes of NGF Content in Transected Rat Sciatic Nerve</i>	
軸索内輸送蛋白と神経再生関連蛋白の研究……………光嶋勲	63
<i>I. Koshima: Experimental Study of Growth Associated Proteins Related to Nerve Regeneration</i>	
手掌末梢部における指神経交通枝の解剖学的検索……………加藤和義・他	67
<i>K. Kato, et al: Anatomical Study on Communicating Branches between the Proper Digital Nerves in the Distal Part of the Palm</i>	
神經—臨床—	
正常神経および損傷神経に対する知覚神経電気刺激閾値の測定…石突正文・他	71
<i>M. Ishizuki, et al: Electrically Stimulated Sensory Threshold in Normal and Injured Nerve</i>	
手関節レベルの正中神経修復例に対する知覚評価法の検討……今井春雄・他	75
<i>H. Imai, et al: Comparative Study of Sensory Evaluations in Cases of Median Nerve Repair at Wrist Level</i>	
正中神経麻痺・尺骨神経麻痺に対するFinger Function Quotient 手指機能指数	
による運動機能の定量的評価法……………永嶋和男・他	80
<i>K. Nagashima, et al: Quantitative Assessment of Motor Function by Finger Function Quotient</i>	
末梢神経損傷における電気的皮膚抵抗値について	
一第2報：神経修復後の経時的变化を中心に—……………中里哲夫・他	86
<i>T. Nakazato, et al: Electrical Resistance of the Skin in Peripheral Nerve Injuries —2nd report—</i>	
絞扼性神経障害	
血管腫による手根管症候群の2例……………中川信・他	92
<i>M. Nakagawa, et al: Carpal Tunnel Syndrome Caused by Hemangioma —Report of Two Cases—</i>	
手根管症候群男性症例について……………立花新太郎・他	96
<i>S. Tachibana, et al: Carpal Tunnel Syndrome in Male Patients</i>	
手根管症候群における重症例の術後経過の検討……………鈴木孝宏・他	100
<i>T. Suzuki, et al: Follow-up Study of Severe Carpal Tunnel Syndrome Treated by Division of the Transverse Carpal Ligament</i>	

- 血液透析患者における末梢神経障害 浅見昭彦・他 103
A. Asami, et al: Peripheral Nerve Disorder in Patients on Intermittent Haemodialysis
- 手根管症候群の電気生理学的診断 万歳登茂子・他 107
T. Manzai, et al: Electrophysiological Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome
- 手根管症候群における神経病変の局在診断 飯田剛・他 111
T. Handa, et al: Nerve Conduction Study for Localized Nerve Lesion in Carpal Tunnel Syndrome
- 手根管症候群の手術的治療について
一手掌部のみの皮切による 山下仁司・他 117
H. Yamashita, et al: A Clinical Study of Surgical Treatment for Carpal Tunnel Syndrome
- 手根管症候群に対する鏡視下手術 二見俊郎・他 121
T. Futami, et al: Operative Treatment with an Arthroscope for the Carpal Tunnel Syndrome
- 内視鏡を用いた皮下横手根靭帯切離術術前・術後の
手根管内圧変化 奥津一郎・他 125
I. Okutsu, et al: Carpal Canal Pressure Measurement Before and After Endoscopic Management of Carpal Tunnel Syndrome
- 肘部管症候群を呈した encapsulated lipoma の 2 例 黄文欽・他 130
W. Huang, et al: Encapsulated Lipoma of the Ulnar Nerve Presenting Cubital Tunnel Syndrome—Report of Two Cases—
- 双眼鏡肢位により発症した肘部管症候群 8 例 檜原知啓・他 133
T. Narahara, et al: Cubital Tunnel Syndrome Resulted by Supporting Binoculars in Professional Skipjack Fishermen
- 肘部管症候群の手術例における誘発知覚神経活動電位波形の解析とその術後の推移
一ことに Temporal Dispersion について 保坂正人・他 137
M. Hosaka, et al: Wave Analysis of Sensory Nerve Action Potentials and its Postoperative Changes in Cubital Tunnel Syndrome
- 初期遅発性尺骨神経麻痺に対する装具療法について 橋本卓・他 143
T. Hashimoto, et al: The Prosthetic Therapy of the Early Tardy Ulnar Palsy
- 腕神経叢麻痺
腕神経叢損傷のサーモグラフィー所見 冲永修二・他 147
S. Okinaga, et al: Thermographic Evaluation of Brachial Plexus Injuries
- 腕神経叢損傷—腋窩、肩甲上神経損傷例の治療と予後 落合直之・他 151
N. Ochiai, et al: Brachial Plexus Injuries—Surgical Treatment of Combined Injuries of the Axillary and Suprascapular Nerves
- 腕神経叢麻痺に対する知覚機能再建 中土幸男・他 156
Y. Nakatsuchi, et al: Reconstruction of Sensory Function for Brachial Plexus Palsy

原 著

手関節の加齢変化

—三角線維軟骨、関節軟骨、靱帯について—……………堀 井 恵 美 子…… 161

E. Hori, et al : Degenerative Change of the Wrist

日本学術会議だより No. 9 ……………… 172

末梢神経障害に関する実験的研究

第12報：長期圧迫障害モデルの病態について

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

高 山 真一郎・堀 内 行 雄

山 中 一 良・伊 藤 恵 康

内 西 兼一郎

An Experimental Model of Chronic Nerve Compression in the Dog

Shin-ichirou Takayama, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Keio University School of Medicine

Introduction

Although entrapment neuropathy is a common clinical entity, its pathophysiology is not well understood. We made an animal model of the entrapment neuropathy using a sciatic nerve of dog, and could get some attractive results.

Material and Methods

The sciatic nerves of 18 adult dogs were used. A chronic compression study was carried out with "Keio University Compression Device". The compressing period was between 3 and 12 months. The compressing point was at 4 cm distal to sciatic notch and the compressing length was 1 cm with a force of 15 g (27.6 mmHg).

(1) Electrophysiological study ; Motor nerve conduction velocity (MCV) was recorded using anterior tibial muscle.

(2) Muscle weight ; Weight of the anterior tibial muscle was measured.

(3) Histological study ; Transverse sections were made at compression site, at 3 cm distal and proximal to it, as well as at the proximal site just after lumbar plexus. Histograms of fiber diameter were drawn from the specimens stained with toluidin blue. The studies of barrier function of perineurium and blood-nerve barrier were carried out with evans blue albumin (EBA). These results were compared with those of the subacute compression study (3 weeks), which was previously reported.

Results

(1) The conduction was not blocked at the point of compression, and MCV of the sciatic nerve was about 55~60% of normal and not largely changed by compressing time. No significant difference was observed between the chronic and the subacute groups.

(2) Weight of anterior tibial muscle was about 80% of the normal regardless of the compressing time.

(3) The longer the duration, the severer the histological change at the compression site. After

Key words: entrapment neuropathy, chronic nerve compression, experimental model, Renaut body, blood-nerve barrier

Address for reprints: Shin-ichirou Takayama, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

chronic compression (12 months), only the small and thin myelinated fibers were observed. Compared with conduction velocity study, no constant results were obtained in histological study.

(4) "Renaut bodies" were frequently observed in the compression site in the 12 months group. There were no "Renaut bodies" in the 3 and 6 months groups.

(5) Although the permeability of blood-nerve barrier was increased at the both ends of compression site, the barrier function of perineurium was preserved.

はじめに

Entrapment Neuropathy は、適切な実験モデルの作製が難しく、臨床例での病理組織学的検索が困難なこともあります。その病態に関してはいまだ解明されていない点も多い。われわれは 1979 年以来自家考案の圧迫装置を開発し、急性および亜急性圧迫障害に関する様々な実験的研究を行ってきた。今回、犬坐骨神経を用い、スプリング式圧迫装置による 12 カ月までの長期圧迫実験を行い、Entrapment Neuropathy 病態モデルの作製を試みた。

材料および方法

体重 10 kg 前後の雑種成犬の坐骨神経に対し、慶大式圧迫装置³⁾による 15 g (実際圧 27.6 mmHg) の低圧圧迫を 3, 6, 12 カ月間加えた長期圧迫モデルを作製した。同圧迫力による 3~6 週の亜急性圧迫実験では、神経の伝導性は遮断されず、圧迫部前後の 10 cm の運動神経伝導速度は正常の 50~60% となることが判明している。それぞれの群の頭数は、3 カ月群 6 頭、6 カ月群 7 頭、12 カ月群 5 頭で、圧迫部は坐骨結節より 4 cm 末梢とした。これらに対して、前脛骨筋を被検筋とし、圧迫部での運動神経伝導速度を経時的に測定することにより、電気生理学的検索を行った。さらに屠殺時に、圧迫部での坐骨神経の肉眼的観察、前脛骨筋湿重量測定を行い、反対側と比較した。組織学的検索は、圧迫側は、圧迫部、圧迫 3 cm 中枢部、圧迫 3 cm 末梢部、坐骨神経中枢部 (L_{6-7} 神経根が合流して坐骨神経を形成した直後) の 4 カ所、反対側では圧迫部とほぼ対称の部と坐骨神経中枢部の 2 カ所、計 6 カ所で横断切片を作製した。これらは 2.5% glutaraldehyde 1.5% paraformaldehyde による固定、1% osmium tetroxide による後固定を経て、epoxy 包埋を行い、toluidin blue 染色による観察を中心に行った。また得られた標本から有髓神経の直徑の histogram を作成、統計学的検討を加えた。さらに一部は evans blue albumin を用いた蛍光顕微鏡観察を行い、perineur-

ium および blood-nerve barrier の透過性の変化を検討した。それぞれ第 28 回本学会などで発表した 3 週の亜急性圧迫群と比較検討した^{1,2)}。

結果

(1) 肉眼的観察所見：圧迫が長期間になるほど圧迫部両端の仮性神経腫は増大したが、とくに中枢側の腫大は著しく、12 カ月群では直径が正常の坐骨神経の約 3 倍に達するものも見られた。しかし圧迫部における扁平率は、3 週の亜急性群とほぼ同様であった。

(2) 電気生理学的所見：圧迫部での運動神経伝導速度の変化を、健側に対する百分率で表わすと、55 から 60% とほぼ安定しており、明らかな変動は認められなかった (Fig. 1)。

(3) 筋湿重量：前脛骨筋の萎縮は湿重量の健側比で 80% 前後とこれも 3 週間以降の変化は生じていなかった (Fig. 2)。また個体ごとの運動神経伝導速度と筋湿重量とは比較的明らかな相関関係が認められ、相関係数は 0.72 であった。

(4) 組織学的所見：圧迫部においては、圧迫が長期間になるほど、大径有髓神経は減少し、6 から 12 カ月の圧迫では直径 5 μm 以下の小径線維が多くをしめるようになった。また変性過程にある大径線維は、3 カ

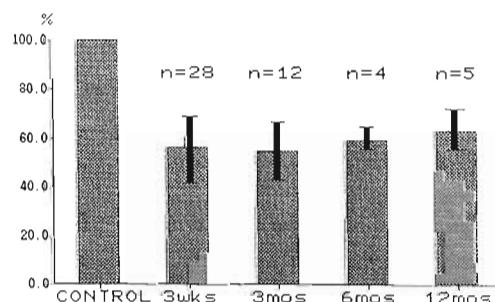


Fig. 1 Changes of mean MCV. Each groups were 55~60% of control, and no significant difference was observed between the chronic and the subacute groups.

月以降ではわずかしか観察されなかった (Fig. 3). 各グループ別の histogram を作成すると、この傾向がはっきりと表わされた (Fig. 4). 圧迫部での平均軸索径は圧迫期間とともに、徐々に減少し、control, 3週,

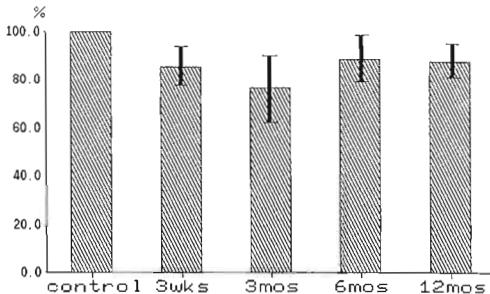


Fig. 2 Changes of anterior tibial muscle weights.
Each groups were about 80% of control.

3ヶ月, 6ヶ月の間では有意差が見られた (Fig. 5). しかし 6ヶ月群と 12ヶ月群との比較ではやや減少傾向が見られるものの、各個体間のバラツキも多く、有意差は認められなかった。亜急性圧迫群と同様、変性は神経束の中央より周辺に強い傾向が見られ、また同一部位においても神経束による変性程度は異なり、一般に細い神経束ほど変性が強い傾向を認められた。6~12ヶ月の長期圧迫群でも、標本によっては、所々に直径 7~8 μm 以上の有髓線維が見られたが、これらの髓鞘は正常なものと比べ細く、成熟していない再生線維と考えられる。これら長期圧迫群においては、大径で厚い軸索を持つ有髓神経線維はほとんど観察されなかった。またこれも再生との関係が示唆されるが、長期圧迫群ではしばしば 1~3 μm の小径線維が 5~10 個程度ごとに一つのグループを形成するのが観察された。さらに 12ヶ月群では圧迫部の subperineurial space に直径 80~200 μm の渦巻状構造物である

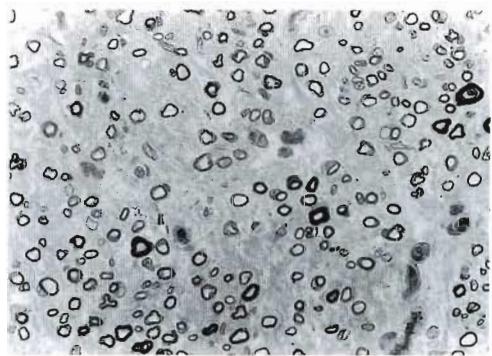
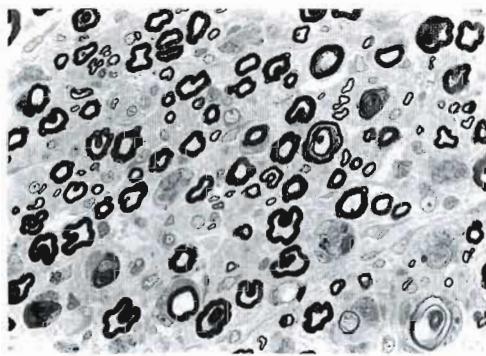
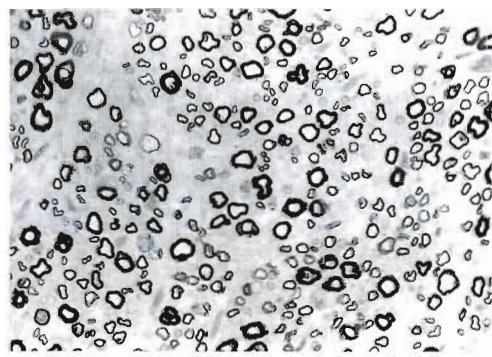


Fig. 3 Transverse sections of compression site (toluidin blue stain ×400).

a: control. b: 3 weeks c: 3 months d: 12 months. A fallout in the large myelinated fibers were noted after 12 months compression.

a	c
b	d

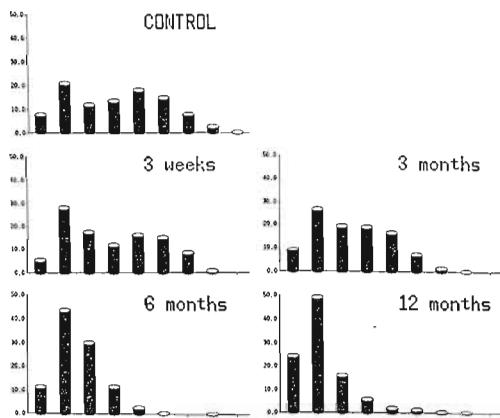


Fig. 4 Histograms of fiber diameter of each groups. After 6~12 months compression, large myelinated fibers were depleted in proportion.

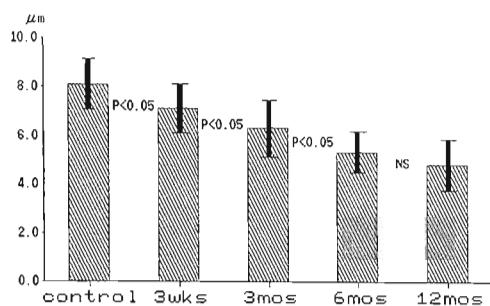


Fig. 5 Changes of mean fiber diameters.

Renaut body が高頻度に観察された (Fig. 6). この Renaut body は 6 カ月群までは 1 例も見られず、圧迫期間との関係が深いものと考えられる。Renaut body の有無およびその大きさ・出現数と、神経の変性程度との関連は明らかでなかった。圧迫部中枢の仮性神経腫の部位では、神経束間の結合織の著しい増生のみならず、intraneuronal edema も見られ、軸索径の減少よりおのおのの神経線維間の間隔拡大が目立った。圧迫部 3 cm 末梢は圧迫部とほぼ同様な histogram であったが、12 カ月群では圧迫部より変性程度のバラツキが多くかった。これは、圧迫部での変化が強く Waller 変性に陥った神経束では末梢の変性はより著しくなる一方、障害が軽度な神経束では再生傾向が見られ、末梢の変性は圧迫部より軽度となる為であろうか。3 cm 中枢でも histogram の左方移動が軽度見られ、control との間には有意差が認められた。またこの 2 カ所に関しては前述したように個体差が大きく、3, 6, 12 カ月群間での有意差は認められなかった。骨盤内の坐骨神経中枢部にも 12 カ月群の一部の症例には変性所見を思わせる変化が見られたが、神経全体の histogram では反対側との間に有意差は認められなかった。evans blue albumin を用いた実験では、圧迫が長期におよんでも perineurium の barrier function は保持され、神経周囲に浸潤させた色素は、神経内に漏出することはなかった。一方、静注した色素は圧迫中央部では血管内に留まるものの、圧迫境界部においては、endoneurial space への漏出が観察され、blood-nerve barrier の機能が障害されていることが示唆された。これらは亜急性群とほぼ同様な結果であった。

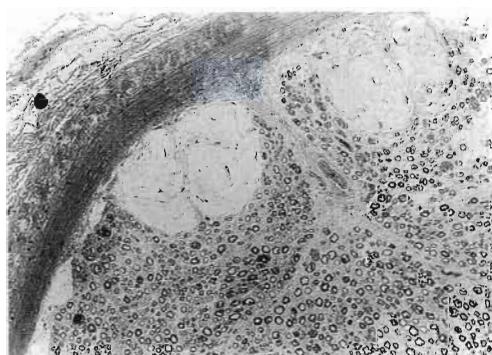


Fig. 6 Renaut bodies were seen in the compression site. a: $\times 100$ b: $\times 400$. Renaut bodies appeared only in the 12 months compression group.

ま　と　め

①entrapment neuropathy の実験モデル作製の試みとして、犬坐骨神経を用い 12ヵ月間までの長期低圧圧迫実験を行った。

②圧迫部での運動神経伝導速度は全期間を通じて 55~60% と変動は少なく、筋萎縮も軽度であったが、圧迫部での組織学的变化は、圧迫が長くなるにしたがい大きくなり、12ヵ月群では、Renaut body も見られた。

③本実験モデルは entrapment neuropathy に類似した病態を持つものと考えられ、今後様々な研究への応用が期待できる。

文　　献

- 1) 高山真一郎 他：末梢神経障害に関する実験的研究－妊娠における末梢神経易損性について、日手会誌、2: 557-560, 1985.
- 2) 高山真一郎 他：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管閥門および神経周膜の透過性について、中部整災誌、30: 172-174, 1987.
- 3) 堀内行雄：末梢神経障害に関する実験的研究－圧迫神経障害について、日整会誌、57: 789-803, 1983.

質問　島根医科大学整形外科 安藤 義博

①時期的にみて、亜急性障害と慢性障害とをどこで分けて考えているか？

②Infraneuronal fibrosis の所見はみられたか

③チューブの中央、チューブ端および、さらに近位遠位で組織像のちがいがみられたか？

回答　慶應義塾大学整形外科 高山真一郎

①はっきりとした定義はありませんが、一応 3~6 週を亜急性、6~12 ヵ月を慢性としました。

②慢性群では funicular によって、あるいは同一 funicular でも場所によってかなり変性程度に差があり、変性の強い部では inter funicular の fibrosis も認められました。

③圧迫の境界部において変性が強く見られる傾向がありました。また中心部より funicular の周辺部の変性程度が強いことは亜急性群、慢性群ともに見られました。

質問　大阪市立大学整形外科 松田 英雄
臨床の病態を理解する上に、有用な知見ありがとうございました。圧迫レベルより末指の有髄部位の径は、圧迫部より大きいようにみうけたのですが、そのレベルの伝導速度はどうでしたか。

回答　慶應義塾大学整形外科 高山真一郎
圧迫部末梢部での distal latency には明らかな遅延は生じていませんでした。今回の圧迫部での伝導速度というものは圧迫末梢と中枢の 10 cm の間の distal latency の差より求められた結果です。

質問　島根医科大学整形外科 朱 尚孝
①前回、御発表された亜急性モデルとの圧迫力の差はあるのでしょうか。

②亜急性時の変化にさらに加わった変化は、何が原因とお考えられるでしょうか。

回答　慶應義塾大学整形外科 高山真一郎

①われわれの圧迫装置で 15 g という等しい圧迫力です。詳しくは日整会誌の堀内の報告を参照下さい。

②このような低圧圧迫障害においては、長期間にわたり変性と再生が繰り返し、その結果として本報告の如くの組織学的变化が生じたものと考えられます。

神経部分切除後の等尺性収縮力の経時的変化

東京大学医学部形成外科学教室

朴 修 三・波利井 清 紀

都立大塚病院

上 田 和 豪

Recovery of Function in Partially Denervated Muscle

Susam Park, et al.

Department of Plastic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo

When a muscle is partially denervated, its force of contraction is temporarily reduced. It is known that the recovery of function is due to enlargement of the intact motor units through collateral sprouting of intramuscular axons and hypertrophy of the innervated muscle fibers. The purpose of this study was to examine the recovery of tension under variable degrees of partial denervation.

Materials and Methods

Forty-four white female rabbits (2.5 to 3.0 kilograms) were used. The nerves to the rectus femoris muscle on the left side were exposed and sectioned various degrees. The same nerves on the contra-lateral sides were used as controls. The partially denervated rectus femoris muscles were examined for isometric twitch and tetanic tension at varying times after surgery. The muscles of the contra-lateral sides were also examined as controls. Specimen of the transected nerves were fixed, dehydrated and embedded in Epon. They were stained with toluidine blue and myelinated fibers were measured with an analyzer.

Results

Tension of partially denervated muscles at an early stage after surgery, compared to their respective controls, decreased in proportion to the number of resected myelinated fibers. Tetanic tension at 2 months after surgery increased more than at immediately after surgery. Twitch and tetanic tension at 6 months after surgery also increased more than at 2 months after surgery. In some cases the tension recovered to almost normal. It was concluded that tension of partially denervated muscle, when most of its nerve has been resected, has a good chance of functional recovery.

はじめに

近年、微小神経外科の発展にともない、神経縫合や神経移植術が神経損傷の治療に広く用いられ、良好な知覚や運動機能の回復が得られるようになってきた。

しかし、神経が損傷を受けた場合、再生する神経は必ずもとと同じ機能終末にたどりつけるわけではない。そのため多くの場合、正常より少ない軸索の量で知覚や運動機能の再支配が行なわれる。運動機能に関しては、運動神経が部分的な損傷を受けると筋肉内の残存

Key words: Isometric contraction, muscle denervation, electric Stimulation

Address for reprints: Susam Park, M.D. Department of Plastic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.

した運動神経からの脱神経筋線維への枝別れによる再支配³⁾や、残った筋線維の代償性の肥大³⁾などにより筋の収縮力を回復する。しかし、これまでに残った軸索の量と運動機能の回復の程度について経時的に測定した報告はみられない。

今回われわれは家兎の大腿直筋の運動神経を切除量を変えて部分切除し、経時に等尺性収縮力を測定した。神経の切除量と機能回復の程度および機能回復に要する期間などについて検討したので若干の考察を加えて報告する。

材料および方法

体重 2.5~3 kg の白色家兎 44 羽用いた。そのうち、大腿直筋の収縮力測定の電気刺激の条件を決定するために 11 羽を用い、実験には 33 羽を用いた。

大腿直筋の運動神経である大腿神経の分枝を切除量を変えて、部分切除し等尺性収縮力を測定した。切除した神経は再生によって連続性が回復しないように両端を電気凝固したのちナイロン糸で結紮した。実験群は収縮力の測定時期により神経部分切除の直後、2 週後、2 カ月後、6 カ月後の 4 群に分けた。神経切除は右側にのみ加え、左側は右側の等尺性収縮力および神経の有髓軸索数の対照として用いるために無処置のままとした。部分切除した神経は初回処置時に、残存させた神経は収縮力を測定した後に固定してエボン包埋し、薄切後トルイジングブルー染色をして顕微鏡下で写真撮影した。神経束内の有髓軸索は拡大組み写真を作製して画像解析装置 (Kontron AM-03) により計測した。

等尺性収縮力は、家兎の骨盤骨を 1.5 mm の鋼線で台に固定し、起始部はそのまままで停止部を膝蓋骨とともに切離しワイヤーで tension meter に連結し、大腿神経を閾値上で電気刺激して、単収縮と強収縮時の収縮力を測定した。

結果

大腿直筋への運動神経の無処置側の平均総有髓軸索数は、 695.2 ± 95.3 S. D. 個でそのうち 4 μ 以上の有髓軸索数は 549.9 ± 86.9 S. D. 個であった。

等尺性収縮力は、大腿直筋の停止部を遊離して tension meter に連結し、大腿神経の大股直筋以外への分枝を切除したのちに電気刺激をして測定した。収縮力は測定時の負荷、Frequency、刺激の強さなどにより値が大きく変わってくる。測定時の負荷は単収縮、強収

縮ともに負荷が 200 g をこえたあたりではほぼ一定の値となったので 300 g の負荷をかけて収縮力の測定を行ない、強収縮時の Frequency は 100 Hz 以上で一定の値となるため Frequency は 100 Hz で測定することにした。その他の刺激条件は duration 0.2 msec, voltage は閾値の約 3 倍の 15 V とした。

横軸は初回処置時に部分切除した 4 μ 以上の有髓軸索数と無処置側の 4 μ 以上の総有髓軸索数から推定した残存有髓軸索の比率 (%A)，縦軸は処置を加えた右側と対照とした無処置の左側の大股直筋の等尺性収縮力の比率 (%T) とした。

部分切除直後の測定では、神経の切除量が少ないと収縮力はあまり減少しなかったが、切除量が多くなるに比例して収縮力も減少してきた (Fig. 1)。神経切除後 2 週の測定では、神経切除直後の測定値と異なり、神経の切除量の多少にかかわらず切除された軸索の量にはほぼ比例した収縮力の減少がみられた (Fig. 2)。2 カ月後の測定になると 2 週後の値に比べ、損傷されずに残った有髓軸索量に比較して収縮力が大きい値を示すものが多くなった。また、単収縮よりも強収縮でその傾向が強かった (Fig. 3)。神経切除後 6 カ月での測定では、大腿直筋の収縮力の無処置側と処置側の差はさらに少なくなり、大部分の有髓軸索を切除し

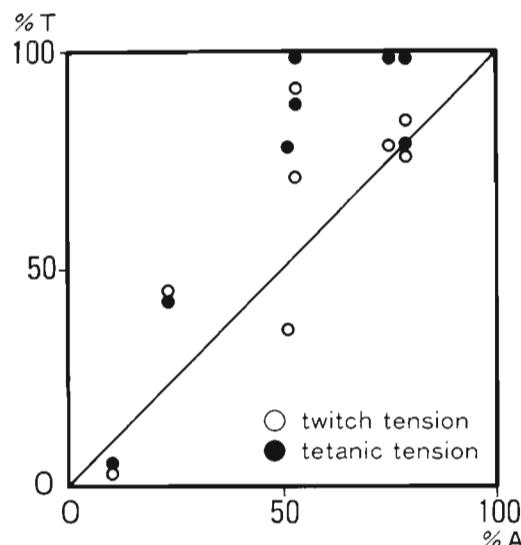


Fig. 1 Percentage of intact myelinated axons versus percentage of twitch and tetanic tension of controls: immediately after surgery.

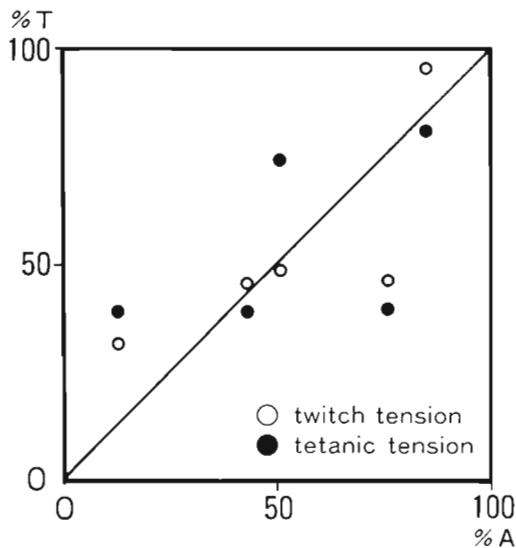


Fig. 2 Two weeks after surgery.
Twitch and tetanic tension decreased in proportion to amount of resected nerves.

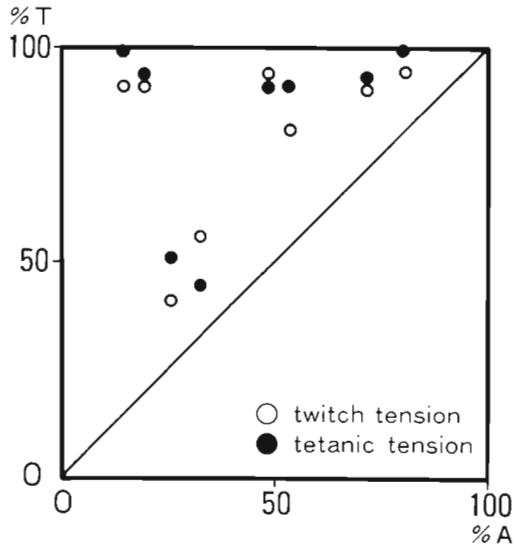


Fig. 4 Six months after surgery.
Twitch and tetanic tension showed good recovery despite severe denervation.

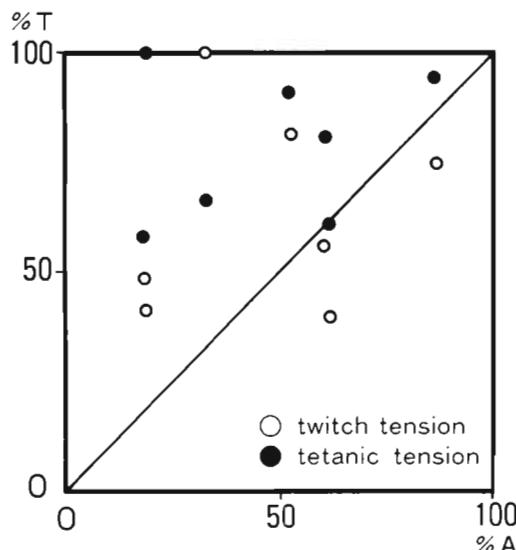


Fig. 3 Two months after surgery.
Tetanic tension increased slightly.

た症例でも正常に近い収縮力を示すものもあった。また、2カ月後に見られるような単収縮と強収縮とのかい離はみられなかった (Fig. 4)。

神経の部分切除による残存した有髄軸索への影響についても調べた。神経切除直後と2週後で測定したものは期間が短いため除外した。有髄軸索数への影響で

は、無処置側の総有髄軸索数と処置側の初回神経切除時と収縮力測定時に採取した神経の有髄軸索数の合計を比較した。処置側の 4μ 以上の有髄軸索数の合計は平均で 640 ± 127 S. D. 個で、無処置側の総有髄軸索数より約 17% 多かった。有髄軸索の直径への影響は、神経の切除量および測定までの期間ごとに、無処置側の有髄軸索の平均直径と処置側の収縮力測定時に残っていた有髄軸索の平均直径とを比較した。神経の切除量や収縮力測定までの期間にかかわらず、有髄軸索の平均直径の値に明らかな差は見られなかった。

考 察

骨格筋の支配神経に部分的な損傷が加わると、その支配している筋線維に脱神経変化が起きる。脱神経筋には、Edds³⁾, Guth ら⁴⁾, Hoffman⁶⁾ らによれば、筋肉内の残存神経からの collateral sprouting により脱神経筋への神経の再支配が起こる。そのため、一つの神経が支配する筋線維数 (motor unit) が増加し、筋線維の酵素学的タイプ、収縮力、収縮時間などにも影響がみられる^{2,7)}。これまでの報告ではラットやマウスの実験で 4~5 倍の motor unit の拡大がみられたと報告されている^{1,5)}。また、それ以外にも神経の支配を受けている筋線維が overwork effect で肥大することによっても収縮力は増加する⁸⁾。

われわれの実験では運動神経を部分切除された大腿直筋は、その直後は切除した有髄軸索量に比べ収縮力の減少は少なかった。支配神経が損傷を受けた筋線維に変性がまだ起きていないため残存した神経へ電気刺激を行なうと刺激の波及や機械的刺激に反応した筋線維の収縮がおこる。そのため、残された有髄軸索量に比べ大きな収縮力が得られたと考えられた。2週後の測定では支配神経の損傷を受けた筋線維が脱神経変性に陥ってくるため、切除された有髄軸索の量に比例した収縮力の減少がみられた。

Collateral sprouting は神経の損傷後4~5日で始まり、脱神経筋への神経再支配が2週後にはみられたと報告されている³⁾。大腿直筋の収縮力は、神経部分切除後2ヵ月では2週目に比較して強収縮の収縮力が増大しており、脱神経筋への神経再支配や overwork effect がすでにおきていると考えられた。6ヵ月後では正常の有髄軸索数の約20%に減少させた症例でも正常に近い単収縮と強収縮が得られるものもあった。われわれの実験では、処置側の有髄軸索数が合計で約17%増加しており、切除した軸索の一部は残存させた神経束内に侵入して脱神経筋に到達し収縮力の回復に貢献していると考えられた。

運動神経の部分損傷の場合だけでなく、神経縫合や神経移植においても同様に機能終末に到達できる有髄軸索数が正常よりかなり少い場合も多い。しかし、少量の有髄軸索しか機能終末に到達できなくても正常に近い収縮力が回復する可能性があることが示唆された。

ま　と　め

家兔の大腿直筋の運動神経を部分切除して、等尺性収縮力の回復を経時的に測定した。

1. 運動神経を部分切除した大腿直筋は早期には切除された有髄軸索の量に応じた収縮力の減少をおこした。
2. 神経部分切除後2ヵ月で強収縮の値が増加し、6ヵ月では単収縮・強収縮ともにあきらかな収縮力の回復がみられた。
3. 大部分の有髄軸索を切除した症例でも6ヵ月後には正常に近い収縮力を回復する例もみられ、骨格筋に到達している有髄軸索の量が少なくてもかなりの程度の機能の回復が得られる可能性があると考えられた。

稿を終えるにあたり、御校閲頂いた東京大学医学部

形成外科学教室主任、福田修教授に深謝いたします。

文　献

- 1) Brown, M. C., et al.: Sprouting and regression of neuromuscular synapses in partially denervated mammalian muscles. *J. Physiol.*, 278: 325-348. 1978.
- 2) Chan, H. S., et al.: Modification of motor units in fast twitch muscle after partial denervation. *J. Physiol.*, 281: 29-30. 1978.
- 3) Edds, M. V. Jr.: Collateral nerve regeneration. *Q. Rev. Biol.*, 28: 260-276, 1953.
- 4) Guth, L.: Neuromuscular function after regeneration of interrupted nerve fibers into partially denervated muscle. *Exptl. Neurol.*, 6: 129-141, 1962.
- 5) Herbison, G. J., et al.: Electrical stimulation of sciatic nerve of rats after partial denervation of soleus muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 67: 79-83. 1986.
- 6) Hoffman, H.: Local re-innervation in partially denervated muscle: a histo-physiological study. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, 28: 383-397, 1950.
- 7) Huizar, P. et al.: Reaction of intact spinal motoneurones to partial denervation of the muscle. *J. Physiol.*, 265: 175-191, 1977.
- 8) Kinney, C. L., et al.: Overwork effect on partially denervated rat soleus muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 67: 286-289. 1986.

質問 東芝中央病院 中川 種史

Muscleはごらんになったでしょうか。

回答 東京大学整形外科 朴 修三

Muscleに関しての検討は現在行なっております。

質問 筑波大学形成外科 光嶋 獣

部分切除した部よりも中枢神経幹においては、逆行性変性とその後の sprouting による再生軸索の出現が考えられる。それゆえ術後一過性に軸索数の増加が認められると思えるが、“軸索数が不定”という先生の結果を矛盾することになる、再生した軸索はいかなる運命を巡ったのでしょうか？

回答 東京大学整形外科 朴 修三

再生軸索の残存神経への侵入については、軸索数の増加でもうかがえます。しかし、残存神経束内には通常の神経縫合や神経移植時のように軸索の再生を待っている Schwann 細胞などはないため軸索数の増加はそれほど多くはならないと思われます。再生神経の運

命に関してですが、残存神経内に侵入できた再生軸索の内の一部が脱神経された筋線維に到達できて、収縮力の回復に関与していると思われます。

質問 慶應義塾大学整形外科 高山真一郎
この結果は、正常の Motor Unit には一部損傷されても、かなりの余力（回復の潜在力）があると思いますが、これは主に神経側にあるのでしょうか、筋肉側にあるのでしょうか。

回答 東京大学整形外科 朴 修三
残存神経の collateral sprouting と筋線維の代償性の肥大の両方で収縮力の回復がなされます。余力という言葉は少し変ですが、一つの筋線維が代償性の2倍の力を出せるようになるより、一つの神経線維が2倍の筋線維を支配できるようになるほうがおこりやすいと思います。

持続的電気刺激の脱神経筋におよぼす影響に 関する実験的研究

国立栃木病院整形外科

根 本 孝 一

McGILL 大学形成外科

H. BRUCE WILLIAMS

The Effects of Electrical stimulation on Denervated Muscle Using Inplantable Electrodes

Koichi Nemoto, et al.

National Tochigi Hospital and Montreal General Hospital (McGill University)

This experimental study investigated the effects of continuous electrical stimulation on denervated muscle. The canine peroneal nerve was severed and repaired microsurgically and the denervated extensor muscle group of the leg was stimulated continuously with an implantable electrode and pulse generator. EMG study, muscle force measurement, muscle weight measurement, histology, and histochemistry were performed to study the effect at 8 weeks after the operation. Continuous electrical stimulation (pulse frequency 130 pps, burst rate approximately 1 train/min.) was effective in decreasing muscle atrophy and improving muscle force. These findings may have broad clinical applications.

神経修復術後の筋機能回復は、必ずしも良好とは限らず、ことに、神経の再生時間に関連している。脱神経筋に対する電気刺激は、この問題に対処する試みである。今回、末梢神経を切断縫合後、ベースメーカーと刺激用電極を埋め込んで、支配筋に持続的電気刺激を加え、その効果を検討したので報告する。

方 法

体重 25 kg の成犬 10 頭を用いた。右の総腓骨神経を、長腓骨筋から 4 cm 中枢で、鋭的に切断後、顕微鏡下に縫合して、次の 2 群を作製した。

第 1 群：神経の処置後、直ちに刺激電極を右前脛骨筋々膜下に、ベースメーカーと不関電極を大腿皮下に埋め込み、下腿伸筋群の持続的電気刺激を開始した (N=5) (Fig. 1).

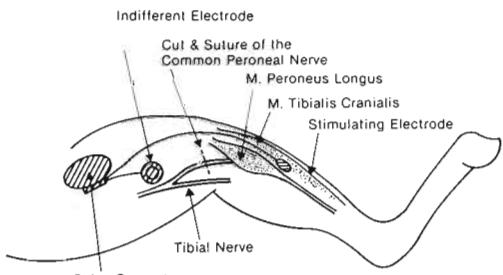


Fig. 1 Diagram of the experimental procedure in Grope 1. The extensor muscle group of the leg was stimulated continuously with an implantable electrode and pulse generator.

第 2 群：神経に同じ処置を加えたが、電気刺激を加えなかった (N=5)。

第 1 群における刺激条件は、amplitude 4 volts,

Key words: denervated muscle, muscle atrophy, electrical stimulation, muscle force, muscle histology

Address for reprints: Koichi Nemoto, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, National Tochigi Hospital, 1-10-37, Nakatomatsuri, Utsunomiya, Tochigi 320, Japan.

frequency 130 pps, pulse width 210 microsec, cycle ONtime 1.5 sec, cycle OFF time 60 sec, (burst rate ca. 1 train/min) とした。ペースメーカー、不関電極および刺激電極を Fig. 2 に示す。成績の評価は、術後 8 週間後に実施した。方法は、筋電図、筋力測定、疲労試験、筋重量測定、組織学および組織化学的検索を用いた。筋電図は、総腓骨神経の縫合中枢部を経皮的に針電極で刺激し、長腓骨筋のM波を記録した。筋力は、force-transducer を長腓骨筋腱に連結し、総腓骨神経を閾値の 2 倍の電圧で刺激して得られた最大値とした。

結 果

長腓骨筋のM波の振幅は、正常筋で 17.1 mV、第 1 群で 1.3 mV、第 2 群で 1.1 mV であり、両群間に有意の差はなかった。

最大筋力は、第 1 群で健側の 29.2%、第 2 群で 16.2% であり、両群間に有意の差が得られた。

疲労試験は、筋力測定開始時と 10 分後の筋力の比率で表示した。正常筋で 84.1%，第 1 群で 81.4%，第 2 群で 70.5% であり、両群間に有意の差が得られた。

Fig. 3 は、筋力測定開始後 10 分までの各群の筋力の推移を示す。

筋重量は、第 1 群で健側の 67.3%，第 2 群で健側の 53.4% であり、両群間に有意の差が得られた。

長腓骨筋の肉眼的所見を示す。上は健側、下は手術側である。電気刺激を加えた筋は非刺激筋よりも大であった。(Fig. 6)

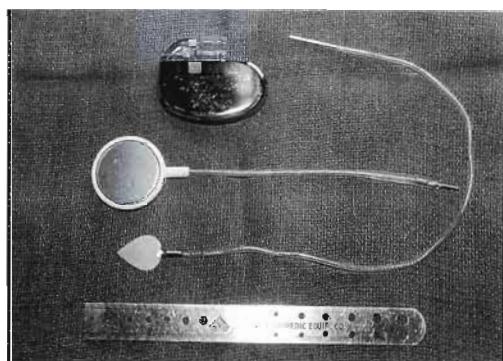


Fig. 2 Top: Pulse generator. Middle: Indifferent electrode. Bottom: Stimulating electrode.

長腓骨筋の HE 染色による組織学的所見を Fig. 4 に示す。第 2 群において、程度の強い筋萎縮と纖維化を認める。

前脛骨筋の PH 4.3 での ATP-ase 染色による組織化学的所見を Fig. 5 に示す。黒く染まっているのは Type 1 繊維、すなわち、遅く収縮し疲労しにくい繊維であり、白く染まっているのは Type 2 繊維、すなわち、速く収縮し疲労しやすい繊維である。Type 1 繊維の比率は、正常筋で 34%，第 1 群で 46%，第 2 群で 28% であった。

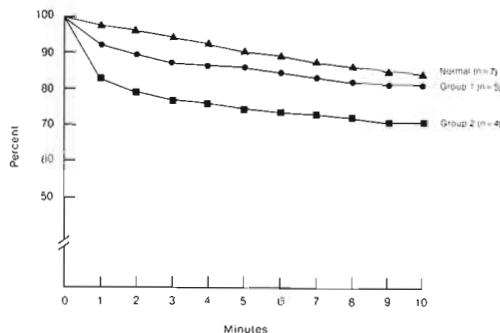


Fig. 3 Fatigue property of the peroneus longus muscle indicated by percentage of initial force. The stimulated denervated muscle (Group 1) was less fatigable than the non-stimulated denervated muscle (Group 2).

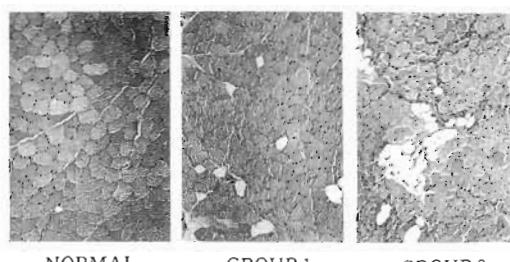


Fig. 4 Microscopic findings of the peroneus longus muscle with H & E staining ($\times 125$). Less atrophy of the muscle fibers and limited fibrosis are observed in the stimulated denervated muscle (Group 1) when compared with the non-stimulated denervated muscle (Group 2).

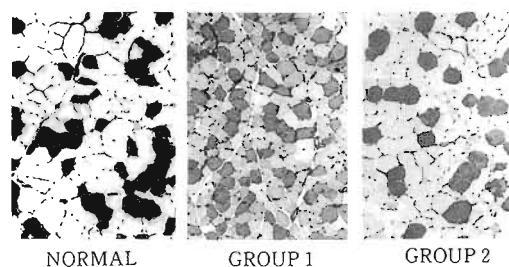
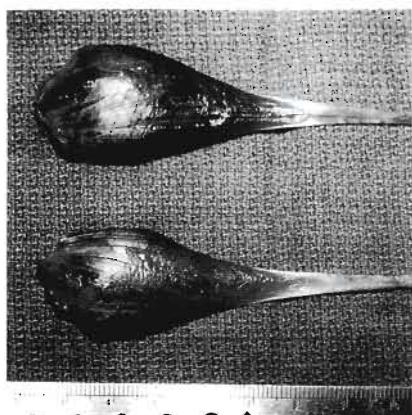


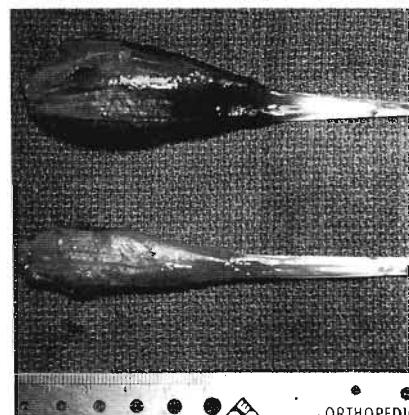
Fig. 5 Microscopic findings of the cranial tibial muscle with ATPase staining at pH. 4.3 ($\times 125$). Dark fibers are type 1, i. e., slow twitch, less fatiguable fibers. Light fibers are type 2, i. e., fast twitch, more fatiguable fibers.



GROUP 1

← Left
(Normal) →

← Right
(Operated) →



GROUP 2

Fig. 6 Macroscopic findings of the peroneus longus muscle at 8 weeks after the operation. The muscle volume of the stimulated denervated muscle (Group 1) was greater than that of the non-stimulated denervated muscle (Group 2).

検 討

脱神経筋に対する電気刺激の効果については、賛否両論がある。しかし、従来の論文は、挫滅した神経を実験モデルとしており、様々な神経損傷を含むため、適正なモデルとは言えない。本実験では、より臨床に近似させるため、神経を切断再縫合して実験モデルとした。

実験に用いたペースメーカーはコントローラーにより、刺激条件の遠隔調整が可能である。

刺激条件のうち、pulse frequency と burst rateは、

とくに重要である。報告によれば、high frequency の電気刺激は、遅筋を速筋に変え、low frequency の電気刺激は、速筋を遅筋に変えるとされている。

本実験では、筋力増大を得るために、high frequency, low burst rate の電気刺激を加えた。この刺激条件では、筋は疲労しやすくなると予想されたが、電気刺激を加えなかった脱神経筋に比べ、筋力は増大し、かつ疲労しにくい筋が得られた。

神経損傷後の筋萎縮には、二つのタイプがあり、脱神経性萎縮は、主として Type 2 繊維に起こり、廃用性萎縮は、主として Type 1 繊維に起こるとされてい

る。今回の実験では、電気刺激により Type 1 繊維が増加した。このことは、廃用性萎縮の防止と、筋繊維の Type 変換の起こった可能性がある。筋電図的には、電気刺激と軸索再生の間に関連を認められなかつた。

本法は、次のような症例に対して、臨床応用が可能と考えられる。

1. 近位部での末梢神経損傷。(例えば、腕神経叢損傷、高位尺骨神経損傷、坐骨神経損傷など。)
2. 顔面神経麻痺。
3. 四肢麻痺および対麻痺。(再健手術としての神経移行術や神経移植術後に。)
4. 片麻痺。(回復徵候を示す症例に。)
5. 筋肉移植。

結 語

1. 埋没電極による脱神経筋の持続電気刺激は、神経修復術後の筋萎縮防止と筋力増大に有効であった。

2. 本法は、臨床応用が可能と考えられる。

文 献

- 1) Cole B. G., et al.: Does electrical stimulation of denervated muscle, continued after reinnervation, influence recovery of contractile function? *Exp. Neurol.*, 85: 52-62, 1984.
- 2) Dewar M. L., et al.: Biomechanical Cardiac Assist: Cardiomyoplasty and Muscle-Powered Devices. Futura Publishing Co., New York, 43-58, 1986.
- 3) Girlanda P., et al.: Effect of electrotherapy on denervated muscle in rabbits: An electrophysiological and morphological study. *Exp. Neurol.*, 77: 483-491, 1982.
- 4) 原田義昭:除神経筋の実験的研究(2)除神経筋に対する電気刺激の影響に関する実験的研究, 日整会誌, 57: 859-867, 1983.
- 5) 金谷文則 他:脱神経性筋萎縮におよぼす電気刺激の効果に対する実験的研究, 日手会誌, 2: 648-653, 1985.

- 6) Lomo T., et al.: Plasticity of Muscle. Walter de Gruyter, Berlin, 297-309, 1980.
- 7) Nix W. A.: The effect of low-frequency electrical stimulation on the denervated extensor digitorum longus muscle of the rabbit. *Acta Neurol. Scand.*, 66: 521-528, 1982.
- 8) Pacher B. R., et al.: Electrical stimulation effect on denervated skeletal myofibers in rats: A light electron microscopic study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 63: 427-430, 1982.

質 問 筑波大学形成外科 光嶋 黒

①脱神経性筋萎縮の機序としては筋細胞内骨格の変性が考えられるが、電気刺激はこの変性機構のいづれのプロセスを制御するのでしょうか?

②電気刺激が再生筋細胞の分化増殖を活性化するために筋力増強がおこったと考えられないか。

③8週における筋細胞数と細胞核数、核の局在は正常筋細胞に比べ変化がなかったか?

回 答 国立栃木病院整形外科 根本 孝一

①電気刺激による筋萎縮防止の作用機序については、まだ解明されていない。

②筋萎縮防止によるものと考えている。

③定量的には、現在検討中である。核の局在に著変は認めていない。

質 問 東京大学医学部整形外科 長野 昭

刺激条件の設定はどうやって決められたか。

回 答 国立栃木病院整形外科 根本 孝一

Frequency は、巧緻性回復の観点から Type 1 を重視して、high frequency とした。

Burst rate は、横紋筋を心筋に変換する刺激条件の反対を選ぶ意味で、low rate とした。

Amplitude は、予備実験における閾値の2倍程度とした。

末梢神経 Waller 変性の免疫組織化学的検討 —抗 myelin basic protein 抗体による髓鞘の変化について—

東京大学整形外科学教室

飛 松 治 基・長 野 昭
飛 松 好 子・山 本 精 三
河 原 元

An Immunohistochemical Study on Wallerian Degeneration of Peripheral Nerve
—Changes of Myelin Sheath Using Monoclonal Antibody of Myelin Basic Protein—

Haruki Tobimatsu, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo

In order to investigate the pathology of Wallerian degeneration and regeneration of peripheral nerve, we examined changes of myelin sheath in transected and crushed sciatic nerves of rabbits with the immunohistochemical method using monoclonal antibody of myelin basic protein (MBP) according to the avidin biotin peroxidase complex method.

The earliest degenerative changes in the myelin sheath were seen two days after the transection with the MBP stain. Two to three weeks after the transection, all the myelin sheaths exhibited the signs of degeneration which were breakdown of myelin sheath and reduction in myelin sheath thickness. The immunoreactivity to MBP was nearly disappeared four weeks after the transection.

The degenerative changes with the MBP stain took place simultaneously along the length of the nerve.

Toward the proximal side of the transected site the number of small myelinated nerve fibers increased from two weeks after the transection.

We could find the first signs of degeneration in the axon with the neurofilament (NF) stain, which were seen the day after the transection, before the first signs of degeneration in the myelin sheath with the MBP stain.

In the regenerating process, we could find the regeneration of the myelin sheath with the MBP stain about one week after that of the axon with the NF stain.

The myelin sheath with the MBP stain was clearer than that with Masson's trichrome stain especially in the early regenerating process.

In the degenerating process the immunoreactivities to MBP and NF remained after the biochemical disappearance of MBP and NF, therefore we should take the time after injury into consideration in case of estimating the histological changes of peripheral nerve with the MBP stain and NF stain.

目 的

Waller 変性および再生の経時的変化についてはさ

さまざまな報告があるが、各研究者の観察手段の相違によりその発現経過が異なって報告されている。われわれは、neurofilament (以下 NF と略す) に対する

Key words: wallerian degeneration, regeneration of nerve, myelin basic protein, immunohistochemical method, neurofilament

Address for reprints: Haruki Tobimatsu, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

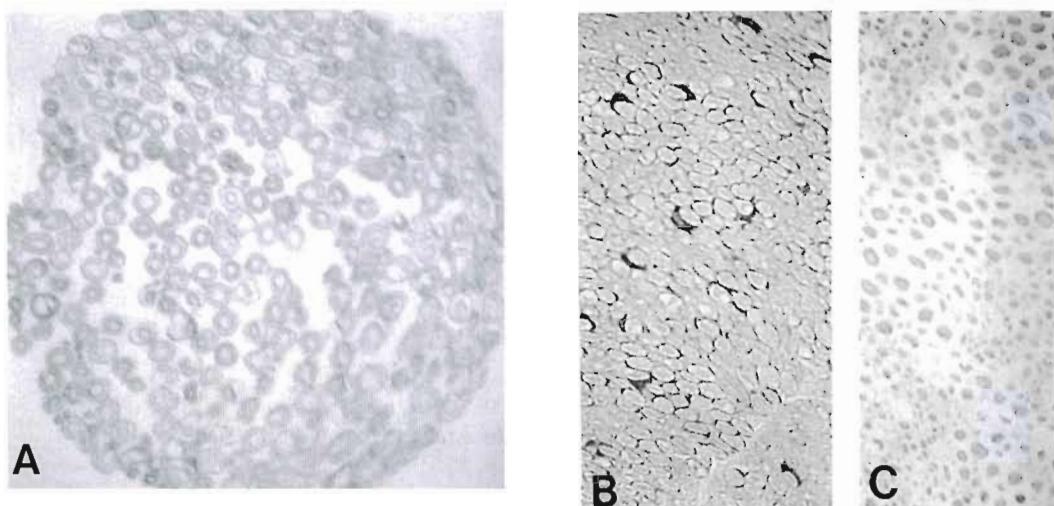


Fig. 1 Normal sciatic nerve of rabbit. ($\times 100$)
A : MBP stain, B : S-100 stain, C : NF stain.

monoclonal 抗体を用いた免疫組織化学的手法による Waller 変性および再生時の軸索の変化について第 29 回日本手の外科学会において発表したが⁴⁾, myelin basic protein (以下 MBP と略す)に対する monoclonal 抗体を用いた Waller 変性の検討についてはまだ報告が認められない。今回われわれは, MBP に対する monoclonal 抗体を用いて Waller 変性および再生時の髓鞘の経時的变化について, Waller 変性の開始の時期, 完成の時期, 再生の開始の時期などについて検討を行なった。また, 従来の染色法と比較し, 本法の有用性についても検討した。

方 法

生後約 6 カ月, 体重約 3 kg の家兎の坐骨神経を坐骨結節部で切断して約 1 cm 切除し, 近位端を近傍の筋層間に埋没縫合して Waller 変性を作製した。神経再生過程の検討には, 神経切断例と同一の部位で小児用ペアンにて坐骨神経を圧挫し, 神経上膜だけで連続している有連続性損傷を作製した。1, 2, 3 日後および 1, 2, 3, 4, 8, 12 週後に各群 3 羽ずつ坐骨神経を採取した。10% formalin 液で固定後 paraffin 包埋し, 切断部および圧挫部の中枢 10~15 mm から末梢 30~40 mm の部位で 5 mm 間隔に横断連続切片を作製した。切断 1 週後の 1 羽は脛骨神経を足関節部まで摘出し, 末梢約 160 mm の部位での変化も同時に観察した。MBP に対する抗体は, Eurogenetics 社製を使用した。

染色法は Avidin biotin peroxidase complex 法 (Vector 社製試薬)により行なった。対照の染色法として NF 染色 (Labsystem 社製 monoclonal 抗体), S-100 protein 染色 (日本抗体社製 monoclonal 抗体), Masson's trichrome 染色を同時に行なった。

結 果

1. MBP 染色では, NF 染色, S-100 protein 染色との対比で見ると髓鞘だけが染色されており, 軸索, Schwann 細胞には染色性はなかった (Fig. 1).
2. MBP 染色による髓鞘の Waller 変性の開始の時期は, 2 日後に髓鞘の輪状構造の菲薄化が認められたが, NF 染色による軸索の変性は 1 日後から認められた (Fig. 2).
3. 変性 1 週後の MBP 染色では, 髓鞘の菲薄化が進行し崩壊も認められたが, 輪状構造は大部分で保たれており, 正常の形態の髓鞘も残存していた (Fig. 3-A).
4. 変性 2 週後では, 髓鞘の輪状構造は一部に認められたが菲薄化と崩壊は著明となり, 正常の形態を保っている髓鞘はほとんど消失していた (Fig. 3-B).
5. 変性 3 週後では, 髓鞘の輪状構造は完全に崩壊していたが, 不均一に染色される髓鞘の崩壊物が残存していた (Fig. 3-C).
6. 変性 4 週以後では, MBP の染色性はほぼ消失していた (Fig. 3-D).

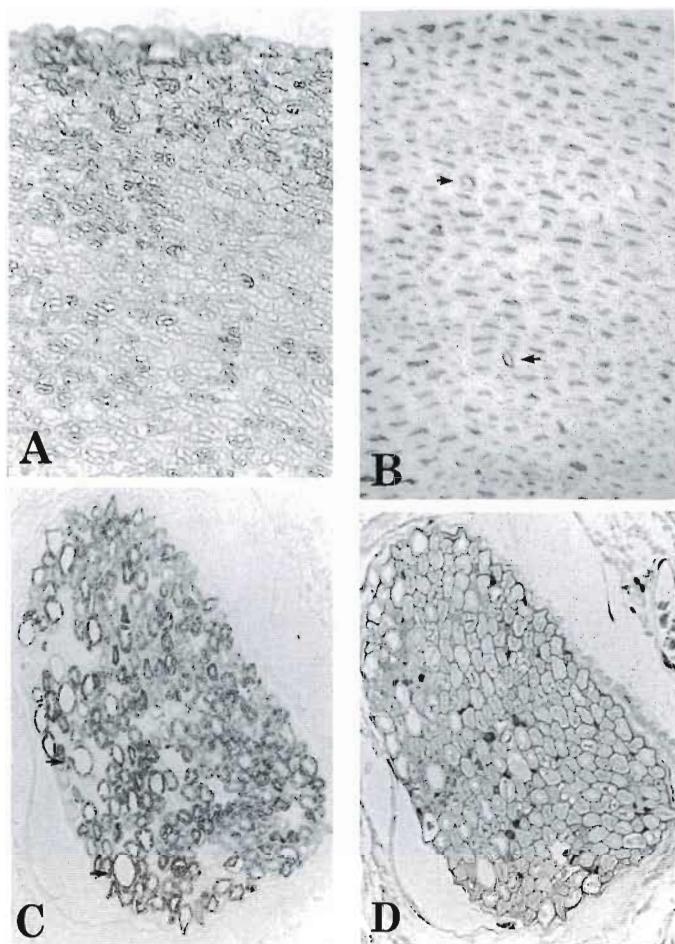


Fig. 2 10 mm distal part of the transected site. ($\times 100$)
 A : MBP stain, B : NF stain at the day after the transection.
 C : MBP stain, D : Masson's trichrome stain at 2 days after the transection.

7. 切断末梢側の各部位における髓鞘の変性所見は、160 mm 末梢においても差は認められなかった (Fig. 4)。

8. 切断中枢側では、直接の逆行変性の所見が認められない 10 mm 以上中枢において 2 週後より小径の有髓神経線維が増加し、8 週後には軸索、髓鞘とともに萎縮した小径有髓神経線維が著明に増加していた (Fig. 5)。

9. 再生過程を損傷部より 10 mm 末梢部で検討すると、MBP 染色では 3 週後に小径の再生髓鞘が崩壊した髓鞘と混在して認められはじめ、NF 染色による再生軸索が 2 週後から認められるのに比し約 1 週遅れ

ていた (Fig. 6)。

10. 従来の Masson's trichrome 染色と MBP 染色はほぼ近似した所見であったが、MBP 染色の方が background staining が少なく、変性像、再生像共に髓鞘が明瞭で、とくに再生初期に再生像が明確であった (Fig. 2-C・D, 6-C・D)。

考 察

MBP は、分子量 18 K の塩基性蛋白で中枢神経と末梢神経に共通に存在し、髓鞘に均一に分布しており、Schwann 細胞膜の内表面同士の接着時にその間に介在して major dense line の形成に重要な役割を果た

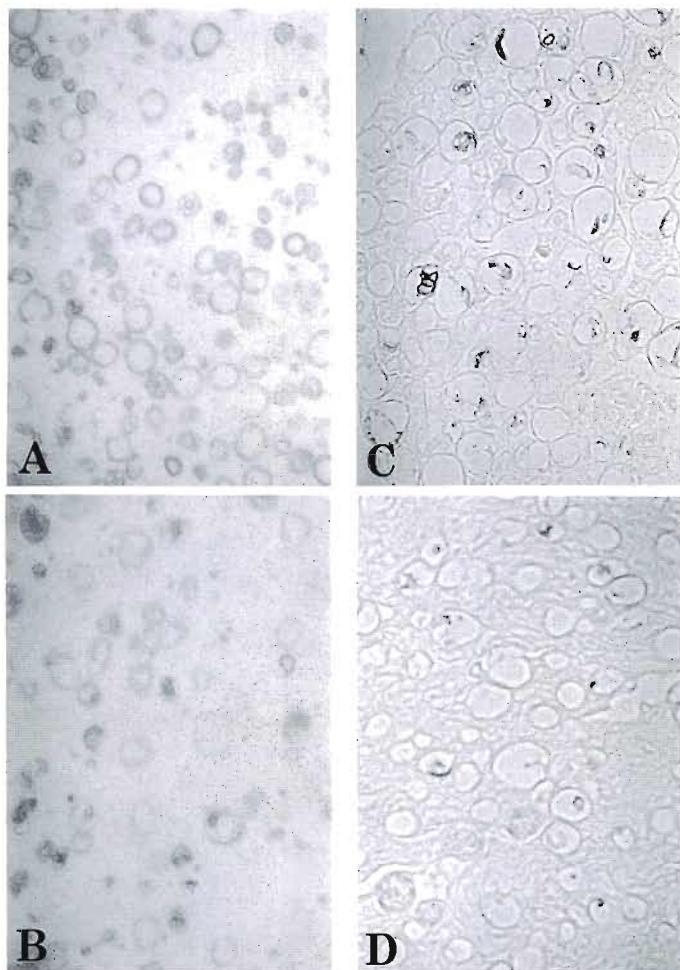


Fig. 3 10 mm distal part of the transected site in MBP stain. ($\times 100$)
A : 1 week, B : 2 weeks, C : 3 weeks, D : 4 weeks after the transection.

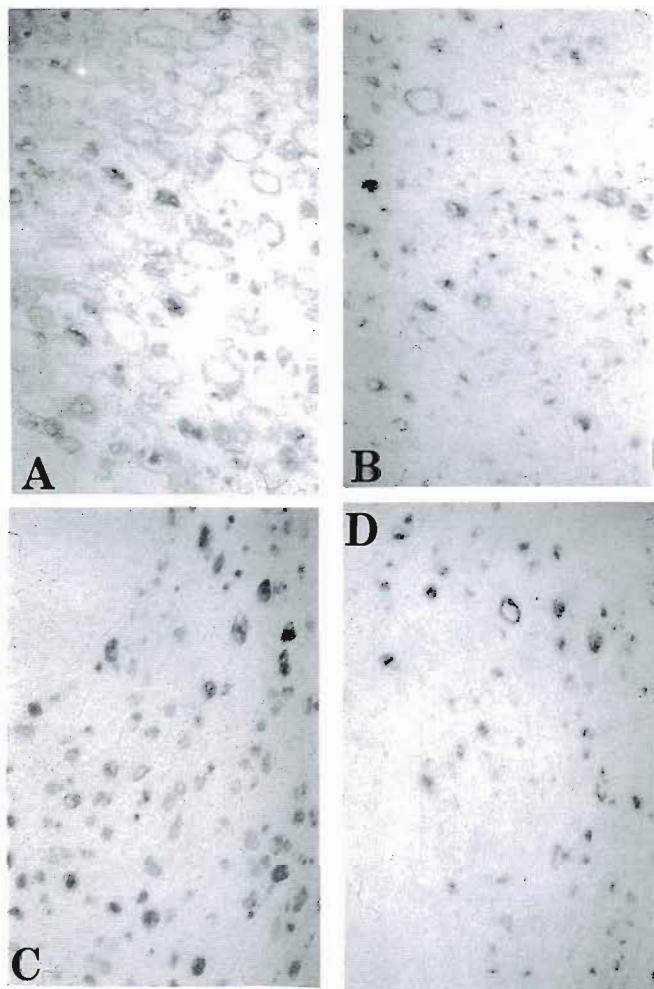
しているものと考えられている²⁾⁵⁾⁶⁾。MBP の Waller 変性時および再生時の経時的変動については、生化学的には変性過程で切断 5 日目に減少が認められ、再生過程では縫合後一旦消失し 21 日目より回復はじめたと古和らは報告している¹⁾。Waller 変性時の髓鞘構造の経時的变化については、髓鞘の崩壊の開始時期、崩壊の完成時期、髓鞘の崩壊物が消失する時期などについてはさまざまな報告があり一定していない³⁾。

われわれが行なった MBP 染色から見た Waller 変性時の髓鞘構造の経時的变化の概略は、2 日後に髓鞘の崩壊が開始し、2 週～3 週後に正常像が消失して崩壊が完成し、4 週後には髓鞘の崩壊物がほぼ消失して

いた。

軸索と髓鞘の変性開始の順序については、軸索の方が髓鞘より早く変性を生ずるという報告が多いが³⁾、MBP 染色と NF 染色の対比では、軸索の変性は 1 日後から認められたのに比し髓鞘の変性は 2 日後からで、変性の開始は軸索の方が早かったが、正常像が消失して変性が完成する時期は MBP 染色、NF 染色とともに 2 週～3 週後ではほぼ同時期であった。

Waller 変性が遠心性に発現するのか求心性に発現するのかについては、同時進行するという意見が多いが³⁾、われわれの結果でも末梢の各部位における髓鞘の染色性の差は認められず、これは NF 染色による軸

Fig. 4 1 week after the transection. ($\times 100$)

A: MBP stain, B: NF stain at 10 mm distal part of the transected site.
 C: MBP stain, D: NF stain at 160 mm distal part of the transected site.

索の所見についても同様であった。

再生過程では、MBP 染色と NF 染色によると軸索の再生より約 1 週遅れて髓鞘の再生が確認できた。

MBP は、生化学的には再生過程で 3 週以前に一旦消失すると報告されているが¹⁾、今回われわれの行なった MBP 染色では 3 週以前に染色性は消失しなかった。NF についても、Waller 変性時の生化学的変化は 2 日から 5 日後にかけて消失すると報告されているが、NF 染色ではそれ以後も明らかに染色性が認められている²⁾。MBP や NF に対する monoclonal 抗体を用いた免疫組織化学的方法は簡便かつ鋭敏で優れた

方法であるが、生化学的変化と必ずしも一致せず、より長期的に染色性が残存する傾向にあり、さまざまな損傷度が混在している病変の評価にあたっては損傷からの時期を十分に考慮する必要がある。

ま と め

1. MBP に対する monoclonal 抗体を用いた免疫組織化学的手法で、Waller 変性時および再生時の髓鞘の変化を検討した。
2. MBP 染色での Waller 変性像は、2 日後に髓鞘構造の崩壊が開始し、2 週～3 週後に崩壊が完成して、

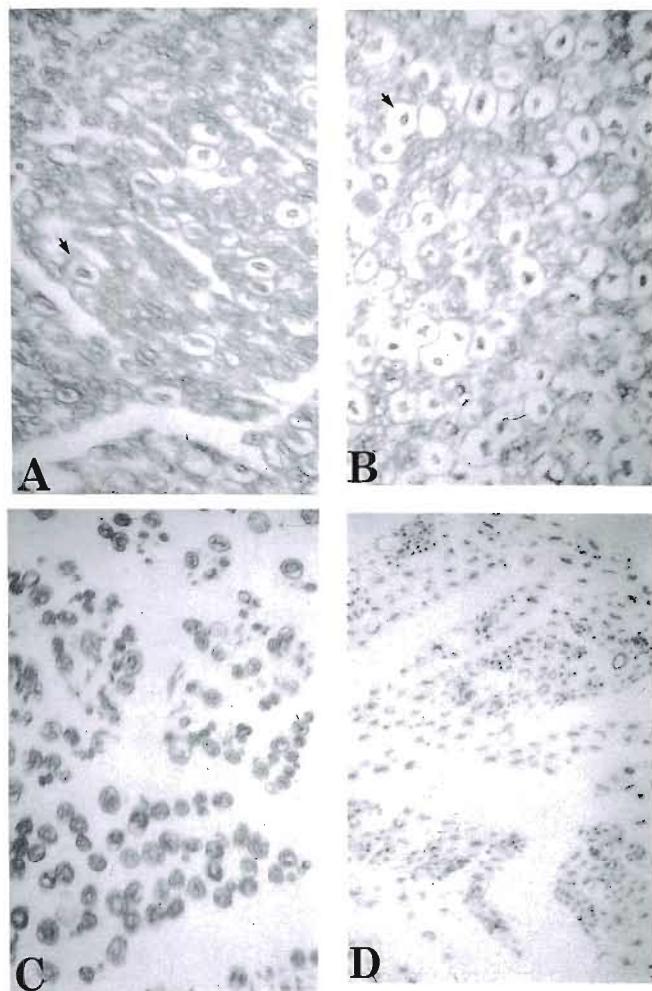


Fig. 5 10~15 mm proximal part of the transected site. ($\times 100$)
 A : 2 weeks, B : 3 weeks after the transection in MBP stain.
 C : MBP stain, D : NF stain at 12 weeks after the transection.

4週後には髓鞘の崩壊物がほぼ消失していた。

3. 切断末梢側の各部位の変性所見に差は認められなかった。

4. 切断中枢側の変化は2週後より小径の有髓神経線維の増加が認められた。

5. MBP染色とNF染色によると、軸索の方が髓鞘より早く変性を開始し、再生過程では軸索の再生より約1週遅れて髓鞘の再生が認められた。

6. MBP染色は、Masson's trichrome染色に比べ再生初期の再生像が明確であった。

7. MBP染色では、その評価にあたってはNF染

色と同様に損傷からの時期を考慮にいれる必要がある。

文 献

- 古和久幸 他：Waller変性の再生過程での末梢神経構成蛋白の経時的変動、厚生省神経疾患研究委託費「末梢神経の変性と再生過程に関する研究」昭和57年度研究報告書、53-58、1983。
- Omlin, F. X., et al.: Immunocytochemical Localization of Basic Protein in Major Dense Line Regions of Central and Peripheral Myelin. J. Cell Biol., 95: 242-248, 1982.

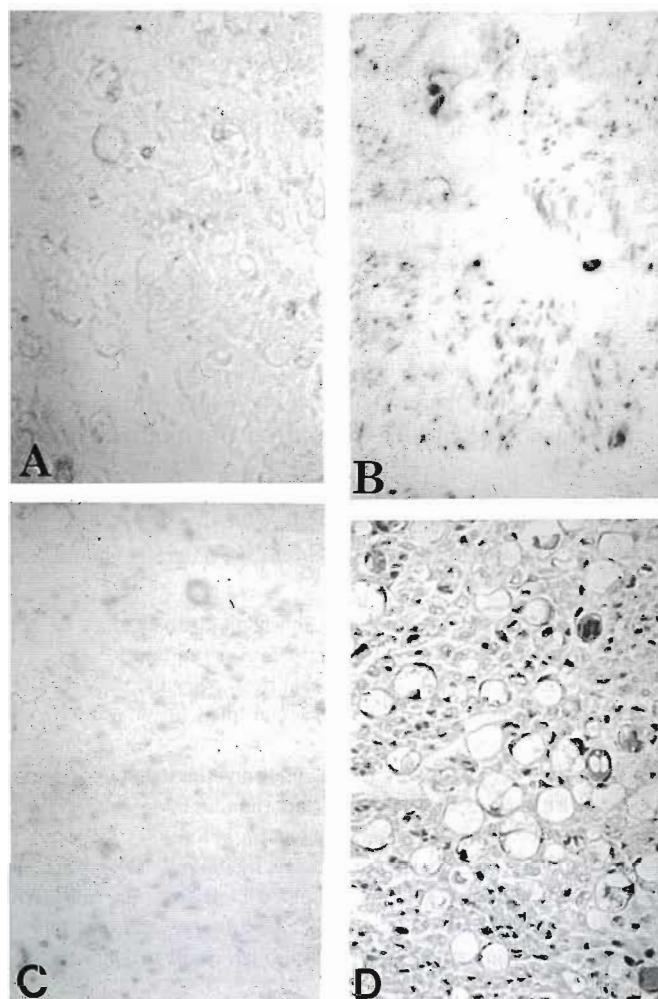


Fig. 6 10 mm distal part of the crushed site. ($\times 100$)

A : MBP stain, B : NF stain at 2 weeks after the crush.

C : MBP stain, D : Masson's trichrome stain at 3 weeks after the crush.

- 3) Sunderland, S.: Nerves and Nerve Injuries. E. & S. Livingston Ltd., Edinburgh and London, 1968.
- 4) 飛松治基 他: 末梢神経 Waller 変性の免疫組織化学的検討, 日手会誌, 3: 62-65, 1986.
- 5) Trapp, S., et al.: Immunocytochemical localization of rat peripheral nervous system myelin pro-

teins: P₂ protein is not a component of all peripheral nervous system myelin sheaths., Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 76: 3552-3556, 1979.

- 6) 植村慶一 他: ミエリンの膜蛋白, 神經進歩, 24: 1020-1031, 1980.

末梢神経損傷後の中枢断端アセチルコリンエステラーゼ活性の電顕的観察

信州大学医学部整形外科学教室

斎藤 覚・中土幸男
保坂正人・神平雅司
多田秀穂

Electron Microscopic Observation of Acetylcholinesterase Activity
in the Central Stump of Injured Peripheral Nerve

Satoru Saitoh, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

The purpose of this paper is to describe the morphological changes in acetylcholinesterase activity in the central stump after experimental peripheral nerve injury.

Rat gluteal branches (one of the sciatic nerve branches) were ligated and after 6 weeks acetylcholinesterase activity in the central stump was observed histochemically with the electron microscope.

We observed mainly the enzymatic activity of small myelinated fibers. We counted 154 to 362 small myelinated fibers with a cross-sectional area less than $5 \mu\text{m}^2$ in each gluteal branch and only 6.1 to 20.7 percent of these fibers showed strong enzymatic activity.

From this observation and those reported previously, the following was concluded. The decrease in acetylcholinesterase activity, which has been observed biochemically, appeared morphologically as a decrease in the cross-sectional area of the axons and a sparse population of acetylcholinesterase-positive axons among the newly grown small myelinated fibers.

組織化学的に末梢神経の神経束識別を行う際、中枢断端アセチルコリンエステラーゼ活性の逆行変性を形態学的に観察することが重要と考え、これまで実験を行ってきた。

これまでの実験から、酵素活性の低下は①酵素活性を有する有髓神経横断面積の低下と②神経結紩増加していく小経有髓線維に酵素活性が少ないとによるものと思われた。②を確認するため、神経結紩後6週経過した殿筋への筋枝について、小径有髓線維の酵素活性の有無を電子顕微鏡を用いて観察した。神経結紩後

6週で観察した理由は、前回の神経結紩実験において¹⁾6週の時点でもっとも活発な小径有髓線維の増加が認められたためである。

材料および方法

ネンブタール腹腔内麻酔下に、体重約250gのwistar系ラット5匹の左側殿筋への筋枝を手術用顕微鏡を用いて距離、10-0ナイロン糸で結紩した。6週後に10%ホルマリン溶液により両下肢を灌流固定したあと両側の殿筋への筋枝を摘出した。神経結紩側では、結

Key words: peripheral nerve, retrograde changes, acetylcholinesterase activity, small myelinated fibers, electron microscopic observation

Address for reprints: Satoru Saitoh, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University school of Medicine, 3-1-1 Asahi, Mastsumoto 390, Japan.

紮部よりできるだけ離れた中枢側（約5mm中枢）で切断し神経をとり出した。sucroseを含む4%緩衝ホルマリン溶液による固定、リン酸緩衝液による洗浄を行ったあと、神経の最も中枢部分をクリオスタットで20μmに薄切した。

風乾後チオコリン法により4°Cで約90分染色し、リン酸緩衝液で洗浄、オスミウム酸による後固定、アルコール・プロピレンオキシドによる脱水を行ったあとエポン包埋した。エポン包埋標本はtrimming後超薄切し、鉛染色を行ったあと日立製作所製電子顕微鏡HS-9を用いて観察した。

5匹のラット殿筋への筋枝（結紮側、対側）それぞれについて小径有髓線維を中心に、3,000倍で無作意に写真撮影を行った。神経結紮側では40視野、対側では10視野を観察、写真撮影を行った。3,000倍で撮影したフィルムをそのまま紙焼きし、有髓神経軸索横断面積の測定と、アセチルコリンエステラーゼ活性の観察を行った。

有髓神経軸索横断面積の測定には、前回の実験と同様、日本光学工業社製 digitizer, KD0013, Cosmozone IS, NEC パーソナルコンピューター PC9801M2 を用いた。アセチルコリンエステラーゼ活性の有無については酵素活性が強く認められるもののみ陽性とし、その他は陰性と判断した。

結果

Table.1に5匹のラット殿筋への筋枝について観察した結果を示す。観察した神経結紮側小径線維のうち、強いアセチルコリン活性を示すものは7.6%から

22.7%（平均14.2%）であった。処理システムを用いて、軸索横断面積5μm²以下の小径有髓線維についてのみ観察すると神経結紮側でアセチルコリンエステラーゼ活性陽性軸索の割合は、6.1%から20.7%（平均11.9%）であった。

チオコリン染色をしたあとエポン包埋をした標本では、小径有髓線維の髓鞘の形態は保たれていたが大径有髓線維の乱れが目立つ傾向があった。

考察

末梢神経損傷後の中枢断端アセチルコリンエステラーゼ活性の低下は、生化学的方法^{2,3)}で観察されてきたが、末梢神経の組織化学的神経束識別を行う上で、酵素活性の低下を形態学的に観察することが重要と考え、実験を行ってきた。酵素活性の低下は組織化学的にも確認されたが特記すべきことは、①組織化学的方法では、一時的な酵素活性の上昇が認められなかったことと②観察し得た最も中枢部分でも活性の低下が認められたことであった。一時的な酵素活性の上昇が組織化学的方法では認められなかった原因の一つは、観察時期が神経結紮後1週（坐骨神経）、2週（殿筋への筋枝）と、比較的遅かったためと思われる。

光学顕微鏡による観察から、酵素活性の低下は①酵素活性を示す有髓線維軸索の横断面積の低下と②神経結紮後増加してくる小径有髓線維に活性が少ないためと推定された。②について確認するため、Shlaepfer⁴⁾の方法を用いて、小径有髓線維の酵素活性を電顕で観察した。強いアセチルコリンエステラーゼ活性を示す小径有髓線維の割合は約20%以下であり、神経結紮後

Table 1 Cross-sectional area and population of acetylcholinesterase positive axons of the small myelinated fibers

No. of Rat	No. of axons counted	No. of Ache positive axons	cross-sectional area (μm ²)			
			maximum	minimum	mean	SD
R1 ligation control	260 57	59 26	49.2 50.0	0.5 1.2	6.6 12.7	7.8 12.1
R2 ligation control	451 61	59 12	28.0 52.1	0.3 1.6	3.5 10.9	4.4 11.0
R3 ligation control	409 73	31 25	48.8 33.4	0.5 0.9	5.8 11.5	6.9 9.3
R4 ligation control	352 57	50 16	52.9 46.1	0.5 1.0	7.5 14.8	9.8 12.9
R5 ligation control	220 45	29 14	42.4 77.8	0.4 1.5	5.8 18.7	7.7 19.8

6週で著しく増加していく小径有髓線維には酵素活性には少ないといえた。

Schlaepfer は 50 μm の厚さで薄切してからチオコリン染色を行ったが、酵素基質の浸透をよくするため 20 μm で染色を行った。この方法では個々の軸索の酵素活性を詳細に観察できたが、大径線維では髓鞘の乱れがややめだつこと、必ずしも正確に軸索に垂直に切片を作製できること、などが問題として残った。

結 語

- ラットの股筋への筋枝を結紩し、神経結紩後 6 週の時点で中枢断端アセチルコリンエスチラーゼ活性を電顕にて観察した。

- 中枢断端小径有髓線維のうち約 10% から 20% だけが強い酵素活性を示した。

- 末梢神経損傷後の中枢断端アセチルコリンエスチラーゼ活性の低下は形態学的には①有髓神経軸索横断面積の低下と②神経損傷後増加していく小径有髓線維には酵素活性が少ないとして現れる。

文 献

- 1) 齊藤 覚：未梢神経の組織化学的神経束識別法、染

色法の検討および逆行変性の観察。

- 2) Dettbarn, W. D.: A distinct difference between slow and fast muscle in acetylcholinesterase recovery after reinnervation in the rat. *Exp. Neurol.*, 74: 33-55, 1981.
- 3) Johnson, J. L.: Changes in acetylcholinesterase, acid phosphatase and beta glucuronidase proximal to a nerve crush. *Brain Res.*, 18: 427-440, 1970.
- 4) Schlaepfer, W. W., et al.: The ultrastructural localization of cholinesterase activity in the sciatic nerve of the rat. *J. Histochem. Cytochem.*, 14: 369-378, 1965.

追加・回答

筑波大学医学部形成外科 光嶋 勲

本演題で示された電顕写真は免疫酵素電顕であり、通常のグルタールとオスシウム固定後アルコール脱水を行う電顕法は固定の仕方が異なるものであります。このため組織像がややコントラストに欠けるのは当然のことであります。それにもかかわらず大変鮮明な写真を出されたのは賞賛に値すると思います。

ラットを用いた Neurotization に関する実験的研究

—第3報 脱神経期間による神経再支配について—

琉球大学医学部整形外科学教室

宮里剛行・新垣晃
茨木邦夫

琉球大学医学部第一解剖学教室

石川裕二

An Experimental Study on Direct Nerve Implantation in the Anterior Tibial Muscle of Rat: 3rd. Report

Takeyuki Miyazato, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, University of the Ryukyus

We have studied functional and histological recovery of the denervated muscle at different periods of rat after direct nerve implantation, especially observing the relationship between acetylcholine receptor (ACh-R) and newly formed endplate on the denervated muscle.

Wistar rats were divided into three groups; in group 1 (Denervation group), the common peroneal nerve was resected at the fibular head and the denervated anterior tibial muscle was evaluated after 0, 2, 4, 8, 12 wks denervation, in group 2 (Nerve crossing group) the common peroneal nerve was resected and the tibial nerve was sutured to its distal stump after 0, 2, 4, 8, 12 wks denervation, and in group 3 (Neurotization group), after 0, 2, 4, 8, 12 wks denervation, funiculus of the tibial nerve was splitted and implanted into the distal 1/4-1/5 part of the anterior tibial muscle. Group 2 and 3 were evaluated at 24 wks after nerve crossing or neurotization.

Percent wet weight of the anterior tibial muscle and percent strength of the muscle isometrical contraction by electric nerve stimulation were measured as functional evaluation. Histological changes of the endplate and muscle were examined using ACh-R stain and combination stain of cholinesterase (Ch-E) and nerve axon.

Functional recovery was seen in group 2 and 3. And the longer denervation periods was continued, the more decreased the strength of muscle contraction. Percent wet weight and percent strength of muscle contraction in group 2 was always larger than that in group 3.

Histologically, in group 2, appearance of the original endplates changed in shape and size by ACh-R stain. Nerve axons into the original endplates were recognized by Ch-E and nerve axon stain. And newly formed endplate was not seen. In group 3, similar changes of original endplates and reinnervation of axons into original endplates were seen. But newly formed endplates were recognized at the neurotized site in 0, 2, 4, 8 wks denervation groups, and few were found in 12 wks denervation group.

In conclusions, functional recovery is better in the earlier operated muscle after denervation. Histologically the shape and size of the original endplates change according to the denervation periods. And there is few endplate in neurotized muscle after 12 wks denervation.

Key words: direct nerve implantation, neurotization, denervated muscle, endplate

Address for reprints: Takeyuki Miyazato, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, University of the Ryukyus., 207 Uehara, Nishihara-chou, Okinawa 903, Japan.

はじめに

第1報、第2報では、ラットの前脛骨筋を脱神経した直後に nerve crossing または neurotization を行い、機能的、形態的回復を経時に観察した。その結果、endplate 上の acetylcholine receptor (以下 ACh-R) の何らかの誘導にて endplate の再生が行われることを報告した。

今回の実験では、前脛骨筋の脱神経期間を変えて nerve crossing または neurotization を行い、既存 endplate 上および既存 endplate 外の ACh-R の誘導により、再生および新生 endplate がどれだけの脱神経期間まで出現するかを機能的、形態的に観察した。

方 法

Wistar 系ラット（7週令、約 200 g、150匹）の片側前脛骨筋を用い以下の実験群を作製した。また、対側前脛骨筋を正常のコントロールとした。

- 1) Denervation 群：ラットの腓骨神経を膝関節近位で切断し中枢端を反転結紮したのち、0, 2, 4, 8, 12週後に各々10匹ずつを直ちに評価した。
- 2) Nerve crossing 群：ラット10匹ずつをそれぞれ0, 2, 4, 8, 12週間脱神経した後に、脛骨神経を足関節部で切離し、中枢端を腓骨頭遠位で腓骨神経と吻合した。
- 3) Neurotization 群：ラット10匹ずつをそれぞれ0, 2, 4, 8, 12週間脱神経した後に、脛骨神経を切離し、その中枢端を前脛骨筋の遠位1/4-1/5の部に直接埋め込んだ。

Nerve crossing 群、Neurotization 群のいずれも、0, 2, 4, 8, 12週間の脱神経期間後に実験群を作製し、評価は実験群作製後さらに24週経過した時点を行った。

評価方法は、機能的評価として、%筋肉湿重量と、電気刺激による等尺性筋収縮力を測定した。すなわち%筋湿重量としてコントロール側に対する実験側の前脛骨筋の筋湿重量比を測定し、脛骨神経を直接電気刺激して筋収縮力を測定した。筋収縮力の測定の際、前脛骨筋に50 g の初期張力をかけてトランスデューサーと接続した。電気刺激装置は日本光電社製 SEN-3201 に Isolater SS-102J を接続して用い、64 Hz, duration 0.2 ms, コントロール側の刺激域値の10倍の矩形波で刺激した。

組織学的評価として、蛍光標識したエラブトキシン

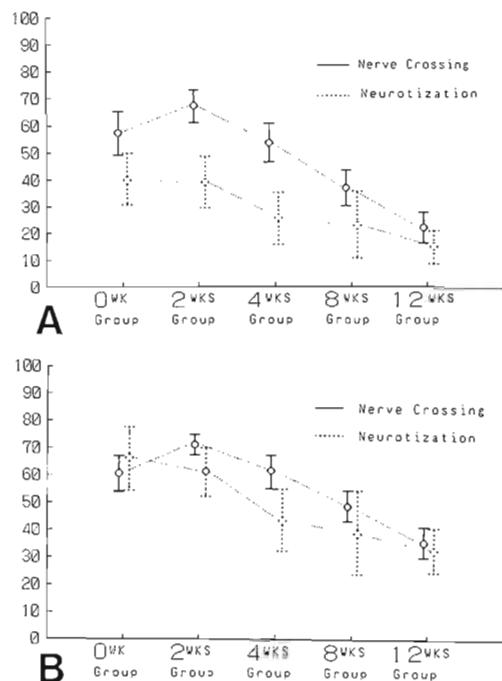


Fig. 1 Functional evaluation of anterior tibial muscle in Nerve crossing group and Neurotization group
A: Changes in percent strength of isometric muscle contraction by tibial nerve stimulation
B: Changes in percent wet weight

を用いて ACh-R 染色を行い、ACh-R の形態を観察した。また cholinesterase 染色 + 神經軸索染色を行い、endplate への神經再支配を観察した。

結 果

機能的評価：64 Hz 電気刺激における等尺性筋収縮力では、Nerve crossing 群では、脱神経期間 0 週群 58%，2 週群 68% と 2 週群の筋収縮力が最も良く、以後 4 週群 54%，8 週群 38%，12 週群 22% と筋収縮力は低下した。Neurotization 群では、0 週群 41%，2 週群 39%，4 週群 26%，8 週群 18%，12 週群 16% と脱神経期間が長いほど筋収縮力は低下した (Fig. 1-A)。

筋肉湿重量でも同様な傾向を示し、Nerve crossing 群では 2 週群が最高となり、Neurotization 群では脱神経期間が長いほど筋湿重量は減少した (Fig. 1-B)。

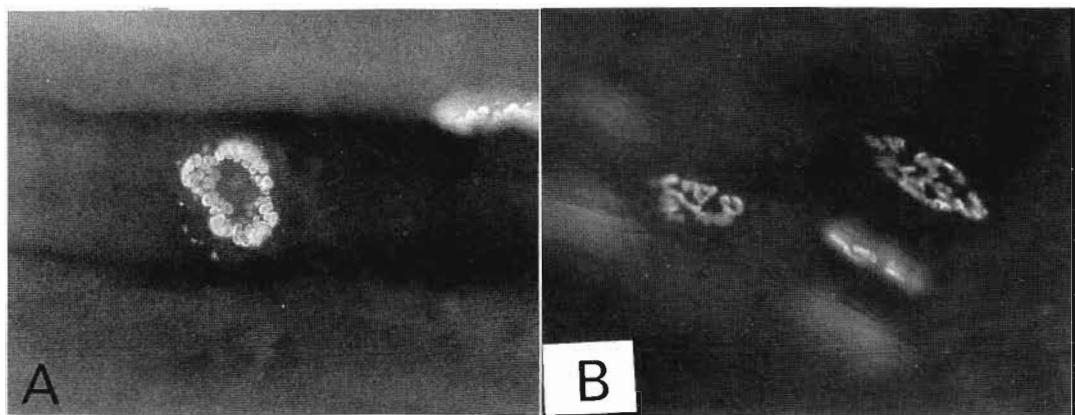


Fig. 2 Histological findings of endplate and nerve axon by ACh-R stain.

A : Normal muscle : endplate is coiled doughnut shape.

B : 12 wks denervated muscle : endplate became compressed doughnut shape following muscle atrophy.

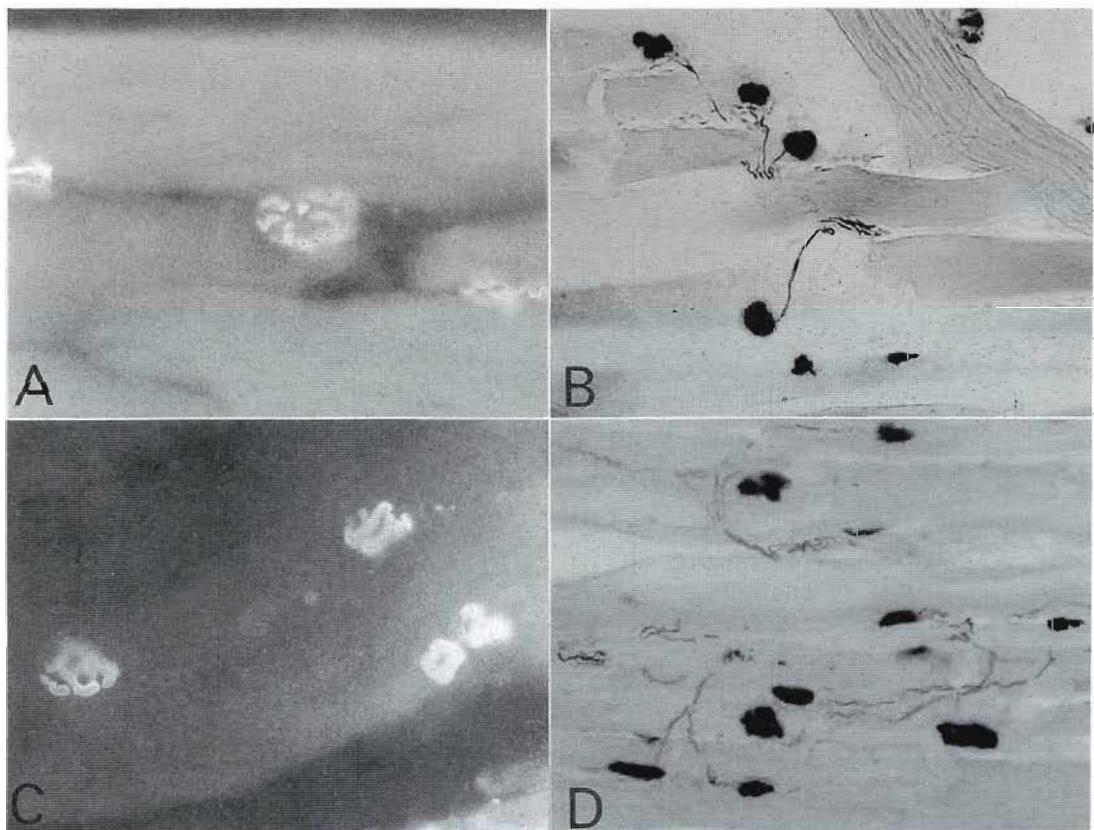


Fig. 3 Original endplates and reinnervations were seen at original endplate zone in Nerve crossing group.

A, 0 wk denervation, C, 12 wks denervation : endplates changed in shape and size by ACh-R stain.

B, 0 wk denervation, D, 12 wks denervation : nerve axons into the original endplates were recognized by combination stain of Ch-E and nerve axon.

組織学的評価：正常の筋肉において、ACh-R 染色では endplate はほぼ円形のドーナツ状を呈した (Fig. 2-A)。神経軸索染色では endplate への神経軸索が認められた。

一方 Denervation 群では、脱神経期間の最も長い 12 週目において endplate の形態は、筋線維の萎縮に伴い長楕円形を呈した (Fig. 2-B)。そして 12 週目には endplate への神経軸索が認められなかった。

また、Denervation 群では既存 endplate の領域外に多数の小円形の ACh-R 活性が出現した。これは 2 週目で最も多くなり以後経時に減少し 12 週ではほとんど見られなかった。以後この既存 endplate 領域外の ACh-R 活性を extra-junctional cluster と呼ぶ。

Nerve crossing 群の既存 endplate 領域では、endplate の形態は、ACh-R 染色にて、0 週群ではほぼ正

常に似た橢円形を呈するが、脱神経期間の長い 12 週群では辺縁が不整となり大きさも大小不同となった。また、神経軸索染色にて 0 週群から 12 週群まで endplate への神経軸索が認められた (Fig. 3 A-D)。

また既存 endplate 領域外では新生 endplate は存在しなかった。

Neurotization 群の既存 endplate 領域では、ACh-R 染色にて、Nerve crossing 群同様脱神経期間が長くなるほど endplate の形態は変化した。また神経軸索染色にて 12 週群まで endplate への神経軸索が認められた (Fig. 4 A-D)。

Neurotization 群の神經埋没部位は endplate 領域外であり、ACh-R 染色において、0 週群から 8 週群までは既存 endplate とは形態的に明らかに異なる大きな線状の新生 endplate が存在した。しかし 12 週群で

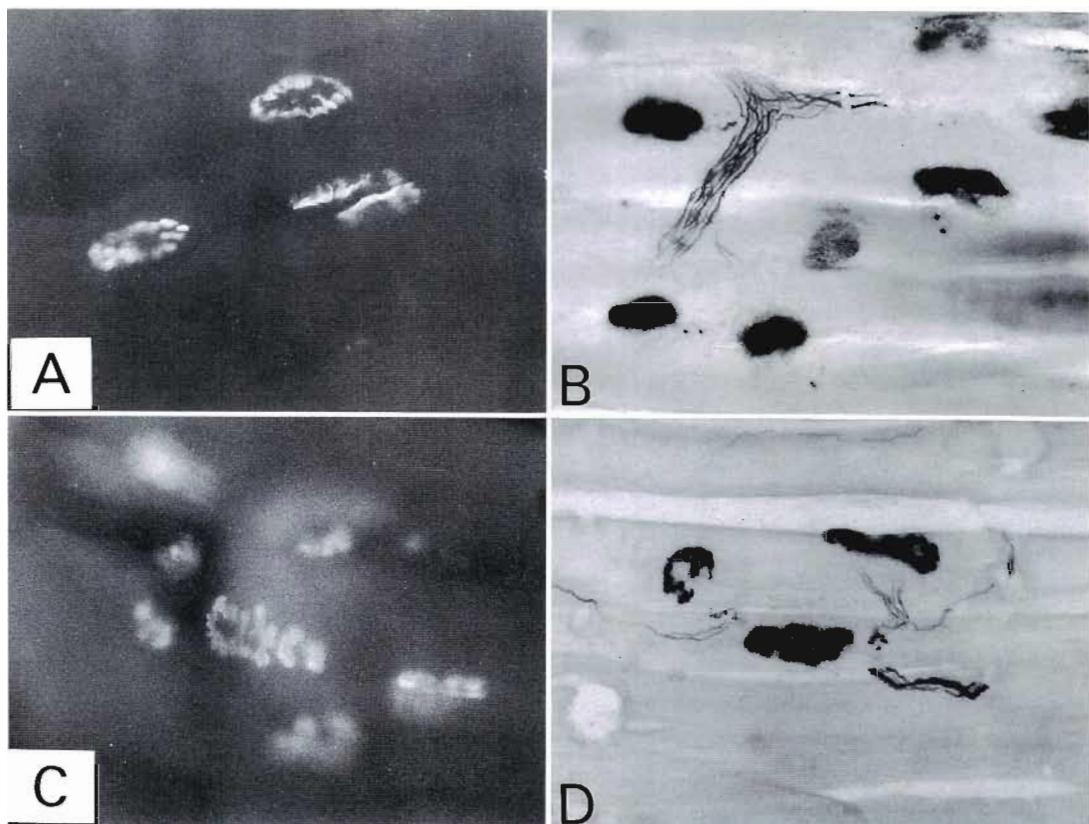


Fig. 4 Original endplates and reinnervations were seen at original endplate zone in Neurotization group.

A, 0 wk denervation, C, 12 wks denervation: endplates changed in shape and size by ACh-R stain.

B, 0 wk denervation, D, 12 wks denervation: nerve axons into the original endplates were recognized by combination stain of Ch-E and nerve axon.

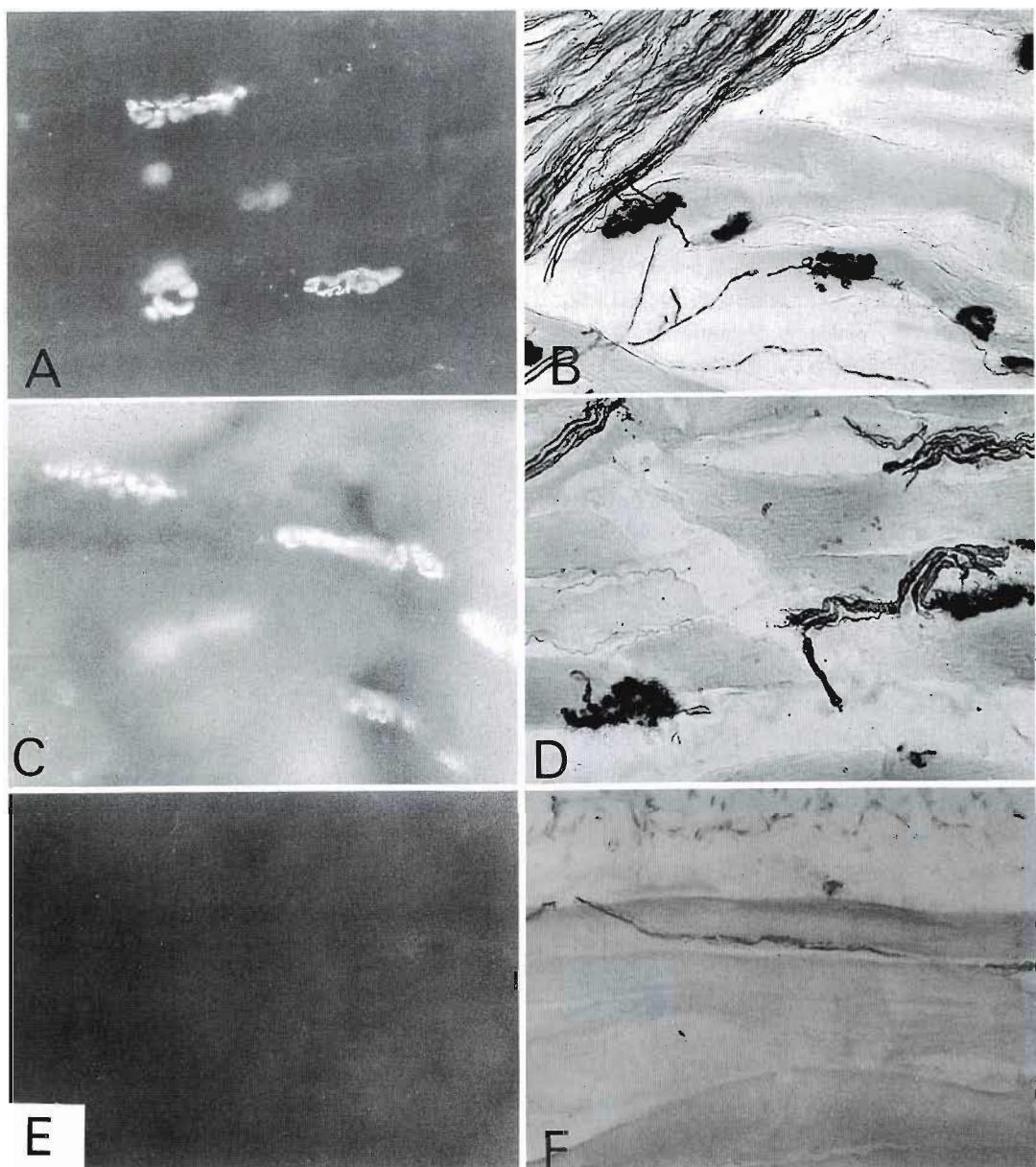


Fig. 5 Large irregular newly formed endplates and innervations were seen at nurotized site in Neurotization group.

A, 0 wk denervation, C, 8 wks denervation, E, 12 wks denervation : newly formed endplates were seen in 0 -8 wks denervation groups (A, C), but few were found in 12 wks denervation group (E) by ACh-R stain.
B, 0 wk denervation, D, 8 wks denervation, F, 12 wks denervation : nerve axons into the newly formed endplates were recognized in 0-8 wks denervation groups (B, D), but few were found in 12 wks denervation group (F) by combination stain of Ch-E and nerve axon.

は新生 endplate は明らかでなかった。また、軸索染色では 0 から 8 週群で新生 endplate への神経軸索が認められた (Fig. 5 A-F).

考 察

機能的評価：機能的回復としての筋収縮力と筋湿重量はよく似た傾向を呈し、Nerve crossing 群では 2 週群が最も成績が良く、以後の群は次第に低下した。また Neurotization 群では 0 週群が最も成績が良く、以後次第に低下した。従って機能的回復は脱神経期間に関係し、Nerve crossing 群、Neurotization 群いずれも早期の再建が有効であると考えられる。

Nerve crossing 群の筋収縮力において、脱神経期間 0 週群よりも 2 週群が成績が良い。このことは、peroneal nerve を切断した直後に tibial nerve を縫合するよりも、2 週間後に縫合した方が筋収縮力が大きいことを示している。この両群の成績には 1% の有意差があり、実験方法や手順、測定誤差によるものとは考えにくく、その原因については、さらに検討を必要とする。

組織学的評価：既存 endplate 領域では、Nerve crossing 群、Neurotization 群とともに神経軸索染色により、12 週群まで endplate への神経軸索が認められ、神經再支配が確認された。その際既存 endplate 上の ACh-R は ACh-R 染色にて脱神経期間が長いほど形態的变化も著しい。また筋の機能回復も脱神経期間が長いほど劣ることから、この ACh-R の形態的变化は endplate の機能的回復に何らかの影響を及ぼしていると推測される。

現在まで脱神経筋筋線維上に、既存 endplate 領域外 ACh-R である extra-junctional cluster が出現することが報告してきた。しかしその意義については今日でも不明である。

今回の実験では、Neurotization 群の既存 endplate 領域外において、線状の新生 endplate は 0 週群から 8 週群に確認され、12 週群ではほとんど認められな

い。また Denervation 群でも既存 endplate 領域外にある extrajunctional cluster は 2 週目から 8 週目に確認され、12 週目にはほとんど認められない。

このことは、neurotization を行った場合、extra-junctional cluster が新生 endplate を誘導するという役割を示唆していると考えられる。

ま と め

- 1) 筋収縮力は、Nerve crossing 群、Neurotization 群ともに、脱神経期間の長い群ほど低下する傾向にある。
- 2) 脱神経期間の長いほど、神經再支配が行われた際、既存 endplate 上の ACh-R の形態的变化が著しい。
- 3) extra-junctional cluster がほぼ消失する 12 週目に neurotization しても endplate が新生されないことより、extra-junctional cluster は endplate の新生に何らかの影響を及ぼしていることが示唆される。

文 献

- 1) 新垣 晃 他：ラットを用いた Neurotization に関する実験的研究—第 2 報—、日本手の外科学会雑誌、4 : 39-45, 1987.
- 2) Ishikawa, Y., et al.: Staining of acetylcholine receptors at the adult mouse and embryonic chick neuromuscular junctions using erabutoxin b and the antibody against acetylcholine receptors. Acta Histochem., 15 : 583-591, 1982.
- 3) Ishikawa, Y., et al.: Acetylcholine receptor and motor nerve terminals in developing chick skeletal muscles as revealed by fluorescence microscopy. Developmental brain research, 8 : 111-118, 1983.
- 4) M. J. Anderson., et al.: Denerivated skeletal muscle fibers develop discrete patches of high acetylcholine receptors density. Science, 196 : 540-542, 1976.
- 5) Lomo, T.: What control the development of neuromuscular junctions? Trends in Neurosci., 3 : 126-129, 1976.

末梢神経欠損に対する神経縫合と神経移植の検討

東海大学医学部整形外科学教室

池田全良・岡義範

岡本仁志・今井望

国立精神神経センター

塙中征哉

A Comparative Study on Nerve Sutures and Nerve Grafts for Repair of Gap in Peripheral Nerve Injury

Masayoshi Ikeda, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Tokai University School of Medicine

Presently, the most proven alternative to overcome a nerve gap is autografting. We have previously invented and reported a method, two stage procedure (T. S. P.), to overcome a nerve gap. By this method we have obtained good results of nerve regeneration on less than 5 cm gap using sciatic nerves of dogs.

This time a short-term (20 weeks) experimental study was carried out to compare the results of 5 types of nerve repairs (4 types of nerve grafts and two stage procedure).

Experimental models of nerve grafts up to 40 mm gap were made using bilateral sciatic nerves of ten adult mongrel dogs. The nerve grafts were of 4 types; vascularized trunk graft (V. T. G.), free trunk graft (F. T. G.), vascularized cable graft (V. C. G.) and free cable graft (F. C. G.). Twenty weeks postoperatively, intraneurial blood flow and nerve conduction velocity (70 mm distance) were measured. Nerve regeneration was evaluated by the histograms of myelinated fiber size. Anterior tibial muscles as end organs were examined histologically to evaluate reinnervation.

Intraneurial blood flow showed no significant difference between the models except for in V. C. G., Nerve conduction velocity also showed no significant difference. Regeneration of axons was good in the following order; V. T. G., F. T. G., T. S. P., V. C. G. and F. C. G.. Reinnervation of muscles was good in the following order; V. T. G., F. T. G., V. C. G., T. S. P. and F. C. G..

目的

行い T. S. P. の成績と比較したので報告する。

方 法

末梢神経損傷における比較的大きな神経欠損に対しては自家神経移植を行うことが多い。われわれはこの神経欠損に対する修復法のひとつとして two stage procedure (T. S. P.) を報告してきた。犬の坐骨神経では、5 cm 欠損長以内でこの方法により良好な神経再生の結果を得た。今回われわれは種々の神経移植法を

体重 10~15 kg の雑種成犬 10 頭の両側坐骨神経を用い、大転子の末梢 2 cm 部より 4 cm の神経欠損を想定し以下に述べる神経移植を行った。神経移植法は、
①坐骨神経の周囲組織を剥離せずに 2 カ所のみを切断し再縫合した vascularized trunk graft (V. T. G.), ②

Key words: peripheral nerve injury, nerve repair, nerve graft, two stage procedure

Address for reprints: Masayoshi Ikeda, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Tokai University, Boseidai, Isehara, Kanagawa 259-11, Japan.

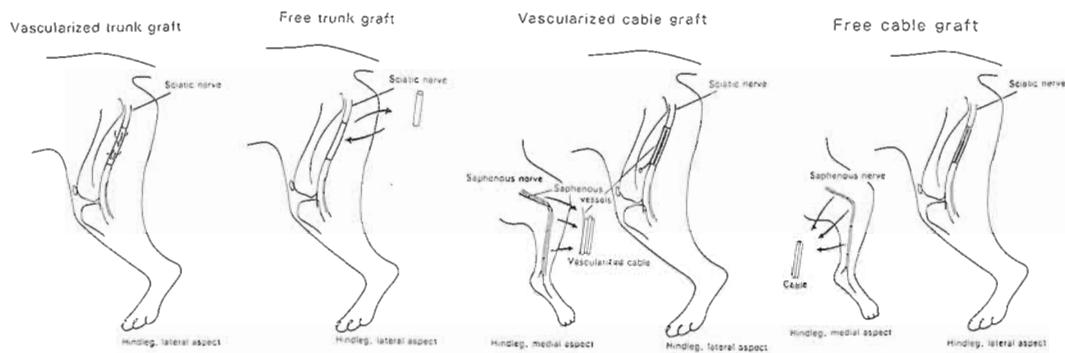


Fig. 1 Four types of nerve grafts.

40 mm gap of the sciatic nerve was made 20 mm distal to greater trochanter and nerve grafts were performed.

坐骨神経を2ヵ所で切断し一旦遊離して同部に再び移植した free trunk·graft (F.T.G.), ③同肢内側の saphenous nerve を血管を温存したまま cable として移植した vascularized cable graft (V.C.G.), ④血管付きでない saphenous nerve を cable として移植した free cable graft (F.C.G.) の4種類である (Fig. 1)。術後は膝関節・足関節を各々90°として3週間ギブス固定し、20週待機後以下のとき検索を行った。ネンデルタール静脈麻醉下に神経を露呈し、水素クリアランス法にて神経幹内血流量を測定し、次に移植部を中心に7cm長での神経伝導速度を測定した。この後神経を採取し、移植部中央および移植部より末梢2cmの2ヵ所を光頭を用いて組織学的に検索した。H&E染色で神経周囲の瘢痕の程度を観察し、またトルイジン・ブルー染色では再生有髄線維を染色し、オリンパスCue-2画像解析装置を用いて再生有髄線維数を径別に分け総数に占める割合のヒストグラムを作製した。更に神経終末器管としての筋肉(前脛骨筋)を採取して液体窒素一イソペンタンで凍結切片を作製後、H&E・Gomori・NADH・ATPaseの各染色を施しその形態学的変化を調べた。以上の結果をわれわれが第29回・30回国学会¹⁾²⁾において報告したT.S.P.の場合と比較検討した。

結 果

(1) 神経幹内血流量では、V.C.G.は 117.5 ± 2.8 ml/min/100 grの値を示し他の方法と比較して有意に血流量が多かったが、他の神経修復法の間では血流量に有意な差は認めなかった (Table 1; p<0.001)。

(2) 神経伝導速度は一様に20 m/sec前後の値を示し修復方法の違いで大きな差はなかったが、F.C.G.の場合に13.6 m/secとやや劣る値を示した (Table 2)。

(3) 移植神経を組織学的にH&E染色で観察するとF.T.G.はV.T.G.に比べて神経周辺の瘢痕形成が著しい傾向を認めた (Fig. 2-A and 2-B)。

(4) 神経の移植部・末梢側における再生有髄線維数の径別割合をヒストグラムで比較すると、移植部ではすべての移植方法で一様に小径の有髄線維の増加が著しかった。

末梢側における再生有髄線維数のヒストグラムはFig. 3に示すように、軸索の再生が進むにつれて比較

Table 1 Intraneuronal Blood Flow

Vascularized trunk graft (n=3)	54.2 ± 11.4 ml/min/100 gr
Free trunk graft (n=3)	28.2 ± 4.3 ml/min/100 gr
Vascularized cable graft (n=3)	117.5 ± 2.8 ml/min/100 gr
Free cable graft (n=3)	40.2 ± 3.2 ml/min/100 gr
Two stage procedure (n=4)	32.5 ± 11.7 ml/min/100 gr

Table 2 Nerve Conduction Velocity (70 mm distance).

Vascularized trunk graft	22.5 m/sec
Free trunk graft	20.2 m/sec
Vascularized cable graft	19.5 m/sec
Free cable graft	13.6 m/sec

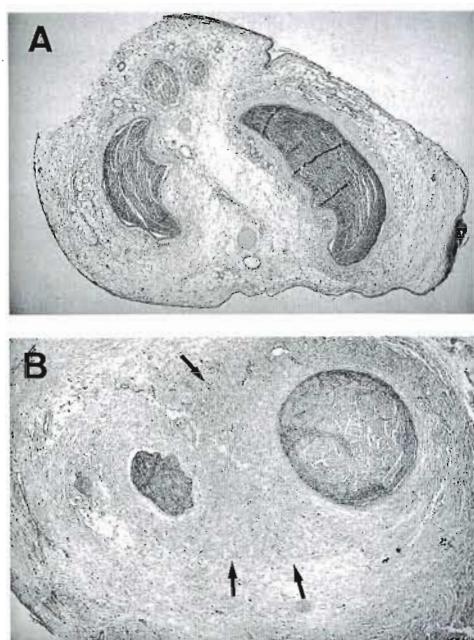


Fig. 2-A and 2-B Photomicrographs of cross-sections of the grafted nerves of V. T. G. (2-A: H&E, $\times 8$) and F. T. G. (2-B: H&E, $\times 6.6$) showing more scar formation (arrows) surrounding the funiculi in F. T. G. than in V. T. G..

的大きい径の有髄線維が再生してくる傾向にあるが、V. T. G. および F. T. G. では大径線維の占める割合が多い。これに対して V.C.G. および F.C.G. ではヒストグラムで $5 \mu\text{m}$ 以下に急峻な山があり小径線維の占める場合が多い。また T.S.P. の場合は V. C. G. + F. C. G. に比べて大径線維の占める割合が多いことが分かった。

(5) 神経終末器管としての前脛骨筋の神経再支配に関する所見は Table 3 に示す通りである。H&E 染色で筋線維束の group atrophy の程度を比較すると、V. T. G. では正常に近い様相を呈し group atrophy の割合が最も少なく良好であり、次いで F. C. G. + V. C. G. + T. S. P. の順に group atrophy の割合が多く認められた。

ATPase 染色で神経再支配を示す fiber type grouping の像を比較すると V. T. G. + F. T. G. + V. C. G. の順で grouping の像を多く認めた。

また Gomori 染色で間質の変化を観察すると F. C. G. + T. S. P. に著しい線維化を認めたほか、V. T. G. + V. C. G. では筋線維束間に再生した末梢神経を認めることが多かった (Fig. 4-A)。

更に NADH 染色では V. T. G. に高い酵素活性を認め、良好な神経再支配を受けていることが分かった (Fig. 4-B)。

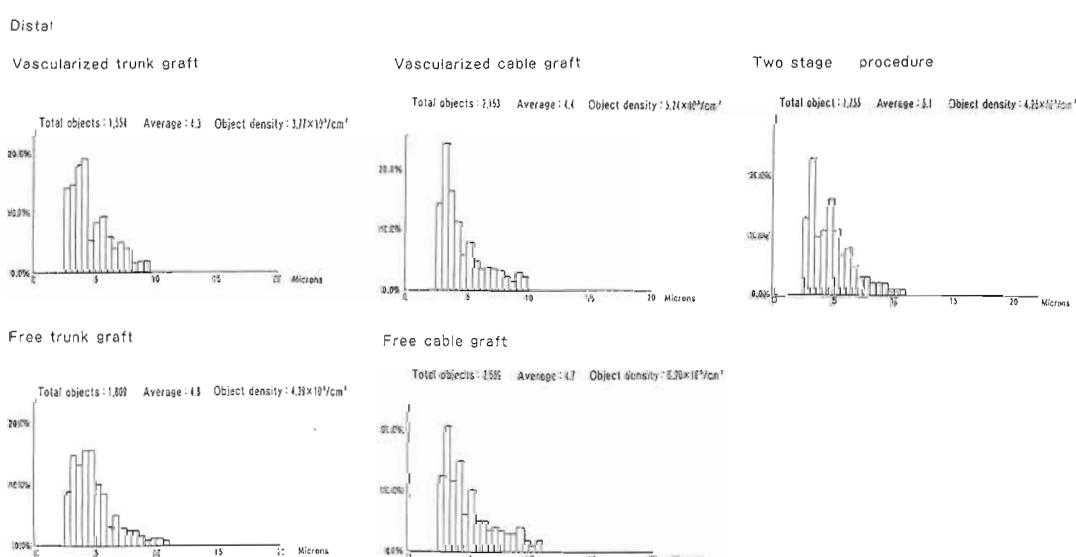


Fig. 3 Hisotgrams of diameter of the myelinated fibers at the distal site.

Table 3 Morphological Change of Muscles.

	Group atrophy	Fiber type grouping	Fibrosis
Vascularized trunk graft	8.0%	16.3%	+ ~ #
Free trunk graft	28.3%	8.7%	# ~ #
Vascularized cable graft	68.0%	8.6%	# ~ #
Free cable graft	85.4%	5.6%	# ~ #
Two stage procedure	60.9%	4.8%	# ~ #

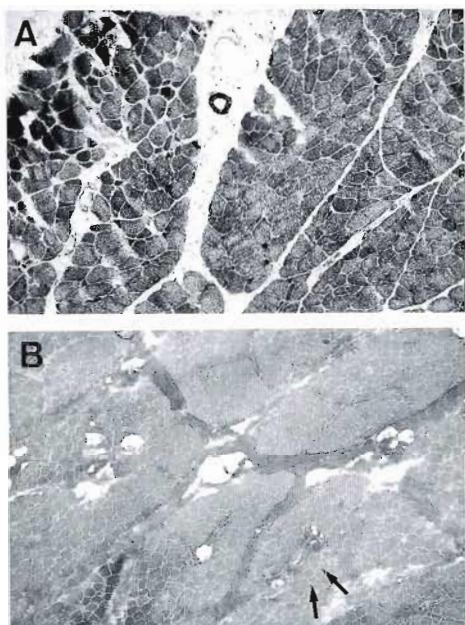


Fig. 4-A and 4-B Photomicrographs of anterior tibial muscles.
In V.T.G. well reinnervated muscle fibers were seen (4-A : NADH, $\times 25$).
In V.C.B. intermuscular nerves were recognized (arrows) but fibrous change was also seen (4-B : Gomori, $\times 25$).

考 察

一次的に端々不可能な神経欠損に対する修復法とし

て臨床的には主として自家神経移植が行われることが多いが、神経移植の方法として cable • full-thickness (trunk) • interfascicular • free vascularized などが用いられる。太い full-thickness graft は central necrosis と donor の問題で行われることは少なく³⁾、また Schwann 細胞を生存させることができる vascularized graft が優れているか否かは依然議論のあるところである⁴⁾。

われわれは犬の坐骨神経において critical gap distance 以上である 4 cm の神経欠損を作製して神経修復を行い、主に再生軸索の数と終末器管としての筋肉の所見より成績を評価した。神経幹内血流量および神経伝導速度に関しては差はなかったが、V.T.G. では他の修復法に比較し末梢側では大径線維の占める割合が多く筋肉の神経再支配も良好であることが分かった。F.T.G. は V.T.G. に比べて軸索再生・筋肉の神経再支配は劣るが cable graft よりも優れており、これは神経の状態が影響を与えたものと考えた。また F.C.G. では筋線維束の萎縮が強く、縫合部の coaptation の状態が不良なことに加え血行の有無も神経再生に影響すると解釈した。T.S.P. の成績は、軸索再生・筋肉の所見から F.C.G. よりも優れていた。

結 語

犬の坐骨神経 4 cm 欠損長に対し 4 種類の神経移植法を行い T.S.P. の成績と比較検討した。

軸索再生に関しては V.T.G. • F.T.G. • T.S.P. • V.C.G. • F.C.G. の順に、筋肉の神経再支配に関しては V.T.G. • F.T.G. • V.C.G. • T.S.P. • F.C.G. の順に結果が良かった。

文 献

- 岡本 仁志 他：末梢神経の修復術第 4 報—two stage procedure における組織学的検索一、日手会誌、3 : 106-110, 1986.
- 岡本 仁志 他：末梢神経の伸展による影響-とくに筋肉の形態学的所見について一、日手会誌、4 : 901-904, 1988.
- Seddon, H. J.: The use of autogenous grafts for the repair of gaps in peripheral nerves. Br. J. Surg., 35 : 151-167, 1947.
- Taylor, G. I., et al: The free vascularized nerve graft. Plast. Reconstr. Surg., 57 : 413-426, 1976.

神経埋め込み術と神経縫合術後の 脱神経筋機能回復に関する 実験的検討

とくに両手術後の end plate の分布様式について

新潟大学医学部整形外科学教室

木 島 秀 人・田 島 達 也
関 利 明・金 谷 文 則

Experimental Study of Functional Recovery of Denervated Anterior Tibial Muscle after Burial of the Motor Nerve or Nerve Repair

—with investigation of end plate distribution—

Hidehito Kijima, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Niigata University
School of Medicine

Renervation by burial of the motor nerve into the denervated muscle was experimentally investigated with 80 Wister rats in which anterior tibial muscle was denervated into which peroneal or tibial or both nerves were buried.

The result is summarized below.

- 1) End plates seen in denervated anterior tibial muscle after burial of peroneal or tibial or both nerves can be divided into the two, the one newly formed and ectopically located by regenerating axon, the other originally existed and located at the center in horseshoe arrangement by renervated by regenerating axon.
- 2) One functioning muscle fiber can not have two functioning end plates proved by supramaximal electrical stimulation of peroneal or tibial or both nerves.
- 3) Burial of two motor nerves into the denervated anterior tibial muscle resulted in better functional recovery than that of single motor nerve.

は じ め に

で実験を行った。

脱神経筋の神経再支配を確立する方法として、神経断端の直接縫合や神経移植ができない場合、神経埋め込み手術が有効との報告がある。これと神経縫合や神経移植を実施した場合の筋再支配の差を検討する目的

(1) 神経埋め込み術により脱神経筋に形成される end plate は新生されたものか、既存の end plate が再支配されたものかを end plate の分布様式から検討する。

(2) 異なる 2 本の運動神経を脱神経筋へ埋め込んだ

Key words: direct neurotization, motor end plate, denervated muscle, burial of motor nerve.

Address for reprints: Hidehito Kijima, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Niigata University School of Medicine, 1-757 Asahimachi-tori, Niigata 951, Japan.

時、個々の筋線維はいずれか一方の神経に支配されることになるのか (dual innervation), 両神経の end plate が 1 本の筋線維に形成されるか (polyneuronal innervation), または両者が混在するかを電気生理学的に検索する。

(3) 脱神経筋に 1 本の神経を埋め込んだ場合と 2 本を用いた場合では、再支配筋線維数に差を生ずるか否かを筋の%湿重量によって検討する。

材料および方法

1. 生後 8~12 週、体重 200 g 前後の Wister 系 rat の右後肢に以下のような処置群を作り、左後肢は対照とした (Fig. 1)。

1 群：腓骨神経を腓骨頭下で切離、断端を結紮反転し前脛骨筋を脱神経した。

2 群：脱神経 4 週後の前脛骨筋遠位部へ足根管レベルで切離した脛骨神経を埋入した。

3 群：脱神経 4 週後の前脛骨筋近位部へ切離反転しておいた腓骨神経を埋入した。

4 群：脱神経 4 週後の前脛骨筋近位部へ切離反転しておいた腓骨神経を、その遠位部へ足根管レベルで切離した脛骨神経を同時に埋入した。

5 群：脱神経 4 週後に切離反転しておいた腓骨神経の近位端と遠位端を端端縫合した。

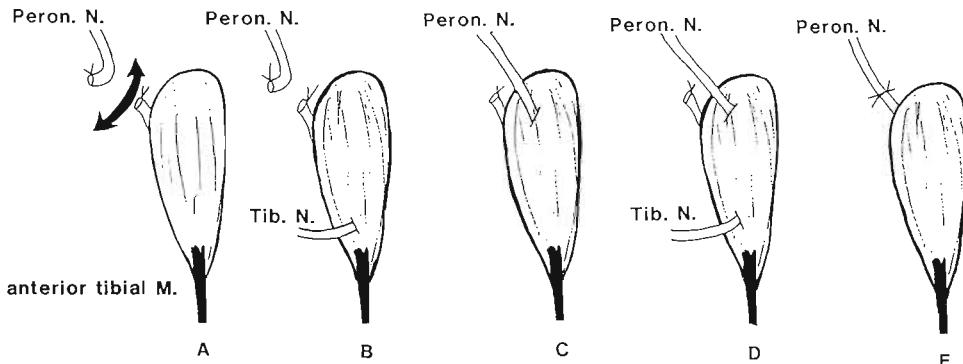


Fig. 1 Schematic illustration of operative procedures: The anterior tibial muscle was used. Five groups were made by different experimental procedures.

Right hind limb was operated and left hind limb was control.

A : Group 1: Peroneal nerve was severed at the fibular head.

Secondary operation was added at 4 weeks after peroneal nerve severance like as below.

B : Group 2: Tibial nerve was buried into the distal portion of denervated anterior tibial muscle.

C : Group 3: Peroneal nerve was buried into the proximal portion of the denervated anterior tibial nerve.

D : Group 4: Peroneal nerve was buried into the proximal portion of the denervated anterior tibial muscle and tibial nerve was buried into distal portion of that muscle simultaneously.

E : Group 5: Severed peroneal nerve was sutured.

これら 5 群について各々の最終操作後、4, 8, 12 週一群のみ 16 週まで一に前脛骨筋の湿重量を測定したのち、組織標本を作製した。

組織標本は、end plate 分布様式と axon の状態を知るため、前脛骨筋を凍結、連続切片を作製し隣接する標本を Karnovsky-隅田変法³⁾ と Namba 変法⁴⁾ で交互に染色して観察した。

2. 第 4 群に対し、Duration 0.01 msec, 刺激電位、約 100 mV の supramaximal の刺激を用い、腓骨神経、脛骨神経それぞれの単独刺激時の誘発 M 波と両者の和、両神経同時刺激時の誘発 M 波を記録した。

3. 再神経支配筋線維数の一指標として、処置側および対照側の前脛骨筋を採取し湿重量を測定後、個体差をなくすため、右前脛骨筋湿重量/左前脛骨筋湿重量 × 100 にて%湿重量を求めた。

結果

1. 組織所見

前脛骨筋の end plate は、1 群、5 群、対照群としての左側前脛骨筋では規則的に馬蹄状に分布していた。2, 3, 4 群では馬蹄状に分布した本来の部位の end plate で脱神経したまま、もしくは再支配されたもののほかに埋め込んだ腓骨、脛骨神経の近傍にも異所性に end plate が形成された所見が認められた (Fig. 2)。

End plate と axon が染色される Namba 法でみると 1 群では end plate へはいる axon は染色されなかった。2, 3, 4 群では馬蹄状に分布する end plate と異所性の end plate の両方に axon が入り込んでいる所見を認めた (Fig. 3)。

2. 電気生理学的所見

腓骨神経と脛骨神経それぞれの単独刺激の誘発M波の和は両神経同時刺激の誘発M波に一致した。このことは、1つの筋線維上に2つ以上の機能している end plate は存在しないことを証明するものと考えられた (Fig. 4)。

3. %湿重量の推移

神経埋め込み術をした 2, 3, 4 群の間で比較してみると腓骨神経と脛骨神経の2本を用いた第4群の回復がよい傾向を認めた。この第4群と神経縫合した第5群を比較してみると有意差なく同程度の回復を示していた (Fig. 5)。

考 察

1群、5群、対照群としての左側前脛骨筋の組織所見より、既存の end plate は常に筋肉のほぼ中央部に規則的に馬蹄状に分布していると考えられる。それに対して神経埋め込み術をした 2, 3, 4 群では、馬蹄状に分布した既存の end plate のほかに埋入した神経の近傍にも異所性に再生 axon を認める end plate が形

成されていた。このことにより、異所性の end plate は新生されたものと判断できる。

1群の組織所見から脱神経後 16週で銀に対する axon の染色性は低下するが、神経埋め込み術後では、既存の end plate と新生された end plate の両方に入り込む axon が染色された。このことから埋め込まれた神経から再生 axon によって新生された end plate と、それによって再支配された既存の end plate とが混在していると結論される。

これと同じ結論の組織所見は、新垣¹⁾の報告をはじめ諸家により報告されている。

しかし Gwyn²⁾は、既存の end plate と異所性の end plate が同じ筋線維上にあるのか、ないのか不明だと疑問を投げかけている。この問題に対して、正常に神経支配されている筋肉へ別の神経を埋め込み、その神経による innervation の有無より証明しようという試みが行われ、その結果 innervate されたという報告と innervate されなかつたという相反する報告がある³⁾。

私たちの誘発筋電図の結果から、腓骨神経と脛骨神経の両方の神経支配を受けている筋線維は存在しないと結論される。このことから、1本の筋線維に2つ以上の機能している end plate は形成されず、既存の end plate と新生された end plate は同じ筋線維上にはないと考えられる。

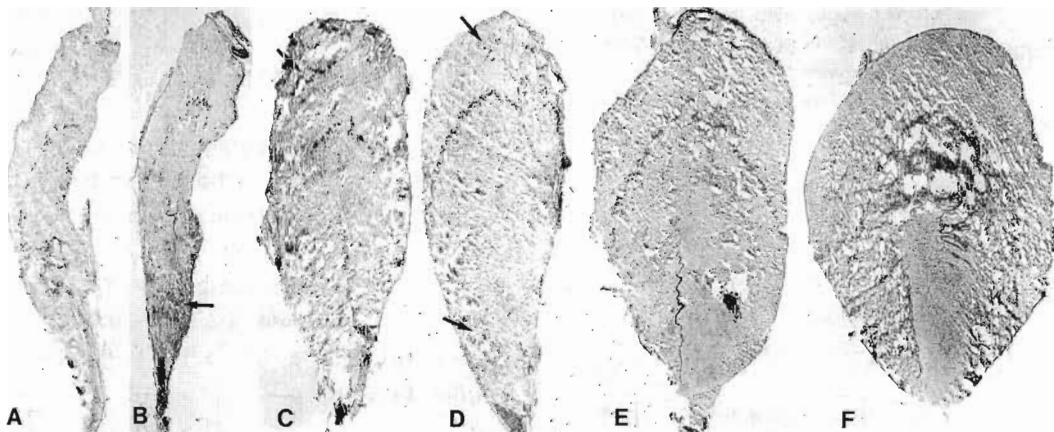


Fig. 2 Histological findings at 12 weeks after secondary experimental procedures (Karnovsky-Sumida stain $\times 1$).
A : Group 1. B : Group 2. C : Group 3. D : Group 4. E : Group 5. F : unaffected.

End plates were distributed like horseshoe appearance in frontal section of unaffected anterior tibial muscle, group 1 and group 5. In group 2, 3 and 4, end plates horseshoe-like appearance and other ectopic end plates (arrow) surrounding the buried nerve were observed.

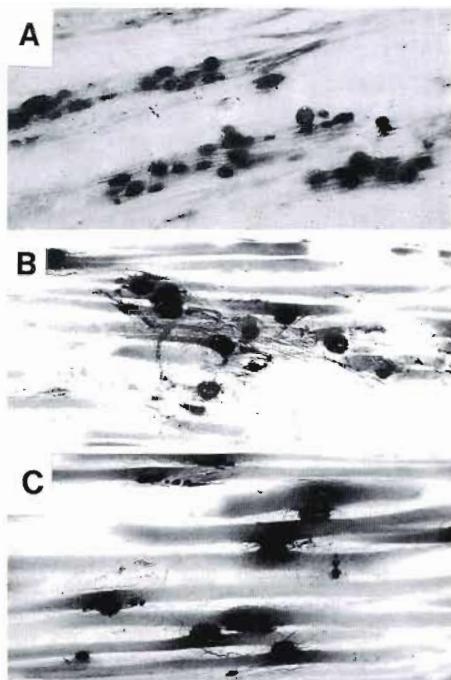


Fig. 3 Histological findings (modified Namba stain $\times 100$)

A: At 16 weeks after denervation; original end plates had no connection with axons.

B: At 12 weeks after burial of nerves (group 4); original end plates had connection with regenerating axons.

C: At 12 weeks after burial of nerves (group 4); ectopic end plates had connection with regenerating axons.

These findings seen in B and C were observed in group 2 and 3.

2, 3, 4群の%湿重量の結果から神経埋め込み術は、1本の神経を筋肉の1カ所で行うより2本の神経を2カ所に行う方が神経再支配筋線維の数が増加し筋肉のよりよい機能回復が得られると考えられる。

まとめ

1) 脱神経筋へ神経埋め込み術をしたとき形成されるend plateは、埋め込まれた神経から再生するaxonにより新生したものと再生axonが既存のend plateを再支配したものとが混在している。

2) 1本の筋線維上に2つ以上の機能しているend plateは形成されない。

3) 神経埋め込み術は、1本の神経を筋肉の1カ所に行うより2本の神経を同一筋の異なる2カ所に行う方が筋肉機能回復がよい傾向にある。

参考文献

- 1) 新垣晃他: ラットを用いた Neurotizationに関する実験的研究, 日手会誌, 4: 39-45, 1987.
- 2) Gwyn D.G.: The formation of new motor end-plates in mammalian skeletal muscle, J. Anat., 100: 111-126, 1966.
- 3) 神沼誠一: 脱神経筋の機能恢復に関する実験的研究—神経幹筋内埋め込み移植について—, 日整会誌, 49: 463-475, 1975.
- 4) Namba T., et al.: Staining for nerve fiber and cholinesterase activity in fresh frozen sections, Am. J. Clin. Path., 47: 74-77, 1967.
- 5) 隅田潤他: Karnovsky染色によるヒト正中神経の運動神経の分布の検討, 整形外科, 30: 1427-1429, 1979.

質問 産業医科大学整形外科 伊地知正光

① 1度反転した神経が、次の操作を加える前に、一部の線維がすでにつながっていたことはなかったか。

② 筋力回復を重量を指標にしておられるが、筋の張力は測っておられませんか。

回答 新潟大学整形外科 木島秀人

① 今回の実験 modil では結紮がはずれたものはありませんでした。

② tensionに関する実験は行つていません。

質問 慶應義塾大学整形外科 高山真一郎

Direct Neutralizationの実験で、post. tibial nerveとperoneal nerve両方を ant. tibial muscleへ行なったgroupが一番筋肉の回復が良かったとのことですが、1つの筋内に対し、元来拮抗筋を支配していた2本の神経を neurotizationすると長期的にみて、Muscleの動きはどうするのでしょうか（今後の臨床への応用も含めて）。

回答 新潟大学 大島秀人

Autagonistのperoneal N.とtibial N.を用いて direct neurotization しましても筋肉の回復はよい傾向にあり臨床的にうまく switchingすると考えます。

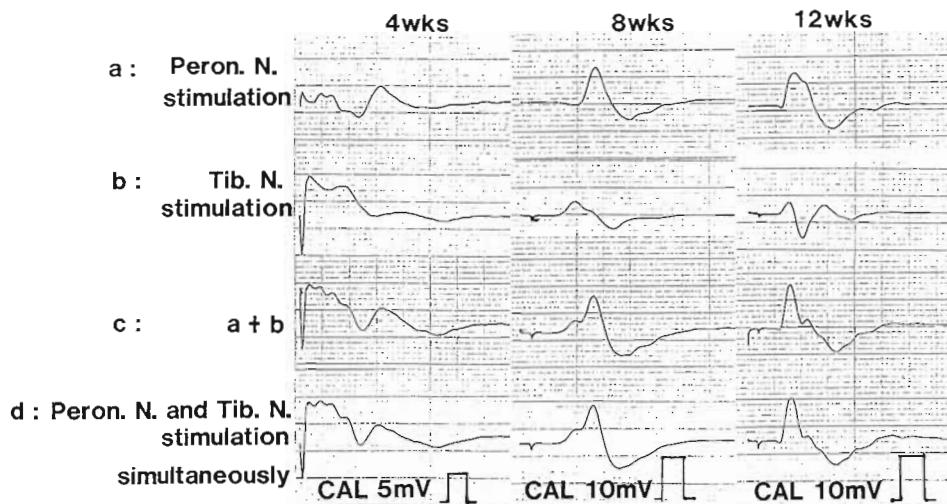


Fig. 4 Result of evoked EMG.

Summation of evoked M-wave obtained with stimulation of peroneal nerve and that obtained with stimulation of tibial nerve was equal to that obtained with simultaneous stimulation of peroneal nerve and tibial nerve.

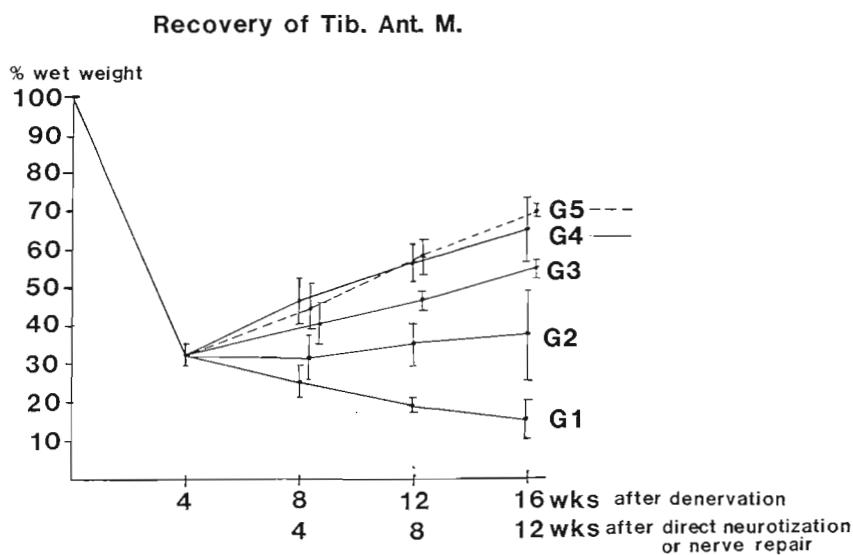


Fig. 5 Renervation of once denervated anterior tibial muscle.

Recovery of percent wet weight of group 4 was as good as that of group 5 and better than that of group 2 and 3.

末梢神経自家移植時における微細血管 構築の再生について

京都府立医科大学整形外科学教室

中 尾 洋 子・榎 田 喜三郎
平 沢 泰 介・勝 見 泰 和

大阪歯科大学解剖学教室

岡 田 成 賛

Regeneration of Microvascular Architecture following
Peripheral Nerve Autografting

Yoko Nakao, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine

Microvascular architecture of peripheral nerve and regeneration of it following peripheral nerve autografting were investigated by means of the acryl plastic injection method under a scanning electron microscope. Ultrastructure of intrafascicular capillary and change of it following peripheral nerve autografting were examined under a transmission electron microscope.

As results: 1) Control. Peripheral nerve capillaries were divided into extrafascicular vascular plexus and intrafascicular capillary bed. In extrafascicular region capillaries of varying calibre were connected with one another by numerous transverse anastomosis and form a network. On the other hand, in intrafascicular region capillaries of comparatively large calibre run longitudinally forming slightly spiral curve and connected with the adjacent capillary by transverse anastomosis. Communication between extrafascicular vascular plexus and intrafascicular capillary bed were rarely observed. 2) Suture line. At one week after grafting, in extrafascicular region capillaries of graft and those of host were anastomosed by newly sinusoidal capillaries formed by undifferentiated mesenchymal cells, and in intrafascicular region extravasation of acrylic resin was observed. At three weeks after grafting, in extrafascicular region newly sinusoidal capillaries changed into glomerulus-like capillaries and formed fine networks, and in intrafascicular region newly sinusoidal capillaries were observed. At six and eight weeks after grafting, newly formed capillaries extremely proliferated and formed networks in intra- and extrafascicular region, and both networks of newly formed capillaries anastomosed each other abundantly.

At twelve weeks after grafting, extrafascicular capillaries decreased in number and intrafascicular capillaries increased in calibre and run longitudinally. At twenty eight weeks after grafting, microvascular architecture of intra- and extrafascicular region resembled normal pattern. 3) Graft. At one week after grafting, intrafascicular capillaries run straight and increased in calibre. At three weeks after grafting, intrafascicular capillaries run longitudinally forming slightly spiral curve and resembled normal pattern.

As conclusion: Microvascular architecture and ultrastructure of intrafascicular capillary were

Key words: microvascular architecture, plastic injection, peripheral nerve autograft, scanning electron microscope

Address for reprints: Yoko Nakao, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto, Japan.

different from those of extrafascicular capillary. In suture line, capillaries of graft and those of host were anastomosed by newly sinusoidal capillaries formed by undifferentiated mesenchymal cells. Newly sinusoidal capillaries changed into glomerulus-like capillaries and formed fine networks, and resembled normal capillary pattern in the late stage of regeneration. Newly sinusoidal capillaries were formed in extrafascicular region earlier than in intrafascicular region. In graft, intrafascicular capillary bed continued to exist and newly formed capillaries were not observed at all.

移植片の受容床への生着には移植片への血行再開が不可欠の要素である。著者らは谷口・太田らのアクリル樹脂注入法³⁾を用いて末梢神経系の血管構築および自家移植術後の血管再生過程を走査型電子顕微鏡を用いて観察を行い、さらに透過電子顕微鏡を用いて血管壁の超微形態的観察を行った。

実験材料および実験方法

体重約200gのWistar系ラット28匹を使用し、24匹のラットの坐骨神経に1cmの長さで自家移植術を行い、術後1, 3, 6, 8, 12および28週の各時期に

ラットを取り出し以下の検索を行った。検索1. 走査電顕による血管鑄型標本の観察：上行大動脈よりアクリルレジンを注入し、移植片部を含んで坐骨神経を採取して20%水酸化ナトリウム処理により血管鑄型標本を作製し、イオンスパッタ法による金蒸着の後、走査電顕にて観察を行った。検索2. 透過電顕による血管壁の観察：移植片を含む坐骨神経をグルタル・オスミウム酸二重固定後、通法にしたがいSPURR resin包埋を行った。横断面の準超薄切片を作製してトルイジンブルー染色を行い光顕用切片とし、次に超薄切片を作製して酢酸ウラン、クエン酸鉛による電子染色の

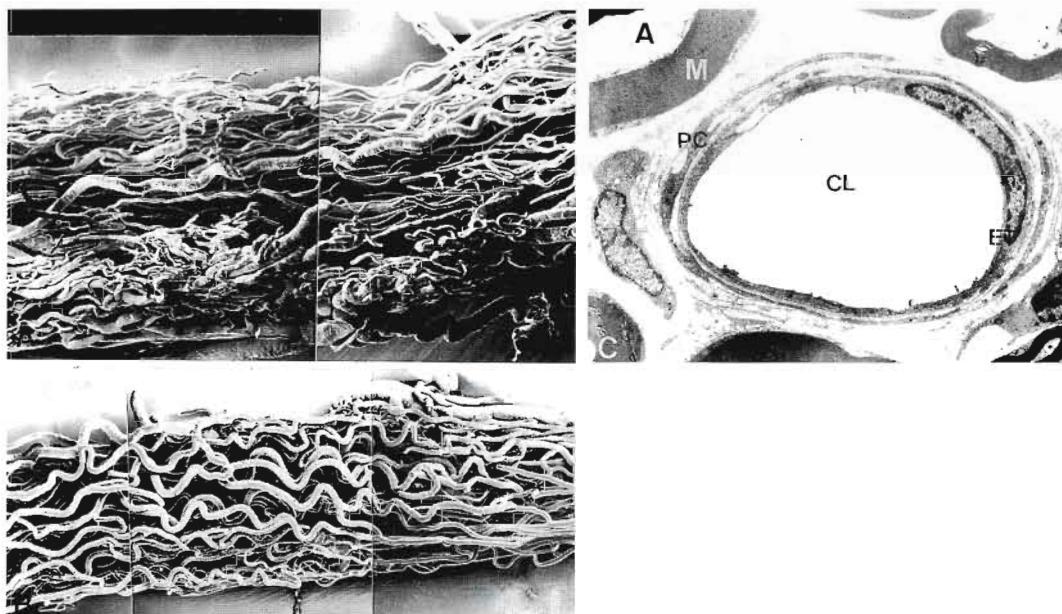


Fig. 1

- A: Normal extrafascicular vascular plexus. ($\times 50$)
Capillaries of varying calibre are connected with one another by numerous transverse anastomosis and form a network.
- B: Normal intrafascicular capillary bed. ($\times 75$)
Capillaries of comparatively large calibre run longitudinally forming slightly spiral curve.
- C: Normal intrafascicular capillary. ($\times 3,000$)
Continuous capillary wall, basement membrane and pericyte are observed.

後、透過電顕による観察を行った。

結 果

I. 対照群。a. 光顕所見：神経束内には血管壁が薄く、径が 10 μm 以下の毛細血管が軸索の間に散在していた。b. 走査電顕所見：神経束外血管系（以下、外血管系）は径の異なる毛細血管が相互に吻合して細かい network を形成していた (Fig. 1-A)。神経束内血管系（以下、内血管系）は比較的径の大きな血管が緩やかなラセンを描きながら縦軸方向に走行し隣接のものと吻合していた (Fig. 1-B)。内血管系と外血管系の間の連絡は少なかった。c. 透過電顕所見：内血管系の内皮細胞は細胞質が比較的厚く飲小胞はほとんど認められなかつた。隣接する内皮細胞は tight junction によって接着し、内皮細胞の外側には 1 層の連続した基底膜および 1~2 層の連続した周皮細胞が認められ、典型的な閉鎖型血管の像を呈していた (Fig. 1-C)。II. 移植群。A. 縫合部。a. 光顕所見：術後 1 週には神経束の外側に近い部分に洞様血管の形成が認められ、術後 3 週には新生血管がグループを形成して存在し糸球体状毛細血管の形成を示していた。術後 6 週には新生血管が再生神経束の間隙に存在し、術後 8 週以後は再生小神経束の網目状構造の中に認められた。b. 走査電顕所見：術後 1 週には外血管系においては移植片と受容床の血管は新生洞様血管を介して吻合していた (Fig. 2-C)。内血管系においては移植片と受容床の血管の連続性は認められずレジンの漏出が認められた (Fig. 2-D)。術後 3 週には外血管系の血管が著明に増生し糸球体状毛細血管および細かい network を形成していた。内血管系においては新生洞様血管による移植片と受容床の血管の吻合が認められた (Fig. 3-A)。術後 6 週および 8 週には、外血管系の新生血管は細かい network を形成し、内血管系においても糸球体状毛細血管および細かい network が形成され、両血管系は相互に密に吻合していた。術後 12 週には外血管系の毛細血管は減少し整理・再構築されて、対照群に近い血管構築を示し、内血管系においては比較的径の大きな血管が縦軸方向に走行し、両血管系の間の連絡は少なかつた (Fig. 3-B)。術後 28 週には内・外血管系とも対照に近い血管構築を示していた。c. 透過電顕所見：術後 1 週には未分化間葉系細胞による洞様血管の形成が認められ、術後 3 週には多数の新生血管の形成が認められた (Fig. 3-C)。術後 8 週以後に再生小神経束の網目状構造の中に認められる新生血管は神

経束血管の形態的特徴を有していた (Fig. 3-D)。B. 移植片部。a. 光顕所見：術後 1 週には軸索は Waller 変性に陥っていたが血管は変性せず存続していた。血管内皮細胞は肥厚し管腔への突出が認められた。周囲に血管の新生像は認められなかつた。術後 3 週には内皮細胞の管腔への突出は軽度となつた。術後 6 週以後は血管壁の肥厚と周皮細胞の遊走が認められた。b. 走査電顕所見：術後 1 週には外血管系に軽度の血管増生が認められ、内血管系においては血管の口径が拡大し血管数が減少し、ラセン走行は消失して直線的走行を示していた (Fig. 2-A)。術後 3 週には外血管系の network は密になり、内血管系の血管数は術後 1 週に比べて増加し、弱いラセン走行が認められた。術後 6 週には外血管の network はさらに密になり、内血管系においては対照群と同様の血管構築を示していた。術後 8 週以後は外血管系の血管数は減少し、術後 12 週には対照群と同様の形態を示していた。c. 透過電顕所見：術後 1 週には内皮細胞が肥厚して管腔に突出していたが、内皮細胞間の tight junction は存在していた (Fig. 2-B)。術後 3 週にも内皮細胞の肥厚が認められ、術後 6 週には対照群と同様の形態的特徴を示していた。

考 察

末梢神経系の血管構築に関しては、1945 年 Sunderland²⁾、1968 年 Lundborg¹⁾ の発表以来ほとんど報告をみない。Lundborg は Vital microscopic technique を用いて末梢神経系の血管を生体観察した結果を報告したが、内血管系の形態は著者らの実験結果とは異なつていた。著者らの行った血管鑄型標本の観察では三次元的構造を把握することが可能であるため、より正確な所見が得られると考えられる。

神経幹内血管を神経束内血管と神経束外血管系に分類して観察した結果、この両者の血管構築には明らかな相異が認められた。外血管系においては径の異なる大小の血管が network を形成していたが、内血管系では比較的径の太い血管が緩やかなラセンを描きながら縦軸方向に走行し隣接のものと吻合していた。両血管系の間の連絡は少なく、血管鑄型標本において容易に分離することが可能であった。

神経束内血管は典型的な閉鎖型血管の形態を呈し、隣接する内皮細胞は tight junction によって接着し、その外側には連続した基底膜および連続した周皮細胞が存在していた。移植片内の血管においても、tight

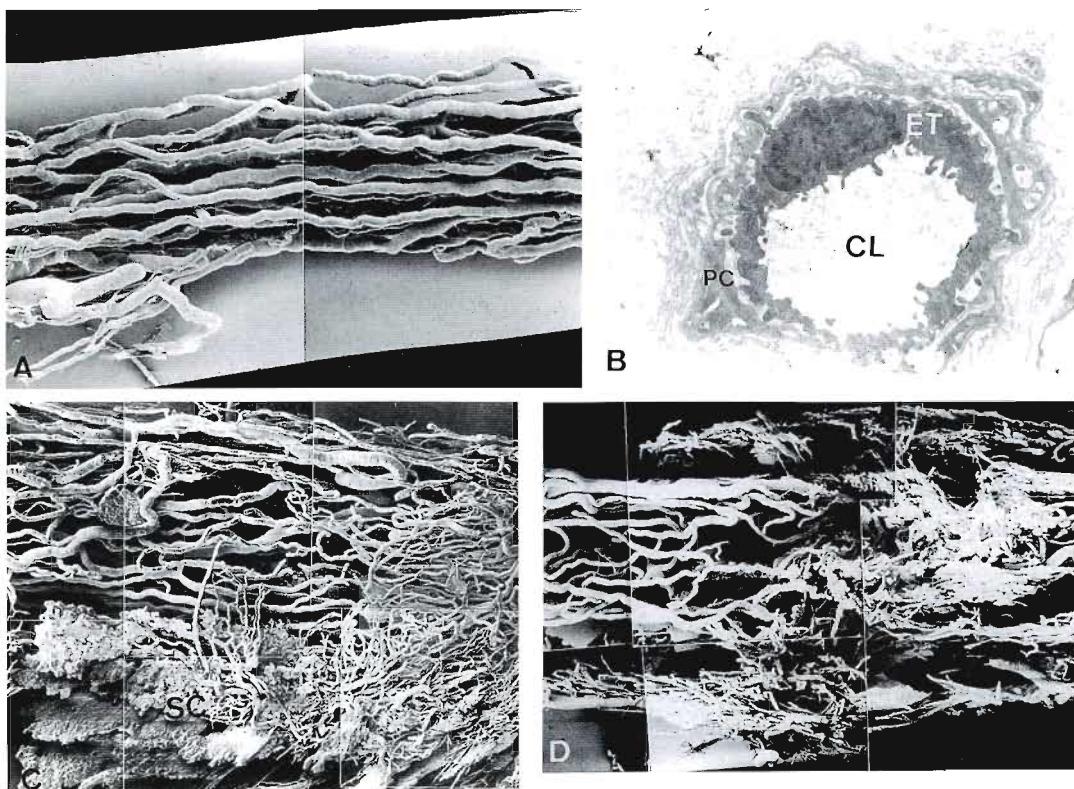


Fig. 2 One week after grafting.

- A : Intrafascicular capillaries of graft. ($\times 50$)
Capillaries run straight and increase in calibre.
- B : Intrafascicular capillary wall ($\times 5,000$)
Endothelium is thickened and capillary wall is continuous.
- C : Extrafascicular vascular plexus of suture line. ($\times 50$)
Newly sinusoidal capillaries are observed.
- D : Intrafascicular capillary bed of suture line. ($\times 50$)
Extravasation of acrylic resin are observed.

junction は保たれ、Waller 変性や虚血に対し強い抵抗性を有すると考えられた。

縫合部における移植片と受容床の血管の吻合は両切断端から内皮細胞が分裂、増殖し、血管が再生して行われるのではなく、未分化間葉系細胞により形成された新生洞様血管によって行われていた。新生洞様血管は糸球体状毛細血管を経て毛細血管の密な network を形成し、再生過程がすすむにしたがって整理され対照群と同様の血管構築を示していた。このような再生過程は外血管系に早期に認められ、内血管系では遅れているのが観察された。両血管系の再生過程の時間的ズレは、両血管系の血管構築の相異によると考えられ

た。

移植片内の内血管系は、血管鑄型標本において術後早期に正常の形態に回復し、光顕および透過電顕所見においても変性、消失する所見や新生血管の形成される所見は認められなかったことから既存血管が存続し血行が再開するものと考えられた。

移植片内の神経束内の血行は、受容床との血管吻合が形成されるまでの期間は外血管系からの血液供給によって行われると考えられ、移植片の外血管系の損傷を少なくすることが重要と考えられた。

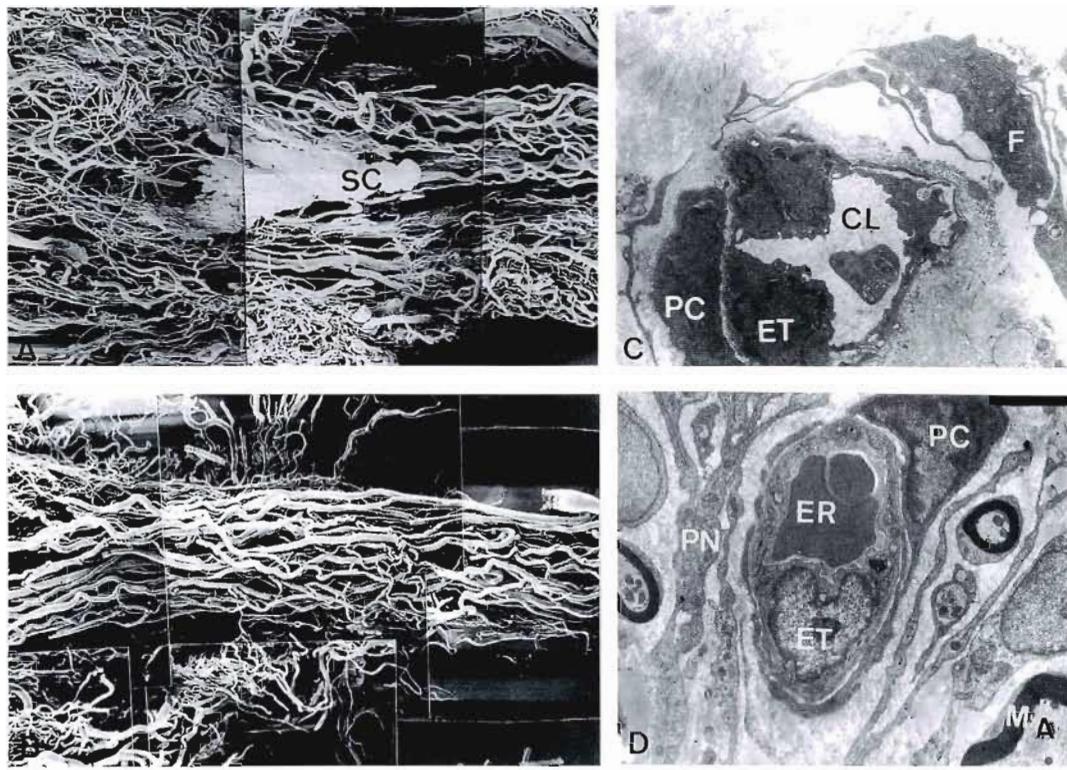


Fig. 3

- A: Intrafascicular capillary bed of suture line. Three weeks after grafting. ($\times 50$) Newly sinusoidal capillaries are observed.
- B: Intrafascicular capillary bed of suture line. Twelve weeks after grafting. ($\times 50$) Capillaries increase in calibre and run longitudinally.
- C: Suture line. Three weeks after grafting. ($\times 4,000$) Newly formed capillary is observed.
- D: Suture line. Eight weeks after grafting. ($\times 4,000$) Newly formed capillaries have morphological characteristics of intrafascicular capillary.

ま　と　め

- 1) 末梢神経系の血管は神経束外血管系と神経束内血管系に分けられ、両血管系の血管構築には明確な相異が認められた。
- 2) 縫合部における移植片と受容床の血管吻合は新生洞様血管の形成によって行われ、外血管系に早期におこり、内血管系では遅れていた。
- 3) 移植片部の内血管系においては既存血管が存続し血行が再開し、新生血管の形成は認められなかった。

参考文献

- 1) Lundborg, G., et al.: Microvascular structure and Function of Peripheral Nerves. Vital Microscopic Studies of the Tibial Nerve in the Rabbit. *Adv. Microcirc.*, I: 66-88, 1968.
- 2) Sunderland, S.: Blood supply of nerves in the upper limb in man. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.)*, 53: 91-115, 1945.
- 3) Taniguchi, Y., et al.: New improved method for injection of acrylic resin. *Okajima Folia Anat. Jpn.*, 24: 259-267, 1952.

Abbreviation for figures

A : axon

CL : capillary lumen

ER : erythrocyte

ET : endothelium

F : fibroblast

M : myelin

PC : pericyte

PN : perineurium

SC : newly sinusoidal capillary

質問 筑波大学形成外科 光嶋 勲

①移植神経片の血行再開経路としては、両縫合部を介した recipient nerve からの血管侵入と周囲組織からの侵入が考えられるが、いずれが早期に認められ、いずれが主の血行となり得るのか？

②移植片内の毛細血管内皮細胞の動態について。内皮細胞の変性壊死後、新しく侵入した血管において内皮細胞が分裂増殖して再生する機序が考えられないか？

回答 公立山城病院 中尾 洋子

縫合部における新生洞様血管の形成は外血管系に早く、内血管系では遅れる。神経束内では縦軸方向の血行が主であるが縦軸方向の血行が再開するまでは、移植片内の内血管系の血行は、神経束外からの血行により維持されていると考えられる。従って血管柄付神経移植は意味があると考えられる。

質問

血管内皮細胞の腫大は何を意味するか、内皮細胞の分裂は認められないのか。

回答

公立山城病院 中尾 洋子

内皮細胞の腫大は炎症症状を意味すると考えられる。内皮細胞の分裂像は認められなかった。移植片部の内血管系の血管壁の内皮細胞間の tight junction は保たれていた。

質問

縫合部における血管再生においては受容床側の血管が伸びてくることはないか。

回答

公立山城病院 中尾 洋子

血管の切断端から血管内皮が分裂して血管が再生するのではなく、血管の切断端の血管内皮細胞、周皮細胞、および神経束内の線維芽細胞などが脱分化して未分化間葉細胞となり、遊走して新生洞様血管を形成することによって血管の再生がおこると考えている。

質問

外血管系と Scar 内の血管との区別はつかか、Scar の血管から供給される血流もあるのではないか。

回答

公立山城病院 中尾 洋子

神経に分布する血管は nutrient artery が神経束外血管系に分布し、その深層のものが神経周膜を貫いて神経束内に入っていくので、神経束外に Scar ができるても神経束内血行にはあまり影響しないと考えられる。

神経束外血管系と Scar の血管は明確には区別できないと考えられる。

シュワン細胞の神経再生に及ぼす影響 —培養シュワン細胞を用いた神経移植の基礎的実験—

金沢大学医学部整形外科学教室
池田和夫・富田勝郎
野村進

金沢大学医学部第一病理学教室
小田恵夫・中西功夫

Experimental Studies on the Role of Transplanted Schwann Cells on Peripheral Nerve Regeneration

Kazuo Ikeda, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kanazawa
University School of Medicine

The purpose of the present work is to evaluate the role of transplanted Schwann cells on the regeneration of transected peripheral nerves. Silicone tubes, 10 mm in length and 2 mm in inner diameter, that contained viable Schwann cells (1.0×10^6 cells/tube) in collagen gel matrix (S-tube) were used for transplantation. Schwann cells were isolated from sciatic nerves of neonate Wistar rats and cultured three times for cell purity. S-tubes were implanted in a 8 mm gap between proximal and distal nerve stumps of transected sciatic nerves of adult Wistar rats, and were examined under light microscope over a certain period of time. As controls, tubes with collagen gel (CM-tube) and tubes with physiological saline (P-tube) were used. Furthermore, S-tubes, both ends of which were closed Millipore membrane, were prepared (S'-tube). Then following 4 types of experiments were performed, S'-tubes were implanted between proximal and distal nerve stumps (S'-1), the proximal end of the S'-tube was only attached to the proximal stump (S'-2), the distal end of the S'-tube was only attached to the distal one (S'-3), and the S'-tube was implanted along the intact nerve (S'-4). Transplanted Schwann cells in S and S'-1 tubes became spindle in shape and lined up longitudinally parallel with each other at 7-10 days after surgery, while Schwann cells in S'-2, 3, 4 tubes remained bulbous and did not line up. It is suggested that Schwann cells may line up longitudinally due to unknown factors from both ends of nerve stumps. The regenerating axons growing into S-tubes rapidly ran along the transplanted Schwann cells, which obviously passed the center of the S-tube at 12 days and reached the distal nerve stump at 2 weeks after surgery. However, regenerating axons in cases of CM and P-tube reached the distal nerve stump after 3 weeks. After 4 weeks, regenerating myelinated axons increased in number in S and P-tubes, but fewer in CM tubes. These findings indicate that the collagen gel matrix itself may impede regenerative process of peripheral nerves. From the present study it is concluded that the transplantation of cultured Schwann cells may be useful for nerve regeneration.

Key words: schwann cell, nerve graft, peripheral nerve, regeneration

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

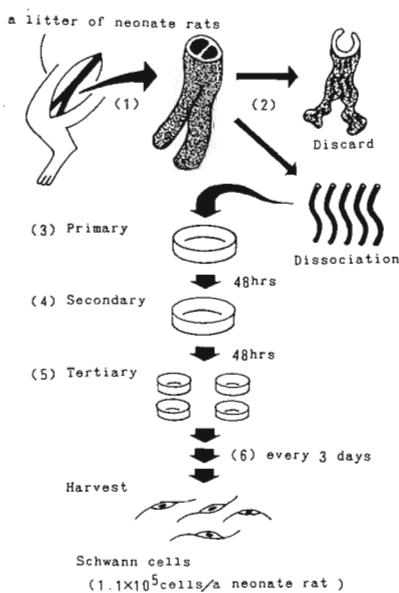
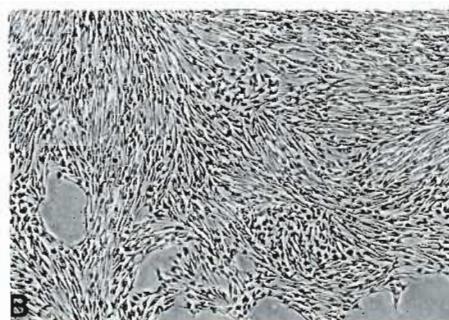


Fig. 1

- A. Flow chart for the preparation of Schwann cells *in vitro*.
- (1) A sciatic nerve is removed aseptically from a neonate rat and immersed in DMEM (Dulbecco's modified Eagle medium).
 - (2) The nerve is cleaned of epineurial and perineurial connective tissues under a dissecting microscope and torn into small fascicles.
 - (3) The explants are placed on CM-IA (Nitta Gelatin) coating a 60 mm-petri dish, and fed with DMEM.
 - (4) after 48 hours, the primary explants are transferred onto a fresh dish coated with CM-IA.
 - (5) Following 48 hours, the explants are reex- planted on four 35 mm-petri dishes coated with Laminin (25 µg/dish).
 - (6) Culture medium (DMEM) containing bovine pituitary extract (30 µg/ml) is changed every 3 days.

目的

末梢神経損傷で大きな欠損のある場合には遊離自家神経移植が通常行なわれている。しかし適当な神経採



B. Phase contrast micrograph of tertiary culture. The purity of Schwann cells is 97%. $\times 56$.

取に限界があることから、新しい移植材料の開発が切望されている。われわれは、*in vitro* におけるシュワン細胞と軸索との密接な関係から³⁾、培養シュワン細胞を神経欠損部に移植する方法を考え、その有効性について検討した。

材料および方法

I. シュワン細胞の単離培養と移植チューブ

シュワン細胞は、生後1~2日のウィスター系ラットの坐骨神経から、Askanas の explant-reexplant 法²⁾に準じて採取し、その純度は 95~97% であった (Fig. 1).

1). 移植チューブには、シリコンチューブ (長さ 10 mm, 内径 2 mm) を用いた。採取したシュワン細胞 10 万個を、セルマトリクス IA (CM-IA : 新田ゼラチン) の浮遊液とし、チューブ内でゲル化させた (S)。この S チューブの両端をミリポアの膜で閉鎖したチューブ (S') も作製した。また対照として、CM-IA のみのチューブ (CM), 生理食塩水入りのチューブ (P) も作製した。

II. 実験条件 (Fig. 2)

体重 300 g のウィスター系ラットを用い、以下の条件で実験を行った。

1. S チューブ群、坐骨神経を大腿中央部で 4 mm 切除し、その両断端を S チューブの両端に 1 mm ずつ引きこんで 10-0 ナイロン 4 針で固定した。Gap は 8 mm とした。

2-1). S'-1 群、坐骨神経を切断し、その両端を S' チューブに固定した。

2-2). S'-2 群、坐骨神経の中中枢断端のみを S' チュ

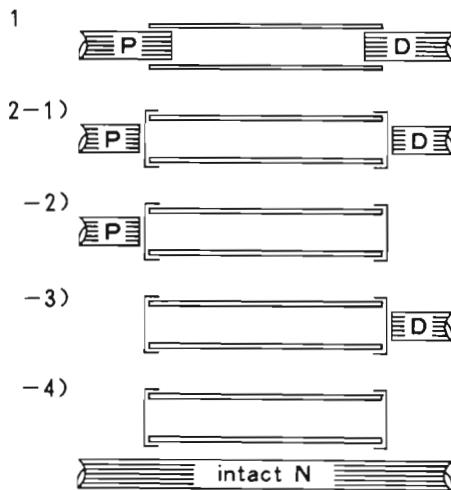


Fig. 2 Arrangements of silicone tubes.

1. Both stumps of the sectioned sciatic nerve are inserted into the silicone tube containing cultured Schwann cell (S-tube) (10 mm in length and 2 mm in inner diameter). A gap between the stumps is 8 mm.
 - 2-1). The S-tube, both ends of which are closed with the membrane of Millipore (S'-tube), is implanted in a gap between proximal and distal stumps of the nerve (S'-1).
 - 2-2). The proximal end of S' tube is attached to the proximal stump of the nerve. The distal stump of the nerve is completely resected (S'-2).
 - 2-3). The distal end of the S' tube is attached to the distal stump of the nerve. The proximal stump is ligated (S'-3).
 - 2-4). The S' tube is implanted along the intact sciatic nerve (S'-4).
- D, distal stump; N, nerve; P, proximal stump

ブに固定し、末梢は可及的に切除した。

2-3). S'-3群、坐骨神経の末梢断端のみをS'チューブに固定し、中枢は結紉した。

2-4). S'-4群、坐骨神経を傷つけないように展開し、その近傍にS'チューブを並行に移植した。

3. 対照群、CM、Pチューブを1.と同じ条件で移植した。

経時的に移植チューブを摘出し、標本はH-E染色、S-100蛋白およびneurofilamentに対する免疫染色、トルイジン青染色を行って検討した。

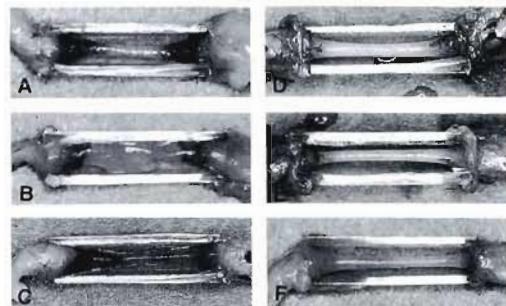


Fig. 3 Macroscopic views of the implanted tubes. $\times 2.4$.

- A. S tube after 10 days; B. CM tube after 10 days; C. P tube after 10 days; D. S tube after 8 weeks; E. CM tube after 8 weeks; F. P tube after 8 weeks. proximal stumps are left and distal stumps are right.

結果

1. および3.の成績

肉眼的には、Sチューブは10日目で白い索状物となつたが、CMチューブでは中央にCM-IAはそのまま残存していた。Pチューブでは細いフィブリン様物質で架橋されていた。8週目になると肉眼的に、大差はなくなつた(Fig. 3)。

S-100蛋白陽性細胞(シュワン細胞)は、CMチューブでは両側から侵入してくる組織内にのみ存在し、CM-IA内には認められなかつた。再生軸索は2週目にSチューブでは、一部末梢側神経内に到達していた。また横断面では周辺に多く分布しており、これはCM-IAの退縮に伴い、シュワン細胞の密度が周辺に高くなることに一致しているものと思われた。CMチューブでは2週目でも、再生軸索は中央に達していなかつた。また横断面の分布はSチューブのように偏つていなかつた(Fig. 4)。以上の所見をFig. 5にまとめた。また4週以降の標本をトルイジン青染色し、再生有髓神経数を計測した。CMチューブはS.Pチューブに劣つていたが、S.P間に差がなかつた。

2. の成績

Sチューブ内の培養シュワン細胞は、10日目で細長く伸長し、互いに平行に長軸方向に並んだ。これはS'-1でも認められたが、S'-2, 3, 4では、球状形態のままの細胞が多く、また方向性なく存在した。S'チューブのミリポアの膜は肉芽組織の侵入を阻み、ゲル内の

シュワン細胞は断端から侵入してきたシュワン細胞でないことは明らかであった (Fig. 6).

考 察

培養したシュワン細胞を *in vivo* にもどした時、再

生軸索に髓鞘を形成することは Aguayo¹⁾ により報告されているが、再生軸索の伸長促進や、埋入シュワン細胞の動態についての報告はない。S チューブが CM、P チューブに比べて軸索の伸長を促すのは明らかであった。対照チューブとのちがいは、チューブ内で縦

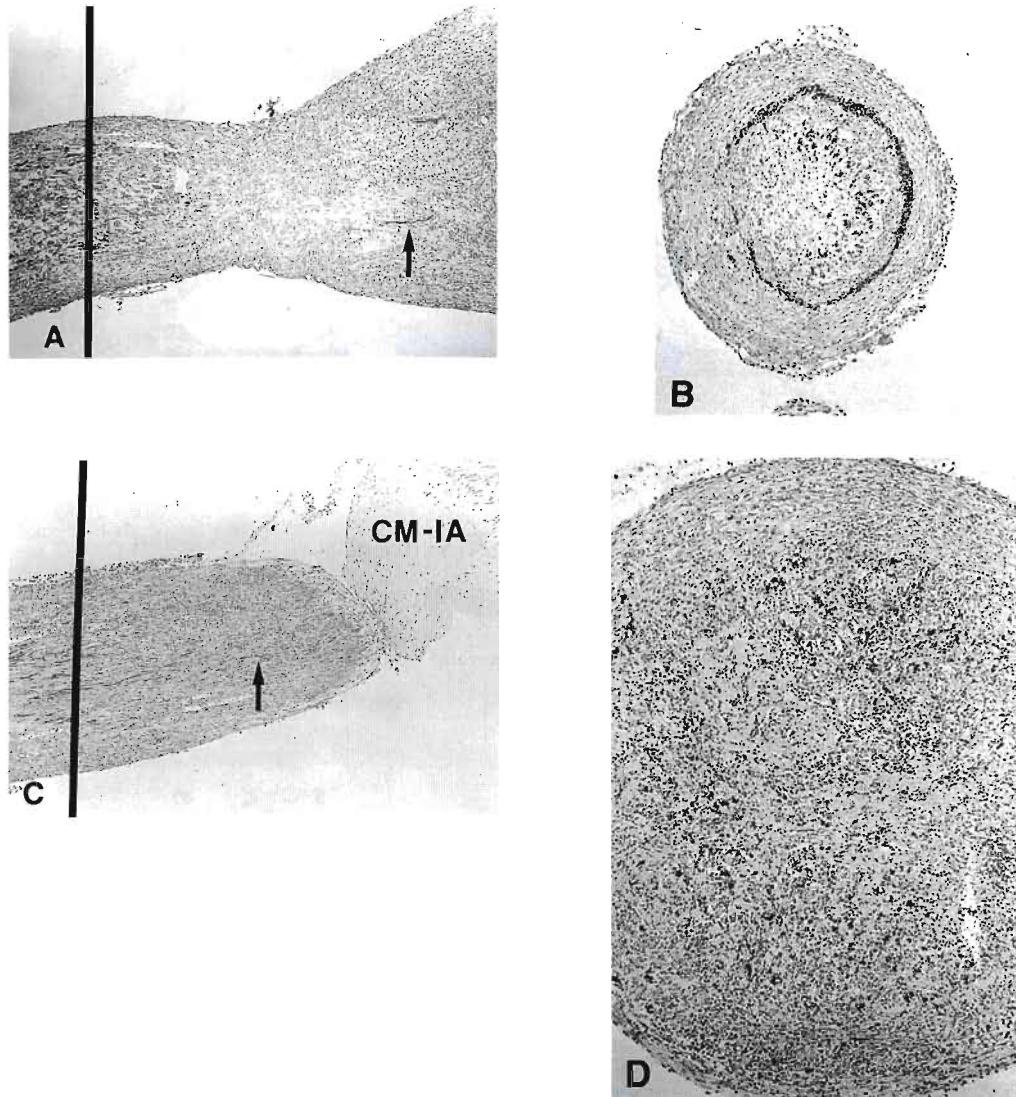


Fig. 4 Immunohistochemical micrographs of tissues in S and CM tubes stained for neurofilament after 2 weeks.

- A. The line is represented 3 mm distal from center of the S tube. Regenerative axon is shown (arrow). $\times 50$.
- B. Light micrograph of transverse section 2 mm distal from center of the S tube. $\times 50$.
- C. The line is represented 2 mm proximal from center of the CM tube. $\times 50$.
- D. Light micrograph of transverse section 2 mm proximal from center of the CM tube. $\times 50$.

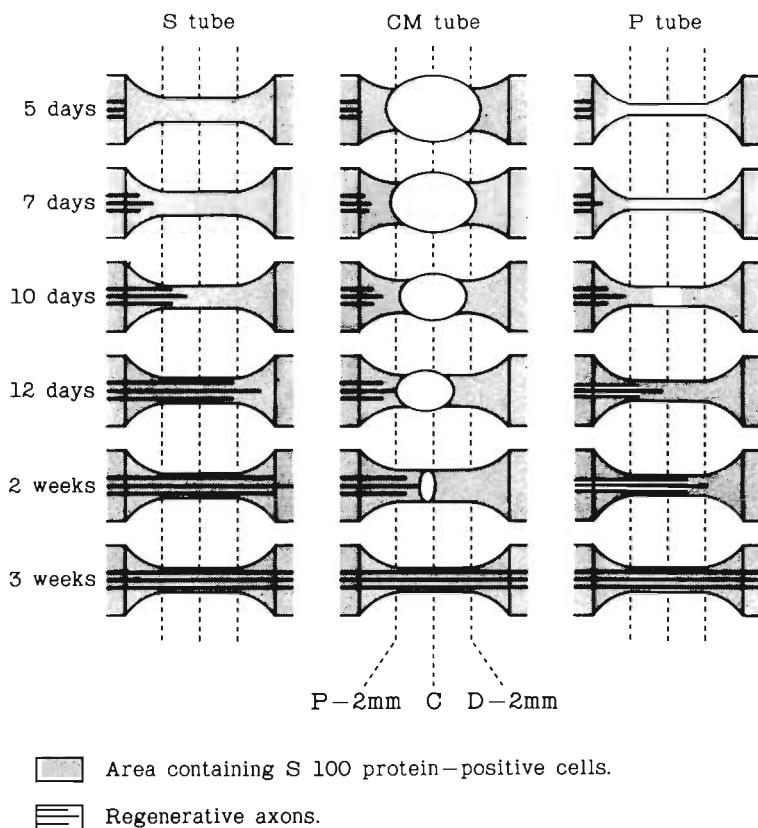


Fig. 5 Scheme of spacial-temporal progression of the regenerated axons and Schwann cells in implanted tubes.

列するシュワン細胞の有無である。CMチューブで明らかなように、再生軸索はゲル内に単独で侵入できず、中枢からのシュワン細胞の遊出を待って初めて伸長する。それに対してSチューブでは、培養シュワン細胞に誘導されて、再生軸索が伸長できる。

S'-1群の実験から、埋入シュワン細胞は軸索との接触なしに伸長し縦列することが明らかとなった。またS'-2, 3, 4の片側のみの神経断端や健常神経の存在は、縦列させる因子とはならなかった。したがって、両側の神経断端からの何らかの液性因子が、これに関与しているものと考えられた。これまでには、再生軸索の方向づけは、neurotropic factorが軸索に作用しているものとして研究されてきた。しかし、軸索を含まないシュワン細胞が一定の方向性をもって並ぶ性格についても、今後は再生軸索の方向づけを考える際には注目される必要があると考えられた。

まとめ

ラット坐骨神経より採取したシュワン細胞を移植材料としたSチューブは、対照チューブに比べて、軸索の再生を促進した。チューブ内の培養シュワン細胞は、神経両側断端を認知することで、互いに平行に長軸方向に縦列した。この軸索との接觸なしに縦列するというシュワン細胞の性格は、再生軸索の方向づけに何らかの役割を果すものと考えられた。

文献

- 1) Aguayo, A. J.: Construction of graft. Post-traumatic peripheral nerve regeneration, 1st ed., Raven Press, New York, 365, 1981.
- 2) Askanas, V., et al.: Human Schwann cells in tissue culture. Arch. Neurol., 37, 329-337, 1980.
- 3) Bunge, M. B., et al.: Neuron-Schwann cell inter-

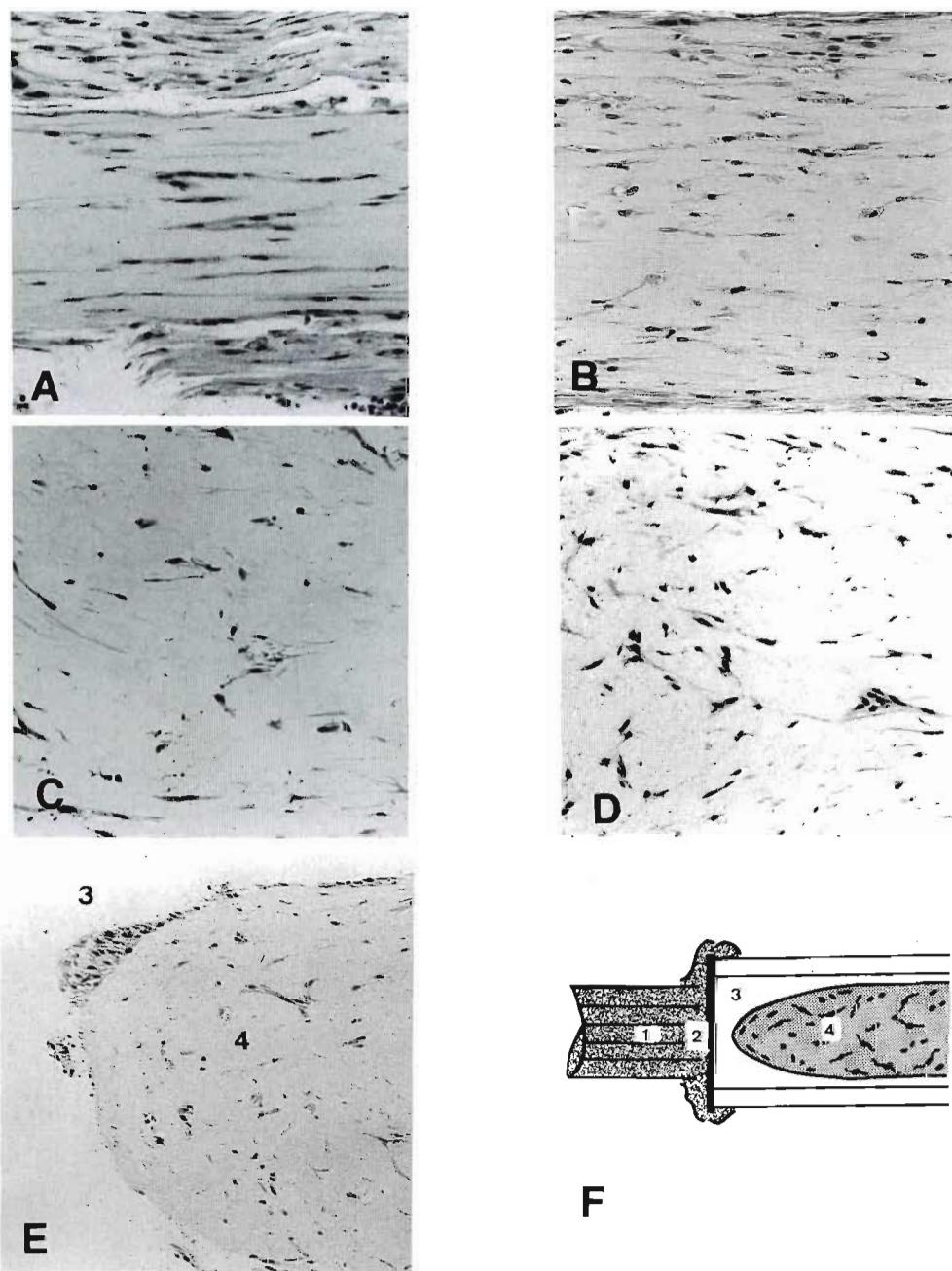


Fig. 6 Light micrographs of a longitudinal sections of each tube 10 days after implantation. H-E stain.

- Transplanted Schwann cells in S tube become elongated longitudinally and lined up parallel with each other. $\times 150$.
- The Schwann cells in the S'-1 tube are transformed and arranged similar to the S-tube. $\times 150$.
- The Schwann cells in the S'-2 tube are bulbous and scattered irregularly. $\times 150$.
- The Schwann cells in the S'-4 tube. $\times 150$.
- The proximal end of the S'-2 tube. $\times 75$.
- Scheme of the proximal or distal end of the S'-tube.

1, nerve stump ; 2, Millipore membrane ; 3, fluid ; 4, Shrunken gel containing transplanted Schwann cells.

action in basal lamina formation. Dev. Biol., 92, 449 - 460, 1982.

質問 東海大学整形外科 岡 義範
シュワン細胞はどの長さの gap が生きるのか。この点でラットでの 8 mm 欠損を実験に選んだ理由はなにか。

回答 金沢大学整形外科 池田 和夫
実際に手術を行いやすい長さとして 8 mm を選んだが、もっと長いチューブを選んだ方がより良いと考えてはいます。in vitro では、20 mm のチューブ内でも、生きていることは確認しています。

質問 広島大学整形外科 越智 光夫
①Schwann 細胞の性質は culture することにより異なってはこないか。
②Schwann 細胞を pack した方が再生線維が早く来たからといつても、必ずしも再生軸索が、pack された Schwann 細胞を用いて伸長したとは結論づけられない。

回答 金沢大学整形外科 池田 和夫
①抗癌剤を用いるような単離培養法では考えられることだが、本研究の培養法では問題ないと考えている。
②in vitro でチューブを培養（6週間）した後の細胞の生存は確認しているが、in vivo では2週間をこえると中枢からの遊出するシュワン細胞とは区別できない。しかし、Aguayo の Isotope を用いた実験で明らかなように、培養シュワン細胞が、再生軸索に乗り、ミエリンを形成しており、役立っていると考えている。

質問 京府医科大学整形外科 平澤 泰介
Schwann 細胞が神経再生のために必要であると考えるが、実際に Schwann cell を移植することは手技上の困難があると考える。先生の研究では technical な点でどの点に苦労されておられるか。

回答 金沢大学整形外科 池田 和夫
Schwann 細胞を、線維芽細胞の混入なしに純培養する過程が最も困難を感じています。また生理的条件に比べ 8 mm の gap に 10 万個の Schwann 細胞というのは、少なすぎることも確かです。

末梢神経同種移植に関する実験的研究

—第2報：シクロスボリンのIL-2産生に与える影響について—

広島大学医学部整形外科学教室

石田 治・越智光夫
大作 浩一・黒木秀尚
宮本 義洋・生田義和

Experimental Study on Peripheral Nerve Allograft 2nd. Report: Effect of Cyclosporine on IL-2 Release

Osamu Ishida, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Hiroshima University School of Medicine

We have reported previously that strong immune responses in both cellular and humoral immunity are also induced in the peripheral nerve allograft. We used cyclosporin A (CYA) to inhibit the immune response and to accelerate regeneration of the axon. From in vitro experiments it is assumed that CYA inhibits immune response because it inhibits the production of interleukin 2 (IL-2). We have therefore compared the IL-2 release in peripheral nerve allografts between administration of CYA and non-administration of it, and also measured the IL-2 release when it was administered for a short period and then discontinued.

Methods

The experimental system was established in the same manner as previously, and the peripheral nerve allograft was performed between inbred mice with different MHC. IL-2 release was measured using the culture supernatant of recipient spleen cells (10^6 cells/ml) stimulated with concanavalin A (5 µg/ml). IL-2 activity in the culture supernatant was measured by the proliferation potential of CTLL-2, an IL-2-dependent cell line, following the method of Gillis et al. Human recombinant IL-2 was used as standard IL-2. As experimental groups, one-week-after-transplantation group and two-weeks-after-transplantation group were prepared, each with a CYA-administered subgroup and a CYA-non-administered subgroup. Ten mice were studied in each subgroup. IL-2 release when administration of CYA was discontinued after two weeks and four weeks was also measured. Untreated mice without transplantation were used as controls.

Results

IL-2 release was observed to be similarly high in the CYA-non-administered group and the control group, but it was low in the CYA-administered group, in both the one-week group and the two-week group. The release when CYA was administered and then discontinued was low in both the group administered for two weeks and four weeks.

Summary

Survival of the Schwann cells of the grafted nerve was thought to be attainable in peripheral nerve allograft without rejection by inhibiting the production of IL-2 with CYA. Immunological tolerance materialized with even administration for a short period. This also was believed to have

Key words: peripheral nerve allograft, cyclosporin A, interleukin 2

Address for reprints: Osamu Ishida, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Hiroshima University School of Medicine, 1-2-3 Kasumi, Minami-Ku, Hiroshima 734, Japan.

resulted from inhibition of IL-2 release from helper T cell of the recipient.

著者らはシクロスボリン (CYA) を利用した末梢神経同種移植に関する一連の実験的研究を行ってきた。その結果、末梢神経組織にも強い免疫原性が存在し、細胞性および液性免疫応答が惹起されることが明らかとなつた⁵⁾。さらに CYA 投与により、この免疫応答が強く抑制されることはすでに報告した⁶⁾。さて拒絶反応系においてインターロイキン 2 (interleukin 2; IL-2) はヘルパーT細胞から産生され、拒絶反応の主役を演じる細胞障害性Tリンパ球の増殖を抑制するとされている。著者らは IL-2 依存性の細胞株である CTLL-2 を用いて宿主リンパ球の IL-2 産生を検索することに成功したので、今回はその実験方法を紹介し、CYA 投与による *in vivo* での IL-2 産生について報告する。

実験方法

実験系は前回と同様に設定し、BALB/c (H-2^a) を donor に C57BL/6 (H-2^b) を recipient として坐骨神経片 1 cm を同種異系移植した。CYA は移植当日から毎日 20 mg/kg、背部皮下投与した。実験群は移植後 1 週、2 週群を設け、それぞれに CYA 投与群と非投与群を作製した。また投与終了後の変化を観察するため 2 週または 4 週投与し、投与中止後 1 週にて検索した。なお対照群として移植操作を加えていない無処置マウスを使用した。

IL-2 培養上清の採取 (Fig. 1) : recipient mouse から無菌的に脾臓を摘出し、ステンレスメッシュにて脾細胞の浮遊液を作製した。これを洗浄して培養液 Eagle MEM (ニッスイ) に $1 \times 10^6/\text{ml}$ の細胞濃度に調整した。この浮遊液に Con A (concanavalin A; Sigma Chemical Company) を $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 添加し、37°C, 5%CO₂ にて 24 時間、刺激培養して IL-2 を産生させた。その培養上清を採取し、活性測定まで -80°C にて凍結保存した。

IL-2 活性測定 (Fig. 2) : 凍結保存検体を室温で融解し、培養液で希釈系列を作製した。これに CTLL-2 を $4 \times 10^3/\text{well}$ ずつ加え、96 穴平底マイクロプレートにて 24 時間培養した。なお培養終了 6 時間前に ³H-thymidine を $0.5 \mu\text{Ci}/\text{well}$ ずつ添加した。培養終了後は CTLL-2 をグラスフィルター上に回収し、液体シンチレーションカウンターにてその放射能活性を測

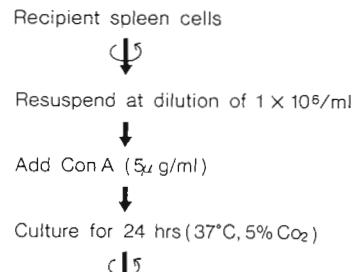


Fig. 1 Preparation of IL-2 Sup.

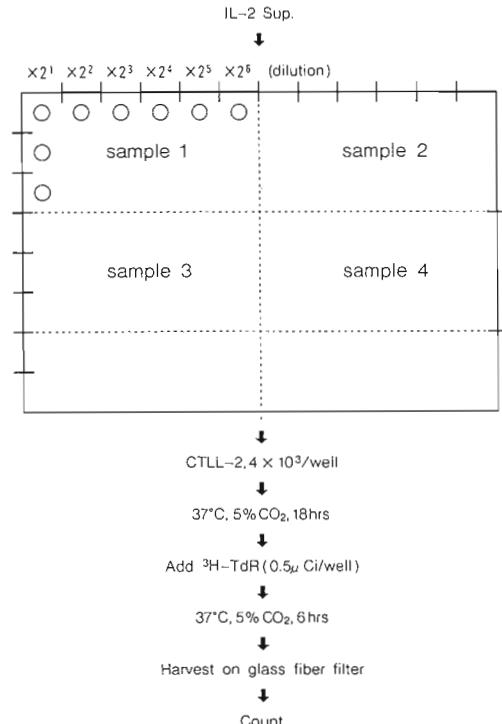


Fig. 2 Assay of IL-2 Activity

定、cpm で表現した。

Probit analysis (Fig. 3) : 活性算出には standard として human recombinant IL-2 (rIL-2; タケダ) を用い probit analysis を行った。まずその最大値 a に対する各検体の各稀釈点の cpm を百分率で表わす。そして Fig. 3 右図のように百分率を Y 軸に、検体の稀

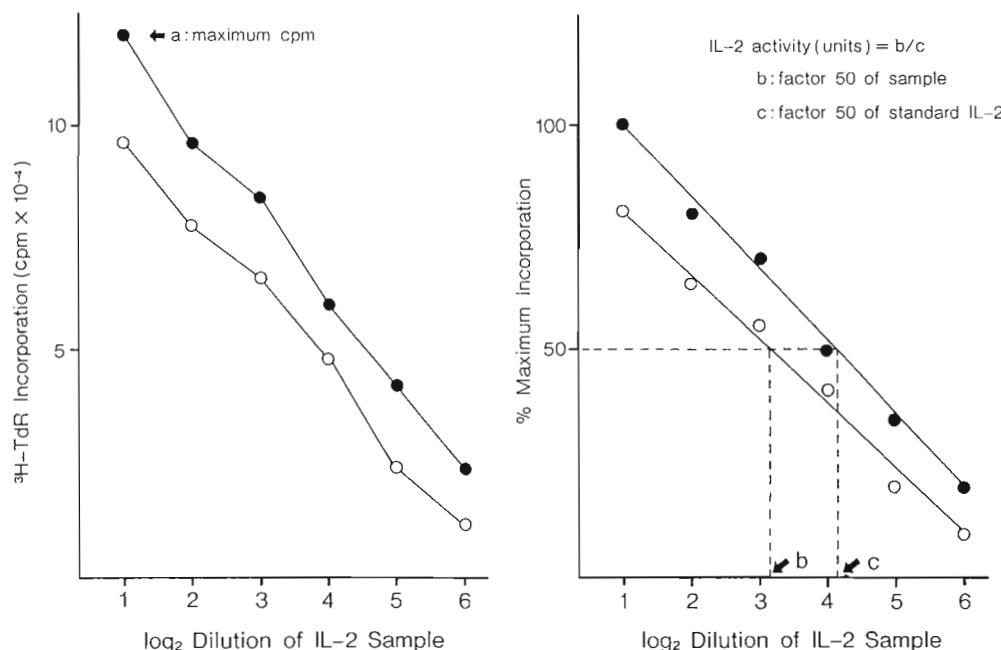


Fig. 3 Probit Analysis of IL-2 Activity

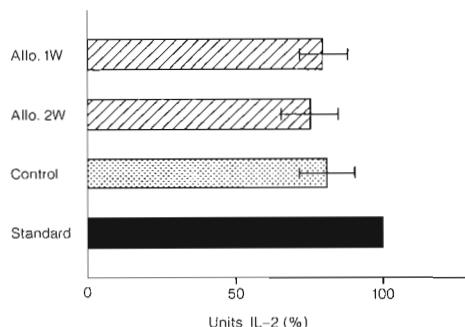


Fig. 4 Con A-Induced IL-2 Release

活性倍数の対数をX軸にプロットするとほぼ直線状となり回帰直線が得られる。この回帰直線とY軸50%との交点にてX座標より得られた稀釈倍数をfactor 50とした。検体のfactor 50, つまりbをstandard IL-2のfactor 50, つまりcで割った値が求めるunitとなる。各検体のunitを計算し、各群ともその平均値で比較した。

結 果

同種移植 CYA 非投与群と対照群の無処置マウスでは約 80% の高い IL-2 活性が検出されたが、両者に有

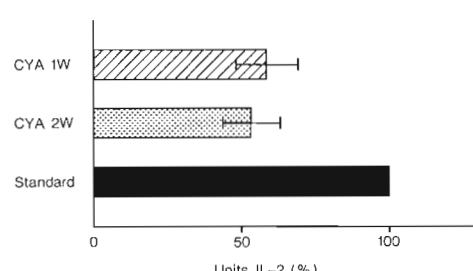


Fig. 5 Con A-Induced IL-2 Release

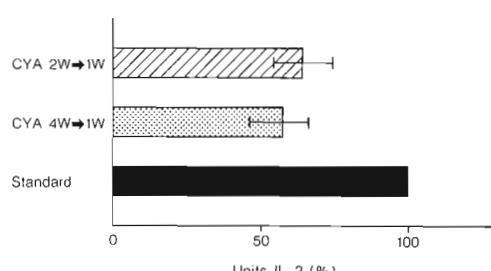


Fig. 6 Con A-Induced IL-2 Release

意差は認められなかった。また移植後 1 週と 2 週の結果の比較からも移植後日数による差はないものと思われた (Fig. 4)。CYA 投与群では IL-2 活性は低値で

standard の約 50~60% の活性にとどまっていた (Fig. 5). CYA の 2 週投与群、4 週投与群でも IL-2 活性は低値で standard の約 60% の活性であった (Fig. 6).

考 察

拒絶反応系において、抗原提示細胞であるマクロファージを介して組織適合抗原のうちクラス 2 抗原を認識したヘルパー T 細胞はマクロファージの産生するインターロイキン 1 (interleukin 1; IL-1) により活性化される。活性化されたヘルパー T 細胞は IL-2, B-cell stimulating factor 他のリンホカインを産生する。一方、クラス 1 抗原を認識した細胞障害性 T 前駆細胞 (cytotoxic T lymphocyte precursor; CTL-P) には IL-2 受容体が誘導される。ヘルパー T 細胞から產生された IL-2 は CTL-P を活性化し、細胞障害性 T 細胞 (cytotoxic T lymphocyte; CTL) としてそのクローン増殖が開始される。増殖した CTL が標的細胞である移植抗原を直接阻害する。In vitro の研究では CYA はマイトーゲンによるリンパ球刺激の初期段階で作用するとされ¹⁰⁾、MLC 開始 48 時間以降に CYA を加えても CTL の誘導は抑制しないとの報告もある⁹⁾。CTL 活性化過程における CYA の作用機序についてはマクロファージの IL-1 産生、およびヘルパー T 細胞の IL-2 産生を抑制するという報告²⁾ や IL-2 産生阻害とともに、CTL-P の無反応化を生じるという報告⁴⁾など in vitro においては CYA に IL-2 産生抑制作用があるとされている^{3,9)}。しかし in vivo における CYA の作用機序についての報告は少なく¹¹⁾、末梢神経移植に関しては皆無である。そこで著者らは末梢神経同種移植における免疫応答を細胞性、液性免疫の両面から捉え CYA 投与による変化を検索してきた。そして末梢神経組織にも強い免疫原性が存在するが⁵⁾、CYA 投与によりその免疫応答は同系移植群と同等にまで抑制されることが判明した⁶⁾。さらに CYA 短期間投与のみでも免疫応答は抑制され、免疫学的寛容性が成立する可能性について報告した⁷⁾。以上の末梢神経同種移植における CYA の作用機序を解明するため IL-2 依存性の細胞株である CTLL-2 を用いて in vivo における IL-2 産生を測定した。CYA 投与群の IL-2 活性は CYA 非投与群や対照群に比べ低値で、宿主のヘルパー T 細胞の IL-2 産生が抑制されていた。すなわち in vivo においても in vitro 同様にヘルパー T 細胞の IL-2 産生抑制作用が認められた。また 2 週、4 週投与群の IL-2 活性も CYA 非投与群や対照群に

比べ低値で、CYA の短期間投与による免疫学的寛容状態では IL-2 産生は抑制されているものと思われた。同種移植群と対照群では Con A 刺激による IL-2 活性に有意差は認められなかった。また同種移植後の経過日数による差も認められなかった。よって宿主のヘルパー T 細胞の IL-2 産生は同種移植によっても増強されないと思われた。

結 語

- 1) 末梢神経同種移植時の in vivo での IL-2 産生を IL-2 依存性の細胞株である CTLL-2 を用いて測定した。
- 2) CYA 投与群の IL-2 活性は対照群に比べ低値で、宿主のヘルパー T 細胞の IL-2 産生が抑制されていることが推察された。
- 3) 2 週、4 週投与群の IL-2 活性も対照群に比べ低値で、CYA の短期間投与により免疫学的寛容状態となった場合には IL-2 産生は抑制されているものと思われた。
- 4) 同種移植群と対照群では IL-2 活性には有意差は認められなかった。

参 考 文 献

- 1) Abbud-Filho, M., et al.: Cyclosporine therapy of rat heart allograft recipients and release of interleukins (IL 1, IL 2, IL 3): A role for IL 3 in graft tolerance? J. Immunol., 133, 2582-2586, 1984.
- 2) Bunjes, D., et al.: Cyclosoirin A mediates immunosuppression of primary cytotoxic T cell responses by impairing the release of interleukin 1 and intermeukin 2. Eur. J. Immunol., 11, 657-661, 1981.
- 3) Dos Reis, G. A., et al.: Effect of cyclosporin A on T cell function in vitro: The mechanism of suppression of T cell proliferation depends on the nature of the T cell stimulus as well as the differentiation state of the responding T cell. J. Immunol., 129, 2360-2367, 1982.
- 4) Hess, A. D., et al.: Effect of cyclosporine on the induction of cytotoxic T lymphocytes: Role of interleukin-1 and interleukin-2. Transplant. Proc., 15 (Suppl. 1) 2248-2258, 1983.
- 5) 石田 治 他: 末梢神経同種移植に関する実験的研究—新鮮同種移植における免疫応答について一、日手会誌, 4 (1) : 51-54, 1987.
- 6) 石田 治 他: シクロスボリンを利用した末梢神経同種移植に関する実験的研究. 第 1 報. シクロスボリンの免疫応答におよぼす影響について、中部整災誌、投稿中。

- 7) 石田 治 他：シクロスボリンを利用した末梢神経同種移植に関する実験的研究、第2報、免疫学的寛容性の成立について、中部整災誌、投稿中。
- 8) 松浦 健 他：腎移植における免疫学的研究、第4報、Cyclosporin A の作用形式に関する検討、日泌尿会誌、75：1866-1873、1984。
- 9) Wagner, H.: Cyclosporin A: Mechanism of action. Transplant. Proc., 15, 523-526, 1983.
- 10) Wiesinger, D., et al.: Studies on the mechanism of action of cyclosporin A. Immunobiol., 156, 454-463, 1979.

ラット坐骨神経再生時における神経内 NGF レベルの経時的変化

東京慈恵会医科大学整形外科学教室

池上亮介・室田景久
富田泰次・中村信之

国立精神神経センター神経研究所

古川昭栄

Time-dependent changes of NGF content in transected rat sciatic nerve

Ryosuke Ikegami, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Jikei University School of Medicine

Time-dependent changes of NGF content in transected rat sciatic nerve were investigated using a highly sensitive enzyme immunoassay. Within 24 hours after nerve transection, NGF content increased rapidly at the segment just distal to transected site, and reached to 10-fold higher level than that found in the intact contralateral side. However, NGF content unchanged in the proximal stump. This initial increase of NGF content was considered to be an evidence for the accumulation of NGF which was passed from the peripheral organs by retrograde axonal transport. Then NGF content in this distal segment gradually decreased with the decrease of axonal transport followed by Wallerian degeneration. However, NGF content again slightly increased, and was remained at level 6 times higher than control during from 1-week to 3-weeks. Similar latent increase of NGF content was observed in the more distal nerve segments. This latent increase of NGF was considered to be responsible for local synthesis of NGF, because axonal transport had completely ceased in this stage. To confirm this hypothesis, we transected sciatic nerve at two points and make an internal island segment where influences of axonal transport could be neglected. In this segment NGF began to increase in from 12- to 48-hours after transection and reached maximum level in 1-week. This indicate local synthesis of NGF in this segment. Thereafter, NGF level decreased during from 1- to 3-weeks when regenerating fibers had passed through this segment. This suggested that, NGF which was synthesized locally and accumulated at the island segment may trigger axonal sprouting and elongation. These results could be summarized as follows. 1) a rapid accumulation of NGF in a segment just distal to transected site provide an evidence for retrograde transport of endogenous NGF. 2) latent accumulation of NGF in an island segment implicated a local synthesis of NGF. 3) NGF accumulated by retrograde axonal transport and local synthesis in the distal stump to transection site may play an important role in nerve regeneration.

はじめに

神経細胞の、分化、突起伸長、生存を促す一群の生

体内成分を神経栄養因子 (neurotrophic factor : NTF) と総称している。しかし NTF は、生物活性を指標として、その存在が疑いのないものであって

Key words: Nerve growth factor, nerve regeneration, axonal transport, peripheral nerve, neurotrophic factor

Address for reprints: Ryosuke Ikegami, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishi shinbashi, Minatoku, Tokyo 105, Japan.

も³⁾⁴⁾、その分子としての実態はほとんど不明である。この中で唯一、物性が解明され、生体内レベルを定量できるのは神経成長因子 (nerve growth factor: NGF) のみである²⁾⁵⁾。したがって、現在のところ、神経系の再生過程における NTF の機能や役割を検索する際には NGF が最良、かつ唯一のモデルである。

NGF は、末梢の知覚神経と、交感神経の分化、成長、機能維持に必須の因子で、培養下でこれらの神経細胞の軸索の発芽、伸展、生存を促進することが知られている²⁾⁵⁾。

今回、著者らはラット坐骨神経を切断後、経時的に神経内 NGF 含量を測定することにより、再生時における NGF の動態、分布を明らかにし、NGF が再生に果たす機能的役割について検討した。

材料および方法

生後 4~10 週齢の雄 Wistar 系ラットの坐骨神経を、麻醉下に一側の大腿後面にて露出後、これを切断し、他側は control とした。

(A 群: 1 カ所切断群) 坐骨神経を脛・腓骨両神経の分岐部より 10 mm 近位で尖刀にて切断した。切断後、2, 6, 12, 24, 48, 72 時間、1, 2, 3 週にて再び坐骨神経を露出し、切断部の中枢 10 mm、末梢 10 mm の部分を採取し、長さ 2 mm の segment を作製、この中に含まれる NGF 含量を測定した。

(B 群: 2 カ所切断群) 坐骨神経を脛・腓骨両神経の分岐部より 6 mm, 14 mm 近位で切断し、中間に島状の部分を作製した。切断後、A 群と同様、経時に切断部の中枢 6 mm、中間 8 mm、末梢 6 mm の部分で長さ 2 mm の segment を作製し、この中の NGF 含量を測定した。

(C 群: 非切断群) 坐骨神経を露出後、剥離のみを加えた。

NGF の定量は、Furukawa らによって確立された高感度酵素免疫測定法 (two-site enzyme immunoassay: EIA) を用いた¹⁾²⁾。測定感度は、2~3 pg/ml であった。

結果

NGF レベルは A, B 群ともに、切断中枢部分では全観察期間を通じて、対側の control と同レベルに保たれていた。一方、A, B 群の切断末梢部分および、B 群の中間部分では、著明な上昇が認められた (Fig. 1)。

A 群および、B 群末梢部分の NGF レベルの上昇は、

最も近位の d1 segment の部分で著明に認められ、切断 6 時間後より急速に上昇し、24 時間後には control の 10 倍にも達した。以後 NGF レベルは減少し、72 時間後には control の 5 倍のレベルまで減少した。その後再び軽度上昇し、1~3 週までに control の約 6 倍に保たれていた。一方、この segment より遠位の d2, d3 segment では NGF レベルは d1 segment のような早期の急性的 peak を示さず、切断後 12 時間後より徐々に上昇し、24 時間~3 週の期間はおよそ control の 3~5 倍のレベルに保たれていた (Fig. 2)。

B 群中間部分の NGF レベルは、切断後 12~24 時間より徐々に上昇し、1 週で control の 4~5 倍に達した。その後徐々に減少し、3 週では control の 2~3 倍となった (Fig. 3)。

C 群の NGF レベルは、全観察期間を通じてほとんど、変化が認められず control とほぼ同じレベルに保たれていた。

考察

NGF は、末梢神経が支配する組織、細胞において、合成分泌され、軸索の末端から取り込まれ、軸索内を逆行性に細胞体へと輸送され、そこで機能を発揮すると考えられている²⁾⁵⁾。

A 群の実験で、切断末梢部近位の d1 segment にのみ、ごく早期から NGF レベルの急速な上昇が認められた。この事実は、内因性の NGF が、逆軸索輸送されていることの直接的な証明になり得ると考えられる。すなわち末梢より軸索内を逆行性に運ばれつつあった NGF がこの部位に蓄積されたものと思われる。また、NGF レベルは 24 時間後をピークに、その後減少したが、これは、切断末梢部分が変性に陥り逆行性の輸送能が次第に失われ、それまでに蓄積した NGF の消失量が、新たな NGF の蓄積量を上回ったためと考えられる。

切断後、さらに長期の観察を続けると、NGF レベルは、切断 48 時間後から再び上昇し 1 週から 3 週まで高レベルに保たれていた。また同時期に、これより遠位の d2, d3 segment でも NGF は高レベルに保たれていた。しかしこの時期には、切断末梢部分は Waller 変性に陥りこの部の軸索輸送能は失われている。したがって従来より考えられている逆軸索流とは別の NGF の供給源の存在が考えられた。

そこでわれわれは、B 群の実験において、坐骨神経を 2 カ所で切断し、軸索流のおよばない島状の中間部

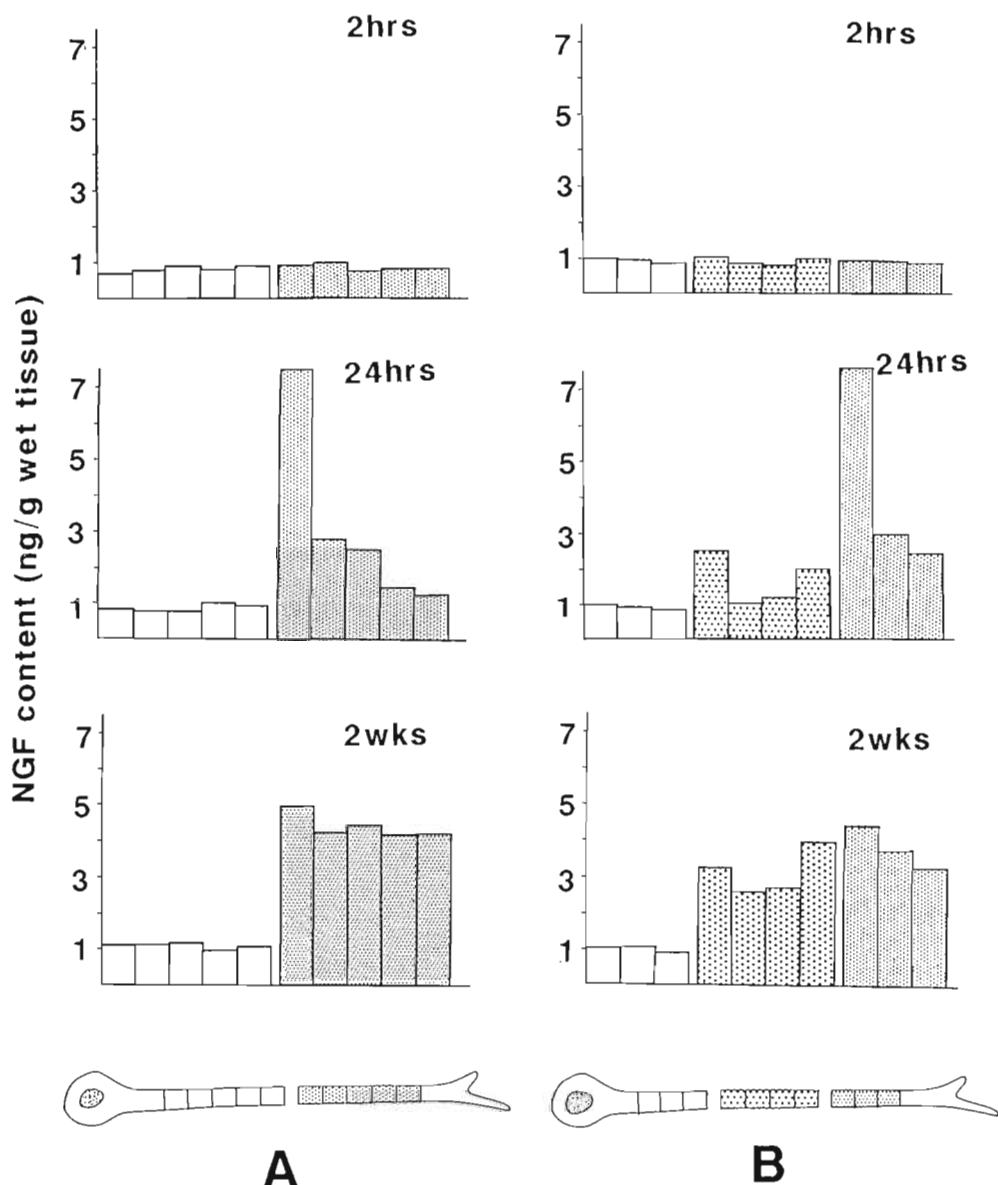


Fig. 1 Distribution of NGF content after nerve transection (values were presented as the average of 10 experiments.)
A : one-point transection B : two-point transection

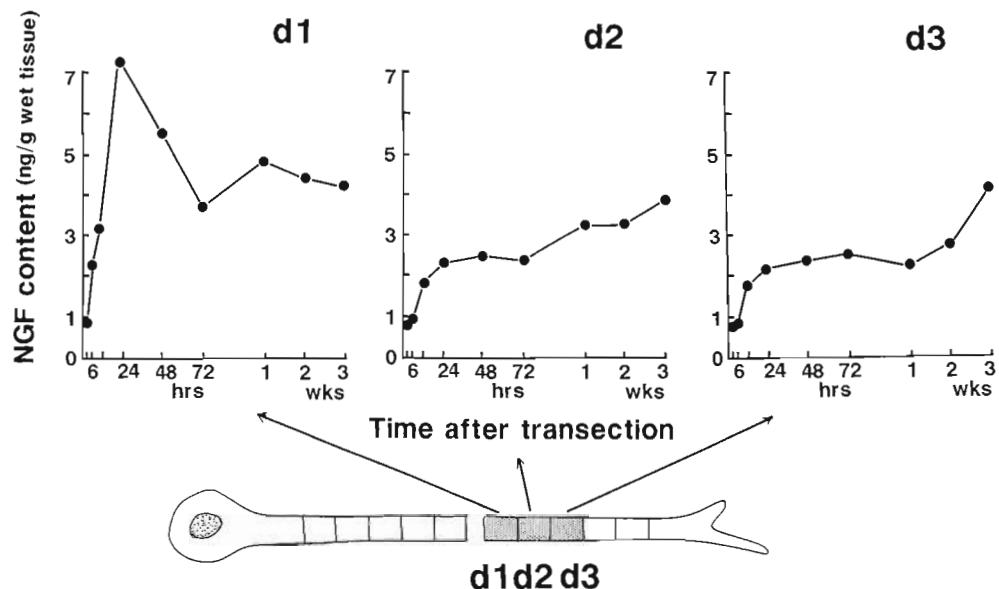


Fig. 2 Time-dependent changes of NGF content in the distal nerve segment (average of 10 experiments).

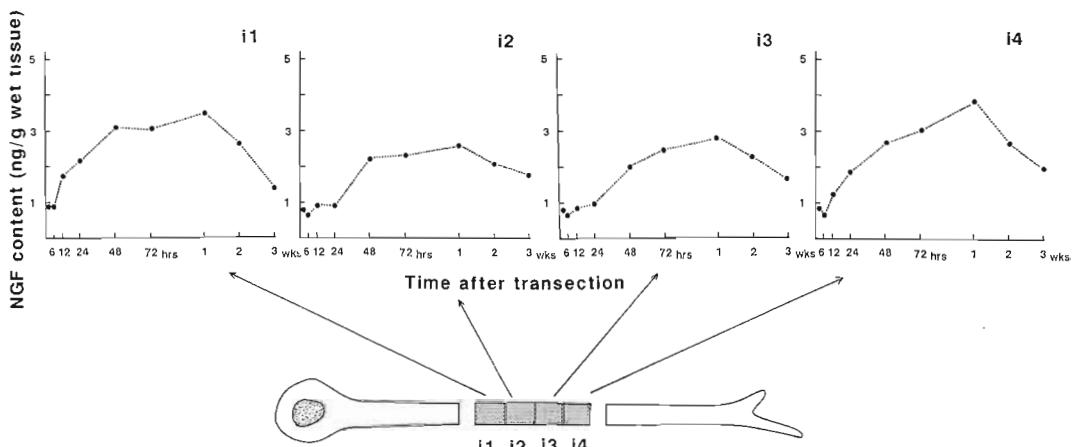


Fig. 3 Time-dependent changes of NGF content in the intermediate nerve segment (average of 10 experiments)

分を作り、この部位で NGF が局所的に産生されるかどうかを検討した。その結果、この部位で NGF レベルは切断後、緩徐に上昇し control の 4~5 倍に達することが判明した。また、この中間部分に中枢部分からの軸索再生が認められたことからも NGF の局所産生は神経の再生に重要な役割を果していることが示唆された。NGF の局所産生は、末梢神経系を構成する非神経

細胞、主にシュワン細胞によるものと考えられる。また、再生軸索がこの部位に到達、進入する 1~2 週の時期に一致して NGF レベルが減少し始めることから、NGF の局所産生は軸索と非神経細胞の接触によって制御されていることが示唆された。現在われわれは、シュワン細胞を培養し NGF 合成・分泌の有無、制御機構について検討中である。

結語

1. ラット坐骨神経を用いて、神経切断後の NGF 含量を経時的に測定し、神経再生時における NGF の動態、分布を明らかにした。
2. 神経切断後、切断末梢部分近位における急激な NGF の増加は、NGF が逆行性に末梢より運ばれ、この部に蓄積したためと考えられ、NGF の逆軸索輸送が実証された。
3. 神経切断後、2点切断間の島状の部分で NGF が増加したことから NGF が局所的に産生されていることが判明した。
4. 以上の2つの機構によって神経再生部に高レベルに蓄積した NGF は、神経再生過程になんらかの重要な役割を果していると考えられる。

文献

- 1) Furukawa S., et al.: A highly sensitive enzyme immunoassay for mouse β nerve growth factor. *J. Neurochem.*, 40: 734-744, 1983.
- 2) 古川昭栄: 神経成長因子、細胞成長因子、朝倉書店, 8-20, 1984.
- 3) Lundborg G., et al.: Nerve regeneration across an extended gap: A neurobiological view of nerve repair and the possible involvement of neurotrophic factors. *J. Hand. Surg.*, 7: 580-587, 1983.
- 4) Richardson P. N., et al.: Nerve growth activities in rat peripheral nerve. *Brain Reseach*, 246: 57-64, 1982.
- 5) Thoenen H., et al.: Physiology of nerve growth factor. *Physiol. Rev.*, 60: 1284-1335, 1980.

質問 筑波大学形成外科 光嶋勲

- ① NGF はいづれの逆行性軸索内輸送（速い、中間速、遅い）で運搬されるか？
- ② シュワン細胞で NGF が合成されるとすれば、順行性輸送により神経末梢部にブーリングしてもよいのではないか？ むしろ筋細胞で合成されていると考えられないか？

回答 慈恵医科大学整形外科 池上亮介

- ① アイソトープでラベルした NGF を坐骨神経に注入すると、2.5-7.5 mm/hr の速い輸送で逆行性に運ばれる。
- ② 坐骨神経より純粋培養した Schwann 細胞が NGF を産生することを、現在、実験で確認している。静止期にある Schwann 細胞は、ほとんど NGF を分

泌しない。これを低密度に蒔き直すと NGF を分泌し始める。すなわち、通常の坐骨神経では、Schwann 細胞は NGF を分泌しないが、神経が損傷されると、損傷部位で、あるいは Waller 変性によって axon-Schwann cell contact が失われた部位で Schwann 細胞が NGF を合成・分泌し始めるのではないかと考えている。

NGF の順行性輸送、骨格筋の NGF 合成の報告は無い。

質問 広島大学整形外科 越智光夫

この実験の結果から retrograde axonal flow は、神経切断後いつ頃 stop すると考えられるか？

Free segment でも NGF 濃度が上昇した。それがイコール、free fragment 中の schwann 細胞や fibroblast などが産生していると結論づけるためには、血流などを除外しなければならない。

回答 慈恵医科大学整形外科 池上亮介

神経切断末梢部近位の NGF 含量が、切断 24 時間後から減少し始めていることから、この時期には、すでに逆行性軸索輸送は Waller 変性のため、減少し始めていると考えられる。

血中の NGF 含量は測定感度以下であった。従って、直接的な血流の影響はほとんど無いと思われる。また、神経切断時、paraneurium 中の血管を温存すべく、axon のみを可及的に切断した。しかし、血中にごく微量に NGF が存在していて、それが何等かの機序で trap され蓄積したり、神経変性部に浸潤した炎症細胞が NGF を産生する可能性について否定はできない

質問 新潟手の外科研究所 吉津孝衛

神経切断末梢部分近位部に NGF が上昇する原因是 distal からの逆行性 axonal flow によるものが主であろうが他の部位による反応の差はないのか？

回答 慈恵医科大学整形外科 池上亮介

神経切断末梢部分近位 (d1) における initial phase の NGF レベルの上昇は、retrograde axonal transport によって target organ 由来の NGF が蓄積したもの、切断中間部 (i1-i4) 及び、切断末梢部 (d1-d3) の latent phase の NGF レベルの上昇は、nonneuronal cell の local synthesis によるものと思われる。

軸索内輸送蛋白と神経再生関連蛋白の研究

筑波大学臨床医学系形成外科

光嶋 勲

Experimental Study of Growth Associated Proteins Related to Nerve Regeneration

Isao Koshima

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Institute of Clinical
Medicine, University of Tsukuba.

This study was carried out to observe the axoplasmic proteins transported with the normal axonal flows, and also to find the growth associated proteins in an experimental nerve regenerating model and determine the secreting cell of those proteins.

Rat sciatic nerves were used in this study. As the first step, exposing the first lumbar spinal cord, ^{35}S methionine was injected into the anterior horn cells utilizing a micropipette. A whole nerve was periodically obtained to analyse the compositional proteins from 1 hour to 3 weeks after the injection with the use of SDS polyacrylamide gel electrophoresis. The analysed gel was then developed by means of fuluorographic method. As the second step, nerve regenerating model was made. After suturing a transected nerve, a nerve specimen was periodically obtained up to 15 months after surgery, and analysed the compositional proteins. As the third step, after suturing the transected nerve, ^{35}S methionine was administrated into the anterior horn cells of nerve up to the periods of 6 postoperative months. The nerve specimen was then obtained to analyse the composing proteins at 8 hours or 3 weeks after the administration. Finally, the obtained slab gel was examined with the use of fuluorographic method.

As a result of the first step, the radioisotope labeled proteins over 200 K molecular weights reached the nerve end at first by 8 hours after the injection. Thereafter, those in the ranges from 200 k to 20 k molecular weights reached the nerve end secondly up to 3 weeks. As a result of second step, newly formed proteins of 25 k, 43 k, 50 k and 70 k molecular weights, which could not be observed in normal nerve, appeared during the periods of 3 to 9 months after nerve suture. As a result of the third step, all of fuluorograms did not showed the newly formed labeled proteins as seen in the second step, but the labeled proteins which were the same as those of normal nerve obtained in the first step.

These results suggests that the fast and slow axoplasmic transport systems existed in the normal nerve, and different kinds of proteins are transported through these systems. Also, some kinds of newly formed proteins appeared in regenerating process may be the growth associated proteins. Finally, based on the third step's results, it was thought that these proteins were not produced in the anterior horn cells but may be produced in Schwann cells or something.

末梢神経の再生過程においては、ワーラー変性によ
りある種の蛋白が分泌され、これにより再生軸索が末

梢に誘導されるという neurotropism 仮説が存在する
ことについては周知のことである。しかし、現時点に

Key words: nerve growth associated proteins, fuluorography, neuronal cytoskeletons, neurotrophic factor, axoplasmic transports

Address for reprints: Isao Koshima, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba, 1-1-1, Tennoudai, Tsukuba-city, Ibaragi, 305, Japan.

おいてはこの蛋白に関する具体的な情報はきわめて少ない。さて、近年の分子生物学の進歩により、各種の細胞の変性と再生の過程において、再生関連蛋白の出現が報告されつつある²⁾⁶⁾。そこで、これらの最新の手法を用いて、まず正常神経細胞において合成されている蛋白を知るとともに、それらが軸索内を通って末梢に輸送される状態（順行性軸索内輸送）¹⁾²⁾³⁾を観察し、さらに末梢神経の変性と再生の過程において、新たに出現する蛋白（再生関連蛋白）²⁾を検索し、これがいかなる時期に出現し、いずれの細胞に由来するかについて検索することを目的とした。

実験方法

(1) 正常軸索内輸送の観察

ラットの第一腰髄を露出したのちマイクロピペットとマニピュレーターを用い、脊髄前角細胞に³⁵S-メチオニン 25 μCi (Trans³⁵S-label™, Radiochemicals Co., USA. 以後 RI と略す)/神経を注入した。その後 1 時間より 4 週まで、経時に坐骨神経を全長にわたり採取した後、検体を 10 mm 毎に細切したのち SDS サンプルバッファー⁴⁾で加熱溶解した。次いでおののの検体の構造蛋白を SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動⁴⁾により分析した。さらに分析乾燥した SDS ゲルを -80° で 2 週間 X 線フィルムに密着させるフルオログラフィー²⁾を行ない、神経細胞で合成された蛋白が、RI 注入後いかに坐骨神経幹を輸送されるかについて観察した。

(2) 神経再生関連蛋白の検索

ラットの坐骨神経を切断縫合するモデルを作製し、術後 1 週～15 カ月まで坐骨神経を採取した後、10 mm の長さで細切し、おののの切片を構成する構造蛋白を SDS 電気泳動法⁴⁾により検索し、新しく出現する蛋白を検索した。

(3) 再生関連蛋白の由来細胞の検索

坐骨神経を切断縫合した後、1～6 カ月まで経的に、脊髄 (L1) 前角細胞に約 5 倍に濃縮した³⁵S-メチオニン 25 μCi/神経を注入し、8 時間（速い軸索内輸送¹⁾²⁾と 3 週（遅い輸送¹⁾²⁾の時点でのラットを屠殺し、坐骨神経をその全長にわたり採取した。これを検体として構造蛋白を分析し、エンハンスした後乾燥させたゲルにフルオログラフィー²⁾を行ない、神経細胞で合成輸送させた蛋白のみを X 線フィルム上に選択的に描出させた。

結果

(1) 正常神経における軸索内輸送の観察

RI 注入後 4 時間より X 線フィルム上に RI がラベルされた蛋白が見られはじめた。その後 8 時間で神経終末に達したが、これらの蛋白の内訳は、主に分子量 200 k 以上の高分子のものであった。さらに RI 注入後 1 週で、坐骨神経の中枢部にラベルされた蛋白が再出現はじめ、3 週で神経の終末部に達した。その後 4 週以後ではこれらのバンドは消失した。なお RI 注入後 1 週以後にみられた蛋白バンドは 8 時間以前のものとは異なり、200 k, 56 k, 53 k, 42 k, 35 k, 20 k etc. の 10 種類であった。

(2) 神経再生関連蛋白の検索

切断縫合した神経を用いた検索結果では、術後 4 週よりミエリン蛋白が消失し、6 カ月以後再出現した。また正常の構造蛋白以外に、術後 2 週～9 カ月まで数種類の新生蛋白（分子量: 24 k, 40 k, 50 k, 70 k）がみられた (Fig. 1)。

(3) 再生関連蛋白の由来細胞の検索

RI を注入した切断縫合神経を用いたフルオログラフィーの結果、縫合後 6 カ月までの検索では、RI 注入後 8 時間と 3 週間のいずれのものも³⁵S でラベルされた蛋白は正常神経の軸索内輸送蛋白と同一で、新生蛋白はみられなかった。また、縫合後の全経過を通じて、

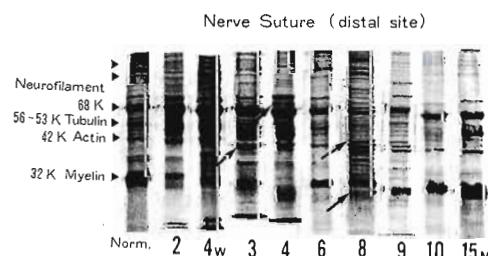


Fig. 1 Periodical changes of the compositional proteins of the distal nerve trunk from the suture site. Myelin proteins disappeared during the periods from 4 weeks to 4 months after nerve suture. Also, the newly formed growth associated proteins were seen during the periods of 2 week to 9 months after nerve suture (arrows).

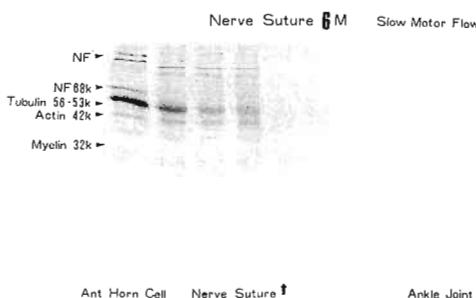


Fig. 2 Fluorographic findings of labeled proteins of the nerve 6 months after nerve suture. These labeled proteins transported with slow axonal flow were the almost same as those transported with the normal slow flow. No newly formed proteins seen in Fig. 1 could be shown. Also, No labeled proteins were seen in the distal nerve trunk inferior the suture line.

神経縫合部より末梢側の神経幹においてはラベルされた蛋白の出現がきわめて不鮮明であった (Fig. 2).

考 察

(1) 正常神経における軸索内輸送

1948 年に軸索内輸送の存在が報告されて以来、フルオログラフィーの開発により、各種の輸送系とそれにより運搬される蛋白が明らかになりつつある²⁾。これに伴い、神経再生時にその生合成が著しく増加する蛋白が再生関連蛋白として注目され、これが軸索内輸送で運搬されることより、神経再生と軸索内輸送の関連が重要視され始めている²⁾⁽⁶⁾。本実験のフルオログラムの結果より、正常神経においては RI 注入後 8 時間までの速い輸送では、主に分子量 200 k 以上の高分子蛋白が運ばれていた。これらの蛋白は軸索膜とか小胞体膜を構成する糖蛋白とか磷脂質とされている²⁾。さらに RI 注入後 1~3 週までの遅い輸送では、分子量 200 k~20 k までの約 10 種類の蛋白が運搬されていることが解った。これについてもすでにこれらの蛋白は主に神經細線維、微小管などの軸索内細胞骨格を構成するものであるとされている²⁾。つまりこれらの軸索を構成する形態的成分が神經細胞で合成されたのち、各種の軸索内輸送によって神經終末に絶えず運搬される系が考えられる。

(2) 神経再生関連蛋白とその起因細胞の検索

今回の結果より、末梢神経の変性と再生の過程においては、まずミエリン蛋白の消失と再出現がみられた。これはこれまでの形態学的検索結果と時期が一致しており⁵⁾、髓鞘の破壊と再生に相当しているものと考えられる。さらに正常神経の構成蛋白以外に、2 週~9 カ月において数種類の再生関連蛋白が認められた。これらの蛋白は、これまでに若干の報告²⁾⁽⁶⁾がなされているが、その実態が未だ不明な神経栄養物質の可能性もあると考えられたため、さらにその起源細胞を検索するため、フルオログラフィーの手段を用いた。その結果より明らかになったことは、神経縫合後の神経細胞に由来する軸索内輸送においては、新生蛋白の合成は認められず、ほぼ正常な神経細胞と同一の蛋白が輸送されていることである。このことより神経縫合後の電気泳動結果でみられた新生蛋白は、神経幹における他の細胞、つまりシュワン細胞とか線維芽細胞で合成されて局所的に出現したものか、あるいは末梢の筋細胞で合成されて逆行性輸送により中枢性に運搬されている可能性が考えられる。

文 献

- 1) 清沢智晴 他：ラット坐骨神経における各種の軸索内輸送の観察、一速い軸索内輸送について—。日手会誌, 3 : 125-128, 1986.
- 2) 小宮義璋：軸索の再生と軸索内輸送。整形・災害外科, 25 : 1353-1363, 1982.
- 3) 光嶋 黙、波利井清紀：末梢性運動神経の軸索内輸送に關する研究。形成外科, 27 : 156-159, 1984.
- 4) 光嶋 黙：SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動法によるラット坐骨神経構成蛋白の定量的検索と神経細胞内骨格について（第 1 報）。日形会誌, 4 : 412-419, 1984.
- 5) 光嶋 默：血管柄付神経移植における組織学的变化と神経構成蛋白について（第 2 報）。日形会誌, 5 : 355-363, 1985.
- 6) 清水保孝：末梢性ニューロパシーの生化学的研究、—Waller 変性およびその再生過程での構成蛋白の経時的変動—。臨床神経学, 24 : 872-879, 1984.

質 問 新潟手の外科研究所 吉津 孝衛

①電気泳動法による蛋白バンドとオートラジオグラフィーでの蛋白バンドとは完全に一致するのか。
もし一致しないとすれば神経縫合部以下への末梢部への flow が不良だとはいってもオートラジオで検出できない蛋白がいっている可能性がないか。

② 末梢部への flow が悪いというが morprologi-

cal な面からの比較はどうなのか。

回答 筑波大学形成外科 光嶋 熊

①必ずしも一致しない。SDS-PAGE の蛋白のうち神経細胞で合成されて軸索内を末梢に輸送される蛋白のみがフルオログラムで観察された。フルオログラムの縫合部末梢で蛋白が見られない理由は縫合部の瘢痕により蛋白の末梢への輸送がかなりの割合で障害されておりこの方法で検出できる感度まで至っていないためである。

②形態的には再生軸索が多数出現して機能もかなり回復していても、フルオログラムで調べると再生軸索内を輸送される蛋白量が極めて微量であるため、蛋白にラベルされた放射能を X 線フィルムが感知できないものと考えられる。

質問 慶應大学整形外科 高山真一郎

Myelin protein の density の回復と Histological な Myelin sheath の density は並行すると考えて良いでしょうか。Histological にはどの位の期間で正常に近くなるのでしょうか。

回答 筑波大学形成外科 光嶋 熊

形態学的に髓鞘の回復を定量化することは困難である。むしろ生化学的に SDS-PAGE ゲル上でデンシトメーターを用いて定量する方がより正確と考えられる。著者の過去の結果では術後 15 か月までの形態的な観察では個々の再生軸索の髓鞘の厚さが正常軸索のそれと同程度に回復することは不可能であった。しかし本実験の生化学的結果では 15 か月の全髓鞘量は正常軸索のそれと同程度であった (Fig. 1)。このことは個々の再生軸索の髓鞘量は正常に復することはないが、再生軸索数は正常よりも増加するため髓鞘のみせかけの総和としては正常神経と同程度になると考えられる。

質問 慈恵医科大学整形外科 池上 亮介

軸索内の NGF 含量は数 ng/g met tissue なのでゲル電気泳動では detect できないと思います。切断末梢部にはアポリポプロテイン E₂ のレベルが上昇すると言われているが、分子量 40 K あたりのバンドは 37 K のアポリポプロテイン E ではないでしょうか。

回答 筑波大学形成外科 光嶋 熊

SDS-PAGE で観察された再生関連蛋白のうち 24 k が NGF で 40 k がアポリポプロテイン E である可能性を現在考えている。しかしその証明のためには今後モノクロナール抗体を用いたウエスタンブロッティングとか二次元電気泳動を行なう必要がある。

質問・発言 広島大学整形外科 越智 光夫

新たな蛋白が、電気泳動上出現するのは 3 M～6 M です。しかし、この時期では再生線維はすでに target organ に到達して、しかもかなり成熟している事より、これらの新たな蛋白が再生線維を誘導するための Neurotrophic factor とは言いがたい。

術後 2 W 程度で、別種の蛋白が detect できれば、その可能性は否定し得ないのですが。

回答 筑波大学形成外科 光嶋 熊

全くその通りである。この発表の後、縫合後初期の電気泳動結果を再度詳細に確認した結果、術後 2 週目ですでに再生関連蛋白が認められることが新知見として得られた。また Willard, Skene らも著者の言うものとほぼ同一の蛋白を最近再生関連蛋白として報告しているのでこれらの蛋白が出現するのはほぼ間違いないと考えられる。今後はこれらの蛋白を合成する細胞の解明とか、neurotrophic 効果の有無について検索することが大切と思う。

手掌末梢部における指神経交通枝の 解剖学的検索

日本医科大学整形外科学教室

加藤和義・宇佐美文章
福田憲昭・肥留川道雄
白井康正

Anatomical Study on Communicating Branches between the Proper Digital Nerves in the Distal Part of the Palm

Kazuyoshi Kato, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nippon Medical School

We carried out an anatomical study of the communicating branches between the proper digital nerves in the distal part of the palm and obtained the following results: A total of 17 communicating branches between the proper digital nerves were found in the distal parts of the palms of nine of the 16 dissected hands. A study of the number of communicating branches between the digital nerves in the distal part of the palm in the same hand disclosed that only one nerve was found in five hands and three nerves were found in four hands.

Such communicating branches could be classified into two types, including the communicating branches between the proper digital nerves on the radial and ulnar sides of the same finger and those between the proper digital nerves of the adjacent fingers. The communicating branches between the proper digital nerves in the same finger totaled three nerves including one each found in the thumb, middle finger and ring finger, which seemingly matched the communicating branches between the digital nerves on the volar side of the proximal phalanx, as earlier reported.

On the other hand, a total of 14 nerves were found in the communicating branches between the proper digital nerves of the adjacent fingers including three nerves between the index finger and the middle finger, seven nerves between the middle finger and ring finger and four nerves between the ring finger and the little finger. The forms of the communicating branches between the proper digital nerves of the adjacent fingers were classified into three types: oblique, transverse and crossing. Those 14 nerves of the communicating branches between the proper digital nerves in the adjacent fingers consisted of nine nerves of the oblique type, four nerves of the crossing type and one nerve of the transverse type. Of these, the nerves of the first two types seemed to have exerted effects on the sensory of the adjacent digital pulps.

私たちは、第29、30回日本手の外科学会で、指掌側面における指神経交通枝の存在する頻度、部位、形態および線維解析による結果を報告した。

前回までの解剖では、指掌側面の指神経交通枝の検

索が主で、手掌末梢部での検索は従となる傾向があつた。そこで今回、手掌末梢部における交通枝を中心に行解剖学的検索を行ったので報告する。

Key words: proper digital nerve, communicating branch, anatomy

Address for reprints: Kazuyoshi Kato, M. D., Department of Orthopaedic Surgery Nippon Medical School, First Hospital, 3-5-5 Iidabashi, Chiyoda-ku, Tokyo 102, Japan.

方 法

解剖学教室所蔵のホルマリン固定屍体の16手、80指を研究対象とした。方法は、第29回本学会と同様である。

結 果

指基節部掌側面では、16手のうち11手、18指に交通枝が認められ、中指、環指に18神経中の16神経が存在し、教室の宇佐美らの報告³⁾が再確認された。しかし、手掌近位部の交通枝は文献にみられるよりも少なかった²⁾。

今回の目的である手掌末梢部での交通枝についてみると、16手のうちの9手に固有掌側指神経間の交通枝17神経が存在した(Fig. 1)。手掌末梢部と指基節部の両部位に同時に交通枝が存在したものは7手で、その大部分が中指と環指に集中する傾向があった(Fig. 1)。

手掌末梢部の交通枝には、同一指の神経間の交通枝Ⓐと、隣接する指の神経間の交通枝Ⓑの2種類に分類することができた(Fig. 2)。同一指における神経間の交通枝は、母指、中指、環指にそれぞれ1本ずつの計3神経に認められた。一方、隣接する指の神経間の交通枝は、示指と中指間3神経、中指と環指間7神経、環指と小指間4神経の合計14神経が存在した(Fig. 1)。また、同一手内に存在した交通枝の数は、1神経

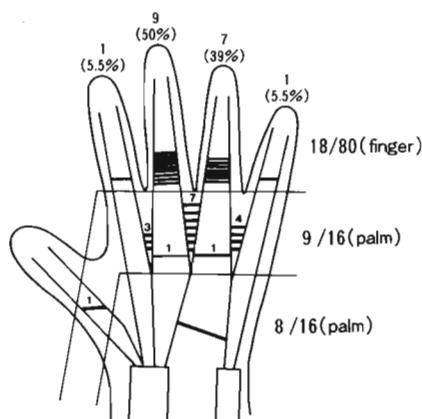


Fig. 1 The location and number of the communicating branches between the proper digital nerves in the palm and on the volar side of the proximal phalanx.

のみ存在したのが5手で、内訳は、中指と環指間が3手、環指と小指間が1手、環指の指神経間に1手であった。3神経が同時に認められたのは4手であり、この4手のうちの3手は、示指と中指間、中指と環指間、環指と小指間の隣接する指の神経間に認められ、残り1手は、母指および中指の同一指の神経間にと、中指と環指間の隣接する指の神経間に存在していた。

手掌末梢部における固有指神経間の交通枝の形態は、oblique type, transverse type, crossing typeの3種類に分類できた。指基節部の交通枝で見られたcompound typeは存在せず、それに代って交叉して交通する crossing typeが認められた(Fig. 2)。

同一指の神経間の交通枝3神経を分類すると、transverse type 2神経、oblique type 1神経であった(Fig. 2Ⓐ and 3)。指基節部交通枝の神経解析の結果に基づいてみると¹⁾、oblique typeは、反対側指腹の知覚の一部を支配し、transverse typeは、交通枝の存在する手掌末梢部上の知覚を支配すると考えられた(Fig. 2Ⓐ)。次に、隣接する指の手掌末梢部での交通枝の形態についてみると、oblique type 9神経、crossing type 4神経、transverse type 1神経であった(Fig. 2Ⓑ and 4)。Crossing typeは隣接する固有指神経の交通枝が尺側から橈側ならびに、橈側から尺側へ走行するoblique typeで構成されていると考えられた(Fig. 2Ⓑ)。

Oblique typeおよび、crossing typeについて検討

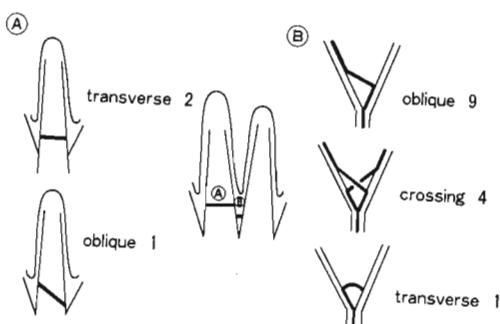


Fig. 2 The communicating branches in the distal part of the palm.

- A: Forms of the communicating branches between the nerves in the same finger.
- B: Forms of the communicating branches between the nerves in the adjacent fingers.



Fig. 3 The communicating branches between the nerves of the same finger in the distal part of the palm.
transverse type
oblique type

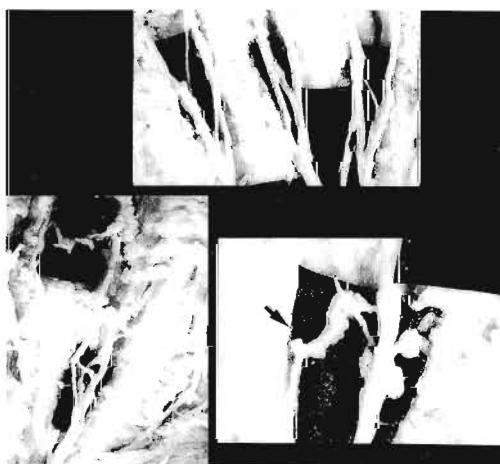


Fig. 4 The communicating branches between the nerves of the adjacent fingers in the distal part of the palm.
oblique type
crossing type

transverse type

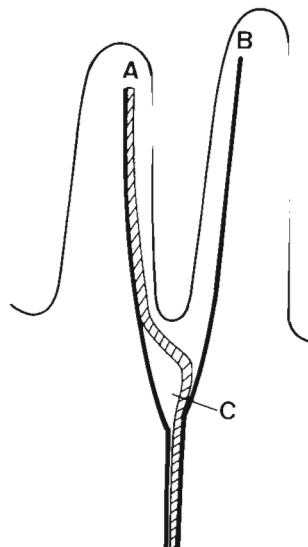


Fig. 5 If the digital nerves are injured in region C, the sensory functions are disrupted in the whole region of B and in part of the region of A.

してみると、これらの交通枝が存在する場合、C で指神経が損傷を受けると、B の指腹のすべてと、A の指腹の一部分の知覚も障害を受けることが考えられる。すなわち、oblique type, crossing type においては、隣接する指相方の指腹の知覚に影響を与えることが推測された (Fig. 5)。

手掌近位部の尺骨神経と正中神経間の交通枝は、16 手中 8 手に認められた。これを Meals らの分類²⁾に従うと Fig. 6 となる。この中で Meals らが 2% の頻度と述べている type II の 1 症例では、手掌近位部の交通枝と、尺骨神経の総掌側指神経の間で交叉した交通枝がみられ、さらに手掌末梢部の交通枝が 3 神経、指基節部交通枝が 2 神経という多数の交通枝を同時に持つきわめて複雑な神経の走行を示す解剖例であった (Fig. 7)。

ま　と　め

1. 手掌末梢部の固有掌側指神経間の交通枝は 16 手のうちの 9 手に 17 神経が存在した。
2. 手掌末梢部の交通枝には、同一指の神経間の交通枝と、隣接する指の神経間の交通枝の 2 種類に分類することができた。

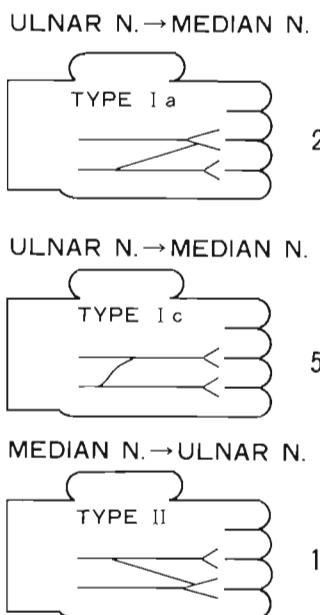


Fig. 6 Variation and the number of communicating branches in the proximal part of the palm.

3. oblique type, crossing type では、隣接する指相方の指腹の知覚に影響を与えることが推測された。

文 献

- 1) 福田憲昭 他：指掌側面における指神経交通枝の解剖学的検索第2報、線維解析法による検討、日手会誌、4: 6-9, 1987.
- 2) Roy A. Meals, et al.: Variations in digital sensory patterns. J. Hand Surg., 8: 411-414, 1983.
- 3) 宇佐美文章 他：指掌側面における指神経交通枝の解剖学的検討、日手会誌、3: 129-132, 1986.



Fig. 7 In this case the communicating branches were found simultaneously in the proximal and distal palm and on the volar side of the proximal phalanx.

質問 北海道大学整形外科 加藤 博之
指神経の交通枝と本来の指神経の間の太さの関係はどうなっていますか。

回答 日本医科大学整形外科 加藤 和義
transverse type はかなり細いが、oblique, crossing type では、固有指神経の約 1/2 の太さであった。

正常神経および損傷神経に対する 知覚神経電気刺激閾値の測定

東京医科歯科大学整形外科学教室

石 突 正 文・野 本 栄
齊 藤 則 夫・坂 野 真 一
古 屋 光太郎

Electrically Stimulated Sensory Threshold in Normal and Injured Nerve

Masafumi Ishizuki, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo Medical and Dental University

The authors measured the smallest electrical stimulus which would produce sensation in normal and injured nerve. The strength-duration curve was drawn by testing sensory threshold in variable pulse widths of stimulation (0.1, 1, 10, 100 msec.).

The S-D curve of the sensory threshold is similar to the S-D curve of the motor nerve. The S-D curve of the average measurements of 20 normal hands in proprioceptive field of the median, ulnar and radial nerve is showing in Fig. 1. The sensory threshold of the radial nerve is lower than the median nerve territory (index pulp).

There were significant relationships between the ratio of the sensory threshold of the affected side to the normal side and the marking (\log_{10} Fmg) of Semmes-Weinstein tester especially in the 10 and 100 msec. duration of stimulation.

The regression line of the 10 msec. duration of the stimulation had the following formula : the ratio of the sensory threshold of the affected side to the normal side = $-1.60 + 0.90 \times$ Semmes-Weinstein marking ($n=22, r=0.92, p<0.01$, Fig. 4).

知覚の評価法として痛覚、触覚、立体覚などが検査されるが、主観的な要素が強く客観的に知覚を評価することは難しい。Semmes-Weinstein tester や静的・動的二点識覚などの検査によって客観化がなされている¹⁾。われわれは皮膚を電気刺激することにより知覚神経の閾値を測定し、知覚を客観的に評価することを試みた。

方 法

日本電気三栄の3F46型刺激装置を用い、刺激時間

矩形波で刺激する。刺激頻度は1秒1回として、刺激強度を次第にあげて初めて刺激を感じる閾値とした。したがって、刺激の感じは、ビリビリとした電気で刺激されるような感じではなく、動脈の拍動を触れるような感じとなる。部屋の温度は25度前後とし、5回測定して平均値を求めた。測定値のバラツキの多いものは5回以上の測定を必要としたものもあった。刺激電極の間隔は1cmとした。

健常人20名の正中神経、尺骨神経、橈骨神経の知覚固有野である示指指腹、小指指腹、I～II指間背側について測定した。また、健常人5名に駆血帯を用いて

Key words : sensory threshold, electrical stimulation, sensory nerve

Address for reprints : Masafumi Ishizuki, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo Medical and Dental University, 5-45, Yushima 1-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.

250 mHg 壓, 15~20 分の Ischemic block をおこない, また手関節部で正中神経に 1% キシロカイン 8 ml を用いて local anesthetic block をおこなって, 痛覚, Semmes-Weinstein tester, 二点識別覚と刺激閾値の変化について比較した。そして末梢神経損傷, 絞扼神経障害, 頸椎神経根症などにより, 知覚低下のある 22 名について健側と比較し, 知覚神経刺激閾値の意義について検討した。

結 果

知覚神経の電気刺激閾値の強さ時間曲線は、運動神経の強さ時間曲線と類似したカーブを描く。示指指腹での 0.1 msec 幅の刺激閾値は 2.48 ± 0.46 mA で, 1 msec では 0.96 ± 0.14 mA, 10 msec では 0.71 ± 0.12 mA, 100 msec では 0.64 ± 0.11 mA であった。Fig. 1 に示すように、示指指腹での閾値が一番高く、次いで小指指腹で、橈骨神経固有野の閾値が一番低い値を示した (Fig. 1)。検査値には再現性が認められ、左右差はほとんどないが、橈骨神経領域では電極と皮神経の位置関係によって左右差が大きくでることがあるので注意を要する。

駆血帯を用いた Ischemic block では一般に太い神経より麻痺が起こると考えられる。二点識別覚, Semmes-Weinstein tester で触覚の低下が起こり、まだ痛覚の低下が起こらない状態で刺激閾値を測定する

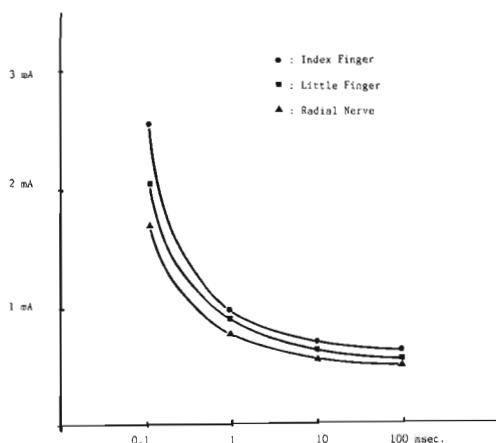


Fig. 1 The S-D curve of the sensory threshold is similar to the S-D curve of the motor nerve. The sensory threshold of the radial nerve is lower than the median nerve territory.

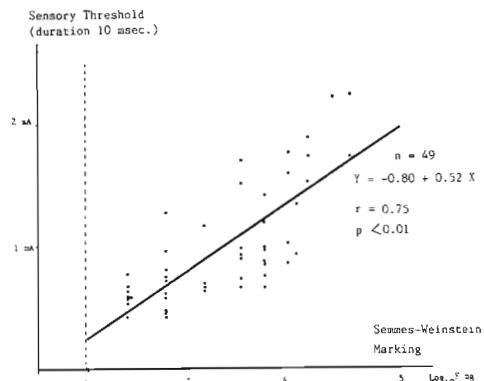


Fig. 2 The correlation of the absolute value of the sensory threshold of 10 msec. duration of the stimulation with Semmes-Weinstein marking was calculated.

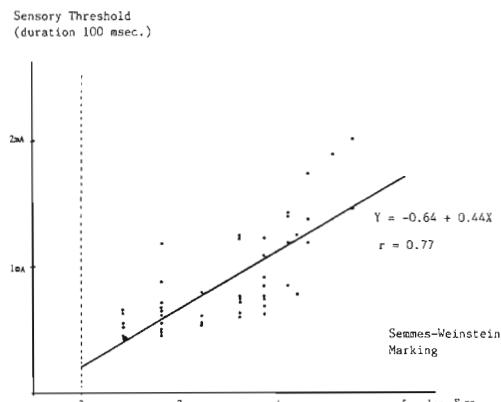


Fig. 3 The correlation of the absolute value of the sensory threshold of the 100 msec. duration of the stimulation with Semmes-Weinstein marking was calculated.

The ratio of the sensory threshold of the affected side to the normal side.
(duration 10 msec.)

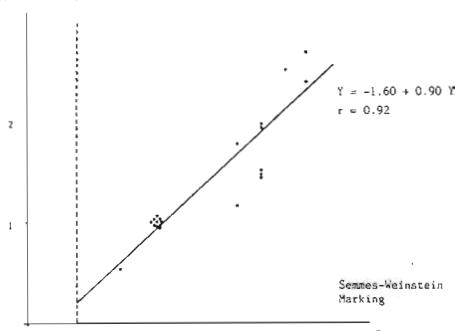


Fig. 4 The correlation of the ratio of the sensory threshold of the affected side to the normal side with Semmes-Weinstein marking in 10 msec. duration of the stimulation.

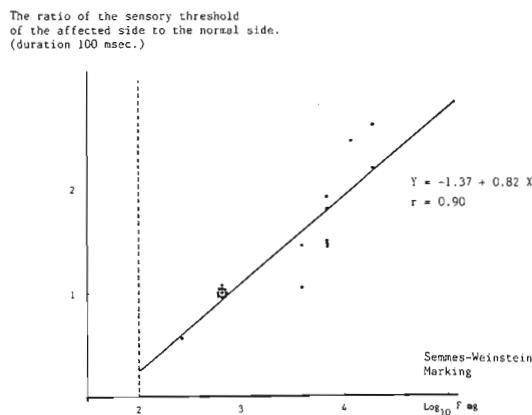


Fig. 5 The correlation of the ratio of the sensory threshold of the affected side to the normal side with Semmes-Weinstein marking in 100 msec. duration of the stimulation.

と、閾値の上昇が認められた。一方、局麻剤による block では細い神経より麻痺が始まる。痛覚の低下があるが触覚や二点識別覚などの低下のない状態で刺激閾値を測定すると、ほとんど閾値に変化がみられなかつた。

末梢神経損傷、絞扼神経障害、頸椎神経根症などにより知覚低下のある 22 名で電気刺激閾値を測定すると、Semmes-Weinstein 検査と相関する印象を得たので統計処理を行なってみた。障害神経と健側を測定し、その刺激閾値の絶対値を縦軸に、横軸には Semmes-Weinstein tester の marking (単位 $\log_{10} \text{Fmg}$) をとった。夫々の刺激時間幅について回帰直線の方程式と相関係数を次に示す。0.1 msec 刺激では

$$Y = -9.01 + 4.11 X, (r=0.64), 1 \text{ msec} \text{ では}$$

$$Y = -1.78 + 0.97 X, (r=0.70), 10 \text{ msec} \text{ では}$$

$$Y = -0.80 + 0.52 X, (r=0.75), 100 \text{ msec}$$

$$\text{では } Y = -0.64 + 0.44 X, (r=0.77).$$

次いで健側の閾値と患側の閾値の比を計算し、Semmes-Weinstein の marking との相関について求めた。その際、健側が Semmes-Weinstein marking が 2.44 (No. 3), 2.83 (No. 4) の場合があり、夫々別々のグループにして計算した。健側が Semmes-Weinstein marking 2.83 の症例について次に示します。

$$0.1 \text{ msec} : Y = -4.42 + 1.87 X, (r=0.78)$$

$$1 \text{ msec} : Y = -2.72 + 1.30 X, (r=0.72)$$

$$10 \text{ msec} : Y = -1.60 + 0.90 X, (r=0.92)$$

$$100 \text{ msec} : Y = -1.37 + 0.82 X, (r=0.90)$$

考察およびまとめ

健常人 20 名と末梢神経障害により知覚低下のある 22 名について、知覚神経電気刺激閾値を測定し、その意義について検討した。知覚神経電気刺激閾値の強さ時間曲線は、運動神経の強さ時間曲線と類似したカーブを描く。橈骨神経固有野の閾値が、正中神経、尺骨神経固有野の閾値より低いことが分った。二点識別覚では橈骨神経固有野の方が大きい値をとることから、電気刺激閾値の測定法は二点識別覚検査とは相関しないと考えられた。

また、局麻剤による block で痛覚が低下しているが、まだ触覚が低下していない状態では電気刺激閾値に変化が認められなかったことは、痛覚と電気刺激閾値とは相関しないことを示している。駆血帯を用いた Ischemic block では Semmes-Weinstein tester による触覚の低下と刺激閾値の低下に相関がみられたことから、神経障害により知覚低下のある症例について、健側と比較し Semmes-Weinstein tester との相関について統計的に検討した。障害神経の電気刺激閾値はその程度に応じて上昇していた。障害神経および健側の正常神経の電気刺激閾値の絶対値と Semmes-Weinstein tester の marking を対応させると相関が認められたが、障害神経と正常神経同部位との比を Semmes-Weinstein tester の marking と対応すると、より相関が強く、その相関は刺激時間幅が 0.1 msec, 1 msec よりも 10 msec, 100 msec の方がさらに相関が高かった。

以上のことより、障害神経の客観的知覚評価法として、電気刺激閾値を測定し健側と比較することは有用と考えられた。

文 献

- Smith, P. J. et al.: Sensory threshold and conductance testing in nerve injuries. J. Hand Surg. 11-B, 157-162, 1986.

質 問 東北大学整形外科 桜井 実
電気刺激の時間の長さに応じて痛みの知覚の性格が異なる。痛覚と触覚など選択的に刺激したことになっているだろうか。

回 答 東京医科歯科大学整形外科 石突 正文

われわれは電気刺激強度を次第にあげていき、初めて刺激を感じる閾値を測定しています。電気刺激に対して痛みやしびれ感として感じる閾値を測定すると、個人差が出て正確なことがいえなくなると考えたから

です。

また、障害の強い神経では 0.1 msec, 1 msec などの短い刺激ではバラツキが多く、10 msec, 100 msec の刺激の方が安定した閾値が得られました。

手関節レベルの正中神経修復例に対する知覚評価法の検討

新潟中央病院整形外科

今井 春雄・勝見政寛
渡辺政則

新潟大学医学部整形外科

田島達也

新潟手の外科研究所

吉津孝衛

Comparative Study of Sensory Evaluations in Cases of Median Nerve Repair at Wrist Level

Haruo Imai, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Niigata Central Hospital

Usefulness of Semmes-Weinstein test (SWT), *s*-2PD, *m*-2PD and object recognition test (ORT) was studied for evaluation of sensory recovery after the median nerve repair at the wrist, in 50 patients consisting of 44 adults and 6 children.

In 15 out of 44 adults successive examinations were performed postoperatively. Our study led to the following conclusions.

1) In cases of children, over-all excellent recovery was proved by every evaluation technique employed.

2) In cases of adult, SWT and ORT were proved useful for evaluation of sequential and quantitative sensory recovery within 12 months after operation.

3) From 1 year after operation *m*-2PD could begin to detect sensory recovery, so that combination of SWT, ORT and *m*-2PD was proved useful for postoperative sensory evaluation after 1 year. *s*-2PD was practically useless because of marked delay of its recovery.

目的

Entrapment neuropathyに対する知覚評価には、threshold testの有用性²⁾が近年指摘されているが、神経断裂例に対する術後知覚評価にはさまざまな意見があり、一元的に確立された評価法がない。特に正中・尺骨神経レベルの断裂例は、指神経レベルのそれと比べて術後の知覚回復が多いことが多く、従来の static 2PDによる検査では長期間経過後も検出不能で、知覚

回復状態の評価が出来ないことがしばしばある。このため、手関節レベルの正中神経断裂例を用いて static 2PD, moving 2PD, Semmes-Weinstein test (以下 S. W. T.) , object recognition test (新潟大式) の有用性を比較検討した。

症例

対象は手関節レベルの正中神経断裂修復例50例で、手指運動機能の良否が知覚機能回復におよぼす影響を

Key words: sensory evaluation, static 2PD, moving 2PD, object recognition test

Address for reprints: Haruo Imai, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Niigata Central Hospital, 1-18 Shinkochou, Niigata 950, Japan.

除外するため、全例 motor function の良い例とした。このうち小児例は 6 例で、受傷時年令 1~13 才、神経修復後 8 ヶ月~15 年経過している。一方成人例は 44 例で、受傷時年令 20~63 才である。このうち、15 例は神経縫合後 1~1.5 年経時に follow 出来、知覚再教育を同時に実施した短期経過例で、29 例は神経縫合後 1~16 年経過し今回の検診で評価した長期経過例である。

評価法

知覚評価には、S. W. T., static 2PD, moving 2PD, 新潟大式 object recognition test¹⁾ を用い、static 2PD, moving 2PD は 15 mm 以内を有意とし、それ以上は検出不能とした。検査指は正中神経固有支配領域と考えられる示指または中指とし、検査結果の信ぴょう性を得るために、評価は全て一人の医師と一人の O.T. で行った。

結果および考察

1. 小児例は、すべての知覚評価で良好な回復を示した。このことは、小児は神経再生を要する絶対的距離が成人より短かく、さらに生物学的組織修復能力および中枢の可塑性も成人よりはるかに優れているため

と推察された。

2. 成人の短期経過例

S. W. T. は神経修復後 3~5 ヶ月で loss of protective sensation に達し、5~10 ヶ月ですべて diminished protective sensation まで回復したが、その後の回復速度は緩徐となり回復限界に近づいた (Fig. 1)。

Object recognition test では、S. W. T. の marking 4.56 頃から small object の判別が可能となり始める傾向がみられ、十分な知覚再教育を行ひ得た例で 6~9 ヶ月、不十分であった例でも 1 年以内に 9/12 以上判別可能な A. D. L. 上支障ないレベルまで回復していた (Fig. 2)。

Moving 2PD は、早い例で 7 ヶ月頃から検出可能となつたが、大部分の例では信ぴょう性のある 15 mm 以内の値となるのに 1 年以上を要した。一方、static 2PD は 1 年以内に検出された例はなかった (Fig. 3)。以上より、神経修復後 1 年以内の知覚評価は、S. W. T. と object recognition test が経時の・定期的に評価が可能で有用であった。また S. W. T. と object recognition test は相関する傾向がみられた。このことは、再支配が確立された末梢の receptor の密度は小さくとも、ある程度の threshold level になれば、中枢の可塑性により物体認識が可能となるためと推測さ

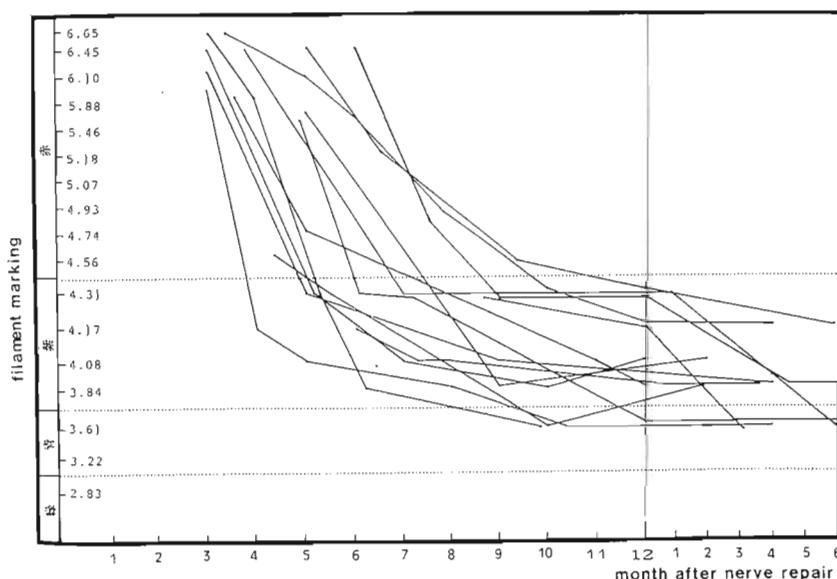


Fig. 1 Sensory recovery curves by Semmes-weinstein test in cases of median nerve repair at the wrist. All cases recovered to diminished protective sensation within 5 to 10 months after operation.

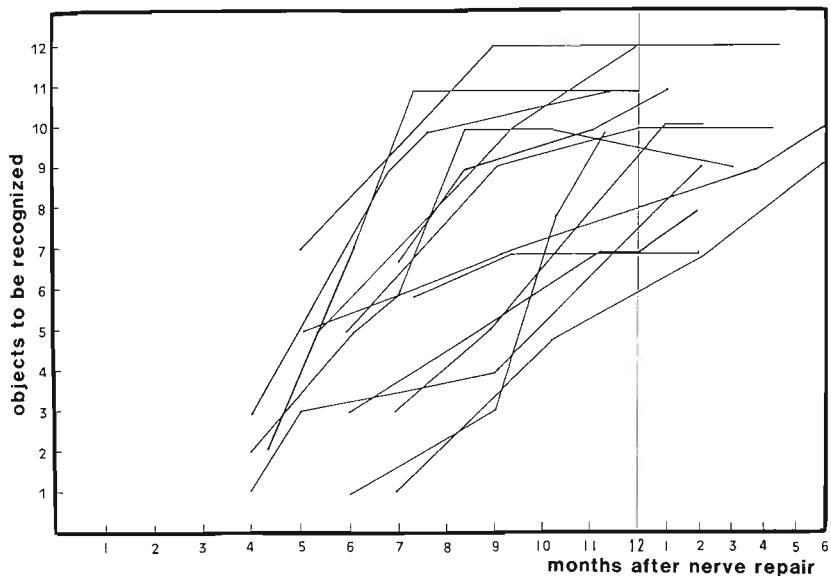


Fig. 2 Sensory recovery curves of object recognition test (Niigata formula), showing nearly all cases reaching above 9/12 within 1 year after operation. Recovery of ORT tended to be correlated with that of SWT.

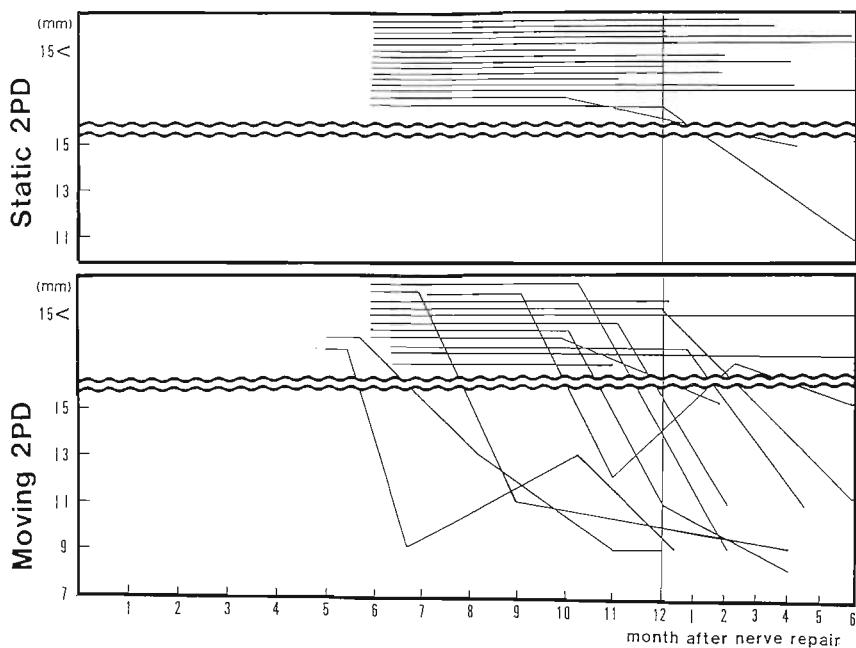


Fig. 3 Delay of static 2PD within 12 to 18 months after operation, whereas moving 2PD recovered to within 15 mm after 1 year in many cases.

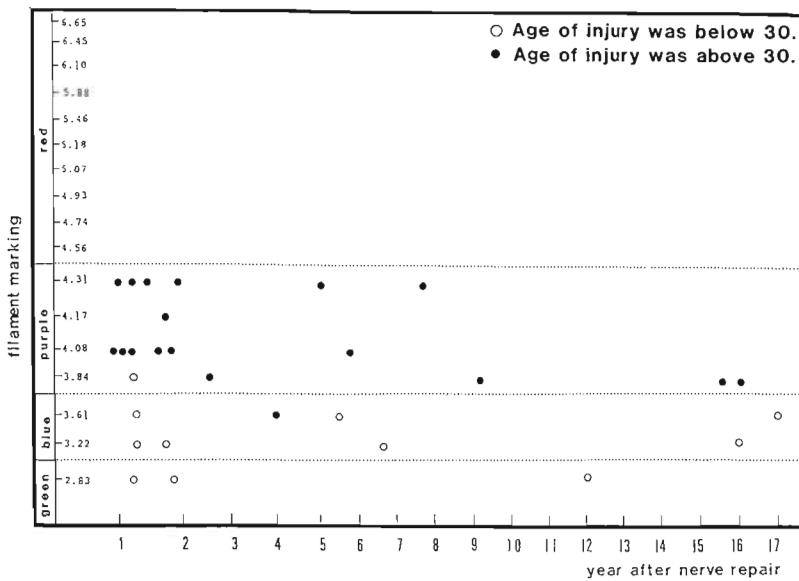


Fig. 4 Result of Semmes-Weinstein test in cases in which 1 to 16 elapsed after operation, indicating grade of recovery depending largely upon the age of injury.

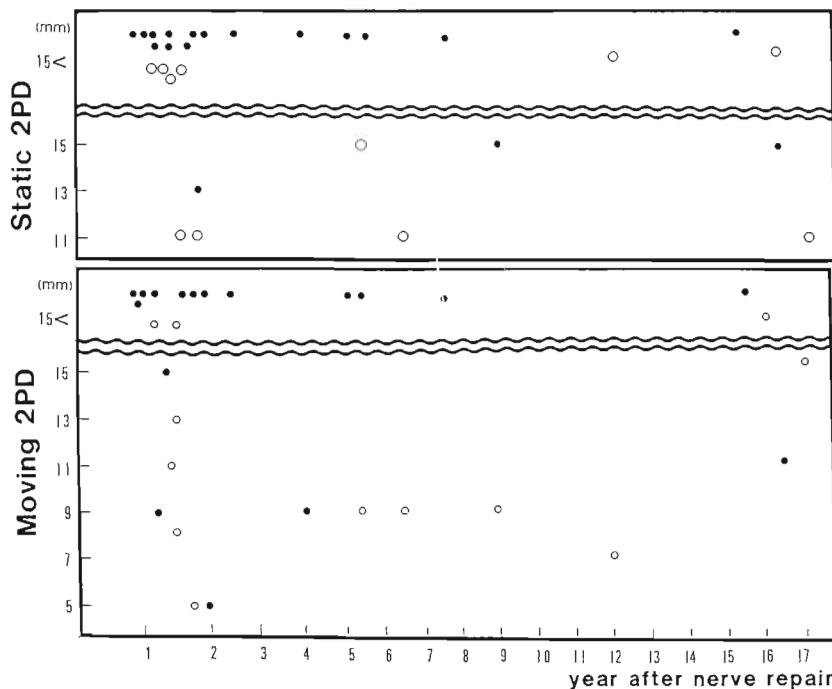


Fig. 5 Recovery of static and moving 2PD in the long-lapse of time after median nerve repair. Moving 2PD recovered to within 15 mm in 14 of 29 cases (48%), whereas static 2PD recovered to the same grade only in 8 of 29 cases (28%).

れた。

3. 成人の長期経過例

S. W. T. は 30 才未満では 1 例を除いてすべて diminished light touch～normal まで回復したが、30 才以上では diminished light touch まで回復した 1 例外はすべて diminished protective sensation までの回復しか得られず、最終的な回復は受傷時年令に大きく関係していた (Fig. 4)。

object recognition test は reeducation をしなかつたため成績の悪い例も見られたが、神経修復後の経過年数とともに良好となる傾向がみられ、また受傷時年令が若いほど回復も良好であった。

Moving 2PD は 29 例中 14 例 (48%) が検出不可能で、短期例に比べて検出出来ない例が多かったが、これは知覚再教育を実施された短期例に比べ、長期例は moving 2PD の検出障害因子となる paresthesia の残存率がより高かったためと推測された。一方、static 2PD は更に成績が悪く、検出可能となったのは 29 例中 8 例(28%)のみで、16 年経過しても検出不可能な例もみられた (Fig. 5)。

以上のことから神経修復後 1 年以後の知覚評価は、paresthesia の少ない例では moving 2PD が検出可能となり始めるため、これによる評価が可能となってくる。しかし、moving 2PD が検出不能でも object recognition の良好な例もみられるため、moving 2PD のみで評価することは不十分と考えられた。このため、1 年以後の知覚評価は moving 2PD, S. W. T., object recognition test による総合的評価が有用と考えられた。また、static 2PD の回復が悪かったのは moving 2PD に関与する再生した Meissner corpuscle に比べ、static 2PD に関与する再生した Merker cell-neurite complex の密度がはるかに少ないと考えられた。このように static 2PD は回復が非常に遅いため、手関節レベル以上の神経断裂例に対する経時の知覚評価には実際にほとんど役立たなかった。

ま　　と　　め

1. Digital nerve に比べて回復の悪い wrist level

の正中神経修復例における、知覚評価法の種類別の有用性を比較検討した。

2. 小児例はすべての知覚検査で良好な回復を示した。

3. 成人例における神経修復後 1 年以内の知覚評価は、S. W. T. と object recognition test が経時的かつ定量的に評価できる点で有用であった。

4. 成人例における神経修復術 1 年以降の知覚評価は、S. W. T., object recognition test, moving 2PD を併用した総合的評価が遅く実際上ほとんど役に立たなかった。

文　　献

- 1) 今井春雄 他：正中神経修復術後の知覚再教育効果に関する検討、日手会誌、3 : 51-54, 1986.
- 2) Szabo, R. M., et al. : Sensibility testing in peripheral-nerve compression syndromes, J. Bone Joint Surg., 65-A, 632-638, 1983.

質　問

- ① SWT の方法で何か工夫しているか？
② S2PD がやはり評価としてよいのでは？

回 答 新潟中央病院整形外科 今井 春雄

① 出来るだけ手技に慣れた同一の人がやるようにしている。

② digital nerve level では S2PD も有用と考えるが、median & ulnar nerve level では回復が遅く、経時的評価には実際上ほとんど役に立たないと思う。

質　問

Dellon 法は役に立たないのか？

回 答 新潟中央病院整形外科 今井 春雄

nerve repair 後、最も早期から検出できるのは 30 Hz と pain であるため、早期の評価には使っているが、長期 follow には適さないと思う。

正中神経麻痺・尺骨神経麻痺に対する Finger Function Quotient 手指機能指数による 運動機能の定量的評価法

昭和大学医学部整形外科学教室

永 嶋 和 男・藤 卷 悅 夫

扇 内 幹 夫・瀧 川 宗一郎

稻 垣 克 記

Quantitative Assessment of Motor Function
by Finger Function Quotient

Kazuo Nagashima, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Showa University School of Medicine

Investigations were made to see whether Finger Function Quotient (FQ test), which is the quantitative assessment methods for the motor function of fingers, was effective as an auxiliary diagnostic method and an assessment method in the course of recovery in the median nerve or the ulnar nerve palsy.

The subjects were 30 cases including 21 cases of the median nerve palsy and 9 cases of the ulnar nerve palsy. 10 were male and 20 were female, ranging from 8 to 68 years old (average 44.2 years old).

The cases were examined as to 10 parameters, namely, (1) pulp pinching test, (2) lateral pinching test, (3) supination test, (4) finger rolling test, (5) grip test, (6) palm fixation test, (7) lifting control test, (8) transfer timing test, (9) drawing line test, and (10) hands coordination test in accordance with the original method of the finger function assessment that Imada et al. first reported in 1968.

Results of each test is analysed with respect to characteristics in each palsy, relationship with manual muscle testing, and changes on re-assessment.

- 1) In the median nerve or the ulnar nerve palsy, the test results fell off as palsy became severer; the test results for lateral pinching were the lowest, there being correlation between this parameter and assessment of manual muscle testing.
- 2) In cases of slight palsy of the lower median nerve, which are not conscious of difficulties in activity of daily living, direct points was useful rather than assessment points.
- 3) The assessment points became high when recovery of the muscular strength was observed on re-examination.
- 4) The FQ test has been reported as one of the general assessment methods for the motor function of fingers in the general nerve palsy. Our investigations in the median nerve or the ulnar nerve palsy showed the FQ test to be one of the effective examination methods.

Key words: finger function quotient, median nerve palsy, ulnar nerve palsy

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

はじめに

上肢末梢神経麻痺の運動機能を定量的に詳しく述べた報告は少なく、手の運動機能の障害が日常生活において、どの程度の障害になるかを評価するのは難しい。これは人間の手の機能が、複雑で細かく個人差もあり分析するのが非常に困難なためである。今回われわれは正中神経麻痺、および尺骨神経麻痺に対し、Finger Function Quotient（以下 FQ テストと略す）による手指運動機能の定量的評価法が、補助的診断法として、また、回復過程の 1 評価法として有効であるか否かを調査し、検討を加えた。

対象

当科を受診し、診断の得られた正中神経麻痺 21 例 24 手（手根管症候群 13 例 16 手・低位外傷 5 例・高位外傷 2 例・内回筋症候群 1 例）、尺骨神経麻痺 9 例 10 手（肘部管症候群 8 例 9 手・高位外傷 1 例）の計 30 症例を調査の対象とした。年齢は 8 才から 68 才（平均 44.2 才）、男性 10 例（両側 1 例）・女性 20 例（両側 3 例）

又、麻痺の程度は変性型 18 手・非変性型 16 手であった。

方 法

1968 年、今田ら²⁾が最初に報告した FQ 手指機能評価法の原法に従い、①指腹つまみ側面つまみ③回外④フィンガーローリング⑤グリップ⑥掌面固定⑦間隔維持⑧タイミング⑨格子模様⑩両手協調の 10 項目の FQ サブテストに関し、これらの検査の結果を抽出し、方向性の特徴、各方向へのバラツキ、再評価における変化、および徒手筋力評価との関連性につき検討を加えた。

結果

全症例の評点の平均値では神経麻痺のレベル・重症度の違いがあるため、ばらつきがみられたが、正常者に比べ全体的に評点の低下がみられた。特に側面摘み検査・格子模様検査が低値を示した。間隔維持検査は全症例 10 点であった。正中神経麻痺を高位と低位に分けると、低位正中神経麻痺の評点の平均は全症例の平

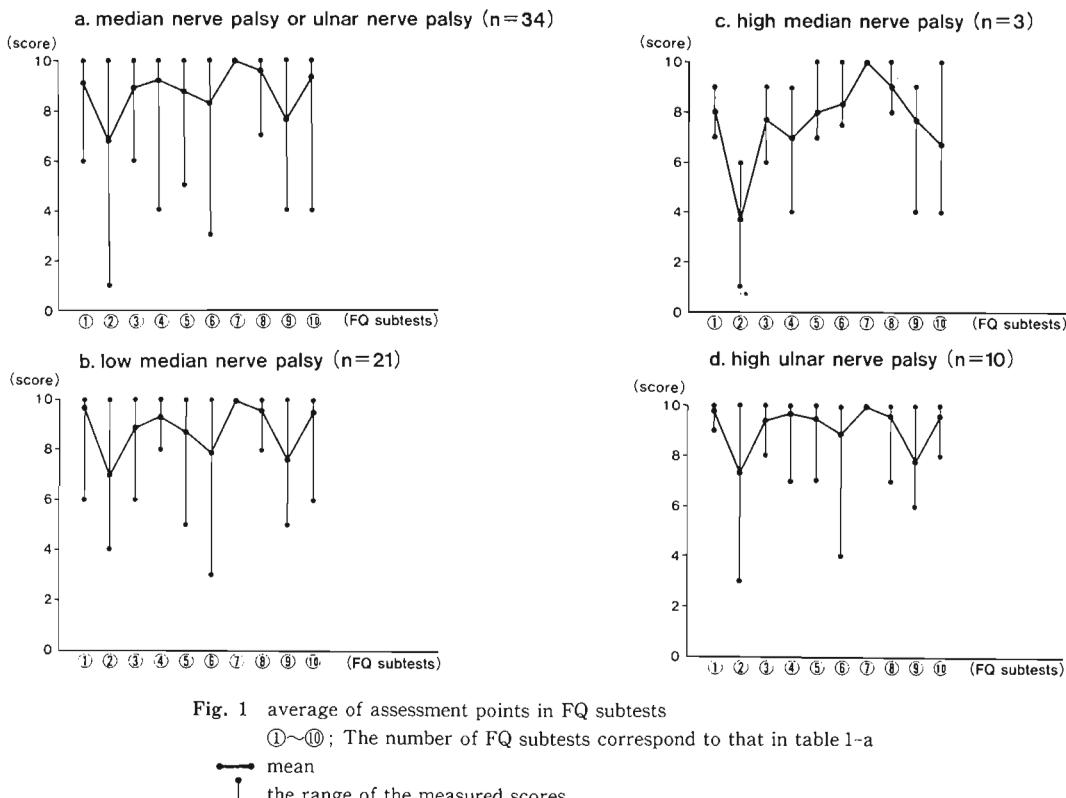


Fig. 1 average of assessment points in FQ subtests

①～⑩; The number of FQ subtests correspond to that in table 1-a

— mean
| the range of the measured scores

均と同様の値となつたが、高位正中神経麻痺の評点の平均は低位麻痺よりも低値となり、とくに側面摘み検査・両手協調検査の値の低下が著しかつた。高位正中神経麻痺は3例と少數であるが、麻痺の程度が重症になるほど評点の低下がみられた(Fig. 1a-c)。その傾向は低位正中神経麻痺でも同様であるが、軽症例では評

点が10点となるため、FQサブテストのうち動作的機能を測定する5項目に関して健側と患側の粗点の比を筋力と比較検討した。

指腹つまみ検査はつまみボッチを交互につまんで持ち上げ、15秒間に何回つまめるかを測定する検査で、短母指外転筋の筋力と相関していた。側面つまみ検査

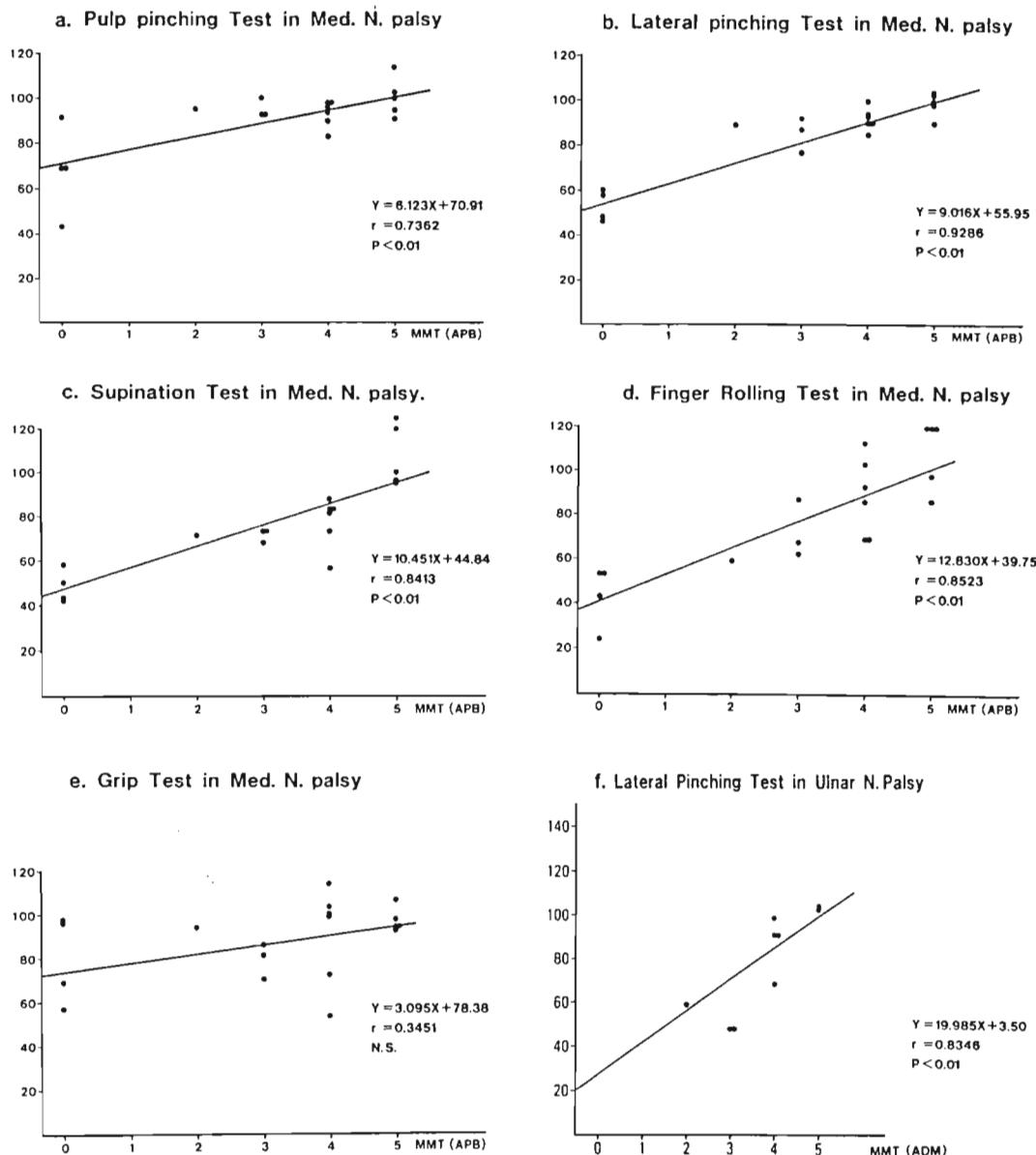


Fig. 2 Relationships between MMT and direct point ratio of bilateral hands.

(a-e; median nerve palsy, f; ulnar nerve palsy)

abbreviations; MMT: manual muscle testing

は1kgと2kgのつまみがあり、各々を10秒間に速くつまみその合計回数が粗点となり、強い相関が見られた。回外検査は前腕回外運動で回転子を端から端まで回転させるのに要した秒数を測定する検査であり、相関がみられた。フィンガー・ローリング検査は手関節を固定して回外検査と同様に行う検査で、相関がみられた。グリップ検査は送気球を早く握り10秒間に送気した量を測定する検査で、筋力との相関はみられなかった(Fig. 2a-e)。

高位尺骨神経麻痺は正中神経麻痺と同様に麻痺の程度が強ければ評点は低値を示し、特に側面つまみが低値となった(Fig. 1-f)。軽度の麻痺例は評点では正常者と変わりがなかったが、健側と患側の粗点の比と小指外転筋の筋力との相関関係を検索すると側面つまみ検査で相関が見られた。しかしその他では明らかな相関は得られなかつた(Fig. 2-d)。

回復過程での再評価では筋力の回復があると評点も

高くなつた。

症例1は54才女性で右手根管症候群である。発症より5ヶ月の短母指外転筋の筋力は2であり、FQテストの評点の合計は87点であった。術後3ヶ月で筋力は4と回復がみられ、評点の合計は93点となつた(Fig. 3-a)。

症例2は右肘関節脱臼骨折に高位正中神経麻痺を合併した症例で、6週間のギブス固定後理学療法を行い受傷より4ヶ月で筋力低下はあるが関節可動域制限はなくFQテストの評点の合計は67点であり、受傷より9ヶ月で筋力も回復してきており評点合計80点と13点の増加がみられた(Fig. 3-b)。

考 察

手指の1本の欠損または機能障害が手全体として正常者と比べ何パーセントの障害になるかを関節可動域テスト・筋力テスト・知覚テストを行っても定量的に

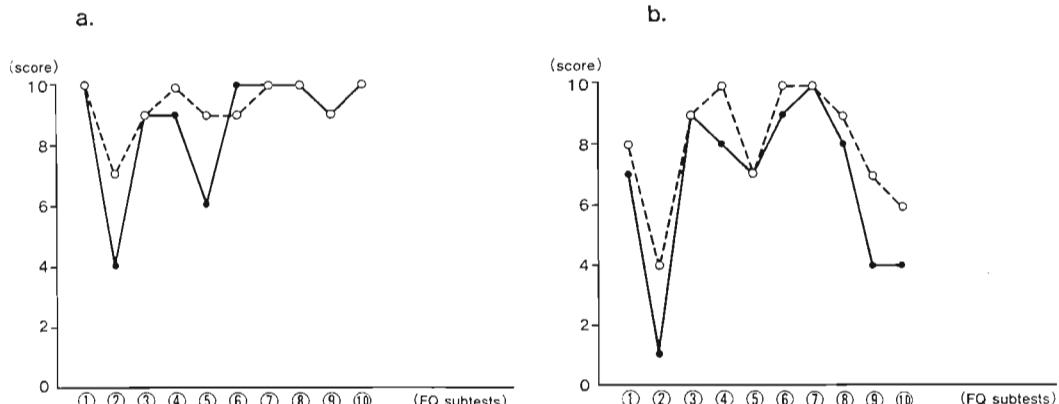


Fig. 3 Typical case of each nerve lesion.

- a. Case 1. Right carpal tunnel syndrom. 54 year old female
 - 5 months after onset. (MMT : APB 2, TAP=87.)
 - 3 months after the operation (MMT : APB 4, TAP=93)
 - b. Case 2. Right fracture and dislocation of elbow complicated high median nerve palsy. 10 year old male
 - 4 months after onset. (MMT : FCR 4, FPL 4, FDS 3, FDP 3, APB 3, TAP=67)
 - 9 months after onset. (MMT : FCR 5, FPL 4, FDS 4, FDP 4, APB 4, TAP=80)
- ①~⑩; The number of FQ subtests correspond to that in table 1-a

abbreviations;

MMT ; manual muscle testing.

APB ; abductor pollicis brevis

FCR ; flexor carpi radialis

FPL ; flexor pollicis longus

FDS ; flexor digitorum sublimis

FDP ; flexor digitorum profundus

TAP ; total assessment points

評価しえない。特に麻痺がある場合瞬発力・持久力なども関与する。

手指の運動機能を分析した報告は Steindler⁶⁾・Bunnell¹¹⁾ らのものがあるが、運動機能を定量的に評価したもののは少ない。長尾⁵⁾は手指動作を対象物と手指との相互関係を指標として、より簡単なものから段階的に分類正常各動作の標準的と思われる動作を行い映画撮影し、連続する単位小動作の分析を定量的に評価している。今田ら³⁾⁴⁾の報告した FQ 手指機能評価法 10 種のサブテストからなり、1 から 5 は手の基本的部分的機能すなわち、pinch・grip のような単純な動作を引き出す作業である。6 は非利手の支持的固定力を、7 から 10 は方向・速さのような調節能力を引き出す作業である (Table 1-a)。これらの得点が粗点になる。粗点から評点換算表により最高を 10 点として評点が求められる。また、サブテストの因子分析がなされ、8 種の FQ 機能因子を使って評点より FQ が算出できる。(Table 1-b)。

FQ テストは主として中枢神経麻痺に対する、手指運動機能の総合的評価法の 1 つとして報告されてきた

Table 1 Finger function Quotient (FQ)

a. FQ subtests

kinetic function tests	① pulp pinching test ② lateral pinching test ③ supination test ④ finger rolling test ⑤ grip test
assist hand function test	⑥ palm fixation test
controllable function tests	⑦ lifting control test ⑧ transfer timing test ⑨ drawing line test ⑩ hands co-ordination test

(H. Imada, et al.; Seikeigeka (orthopedic surgery), 34: 1439-1440, 1983. Japanese)

b. Constituent factors necessary for the estimation of FQ

1. participation of assist hand
2. endurance of hand musculature
3. degrees of freedom of kineticchain in upper limb
4. production & transmission of rhythm
5. separate movement of the finger
6. eye-hand co-ordination
7. palmar arch-making
8. feed-back mechanism of the fingers

(H. Imada, et al.: Seikeigeka (orthopedic surgery), 34: 1439-1440, 1983. Japanese)

が、われわれは末梢神経麻痺症例に対し評価した。

FQ テストの評点算出は正常者のパーセンタル順位で 95 番目の者の得点を基準評点 10 にしているため、重症例では評点の低下がみられるが、軽症例では正常者とほとんど変わらなくなるため、FQ サブテストのうち動作的機能を測定する 5 項目に関して健側と患側の粗点の比を筋力と比較検討した。とくに側面つまみ検査で強い相関がみられ、この検査は 10 秒間ずつ 1 kg と 2 kg のつまみを速くつまみその合計回数が粗点となり麻痺症例はピンチ力・早さ・持久力の低下がよくわかる。

回復過程にある患者の再評価では筋力の回復と共に評点も高値を示し、再評価と共に患者自身の訓練の励みにもなった。

間隔維持検査に関しては、今回の調査では評点がすべて 10 点となり、頸髄症患者例で教室の山本ら⁷⁾が報告したように障害の程度によりこの検査の評点が低下するので、この検査項目は高位運動中枢の障害の影響を反映する検査であると考えられた。

まとめ

1) 正中神経麻痺および尺骨神経麻痺では、麻痺の程度が強くなると粗点・評点の低下がみられ、側面摘み検査で筋力との相関がみられた。

2) 低位正中神経麻痺で ADL 上困難を自覚しない軽度麻痺例では評点より粗点の評価が有用であった。

3) 回復過程にある患者の再評価では筋力の回復と共に評点も高値を示した。

4) FQ テストは主として中枢神経麻痺に対する、手指運動機能の総合的評価法の 1 つとして報告されてきたが、今回われわれは正中神経麻痺および尺骨神経麻痺に対し調査を行い有効な検査法と思われたので報告した。

ご協力頂きました昭和大学理学診療科、作業療法士の方々に深謝致します。

文献

- 1) Bunnell, S.: Surgery of the hand, 4th Ed., J. B. Lippincott, Philadelphia, 1964.
- 2) 今田 拓 他 : FQ (Finger-function Quotient)に関する基本的考え方について、東北整災外科紀要 11: 220-222, 1968.
- 3) 今田 拓 他 : 手指機能評価基準の考察と実際 —Finger Function Quotient (FQ) 手指機能指数—,

- 宮城県拓杏園編, 1974.
- 4) 今田 拓: 手指機能指数について, 整形外科, 34 : 1439-1440, 1983.
- 5) 長尾竜郎: 手指動作の研究 1, 2, リハビリティショーン医学, 8 : 3-19, 1971.
- 6) Steindler, A : Kinesiology of the Human Body under Normal and Pathological Conditions, 2nd Ed., Charles C. Thomas, Illinois, 1964.
- 7) 山本茂樹 他: 頸部脊椎症性脊髄症における手指巧緻運動障害に対する新しい評価法の試み, 日本パラブレジア医学会雑誌, 1 : 112-113, 1988.

末梢神経損傷における電気的皮膚抵抗値について

— 第 2 報：神経修復後の経時的変化を中心にして —

札幌クラーク病院整形外科

中 里 哲 夫・三 宅 哲

札幌天使病院整形外科

福 永 徳 三 郎

北海道大学医学部整形外科学教室

荻 野 利 彦

Electrical Resistance of the Skin in Peripheral Nerve injuries

— 2 nd report —

Tetsuo Nakazato, et al.

Department of orthopedic Surgery, Sapporo Clark Hospital

The authors measured electrical resistance of the skin after nerve repair in traumatic peripheral nerve injuries. Impedance was significantly increased in the affected area before treatment. Skin resistance was decreased gradually with the recovery of sweating after nerve repair. This method is useful in the assessment of the nerve injuries and the monitoring of nerve recovery.

はじめに

末梢神経損傷の際、知覚障害域に一致して発汗が減少する事が知られている。すなわち発汗状態を測定する事により神経損傷の有無を推測する事が可能である。¹著者らは外傷性神経損傷例において障害域の皮膚抵抗値が有意に高くなる事を報告した¹⁾。また電気的抵抗値は表皮の発汗状態を表現している事より、皮膚抵抗値測定は神経損傷の際の有効な診断検査法になりうると述べてきた。今回は、神経修復後に皮膚抵抗値がどの様に変化するかを経時に観察した。そして桜井式ハンドプリント法による発汗機能の検査と比較検討した。

対象および方法

測定機器は皮膚電極間の分極を防ぐために定電流交

流発振器を用いた。抵抗値はデジタル表示され、0から100 MΩの測定が可能である。クロム鍍金の電極を使用し電極間距離は10 mmに設定した。プローブの接触圧は自重50 g以上とした。検査前に10%アルコールで被験者の手指を清拭し、1分間放置後測定を開始した。対象は外傷による末梢神経損傷5例で、全例に神経縫合あるいは神経移植術を行なった。内訳は正中神経断裂1例、尺骨神経断裂2例、正中尺骨両神経断裂2例である。各症例における手指および手掌部の皮膚抵抗値を神経修復後平均15ヵ月にわたり経時に観察した。

結 果

症例1. 27才男性、鉄板で前腕部を受傷した。屈筋群損傷を伴う正中神経完全断裂例である。神経縫合術を施行した。初診時、桜井式ハンドプリントにおいて

Key words: skin resistance, impedance, nerve,

Address for reprints: Tetsuo Nakazato, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Sapporo Clark Hospital, 7-6, 11Jo 8Chome, Nishino, Nishiku, Sapporo, Japan.

左拇指、示指、中指および拇指球部の発汗はまったく認められない。障害域の皮膚抵抗値は健側の 5 から 10 倍、平均 8 倍と高値をしめしている (Fig. 1)。神経修復後 10 カ月では、ハンドプリント法で手掌および拇指の一部に発汗が回復を始めた。皮膚抵抗値は拇指球部においては健側とほぼ同じ値に改善しているが指尖部では以前と同じく高値であった (Fig. 2)。術後 18 カ月経過すると、発汗状態は不均一であるが障害域の拇指、示指、中指のいずれの領域においても発汗が回復した。皮膚抵抗値はいずれの部位においても健側の 2 倍以下と低い値である (Fig. 3)。

症例 2. 44 才女性、手巻きノリの機械で受傷した。手関節近位部での尺骨神経完全断裂例である。神経移植術を行なった。初診時ハンドプリントで小指および小指球筋部の発汗低下が認められる。障害域の皮膚抵抗値は、小指末節部で健側の 4 倍、手掌部で約 8 倍であった (Fig. 4)。術後 10 カ月で手掌部に、12 カ月で指腹部に発汗が回復し始めた。術後 14 カ月での発汗状態は良好であり、小指に軽度の発汗低下が認められるの

みである。皮膚抵抗値は、手掌部で健側とほぼ同じ値であり、小指末節部で健側の 2.4 倍であった (Fig. 5)。

症例 3. 43 才女性、ナイフで前腕部を損傷した。正中尺骨両神経の完全断裂例である。神経縫合術を施行した。初診時患側手指の発汗はまったく認められず、皮膚抵抗値は健側の 4 から 8 倍、平均 6 倍であった。術後 6 カ月ではハンドプリントで手掌近位および拇指の発汗が回復している。皮膚抵抗値も拇指および手掌近位部において健側とほぼ同じ値を呈した (Fig. 6)。術後 10 カ月で手掌遠位部に、12 カ月で指腹部に発汗が開始した。術後 14 カ月では小指以外の指尖部および手掌部の発汗状態は良好である。皮膚抵抗値は小指のみ健側の 4.3 倍と高値であるが、他の障害域においては健側の 2 倍以下と良好な値を示している (Fig. 7)。他の 2 症例についても、手掌近位から末梢へ向って発汗は回復する傾向がみられた。発汗の回復につれて電気的皮膚抵抗値は高値から漸時小さくなり健側とほぼ同じ値になった。

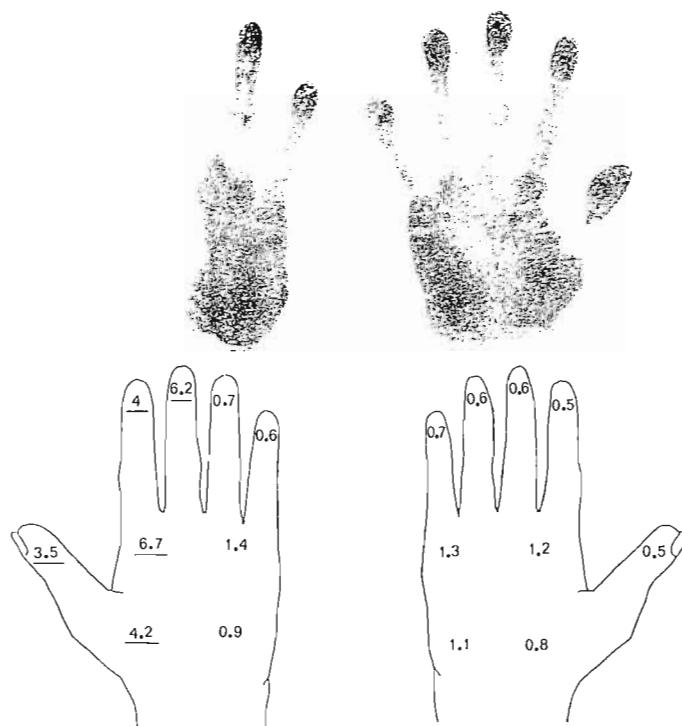


Fig. 1 Median nerve complete rupture.

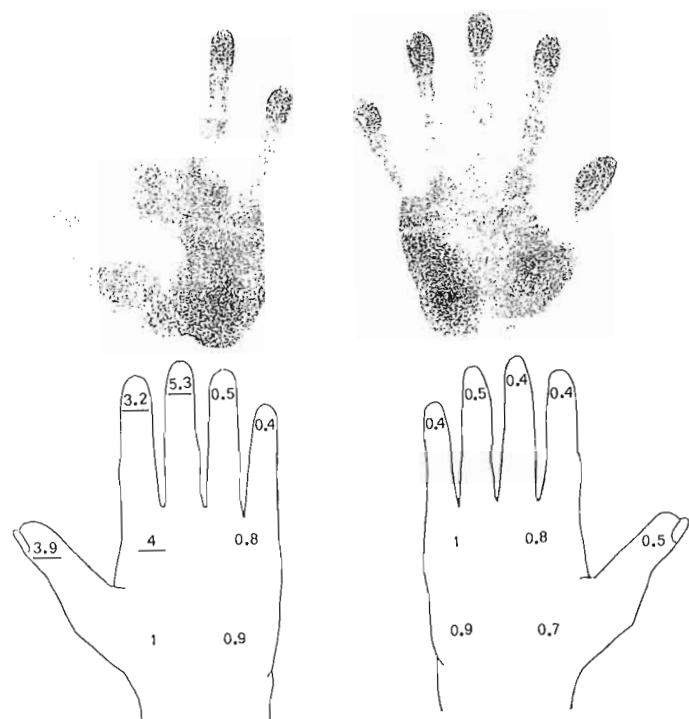


Fig. 2 10 months after nerve repair.

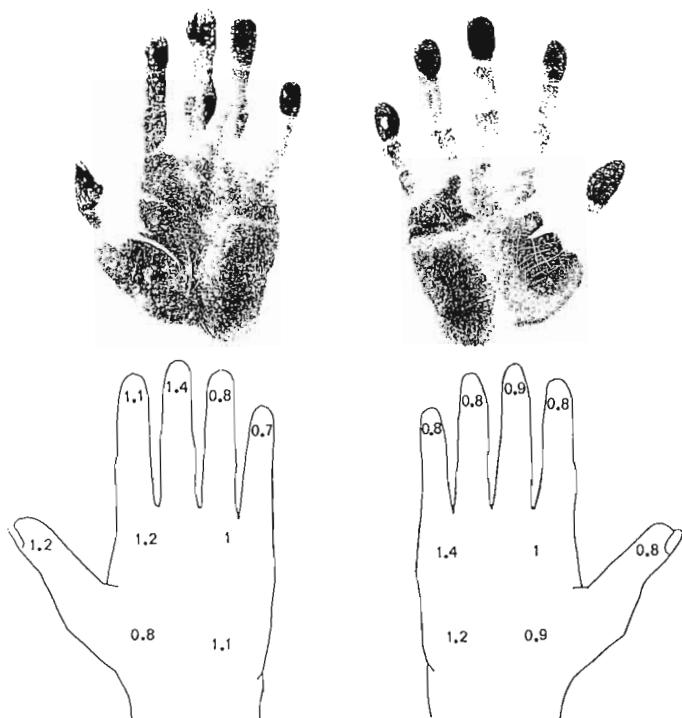


Fig. 3 18 months after nerve repair.

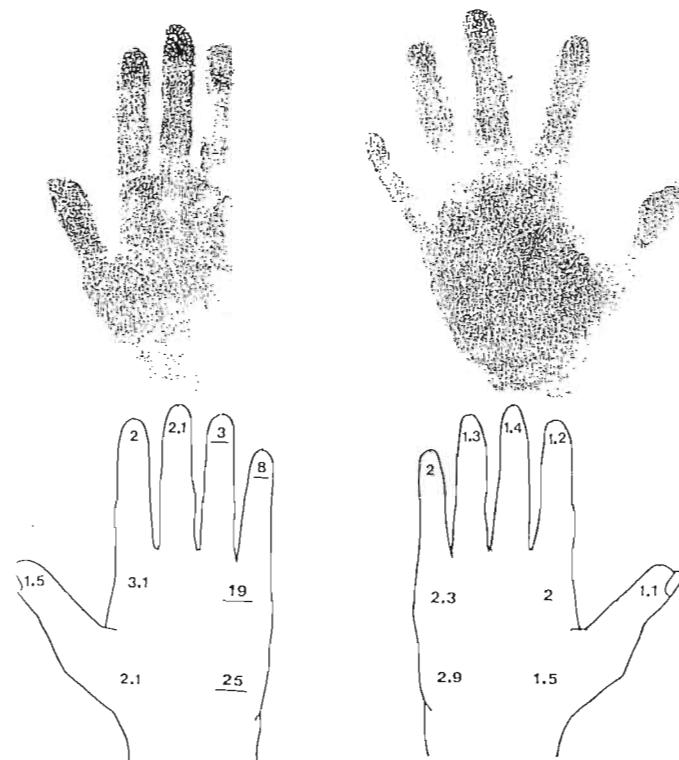


Fig. 4 Ulnar nerve complete rupture.

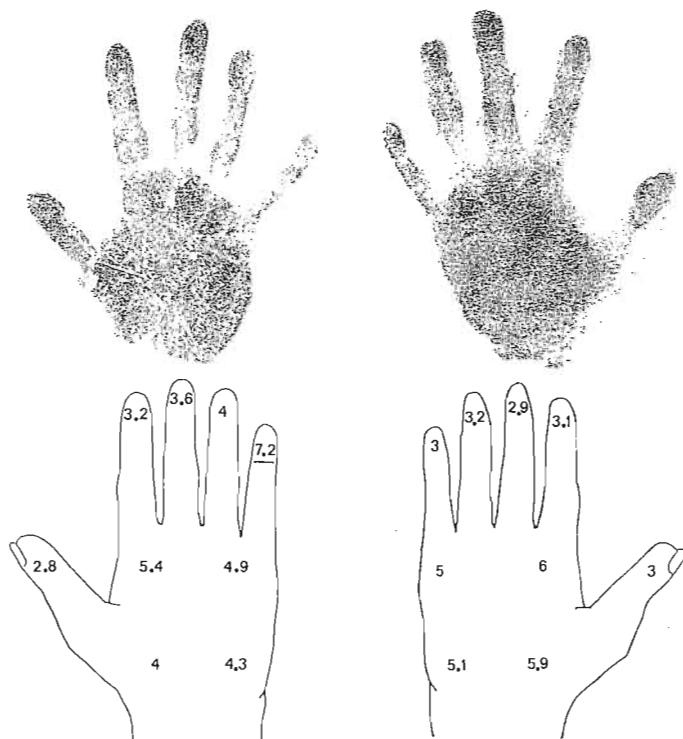


Fig. 5 14 months after nerve repair.

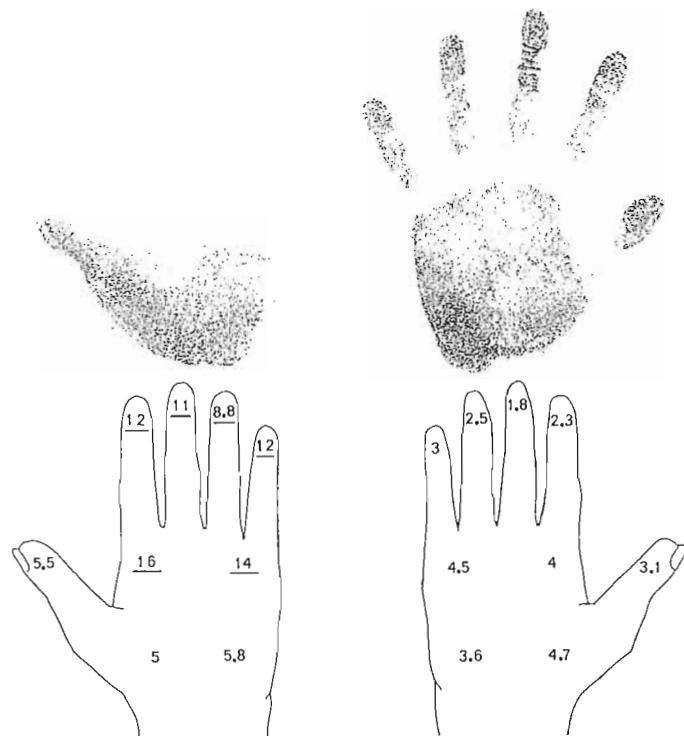


Fig. 6 Both median and ulnar nerve rupture, 6 months after nerve repair.

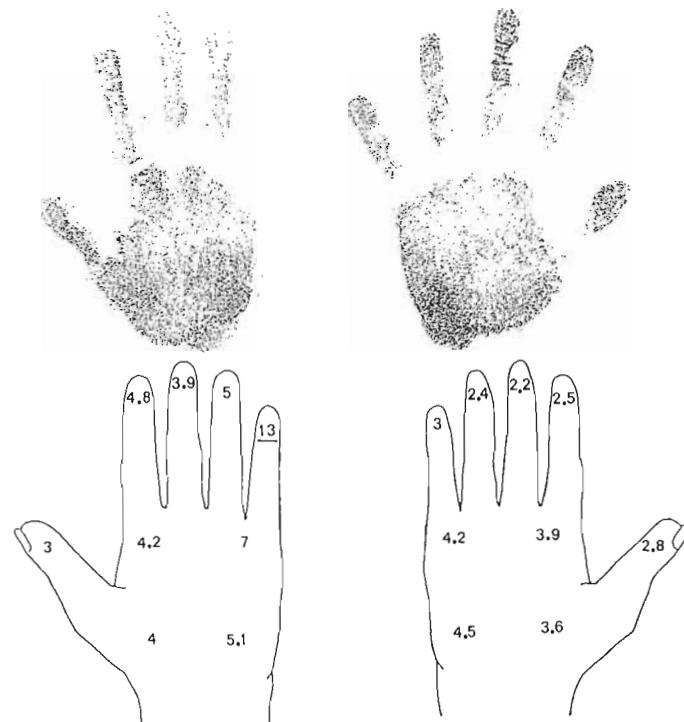


Fig. 7 14 months after nerve repair.

考 察

ま と め

末梢神経幹において交感神経線維は知覚神経線維と平行して走向するため、外傷による末梢神経損傷の際、知覚障害域に一致して発汗低下が認められる。すなわち発汗状態の評価は末梢神経損傷の際の診断法として有効な方法であると言える。しかし神経修復後に電気的皮膚抵抗値がどの様に変化するかは不明であり、発汗状態の回復過程と相関するかどうか明らかでなかった。今回の結果では、皮膚抵抗値は手掌近位から遠位部、そして指尖部へと末梢に向って回復する傾向がみられた。これは同時に測定した桜井式ハンドプリント法による発汗状態の回復と同じ傾向を示した。翻えて、発汗の回復しない成績不良の障害域においては、皮膚抵抗値は初診時と同じく高い値を持続した。つまり電気的皮膚抵抗値は表皮の発汗状態を表現しており、桜井式ハンドプリント法の結果共相関していた。測定に用いた交流式皮膚抵抗計は、分極を防ぎ短時間での測定を可能にする、また客観的かつ半定量的評価ができるなどの利点を有す。なかんずく手指拘縮のある症例においても容易に測定が可能であり、術後の回復状況を観察する際にも有効な検査法であると言えよう。

1) 外傷性末梢神経損傷 5 例を対象に神経修復後の皮膚抵抗値の変化を経時に観察した。

2) 障害域の皮膚抵抗値は回復と共に漸時小さくなり、手掌近位から遠位部へ向って回復傾向が見られた。

3) 皮膚抵抗値の変化は、桜井式検査法による発汗状態の変化とほぼ相関していた。

4) 電気的皮膚抵抗値の測定は神経損傷の際の術前診断のみならず、術後の発汗機能の回復度を知る上でも有効である。

文 献

1) 中里哲夫 他：末梢神経損傷における皮膚抵抗値の変化について—外傷性神経断裂例を中心に—、日手会誌、4: 102-107, 1987.

質 問 日本大学整形外科 佐藤 勤也
 ①今までの発汗試験と比べて、優れている点は?
 ②発汗機能の回復と運動知覚機能の回復は相関しますか?

回 答 札幌クラーク病院整形外科 中里 哲夫
 ①桜井式プリンティング法と比べ、拘縮のある症例にも容易に測定が可能である。
 ②運動知覚機能と発汗機能の回復は必ずしも一致しない。

血管腫による手根管症候群の2例

奈良県立三室病院整形外科

中川 信

奈良県立医科大学整形外科学教室

玉井 進・水本 茂
黄文欽・山岡伸行

Carpal Tunnel Syndrome caused by Hemangioma (Report of Two Cases)

Makoto Nakagawa, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Nara Prefectural Mimuro Hospital

Carpal tunnel syndrome caused by hemangioma is extremely rare. Only 8 cases have been reported in the literature. We have treated two cases of carpal tunnel syndrome caused by hemangioma which were treated microsurgical dissection.

Case 1. A 48-year-old female became aware of slight muscle atrophy of the thenar eminence with numbness and pain in the median nerve region of her right hand. There was a small tumor like hemangioma on the volar aspect of the wrist joint. At operation, the median nerve was constricted by the carpal ligament and there were small hemangiomas around the nerve and some in the nerve. Histological diagnosis was cavernous hemangioma. After operation the numbness and pain were remarkably reduced.

Case 2. A 46-year-old housewife suddenly experienced severe pain and numbness in the median nerve region of her right hand. Examination revealed swelling and subcutaneous bleeding on the volar aspect of her right wrist. Four ml dark viscous blood was aspirated by a puncture of the carpal tunnel. Her pain was decreased by elevating the hand and with elastic bandage. At the diagnosis of acute carpal tunnel syndrome, operation was done. Opening the carpal ligament revealed a dark red tumor around the median nerve and viscous bleeding in the carpal tunnel. Histological diagnosis was capillary hemangioma. After operation her pain disappeared.

In the above two cases, they have no history of trauma and there was no phlebolites revealed on plain roentgenograms.

Microsurgical dissection is useful to excise hemangioma more radically and precisely not interfering the function of the hand.

手根管症候群の発症原因は特発性のものを含めて数多くの報告があるが、血管腫によるものは、外国の報告例を含めても8例にすぎない。われわれは、すでに発表した1例を含めて2例の血管腫による手根管症候群を経験し、microsurgicalに腫瘍を摘出して良好な

結果を得たので文献的考察を加えて報告する。

症例1 48才、女子。ゴルフクラブの塗装業。主訴は右手指のしびれ感と疼痛である。現病歴は、約25年前より右母指球に軽度の萎縮があり、正中神経領域に時折しびれ感と疼痛を自覚した。しびれ感が増強し、

Key words: hemangioma, carpal tunnel syndrome, median nerve, microsurgical dissection

Address for reprints: Makoto Nakagawa, M. D., Department of Orthopedic Surgery Nara Prefectural Mimuro Hospital 531, Sango-cho, Ikoma-gun, Nara 636, Japan.

巧緻運動障害が出現したため、昭和59年4月5日に当科を受診した。

右母指球は軽度萎縮し、皮下に約8mmの扁平な血管腫様の腫瘍を触知したが、拍動はなく thrill もふれなかつた。正中神経領域に知覚鈍麻があり、carpal tunnelには、Tinel signを認め、Phalen testは陽性であった。血管腫による手根管症候群の疑いにて昭和59年5月28日手術を施行した。

手根管を開放すると、正中神経は横手根靭帯により絞扼されており、周囲に血管腫を認め、一部は神経鞘内に侵潤していた。さらに末梢部にも約5mm大の血管腫が散在し、microsurgicalに神経剥離を行なって腫瘍を摘出した (Fig. 1)。

病理組織は、大小の血管腔を多数形成し、内腔に多数の赤血球を認め、壁は一層の内皮細胞よりなる海綿

状血管腫であった (Fig. 2)。

術後、しびれ感は軽減し、功緻運動障害も改善された。

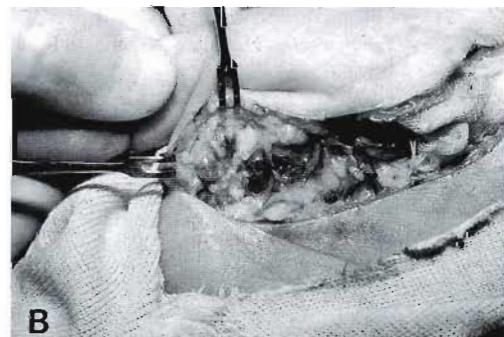
症例2 46才、女性、主婦。半年前より時々右示、中指、環指橈側の軽いしびれ感に気づいていたが、昭和61年4月20日、急に中正中神経領域に激痛としびれ感が出現したので来院した。

母指球筋に軽度の萎縮があり、手根管部に軽度の皮下出血と腫脹を認め、手根管近位端に約8mmの弾性軟の腫瘍を触知した。電気生理学的検査では、正中神経の distal motor latency は正常であったが、手根管をはさんだ SCV は 44.1 m/s と低下していた。手根管を試験穿刺すると粘稠な血液が約4ml得られ、手の拳上と圧迫包帯にて疼痛は軽減した。2週間後のSCVは55.4 m/sと正常値に回復した。血管造影では、手関



Fig. 1 Case 1

A. The median nerve is constricted by the ligament.



B. Hemangiomas are seen in the distal part of carpal tunnel.

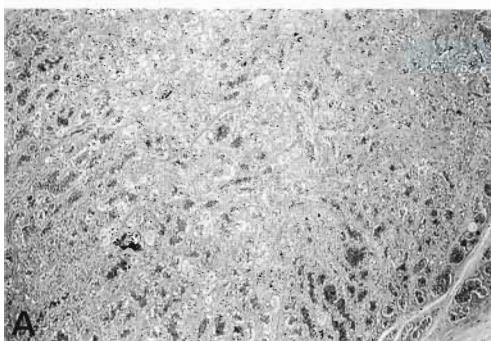
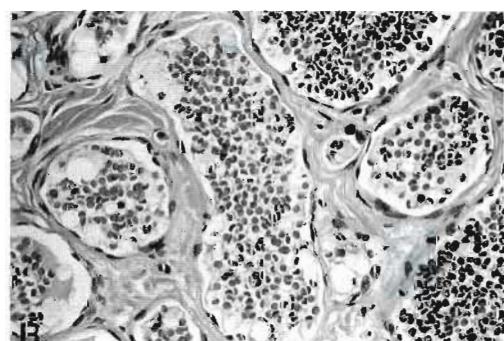


Fig. 2 A. Photomicrograph showing many vascular cavities. (H-E ×40)



B. The wall of vascular cavities are lined by one layer of endothelial cells and numerous red blood cells in the cavity. (H-E ×400)

節部で軽度の vascularity の増加がみられたが、腫瘍陰影や、A-V シャントはみられなかった。以上より血管腫による手根管症候群の疑いで昭和 61 年 6 月 6 日に手術を行った。

正中神経は黄褐色に変色し、屈筋腱腱鞘は肥厚して、

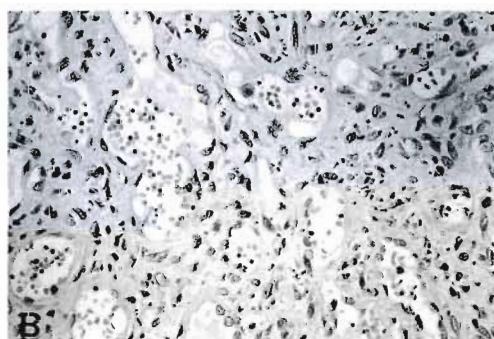


Fig. 3 Case 2

Photograph showing the hemangioma and viscous bleeding around the median nerve.



A. (H-E ×100)



B. (H-E ×400)

Fig. 4 Photomicrograph showing numerous vascular cavities lined by one layer of endothelial cells.

Table 1 Case report of hemangioma with carpal tunnel syndrome

	year	age	sex	laterality	histotolgy	others
Phalen	1966					
Mori ⁴⁾	1975	18	M	Lt.	cavernous	
Kojima ³⁾	1976	19	F	Rt.		intra neural
Peled ⁶⁾	1979	16	F	Rt.	cavernous	intra neural
Petrovici	1980	22	F	Lt.	cavernous	
		39	M	Rt.	cavernous	
Asada ¹⁾	1982	33	F	Lt.		Maffucci's syndrome
Okunaka ⁵⁾	1984	15	M	Rt.	cavernous	rupture
Tomita ⁸⁾	1985		Case 1			

すぎない (Table 1)。これは報告されていない例もあると思われるが、血管腫は神経を圧迫するほど増大する腫瘍でないことと、手根管内に血管腫が存在しても内圧を上昇させるほど血液がうっ滞せず、神経症状を呈するに至らないためと考えられる。また、血管腫と神経の関係を見ると、神経内から発生する血管腫はきわめてまれで、正中神経以外の末梢神経を含めても過去の報告例は8例であり、手根管症候群を呈したのは2例のみである。われわれの症例1の血管腫は神経周囲と神経内に存在しており、症例2の血管腫は屈筋腱鞘から発生したものと思われた。

それぞれ手根管症候群の発症原因を検討すると、症例1は長期の罹患歴があり、血管腫による外因性の圧迫と虚血性変化に、手のover useやhormonalな変化が加わったと考えられる。

症例2はいわゆる acute carpal tunnel syndrome で血管腫の破裂による血腫のため神経症状を呈したと考えられる。深層型の血管腫は発見されにくいくとも多く、血管腫の破裂がなければ、subclinicalに終始した可能性も強いと思われる。

血管腫は良性腫瘍であるが、手の深部に発生した場合や、動脈瘤が存在する場合は、難治性であり、機能を温存しての完全摘出が困難な場合も少なくない。われわれの2例は microsurgical dissectionにより、完全な病巣切除と機能温存を図り、良好な結果が得られた。

結 語

1) 血管腫による手根管症候群の2例を経験し、そ

の発生要因を検討した。

2) 手の機能を温存しつつ、血管腫を完全に切除するのが望ましく、microsurgical dissectionが必須の操作である。

文 献

- 1) 浅田雄一 他：血管腫による、手根管症候を伴った“Maffucci's syndrome”的一症例、中部整災誌、26：1002, 1983.
- 2) Enzinger, F. M., et al.: Benign tumors and tumor-like lesions of blood vessels. Soft tissue tumors. C. V. Mosby, 379-421, 1983.
- 3) Kojima T., et al.: Haemangioma of the median nerve causing carpal tunnel syndrome. Hand, 8: 62-65, 1976.
- 4) 森 良樹 他：血管腫による手根管症候の1例、整形外科、26：1255-1257, 1975.
- 5) 奥中国之 他：海綿状血管腫による手根管症候群の1例、中部整災誌、27：2257, 1984.
- 6) Peled, I., et al.: Hemangioma of the median nerve, J. Hand Surg., 5: 363-365, 1980.
- 7) Phalen, G. S.: The Carpal-Tunnel Syndrome. J. Bone Joint Surg., 48-A : 211-228, 1966.
- 8) 富田恭治 他：血管腫による手根管症候群の1症例、中部整災誌、28：1160, 1985.
- 9) 吉井 尚 他：上肢の先天性動脈瘤ならびに血管腫における Microsurgical Approach, 日手会誌, 2: 405-409, 1985.

手根管症候群男性症例について

虎の門病院整形外科

立花 新太郎

東京大学医学部整形外科学教室

冲永修二・宮尾益和
落合直之・長野昭

Carpal Tunnel Syndrome in male patients.

Shintaro Tachibana, et al.

Department of Orthopaedic Surgery,
Toranomon Hospital.

Fifty-five male cases who had been diagnosed as carpal tunnel syndrome (CTS) clinically and electrophysiologically since Jan. 1982. were reviewed. The age of onset ranged from 17 to 82 years old (\bar{m} : 49.6 y. o.). The pattern of age distribution showed a peak between 55 and 60 years old.

Cases were classified into 3 groups according to etiological consideration,
Group A : Lesions caused by mainly local factors. These include 8 cases of acute traumatic conditions (sports, occupation), 5 cases of post-traumatic conditions (non-union of scaphoid: 3, Colles' fracture: 2, and 3 cases of ganglia within carpal tunnel).

Group B : Synovial lesions associated with systemic disease such as chronic hemodialysis (10 cases), rheumatoid arthritis (2), gout (1), multiple myeloma (1).

Group C : Miscellaneous lesions (25 cases).

In group A, all 16 cases showed mild or moderate symptoms in unilateral hand. All 6 patients younger than 30 years old belonged to acute traumatic conditions, and recovered spontaneously in 5 cases.

In group B, 9 of 14 cases (64%) were symptomatic in bilateral hands. Eighteen of 23 hands (78%) showed moderate or severe symptoms and 19 of 23 hands were treated surgically.

Histological examination of synovium of flexor tendon sheath and volar carpal ligament showed amyloid desposition in 16 hands, and gouty synovitis in 1 hands.

Twenty-five cases of group C were compatible with so called idiopathic cases in female CTS which was 85% of all female cases. On the contrary, in male patients only 45.5% of all cases belonged to this group. In this group, 19 of 25 cases (76%) had associated general illness such as hypertension, angina pectoris, diabetes mellitus. It seemed that peripheral circulatory disturbance owing to these associated illness had played a role to cause symptoms of CTS.

手根管症候群 (CTS) が女性に好発し、また女性例の大部分は妊娠、閉経期に発症のピークがある、いわゆる特発性であることは過去の報告にもある通りで、わ

れわれの前回の調査²⁾では、男女比は 1:9.4、女性例の 88%が特発性であり、一方、男性例の半数は何らかの局所的、全身的原因が認められた。過去に男性例の

Key words : carpal tunnel syndrome.

Address for reprints : Shintaro Tachibana. Department of Orthopaedic Surgery, Toranomon hospital, 2-2-2 Toranomon, Minato-ku, Tokyo, Japan.

みについてのまとまった報告はなく、本症の発症機序を検討する目的で調査を行った。

対象とした症例は、昭和57年1月以降に東京大学整形外科末梢神経外来および、虎の門病院整形外科を受診し、臨床症状に加え、電気生理学的検査を行い手根管症候群と診断された55例である。一部の症例は前回調査と重複している。病歴調査及び直接検診、電話による問診で外傷歴、職業、全身的併発症を中心に調査、検討した。

結 果

・分類 外傷歴、全身合併症、手術所見を参考に3群に分類した (Table 1)。

Group A 手関節部の局所的要因が発症の主体を成すと考えられた症例で、全例1側性であり、以下のsubgroupに分けられた。

★acute traumatic conditions 急性の外傷、一過性のoveruseに起因する症例でスポーツ(ゴルフ、野球、サイクリング、オートバイ、ボウリング、剣道の各1例)により発症した症例と職業上の手のoveruseと考えられた2症例を経験した。サイクリングによる症例は両側の尺骨神経管症候群に合併した症例である。

★post traumatic conditions 手関節部の外傷後に変形を生じ、神経症状を呈した症例で、舟状骨骨折偽関節3例、Colles骨折2例を経験した。

★tumor いずれも手根管内に発生したガングリオソームによる症例で、このうち1例は月状骨軟化症に合併していた。

Group B 滑膜に病変の生じることがよく知られている全身疾患に伴う症例で、長期血液透析例10例、慢性関節リウマチ2例、痛風1例、多発性骨髄腫1例の計14例であった。

Group C いわゆる特発性に相当する症例で、Group A、Bのごとき局所的、全身的原因の明らかでない症例で25例、全体の45.5%であった。

・罹患側はA群は全例、片側性であり左右各8例であった。B群では両側性が14例中9例(64%)で、片側例はいずれも右手であった。C群では75例中7例が両側であった。

以上はいずれも有症状側についての集計であるが、片側性の39例中18例に反対側の神経伝導速度が検査されており、このうち8例では、 $TL(APB) \geq 4.5 \text{ msec}$, SCV (中指～手関節) $\leq 45 \text{ m/s}$ であり、subclinical CTSと判定した。C群ではsubclinical CTSを含める

と両側性は25例中14例(56%)となった(Table 2)。

・慢性外傷の因子として、職業について調査した。日常的に手が小外傷に繰り返しさらされる可能性のある職業、すなわち大工、自動車工、漁師、等に従事している症例は16例で全体の29%であった。B群は長期血液透析症例が多数を占め疾患の性質上、manual laborerは皆無であり、A群では37.5%, C群では40%でほぼ同等であった(Table 3)。

・年令分布は17才より82才平均49.6才で55～60才にピークを示した。女性にみられる30才前後のピークは明らかでない。30才以下の症例は全例、A群の急性外傷例であった。C群は45才以降に好発する傾向を示した(Fig. 1)。

・臨床的重症度を3段階に分類した。軽症：知覚障害のみで筋力低下の明らかでないものの中症：知覚障害

Table 1 Classification due to etiological consideration

Group A	16 cases
acute traumatic conditions	
posttraumatic conditions	
ganglion	
Group B	14 cases
synovial lesion	
with systemic disease	
Group C	25 cases
miscellaneous	
	55 cases

Table 2 affected hand in each group.

group	A	B	C	
bil.	0(+1)	9	7(+7)	16
right	8	5	11	24
left	8	0	7	15
	16	14	25	55

() : subclinical

Table 3 occupation in each group

	A	B	C	
manual laborer	6	0	10	16(29%)
desk worker	6	5	8	19
retired	2	7	5	14
student	2	0	0	2
unknown	0	2	2	4
	16	14	25	55

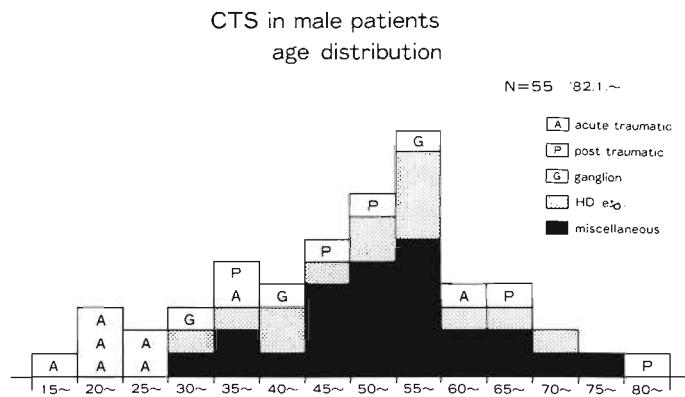


Fig. 1 CTS in male patients age distribution

に加え筋力低下 (MRC[4]～[2]), 筋萎縮を認めるもの、重症：筋萎縮著明で筋収縮をほとんど認めないもの (MRC[1], [0]), 急性外傷例では軽症、中症各 50% で重症例はなく 1 例を除き保存的に軽快した。post-traumatic condition, ガングリオンの症例は、軽症 50%, 中症 25%, 重症 25% であり、いずれも手術を施行した。B 群は、軽症 22.7%, 中症 47.8%, 重症 30.4% と軽症例が少なく、23 例中 19 手 82.6% に手術が行われた。C 群では軽症 46.8%, 中症 31.3%, 重症 21.9% で 32 手中 18 手 56.2% に手術が行われた。全体としては、軽症 39.4%，中症 38.0%，重症 22.5% で 71 手中 46 手 64.8% に手術が行われた (Table 4)。

- 46 手の手術症例中 33 手に病理組織検査が行われた。A 群の 4 手は 3 手がガングリオン、1 手に横手根靭帯の硝子様変性を認めた。B 群では長期血液透析症例 10 例 14 手、多発性骨髄腫 1 例 2 手に横手根靭帯、屈筋腱鞘滑膜のアミロイド沈着を認めた。また痛風の 1 例では針状結晶の沈着を伴つた痛風性滑膜炎を認めた。C 群では 1 例に軽度のアミロイド沈着を認めた他は特異的な所見はなく、3 手に横手根靭帯の硝子様変性、5 手に非特異的滑膜炎を認めたが、3 手では異常を認めなかつた (Table 5)。

全身的背景の明らかな B 群を除いて、A, C 群について併発疾患の調査を行った。C 群では高血圧 7 例、狭心症 1 例、不整脈 2 例、うっ血性心不全 1 例、僧帽弁狭窄症 1 例、Leriche 症候群 1 例の計 11 例 (44%) に心循環系の併発症を認めた。A 群では 2 例 (12.5%) であった。その他、糖尿病 5 例 (20%) 痛風、高尿酸血症 3 例 (12%), 高脂血症 3 例 (12%) など C 群では 25

例中 19 例 (76%) に全身的併発疾患を認めた。A 群では同様の併発症罹患率は 16 例中 3 例 (19.3%) にすぎなかった (Table 6)。A 群の年令構成は若年者が多いので C 群と年令構成の類似している疾患として同時期に入院加療を行った頸椎症性脊髄神經根症例について同様の調査を行った。心循環系の併発疾患の合併率は 14.7% でその他の疾患を含め 29.4% であった (Table 7)。

考 察

A 群は局所的要因によるもので全例一側性であった。とくに 30 才以下の症例は全て急性外傷例で重症例

Table 4 clinical grade in each group

group	A-A	A-P	A-G	B	C	
mild	4	2(2)	2(2)	5(5)	15(7)	28(16)
moderate	4(1)	2(2)		11(8)	10(5)	27(16)
severe		1(1)	1(1)	7(6)	7(6)	16(14)
	8(1)	5(5)	3(3)	23(19)	32(18)	71(46)

Table 5 histological findings (n=33)

	A	B	C
amyloid deposition	17		16 1
ganglion	3	3	
gouty synovitis	1		1
hyalinoid degeneration	4	1	3
synovitis	5		5
n. p.	3		3

Table 6 associated illness in group A and C

	A N=16	C N=25
cardiovascular	2(12.5%)	11(44.0%)
D. M.	—	5(20%)
gout, hyperuricemia	—	3
hyperlipidemia	—	3
others	1	1
	3(19.3%)	19(76%)

Table 7 Associated illness

	CMR n=34	male CTS (miscellaneous) n=25
Cardiovascular	5(14.7%)	11(44%)
hypertension	3	7
angina	2	1
arythmia	1	2
		MS 1 Leriche 1
		CHF 1
DM.	3(8.8%)	5(20%)
Gout. hyperuricemia	—	3(12%)
Hyperlipidemia	1(2.9%)	3(12%)
Asthma etc.	2	Hyperthyroidism 1
	10(29.4%)	19(76%)

はなく一例を除き保存的に軽快した。これらの症例は外傷による一過性の滑膜の腫脹や手関節の肢位による圧迫が原因と考えられた。外傷後の症例、ガングリオンは、手根管容積の減少による圧迫が主因と考えられた。

B群は滑膜病変を生じることがすでに記載されている全身疾患に伴い、両側罹患、重症例が多く手術的治療が行われた症例が大部分であった。滑膜炎、滑膜へ沈着物による手根管内の圧迫が主因と考えられた。

C群は、女性例の特発性に相当する症例であるが全体の45.5%であり、女性例に比し男性例では何らかの局所的、全身的背景の明らかな症例が多いといえる。この群の症例は45才以降に好発し、心循環系の合併症や糖尿病など末梢循環に影響を及ぼす併発症の合併率が高かった。

これらの併発疾患は単独でCTSの原因と考えるに

は無理があるが、これにより惹起された末梢循環障害が発症の誘因として何らかの役割を果たしているものと思われる。特発性手根管症候群では素因としてcarpal tunnel stenosisの存在が示唆されており¹⁾、これに外傷や阻血、静脈うつ滞などの末梢循環状態の変化が加わり症状を発現するものと思われる³⁾。この関係は、脊柱管狭窄症の症状発現機序と類似した状態と思われる。女性例でも、妊娠、閉経などホルモン分泌動態の変化そのものよりも、これに伴う末梢循環状態の変化が症状発現に関与しているものと思われる。

ま と め

昭和57年以降に経験した男性手根管症候群55例について、局所的、全身的原因をもとに3群に分類して検討した。男性症例では特発性に相当する症例は25例45.5%と女性例に比し、少なく、全身的併発症、とくに心循環系の合併症が多かった。

文 献

- 1) Dekel, S., et al.: Primary carpal stenosis as a cause of "idiopathic" carpal tunnel syndrome. Lancet, 2: 1024, 1979.
- 2) 冲永修二他: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.
- 3) Sunderland, S.,: Nerves and Nerve Injuries. 2nd ed. Churchill Livingstone Edinburgh. London and New York, 711-727, 1978.

質問 産業医科大学整形外科 伊地知正光
発症要因として、職業性のものと判定された症例では、具体的にどのような動作、使用工具などがあったのでしょうか。オートバイなど振動要因もあったんでしょうか。

回答 虎の門病院整形外科 立花新太郎
職業による慢性外傷の関与が考えられた症例は、大工、自動車工、漁師などであるが、どのような手関節の運動が原因となったかについては解析していない。

自転車、オートバイにより発症した症例は各1例あるが、急性外傷に分類した。いずれも短期間に回復して再発をみていないので、慢性外傷ではないと考えた。

手根管症候群における重症例の術後経過の検討

日本大学医学部整形外科学教室

鈴木 孝宏・佐藤 勲也
古屋 公之・白石 仁志
長岡 正宏

Follow-up Study of Severe Carpal Tunnel Syndrome Treated by Division of the Transverse Carpal Ligament

Takahiro Suzuki, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nihon University School of Medicine

Thirty-five hands (thirty-two patients) had a release of the carpal tunnel without internal neurolysis for severe carpal tunnel syndrome. All of the hands had increased values for two-point discrimination or thenar atrophy, or both.

Twenty (95 per cent) of the twenty-one hands that had increased values for two-point discrimination had normal values at follow-up. Eighteen (90 per cent) of the twenty hands that had weakness of the thenar muscles (grade-3 strength or less) regained grade-4 or 5 strength. Seventeen (49 per cent) of the thirty-five hands that had thenar atrophy regained normal muscle bulk. Thirty-four (98 per cent) of the thirty-five hands had complete resolution of numbness in the distribution of the median nerve.

As the majority of patients improved significantly, this study demonstrated frequent benefit from transverse carpal ligament release even in the presence of fixed neurologic deficit in severe carpal tunnel syndrome.

はじめに

手根管症候群の重症例の術後成績は、必ずしも良好でないとされている。今回われわれは、横手根靭帯切離術のみを施行した本症の重症例の術後経過について検討するとともに、internal neurolysis の必要性についても考察を加えたので報告する。

対象

昭和 38 年 6 月より昭和 62 年 3 月までの約 24 年間に、われわれが経験した手根管症候群は 352 例 (495 手) であるが、今回はこの中で横手根靭帯切離術のみを行った本症の 162 手のうち重症例の 32 例 (35 手) を

対象とした。

ここで重症例とした基準は、二点識別覚が 7 mm 以上で母指球筋萎縮が中等度ないしは高度なもの、および同様な筋萎縮のみの症例とし、おのおの 21 手と 14 手であった。

なお、母指球筋萎縮の程度は、Gelberman らの分類²⁾を参考に母指球の偏平などを中等度、陥凹の認められるものを高度とした。

症例の内訳は、男性 1 例 1 手、女性 31 例 34 手、年齢は 20 才から 68 才、平均 49.7 才であり、術後観察期間は最短 1 年最長 10 年、平均 3 年で、これらの症例について、二点識別覚、母指球筋ごとに短母指外転筋 (APB) の筋力や筋萎縮の回復の程度、ならびにシビ

Key words: carpal tunnel syndrome, internal neurolysis, entrapment neuropathy

Address for reprints: Takahiro Suzuki, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Surugadai Nihon University Hospital, 1-8-13 Kandasurugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan.

レ感の経時的变化を合わせ検討した。

なお、術後評価は、測定誤差を最小限にとどめるため、いずれも同一検者により行われた。

結 果

1) Paper clip による二点識別覚は、術前 7 mm 以上の異常値を示していた 21 手のうち、20 手 (95%) が術後最短 3 週間、最長 18 カ月（平均 5.9 カ月）で正常値に復している。術前評価と回復期間の関係を見ると、術前 7~10 mm の Fair であった 10 手が平均 4.7 カ月、11~15 mm の Poor の 4 手が 4.5 カ月と両者の間に有意の差はないが、16 mm 以上の Protective の 6 手では平均 8.8 カ月と明らかに長期間を要した (Table 1)。

2) 母指球筋の筋力は、術前電気的活動のまったくなかった筋力 <0> の症例 16 手のうち 14 手 (87%) が、術後 12 カ月以内（平均 9.6 カ月）で <4> 以上に回復し、術前筋力 <1>~<3> の全例が 12 カ月以内（平均 5.3 カ月）で <4> 以上となった (Table 2)。

3) 母指球筋の萎縮に関しては、高度萎縮例 16 手のうち、術後完全な回復が得られたものは 5 手 (31%) にしかすぎず、回復に要した期間も平均 20.4 カ月と長期間を要した。しかし、中等度筋萎縮例では 19 手のうち完全回復が 12 手 (63%) あり、その期間も平均 13.3 カ月であった (Table 3)。

4) 自覚症状としてのシビレ感は 35 手中 34 手 (98%) が 24 カ月以内（平均 5.5 カ月）で消失している。

Table 1 Time to complete resolution of elevated two-point discrimination (twenty hands) (No. of hands)

Preoperative 2PD	0-2 mos.	2-4 mos.	4-6 mos.	over 6 mos.	mean
Fair (7-10 mm), 10 hands	4	2	3	1	4.7 mos.
Poor (11-15 mm), 4 hands	2	1	0	1	4.5 mos.
Protective 6 hands	0	1	2	3	8.8 mos.

Table 2 Time to complete resolution of thenar muscle strength (eighteen hands) (No. of hands)

Preoperative grade	0-3 mos.	3-6 mos.	6-12 mos.	mean
0 14 hands	1	4	9	9.6 mos.
1~3 4 hands	3	0	1	5.3 mos.

Table 3 Time to complete resolution of thenar muscle atrophy (seventeen hands) (No. of hands)

Preoperative atrophy	0-6 mos.	6-12 mos.	12-18 mos.	18-24 mos.	over 24 mos.	mean
Moderate, 12 hands	8	1	1	1	1	13.3 mos.
Severe, 5 hands	0	1	1	3	0	20.4 mos.

考 察

二点識別覚は、術前 7 mm 以上の異常値を示していた 21 手のうち、20 手 (95%) が術後正常化しており (Table 4)，母指球筋筋力も術前 <3> 以下を示していた 20 手のうち、18 手 (90%) が術後 <4> 以上に回復し満足のいく結果となっている。

一方、母指球筋の萎縮は術前 35 手全例に中等度ないしは高度の萎縮が認められ、このうち 17 手 (49%) は完全回復が得られたが、18 手 (51%) には萎縮が残存した (Table 5)。

しかし、術後の母指球筋萎縮と筋力の関係を見ると、軽度の萎縮が残存する 16 手のうち 12 手が筋力 <4>、4 手が <5> であることから萎縮がある程度残っても筋力は十分あり、ADL 上支障のないものが多かった。1973 年、Curtis ら¹⁾が発表した手根管症候群重症例

Table 4 Values for two-point discrimination (thirty-five hands) (No. of hands)

	Preoperative	Postoperative
Normal (0-6 mm)	14	34
Fair (7-10 mm)	11	1
Poor (11-15 mm)	4	0
Protective (>15 mm)	6	0

Table 5 Thenar muscle atrophy (thirty-five hands)
(No. of hands)

	Preoperative	Postoperative
None	0	17
Mild	0	16
Moderate	19	0
Severe	16	2

に対する internal neurolysis の効果に関しては、さまざまな評価がなされてきた⁴⁾。近年、Gelberman²⁾ や Lowry ら³⁾により横手根靭帯切離のみの群と internal neurolysis を加えた群との臨床成績の比較が行われ、最終的には両者に有意の差がないことがあらためて報告されている。

今回、Gelberman や Lowry らの症例群よりはるかに重度障害例の多い自験例にもかかわらず、横手根靭帯切離術のみを行った術後経過はきわめて良好であった。すなわち、横手根靭帯切離術のみでも、術前認められた知覚・運動障害の回復は、Gelberman や Lowry らの結果以上によく、ADL 上も支障のない程度となり満足のいくものであった。したがって、このような症例でも、横手根靭帯切離術に敢えて internal neurolysis を加える必要性は少ないことが示唆された。

ま　と　め

- 1) 手根管症候群重症例に対し横手根靭帯切離術のみを行った 35 手の術後経過について検討した。
- 2) 二点識別覚、母指球筋筋力、シビレ感に関しては、術後満足のいく回復が得られた。
- 3) 母指球筋の萎縮は約半数に残存したが、筋力は ADL 上支障のない程度に回復していた。
- 4) 以上の結果より internal neurolysis を敢えて加える必要のないことが示唆された。

文　献

- 1) Curtis, R. M., et al.: Internal Neurolysis as an Adjunct to the Treatment of the Carpal-Tunnel Syndrome. J. Bone Joint Surg., 55-A : 733-740, 1973.
- 2) Gelberman, R. H., et al.: Results of Treatment of Severe Carpal-Tunnel Syndrome without Internal Neurolysis of the Median Nerve. J. Bone Joint Surg., 69-A : 896-903, 1987.
- 3) Lowry, W. E., Jr., et al.: Interfascicular Neurolysis in the Severe Carpal Tunnel Syndrome. Clin. Orthop., 227 : 251-254, 1988.
- 4) Rhoades, C. E., et al.: Results of Internal Neurolysis of the Median Nerve for Severe Carpal-Tunnel Syndrome. J. Bone Joint Surg., 67-A : 253-256, 1985.

質問 産業医科大学整形外科 伊地知正光
筋萎縮を自覚してから、手術までの期間と、術後成績の関係は、どうだったでしょうか。

回答 日本大学整形外科 鈴木 孝宏
筋萎縮を自覚してから手術施行までの期間に関しては今回検討していませんが、5 年以上の長期間を経過したものはなく、症例の多くは 2~3 年のうちに手術が施行されていました。

質問 山形大学整形外科 渡辺 好博
母指球筋の萎縮の程度と自覚症状の関係はどうか。

回答 日本大学整形外科 鈴木 孝宏
自覚症状としてのシビレ感の回復については、萎縮の程度と明確な関係はなく、比較的早期に消失していました。

血液透析患者における末梢神経障害

佐賀医科大学整形外科学教室

浅見昭彦・鶴田敏幸
北島隆治・松下和徳
渡辺英夫

Peripheral Nerve Disorder in Patients
on Intermittent Haemodialysis.

Akihiko Asami, et al.

Division of Orthopaedic Surgery, Saga Medical School

Peripheral nerve disorder, especially carpal tunnel syndrome is often seen in patients on intermittent haemodialysis. Its cause is identified as β_2 -microglobulin. Relationship between serum level of β_2 -microglobulin and peripheral nerve or circulatory disorder in 32 patients 64 hands was investigated in this study.

Result was as follows:

1. Serum level of β_2 -microglobulin showed a tendency to increase, as the period of haemodialysis was long.
2. Median sensory nerve terminal latency was delayed in 56 out of 64 hands (89.1%), though ulnar sensory nerve terminal latency and both of the sensory nerve conduction velocity were within normal limit.
3. There were no statistical significance between serum level of β_2 -microglobulin and circulatory disorder of hand and finger.
4. We concluded that we could foreknow occurrence of peripheral nerve disorder, especially carpal tunnel syndrome, by measurement of serum level of β_2 -microglobulin.

はじめに

長期血液透析患者の末梢神経障害、とくに手根管症候群の発生は、1975 年の Warren ら⁴⁾の報告以来多数見られる。原因として、多くの例でアミロイドの沈着が証明されたことから全身アミロイドーシスの一症状として考えられており、近年アミロイド結節の生化学的および免疫組織化学分析により、アミロイド線維蛋白は β_2 -ミクログロブリンと同定されている³⁾。そこで今回われわれは、血中 β_2 -ミクログロブリン濃度測定

を行い、その末梢神経障害との関連性、さらに手指の末梢循環障害との関連性を調べ検討したので報告する。

対象および方法

血液透析中の患者 32 名 64 手、いずれも四肢に外傷の既往の無い、また頭・頸部に神経学的異常所見の無い症例を対象とした。対象患者の年令は 25~77 才、平均 50.6 才、透析歴は 7 カ月~12 年、平均 70.2 カ月で、以上の症例に対し、正中・尺骨神経の知覚神経伝導速

Key words: peripheral nerve disorder, carpal tunnel syndrome, haemodialysis, β_2 -microglobulin, circulatory disorder.

Address for reprints: Akihiko Asami, M. D., Division of Orthopaedic Surgery, Saga Medical School, Sanbonsugi, Ooaza Nabeshima, Saga 840-01, Japan.

度およびその遠位潜時の測定をダンテック社誘発筋電図N-2000Cタイプを使用し、すべて逆行性方法で計測した。計測はシャント側・非シャント側それぞれについて知覚神経伝導速度およびその遠位潜時の平均値、信頼区間、標準偏差を算出し、さらに両者間における有意差検定を行った。

また、サーモグラフィー（日本電気三栄社サーモトーレーサー6T66）、プレチスマグラフィー（MEDA SONICS STRAIN GAUGE PLETHYSMOGRAPH MODEL SPG 16）による手指の循環状態検索とシャント側・非シャント側別に統計学的比較検討を行った。以上の研究はいずれも、気温23°C、湿度40%の人工気候室内で施工し、さらに対象患者の血中 β_2 -ミクログロブリン濃度を測定し、末梢神経障害および手指循環障害との関連性を検討した。

結 果

1. 知覚神経伝導速度およびその遠位潜時とシャントの関連性

正中神経知覚遠位潜時は、シャント側 4.17 ± 0.57 msec ($\bar{X} \pm \text{Standard Devition}$)、非シャント側 4.14 ± 0.61 msec、正中神経知覚伝導速度は、シャント側 59.10 ± 4.07 m/s、非シャント側 58.47 ± 4.83 m/s、尺骨神経知覚遠位潜時は、シャント側 2.71 ± 0.74 msec、非シャント側 2.60 ± 0.71 msec、尺骨神経知覚伝導速度中間計測定は、シャント側 59.59 ± 7.35 m/s、非シャント側 58.71 ± 6.60 m/s、尺骨神経知覚伝導速度肘部計測値は、シャント側 50.36 ± 7.32 m/s、非シャント側 51.36 ± 7.60 m/sであり、シャント側と非シャント側間にはいずれの計測値においても統計学的有意差は認められなかった（Table 1）。

しかし、正中神経知覚遠位潜時が3.5 msec以上を示したもののは64手中56手、89.1%と高率に認められた。

2. 透析歴と血中 β_2 -ミクログロブリン濃度の関連性

血中 β_2 -ミクログロブリン濃度は、32.3～75.8 mg/l、平均 51.1 mg/l （正常 2.0 mg/l 以下）¹⁾で全例高値を示した。透析歴と血中 β_2 -ミクログロブリン濃度との間には統計学的相関関係は認められなかつたが、透析歴が長くなるほど血中 β_2 -ミクログロブリン濃度が上昇する傾向があつた（Fig. 1）。

3. 手指循環状態と血中 β_2 -ミクログロブリン濃度およびシャント側との関連性

Table 1 Comparison of sensory nerve terminal latency and conduction velocity of median and ulnar nerve between shunt side and non-shunt side. $\bar{X} \pm \text{S.D.}$ (\bar{X} : Mean Value, S.D.: Standard Deviation)

	shunt side	non-shunt side
Median Nerve TL SCV	4.17 ± 0.57 59.10 ± 4.07	4.14 ± 0.61 msec 58.47 ± 4.83 m/s
Ulnar Nerve TL SCV-1 SCV-2	2.71 ± 0.74 59.59 ± 7.35 50.36 ± 7.32	2.60 ± 0.71 msec 58.71 ± 6.60 m/s 51.36 ± 7.60 m/s

TL: Terminal Latency

SCV: Sensory Nerve Conduction Velocity

SCV-1: Below Elbow-Wrist SCV

SCV-2: Above Elbow-Below Elbow SCV

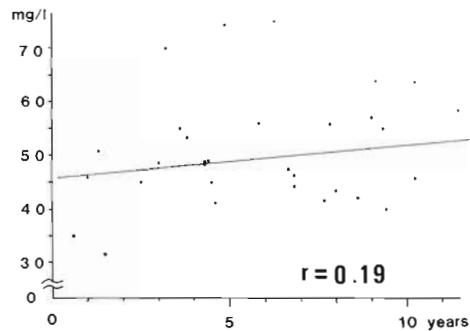


Fig. 1 Relationship between serum level of β_2 -microglobulin and the period of haemodialysis. Vertical and horizontal scale are serum level of β_2 -microglobulin and the period of haemodialysis, respectively. Significant correlation $r=0.19$.

サーモグラフィー、プレチスマグラフィーで手指循環状態の悪化は多数見られたが、血中 β_2 -ミクログロブリン濃度およびシャント側との間に統計学的相関関係はなく、さらに知覚障害との相関も認められなかつた。

考 察

長期血液透析患者の末梢神経障害の発生機序として、血行動態の変化による浮腫、静脈圧上昇による神経の圧迫、虚血などが考えられていた²⁾が、障害が非シャント側にも発生することや、多くの例でアミロイド沈着が証明されたことなどから、現在ではその生化

学的・免疫組織学的分析により β_2 -ミクログロブリンが原因特質とされている³⁾。

今回われわれの結果では、透析歴が長くなるにしたがって血中 β_2 -ミクログロブリン濃度が上昇する傾向があり、しかも正中神経・尺骨神経知覚伝導速度は正常域にあり、正中神経知覚遠位潜時のみが特異的に延長していた。すなわち、正中神経知覚遠位潜時の延長は、 β_2 -ミクログロブリンが末梢神経に直接影響をおよぼしたのではなく、手根管の解剖学的特性が少なからず関係しているものと考えている。下条ら³⁾は、アミロイド蛋白である β_2 -ミクログロブリンがコラーゲン線維にきわめて強い親和性をもつことを述べているが、われわれは β_2 -ミクログロブリンが屈筋腱群、横手根靭帯、掌側手根靭帯などに沈着し、直接あるいは間接的に正中神経に影響をおよぼしているのではないかと考えている。

β_2 -ミクログロブリンは正常の場合、腎の尿細管細胞で分解されるため、腎不全患者では腎機能の低下にしたがって血中レベルが上昇することとなる。それが体内に蓄積してコラーゲン線維への強い親和性と手根管の構造上の特性とが相成って手根管症候群を引き起こすと推察される (Fig. 2)。

また、腎不全患者における手根管症候群を除く末梢神経障害は、 β_2 -ミクログロブリンとの関連性は少なくともあまりないと考えられ、その出現頻度は低い。

一方、循環状態をみると、大多数の例で指尖部皮膚温の低下ならびに血流の低下がみられ、難透析性の中分子物質および β_2 -ミクログロブリンなど低分子物質が直接末梢血管に対して何らかの影響をおよぼしていく

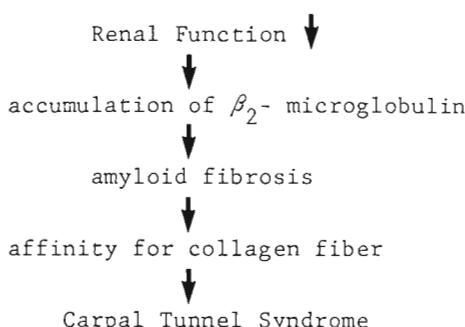


Fig. 2 Occurrence mechanism of carpal tunnel syndrome in patients on intermittent haemodialysis

ると考えられる。実際、循環障害の存在する部位にはほとんど自覚的、他覚的に知覚障害が認められた。しかし、前述したように血中 β_2 -ミクログロブリン濃度およびシャント側と循環障害との間に相関関係が認められなかつたので、循環動態の低下が末梢神経障害に対する作用は修飾的なものであり、決定的ではないと思われる。

ま と め

血液透析患者 32 名 64 手に対し、血中 β_2 -ミクログロブリン濃度測定、正中・尺骨神経知覚遠位潜時および伝導速度測定、手指の循環状態を調べ、以下の結論を得た。

- 透析歴が長くなるにしたがって、血中 β_2 -ミクログロブリン濃度も増加する傾向を示した。
- 正中神経の知覚遠位潜時の延長が大多数 (87.5%) の例でみられた。
- 手指の循環障害と血中 β_2 -ミクログロブリン濃度およびシャント側との間に相関はなかつた。
- 血中 β_2 -ミクログロブリン濃度測定により、ある程度の末梢神経障害、とくに手根管症候群の発生を予知し得ると考えられた。

文 献

- 金 衡仁 他： β_2 -マイクログロブリン (β_2 -m, BMG)，日本臨床 (秋季臨時増刊号)，43：112-115, 1985.
- 中野了一 他：長期透析例における関節症－アミロイド関節症を中心にして一，第4回腎と骨代謝研究会記録：171-178, 1986.
- 下条文武 他：長期血液透析に伴う amyloidosis と骨・関節症－amyloid 線維蛋白の生化学的分析ならびに免疫組織学的分析－第4回腎と骨代謝研究会記録：161-169, 1986.
- Warren, D. J., et al.: Carpal tunnel syndrome in patients on intermittent haemodialysis. Postgrad. Med. J., 51: 450-452, 1975.

質 問 東芝中央病院 中川 稔史
 β_2 -ミクログロブリン値の高低によって伝導速度の差がみられたでしょうか。

回 答 佐賀医科大学整形外科 浅見 昭彦
透析歴が長くなると血中 β_2 -ミクログロブリン値は上昇する傾向はあったが、遠位潜時との相関はなかつた。

質問

症状がまだ出でていないのにそれが役に立つか？。

回答 佐賀医科大学整形外科 浅見 昭彦

将来充分 CTS の発生が予測されるので、あらかじめ患者に注意をうながせ、早期に治療を開始できると考える。

質問

Subclinical というのは、症状がまだ出でていないものと定義されているがどう考えるか？。

回答 佐賀医科大学整形外科 浅見 昭彦

われわれも症状の出でないものと考えている。

手根管症候群の電気生理学的診断

名古屋市立大学医学部整形外科学教室

万歳 登茂子・藤吉文規
野尻 肇・松井宣夫

Electrophysiological Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome

Tomoko Manzai, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya City University Medical School

Eighty-eight hands of 70 patients were diagnosed as carpal tunnel syndrome by electrophysiological examination. All the values of sensory nerve conduction velocity (SCV) were slower than those of normal subjects. Twenty-five per cents of the hands revealed normal levels in sensory nerve action potential (SAP) of digit III. There were good correlation between the values of SCV and those of SAP. Twenty two per cents of the hands were within normal level in terminal latency (TL), but the compound muscle action potentials (MAP) could not be recorded at ten hands. Sixty six per cents of the hands were within normal range of MAP. So there were wide distribution in the degree of motor nerve disturbance. There were good correlation between the values of TL and those of MAP. The degree of sensory disturbance did not correspond with SCV and SAP, but the degree of motor disturbance almost corresponded with TL and MAP.

These results revealed that SCV is a good parameter in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Furthermore, the measurement of SAP offer the good information about the degree of sensory disturbance.

はじめに

手根管症候群はその典型例においては臨床所見のみで容易に診断可能であるが、非典型例や頸部脊椎症との合併例では、臨床所見のみでは診断が困難であり、確定診断に神経幹伝導速度を用いることが多い。さらに臨床所見と神経生理学的所見とが一致しない症例もしばしば経験する。そこで今回は手根管症候群の神経生理学的所見およびその臨床所見との関連を検討した。

対象および方法

1982年より1987年までに当科を受診した78例88

肢である。内訳は女性71例80肢、男性7例8肢、年令は21才から73才、平均41才である。

方法は、Buchthalら¹⁾の方法にしたがって知覚神経はリング電極を刺激電極とし、手関節部に刺入した針電極より電位を記録した。運動神経は前述の記録電極を刺激電極とし、短母指外転筋に刺入したEMG用針電極より電位を記録した。測定項目は①正中神経の知覚神経伝導速度（以下SCVと略す）、②知覚神経活動電位（以下SAP）、③運動神経伝導速度としてM波の終末潜時（以下TL）、④運動神経M波の振幅（以下MAP）の4項目とした。知覚障害は本学会の5段階評価を用い、また運動障害は短母指外転筋の筋力を用い、臨床所見とした。また知覚障害が正常あるいはS4で、かつ

Key words: carpal tunnel syndrome, sensory nerve conduction velocity, sensory nerve action potential, clinical findings

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

短母指外転筋の筋力が5である症例を非典型例とした。なお非典型例は18肢であった。

結 果

手指より手関節部までのSCVは第1指、第3指とともに、全例正常³⁾より遅延していた(Fig. 1)。非典型例は典型例よりも正常に近いところに分布したが、一部の症例は典型例と同様な値を示した。SAPは第1指では25%、第3指では30%の症例が正常範囲内であった(Fig. 2)。これは神經障害がdemyelinationのみと考えられたが、正常範囲に含まれる典型例もあった。また、SCVとSAPとの間には、 $r=0.7908$, $P<0.01$ と高い相関が認められた(Fig. 3)。

TLは22%が正常範囲内であった。また非典型例のTLは全例が6 ms以下であった。MAPは66%が正常範囲内であった。非典型例は1例を除きすべて正常範囲内にあり、典型例との間に有意差を認めた(Fig. 4)。従来報告されているように、運動神経の障害の程度は知覚神経の障害の程度より軽い傾向が認められた。しかしM波の導出不能例が10例(11%)あり、運動神経の障害の程度は大きい傾向が認められた。TLとMAPとの間にも $r=-0.7465$ で、 $p<0.01$ と有意の負の相関が認められた。またSCVとTLとの間にも $r=-0.5339$, $p<0.01$ で相関が認められた。しかしSCVが30 m/s以下ではTL値の遅延が著しい、あるいはM波の導出不能例が認められた。

知覚障害の程度とSCV、SAPを見てみると臨床所見で同じ程度の知覚障害を示しても、SCV、SAPには大きな差が認められ、知覚障害の臨床所見とSCV、SAPとは必ずしも一致しなかった(Fig. 5)。なお同程度のSCV、SAPを示す症例の中で発症から検査までの期間、年令、原因、職業などと、知覚障害の程度との関連も検討したが、その相関は見いだせなかった。

短母指外転筋の筋力と、TL、MAPとの関係を見てみると、筋力が低下するにつれTLの遅延・MAPの低下が認められ、知覚障害に比べ臨床所見と電気生理学的所見とが一致する傾向にあった(Fig. 6)。しかし、筋力が4であってもM波導出不能例なども見られたが、これは短母指外転筋の筋力測定には、toric motionが入りやすいこと、またMAPは筋肉を介しての記録のため精密さにやや欠けることも一因と考えられた。

考 察

手根管症候群における電気生理学的検査は軽症例・

非典型例の診断には、現在ではルーチンの検査法となつた。また障害の部位や程度を客観的、定量的に表わすことができるためこれを臨床所見とできるだけ一致させることができれば、治療法の選択、治療効果の

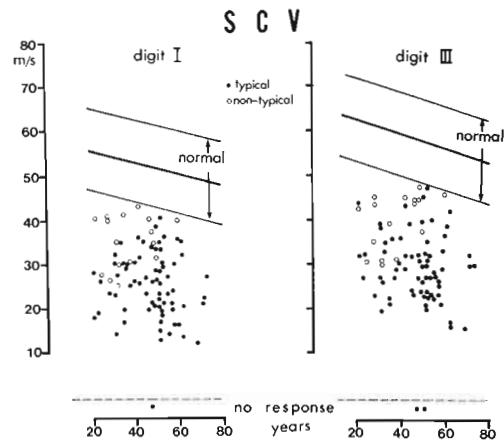


Fig. 1 Distribution of sensory conduction velocity
left: from digit I to wrist
right: from digit III to wrist

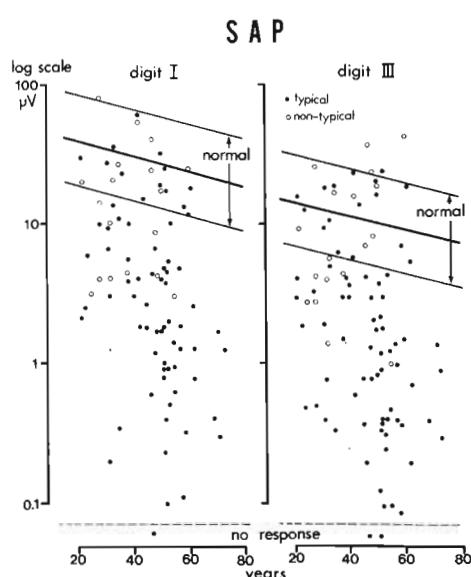


Fig. 2 Distribution of sensory nerve action potential
left: from digit I to wrist
right: from digit III to wrist

判定などが容易になると考えられる。そして近年、神経生理学的見地から知覚検査法が考えられるようになり、Dellon ら²⁾は moving 2PD などによる quickly-adapting receptor system の機能評価をすすめており、また徳橋ら⁴⁾は、Biothesiometer や Semmes-Weinstein aestesiometer の測定値と神経障害度がほぼ相関したと述べている。

今後は電気生理学的所見と一致するような臨床所見の検査法を検討する必要があると思われる。

ま と め

①手根管症候群の障害程度を把握するには SAP も有用である。

②運動神経は知覚神経に比べ、障害の程度は軽かつたが、程度の差は大きかった。

③伝導速度と活動電位との間には、知覚神経・運動神経ともに高い相関が認められた。

④運動障害の程度と、TL・MAP はほぼ一致するが、知覚障害の程度と、SCV, SAP では、必ずしも一致し

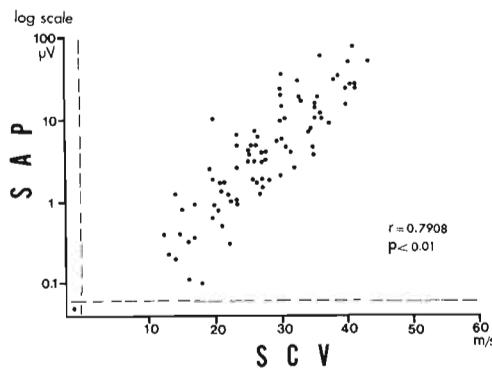


Fig. 3 Relationship between sensory nerve conduction velocity and sensory nerve action potential

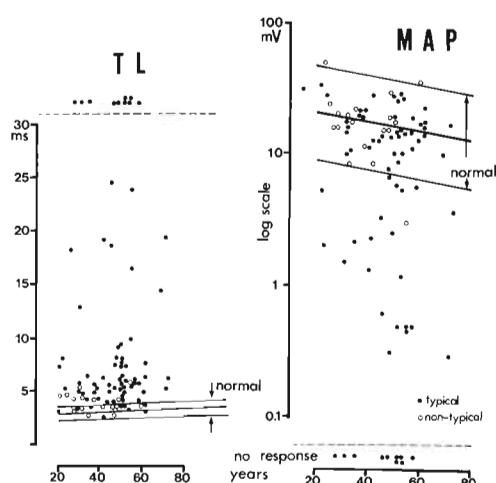


Fig. 4 Distribution of motor nerve conduction velocity

left: terminal latency from wrist to M. abductor pollicis brevis

right: amplitude of muscle action potential in M. abductor pollicis brevis

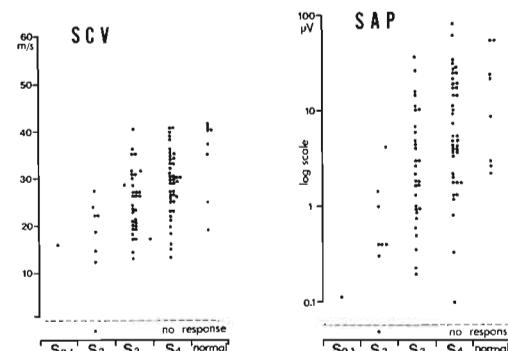


Fig. 5 Relationship between sensory disturbance and sensory nerve conduction velocity and sensory nerve action potential

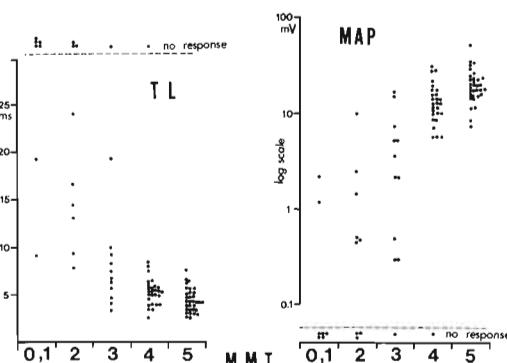


Fig. 6 Relationship between M.M.T. in M. abductor pollicis brevis and terminal latency and amplitude of muscle action potential

なかつた。

文 献

- 1) Buchthal, F., et al.: Electrophysiological findings in entrapment of the median nerve at wrist and elbow. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.*, 37: 340-360, 1974.
 - 2) Dellon, A. L.: The moving two-point discrimination test; —Clinical evaluation of the quickly-adapting fiber/receptor system—, *J. Hand Surg.*, 3: 474-481, 1978.
 - 3) Rosenfalck, P., et al.: Electromyography sensory and motor conduction, Findings in normal subjects. *The laboratory of Clinical Neurophysiology*, Ringshospitalet, Copenhagen, 1975.
 - 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, *日手誌*, 4: 124-128, 1987.
-

手根管症候群における神経病変の局在診断

東北大医学部整形外科学教室

飯田 剛・桜井 実
宮坂 芳典・鶴田 俊一

Nerve Conduction Study for Localized Nerve Lesion in Carpal Tunnel Syndrome

Takeshi Handa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University School of Medicine

Twenty-five patients suffering from carpal tunnel syndrome and sixteen normal subjects were examined by means of nerve conduction study. The compound muscle action potentials (CMAPs) and sensory nerve action potentials (SNAPs) were recorded by so-called the "incing technique", changing the points of stimulation on the nerve. The CMAPs and SNAPs were then analyzed with respect to conduction time, amplitude, duration and the extent of dispersion. In most patients of carpal tunnel syndrome, the dominant conduction delay in SNAPs was localized at distal level to the distal wrist crease. As for SNAPs, the "incing technique" was founded to be of great value in diagnosis of the precise localization of affection to the nerve. On the other hand, in CMAPs, dominant slowing was observed at distal level to the distal wrist crease even in normal subjects. Therefore the CMAPs analysis by so-called the "incing technique" may be misleading and have little diagnostic value in carpal tunnel syndrome.

はじめに

第 30 回本学会において、肘部尺骨神経障害に対して incing 法⁶⁾を行った誘発筋電図 M 波の波形分析から、肘部の長さ 1~4 cm の区間に神経の興奮伝導を障害する病変があることを報告した^{3,4,5,7,8,9)}。この結果をふまえ、手根管症候群 (carpal tunnel syndrome, 以下 CTS と略す) に対して incing 法を行い複合筋活動電位 (CMAP), 知覚神経活動電位 (SNAP) を導出して神経病変の局在部位診断を試みた。

対象および方法

CTS 25 例 28 神経で男性 3 例、女性 22 例、21 才~76 才、平均年令 42 才である。また神経症状を示さない健常者 16 例 23 神経、男性 14 例、女性 2 例、23 才~70 才、

平均年令 40 才をコントロールとした。これらの症例に対して、経皮的に手関節部の正中神経上に多数の刺激点をとり、誘発された CMAP, SNAP を Nicolet Viking, Medelec MS-6 筋電計で記録した。すなわち、掌側手関節皮膚線 (distal wrist crease) レベルを基準点 0 とし近位方向に +1+2+3…、遠位方向に -1-2-3…と 1 cm 間隔に刺激点を定めた。CMAP は短母指外転筋から表面電極にて導出し、SNAP は示指または中指からリング電極にて導出し(逆行性刺激)、伝導時間、振幅、持続時間、dispersion 現象の観点より分析を行った。伝導時間は CMAP では onset latency (立ち上がり時間) 値間の時間、SNAP では negative peak 値間の時間とした。振幅は CMAP では negative peak amplitude、SNAP では peak-to-peak amplitude とした。持続時間は CMAP では onset から最終的に

Key words : incing technique, nerve conduction test, carpal tunnel syndrome

Address for reprints : Takeshi Handa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University School of Medicine, 1-1 Seiryo-machi, Sendai 980, Japan.

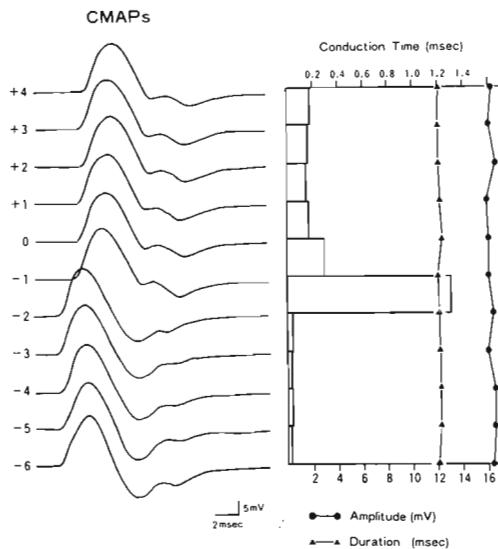


Fig. 1 Normal Case No. 1. Location of conduction delay in CMAPs is between $-2 \sim -1$.

base line(基線)に戻るまでの時間、SNAP では onset から positive peak までの時間とした。dispersion 現象は CMAP, SNAP において波形が乱れたり、多相化するものと定義した。したがって SNAP で健常者群に見られる physiological dispersion とは異なるものである。

結 果

I. はじめに健常者における CMAP について述べる。

1) 健常者例 1：23 才、男性。CMAP では区間 $(-2 \sim -1)$ で 1.35 msec と伝導時間の遅延が見られた。その区間より遠位では 1 cm 毎の区間の伝導時間が 0 に近くなる現象が見られた。振幅および持続時間は刺激点の位置にかかわらず変化は少なかった (Fig. 1)。

2) 健常者 16 例 23 神経では、ほぼ全例で CMAP は区間 $(-2 \sim -1)$ 、区間 $(-3 \sim -2)$ 、区間 $(-4 \sim -3)$ のいずれかの区間で伝導時間の遅延が見られ、その区間より遠位では 1 cm 毎の区間の伝導時間が 0 に近くなる現象が見られた。

II. 次に健常者における SNAP について述べる。

1) 健常者例 2：36 才、男性。SNAP では 1 cm 每の区間の伝導時間はほぼ一定であった。振幅は刺激点が遠位から近位になるにしたがって減少していた。持

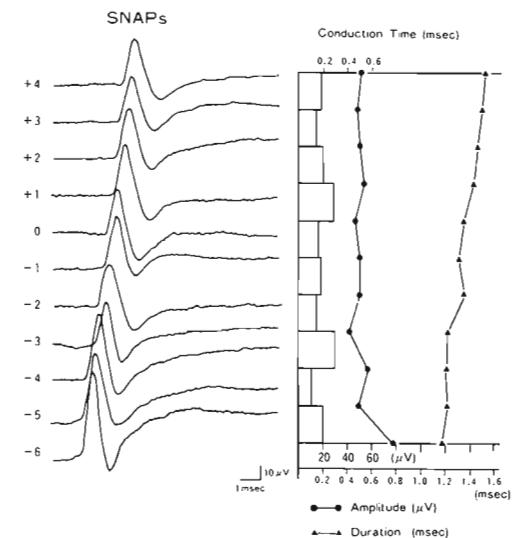


Fig. 2 Normal Case No. 2. Conduction time in SNAPs is almost equal.

続時間は刺激点が遠位から近位になるにしたがって増加していた (Fig. 2)。

2) 健常者群 SNAP では各健常者における 1 cm 每の区間の伝導時間の平均は 0.15~0.22 msec の範囲にあり、一方標準偏差は最大でも 0.11 msec でありほぼ一定範囲にあった (Fig. 3-A)。また同一区間 1 cm 每の伝導時間は区間 $(-6 \sim -5)$ が 0.20 ± 0.07 msec (平均土標準偏差)、区間 $(-5 \sim -4)$ が 0.20 ± 0.08 msec、区間 $(-4 \sim -3)$ が 0.19 ± 0.08 msec、区間 $(-3 \sim -2)$ が 0.17 ± 0.08 msec、区間 $(-2 \sim -1)$ が 0.17 ± 0.08 msec、区間 $(-1 \sim 0)$ が 0.19 ± 0.07 msec、区間 $(0 \sim +1)$ が 0.19 ± 0.07 msec、区間 $(+1 \sim +2)$ が 0.17 ± 0.08 msec、区間 $(+2 \sim +3)$ が 0.17 ± 0.08 msec、区間 $(+3 \sim +4)$ が 0.17 ± 0.07 msec であり、全区間が 0.18 ± 0.08 msec とほぼ均一に伝導されることが確認された (Fig. 3-B)。

3) 健常者群 SNAP では各健常者における振幅の平均および標準偏差は $19 \sim 104 \mu\text{V}$ および $2.7 \sim 15 \mu\text{V}$ であった。平均は各健常者間でばらつきが大きく、また各健常者では変動係数 (標準偏差/平均 $\times 100\%$) 11~34% と刺激点間のばらつきが大きかった。各健常者では振幅は刺激点が遠位から近位になるにしたがって減少する傾向が見られた (Fig. 4-A)。また同一刺激点での SNAP の振幅は点 (-6) が $55 \pm 14 \mu\text{V}$ (平均土標準偏差)、点 (-5) が $59 \pm 24 \mu\text{V}$ 、点 (-4) が $55 \pm$

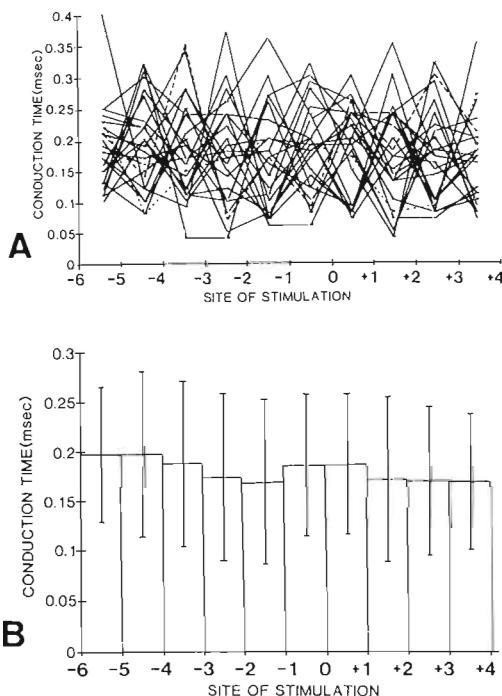


Fig. 3 Conduction time in SNAPs in twenty-three normal nerves. Conduction time is almost equal.

24 μ V, 点(-3)が $55\pm24\mu$ V, 点(-2)が $51\pm21\mu$ V, 点(-1)が $54\pm22\mu$ V, 点(0)が $46\pm18\mu$ V, 点(+1)が $44\pm19\mu$ V, 点(+2)が $42\pm17\mu$ V, 点(+3)が $42\pm16\mu$ V, 点(+4)が $42\pm17\mu$ Vと刺激点が遠位から近位になるにしたがって振幅は減少する傾向が見られた (Fig. 4-B).

4) 健常者群SNAPでは各健常者における持続時間の平均および標準偏差は $0.91\sim1.6$ msec および $0.017\sim0.28$ msec であった。平均は振幅に比較して各健常者間のばらつきは小さく、また各健常者では変動係数 $2\sim14\%$ と振幅に比較して刺激点間のばらつきが小さかった。各健常者では持続時間は刺激点が遠位から近位になるにしたがって増加する傾向が見られた (Fig. 5-A)。また同一刺激点での持続時間は、点(-6)が 1.0 ± 0.18 msec (平均士標準偏差), 点(-5)が 1.1 ± 0.19 msec, 点(-4)が 1.1 ± 0.21 msec, 点(-3)が 1.1 ± 0.21 msec, 点(-2)が 1.2 ± 0.22 msec, 点(-1)が 1.2 ± 0.21 msec, 点(0)が 1.2 ± 0.22 msec, 点(+1)が 1.2 ± 0.21 msec, 点(+2)が 1.2 ± 0.22

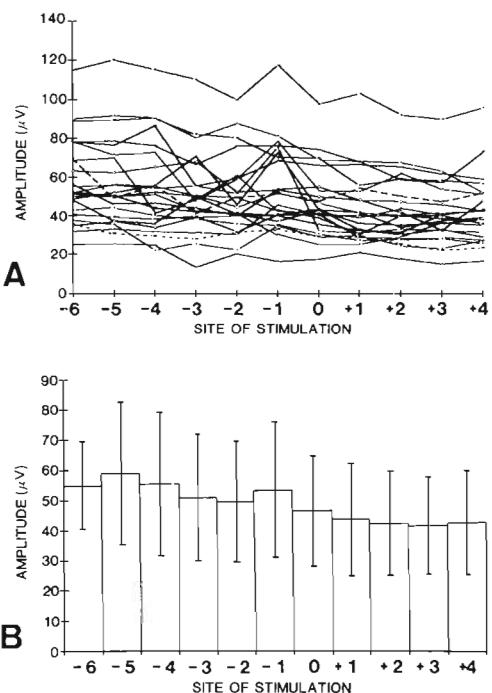


Fig. 4 Amplitude in SNAPs in twenty-three normal nerves. Amplitude decreases from distal site to proximal site.

msec, 点(+3)が 1.3 ± 0.22 msec, 点(+4)が 1.3 ± 0.23 msecと刺激点が遠位から近位になるにしたがつて持続時間は増加する傾向が見られた (Fig. 5-B).

III. CTS の代表的な 2 例の提示.

1) 症例 1 : 31 才, 女性. SNAP では区間(-3~-2)で 1.36 msec と伝導時間の遅延が見られた。振幅は区間(-4~-3)を境として変化が見られた。持続時間は刺激点が遠位から近位になるにしたがって増加していたが区間(-3~-2)でとくに変化していた (Fig. 6).

2) 症例 2 : 57 才, 女性. SNAP では区間(-3~-2)で 1.62 msec と伝導時間の遅延が見られた。振幅は区間(-4~-3)を境として変化が見られた。持続時間は SNAP の onset および positive peak が不明で計測できなかった (Fig. 7).

IV. 次にCTS 25 例 28 神経について述べる.

1) CTS SNAP は 1 cm 每の区間の伝導時間が 0.5 msec 以上の遅延を異常と見做した。伝導時間の遅延を示したのは 28 神経中 20 神経であり, 区間[-

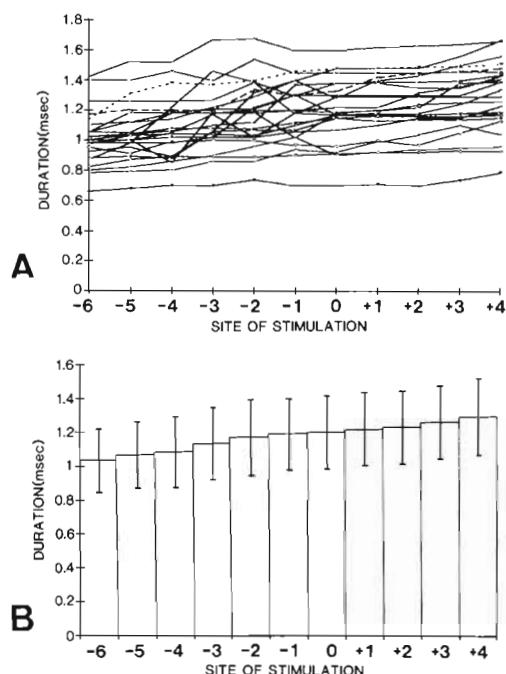


Fig. 5 Duration in SNAPs in twenty-three normal nerves. Duration increases from distal site to proximal site.

3～-2] が 10 神経、区間 [-2～-1] が 2 神経、区間 [-4～-3] が 2 神経、区間 [-1～0] が 2 神経、区間 [-3～-1] が 2 神経、その他の区間が 2 神経であった。残り 8 神経は臨床的に進行した症例であり十分な大きさの SNAP が得られなかった症例であった (Fig. 8)。

考 察

健常者群 SNAP の 1 cm 毎の伝導時間が一定であるのに対し、健常者群 CMAP のそれは大きく異なるパターンを示した。つまり健常者群 CMAP の 1 cm 每の伝導時間は区間 [-2～-1]、区間 [-3～-2]、区間 [-4～-3] のいずれかの区間で伝導時間の遅延が見られ、その区間より遠位では 1 cm 每の区間の伝導時間が 0 に近くなる現象が見られた。この現象は impulse の伝導が不均一に起きるためではなく正中神経の motor nerve の走行上の問題のためと解釈した。すなわち sensory nerve が手関節～手掌～指とほぼ直線的走行をとるのに対して motor nerve の走行は variation はあるものの横手根靭帯レベル以下で sen-

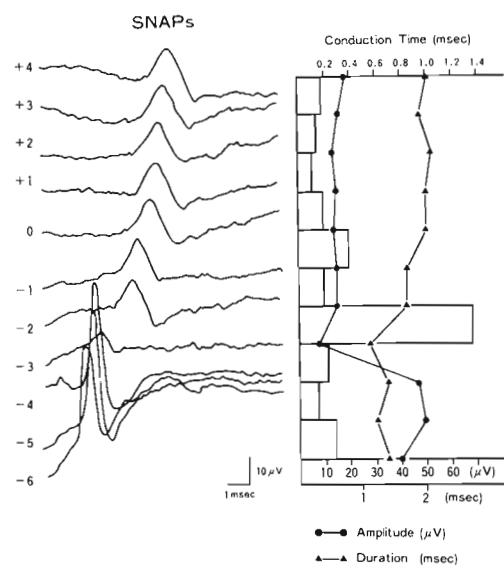


Fig. 6 CTS Case No. 1. Location of conduction delay in SNAPs is between (-3～-2), where duration abruptly changed. Amplitude abruptly changed between (-4～-3).

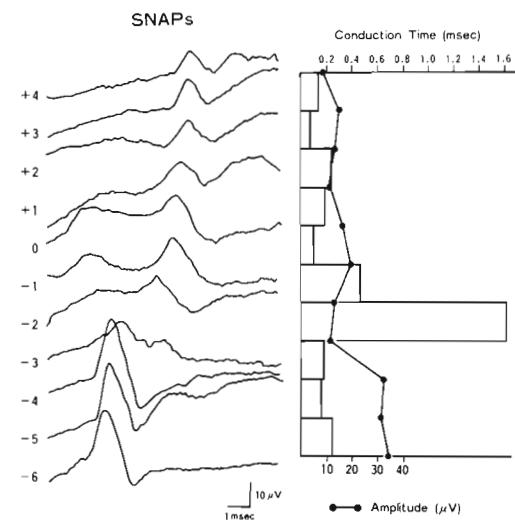


Fig. 7 CTS Case No. 2. Location of conduction delay in SNAPs is between (-3～-2). Amplitude abruptly changed between (-4～-3).

sory nerve とわかれ桡側に彎曲する走行をとる。そのため横手根靭帯レベルより遠位では motor nerve は

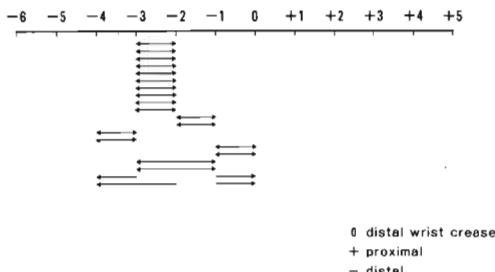


Fig. 8 Location where conduction time most delayed.

刺激されず手内在筋が直接刺激され誘発反応が観察されると考えられる。また Fig. 1 で刺激点が +4 から +1 までの誘発波形と刺激点が -2 から -6 までの誘発波形が異なっていることは二群の波形の起源が異なっていることを示唆するものである。したがって CMAP の伝導時間の遅延による CTS の局在部位診断は問題があると考えられる。

健常者群 SNAP では 1 cm 毎の区間の伝導時間は全区間が 0.18 ± 0.08 msec (平均土標準偏差) でありほぼ一定範囲にあり諸家の報告と一致した^{1,2,6)}。1 cm 每の区間の伝導時間が 0.5 msec 以上を遅延と見做すわれわれの診断基準は false positive 例を減らすためのきびしいものであり false negative 例をより少くするために 0.5 msec より小さい値に設定すれば良いと考えられた。また健常者群 SNAP の振幅は刺激点が遠位から近位になるにしたがって減少する傾向が見られ、一方持続時間は遠位から近位になるにしたがって増加する傾向が見られたが、これは Kimura⁶⁾ によって指摘されている physiological dispersion に相当するものと考えられた。CTS SNAP では 1 cm 毎の区間の伝導時間の遅延は区間 [-3~-2] に多く見られたが、この部位は横手根靭帯の遠位の部位に相当すると推察された。またこの現象は手術時展開した正中神経の絞扼部分が同部位に見られるという所見と対応するものと考えられた。

結 語

手根管症候群 25 例 28 神経、健常者群 16 例 23 神経に対して inching 法により複合筋活動電位、知覚神経活動電位を導出し波形分析を行った。手根管症候群初期病変例に対する展在診断は知覚神経に対する inching 法で可能であるが、運動神経では誤った解釈を導く可能性がある。

文 献

- Brown, W. F., et al.: The location of conduction abnormalities in human entrapment neuropathies. Can. Neuro. Sci., 3: 111-122, 1976.
- Brown, W. F., et al.: Percutaneous localization of conduction abnormalities in human entrapment neuropathies. Can. Neuro. Sci., 11: 391-400, 1982.
- 飯田 剛 他: 神經障害部 inching 法による電気的診断。東北整災紀要, 30: 383-386, 1986.
- 飯田 剛 他: 肘部尺骨神経障害における M 波分析による神経病変の局在化診断と手術所見の対応について。日手会誌, 4: 129-133, 1987.
- 飯田 剛 他: 肘部尺骨神経障害における局在診断のための運動神経伝導試験について。臨床脳波, 29: 801-806, 1987.
- Kimura, J.: Principles and pitfalls of nerve conduction studies. Ann. Neurol., 16: 415-429, 1984.
- 宮坂芳典 他: 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.
- 宮坂芳典 他: 肘部尺骨神経麻痺の誘発筋電図学的診断について。臨床脳波 29: 177-181, 1987.
- Miyasaka, Y., et al.: Characterized Dispersive Wave-Form of Evoked Compound Muscle Action Potential in the Localized Ulnar Nerve Neuropathy. Tohoku J. exp. Med., 151: 41-49, 1987.

質 問 東京大学整形外科 長野 昭
区間伝速が遅延している部位は手術所見と一致していたか。

回 答 東北大学整形外科 飯田 剛
今回報告した手根管症候群すべてに手術したわけではないが、手術している症例では、伝導時間の遅延の区間と神経の狭小化の部位が一致する例も見られた。

質 問 東芝中央病院 中川 稔史
インチングの刺激を遠位方向にすすめていくと、APB のみでない、筋の活動電位がのってしまい、波形の変化がみられてしまい、TL を計測しえないので、先生の御経験ではいかがでしょうか。

もし、Intrinsic が重なっているとしたら M 波の latency を用いたインチングは意味がないのではないかのでしょうか。

回 答 東北大学整形外科 飯田 剛
CMAP では健常者例においても distal wrist crease の遠位に見かけ上の伝導時間の遅延が見られ

るので、CMAPによる病変局在部位診断は問題がある。SNAPでは伝導時間がほぼ一定範囲にあるので伝導時間の遅延などを指標として病変局在部位診断が可能と思われる。

質問 虎の門病院 立花新太郎

① 術中に NCV を測定して、障害部位を確認した症例はあるか、障害部位の同定という目的ならば経皮的に行うよりも直接的だと思いますが。

② この方法により術前に病態の違いを把握できるか、例えば、術前にガングリオンの存在などを予測できるか。

回答 東北大学整形外科 飯田 剛

① 術中検査を施行した例はありますが、術前本検査と施行することにより術前に病変部位が同定できる

例が多く見られました。

② 今回報告した手根管症候群では、すべて特発性であり、ganglion などによるものはなかった。前回報告した肘部尺骨神経障害では、ganglion, foreign body 周囲の granulation によるものでは術前病変部位が予測できた。

質問 日本大学整形外科 佐藤 勤也
incing 法は、日常検査でルーチンに必要でしょうか。

回答 東北大学整形外科 飯田 剛

必ずしもルーチンに必要ではないが、incing 法にて病変部位を予測することにより適確な手術が可能と思われる。

手根管症候群の手術的治療について —手掌部のみの皮切による—

兵庫医科大学整形外科教室

山下仁司・田中寿一
中野利彦・根来秀明
中野謙吾

A Clinical Study of Surgical Treatment for Carpal Tunnel Syndrome

Hitoshi Yamashita, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

Assessment of short-term results of surgery on the palm alone by skin incision in 49 hands of 39 patients with carpal tunnel syndrome.

The subjects were 3 male patients (4 hands) and 36 female patients (45 hands) with a mean age of 50.9 years; there were 21 cases of the right hand, 8 cases of the left hand and 10 cases of both hands. The duration between the onset of illness and surgical intervention was an average of 16.4 months, and the follow-up period an average of 9.5 months.

Surgery was indicated for the cases of muscular atrophy, terminal latency of 5 msec or above or marked reduction of S.C.V.

The surgical mode involved separation of the transverse carpal ligament to the ulnar side by skin incision on the palm alone which did not go over the palmar wrist crease.

In these cases, assessment was made of Tinel's-like sign, Phalen sign, sensory disturbance and muscular atrophy findings as well as electromyograms and nerve conduction velocity.

Depression on the median nerve occurred primarily in the anatomical thickest region 1/3 distal of the transverse carpal ligament, and this region was thought to be an entrapment point.

Based on these results, even the present skin incision was sufficient to remove pressure and of low risk for complications in terms of subjective/objective findings and electrophysiological examination.

はじめに

手根管症候群は、entrapment neuropathy の一つとして比較的よくみられる疾患であり、手術を行う機会も多い。

手根管は、手根骨と横手根靭帯に囲まれており、横手根靭帯の近位には掌側手根靭帯が存在する (Fig.

1). 手術の際に正中神経の圧迫は、とくに横手根靭帯

の遠位 1/3 の部位に見られることがほとんどであり、横手根靭帯の切離には、遠位掌側手首皮線を越えない手掌部のみの皮切にて充分であると考えている。今回この皮切にて手術を施行した 39 例 49 手について検討を加えた。

症例の内訳

年令は 29 才から 72 才までの平均 50.9 才で、男 3 例

Key words: carpal tunnel syndrome, operative treatment, skin incision, transverse carpal ligament

Address for reprints: Hitoshi Yamashita, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine, 1-1, Mukogawa-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo, Japan.

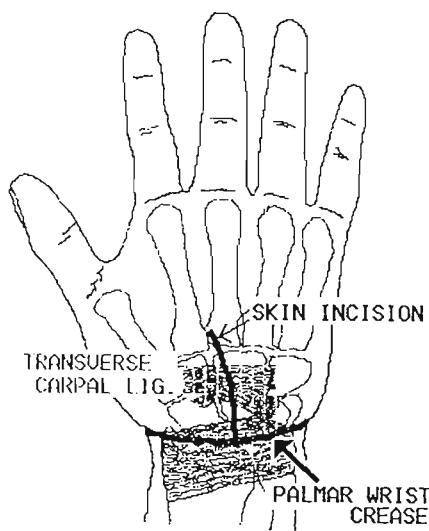


Fig. 1 Skin incision.

(4手) 女36例(45手)と女性に圧倒的に多かった。左右別では右21例左8例両側10例と、両側例は比較的少ない。発症から手術までの期間は、1ヵ月から3年8ヵ月平均16.4ヵ月であり、このうち半数は5ヵ月以内に受診している。手術から調査時までの期間は、平均9.5ヵ月であった。

原因は、透析中の4例6手、Colles'骨折後および圧挫創後の2例2手があり、これ以外の33例41手はすべて特発性と考えられた。

手術適応は、自覚症状以外に筋萎縮のあるもの、それ以外では電気生理学的検査において terminal latency 5 msec 以上のもの、またはSCVの明らかな低下の認められるものとした。

手術方法

手術は、伝達麻酔または局所麻酔下に空気止血帯を用いた上で、Fig. 1 のごとく遠位掌側手首皮線を越えない手掌部に軽度尺側にカーブする皮切を加える。横手根靭帯と掌側手根靭帯の境界部よりエレバトリウムを挿入の上、横手根靭帯となるべく尺側にて完全に遠位端まで切離する。横手根靭帯の再建は行わず、皮膚のみ縫合する。原則として、母指対立再建は同時には行わない。

結果

以上の症例について、他覚的所見としての(1)

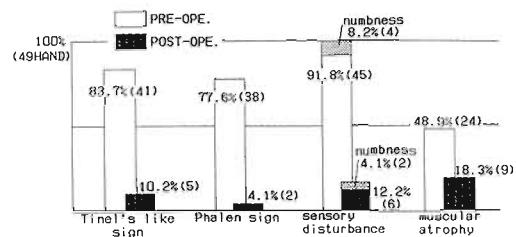


Fig. 2 Results of physical findings.

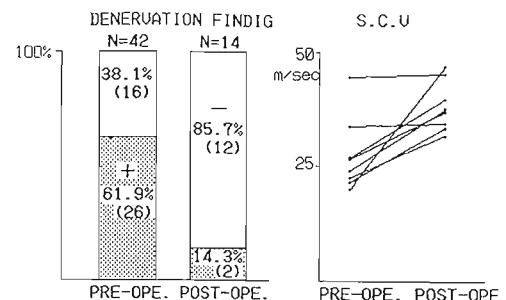


Fig. 3 Results of E.M.G. findings.

Tinel's様 sign、(2) phalen徵候、(3) light touchによる知覚障害、(4) 自覚的しびれ感、(5) 筋萎縮所見、および電気生理的検査としての(6)母指球筋における筋電図所見、(7) M.C.V.のterminal latency、(8) 知覚神経伝導速度を術前術後に調査した。他覚的所見では術前にTinel's様 signが83.7%に、phalen徵候が77.6%に、light touchによる知覚障害が91.8%に認められた。掌側の自覚的しびれ感は、ほぼ全例に認め、主訴としてはこれが一番多かった。筋萎縮所見は48.9%と比較的高率に認められたが、これを主訴とする例は少なかった。これらの所見は、術後はそれぞれ10.2%、44.1%、12.2%、18.3%と改善している(Fig. 2)。とくに自覚的しびれ感は術後早期より消失し、発症からの期間が短いほどその傾向が強かった。

母指球筋における筋電図所見においても、術前61.9%に認めたDenervation所見が、術後は14.3%に認められるのみであった。M.C.V.のterminal latencyや知覚神経伝導速度においても、検査を施行した全例に改善傾向を認めた(Fig. 3)。

考察

われわれの症例の特徴としては、平均年令が、50.9

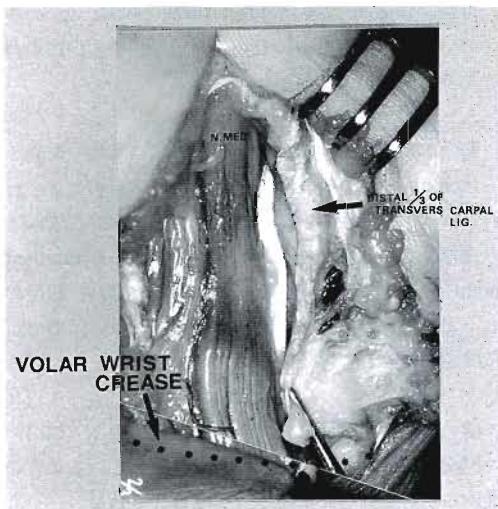


Fig. 4 Case.

才と、保存治療群も含めた諸家の報告と比較して高い¹⁾²⁾。これは妊娠・出産を契機として発症する症例が手術治療群の中に1例も含まれていないためと考えている。また、両側例が39例中10例と比較的少ないので特徴であった。

術中、正中神経の圧迫は、原因のいかんによらず横手根靭帯の遠位1/3にみられ、この部位が entrapment point になっていると考えられた³⁾。Fig. 4 は、前腕掌側の皮下腫瘍を同時に検索するため、皮切を前腕部まで延長した症例である。正中神経の圧迫部は、このように横手根靭帯遠位1/3の部位を中心としてみられ、切離のためには手掌部のみの皮切で充分であることがわかる。

そこで、解剖実習様死体標本を用いて横手根靭帯の厚さについても検討した。横手根靭帯は断面でみると紡錘状で、遠位1/3の部位で最も厚くなっている。解剖標本43手の横手根靭帯の厚さをノギスにて計測すると、Fig. 5のごとく近位より、平均0.94, 1.54, 2.25, 1.15 mm であり、遠位1/3が最も厚い。この解剖学的所見と術中所見より、われわれはさまざまな原因によって上昇した手根管内圧が、この部位で正中神経への entrapment point となり症状を引き起すのではないかと考えている。

術後は、自覚症状も他覚所見上も充分な回復を示し、前腕部に特別な所見のある症例以外は、手掌部のみの皮切でも充分除圧できると考えている。

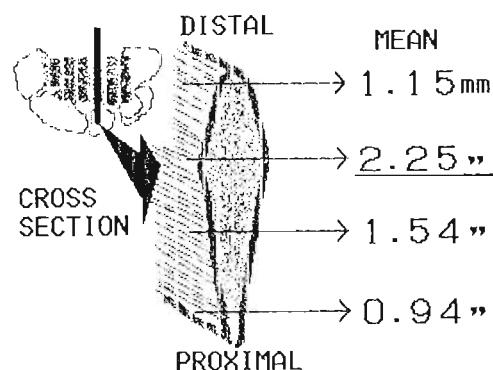


Fig. 5 Thickness of transverse carpal ligament.

最後にこの皮切の長所としては、palmar branch の損傷の危険が少ないと、瘢痕障害が少ないとなどがあげられる。われわれの手術症例では、palmar branch の損傷は1例もなく、ADL 上支障をきたすような瘢痕障害を訴えた者もいなかった。短所としては、術野が少し狭いために慣れを要することがあげられるが、横手根靭帯の切離には充分であると考えている。

ま　と　め

- 1) 手掌部のみの皮切にて手術をした39例49手について検討を加えた。
- 2) 正中神経の圧迫は、横手根靭帯遠位1/3の解剖学的に最も厚い部分を中心として起り、この部位が entrapment point と考えられる。
- 3) この皮切でも除圧は充分であり、合併症の risk も少ない。

文　献

- 1) 杉岡 宏 他：手根管症候群の治療方法と予後、災害医学, XX, 5: 425-436, 1977.
- 2) 鳥居孝昭 他：手根管症候群の臨床像、災害医学, XX, 5: 417-423, 1977.
- 3) 町田正文 他：手根管症候群における電気学的局在診断法について、日手会誌, 2: 148-151, 1985.

質問 東北大学整形外科 宮坂 芳典
解剖標本の観察をなさっているが、横手根靭帯の近位端が遠位掌側皮線まで達していたものまたは越えて中枢側まで存在した例は観察されたか。

回答 兵庫医科大学整形外科 山下 仁司

Transverse carpal lig. が、volar wrist crease をこえて、proximal まである症例は、解剖標本では認めなかった。

Transverse carpal lig. と volar carpal lig. の境界部は、断面でみると肉眼的には識別は充分可能である。

質問 産業医科大学整形外科 伊地知正光
手掌だけの皮切で行うとのことですが、靭帯切離は、切るときその全長を露出して行う必要があるでしょうか。

私は、手関節部から、のぞくようにして切るので十分と思います。

回答 兵庫医科大学整形外科 田中 寿一
Thenar 枝を必ず確認するため横手根靭帯全部にわたる皮切は最小限必要と考えている。

追加 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
解剖例において、横手根靭帯の厚さを計測されているが、手根管症候群の臨床例における計測値はどうであったが御教授ねがいたい。

回答 兵庫医科大学整形外科 山下 仁司

今回、C.T.S 患者の Transverse carpal lig. の厚さについては検討していないが、現在、手術の際の厚さを検討中である。

発言 東北大学整形外科 宮坂 芳典

Inching 法による知覚神経活動電位の分析によりわれわれは手根管症候群の局在病変が遠位掌側皮膚線より遠位 2 ないし 3 cm の部位あり、主要 entrapment point であることを確認しており手術の際は、靭帯のとくに遠位部分の十分な開放を心がけている。その点で演者と同意見である。

回答 兵庫医科大学整形外科 山下 仁司

Medial nevre が proximal で分岐しているような症例に対してはとくに特別な処置はしていない。

追加 順天堂大学整形外科 山内 裕雄

「手根管は手関節部ではなく手掌内にある」と私は書いたことがあるが、主旨にすべて賛成である。ただ近位部に偽神経腫がある場合には、少し近位部に皮切をのばしている。

手根管症候群に対する鏡視下手術

北里大学医学部整形外科学教室

二見俊郎・大友正孝
若林伸之・小林明正
久保寺 大也

Operative Treatment with an Arthroscope for the Carpal Tunnel Syndrome

Toshiro Futami, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine,
Kitasato University

Author proposed an alternative operative procedure for the patients with carpal tunnel syndrome. The feature of our procedure is that the transverse carpal ligament could be released subcutaneously without a volar longitudinal major skin incision, which could be possible in conjunction with our specifically processed Teflon tube, an Acufex-made hook knife, and an arthroscope.

So far as our actual procedure, two tiny skin incisions are placed at the volar wrist and the mid-palm, where the teflon tube is put into the carpal tunnel space. From the proximal portion of the tube, the arthroscope would be introduced along the tube, and also the hook knife would be introduced from the distal portion of the tube.

So, these equipments could get together at the center of the tube in the carpal tunnel space.

With these situations, the transverse carpal ligament could be incised by hook knife under the direct monitoring with an arthroscope.

Author believes that our procedure would be really advisable from the view point of a skin incision, a short-operation time, and also an early-return to the social activities.

はじめに

関節鏡を、診断のみならず治療の手段として応用するという試みの報告は、近年よくなされるようになってきた⁵⁾。関節鏡の最も大きな利点は、小さな切開一手術侵襲が少ない—ということであり、鏡視下手術で従来の手術法による術後結果と同程度の結果が得られるとしたら、それは外科的治療の1つの有力なオプションと考えられる。

著者は、手根管症候群症例に対して、鏡視下に手根管開放術(横手根鞘帯皮下切離術)を試みているので、

その手術手技、また術後結果などについて検討を加えた。

手術手技

テフロンチューブ、関節鏡、フックナイフの3つの組合せによる。われわれが現在用いているテフロンチューブは、内径3mm、外径5mm、長さは20cm程度の円筒型のものである。テフロンという素材は適度な弾性を有する反面、適度な剛性も兼ねそなえている。この円筒型チューブの一部に1.5mm程度の幅のスリットを長軸方向にあらかじめ入れておく。即ち

Key words: carpal tunnel syndrome, arthroscopy, teflon tube.

Address for reprints: Toshiro Futami, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kitasato University, 1-15-1 Kitasato, Sagamihara, Kanagawa, Japan.

チューブの一部を開放（したがってチューブの断面はU字型になる）しておくことになる。関節鏡に関しては、ストルツ社製の3.8 mmの径を有するもの、またフックナイフは、アキフェックス社製の刃の部分が3 mmのものを用いている（Fig. 1）。

実際の手術手技については、皮切は、手関節掌側、長掌筋腱と尺側手根屈筋腱を皮下に触知しその間に1 cm程度の横切開（第1皮切）および、手掌部中央部と環指列の交叉するあたりに同様に1 cm程度の横切開（第2皮切）とする。まず第1皮切部より径3 mmの

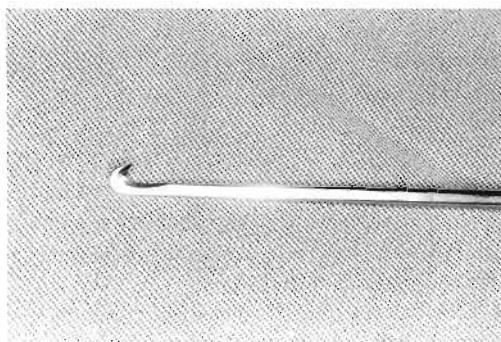


Fig. 1 Acufex-made hook knife



Fig. 2 Our spicifically processed teflon tube was already put into the carpal tunnel space and drawn out distalward.

鈍棒を手根管内をくぐらせて（この際、手関節背屈に保持する）第2皮切部へひき出す。この操作は、鈍棒によりつくられた通路をテフロンチューブが容易に通過できるようにするためである。手根管内に挿入されたチューブは、その開放部分が掌側に位置するようにしておくる（Fig. 2）。

このようにした状態で、中枢側第1皮切部を通して



Fig. 3 From the proximal portion of the tube, the Storz-made Arthroscope was put into the tunnel adjacent along the tube. From the distal portion of the tube, the Acufex-made hook knife would be also put into the tunnel. So both equipments would get together in the center of the tube.

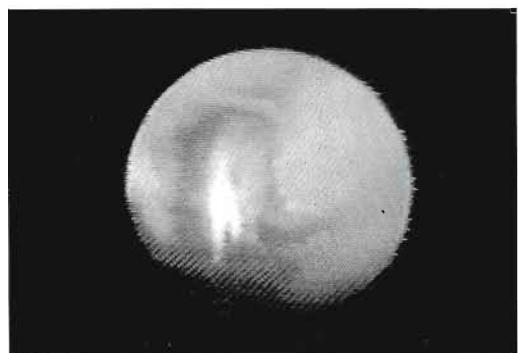


Fig. 4 Arthroscopic finding

You could see a transverse carpal ligament in the upper part, and also the tip of the hook knife in center. The hook-knife already caught the proximal portion of the ligament. By sliding the tube as a whole, the transverse carpal ligament could be incised without further division to the surrounding tissue. All of these procedures were completely monitored with a T. V.

チューブ内に前述した関節鏡を挿入する。手根管内の観察は、チューブ全体を末梢側にすべらすことにより、円筒型チューブの開放部分を通して鏡視下に可能となる。チューブ末梢端より、アキフェックス社製のフックナイフを同様にチューブ内に挿入、中枢側より挿入した関節鏡で、その先端部を鏡視下に確認する (Fig. 3)。

前述したごとく、チューブの開放部分を通して鏡視下に横手根靭帯の背側部分が確認できるわけであり、この靭帯切離に際しては、神経、腱を完全に避けていること（これは術中に手指を他動的に動かしてみると、また皮膚の上から助手が同部を軽く圧迫してみることも大事）を鏡視下に確認する必要がある。この状態でフックナイフを手指管入口部にひっかけ、関節鏡でフックナイフ先端部と横手根靭帯の両者を同時に観察しながら、テフロンチューブ全体を末梢側へ、ゆっくりすべらすようにしながら手根管開放術をおこなう (Fig. 4)。母指球への運動枝が横手根靭帯を貫通する症例もあるわけであり、靭帯切離に際しては、なるべく、その尺側よりを切開する必要がある。また横手根靭帯は幅 2 cm 程度 (Fig. 5) であるので、それ以上切離しないように、あらかじめチューブに印をつけておくことも大事である。一般的には、靭帯切離が終了すると、フックナイフの抵抗が急になくなるものである。最後に、フックナイフを除去し、鏡視下に横手根靭帯が完全に切離されていることを確認する。皮膚縫合は 1~2 針であり、術後より手指の自動運動を許可する。

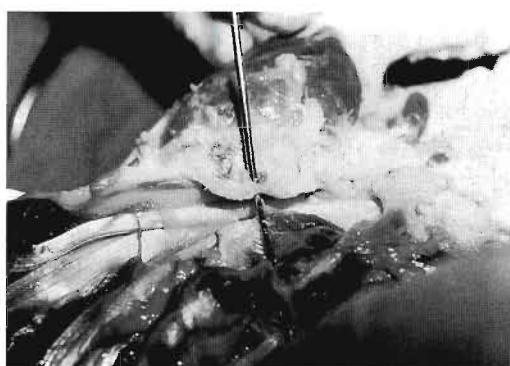


Fig. 5 Anatomical observation on the transverse carpal ligament of fresh human cadaver. It was noted that the width and length of the ligament were 1.5 mm and 20 mm respectively.

実際の手術時間は約 5 分程度である。

症 例

現在までに本術式が試みられた症例数は、20 例 25 手である。症例の内訳を Table 1 に示す。いずれの症例も臨床所見筋電図を含む電気生理学的検査結果より手根管症候群と診断されたものである。主訴は、全例正中神経支配域のしごれであり、それ以外に母指球筋群の筋力低下も訴えたものが 3 例にあった。同時に施行された手術は、弾撥指 2 例、マレット指変形 1 例（長期血液透析によるもの）、および母指対立機能再建 1 例である。また、再手術（他医で従来法による手根管開放術施行後 3 年で症状の再発をみた症例）として本法を施行したもの 1 例である。最初に本法を試みるも、鏡視下に切離が不十分と考えられ、結局従来法による手根管開放術に変更した症例が 2 例（Table 1 の症例の中には含まれていない）ある。

術 後 成 績

術後平均観察期間は平均 10 ヶ月である。主訴の消失・覚解を認めたものは 21 手 (84%) であり、それまでにいたる期間は術後平均 3 週間程度である。術後再発例は、現在のところ経験していない。また合併症として 1 例に、第 2 皮切部（手掌部）あたりの圧痛が持続している症例がある。

考 察

手根管症候群の治療は、保存的にもなされうるが¹⁾、症状の消失をみない症例に対しては手術的治療が選択される^{1,2)}。手術的治療に関しては、神経内剥離術や腱移行術を同時に施行するかという点で若干の議論はある²⁾、横手根靭帯切離という点では諸家の一致をみているところである^{1,3)}。しかるに現在の方法では、靭帯切離のためには約 6 cm 程度の手掌部での皮膚縦切

Table 1

No. of cases : 20 cases (25 hands)
male : 4 Pt., female : 16 Pt.
average-age on operation : 47.2 yrs.
1 : possible causes on developing the C. T. S.
A : long-term hemodialysis : 7 Pt. (9 hands)
B : uncertain : 13 Pt. (16 hands)
2 : chief complaint
A : numbness of fingers : 17 Pt.
B : thenar muscle weakness with numbness : 3 Pt.

開が必要となる¹⁾。このため手術創に有痛性瘢痕や、皮膚のひきつれなどを生じる可能性がある⁴⁾。この意味から、手掌部に縦切開を加えることなしに従来法による手根管開放術と同等の術後結果が得られるとしたら、それは外科的治療方法の有力なオプションの1つとなり得ると考えられる⁴⁾⁵⁾。このために、われわれは、テフロンチューブ、関節鏡、フックナイフの3つの組合せによる新術式を考案したわけである。この円筒型チューブを irrigation として、またその一部を開放することにより鏡視下に横手根靭帯が観察できるように工夫した。前述したごとくテフロンチューブは適当な弾性剛性を有しており手根管内への挿入また皮膚へのひき出し操作も容易である。当然皮膚切開線も、チューブ入口部、ひき出し部の2カ所の小さな横切開ということになる。チューブ末梢側よりフックナイフをチューブ内を通して手根管内に挿入（したがって神経腱組織を傷つけることはない）、同時にチューブ中枢側よりチューブ内を通して関節鏡を挿入し、フックナイフ先端部が横手根靭帯入口部にかかっていることを鏡視下に確認しつつチューブ全体を末梢側にすべらすようにしながら横手根靭帯が切離されてゆく状況をテレビ画像でモニターするものである。またわれわれが現在用いているフックナイフは、刃の部分が3 mm のものであり、横手根靭帯を十分に切離しうるものと考えられる (Fig. 5)。

術後成績としては前述したごとく84%の症例に主訴の寛解消失が得られており、従来法によるそれと¹⁾、ほぼ同等な結果が得られている。このことより、鏡視下の手根管皮下開放術は、主に手術侵襲の点から、手根管症候群に対する手術的療法の有力な手段の1つと考えられる。

今後の問題点としては、本法は正中神経そのものを観察しているわけではない点、またその適応症例（滑膜切除術などを必要とする症例に対しては適応がない）、の選択などがあげられよう⁴⁾。

ま　と　め

1：テフロンチューブ、フックナイフ、関節鏡の組合

せによる、鏡視下横手根靭帯皮下切離術という新しい術式を紹介した。

2：本術式は、従来法による手根管開放術に比較し、ほぼ同程度の術後成績が得られており、手術侵襲（小さな切開）、手術時間（平均5分程度）、早期社会復帰の点から推奨できる手術法の1つと考えられた。

文　　献

- 1) 二見俊郎 他：手根管症候群一手術例および非手術例の予後調査、整形外科、29：1435-1437、1988。
- 2) 二見俊郎 他：血液透析患者に発症した手根管症候群の検討、整形外科、37：1459-1462、1986。
- 3) 二見俊郎 他：手根管内圧に関する検討、整形外科、37：1945-1948、1986。
- 4) 二見俊郎 他：手根管症候群に対する関節鏡を利用した横手根靭帯皮下切離術、整形災害外科、31：537-541、1988。
- 5) 奥津一郎 他：Universal Endoscope の開発と皮下鏡視下手術の試み、日整会雑誌、61：491-498、1987。

質問 兵庫医科大学整形外科 田中 寿一
 ①3 mm幅のRodを通すときに危険はないか。
 ②直視下に神経を観察することが大切で、手術時間も変わらないと思うか。

回答 北里大学整形外科 二見 俊郎
 われわれ外科医は「より小さな切開で」という点をたえず頭の中に入れるべきです。
 手術時間は5分です。ぜひお試み下さい。

質問 九州大学整形外科 内田 芳雄
 重症の手根管症候群の場合には、神経が扁平になつて、横手根靭帯の裏にべったりとはりついていることがある。このような場合には、この方法は危険ではないか。

回答 北里大学整形外科 二見 俊郎
 鏡視下皮下切離が困難と思われる場合は、ためらわず従来法による開放術をおこないます。

内視鏡を用いた皮下横手根靭帯切離術 術前・術後の手根管内圧変化

日本赤十字社医療センター整形外科

奥津一郎・浜中一輝

東京大学医学部付属病院分院整形外科

二ノ宮節夫

東京大学医学部整形外科学教室

高取吉雄・夏山元伸

Carpal Canal Pressure Measurement Before and After Endoscopic Management of Carpal Tunnel Syndrome

Ichiro Okutsu, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Japanese Red Cross Medical Center

Carpal canal pressure was measured in 46 patients (62 hands) with carpal tunnel syndrome before and after subcutaneous transverse carpal ligament release under endoscopic vision. Carpal canal pressure was measured under local anesthesia without pneumo-tourniquet using continuous infusion technique.

Preoperative mean values were 43.0 mmHg in resting position, 206.2 mmHg in active grip, 222.4 mmHg in maximum passive wrist extension and 191.9 mmHg in maximum passive wrist flexion.

Postoperative mean values were 6.2 mmHg in resting position, 88.2 mmHg in active grip, 78.9 mmHg in maximum passive wrist extension and 106.8 mmHg in maximum passive wrist flexion (Table-I).

Postoperative values were significantly improved statistically compared to preoperative values.

This revealed that transverse carpal ligaments were completely released by endoscopic operative procedure.

はじめに

手根管症候群の発症誘因の1つとして、手根管内圧の上昇、これに伴う正中神経幹内のaxonal flowおよび血流の障害が考えられている。1959年 Tanzer¹⁴、1981年 Gelberman ら³、1983年 Werner ら¹⁵、本邦においては内藤ら⁹、二見ら²が、各種計測法²⁾⁽³⁾⁽⁹⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

を用いて手根管症候群患者の手根管内圧計測を全身麻酔下に術前に行い報告した。一方、術後の手根管内圧計測の報告は Gelberman ら³によるものがある。しかし、彼らは局所に皮膚切開を必要とする観血手術 (open surgery) により手術を行っているため、術後の計測値は皮膚切開に起因する artifact の影響もうけていると考えられる。

Key words: carpal tunnel syndrome, carpal canal pressure, endoscopic operation, subcutaneous endoscopy, Universal Subcutaneous Endoscope

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.

今回、われわれは、局所麻酔下に前腕の小切開部分より内視鏡を用いた皮下横手根靭帯切離術¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ (closed operative procedure) を行い、その術前、術後に continuous infusion technique⁸⁾¹⁵⁾ で手根管内圧を計測したので報告する。

症例および方法

1986年6月より1988年4月までの23ヵ月間に、内視鏡 (Universal Subcutaneous Endoscope)¹⁰⁾¹¹⁾ を用いて皮下横手根靭帯切離術¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ を行った手根管症候群の症例は、76症例100手である。このうち46症例62手（男性16症例22手、女性30症例40手）の患者群に対して、手根管内圧計測を行った。患者の年令は31才から78才で平均51.1才であった。疾患の内訳は、特発性20症例27手、慢性腎不全で血液透析をうけている者22症例31手、リウマチ4症例4手であった。手術は日本赤十字社医療センターにおいて局所麻酔下に空気止血帶を用いずに実施した。手根管内圧計測は、18G-Angiocath (Desert Medical INC.), transducer (Gould 製, P-50), flushing device (American Edwards Laboratories, F-100J), life scope 11 (日本光電製、最大計測値250mmHg)を用いたcontinuous infusion technique⁸⁾ で手術のための1%リドカイン10mlの局所麻酔剤注入後5~30分以内に行なった。術前、術後ともに計測に用いる18G-Angiocathは、手首皮線より3cm中枢で、かつ長掌筋腱と尺側手根屈筋腱の間の部分、すなわち内視鏡挿入部に隣接して刺入した。鏡視下に、Angiocathの先端が滑膜などで覆われていないこと、手根管内で横手根靭帯の中央部分に位置することを確認した (Fig. 1)。その後、内視鏡を除去してresting position, active grip, 手関節最大他動伸展位および屈曲位で、計測を行なった (Fig. 2-A, B, C, D)。計測はおのおのの肢位で30秒間行い、最大値を記録値とした。

これらの結果を用いて手根管症候群患者の各肢位における術前、術後の計測値の変化をStudentのt-検定により統計学的に検討した。

結 果

手根管症候群の患者における術前の手根管内圧の平均値土標準偏差値は、resting positionにおいては 43.0 ± 17.21 mmHg (最小値11から最大値83mmHg)を示した。以下同様に、active gripにおいては 206.2 ± 51.64 mmHg (48から250mmHg), 手関節



Fig. 1 Tip of Angiocath
White arrows show tip of Angiocath.
Black arrows show released transverse carpal ligament.

最大他動伸展位においては 222.4 ± 44.19 mmHg (88から250mmHg), 手関節最大他動屈曲位においては 191.9 ± 63.91 mmHg (42から250mmHg)であった。すなわち、active grip, 手関節最大他動伸展位および屈曲位においては、resting positionの約5倍の値を示した。

一方、皮下横手根靭帯切離術後の計測は、術前の計測肢位と同様の肢位で行い、それぞれ順に 6.2 ± 5.49 mmHg (0から20mmHg), 88.2 ± 65.22 mmHg (3から237mmHg), 78.9 ± 44.01 mmHg (15から198mmHg), および 106.8 ± 70.54 mmHg (2から248mmHg)を示した (Table 1)。すなわち、resting position以外のactive grip, 手関節最大他動伸展位および屈曲位をとらせても、手根管内圧はほぼ同一の値を示した。

これら、術前、術後のresting position, active grip, 手関節最大他動伸展位、手関節最大他動屈曲位における値を、統計学的に検討した。いずれの肢位においても術後の値は、術前の値に比べて有意に改善していた ($p < 0.0001$ 、それぞれ $t = 18.5, 12.4, 18.7, 7.9$)。

考 察

手根管が、上肢あるいは下肢における compartment 同様に閉鎖腔間であるか、あるいは開放された

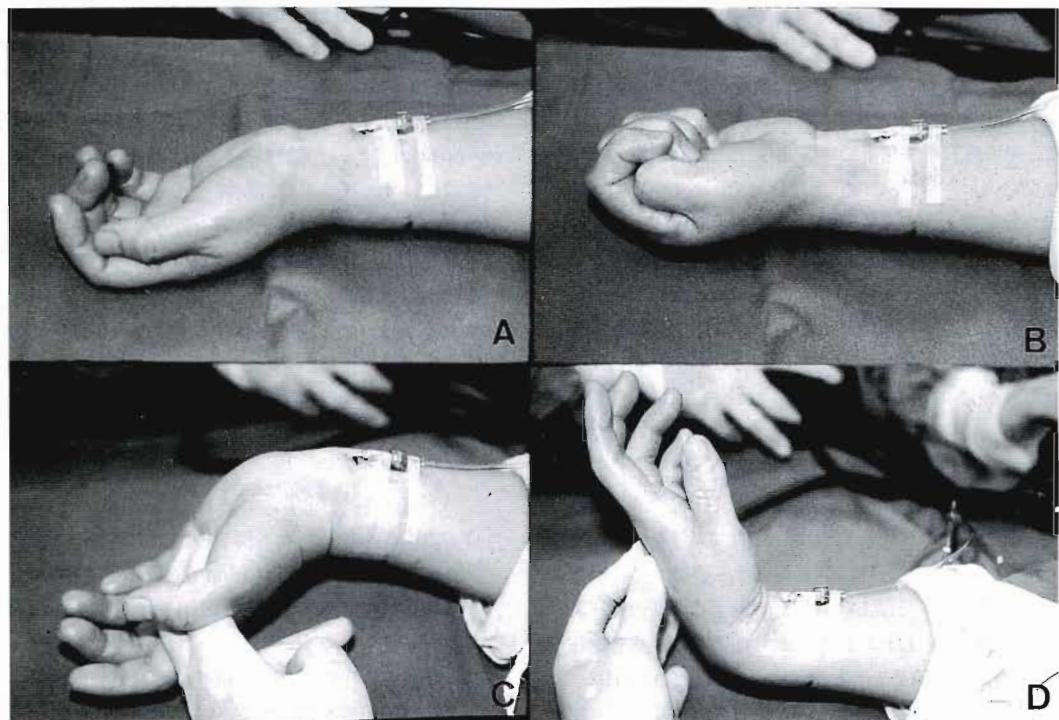


Fig. 2 Positioning

- A. Resting position
- B. Active grip
- C. Maximum passive wrist extension
- D. Maximum passive wrist flexion

Table 1 RESULTS

	Preoperation	Postoperation
	Mean \pm S. D. (mmHg)	Mean \pm S. D. (mmHg)
Resting position	43.0 \pm 17.21	6.2 \pm 5.49
Active grip	206.2 \pm 51.64	88.2 \pm 65.22
Passive wrist extension*	222.4 \pm 44.19	78.9 \pm 44.01
Passive wrist flexion**	191.9 \pm 63.91	106.8 \pm 70.54

*Maximum passive wrist extension

**Maximum passive wrist flexion

腔間であるかは手根管内圧計測において問題となる。Kongsholm ら⁵⁾は、wick catheter technique^{7,8)}を用いた正常者の手根管内圧計測において、局所麻酔剤注入前の初圧が高い症例では、局所麻酔剤注入後の値の増加の割合も大きいことを示し手根管は一定の original volume を持つ閉鎖腔であろうと推定している。

手根管内圧の計測には、Foley catheter technique¹⁴⁾, wick catheter technique³⁾, continuous infusion technique¹⁵⁾, needle injection technique⁹⁾を用いた報告がある。今回、われわれは continuous infusion technique⁸⁾で手根管内圧計測を行った。この方法は、使用材料の準備がいすれの病院でも容易であり、安価な点で他の方法に優っている。しかし、今回のように Angiocath を用いて手根管内圧計測を行う場合には、① catheter の hole が、先端に 1 カ所しか存在しないため、この先端部分が計測時に滑膜などで閉塞、または② catheter が flexible のため、手関節の背屈、掌屈時に折れ曲った場合には、正確な内圧を示さないなどの可能性を念頭におく心要がある。そこでわれわれは、術前、術後の内圧計測に際して catheter の先端が閉塞されないように、catheter の先端を鏡視下に設置した。また、術中計測時には catheter が折れ曲らないよう十分注意をはらい、さらに計測後に catheter の状

況を観察して、折れ曲がりなどの痕が存在した場合には、再計測を行った。

次の問題点は、手根管内に局所麻酔剤(1%リドカイン 10 ml)を注入した後に、計測を行っていることである。局所麻酔剤使用下での計測は、伝達麻酔³⁾、あるいは全身麻酔下²⁾⁽³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾での計測に比べて、より生理的な筋肉の緊張下および active grip 下で手根管内圧計測を行える、あるいは手術に際して患者への侵襲が少ないなど多くの利点がある。しかし、本来の意味での手根管内圧を示さない可能性も否定できない。Kongsholm ら⁵⁾の報告(コントロール群における内圧計測)によれば、局所麻酔剤注入前の手根管内圧は 5.5 ± 3.5 mmHg、局所麻酔剤注入後(1%リドカイン 10 ml を注入)の内圧は 9.6 ± 7.4 mmHg と報告している。われわれは、正常者に 10 ml の局所麻酔剤を注入した場合、注入直後に手根管内圧計測値は一時的に高値を示し、その後 5 分以内に注入前の値に復帰する経験から、局所麻酔剤注入後 5 分以上経過した時点より術前の内圧計測を開始した。われわれの計測では術前の手根管内圧は、resting position において、 43.0 ± 17.21 mmHg と他の報告²⁾⁽³⁾⁽⁹⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾に比べて高値を示した。肢位のちがいによる内圧の変化は、手関節最大他動伸展位において、resting position に比して約 5 倍 (222.4 ± 44.19 mmHg) の値を示し、手関節最大他動屈曲位においても同様に 191.9 ± 63.91 mmHg を示した。これらの値は、いずれの他の報告値よりも高く、筋肉の tonus の影響も存在するのではないかと考えられた。

さらに、われわれは、局所麻酔下で計測を行っていることの利点を生かして、active grip における手根管内圧を計測した。術前の値は、 206.2 ± 51.64 mmHg と手関節最大他動伸展位および屈曲位での内圧と同様に resting position に比して約 5 倍の値を示した。すなわち、手関節最大他動伸展位および屈曲位、あるいは active grip における手根管内圧の上昇は、車の運転、本をかかえる、あみものなどの肢位により臨床症状が悪化することに結びつくと考えられた。この事実は、時間的要因はあるが Bentley (1943)¹⁾ による 130 mmHg、あるいは Lundborg ら(1982)⁶⁾による 60~90 mmHg で神経伝導は block されるという報告に一致した。

術後にわれわれは endoscopic surgery (subcutaneous transverse carpal ligament release) の利点を生かして、手根管内圧の計測を再度行った。Resting position における値は 6.2 ± 5.49 mmHg、active grip で

の値は 88.2 ± 65.22 mmHg、手関節最大他動伸展位および屈曲位での値はそれぞれ 78.9 ± 44.01 mmHg、 106.8 ± 70.54 mmHg であった。この resting position における値は、open method で手術を行い術後の resting position における計測を行った Gelberman らの報告値³⁾ (5 mmHg) とほぼ同様であった。われわれの値の方が、計測部分に皮膚切開を行っていない、さらに正常な筋肉の緊張下での計測であることを考えあわせると、より生理的な値と考えられた。また、resting position を除いた各肢位における皮下横手根靭帯切離術後の手根管内圧は、いずれも 90 mmHg 前後を示し、横手根靭帯の切離が完全に行われた結果と考えられた。

ま と め

- 1) 内視鏡を用いた皮下横手根靭帯切離術の術前、術後に continuous infusion technique を用いて、手根管症候群患者 46 症例 62 手の手根管内圧計測を行った。
- 2) 手根管内圧計測は、手根管症候群の術前診断、および内視鏡を用いた皮下横手根靭帯切離術が的確に行われたか否かを判定するのに有用である。

文 献

- 1) Bentley, F. H., et al.: The effects of pressure on conduction in peripheral nerve. *J. Physiol.*, 102: 78-82, 1943.
- 2) 二見俊郎 他: 手根管内圧に関する検討、整形外科, 37: 1945-1948, 1986.
- 3) Gelberman, R. H., et al.: The carpal tunnel syndrome. *J. Bone Joint Surg.*, 63-A: 380-383, 1981.
- 4) Gelberman, R. H., et al.: Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with Colles' fracture. *J. Trauma*, 24: 747-749, 1984.
- 5) Kongsholm, J., et al.: Carpal tunnel pressure in the acute phase after Colles' fracture. *Arch Orthop. Trauma Surg.*, 105: 183-186, 1986.
- 6) 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.
- 7) Mubarak, S. J., et al.: The wick catheter technique for measurement of intramuscular pressure. *J. Bone Joint Surg.*, 58-A: 1016-1020, 1976.
- 8) Mubarak, S. J.: Instructional course lectures, Volume XXXII, C. V. Mosby Co., St. Louis, 95-102, 1983.
- 9) 内藤正俊 他: 手根管症候群の正中神経造影と手根

- 管内圧測定、中部整災誌、28：1923-1825、1985。
- 10) 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。
 - 11) 奥津一郎 他：Universal Subcutaneous Endoscope を用いた皮下鏡視下手術、関節鏡、12：77-81、1987。
 - 12) 奥津一郎 他：手根管症候群の新しい手術法、日手会誌、4：117-120、1987。
 - 13) 奥津一郎：手根管症候群、診断と治療、76：799-802、1988。
 - 14) Tanzer, R.C.: The carpal-tunnel syndrome. J. Bone Joint Surg., 41-A : 626-634, 1959.
 - 15) Werner, C-O., et al.: Pressure and nerve lesion in the carpal tunnel. Acta Orthop. Scand., 54 : 312-316, 1983.
 - 16) Whitesides, T.E., et al.: Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. Clinical Orthop., 113 : 43-51, 1975.

質問 北海道大学整形外科 加藤 博之
Wrist grip で、手根管内圧の上昇する mechanism はどういうことでしょうか。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
文献的には、Kongsholm のものを参考にしてほしい。彼らは clinical experience より、手根管は閉鎖腔であろうと推定している。

質問 北里大学整形外科 二見 俊郎
手根管内圧値は、再現性がありますか？ 私どもの経験では、同一患者に対して、数回測定しますと、徐々に内圧値が低下する傾向をしめしておりましたが…。どの時点の内圧値を求められましたか？

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
Catheter の先端部分が滑膜で覆われていないことを確認している。以前は 3 回計測していたが、値に再現性があるため、現在は 1 回の計測で十分と考えている。内圧計測法については口演（本文参照）中に述べたので省略します。

質問 東京大学整形外科 長野 昭
手根管が 1 つの閉鎖腔とすれば、一部靭帯が切れれば圧が下がるわけで、内圧測定が完全に靭帯切離ができていることに対するモニターとはなりえないのではないか。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
横手根靭帯が一部あるいは全て切離されても、その外側には皮下組織や皮膚による cover が存在する。閉鎖腔が決して完全に開放されるわけではない。横手根靭帯の一部分の切離が行なわれただけでは、resting position, active grip, maximum passive wrist extension, maximum passive wrist flexionにおいて、すべての肢位で内圧低下をみるわけではない。総合的に判断する必要がある。

質問 山梨医科大学 浜田 良機
Passive wrist extension で pressure が最も高くなっているが、臨床的には wrist extension でしびれ感の改善する例が多く、この臨床的事実と pressure の上昇との関係についての先生のお考えをうかがいたい。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
手関節の背屈を増すことにより、手根管内圧は上昇する。臨床的にシビレなどの症状が改善するのは、軽度の手関節背屈位であると考えられる。われわれの計測は maximum passive wrist extension で行っている。Maximum passive wrist extension, flexion および active grip での値に差はないと考えられる。検査法として Phalen test だけでなく、active grip test も考えられるのではないか。

質問 東芝中央病院 中川 種史
関節鏡は生食を入れないで見ていらっしゃるのでしょうか、また、それで見えますでしょうか。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
Universal Subcutaneous Endoscope を用いれば、生理食塩水を注入しないで、皮下部分に存在する臓器や catheter の先端部分を鏡視できる。

質問 済生会川口総合病院 野本 栄
Grip での圧の上昇は屈筋腱の muscle belly が carpal tunnel 内に入りこむことが原因と考えられる症例はなかったかどうか。

回答 日赤医療センター整形外科 奥津 一郎
内視鏡下に手根管内の異常を確認している。Muscle belly が、手根管内に進入した症例はなかった。

肘部管症候群を呈した encapsulated lipoma の 2 例

奈良県立医科大学整形外科学教室

黃 文 欽・玉 井 進
水 本 茂・中 川 信
朴 木 寛 弥

Encapsulated Lipoma of the Ulnar Nerve Presenting Cubital Tunnel Syndrome — Report of Two Cases

Wen Chin Huang, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

The lipomatous tumors of peripheral nerves are quite uncommon. Terzis classified them into 3 types: encapsulated lipoma, macrodystrophia lipomatosa and lipofibromatous hamartoma. Approximately 40 cases were reported in the literatures up to date: as for ulnar nerve involvement, 4 cases, and as for encapsulated lipoma, only 1 case. We experienced 2 cases of encapsulated lipoma on the ulnar nerve at the cubital tunnel; a 45-year-old-male in 1983 and a 46-year-old-female in 1987. The diagnosis was made at the exploration. Case history, histological appearance, and postoperative course are reviewed.

はじめに

1964 年, Mikhail²⁾ と Yeoman³⁾ は同一誌に正中神経鞘内に発生した脂肪性腫瘍のそれぞれ 2 例と 3 例を報告して以来、現在まで、世界の文献上に記載された末梢神経の脂肪性腫瘍は 40 数例である。Terzis⁴⁾ はこれらを encapsulated lipoma, macrodystrophia lipomatosa および lipofibromatous hamartoma の 3 種類に分類した。そのうち、いわゆる encapsulated lipoma は金¹⁾ (1983 年) の 1 例にすぎない。今回、われわれは肘部管症候群を呈した encapsulated lipoma の 2 例を経験したので報告する。

症例 1 : 45 才、男性

主訴：右手のしびれ

家族歴・既往歴：特記すべきことなし

現病歴および理学的所見：昭和 58 年 6 月、誘因なく右前腕遠位尺側から小指にかけて、しびれが出現した。

右肘尺側から小指の掌背側に知覚純麻、握力低下とともに小指球筋と骨間筋に軽度の萎縮を認め、肘部管において Tinel sign は陽性であった。

検査所見：レ線上では肘関節に骨性変化を認めない。電気生理学的検査では、肘部管上部から手関節までの運動神経伝導速度は 43.6 m/s であるのに対して、肘部管下部から手関節までは 64.8 m/s で、肘部管にて尺骨神経伝導速度の低下を認めた。

術中所見：肘部管症候群の診断にて、手術を施行した。肘部管にて尺骨神経を露出したところ、epineurium 表面に約 5 mm 大の腫瘍 2 個を認めた (Fig. 1)。Microsurgical に腫瘍を epineurium から剥離し、容易に摘出できた。

術後経過：4 年半の現在、しびれは消失し、小指球筋と骨間筋にわずかな萎縮を残すのみである。

病理組織学的所見 (Fig. 2)：腫瘍の横断面では線維性被膜を有し、毛細血管が点在した成熟した脂肪細胞

Key words: encapsulated lipoma, cubital tunnel syndrome

Address for reprints: Wen Chin Huang, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University, 840, Shijocho, Kashiharashi, Nara, 634, Japan.

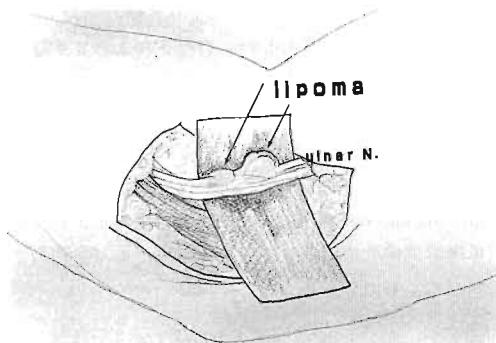


Fig. 1 Case 1. Surgical exposure of the encapsulated lipoma figured.

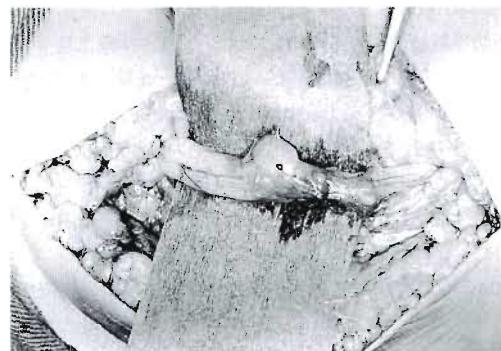


Fig. 3 Case 2. The encapsulated lipoma exposed on the ulnar nerve at cubital tunnel region.

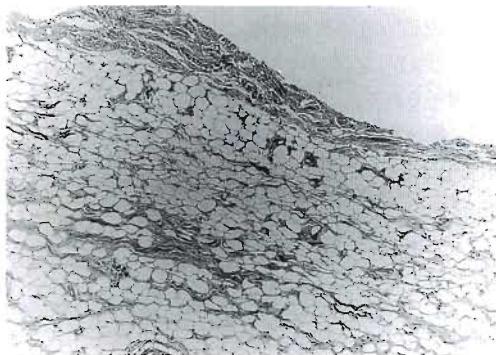


Fig. 2 Case 1. Histological appearance showing lipomatous tissue with capsule.

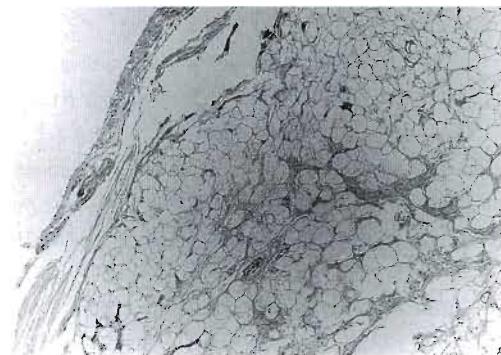


Fig. 4 Case 2. Histological appearance demonstrating lipomatous tissue encapsulated consistent with the diagnosis.

よりなり、異常細胞は認めず、lipoma と診断された。
症例 2：46 才、女性。

主訴：左手第 4、5 指の疼痛としびれ。

家族歴・既往歴：5 才頃に左上腕骨頸上骨折以外、特記すべきことなし。

現病歴および理学的所見：5 年前に誘因なく左手尺側に疼痛のしびれが出現した。4 年前より骨間筋と小指球筋の萎縮とともに肘関節の可動制限に気付いた。

初診時、claw-hand 変形、肘部管にて Tinel sign が陽性、手の尺骨神経領域に知覚鈍麻などが認められた。電気生理学的検査では、M 波、SNAP ともに導出不能であった。

術中所見：肘部管の中央付近に約 14 mm × 8 mm 大の 2 つの隆起を呈する黄色腫瘍が epineurium 表面に認められた (Fig. 3)。顕微鏡下にて腫瘍を完全に剥離摘出した。神經内病巣の有無を確認するために、

epineurotomy を行ったところ、腫瘍下部に pseudoneuroma を認めた。Intraneuronal neurolysis とともに King's 変法を併行した。

術後経過：術後 6 ヶ月の現在、疼痛は消失し、知覚も改善の傾向が認められる。

病理組織学的所見 (Fig. 4)：線維性被膜を持った成熟した脂肪組織が主体の腫瘍で同じく lipoma と診断された。

考 察

1949 年、Stout は末梢神経に発生する中胚葉性腫瘍を分類する際、lipoma の発生の可能性について言及している。いわゆる神經内脂肪性腫瘍は、現在まで国内外の文献に報告された症例のほとんどが手根管部を中心として、上下に広範に発生した正中神経の macrodystrophy lipomatosa と lipofibromatous

hamartoma であり、橈骨神経と尺骨神経に発生した脂肪性腫瘍の報告は非常に少ない。尺骨神経に発生したのは 4 例³⁾で、部位別にみると Guyon 管は 1 例、肘部管は 3 例である。Encapsulated lipoma に関しては、1983 年に金らが肘部管症候群 1 例のみを報告しており、われわれの症例は第 2, 3 例目になる。

金の症例は同じ肘部管症候群を呈し、神経鞘内に生じた encapsulated lipoma であり、摘出に際し、lipoma に取り囲まれた 2 本の神経束を同時に切断摘出している。われわれの 2 症例は、epineurium の表面より発生したもので、神経切除なしで摘出できた。

症例 2 は小児期に上腕骨頸上骨折の既往歴があったが、誘因とは考えられず、ほかの 2 例も本疾患に結び付くような誘因は認められていない。

発症年令については 3 例とも中年に発症している。これに対して、Macrodytrophia lipomatosa と lipofibromatous hamartoma は圧倒的に若令者に発症し、生下時からすでに腫瘍が認められる症例もある。一方、encapsulated lipoma はいずれも entrapment neuropathy を来しやすい部位に発生していることから、繰り返して機械的刺激を受けることが発生の原因と考えられる。

病理組織上、Macrodytrophia lipomatosa に往々にして、皮下組織、正中神経とその分枝に線維性および脂肪性浸潤が認められ、軟部組織とともに骨、皮膚の異常性肥大を呈し、外見上の局所過成長が認められる。しかしながら、これらの過成長組織が epineurium に侵入していくても通常 fasciculus までは進行しない。一方、lipofibromatous hamartoma は脂肪組織が神経内へ浸潤するが、末梢神経の周辺の組織は正常に保たれる。これらに対して、encapsulated lipoma は神経鞘の正常結合組織から発生するが、神経纖維への

細胞浸潤は認められず、神経学的症状は限られた compartment のなかでの lipoma の存在によって神経への圧迫をきたすものと考えられる。したがって、術前診断に際し、macrodytrophia lipomatosa と lipofibromatous hamartoma はある程度の視診上の局所的特長にて診断を下せる可能性もあるが、encapsulated lipoma の場合には術前診断は困難である。電気生理学的検査で局在を確認し、手術によって初めて診断がつくものである。

ま と め

- 1) 臨床的に肘部管症候群を呈したきわめてまれな尺骨神経の encapsulated lipoma の 2 例を報告した。
- 2) encapsulated lipoma は epineurium 組織より発生した孤立性の良性腫瘍で、限られた compartment のなかに存在するため、神経症状を誘発したものと考えられる。
- 3) 臨床症状のみでは encapsulated lipoma の診断は困難で、2 例とも手術によって始めて診断がついた。

文 献

- 1) 金 民雅 他：尺骨神経内にみた脂肪腫の 1 例，形成外科，26：429-432，1983.
- 2) Mikhail, I. K., et al.: Median nerve lipoma in the hand. J. Bone Joint Surg., 46-B: 726-730, 1964.
- 3) 大越康充 他：Guyon 管症候群を呈した intraneuronal lipofibroma の一例，日形会誌，6：179-184，1986.
- 4) Terzis, J. K., et al.: Benign fatty tumors of the peripheral nerves. Ann. Plast. Surg., 1: 193-216, 1978.
- 5) Yeoman P. M.: Fatty infiltration of the median nerve. J. Bone Joint Surg., 46-B: 737-739, 1964.

双眼鏡肢位により発症した肘部管症候群 8 例

久留米大学医学部整形外科学教室

櫛 原 知 啓・山 中 健 輔

筑豊労災病院

井 上 博

県立日南病院

南 野 盛 二

県立柳川病院

吉 田 健 治

Cubital Tunnel Syndrome Resulted by Supporting Binoculars in Professional Skipjack Fishermen

Tomohiro Narahara, et al.

Dapartment of Orthopeadic Surgey, Kurume University School of Medicine

Cubital tunnel syndrome in 8 fishermen were reporoed in this paper (Table 1). The eight men had been working on their boat as a bird wacthing using binoculars to get a fishing point for about 16 years.

They took an extremely flexed position of the bilateral elbows on a table for 12 hours a day (Fig. 1).

Paresthesia of the ring and little fingers was caused. Regional hypesthesia and atrophy of the intrinsic muscles on the affected hands were observed at the first examination.

Two of them were operated on by the modified method of king, and their postoperative courses were good. Others were treated conservatively.

It is possible that mechanisms of these cases can be the results from an external compression force and physiological pressure by an arcuate ligament and tension of the ulnar nerve in a extremely flexed position ef their elbows.

We suggest that soft pad under elbows at work may help to prevent the development of this disease. Additionally,it is better to have a free time from work, a few minutes per an hour.

は じ め に

肘部管症候群は種々の原因で発症する。今回、われわれはカツオ漁従事者、特に双眼鏡作業に従事して尺骨神経麻痺を発症した 8 例を経験した。双眼鏡作業は先ずカツオを追う鳥類をみつけ出し、それによってカツオ魚群の所在を探知する方法であり、レーダー時代

とは言え、まだカツオ漁法にては最良の方法である。その作業は比較的重い双眼鏡を両肘と双眼鏡台で支え、明け方より日没までおよぶ長時間にわたるもので、連続 5 日間作業にあたる時もある (Fig. 1)。カツオ漁従事者にアンケートを行い、82 人中 16 人に尺骨神経麻痺様症状を認め、26 人の双眼鏡作業者中 9 人に尺骨神経麻痺様症状を認めた。長時間の双眼鏡作業で

Key words: cubital tunnel syndrome, skipjack fishermen, binoculars

Address for reprints: Tomohiro Narahara; M. D, Department of Orthopaedic Surgery, Kurum University School of Medicine 67 Asahi-machi, Kurume city 830, Japan

尺骨神経に肘のせ台からの刺激が加わり、屈曲肢位が尺骨神経に緊張を与え、尺骨神経炎を誘発したと思われた。ここに症例とともに予防法について報告する。

症 例

症例8名の年令は40才～57才平均47才で、カツオ漁に約22年従事し、約16年間（5ヵ月～24年）双眼鏡作業についていた（Table 1）。この作業は夜明けから日没まで続き、ときには数日間連続して行うこともあった。患側は両側3名、左側のみ4名、右側のみ1名であり、両側罹患例も左側の症状の方が著明で、左側の方が罹患しやすい傾向であった。症状は環・小指に著明な知覚鈍麻を認めたもの2名、軽度の知覚障害を認めたもの4名であった。6名に拇指・示指間に著明な筋萎縮を認め、2名は軽度の筋力低下を認めた。尺骨神経溝X線所見は、入手できた6名すべてに骨

棘・変形は全く認められず正常範囲であった。筋電図を2名に施行したが、1名は軽度低下、1名は導出不能であった。手術は2名にKing変法を施行したが、術後2年～7年の現在症状は軽快している。3名は保存療法にて軽快し、1名は手術をすすめられるも拒否し、漢方療法を行っているが、筋力低下、知覚鈍麻が残存していた。なお2名は現在も外来にて経過観察中である。手術を施行した2名を含めて、8名のうち7名はカツオ漁に復帰できた。

尺骨神経麻痺様症状と双眼鏡作業との関連

双眼鏡作業と尺骨神経症状出現についてさらに詳細な調査を行った。双眼鏡作業後に手のしびれが出現した症例は5例を数え、双眼鏡作業を中止すると軽快していた症例は3例であった。双眼鏡をみる時に重心をかける軸肘の方に手のしびれが出現したと述べた症例が2例あった。大きい支持脚付きの双眼鏡に代えて手のしびれが軽快したもの1例。両肘のせ台に柔らかいスponジをあて症状が軽快したもの2例であった。症例全員が双眼鏡作業と手のしびれなどの症状寛解・増悪について影響があると述べた。また寒冷地、もしくは寒冷時のその作業時症状が出現し、暖くなると軽快したと述べたものが2例いた。次に代表的症例について述べる。

症例：47才、男性

主訴：両環・小指のしびれ

現病歴：31年カツオ漁業に従事し、10年前より双眼鏡にて魚群を探査している。その作業は明け方より日没までもおよんでいた。7年前より夕方になると両手にしびれ感が出現し、朝になると消失していた。昭

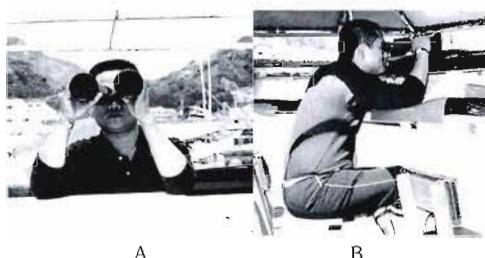


Fig. 1 watching birds to get fishing point (A), there is soft pad under elbows to prevent the development of ulnar nerve palsy recently (B).

Table 1 clinical features and course of 8 skipjack fishermen with cubital tunnel syndrome

	case (ago)	affected side	neurological sign	x-p OA change	watching work	treatment	results
1	K. O. (47)	bilateral (lt>rt)	++	-	10 yrs	King's method	excellent
2	F. Y. (43)	lt	++	-	+	King's method	excellent
3	Y. S. (32)	lt	+	-	12 yrs	conservative	(-)
4	F. Y. (52)	bilateral (lt>rt)	++	-	24 yrs	conservative	good
5	A. T. (57)	lt	++	-	5. M.	nothing	fair
6	M. T. (46)	bilateral (lt>rt)	++	-	15 yrs	conservative	(-)
7	F. Y. (55)	rt	+		17 yrs	conservative	good
8	K. K. (40)	lt	++		+	nothing	good

和 60 年 5 月より左手の筋力低下出現。近医受診後昭和 60 年 8 月 3 日初診。

現症：握力は右 44 kg、左 22 kg と左が著しく低下しており、拇指・示指間における掌背方向の厚みは右 20 mm 左 10 mm と左に筋萎縮著明であった。知覚鈍麻は両環・小指に認めた。Froment sign は左・右ともに陽性。紙バサミテスト左右共に陽性、Tinel's sign 両肘部管陽性。肘屈曲テスト両肘部陽性。両肘部管レ線像にて骨棘・変形認めず。MCV 右 48 m/s 左 48 m/s と左右差はなかった。両肘部管症候群と診断。

昭和 60 年 8 月 14 日 左肘に King 変法による手術施行。尺骨神経は軽度腫脹し、epicondyle, trochlea, tendinous arch 部で高度に癒着しているのが認められた。術後 1 年半の経過で左肘のしづれは消失するとともに筋萎縮は回復し、元気にカツオ漁に従事している。

アンケート結果

症例をふまえて、カツオ釣り漁業従事者に手、肘のしづれについてのアンケート調査を行い 82 名の回答を得た。年令は 44 才、漁業従事年数平均 23 年であった。そのうち双眼鏡作業に従事するもの 26 人であり、尺骨神経麻痺様症状（環・小指のしづれ、知覚鈍麻、拇指・示指間の筋萎縮、小指筋力低下）を呈したもののは 9 人であった（Table 2）。

考 察

レーダー魚群探索の一般化した現在においても、カツオ漁においては、カツオの大群の上で群れる鳥類を探すという作業がいまだポピュラーである（Fig. 1）。ただこの作業は夜明けから日没まで続き、1 時間観察後 2~3 分休憩と、連続して同じ経験豊富な漁師が行なうことが多い。今回われわれが経験した 8 例とも双眼鏡作業に従事し、双眼鏡作業後に手のしづれが出現す

Table 2 questionnaires to skipjack fishermen about ulnar nerve palsy.

	neurological sign		
	(+)	(-)	
watching worker	9	17	26
other worker	7	49	56
	16	66	82

るもの 5 例、作業中には症状があるが中止にて軽快する症例 3 例と全員が作業と神経症状との関連を討えていた。アンケート結果によるとカツオ釣り漁船で就業する 82 人中 16 人が尺骨神経麻痺様症状を呈し、26 人双眼鏡作業従事者中 9 人に尺骨神経麻痺様症状を認めた（Table 2）。以上より双眼鏡作業と尺骨神経麻痺の発症とは関係があると考えられる。そのメカニズムを検討すると第 1 に尺骨神経に対する外からの圧力による刺激が考えられ³⁾⁵⁾⁶⁾、文献上電話交換手における症例報告や²⁾、肘に習慣的にもたれる職業、チェスプレイヤー、宝石商などの報告がある。第 2 に tendinous arch の部分における尺骨神経の狭窄も 1 つの原因と思われる⁶⁾。第 3 に肘の 90° 以上の屈曲肢位もその発症に関連している可能性がある。この屈曲肢位について、遠藤ら¹⁾は小型圧力計にて肘部管の圧力を計測し、90° 以上の肘屈曲にて圧力が著明に高まることを述べている。興味のあることとして寒冷地もしくは寒冷時期の作業中に症状が出現し、暖くなると軽快した症例（2 例）もあり、血管系との関連を推察させる危険因子の報告もあった³⁾。しかし主として肘につく台からの直接圧迫、次に tendinous arch での尺骨神経の狭窄、屈曲位での圧上昇の 3 要素を指摘したい。外圧による本疾患は space occupying lesion⁶⁾ と異なり、時期を失うしなければ、保存的治療にて充分軽快（8 例中 3 例保存的にて軽快）するが、やはり先ずは予防が重要と思われる。

予防として、肘をつく台に柔らかいスポンジ様などを張る（Fig. 1）。作業を連続して行なわず、できるだけ短時間に交代する。作業終了後は伸展位にて、肘部管の部位に湿布などを塗布し疲労を翌日にもちこさないといったことが重要と思われる。

ま と め

1. カツオ釣り漁船で双眼鏡作業に長時間従事し、尺骨神経麻痺を呈したと思われる 8 例を報告した。
2. 8 例の内 3 例は保存的治療にて軽快しているが、本症では予防的措置が重要と思われる。

参 考 文 献

- 1) 遠藤陽一：小型圧力計による手根管症候群、肘部管症候群の臨床的検討、整形外科、32：1572-1574、1981。
- 2) Chaumont, A. J. : A case of cubital paralysis in a telephone worker, Arch Mal prot, 26: 37-39, 1965 (Fr).
- 3) Chuman, R. : Risk factors associated with ulnar

- nerve compression in bedridden patients, J. Neur. osurg., 17: 338-342, 1985.
- 4) Mandel, S.: Neurologic syndromes from repetitive trauma at work, postgrad. Med., 82: 87-92, 1987.
 - 5) Wedsworth, T. G.: The external compression syndrome of the ulnar nerve at the cubital tunnel, Clin. Orthop., 124: 189-204, 1977.
 - 6) Wadsworth, T. G.: The elbow, Churchill Livingstone, London, 266-282, 1982.

質問・発言 慈恵医科大学形成外科 児島 忠雄
 ①胸壁皮弁施行例で肘部管症候群をおこした症例があり、肘関節の肢位が麻痺の発生に関与することが、遠藤がトランスデュサーを用いた圧測定で分った。

②先生の症例で尺骨神経の脱臼する状態は如何でしたか。

③肘部管症候群は尺骨神経が脱臼しない症例に発生

することが多く、肘関節屈曲に伴って神経は tendinous arch に圧迫される症例が多い。神経の例からみると肘関節の良性肢位は直角位ではない。

回答 久留米大学医学部整形外科 樋原 知啓

①著者も肘屈曲位にて、手のしびれを訴える女店員、工員の経験がありますが、肘屈曲位ギブス固定の大部分が尺骨神経麻痺にまで至らず、未知の解剖学的特殊性の関与とあわさって発症したのではないかと考えています。

②報告しました症例については、尺骨神経の脱臼は認められませんでした。

③先生の尺骨神経にとって肘屈曲位は危険な肢位であるという説は同感です。

肘部管症候群の手術例における誘発知覚神経

活動電位波形の解析とその術後の推移

—ことに Temporal Dispersion について—

信州大学医学部整形外科学教室

保坂正人・中土幸男

斎藤覚・多田秀穂

下川寛一

Wave Analysis of Sensory Nerve Action Potentials and its Postoperative Changes in Cubital Tunnel Syndrome

Masato Hosaka, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Wave analysis of sensory nerve potential (SNAP) in the ulnar nerve was performed in patient with the cubital tunnel syndrome. Thirteen patients were studied, consisting of ten osteoarthritis (OA) of the elbow joint, and three tardy ulnar nerve palsies following fracture of the distal humerus in childhood.

Electrophysiological examinations, including electromyography and measurement of both SCV and MCV, were performed. In examination of SCV, the digital nerve of the little finger were stimulated through ring electrodes and the SNAP was recorded at both the wrist and the upper arm by means of a needle electrode. SNAP of the ulnar nerve fed into a data-recorder was transferred to a computer through an A/D converter. SNAP of the past cases recorded on recording paper only was scanned by an image scanner and fed into the computer. Effective value (EFFV) of SNAP was calculated after cutting a part of the direct current and moving average.

SNAP as a control was obtained from the contralateral ulnar nerve in the cases of tardy ulnar nerve palsy.

In the normal ulnar nerve, EFFV of the SNAP recorded at both the upper arm and the wrist seemed to consist of only one element.

In seven cases of cubital tunnel syndrome due to OA, contralateral OA change also occurred in the cubital tunnel. EFFV of SNAP in the asymptomatic side of these cases showed that the SNAP consisted of more than two elements, or of one element prolonged in duration. Separation into element was more remarkable when recorded at the upper arm than at the wrist.

Preoperative SNAP of the ulnar nerve in the affected side showed remarkable temporal dispersion and their EFFVs were also dispersed into several elements. Postoperatively, dispersed elements tend to gather together but no case changed to a normal pattern with the exception of one case of tardy ulnar nerve palsy without sensory disturbance. In patients who still complained of numbness although SCV had improved to the normal range, marked temporal dispersion of SNAP and dispersed elements in EFFV continued.

Key words: sensory nerve action potential, wave analysis, temporal dispersion

Address for reprints: Masato Hosaka, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine Asahi 3-1-1, Matsumoto 390, Japan.

It was found that wave analysis of SNAP through EFFV was a more sensitive examination than measurement of nerve conduction velocity. It is useful in evaluating the severity of the cubital tunnel syndrome.

肘部管症候群においては、神経伝導速度の測定は重要な検査であるが、必ずしも臨床所見と一致しないことがある。すなわち、術後最大伝導速度の回復が認められるにもかかわらず、しびれなどの異常知覚が改善しない症例が存在する。一方、このような症例では神経伝導速度測定の際に得られた知覚神経活動電位（以下 SNAP）を観察すると波形が多相性となり持続時間も長くなる、いわゆる temporal dispersion が認められる。

今回われわれは、SNAP 波形を解析し、その経時的变化を観察することによって temporal dispersion と肘部管症候群の重症度、あるいは術後の回復状態との関連について検討した。

対 象

症例は肘部管症候群 13 例で、年令は 12 才から 75 才であった。これらのうち肘関節症を伴ったものが 10 例で、他の 3 例は小児期の上腕骨骨折に続発した遲発性尺骨神経麻痺例であった。全例片側手術例であったが、肘関節症を伴った 10 例はうち 7 例が非手術側にも X 線検査上明らかな関節症があり、これらのうち 2 例は尺骨神経領域に軽度のしびれを訴えていた。手術は尺骨神経剝離ならびに皮下前方移行術を行った。1 例には internal neurolysis を追加した。術後経過観察期間は 3 カ月から 15 カ月であった (Table 1)。

方 法

自覚症状、臨床所見の評価は、しびれと 2 点識別覚 (2PD) について行い、電気生理学的検査として、Medelec 社製 MS 6 型の筋電計を用い、一般筋電図、SCV および MCV の測定を行った。

SCV は、小指をリング型電極で刺激し、単極の針電極を手関節近位部と上腕部で尺骨神経傍傍に刺入して順行性に SNAP を導出し、電極間距離と潜時から求めた。刺激電圧は 75~150 V で、64 回~512 回加算平均を行った。得られた SNAP 波形はデータレコーダに収録し、A/D コンバータを介して TEAC 社 PS-9000 型コンピュータに取込んだ。記録紙のみに保存されていた過去の症例では、イメージスキャナーでこ

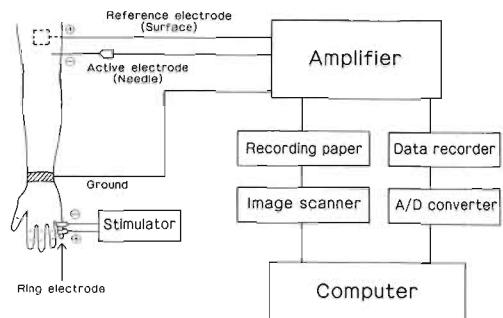


Fig. 1 Blockdiagram of the apparatus for feeding the SNAP into the computer

れを読み取ったものをコンピュータに入力した (Fig. 1)。

SCV は、肘部管を含む proximal segment とそれより遠位の distal segment についてそれぞれ計算した。MCV は proximal segment については全例、distal segment については 8 例計算した。

波形の解析は、まず SCV の測定の際に得られた SNAP 原波形から記録開始直後の刺激による direct current の部分を除き、この波形から積分周期 300 Hz で計算した移動平均を減じて低周波成分を除いた。統いてこの波形の、Root-Mean-Square Value を積分周期 800 Hz で計算し、実効値 Effective Value (EFFV) とした。

結 果

自覚症状では、12 例で術前にしびれがあったが、術後消失した症例は 4 例、軽減 6 例、不变 2 例であった。

2PD は、20 mm 以上の 5 例のうち術後減少の傾向が見られたものは 3 例、不变が 2 例であった。10~19 mm の症例では 3 例とも減少、10 mm 未満の症例では減少、不变、および増加がそれぞれ 1 例であった。

SCV、MCV は肘部管をふくむ segment では症例 11 以外の全例で改善が見られたが、distal segment ではあまり改善は認められなかった (Table 1)。

SNAP を実効値を用いて波形解析を行った結果は、

Table 1 Cases with the Cubital Tunnel Syndrome

Case	Age	Sex	Affected side	Etiology	Ope. method	Follow-up	Numbness	2PD (Vth. finger)	P-SCV	D-SCV	P-MCV	D-MCV
1. I. N.	64y	M	R	OA	S.C.A.T.+I.N.	14M	±	8mm	33.2	46.3	30.7	22.4
2. H. N.	32	M	R	CVRL	S.C.A.T.	15	—	23.6	41.6	28.1	38.7	21.7
3. K. H.	55	M	R	OA	S.C.A.T.	9	—	39.1	45.5	30.8	39.4	41.9
4. S. M.	62	M	R	OA	S.C.A.T.	14	—	26.6*	47.7	35.6*	35.1	45.5
5. T. A.	75	M	L	CVR	S.C.A.T.	7	—	35.9	43.3	36.5	44.8	19.9
6. Y. S.	39	M	R	OA	S.C.A.T.	11	—	37.8	40.0	50.5	40.0	28.7
7. T. U.	60	M	R	OA	S.C.A.T.	6	—	35.3	54.7	24.5	25.2	19.6
8. T. S.	74	M	L	OA	S.C.A.T.	7	—	36.6	55.0	43.9	48.4	24.1
9. N. O.	12	M	R	CVRL	S.C.A.T.	3	—	48.6	53.7	52.4	50.0	45.1
10. S. N.	61	M	R	OA	S.C.A.T.	6	—	37.0	43.4	58.4	27.5	44.1
11. K. O.	68	M	R	OA	S.C.A.T.	3	—	10	61.2	44.8	40.0	65.6
12. K. O.	61	M	R	OA	S.C.A.T.	6	—	18	36.0	39.9	16.3	43.0
13. S. M.	74	F	R	OA	S.C.A.T.	3	—	19	15	37.3	50.8	35.9

P- : proximal segment, D- : distal segment

OA : Osteoarthritis, CVL : Cubitus varus
S.C.A.T. : Subcutaneous Anterior Transposition of the Ulnar Nerve,

I.N. : Internal Neurolysis
+ : moderate numbness, ± : mild numbness
* measured at 1M. postop.

対照として測定した関節症を伴わない症例の健側をみると、手関節部で導出した波形はいずれも単一の成分で、持続時間はそのピークから約 1 msec であった。また上腕部導出の波形は、症例 2 では単一成分、症例 9 では最大の成分に続いてこれと接するように潜時の遅い成分が観察されたが、この一連の波形成分の持続時間は約 6 msec であった (Fig. 2)。

一方、関節症を伴った症例のうち反対側にも X 線上明らかな関節症の見られた 7 例では、手関節部導出の波形は 2 例で波形成分の分散が見られ、残り 5 例中 3 例ではピークから波形の終了までが 2 msec 以上に延長していた。上腕部導出の波形では、全例波形成分の分散または持続時間の延長が見られた。ことに、反対側にもしびれを訴えていた症例 5 および 13 では、3 つ以上に分散した成分が約 10 msec の間に認められた (Fig. 3)。

手術側の術前波形は、手関節部導出では症例 9 を除く 12 例に波形成分の分散が見られた。上腕部導出の術前波形はすべて波形成分が分散していた。これら分散した成分は術後次第に集合する傾向が見られた。

症 例 供 覧

症例 1、64 才男、肘関節症を伴った症例で手術側における肘関節近位部の SNAP 実効値波形の推移を示す。上腕部導出の波形では、14 カ月で波形成分は單一に集合している。しかし、持続時間は control に比し延長している。手関節部導出の波形では、潜時の最も速い最大の成分に続くこれより潜時の遅い成分が経過とともに潜時の速い成分に吸収されるように見えた。この症例では 2PD は 8 mm から 3 mm と改善したがしびれは遺残した (Fig. 4)。

考 察

肘部管症候群においてはその重症度の判定のために種々の分類がなされてきた。近年、筋電計の発達とともに、電気生理学的な所見を加味した分類が提唱されて来ている¹⁴⁾。ことに針電極の使用^{5, 6)}や平均加算法により、神経活動電位が比較的容易に導出できるようになってからは、知覚神経伝導速度の測定が行われ、その際に得られる SNAP の電位の amplitude や持続時間が議論されるようになった^{6, 7)}。

われわれは、肘部管症候群の患者の術前術後の評価に神経伝導速度の測定を取り入れて來たが、伝導速度がすでに健側と等しくなってもしびれなどの知覚障害を

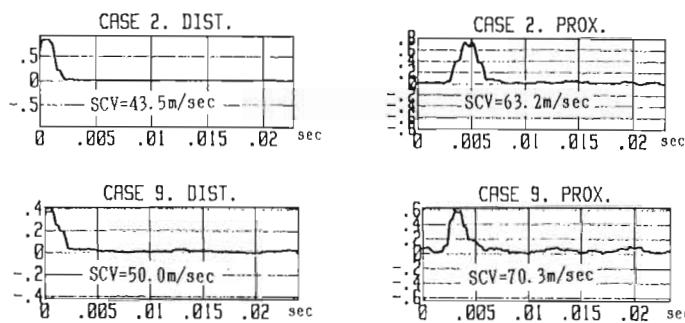


Fig. 2 EFFV of SNAP at the wrist (left) and the upper arm (right) in contralateral ulnar nerve of case 2 (above) and 9 (below).

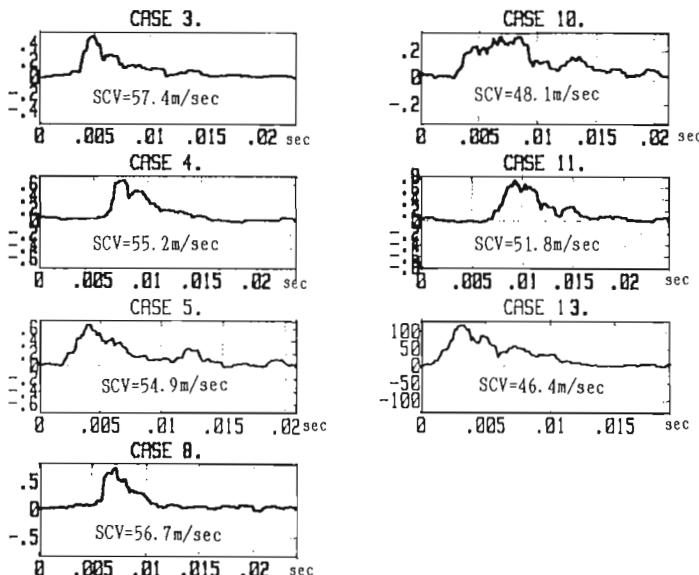


Fig. 3 EFFV of SNAP at the upper arm in the contralateral ulnar nerve with OA change in the cubital tunnel. Case 5 and case 13 had slight numbness at the little finger.

訴える患者がしばしばみられた。このような患者では SNAP 波形を観察すると健側とは明らかに異なって、波形の低電位化、時間的な分散、すなわち temporal dispersion が認められた。このような SNAP 波形の変化を観察することは、臨床評価の参考になると考えられた。しかし実際に導出された SNAP 波形では、刺激の direct current、筋電計の Hum などが混在し、ことに電位が微小となる伝導速度の遅い成分の観察が困難である。そこで記録直後に現われる direct current をまず除き、低周波成分を除去するために原波形から

移動平均を減じた。この操作により、とくに刺激の artifact である周波数の低い振幅の大きな波形と重なりあって識別しにくくなった活動電位が明瞭となった。次に、SNAP 波形をいくつかの成分に分離して観察するために、これを実効値処理してその推移を見た。

実効値曲線は control で見ると、手関節部で導出された波形は単一成分であり、上腕部で導出された波形は単一または潜時の遅い実効値の小さい成分がわずかに分散した波形となった。このことは尺骨神経はもともと伝導速度の異なる神経線維の集団であるため、刺

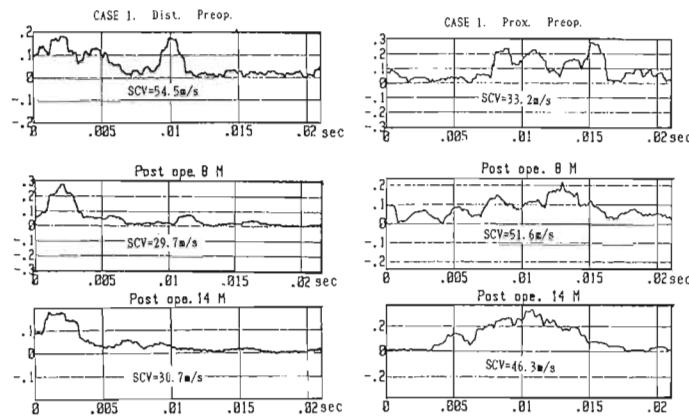


Fig. 4 Case 1. EFFV of SNAP at the wrist (left) and at the upper arm (right). Preop., postop. 1 M, 8 M and 14 M.

激電極と記録電極の距離が離れているほど電位の分散が著明になることを示している³⁾。これらの所見を電気生理学的に正常と考え、次いで、両側関節症の症例の非手術側について比較検討した。その結果、上腕部導出では、伝導速度がほぼ正常範囲であるにもかかわらず、その SNAP 波形成分はいくつかに分散していた。とくに、非手術側にも軽いしびれを訴えていた症例では、2 例とも波形成分の分散が見られた。しかし手関節部では、分散はそれほど著明でなく、正常と変わらないものもあった。

手術側の波形の推移をみると、術前は SNAP 波形成分の分散が著明で術後はこれらが次第に集合して行く傾向が見られた。しかし、術後 control と同様になった例は術前からしびれのなかった症例 9 のみであった。しびれの消失した 4 例を見ると波形成分の集合がしびれの遺残した例よりも明瞭で、とくに手関節部の波形は 2 例でほぼ正常となった。

これら手術例においても波形の分散は上腕部の SNAP で手関節部のそれよりも著明であった。絞扼部より末梢にも temporal dispersion が認められ、実効値波形の分散が生じている症例は神経の変性より進行したものと推測される。これら SNAP の変化は臨床症状を伴わない症例にも見られることから軽症の絞扼性神経障害を評価する際に伝導速度の測定よりも鋭敏な検査と考えられる⁶⁾。

結語

1. 肘部管症候群の 13 例について SNAP の波形

解析を行った。

2. 波形の解析は SNAP 波形から、その移動平均を減じた後、実効値を求めて行った。

3. Control では、SNAP 波形を実効値でみると、上腕部では単一成分またはわずかに分散した波形が観察され、手関節部では単一成分であった。

4. 尺骨神経溝に関節症変化のある症例では、麻痺症状がない場合でも、SNAP の実効値波形の分散が認められた。

5. 手術側では術前、temporal dispersion が著明で実効値波形は分散していたが術後分散した波形成分の集合が認められた。波形の分散は手関節部よりも上腕部で著明であった。

6. SNAP の波形解析は、絞扼性神経障害の知覚神経機能を評価する際に、伝導速度の測定よりも鋭敏な検査と考えられる。

文献

- 1) 赤堀 治：肘部管症候群，整・災外，29：1745-1751，1986.
- 2) Basmajian, J. V., et al.: Muscle Alive. 5th ed., Williams & Wilkins, Baltimore, 94-99, 1985.
- 3) Brinley, F.: Excitation and conduction in nerve fibers. in Medical Physiology (Mountcastle, ed). 14th edn., Mosby, St. Louis, 46-81, 1980.
- 4) 生田義和 他：肘部管症候群に対する手術的治療，災害医学，20：447-454，1977.
- 5) Kimura, J.: Principles of nerve conduction studies. in Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle. F. A. Davis, Philadelphia, 83-104, 1983.

- 6) Odusote, K., et al.: An electrophysiological quantitation of the cubital tunnel syndrome. Can. J. Neurol. Sci., 6: 403-410, 1979.
- 7) Payan, J.: Electrophysiological localization of ulnar nerve lesions, J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 32: 208-220, 1969.
- 8) Rosenfalck, A.: Action potentials from sensory nerves in man in nerve damage and during recovery. in Nerve Repair and Regeneration. Mosby, St. Louis, 207-219, 1980.

質問 東京労災病院整形外科 松元 司

- ① 残差潜時との相関関係はどの程度ですか？
- ② 150 volt までですか、痛みは？ 患者の協力度は？
- ③ 従来の臨床所見、検査所見の中で最も相関関係が深いのは？

回答 信州大学整形外科 保坂 正人

- ① 潜時差と temporal dispersion との相関関係はまだ出していません。
- ② 軽い痛みを感じる程度を基準にして刺激しました。150 V で刺激した症例もありましたが検査に耐えられる痛みでした。

③ 臨床所見、他の検査所見との相関関係は検討中です。

質問 東芝中央病院整形外科 中川 稔史

針による SNAP の記録は、針の位置などによって波形が変わってしまうので、analyge を厳密にやることに意味があるのか。

正常人での Temporal dispersion もあるが、その点についての、今回の分析法では、持続時間の延長としてとらえられるのではないか。

追加 信州大学整形外科 中土 幸男

① 針電極記録と表面電極とでは、まったく異なる波形となる。詳細な temporal dispersion は針電極を用いて記録しなければむずかしい。

② その場合肘部管症候群では複雑な temporal dispersion 波形を呈するので、これをいくつかの波形の塊としてとらえようとして、実効値分析をした。その際の積分周期をどの程度にするかは、今後の問題として残る。

初期遅発性尺骨神経麻痺に対する 装具療法について

東京労災病院整形外科

橋本 隆・松元 司
栗国 順二・高田 裕康

順天堂大学医学部整形外科学教室

井上 久

石川島播磨重工病院整形外科

大木 恵

The Prosthetic Therapy of The Early Tardy Ulnar Palsy

Takashi Hashimoto, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo-Rohsai Hospital

We have experienced many cases of Tardy Ulnar Palsy in medical examination. We have treated them mainly by operation "King" method with Internal Neurolysis. Also, early tardy ulnar palsy are more often founded. Some of the patients are conscious of hypesthesia of ulnar nerve region in awakening. Mostly in them, they became aware of over 90 degree flexion of their elbow joints. We made Elbow Splint with mobility of 0-60 degree and gave the patients as night splint. Consequently, clinical symptom was decreased or almost vanished.

はじめに

外来診療において尺骨神経領域のしびれを訴えて来院する患者を比較的多く経験する。このような患者の中には早朝覚醒時にしびれ感の増強を訴えたり、しびれ感のために覚醒するような例がある。われわれはこのような症例に対し、夜間睡眠中の肘関節の持続的屈曲による尺骨神経溝部での神経の被圧迫が原因と考え、当院独自の考察による 0~60 度可動範囲の肘関節装具を作製し、night splint として使用させたところ、臨床症状の軽快あるいは消失が見られたので、若干の考察を加え紹介する。

対象および症例

尺骨神経支配領域である前腕尺側および小指が環指におけるしびれを主訴とし、尺骨神経溝部の圧痛やTinel 徴候、および尺骨神経領域に一致して他覚的に知覚鈍麻や異常知覚が存在し、病歴に早朝覚醒時のしびれ感の増強、しびれによる覚醒などがあるものを対象とし、装具装着前後、自覚症状の改善度を調べた。なお、明らかに頸椎症、頸椎椎間板ヘルニア、胸郭出口症候群などと診断出来るものは当然のごとく除外した。

症例は 25 症例 32 関節で男 10 例、女 15 例、年齢は 23 才から 65 才で平均 44.5 才、経過観察期間は 3 ヶ月

Key words: tardy ulnar palsy, prosthetic therapy, elbow split

Address for reprints: Takashi Hashimoto, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo-Rosai Hospital, 4-13-21 Ohmori minami, Ohta-ku, Tokyo 143, Japan.



Fig. 1 Elbow Splint (1)



Fig. 2 Elbow Splint (2)

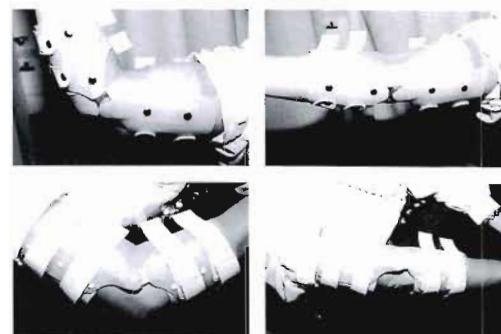
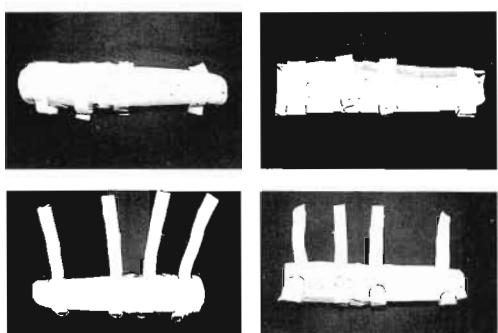


Fig. 3 Elbow Splint (3)

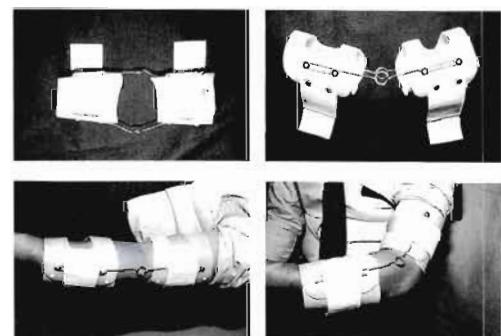


Fig. 4 Elbow Splint (4)

Table 1 Details of 25 patients with early tardy palsy (32 joints)

Sex	Male 10 (13 joints)	Female 15 (19 joints)
Age	23 y.o.~65 y.o.	mean 44.5 y.o.
Follow-up range & means	3 months~ 18 months,	mean 7.9 months

Table 2 Clinical evaluation

Excellent	normal
Good	Slight Sensory Disturbance No Problem of A. D. L.
Fair	Moderate Sensory Disturbance
Poor	No Improvement

から1年6ヵ月、平均7.9ヵ月でありそのうち今回直接装具の効果を検討し得た症例は20症例であった(Table 1)。

装具について

上記症例に対ししづれの症状が肘関節の屈曲による神経の被圧迫が原因と考え、初期はFig. 1, 2のように肘関節の伸展位保持装具を使用していたが、肘関節

の屈曲を主に制限するためにFig. 3のように支柱による0~60度の可動範囲をもつ装具に改良した。さらに現在では、装具の軽量化、易装着性を考え、Fig. 4のように支柱をピアノ線に変更し、上腕、前腕固定部もより軽量化を行い満足の行く状態を得ている(回内外はfree、装具の重量は137gである)。

結果

上記症例を赤堀の予後評価基準を改良したもの(Table 2)で検討すると、優3、良13、可8例、不可0例、評価不能1例の結果を得ている。

考察

尺骨神経麻痺はしばしば経験するきわめてポピュラーな疾患である。

その原因としては、1)小児期の外頸骨折に続発する外反肘を伴って発生する遲発性尺骨神経麻痺、2)変形性肘関節症によるもの、3)尺骨神経の亜脱臼に続発するもの、4)腫瘍、とくにガングリオンによる圧迫、5)肘のosteochondromatosis やリウマチ性滑膜炎に合

併する神経麻痺、6)先天性上腕骨滑車形成不全による内反肘に合併する尺骨神経麻痺、7)fibrous bandによるentrapment、8)その他、などが原因として考えられる。また診断は、

- 1) 知覚神経障害（支配領域のしびれ、Tinel' signなど）
- 2) 運動神経障害（筋萎縮、Froment sign, claw変形など）
- 3) 電気生理学的検査(E. M. G., S-N. C. V., M-N. C. V.)
- 4) 発汗障害
- 5) その他、などにより比較的容易である。

治療法としてわれわれは King 変法、さらには Neurolysis, Internal neurolysisなどの外科的療法を主としている。

しかし、外科的療法の対象となるほど症状のはなはだしくない軽度あるいは初期の症例に遭遇することも多い。すなわち、夜間、あるいは早朝覚醒時に尺骨神経領域に疼痛や強いしびれ感を自覚するが離床後30分位でそれらの症状が消退し、かつ前記診断上の諸症状がそれほど著明ではない赤堀の第一期程度で、また外科的療法に対して非協力的な症例である。この場合本人あるいは家族に就眠時の姿勢について詳細に尋ねると、就眠時に肘関節90度以上の屈曲位で寝ていることが明らかとなる。

すなわち肘関節の屈曲により尺骨神経が強く上腕骨内頸部に圧迫されたことによって初期または軽度の尺骨神経麻痺が発症していると考えられる症例である。

かかる症例に対しわれわれは放置して経過を観察するのみなく、前記のごとき装具を使った経験を報告した。結果は前記のごとくであり、全例症状は軽快し現時点では外科的療法の適応は無く、経過を観察中である。

評価不能の一例は一回の装着のみでしびれが軽快し自然軽快と思われる症例である。

赤堀の三期以上の症例に対してまで本法を薦める考へはないが1、2期の症例で外科的療法を嫌う症例、あるいは就学上や家庭内事情のために外科的療法をただちに実施し得ない症例に対して一度は本法を試みるのは良いことと考えている。

実施期間は3ヵ月を一応の目安と考えているが、症状の軽快した場合は隨時装具をはずしている。

本装具を用いたように屈曲による神経の圧迫を予防するだけで Neural Barrier の回復が計られて治療効

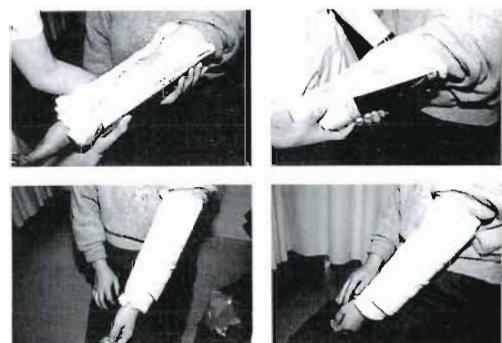


Fig. 5 Elbow Splint (5)
(The patient is using with magazine book.)

果のみられる case がかなりあるのではないだろうか。

Fig. 1 は同様な症例で装具のかわりに週刊誌を使用して肘関節の屈曲を予防するように薦めたところしびれの軽減が見られた例である。

われわれは3ヵ月経過後または3ヵ月以内でも症例の増悪する症例に対しては積極的に King 変法を薦める考えである。

今回は症例に含めなかつたが、遅発性尺骨神経麻痺手術後の症例にも肘関節過屈曲による神経の圧迫や癒着の増悪を予防する目的で本装具を使用しており、今後症例を増やして検討していきたい。

ま　と　め

尺骨神経領域のしびれを主訴とする患者に肘関節0~60度の可動範囲の肘関節装具を考案、経過を観察し良好な結果を得た。

参　考　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) 津下健哉：肘部管症候群における尺骨神経前方移動、整形・災害外科, 29: 1753-1757, 1986.
- 3) 渡辺好博：遅発性尺骨神経麻痺、整形外科 MOOK, 19: 250-258, 1981.
- 4) 神宝知行：知覚神経伝導検査、診断と治療, 75: 846-850, 1987.
- 5) 駒井郁生：肘頭骨折部における impingement による尺骨神経麻痺の1例、関東整災誌, 17: 555-557, 1986.
- 6) 井上 久 他：遅発性尺骨神経麻痺に対する King 法の検討、整形外科, 30: 1563-1566, 1979.

- 7) 井上 久 他：肘部管症候群の私の治療法、整形・災害外科、25：1384-1387、1982.
 8) 大木 豊 他：肘管症候群の手術療法について、整形外科と災害外科、34：77-80、1985

質 問 東京大学整形外科 長野 昭
 手根管症候群の場合の朝のしごれは特徴的症状ではあるが、遅発性尺骨神経麻痺ではほとんど経験しない。先生の例では全例あったようだが、それからみると先生の例は別な要素をもっている症例ではないか。

回 答 東京労災病院整形外科 橋本 卓
 今回調査し、装具を装着した症例は全例、初期の遅発性尺骨神経麻痺の症例と考えている。

回 答 東京労災病院整形外科 松元 司
 ①われわれの報告した例は、全例赤堀のⅠ、Ⅱ度に該当する症状を有していました。
 ②本疾患はある日突然発症するのではありません。徐々に徐々に発症してくる。したがってPre-Ⅰ度という状態もある。此の状態の人に本装具は一層有効です。

質 問・発 言 福岡大学筑紫病院 松崎 昭夫

私は夜間痛は血行障害によると思っていますので夜間痛をとるのには非常によい方法だと思いますが、①長期みれば外した後また再発するのではないか、②Subluxなどが基にあるものには適応ないのでないか、これは繰り返しの機械的な内容もあり昼間運動も関係あり、このような特質のみでは治療出来ないと思いますが、ただシビレのみについてはよい方法と思います。

回 答 東京労災病院整形外科 橋本 卓

現在最長1年6ヶ月まで経過をみてきているが症状の再発した症例はまだ1例もありません。

発 言 岩手医科大学整形外科 阿部 正隆

前腕尺側のシビレは肘部管とは直接関係がないのではないか？ 経扼を軽減させる目的でのご発表のスプリント療法の考えには賛成である。

発 言 慶應医科大学形成外科 児島 忠雄

軽度の神経症状を呈するものには、夜間就眠時、肘関節を伸展するよう注意しているが、演者の方法はこのような症例に対しては大変よいと考えます。

腕神経叢損傷のサーモグラフィー所見

東京大学医学部整形外科学教室

沖 永 修 二・杉 岡 宏
中 川 種 史・三 上 容 司

東京大学医用電子研究施設

満 渕 邦 彦

Thermographic Evaluation of Brachial Plexus Injuries

Shuji Okinaga et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo

In order to clarify the value of thermography for the diagnosis of brachial plexus injuries, the relationships between skin temperature of the hand and the distribution of nerve lesions were analyzed in 19 patients with traction lesions of the brachial plexus.

In each of the patients, the association of vascular injury was ruled out. The skin temperature of both the palmar and dorsal aspects of the bilateral hands were measured with a computer interfaced, color telethermographic instrument. Differences between the average temperatures of the corresponding segments on both sides were calculated. Differences of 0.4°C and more were evaluated as significant. The localization of nerve lesions was made based on physical findings, electrophysiological examinations (i.e. EMG, SNAPs, SEPs), myelography, and operative findings.

The skin temperature differences were grouped into four groups, namely, increased in the whole hand, no difference, decreased in the whole hand, and decreased in part of the hand. In the 11 patients with increased temperature in the whole hand, the distribution of nerve lesions varied greatly, from postganglionic ruptures only at C5 and C6 to preganglionic avulsion at C5 to T1. However, none of them had postganglionic involvement in C7, C8 and T1 components. In the 4 patients without temperature difference, the distribution of nerve lesions also varied greatly. None of them had postganglionic involvement in C8 and T1 components. All of the 3 patients with decreased temperature in the whole hand had total paralysis, and commonly had postganglionic involvement in C8 or T1 component, irrespective of the presence of preganglionic lesions. The patient with decreased temperature in part of the hand had Dejerine-Klumpke's paralysis and had preganglionic and postganglionic combined lesions at least in either of C8 or T1.

These results suggest that decreased temperature in the hand area suggests the presence of postganglionic involvement in C8 or T1 component. We believe noninvasive thermographic examination can be a useful tool in brachial plexus surgery for screening the associated postganglionic lesion, especially in infant patients.

緒 言

ところなんらかの侵襲的な検査法が必要である。しかしも侵襲的な検査法の診断能力にも限界があるため、最終的に展開術を必要とする場合が多い。

腕神経叢損傷での損傷部位を診断するには、現在の

Key words : thermography, skin temperature, brachial plexus injury, sympathetic nerve, supersensitivity
Address for reprints : Shuji Okinaga, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113, Japan

一方、非侵襲的な検査法であるサーモグラフィーを末梢神経損傷の評価に用いようとする試みがある²⁾。この研究の目的は、腕神経叢損傷の部位とサーモグラフィー所見との関係を調べることによって、サーモグラフィーが腕神経叢損傷の損傷部位の診断に有用であるかを明らかにすることである。

方 法

対象は腕神経叢損傷患者 19 例 19 肢で、性別は男 17 例、女 2 例、年令は 9 才から 38 才、平均 20.0 才、左右別では右 11 例、左 8 例であった。血管損傷による皮膚温への影響を除外するため、肘部での上腕動脈収縮期血圧の左右差が 20 mmHg 以上あるものは対象から除外した。臨床所見から大別した麻痺の型は、全型 5 例、C5, C6 型 3 例、C5, C6, C7 型 5 例、C5, C6, C7, C8 型 5 例、C8, T1 型 1 例であった。受傷から検査までの期間は 3 週から 4.5 ヶ月、平均 3.6 ヶ月であった。

サーモグラムの撮影には富士通製インフラアイ T160 を用いた。室温 26~28°C の室内で 30 分以上温度訓化をおこなった後、両側上肢前後面のサーモグラムを撮影した。撮影した画像を磁気 disk に記録したのち、左右比較のための画像処理をおこなった。左右の画像上で対応する画素をもとめ、これを再構成して左右の温度差を画像化した。手掌、手背では、中央部の画素数約 400 個に対応する領域について、指では各指の全領域について平均温の左右差を求めた。平均温の左右差が 0.4°C 以上ある場合を有意な変化と判定した。

腕神経叢の損傷部位の最終的な診断は、理学所見、筋電図、知覚神経活動電位、大脳誘発電位、脊髄造影、手術所見を総合して下した。各症例について腕神経叢の損傷部位とサーモグラフィー所見との関連を調べた。

結 果

温度変化は 4 種類に大別できた。手全体に温度上昇があつたもの 11 例、温度差がなかったもの 4 例、手全体に温度低下があつたもの 3 例、手の一部に温度低下があつたもの 1 例であつた。

温度上昇があつた 11 例の損傷部位は、全根節前損傷 (Fig. 1) から、C5, C6 だけが節前・節後の重複損傷 (Fig. 2) まで、さまざまであった。共通することは C7, C8, T1 の 3 根の成分に節後損傷の要素がないことであつた (Table 1-A)。温度変化のなかつた 4 例の損傷

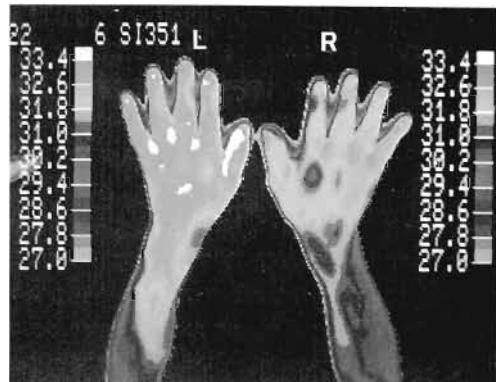


Fig. 1 A 38-year-old man who had preganglionic avulsion of C5 to T1 on the left side. Note the markedly increased temperature in the whole area of the left hand.



Fig. 2 A 17-year-old man who had preganglionic and postganglionic combined lesions at C5 and C6 on the left side. Note the increased temperature in the whole area of the left hand, although no sensory deficits could be found with clinical examinations.

部位は、C5~C7 節後損傷、C8, T1 節前損傷の全型損傷 1 例、C5, C6 節前損傷、C7 節後不全損傷 2 例、C5, C6 節前損傷 2 例であつた。共通することは、C8, T1 の 2 根の成分に節後損傷の要素がないことであつた (Table 1-B)。温度低下があつた 4 例のうち、手全体に温度低下があつた 3 例の損傷部位は、全型鎖骨下損傷 1 例 (Fig. 3)、全根引き抜きに鎖骨下損傷を併合したもの 1 例、C8 だけが節後損傷で残りの 4 根が節前損傷のもの 1 例 (Fig. 4) であつた。手の一部に温度低下を生じた 1 例は C8, T1 の節前節後重複損傷例であつた (Fig. 5)。この 4 例に共通することは、C8, T1 成分

Table 1 Distribution of nerve lesions.

- A : Cases with increased temperature.
 B : Cases without temperature difference.
 C : Cases with decreased temperature.

	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	T ₁	No. of Cases
A	○	○	○	○	○	1
	●	○	○	○	○	1
	○	○	○	○	N	5
	○	○	○	N	N	2
	●	●	N	N	N	1
	○	○	N	N	N	1
B	●	●	●	○	○	1
	○	○	●	N	N	2
	○	○	N	N	N	1
C	●	●	●	●	●	1
	○	○	○	○	○	1
	○	○	○	●	○	1
	N	N	N	○	○	1

- PREGANGLIONIC LESION
- POSTGANGLIONIC LESION
- COMBINED LESION
- N NORMAL

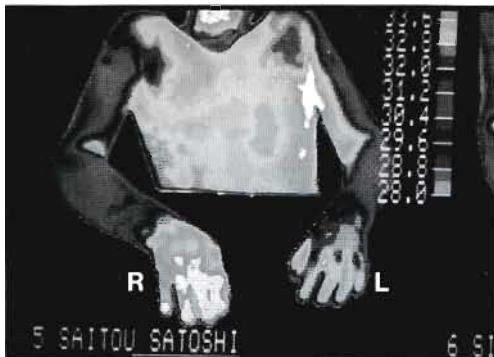


Fig. 3 A nine-year-old boy who had total paralysis due to infraclavicular lesions on the left side. Note the decreased temperature in the whole area of the left hand.

に、節前損傷の有無にかかわらず節後損傷があることであった (Table 1-C)。

考 察

神経損傷にともなって皮膚温が変化する現象は、手の場合、主として交感神経の血管取縮機能の変化による。しかしその生理学的機序には明らかでない点が多い。



Fig. 4 A 17-year-old man who had preganglionic avulsion at C5, C6, C7 and T1, and a postganglionic rupture at C8 on the left side. Note the area of less decreased temperature surrounded by the area of markedly decreased temperature in the left hand.

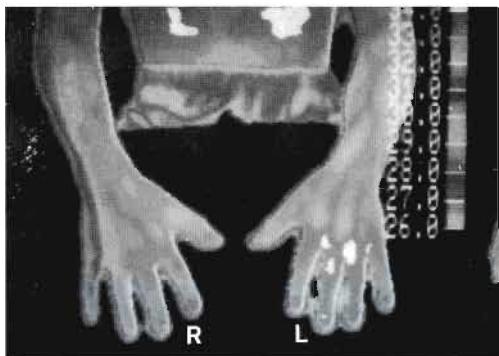


Fig. 5 A 20-year-old man who had a preganglionic and postganglionic combined lesion of at least either C8 or T1 on the right side. Note the area of decreased temperature restricted on the ulnar side of the right hand.

い。今回温度上昇と温度低下という異なる変化を生じた機序を推測してみると、温度低下については通常の末梢神経損傷の場合と同じ機序が有力である。つまり、交感神経節後線維が損傷され、血管平滑筋に循環血液中の cathecolamine に対する supersensitivity が生じる結果、一過性の血管拡張の後に持続的な血管収縮を生じて温度が低下する。これに対して温度上昇の機序は不明であるが、交感神経の損傷高位の違いによる可能性がある。交感神経節前線維だけの損傷の場合には、筋後線維の損傷とくらべて supersensitivity を生じにくいい¹¹という報告があり、血管取縮機能の低下

による血管拡張が長期間持続し、温度上昇のままにとどまる可能性がある。

これらの機序を現在明らかにされている腕神経叢内の交感神経の経路に当てはめてみると、いずれの神経根でも、灰白交通枝の合流点よりも末梢の損傷では交感神経節後線維の損傷を生じ、温度低下の原因となり得る。一方、白交通枝を含む C8, T1 根、または T1 根一いずれであるかは個体により異なる一の引き抜き損傷、および交感神経幹の損傷は交感神経節前線維の損傷となり、温度上昇の原因となり得る (Fig. 6)。ほかの根にくらべて C8, T1 根の損傷が手の温度変化に強く関連する理由は、灰白交通枝の数がこの二根に集中して多い⁸⁾ことから、手に分布する交感神経線維を多く含むことによると考える。

腕神経叢損傷の部位診断に交感神経の機能を利用しようとする試みは⁹⁾すでに報告がある。これらと比べてサーモグラフィーの長所は、非侵襲的、非接触的に、上肢全体を、短時間で評価できることである。しかしながら末梢神経損傷の評価に皮膚温の変化をもついることについてはいくつかの問題がある。第一は皮膚温の空間的、時間的な安定性である。今回有意な左右差の基準を 0.4°C とした³⁾が、症例での左右差はほとんどの部分でこれをはるかにこえたために判定閾値の影響はないと考えた。時間的な変化については、初期の症例で経時的な変化を調べたが、温度上昇例は 6 ~ 8 カ月を過ぎると低温化する傾向があった。一方、supersensitivity が完成する期間は 10 日程度である⁴⁾との報告があった。そこで受傷から検査までの期間を 3 週から 4.5 カ月に限った。

第二の問題点は皮膚血流以外の因子が皮膚温におよぼす影響である。今回手関節よりも近位では、深層の筋に麻痺がある場合、神経損傷の部位に関係なく温度低下を生じた。これは筋血流の影響であると考えるが、このため評価範囲を手に限らざるを得ず、上位神経根については損傷部位と温度変化との関係を評価出来なかつた。

腕神経叢損傷に対するサーモグラフィーの診断的な意味は、現段階では C8 または T1 成分に節後損傷の要素があることを示すにとどまった。しかしサーモグラフィーはまったく非侵襲的な検査であることから、神経移植や神経移行術を行う場合に末梢の合併損傷を screening するのに有用であり、特に診断情報を得ることが困難な小児例に有用である²⁾と考える。

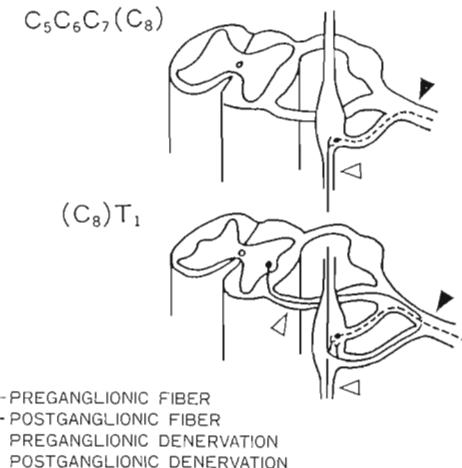


Fig. 6 A scheme of sympathetic tracts in cervical roots and possible modes of sympathetic denervation. A lesion distal to the point where gray rami join with each nerve root can result in post-ganglionic sympathetic denervation. Avulsion of T1 or of both C8 and T1, and involvement of sympathetic trunk can result in preganglionic sympathetic denervation.

結語

腕神経叢損傷で、サーモグラフィー上、手に温度低下がある場合には、C8 または T1 成分に節後損傷の要素がある。

文献

- Hampel, C. W.: The effect of denervation on the sensitivity to adrenaline of the smooth muscle in the nictitating membrane of the cat, Am. J. Physiol., 111: 611-621, 1935.
- 池川 志郎 他：分娩麻痺におけるサーモグラフィー所見の検討, Biomedical Thermography, 7: 108-111, 1987.
- 満渕 邦彦 他：正常例における体表温の左右差, Biomedical Thermography, 7: 66-68, 1987.
- 大串 直太 他：足背および腎血管の交感神経切断後の過敏性, 自律神経, 17: 130-134, 1980.
- 桜井 実：プロムフェノールブループリンティング発汗描出法—特に腕神経叢損傷の高位診断における有用性について, 日災害医誌, 22: 1066-1074, 1974.
- Sunderland, S.: The distribution of sympathetic fibers in the brachial plexus in man, Brain, 71: 88-102, 1948.
- Uematsu, S., et. al.: Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury, J. Neurosurg., 62: 716-720, 1985.

腕神経叢損傷—腋窩、肩甲上神経損傷例の 治療と予後

東京大学医学部整形外科学教室

落合直之・長野昭

沖永修二・村島隆太郎

虎ノ門病院整形外科

立花新太郎

Brachial Plexus Injuries —Surgical Treatment of Combined Injuries of the Axillary and Suprascapular Nerves

Naoyuki Ochiai, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Tokyo University

Since 1984, 25 cases of combined injuries of the axillary and suprascapular nerves were treated. In this paper, 18 surgically treated cases are analysed regarding operative findings and results of nerve grafts. All cases were male, 13 to 23 years-old (ave. 18.6), and mainly motorcycle drivers, involved in traffic accidents. The time from trauma to operation was 2 to 8 months, and 16 cases were operated on within 4 months. Contusion about the shoulder was recognized in 12 cases, but a dislocation of the shoulder was found in only one case. Operative procedures for axillary nerve were free sural nerve grafts in 16 cases, and neurolysis in 2 cases. Those of the suprascapular nerve were free sural nerve grafts in 12 cases, abandon of repair in one case, and conservative in 5 cases. The lesions of the axillary nerve extended from division of posterior cord to the quadrilateral space, and in 16 cases they were more than Sunderland grade 4. In suprascapular nerves, the lesions were all above grade 4, and multiple injured sites were found in a nerve, namely proximal to the scapular notch in 6 nerves, at the notch in 8 nerves, under the spina scapulae in 3 nerves, and just proximal to motor point of infraspinatus in 2 nerves.

The results of 9 cases, follow-up of which was more than 1 year were as follows, about the deltoideus muscle, MMT (5) in 2 cases, (4) in 5 cases, (3) in one case and (2) in one case and concerning infraspinatus muscle, more than (3) in 6 cases (graft 2, conservative 4), (0) in one case (abandon of repair), (1) in one case and (2) in one case. Regarding abduction of the shoulder, normal was in 4 cases, more than 90 degrees in 2 cases, and less than 90 degrees in 3 cases. In those poor cases MMT of infraspinatus was less than (2), and the suprascapular nerve was not traced until motor points of the infraspinatus muscle during the operation.

When denervated pattern is recognized 1 month after trauma, exploration is necessitated. The saber cut incision is convenient for offering good operative fields to repair the suprascapular nerve. It is important to check the status of the suprascapular nerve until the insertion to the infraspinatus muscle, because the shoulder abduction relies on a good recovery of it.

Key words: brachial plexus injuries, axillary nerve, suprascapular nerve, nerve graft, shoulder abduction

Address for reprints: Naoyuki Ochiai M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Tokyo University, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.

Cases in Each Year

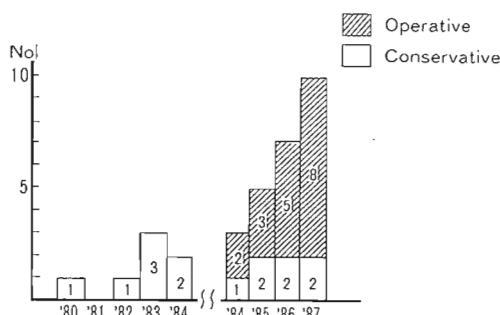


Table 1 For this type of injuries, exploration and free nerve graft were started in 1984.

はじめに

これまで腋窩神経閉鎖性損傷に保存療法を行ってきたが、中には成績不良例があった⁶⁾。

1982年 Petrucci は21例の腋窩神経単独損傷の局所を展開し15例に神経移植を行った⁷⁾。そこで、われわれは1984年に、腋窩、肩甲上神経合併損傷例の局所を展開し両神経の断裂所見を得た。以来、一層の成績向上を計るために腋窩、肩甲上神経損傷を主体とする症例に対し積極的に局所を展開してきた。

今回、本損傷例の治療法ならびに手術成績について報告する。

対象

1980年から1987年までの本症は32例で、Table 1のごとく年々増加している。今回は1984年の手術第一例以降治療した25例のうち手術例18例を分析した。

18例全例男性で左10例右8例、年令は13~23才平均18.6才であった。

受傷から手術までは2ヵ月から8ヵ月で16例89%は4ヵ月以内であった。

受傷原因は何れも交通外傷でオートバイ事故16例、自動車事故1例、自転車乗車中自動車にはねられたもの1例であった。合併損傷はTable 2のごとく肩脱臼は1例と少なく骨関節損傷を認めないものが11例61%を占めた。しかし、肩を少なくも強打したものは12例あった。

Tinel 徴候は18例中9例で陰性であった。

本症は腋窩、肩甲上神経損傷が主体であるが時に上

Table 2 Concerning associated bone and joint injuries, the dislocation of the shoulder was found in only one case, whereas contusion around the shoulder was recognized in 12 cases.

Shoulder dislocation	1
ACJ dislocation	1
Fracture of clavicular and/or scapula	5
None	11
Total	18

cf. Contusion of shoulder in 12 cases

腕二頭筋、上腕三頭筋、大胸筋、腕橈骨筋、広背筋などにも筋力低下を認めた。すなわち5例では初診時の広背筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、大胸筋、腕橈骨筋のMMTは(0)~(2)であった。しかし、手術所見では腋窩、肩甲上神経に比べるとこれらの筋の支配枝の損傷はいずれも軽度で特別な処置をせず正常に回復した。

術式、腋窩神経は遊離神経移植16例、神經剝離2例、肩甲上神経は遊離神経移植12例、修復放棄1例、手術時までに回復を認め展開しなかったもの5例であった。なお、遊離神経移植には腓腹神経を用いた。腋窩神経で3~9cm、2~3本、肩甲上神経で3~11cm、1~3本を用いた。

腋窩神経の損傷部はどれも後索分岐部から quadrilateral space 入口部まで、やや硬く腫大した2例を除く16例は Sunderland 4度以上と判断した。すなわち、断裂4例、薄い膜状瘢痕でつながっていたもの2例、硬く腫大した瘢痕でつながったもの10例であった。

肩甲上神経の損傷部は、肩甲切痕より中枢6神経、肩甲切痕部8神経、肩甲棘深部通過部3神経、棘下筋停止部近位2神経と Fig. 1 に示すように多岐に渡り同一症例でも Table 3 のごとく複数箇所の損傷を認めた。損傷はいずれも Sunderland 4度以上と判断された。

神経移植後三角筋と棘下筋の再神経支配の時期は、腋窩神経では4ヵ月から7ヵ月に対し、肩甲上神経では4ヵ月から13ヵ月におよんだが4から6ヵ月が通常で、9ヵ月と13ヵ月の2例は予後不良であった。

手術例18例中術後1年以上経過した9例の成績を三角筋の筋力でみるとMMT(5)2例、(4)5例、(3)1例、(2)1例であった。棘下筋の成績はMMT(3)以上が6例、うちわけは移植2例自然回復4例である。(0)は肩甲上神経修復を断念した第一例で、(1)(2)

Operative Findings (Suprascapular N.)

case	Scar Proximal to Incisura	Rupture at Incisura	Scar at Spina Scapulae	Scar near to IS Motor Point
1. K.S.*				
2. S.S.*				
3. K.T.				
4. K.H.				
5. Y.A.	■			
6. T.O.	■	■	■	
7. K.T.*		■		
8. A.S.		■		■
9. H.Y.		■		
10. Y.S.		■	■	
11. H.S.		■		■
12. T.Y.				
13. T.I.		■		

■ : lesion

Table 3 Multiple lesions were recognized in the suprascapular nerve in 5 cases.

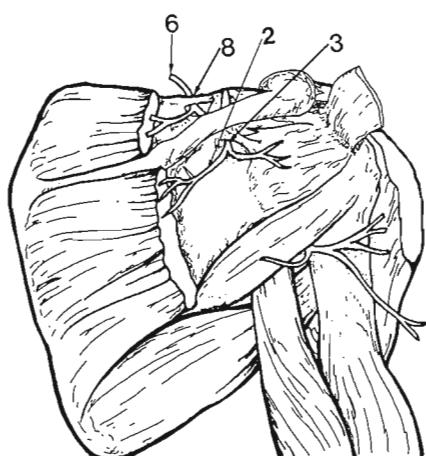


Fig. 1 Lesions in suprascapular nerve were distributed from proximal to the scapular notch, at the notch, under the spina scapulae, and to near to motor point of the infraspinatus muscle.

は移植した2例だが肩甲上神経を末梢まで追跡しなかった初期例である(Fig. 2)。

肩外転は正常4例、90度以上2例、90度未満3例で棘下筋の回復不良例が肩外転90度未満の成績不良例であった。

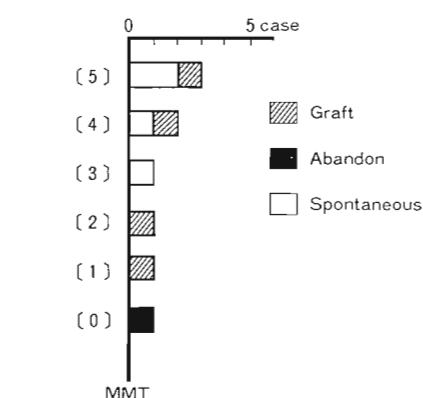


Fig. 2 Results of infraspinatus muscle in 9 cases, follow-up of which was more than 1 year after operation.

考 察

Seddon, 著者らは腋窩神経損傷に肩甲上神経損傷が合併することが多いことを指摘した^{6,8)}。

腋窩神経の受傷原因として肩脱臼時の牽引力が重視されている。しかし、Coene らの報告では腋窩単独損傷21例中12例に肩脱臼を認めるも、腋窩神経と肩甲上神経の合併例では15例中4例に認めたのみである³⁾。われわれの手術例18例でも1例と少なく、本症では肩脱臼以外の損傷機転を考えざるをえない。腋窩神

経の術中所見は断裂、あるいは断裂に準ずる瘢痕組織での連続性を認め腋窩神経分岐付近に牽引力が働いたことを示している。Leffert は牽引力が固定点により近くで作用した方が神経の障害は強いことを示唆している⁵⁾。Burge も腕神経叢の分岐は筋停止部までの距離が短いほど一定の伸展に対する伸び率が大きく、したがって牽引損傷を受けやすいと述べている²⁾。腋窩神経は quadrilateral space で固定されており後索から固定点までの距離は短かく牽引損傷を受けやすい。Sunderland は肩甲切痕で肩甲上神経は比較的固定されていると述べている⁹⁾。われわれの手術した 18 例では肩甲切痕中心に障害が広がっていた。このことは肩甲骨の転位時切痕を中心に牽引力が作用したことを裏付けている。

本症は障害の程度に差はあるが、堀内らが指摘したごとく腕神経叢分枝の牽引損傷の一損傷型と考えるべきで¹⁾、肩周辺の強打により肩甲帯転位を来し両神経の牽引損傷を引き起こすものと考える。

本症の予後に関し Alnot は 3 例の経験から、肩甲上神経は修復不能で予後不良と報告している¹⁾。Coene も肩甲上神経には神経移植せず 13 例中棘下筋の回復の悪い 7 例の成績が不良と報告している³⁾。われわれの予後不良例は 3 例で肩甲上神経修復放棄 1 例と、肩甲上神経の障害範囲が肩甲切痕部に留まらず筋停止部までおよぶ可能性を認識する以前の症例で同神経を棘下筋まで十分追跡せずに移植した 2 例であった。したがって、本症の手術では側臥位でサーベル切開を用い肩峰より僧帽筋をはずし肩甲上神経の全走行を十分観察すべきである。

手術時期に関しては Burge, Coene, 堀内は早期展開をすすめている²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。今まで axonotmesis と neuromesisis を区別する方法は試験的展開術のみであり、われわれも受傷後 1 ヵ月を過ぎて完全変性所見を呈するものは早期に展開すべきと考える。

結論

1. 本症では両神経とも断裂することがある。
2. 1 ヵ月以降早期に展開し損傷程度を確認すべきである。
3. 肩甲上神経は複数箇所で損傷されるので十分末梢まで展開すべきである。
4. 展開には腋窩前面から鎖骨中央を通り腋窩後面に至るサーベル切開がよい。
5. 本症における遊離神経移植は良好な断端間へ架

橋すればその予後は良い。

6. 肩外転は棘下筋の回復に依存している。

参考文献

- 1) Alnot, J. Y., et al.: Les lesions du nerf circonflexe a propos de 19 cas. Revue de Chirurgie Orthopédique, 69: 539-546, 1983.
- 2) Burge, P., et al.: Patterns of injury to the terminal branches of the brachial plexus. J. Bone Joint Surg., 67-B: 630-634, 1985.
- 3) Coene, L. N., et al.: Surgical management of axillary nerve lesions, isolated or combined with other infraclavicular nerve lesions. Peripheral Nerve Repair and Re-generation, 3: 47-65, 1986.
- 4) 堀内行雄 他: 腕神経叢部損傷の治療, 日手会誌, 4: 169-173, 1987.
- 5) Leffert, R. D., et al.: Infraclavicular brachial plexus injuries. J. Bone Joint Surg., 47-B: 9-22, 1965.
- 6) 落合直之 他: 腋窩神経損傷, 整形外科, 32: 612-616, 1981.
- 7) Petrucci, F. S., et al.: Axillary nerve injuries—21 cases treated by nerve graft and neurolysis. J. of Hand Surg., 7: 271-278, 1982.
- 8) Sir Herbert Seddon: Surgical disorders of the peripheral nerves. 2nd ed., Churchill Livingstone, 1975.
- 9) Sunderland, S.: Nerves and nerve injury. 2nd ed., Churchill Livingstone Edinburgh London and New York, 1978.

質問 大阪市立大学整形外科 松田 英雄
Infraspinatus まで explore されているのをみて、感服いたしました。私たちの例では、notch より中枢で graft をした場合とその末梢で行った場合を比べますと、後者の方が悪いように感じております。先生の症例では、いかがでしたでしょうか。

回答 東京大学分院整形外科 落合 直之

①必要なものは、すべて肩甲切痕を越えて移植している。

②肩甲切痕を越えたときと、越えないときとで移植成績に差があるかは、症例数少なく判定しえないが、むしろ、肩甲上神経の牽引損傷は広範、複数箇所におよぶので、末梢まで十分展開して神経の状態を確認するか否かが成績を左右すると考える。

質問 慶應大学整形外科 高山真一郎

①肩甲上神経損傷の成績が不良な原因として末梢だけでなく、かなり中枢側の損傷をともなう例があると考えている。切除→移植範囲の定め方および中枢側の長い部分にまで変性が認められた症例の有無について。
②また末梢の筋肉から引き抜かれた症例があつたか。（われわれは肩甲上神経が棘下・棘上両者から引き抜かれた症例を経験し、direct neurotizationを行った

が成績は不良でした。）

回 答 東京大学分院整形外科 落合 直之

①肩甲上神経の中枢側の状態は、Trial Sectionをして健丈な Funiculus の出現を確認する。上幹の分岐部までおよんだものはない。

②棘下筋では経験はないが、棘上筋では、移植神経の一部をdirect neurotization した一例がある。

腕神経叢麻痺に対する知覚機能再建

信州大学医学部整形外科学教室

中 土 幸 男・斎 藤 覚
保 坂 正 人・多 田 秀 穂
神 平 雅 司

Reconstruction of Sensory Function for Brachial Plexus Palsy

Yukio Nakatsuchi, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Reconstruction of sensory function using sensory nerve transfer was performed simultaneously with reconstruction of motor nerves in 11 brachial plexus palsies and postoperative sensory recovery was evaluated. The patients consisted of 10 palsies of total type and a one of lower type. At least three lower roots were avulsed in all cases; 7 cases had avulsions of three roots, 3 of four roots, and one of all five roots. The state of the root injury was examined during surgery macroscopically and by electrodiagnosis consisting of somatosensory evoked potentials and sensory nerve action potentials. Multiple nerve transfers were performed for motor nerve reconstruction in 10 patients and simple nerve grafting between proximal root stumps and distal nerve stumps in one case. Simultaneously, in order to reinnervate sensory organs of the hand the supraclavicular nerve was transferred using interpositional nerve grafts to the median nerve, the connecting branch between the median nerve and the medial cord, or the medial cord.

Postoperative follow-up of the 11 cases ranged from 4 years and 6 months to 1 year and 9 months (3 years and 1 month on average). Tinel's sign reached the finger-tips as the terminal parts in 10 cases, taking from 3 years to 7 months (1 year and 7 months on average). Finger stimulation by light touch with a writing brush caused sensation in the receptive field of the supraclavicular nerve in 4 cases, in 3 of which finger discrimination was possible. Stimulation by strong and wide touch with a reflex hammer caused sensation in 10 cases. On the other hand, stimulation by pin-prick and roulette produced sensation in one case only and 4 cases, respectively. In static two-point discrimination there was no case within 20 mm. Thermal sensation was restored in 6 cases, although incomplete. Return of perspiration in the hand examined by BPB test paper was found in cases, in 3 of which it was clear.

There is inevitably a limitation in the reinnervation density of the sensory organs of the hand and finger with this method because of the sparseness of innervation density in the receptive field of the supraclavicular nerve. Nevertheless, return of sensory function to a nearly protective level can be expected with the method.

はじめに

腕神経叢麻痺に対する機能再建はこれまで主として

運動機能の再建に主眼が置かれてきた。しかし、全型および下位型麻痺では少なくとも protective sensation 程度の手の知覚機能を同時に再建して知覚情報

Key words: sensory reconstruction, nerve transfer, brachial plexus palsy, supraclavicular nerve, median nerve

Address for reprints: Yukio Nakatsuchi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine, Asahi 3-1-1, Matsumoto 390, Japan.

を獲得させることは、麻痺上肢によって有用と思われる。われわれは外傷性腕神経叢麻痺例に対して、運動機能再建と同時に知覚神経移行による知覚機能再建を試み、その評価を行なった。

症 例

知覚神経移行術を行なった症例は 11 例で、男 10 例女 1 例、手術時年令は 16 から 53 才、平均 25.8 才であった。罹患側は右 6 例、左 5 例で、麻痺型は全型麻痺 10 例、下位型麻痺 1 例であった。受傷原因是、オートバイ事故によるもの 7 例、ベルトコンペア 2 例、スキー、乗用車各 1 例であった。受傷から手術までの期間は、最短 35 日、最長 250 日、平均 98 日であった。術中の肉眼的および電気生理学的検査による根の損傷状態は、全例少なくとも下位 3 根は引き抜かれており、3 根引き抜き 7 例、4 根引き抜き 3 例、全根引き抜き 1 例であった。下位型麻痺の 1 例を除いて、引き抜き根以外の上位根はすべて節後断裂を呈していた。引き抜き根の状態をみると、肉眼的にすでに椎間孔より神経根が引き抜かれている例は 6 例で、残る 5 例では神経根の光沢の異常、緊張の低下、周囲の瘢痕形成などは認められるものの肉眼的には椎間孔外での根の引き抜き所見はなかった。これらの例では、臨床症状と、術中の SEP (somatosensory evoked potential) よび SNAP (sensory nerve action potential) 検査³⁾で節前型神経根断裂（根引き抜き）と診断した。

運動機能の再建には、multiple nerve transfer²⁾を 10 例、節後断裂根から遠位端へ神経移植のみを行なったもの 1 例であった。同時に、手の知覚機能の再建を目的に、全例に鎖骨上神経を donor とした知覚神経移行術を行なった (Fig. 1)。これに対する recipient nerve は正中神経の内側神経索成分 (3 例)、正中神経幹 (7 例)、および内側神経索 (1 例) であった。全例において移植神経を介して神経移行が行なわれた。移植神経には全例に腓腹神経が採取して用いられ、その長さは最短 5 cm、最長 15 cm、平均 9.1 cm であった。本数は 2 本が最も多く (7 例)、1 本 (3 例)、3 本 (1 例) であった。

手 術 方 法

鎖骨上神経は頸神経叢の知覚神経の一つで、第 3 および 4 頸神経根から形成される。胸鎖乳突筋の後縁で筋膜を貫いて下降し、medial, intermediate, lateral (posterior) の 3 本に分枝して¹⁾、鎖骨上窓と肩の皮膚

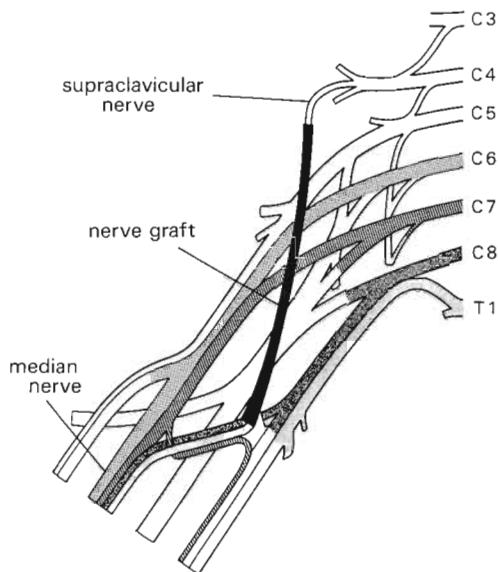


Fig. 1 Schematic drawing of sensory nerve transfer for brachial plexus palsy. In order to reinnervate sensory organs of the hand the supraclavicular nerve was transferred using interpositional grafts to the connecting branch between the median nerve and the medial cord.

知覚を支配する。このうちの 1 本、medial もしくは intermediate を同定して、知覚神経移行の donor とした。なお、術前に本神経の支配領域に知覚障害がないかどうかを調べておく必要がある。腕神経叢の展開は、胸鎖乳突筋後縁から鎖骨に沿って外側に向かい、さらに三角筋・大胸筋溝に沿って下降する通常の侵入法を用い、知覚移行のための新たな切開を必要としなかった。下位神経根 (C8, T1) もしくは下神経幹のうち正中神経への内側神経索からの成分枝を鎖骨下窓で同定した。正中神経は外側神経索からの交通枝 (C6 & C7) と内側神経索からの交通枝 (C8 & T1) の 2 本の交通枝から構成される。手掌橈側の正中神経知覚領域はこの内側神経索からの神経線維で支配されている。この内側神経索からの分枝を切離しこの遠位端と、鎖骨上神経遠位端との間に神経移植を行なった (Fig. 2)。なお、上述のごとく、下位神経根では臨床所見ならびに術中電気検査上は節前断裂にもかかわらず、術中の肉眼所見では椎間孔外では根の断裂は認められず、連続性を保っている症例にしばしば遭遇した。このような例では、椎間孔内の神経線維の連続性の可



Fig. 2 Operative procedure of multiple nerve transfers including sensory nerve transfer in a case of complete palsy of the left brachial plexus palsy (case 11 in Table 1). Ruptured C5 and C6 roots were available for nerve graftings which were performed between C5 and the supraclavicular nerve, and between C6 and the long thoracic nerve and the radial and musculocutaneous nerves. Additionally sensory nerve transfer was done from the supraclavicular to the median nerve. Arrows indicate both proximal and distal suture lines of the transfer. Note; SC: supraclavicular nerve, M: Median nerve, LT: long thoracic nerve

能性もあると考え、神経根部には操作を加えなかった。術後は 10 日から 14 日間の頭部から体幹のギブス固定の後、関節他動運動を開始した。定期的に診察を行ない、運動機能の評価とともに Tinel 徴候の下降を観察した。Tinel 徴候が指尖部に達した時点で、知覚機能の評価と、知覚神経活動電位の導出を検査した。

結 果

Table 1 は術後成績をまとめたものである。11 例の術後観察期間は最長 4 年 6 カ月、最短 1 年 9 カ月、平均 3 年 1 カ月であった。このうち 10 例で、Tinel 徴候は指尖部まで達し、1 例では術後 3 年 7 カ月経過してもかかわらず Tinel 徵候は手関節部までであった。前者の 10 例で、Tinel 徵候が terminal の指尖部まで達するに要した術後期間は、最短 7 カ月、最長 3 年、平均 1 年 7 カ月であった。以下、この指尖部まで再生神経線維が到達した 10 例について述べる。手掌および指の正中神経領域を毛筆による light touch で刺激すると、鎖骨部付近の鎖骨上神経領域での感覚として知覚された例は 4 例であった。このうちの 3 例では、各

指への刺激が鎖骨部での感覚部位が異なることによって指の識別が可能であった。残る 6 例では筆毛での刺激では感覚を生じなかった。打撃器の先端を用いて tapping する広範で強い touch の刺激に対しては 10 例全例に同様の感覚を生じた。pin prick の刺激では 1 例のみ、ルーレットでは 5 例にそれぞれ痛感を鎖骨部に生じた。しかし、static 2PD が 20 mm 以内の症例はなかった。BPB テスト用紙で指や手掌に発汗がわずかでも認められたものは 8 例であったが、このうち明らかなものは 3 例であった。温冷覚では温覚のみわかるもの 1 例、冷覚のみわかるもの 2 例、両温度覚がわかるもの 3 例であった。残る 5 例では温冷覚は認められなかった。術後に知覚神経活動電位を測定した 9 例中 2 例にこれが導出され、7 例は導出されなかった。

考 察

外傷性腕神経叢麻痺では、下位の神経根ほど引き抜きを起こす頻度が高い。したがって、このような例では手掌や指の知覚が失われることになる。しかも、その修復は神経根が引き抜かれているために神経移植では不可能で、神経移行に頼らざるを得ない。知覚の再建の目的は、第一義的には危険回避可能な程度の知覚機能の獲得にあるが、その他にも感覚情報が加わることで運動機能あるいはその訓練効率の向上も期待できると考えられる。近年の神経移植や移行術の向上によって、全型麻痺においても肘や肩以外に、手関節のある程度のコントロールが可能な症例もあることから、手の知覚再建の意義はさらに高くなつたといえる。

今回われわれが行なった鎖骨上神経の正中神経への知覚神経移行術の成績は、術後期間も長く評価に値するものと考える。再生知覚神経の遠位への進行を表す Tinel 徴候の進展は、運動神経の再生に比べて明らかに早く、かつ確実に terminal organ である指尖部皮膚まで達することがわかった。それに要する期間はほぼ 1~2 年であった。再生知覚機能をみると、innervation density を表す 2PD はいずれも 20 mm 以上であった。donor である鎖骨上神経の receptive field の皮膚の 2PD を調べると、神経線維方向では 20~23 mm、これに直角の鎖骨に平行な方向では 35 mm 程度であった。このことを考慮すると、innervation density における再生には自ずと限界があるものと考えられる。しかし、tapping 刺激では再生の早期から全例に感覚が得られ、毛筆による light touch でも 4 例に鎖骨部での感覚を生じた。一方、痛覚においてはルーレッ

Table 1 Sensory Nerve Transfer for Brachial Plexus Palsy

Patient's Name	Sex	Age at op	Type of Palsy	Preop Time (day)	State of Roots	Root avulsion	Motor N. Repair	Sensory Recipient N.	Length of Graft :
1 N. H.	m	17	total	112	▲▲×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n.	8 cm × 2
2 K. K.	m	19	total	227	▲▲×××	electrodiagnostic	n.g.-simple	medial cord	12 cm × 1
3 K. A.	m	51	total	250	▲▲×××	electrodiagnostic	n.g.-MNT	median n.	10 cm × 2
4 N. T.	m	20	total	43	▲▲×××	electrodiagnostic	n.g.-MNT	median n.	5 cm × 2
5 K. K.	m	34	total	39	▲▲×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n.	5 cm × 2
6 A. K.	m	16	total	93	▲▲×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n.	15 cm × 2
7 I. K.	m	18	total	107	▲▲×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n.	12 cm × 1
8 N. S.	m	53	lower	83	○○○×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n. division	5.5cm × 3
9 K. F.	m	17	total	47	×××××	electrodiagnostic	n.g.-MNT	median n. division	10 cm × 2
10 M. T.	m	19	total	45	▲▲×××	electrodiagnostic	n.g.-MNT	median n. division	8 cm × 2
11 I. Y.	f	20	total	35	▲▲×××	macroscopic	n.g.-MNT	median n. division	10 cm × 1

▲ : postganglionic root rupture × : preganglionic root rupture ○ : normal

	Follow-up	Tinel's Sign	Time before Terminal	Light Touch	Tapping	Finger Discrim	Pin Prick	Roulette	Static 2PD	Perspiration	Thermal Sensation	SNAP
1	4Y 6M	terminal	3Y	-	#	+	-	-	>20mm	#	no sensation	no potentials
2	4Y 6M	terminal	2Y5M	-	#	+	-	+	>20mm	+	both sensation	not examined
3	3Y 10M	terminal	2Y7M	-	#	+	+	+	>20mm	+	both sensation	detectable
4	3Y 9M	terminal	2Y1M	+	-	+	-	-	>20mm	+	no sensation	no potentials
5	3Y 7M	wrist	—	-	#	+	-	-	—	-	coldness only	no potentials
6	3Y 6M	terminal	1Y5M	+	#	+	-	+	>20mm	+	coldness only	no potentials
7	3Y 4M	terminal	1Y6M	-	#	+	-	-	>20mm	+	both sensation	not examined
8	3Y 2M	terminal	1Y4M	+	#	+	-	+	>20mm	+	warmth only	detectable
9	2Y 8M	terminal	1Y5M	-	#	+	-	-	>20mm	+	no sensation	no potentials
10	2Y 7M	terminal	1Y1M	+	#	+	-	+	>20mm	-	no sensation	no potentials
11	1Y 9M	terminal	8M	-	#	+	-	-	>20mm	-	no sensation	no potentials

ト刺激で5例に、pin prickでは1例にそれぞれ感覚が得られた。これらの症例では sensory reeducation を行なう機会がほとんどなかったことから、この成績は terminal sensory organ そのものの再生状態を反映したものといえる。指の識別がある程度できる例が術後年数を経た症例にみられたことは、今後の知覚訓練による機能的知覚の再獲得の可能性もあると考えられる。温度覚もほぼ半数に再生がみられたことから、本手術の第一目的である protective sensation の獲得は期待できるものといえる。また本手術手技による欠損症状はほとんどないことなどから本法は価値のあるものと考えられる。

ま と め

1. 11例の外傷性腕神経叢麻痺に対して、運動神経の再建とともに、知覚神経移行による知覚神経機能再建を行なった。
2. 知覚神経移行における donor として鎖骨上神経を用い、recipient として正中神経を選び、この間には神経移植を行なった。術後の手および指の知覚機能回復を調査した。
3. 10例においてなんらかの知覚の回復を認めた。2PDは20mm以上であったが、毛筆の light touch, ルーレットの痛覚刺激で鎖骨部に感覚を生じたものがそれぞれ、4例と5例に認められた。温度覚は6例に

回復が認められた。

文 献

- 1) Gelberman, R. H. et al.: SuprACLAVICULAR nerve entrapment syndrome. J. Bone Joint Surg., 57-A : 119, 1975.
- 2) 中土幸男 他：腕神経叢損傷に対する multiple nerve transfer. 整形・災害外科, 30 : 1205-1217, 1987.
- 3) 中土幸男：腕神経叢麻痺の診断と治療—電気生理学的診断. 整形外科 Mook, No. 51 : 11-21, 1987.

質 問 慶應大学整形外科 高山真一郎
肋間神経を正中神経に移行した場合でも、手関節付近程度までの知覚が得られると思うが、これと比較して先生の方法の成績は明らかにすぐれているのでしょうか。

回 答 信州大学整形外科 中土 幸男
われわれは運動機能の再建も含めた multiple nerve transferを行っているため、肋間神経を正中神経に移行した症例は少なく、今回両者を比較することはできなかった。しかし、donorは鎖骨上神経の方が肋間神経よりも太く、多数の神経枝が得られる。しかも、正中神経でも手掌の知覚へ行く内側神経索成分に移行してやることができる利点がある。

手関節の加齢変化 —三角線維軟骨、関節軟骨、靭帯について—

名古屋大学医学部整形外科教室

堀井 恵美子

Degenerative Change of the Wrist

Emiko Horii

Department of Orthopedic Surgery, Branch Hospital of Nagoya University

Aging changes of the triangular fibrocartilage (TFC), the articular cartilage, and the interosseous ligaments of the wrist joint in 126 Japanese cadavers have been studied. Also, X-rays of the wrist joints in 80 were taken. Relationship between the X-rays and changes of the TFC has been analysed.

Results

The following condition were observed.

Perforation of the TFC was observed in 85 cases (65%). They included slit type (11 cases), round type (26 cases), massive type (nine cases), and atypical type (six cases). Carpal bone ulcers were found in 28% of all the cases. Especially, in the lunate and the triquetrum articular cartilage was highly ulcerated. Furthermore, there was certain relationship between perforation the TFC and ulcer formation of articular cartilage. According to observation of the scapholunate ligament and the lunotriquetral ligament, these ligaments were injured in 43% of all the cases. On the other hand, perforation of the TFC was closely referable to plus variance of the ulna.

Conclusion

The following conclusions were reached based on the above observation.

1. There was a direct relationship between the increase in a cadaver's age and the condition of the wrist joints. More than 50 years old, approximately 70% of the TFCs were perforated.
2. The type of TFC perforation was almost the same in the right and left wrists, and depended on ulnar variance.
3. There was a close relationship between the TFC perforation, the joint cartilage ulcer and the interosseous ligament perforation.
4. The rate of joint cartilage ulcer in the radiocarpal joint was twice than that of the midcarpal joint.
5. The degenerative changes of the wrist joints were more frequent and more intense on the ulnar part of the radiocarpal joint than the radial part.

はじめに

いわゆる“慢性手関節痛”は脊椎疾患における腰痛と同様に、その原因がはっきりしない例が少なくない。

手関節痛の各種原因を明らかにするために、近年、手関節の機能解剖、 biomechanics、画像診断による研究が行われ、手関節部の靭帯損傷や遠位橈尺関節の障害が注目されるようになった。こうした手関節痛の原因の検討の過程で生じた重大な問題点の一つに、画像診

Key words: triangular fibrocartilage, scapholunate ligament, lunotriquetral ligament, ulnar variance, SLAC wrist

Address for reprints: Emiko Horii, M. D., Department of Orthopedic surgery, Branch Hospital of Nagoya University School of Medicine, 1-1-20, Daikouminami, Higashiku, Nagoya, 461, Japan

断で認められた異常が、病的なものか、加齢による変化かが区別しがたい点がある。そこで著者は日本人の手関節の加齢による変化を屍体ならびに切断肢で検討した。三角繊維軟骨 (triangular fibrocartilage, 以下 TFC と略す) は手関節尺側の重要な支持機構のひとつといわれているが、手関節痛との関連や損傷時の治療法について議論が多く見解が一致していないので、観察の重点は TFC においていた。また、同時に手根骨の関節軟骨や手根骨靭帯の変化も観察した。

実験材料および方法

1. 材料

ホルマリン固定肢 127 例、新鮮切断肢 4 例の手関節を解剖した。リウマチ様変化のみられた 2 例と、X 線像にて橈骨遠位端骨折を認めた 3 例を除いた 126 例は、男 78、女 48、右 63、左 63 であった。年令は 18 才から 97 才までで、50 才以上が 108 例 (86%) と大部分であり、80 才以上が 50 例 (40%) を占めた (Table 1)。

その内、52 個体 104 例では両側手関節を観察し比較することができた。また 80 例の手関節 X 線像を検討した。

2. 方法

手関節は背側から侵入し、皮膚および伸筋群を切除

Table 1 Sex & age distribution of cadaveric materials

age	male	female	total
<50 yr.	14 (18%)	4 (8)	18 (14)
50-59	16 (20)	3 (6)	19 (15)
60-69	10 (13)	3 (6)	13 (10)
70-79	16 (21)	10 (21)	26 (21)
80<	22 (28)	28 (58)	50 (40)
total	78	48	126 cases

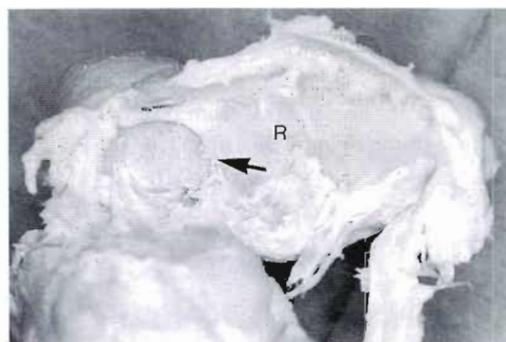
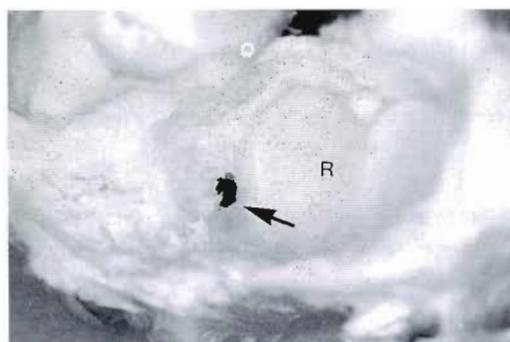
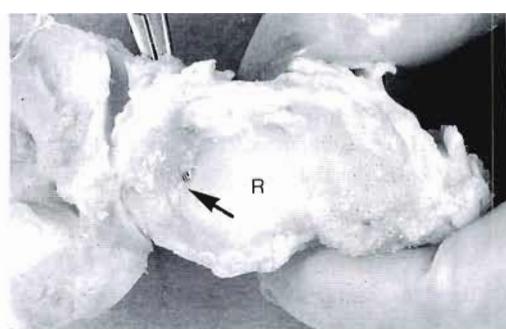
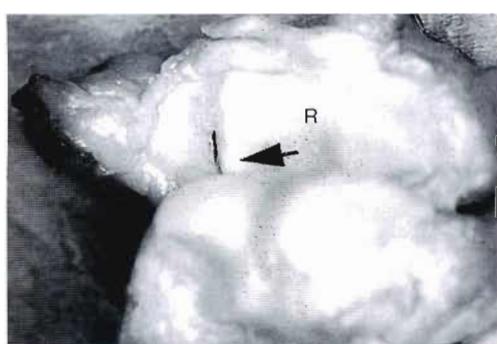


Fig. 1 Three types of perforated TFC.

a | a'
b | c

- a. slit type. a'. slit type (traumatic tear suspected)
- b. round type
- c. massive type. (R ; radius, ← ; perforation of the TFC)

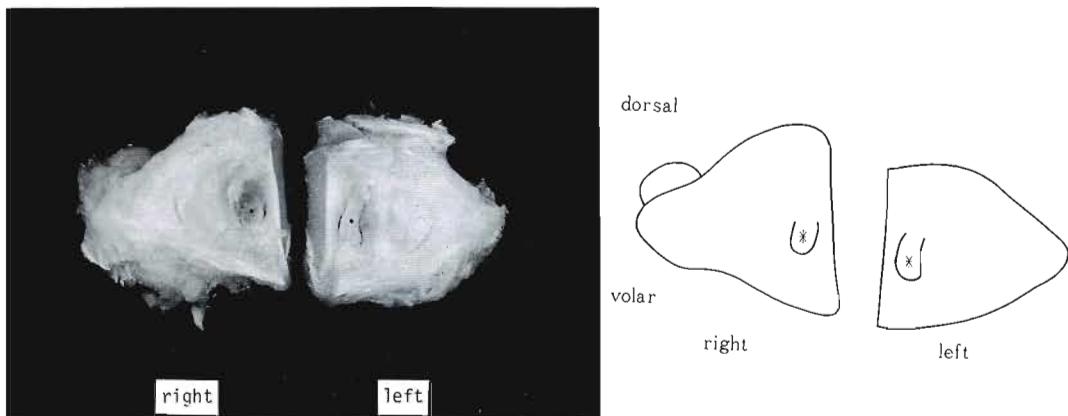


Fig. 2 Case No. 101. The radial part of the TFCs were thin, and flaps (*) covered the forforation. Both TFCs were atypical type.

して展開した。Radiocarpal joint (以下 RCJ) および midcarpal joint (以下 MCJ) には、背側靱帯を近位手根骨付着部にて切離して到達し、TFC 遠位面、関節軟骨、靱帯を観察した。Distal radioulnar joint (以下 DRUJ) は、TFC を損傷しないよう注意しながら関節包を手背側より切開し、TFC の近位面および尺骨頭の関節面を観察し記録した。

一方 TFC の穿孔は、その所見を Blair³⁾ の分類を参考にして以下のように分類し検討の資料とした。穿孔のみられないものを normal type (図表中では TFC 穿孔 type 0 型と略す)、細長く幅の狭い穿孔を slit type (type 1)、橢円ないし円形に近い穿孔を round type (type 2)、摩耗が顕著でほとんど原型をとどめないものを massive type (type 3) とした (Fig. 1-a, a', b, c)。また、少数例ではあったが、TFC の中央が破れて flap 状に持ち上がったり TFC の尺側縁に穿孔のみられた症例があり、atypical type (type 4) とした (Fig. 2)。

DRUJ, RCJ, MCJ, の関節軟骨は、肉眼的に軟骨表面が高度に粗造化したり、あるいは軟骨下骨の露出した所見のあるものを潰瘍とした。靱帯の断裂の有無については、近年手根骨列の運動に重要と考えられる scapholunate interosseous ligament (以下 SL-lig.)、および、luno-triquetral interosseous ligament (以下 LT-lig.) の二つを対象とした。

以上、観察したそれぞれの変化にその程度によって点数を与え、加齢による手関節の変性を点数によって表現した、すなわち、TFC では normal type, slit

type, round type, massive type をそれぞれ 0~3 点とし、損傷程度から判断して、atypical type は round type として取り扱い、2 点とした。関節軟骨については、それぞれの骨について潰瘍形成のあるものに 1 点を加えた。靱帯については、SL-lig. と LT-lig. の両側穿孔は 2 点、片側穿孔は 1 点とした。

また、TFC、靱帯、関節軟骨のおのおのの変化の相関の有無に関しては、 χ^2 検定法を用いた。

結 果

1. TFC の穿孔

TFC の穿孔は 126 例中 82 例 (65%) に認めた。タイプ別では slit type 41 例、round type 26 例、massive type の 9 例、atypical type 6 例と約半数が slit type で、ついで、round type が多かった。年代別に TFC の穿孔頻度および形態を比較して Fig. 3 に示した。50 才未満では 18 例中 11 例 (61%) が normal type で massive type はみられなかったのに対し、50 才以上では、108 例中 75 例 (69%) と高率に穿孔がみられ、かつ、TFC type 2~4 の増加がみられた。しかし 50 才以上のものを比較すると、年齢の増加にともない穿孔頻度および程度が必ずしも進行するわけではなかった。

TFC の穿孔の発現率について男女間の比較を行ったが、平均、男 64%，女 67% であり、数字上わずかに女性の方が高率であったが、女性に高齢者の比率が高いことを考慮すれば、その頻度に明らかな差があるとは言えなかった。また、穿孔の形態にも、男女間に明らかな差は認められなかった (Fig. 4)。

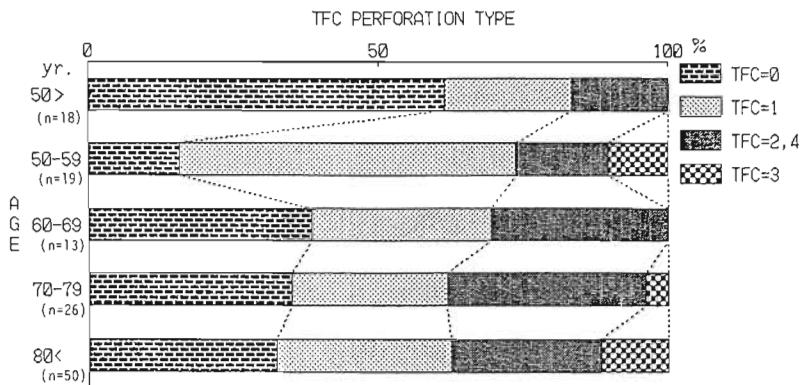


Fig. 3 Rate of the TFC perforation types are shown for each age group. It is clear that the type 0 TFC is high under 50 years old.

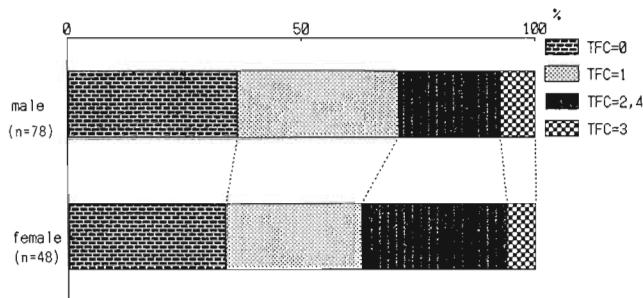


Fig. 4 Relationship between the sex and the TFC perforation type.

Slit type は TFC の穿孔のもっとも初期の形態と考えられるが、全例、その slit の方向は掌背方向で、存在する位置は、41 例中 34 例は橈骨付着部より 2 mm 以内であり、7 例で中央近くに位置し、尺側に位置する例はなかった。多くは薄くなった TFC の一部に slit が存在する形であったが (Fig. 1-a)，数例では橈骨付着部の slit でその創縫が比較的厚く、存在がわかりにくいものがあり (Fig. 1-a')，traumatic tear と推定された。

Massive type で破壊が進行し、尺骨頭が露見している例でも、TFC が完全に消失することはなく、掌背側および尺側には一続きの線維様組織として残存していて、遠位橈尺関節の離解はみられなかった (Fig. 1-c)。

Atypical type のうち 5 例が flap 状の穿孔で (Fig. 2)，1 例が尺側部の round type の穿孔であった。全 TFC 穿孔例を通じて尺側部により高度の変化がみられたのは 1 例だけで、ほかは橈側部の変化が主体であった。

Table 2 The TFC perforation types right versus left

TFC=3	—	—	3	1
TFC=3,4	—	4	8	—
TFC=1	—	13	3	—
TFC=0	16 pairs	3	1	—
Left Right	TFC=0	TFC=1	TFC=2,4	TFC=3

52 個体 104 例の両側の TFC を比較すると、左右の穿孔形態が一致するもの 38 個体 73%，一段階評価が異なるもの 13 個体 25% で、左右の穿孔程度は類似していた (Table 2)。たとえば、Fig. 2 は 80 才の女性の TFC であるが左右とも TFC の中央部は全体として薄くなり、その薄くなった部分が flap 状に持ち上がり、両側共 atypical type に分類された。

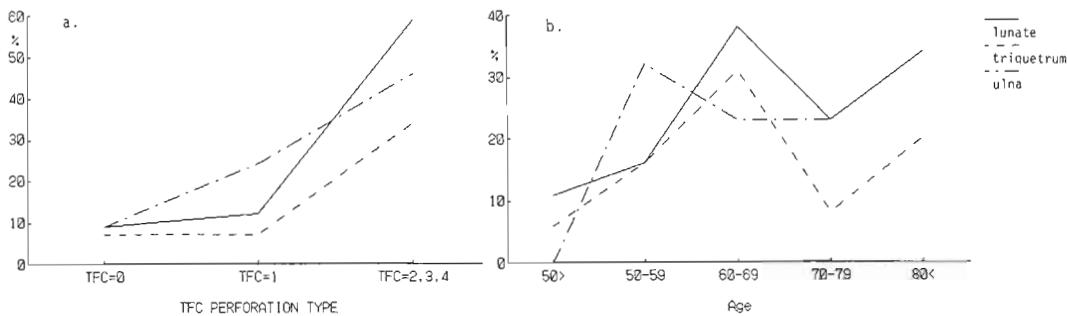


Fig. 5 The relationships between rate of joint cartilage ulcer (lunate, triquetrum, ulna) and the TFC perforation types (a.), or age (b.). The results show statistical correlation between rate of lunate ulcer and the TFC perforation types ($\chi^2=33.000$, $p<0.05$), between triquetrum and TFC types ($\chi^2=15.202$, $p<0.05$), between ulna and TFC types ($\chi^2=17.176$, $p<0.05$).

2. 関節軟骨の変化

a. RCJ RCJにおいて35例28%になんらかの関節軟骨の潰瘍形成がみられた。RCJを構成する骨別の潰瘍形成の頻度は、橈骨5例、舟状骨0、月状骨33例、三角骨20例であり、高頻度に潰瘍形成の見られた月状骨と三角骨について、年齢別およびTFCの穿孔形態別に潰瘍形成の頻度を検討した。Fig. 5-aに示したごとく、TFCの穿孔type 2, 3, 4では、type 0, 1にくらべて統計学的に明らかに高率に潰瘍形成がみられた($p<0.05$)。年代別にみると(Fig. 5-b)50才未満では潰瘍形成頻度は少なかったが、50才以上では必ずしも高齢者ほどその形成が多いというわけではなかった。すなわち、関節軟骨の潰瘍形成は、年齢よりもTFC穿孔との関連が高かった。

月状骨の潰瘍はTFC穿孔部位に一致してその対向面に存在し(Fig. 6)、月状骨潰瘍が高度な例においても月状骨の橈側1/2および、舟状骨の軟骨には変化は認められなかった。橈骨の潰瘍は5例にみられたが、いずれも直徑2~3mmであった。

TFC穿孔のない例で月状骨に潰瘍の形成のみられたものが4例あった(Fig. 7)。潰瘍形成部位は月状骨の尺側部で、TFCの穿孔を伴う月状骨潰瘍と比較しても特徴はみられなかった。4例ともTFCの遠位表面の粗造化はみられたが、近位面は平滑であり、TFCの穿孔は認められなかった。

三角骨の潰瘍形成は月状骨潰瘍形成とともに、LT-lig.付着部近くにみられることが多く、単独でみられたのは2例だけであった。

b. 尺骨頭 尺骨頭の潰瘍形成は33例(26%)に認

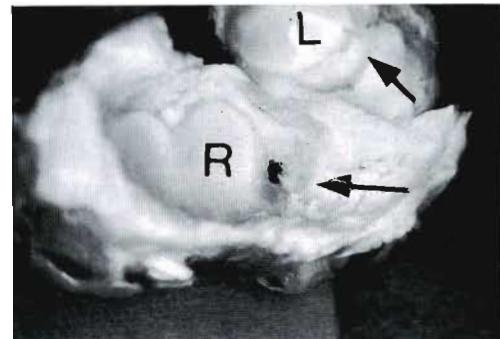


Fig. 6 The round type TFC perforation and the lunate ulcer are observed. At first the lunate ulcer is on the opposite side of the perforated TFC.
(R; radius, L; lunate, ←; the perforated TFC, ←; ulcer)

めた。尺骨の変化は月状骨や、三角骨と比較して軽微であった。手関節のその他の部位にみられるような軟骨下骨の露出した状態は数例みられたのみで、表面の高度の粗造化にとどまる例が多かった。その発生頻度に関してFig. 5に示したが、年齢よりも、TFCの損傷程度との相関が高かった($P<0.05$)。

c. MCJ 15例12%に潰瘍の形成がみられた。MCJの変化は80才未満の例にはみられず、80才で初めて観察された。潰瘍の形成部位はscapho-trapezial-trapezoidal joint(以下STTJ)の関節面と、有鉤骨と月状骨間の関節面(Fig. 8)のどちらかで、前者単独の変化が7例、後者単独の変化が4例、両者の合併が4

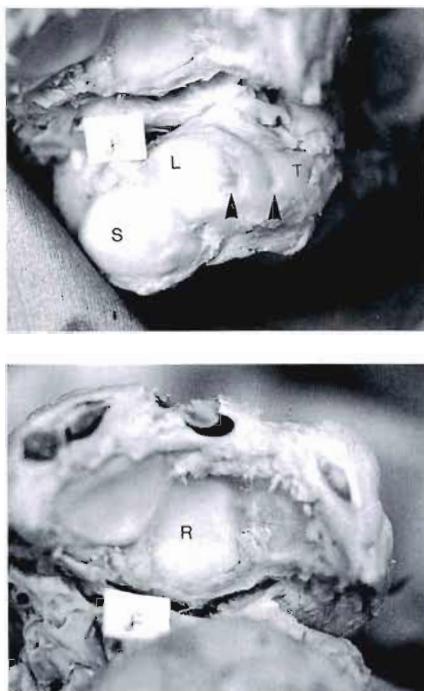


Fig. 7 Case No 208, normal type TFC with rough surface and the lunate ulcer.
(R; radius, S; scaphoid, L; lunate, ▲; ulcer)

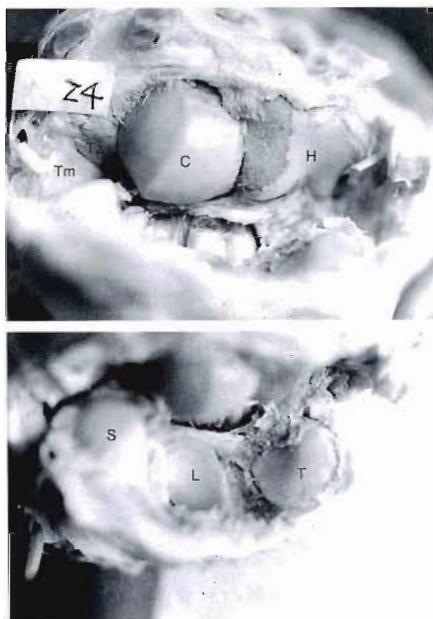


Fig. 8 The joint cartilage ulcer of the hamate and the lunate in the MCJ surface.
(Tm; trapezium, Tz; trapezoid, C; capitate, H; hamate, S; scaphoid, L; lunate, T; triquetrum, ▨; ulcer)

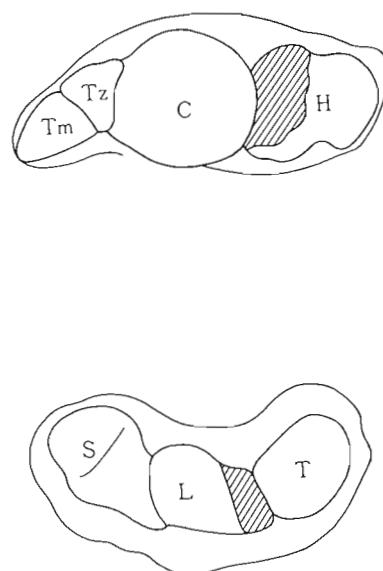
例見られた。RCJ と比較すると潰瘍形成の頻度は低く、その出現年齢も高く高齢者にのみみられる傾向があり、TFC の変化との関連は少なかった。

3. 鞣帯の変化

54 例で 43% で手根骨間靭帯に穿孔がみられたが、手根骨間の離解はみられなかった。SL-lig. のみに穿孔を認めるもの 9 例(7%)、LT-lig. のみに穿孔を認めるもの 27 例(21%)、両者の穿孔を合併するもの 20 例(16%) であった。TFC の穿孔の関連について Fig. 9 に示した。TFC の穿孔の程度と靭帯穿孔の関連について Fig. 9 に示した。TFC の穿孔が高度になるにつれて、靭帯穿孔の頻度と増加し、両者には有意に関連性がみられた。個々の靭帯について TFC 穿孔および年齢との関係をみると (Fig. 10)，LT-lig. の穿孔は両者との関連が高く、年齢が増加し TFC の穿孔の程度が高度になるほど穿孔頻度も増加したが、SL-lig. はどちらとも関連性が乏しかった。

4. 総合評価

手関節全体の変性の程度をみるために、前述の基準にしたがって個々の手関節の点数を求め、年齢別の平均値を Table 3 に示した。個々の値のばらつきが大きく、平均値は年令にともないやや増加する傾向がみられたものの、50 才以上では大差はみられなかった。



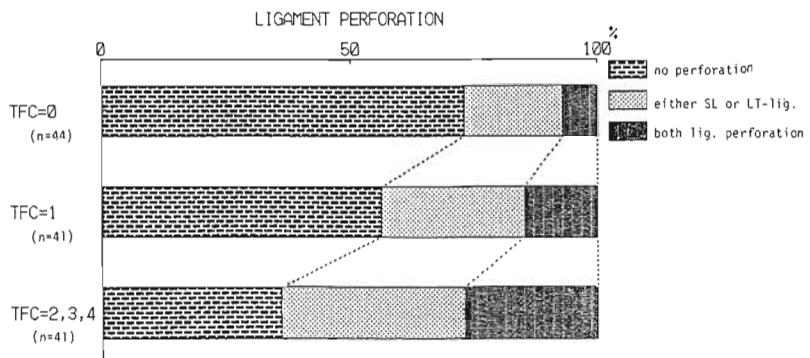


Fig. 9 There is a positive relationship between the ligament perforation and the TFC perforation.

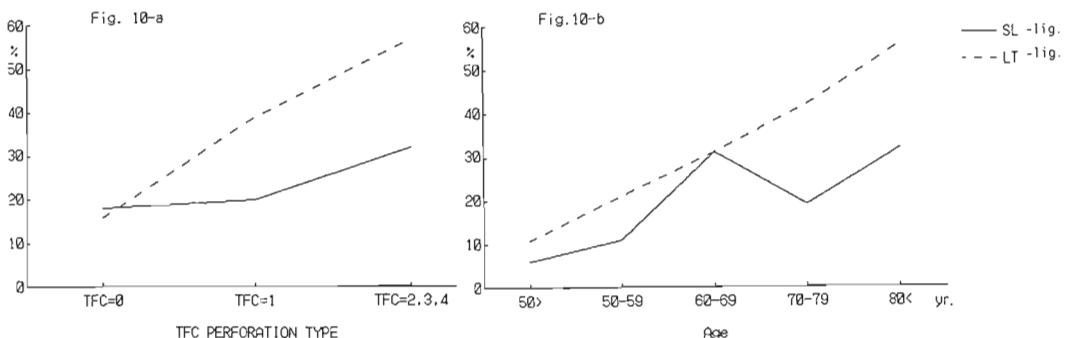


Fig. 10 The relationships between rate of ligament perforation and the TFC perforation types (a.), or age (b.). The results show statistical correlation between LT-lig. perforation and the TFC perforation types ($\chi^2=14.954$, $P<0.05$) or LT-lig. perforation and age ($\chi^2=15.036$, $P<0.05$).

Table 3 Degeneration points of the wrist joints

age	minimum	maximum	mean
50> (n=18)	0	4	0.89
50-59 (n=19)	0	8	2.16
60-69 (n=13)	0	7	2.54
70-79 (n=26)	0	6	2.23
80< (n=50)	0	10	3.40

52個体104例について左右の比較を行った(Fig. 11)。右手関節は0~8点平均2.37点、左手関節は0~8点平均2.27点と差はない、スピアマンの順位相関係数は0.64で有意に相関を認めた。すなわち、左右の変性の程度はほぼ同等であった。

5. X線像の変化

前腕部筋組織を切断し当該関節の拘縮を軽減し、可及的中間位として80例で手関節のX線撮影を行い、骨折や手根骨配列異常の有無、リウマチ様変化の有無、正面X線像における月状骨の形態、尺骨のvarianceを調べた。残存する拘縮のため肢位が多少不安定であったので、0±2mm未満をzero variance、+2mm以上をplus variance、-2mm以下をminus varianceとした。Fig. 12に示したごとくzeroまたはminus varianceの症例60例中TFCのtype 0, 1は47例、TFCのtype 2~4は13例で、plus varianceの症例20例中TFCのtype 0, 1は4例、TFCのtype 2~4は16例でTFC穿孔とvarianceの間に有意に相関を認めた($P<0.05$)。すなわち、plus varianceの症例にTFCのより高度の摩耗がみられた。

次に、Antunā Zapico¹¹の月状骨分類に基づき、正面X線像における月状骨形態によるTFCの穿孔形態

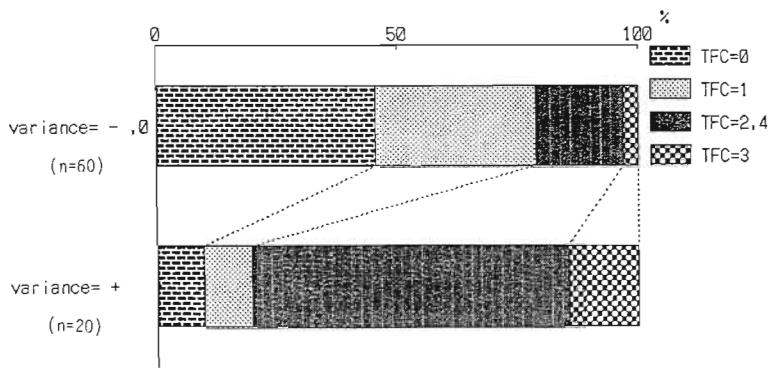


Fig. 12 The relationship between the TFC perforation types and ulnar variance.
(chi-square = 19.635, P < 0.05)

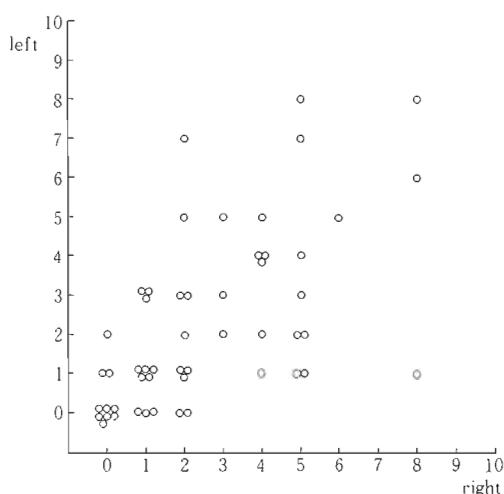


Fig. 11 The degeneration points, right versus left.
There is positive relationship between right and left.

の差を調べた。月状骨の近位関節面が弧状に滑らかな type I ないし II は 72 例で、橈骨に対向する面と TFC に対向する面とが角を成している type III はわずか 8 例 10% であった。type III の TFC の形態は normal type 3 例, round type 4 例, massive type 1 例で、月状骨の潰瘍形成状態などでも type I, II と比較して差はみられなかった。

考 察

1. TFC の構造と穿孔について
手関節における TFC の存在は古くより知られ、

Colles' 骨折後や、DRUJ の脱臼にともなう TFC の障害などについて報告が散見される²⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。1960 年代にはいると, Coleman H. M.⁴⁾ らは TFC の損傷が手関節痛の原因となると考えて治療を行い、その後, K. Weigl¹⁷⁾, Mikic⁹⁾, Palmer¹⁰⁾ がそれぞれ、その構造および機能、さらに変性過程などに関して報告しているが、いまだ不明の点も多い。Palmer は TFC, meniscus, 尺側手根伸筋の腱鞘、掌側および背側の橈尺靭帯、尺側側副靭帯を総称して triangular fibrocartilage complex (TFCC) と称した。実際、手関節尺側部のこれらの構造は解剖所見で明瞭に区別することは難しく、手関節機能を考える上では Palmer の “TFC” の考え方方が妥当と考えられる。

TFC は橈骨付着部付近で最も薄く、正常でも厚さは 1 mm 以下である。掌背方向ではその最も薄い部分は中央よりやや掌側よりに位置していた (Fig. 13)。新鮮切断肢で回内回外運動を他動的に行うと、橈骨が尺骨を中心に回転すると共に、TFC のこの部分に捻れを生じるのが観察された。ことにあらかじめ TFC の穿孔を有した症例では、回旋運動にともないその裂孔が捻れ、変形する様子がよく観察された。変性および摩耗が進行すると、薄く血管分布も少ない¹³⁾ この部位に穿孔がおこるが、膠原線維の走行と、この部位にかかる応力により、生体においては掌背側方向の slit が最初に生じやすいことが推察された。

加齢に伴う変性で、TFC の穿孔が高頻度におこることは従来の報告で明らかにされている。著者の解剖結果から考えると、摩耗が進行すると、slit type から最終的には massive type となると推定される。massive type になっても、掌側背側の線維様構造は残存し

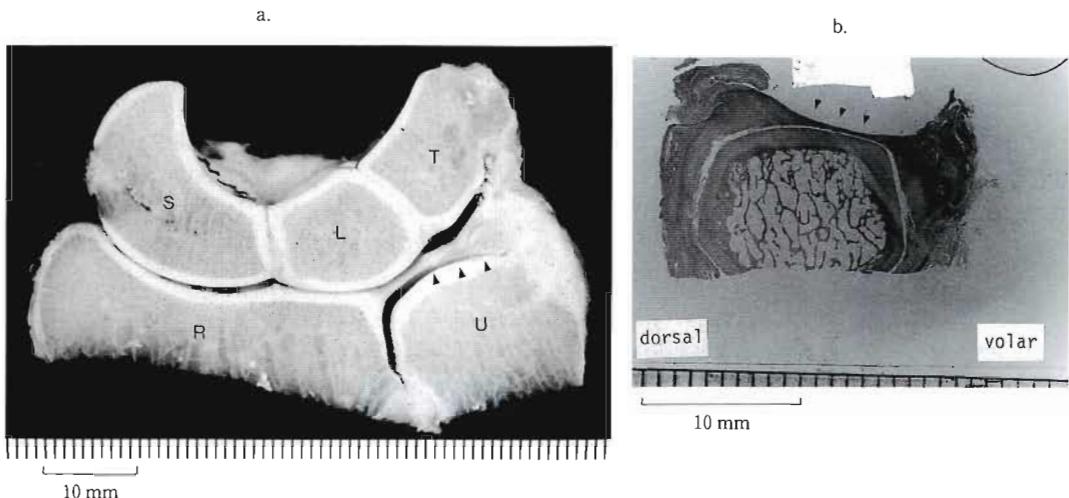


Fig. 13 The slice of the TFC shows the position and the thickness of the TFC. a. coronal section, b. sagittal section. S; scaphoid, L; lunate, T; triquetrum, R; radius, U; ulna, arrow; TFC)

ており、DRUJ の関係は維持されていた。すなわち、TFC の穿孔は DRUJ の脱臼の原因とはならないと判断された。DRUJ の stabilizing factor として、TFC、尺側手根伸筋腱鞘、方形回内筋などが挙げられている。Ekenstam F. W.⁴⁵⁾ は TFC の cartilaginous central part を切除しても、掌側および背側の fibrous band を 2 mm 残しておけば、DRUJ の安定性は維持できると報告しているが、彼の言う fibrous band がいわゆる dorsal & volar radio-ulnar ligament にあたると考えられ、これが存在すれば DRUJ の安定性は維持されると考えられる。すなわち、TFC の穿孔は必ずしも DRUJ の安定性の障害を引き起こすものではなく、TFC 自体には DRUJ の stabilizing factor としての機能が少ないと考えられる。

年齢とともに TFC の変性性進み、職業、スポーツなどのさまざまな生活歴や、利き手側か否かなどが TFC の穿孔に関与すると推察される。しかし、TFC の穿孔程度は、年令 50 才以上では年齢との相間に乏しく、男女差も明らかではなく、左右比較しても有意な差はみられなかった。このことから、生来の手関節の形態自体が変性程度に関与していることが考えられる。月状骨の形態による TFC の穿孔の出現頻度に差はみられなかつたが、ulnar variance に関しては、plus variance の例で高率に TFC の穿孔の出現を認めた。Palmer¹¹⁾ は TFC の厚さと variance には相関関係がみられ、plus variance ほど TFC が薄いと報告してい

る。著者の解剖結果と Palmer の報告とを合わせて考えると、plus variance の手関節ほど TFC が薄いたため、加齢にともなう TFC の穿孔を起こしやすいという結論がえられる。すなわち、ulna の variance という生来の手関節構造が TFC の穿孔に関与する大きな因子のひとつであると考えられる。

Degenerative perforation と traumatic tear との鑑別は、以上述べた解剖結果だけでは十分解明できないが、次の 2 点が明らかになった。1) 加齢変性により、slit type から massive type まで多様な穿孔がみられるので、穿孔形態だけからでは外傷性と診断する根拠に乏しい。むしろ、加齢変化でおきにくい部位での穿孔は外傷の可能性が大きく、橈骨付着部の detachment の形をとる slit や TFC 中央部の slit、TFC 尺側部の穿孔は traumatic tear が疑える。2) degenerative perforation の場合は両側性で、その形態も似ていることが多く、片側性の穿孔の左右の穿孔形態に差がみられる場合は、外傷性の穿孔の可能性が高いと考えられる。

2. 関節軟骨について

RCJ における関節軟骨の潰瘍は TFC の穿孔部位に対向する月状骨関節面に始まり、TFC の穿孔が高度になるほど、関節軟骨の潰瘍形成が有意に高率にみられた。これに対し Mikic は、クッションとして働いている TFC に穿孔がおき、しかるのちに潰瘍ができると述べている。著者も当初は両者の関連性の高いことか

ら、そのように考えるのが妥当であると考えていた。しかし、TFC の穿孔を伴わず、月状骨に潰瘍がある例を 4 例発見した。このことから、変性しクッションとしての機能を失った TFC は穿孔していることが多いが、TFC に穿孔がなくとも、月状骨と尺骨との間の緩衝機能が失われると月状骨に潰瘍ができる可能性が示唆された。したがって、TFC 穿孔程度と月状骨の潰瘍形成とは正の相関が見られるが、必ずしも前者が先行するものではないと考えられた。

潰瘍形成が進行し拡大しても、月状骨の尺側 1/2 および三角骨にとどまり、月状骨の橈側および舟状骨には潰瘍は認められなかった。Watson¹⁶⁾ は X 線像の解析より、手関節の degenerative arthritis は Scapholunate Advanced Collapse (SLAC) と称する一定の形式にしたがって起こると報告しているが、著者の解剖結果では橈骨・舟状骨関節面に著しい変化を見た例はなかった。本邦における SLAC wrist の報告は少なく、また、著者の経験では日常診療においてこれに遭遇することはまれで、舟状骨の病的異常に続発した症例のみであった。したがって、手関節の変性過程で SLAC wrist の形態をとるのは、日本人においては一般的な型ではないと考えられた。

次に RCJ の変化を MCJ と比較する。MCJ では潰瘍形成の頻度は低く (RCJ の 1/2), 発生年齢も 80 才と遅く、その出現と TFC の損傷の間には関連がみられなかつた。手関節の掌背屈および橈尺屈運動時は両関節がその運動をほぼ同等に分担しているにもかかわらず、加齢にともなう関節軟骨の変化は早期より RCJ の尺側部に集中して出現した。このことは、intercalated segment としての近位手根骨列の動きと回内回外運動時の尺骨遠位端を中心とした回旋運動により RCJ の尺側部の負荷が増大し、早期より変化が起こるためと推察される。

3. 手根骨間靭帯について

手関節運動の中で靭帯は手根骨相互の動きを制御するという重大なはたらきを行っている。とりわけ、近位手根骨列は腱付着部を持たず、その複雑な運動を靭帶によって制御されているため、靭帶の損傷はこの一連の運動の破綻を招き、手関節痛を生じ得ると推察される。SL-lig. と LT-lig. においては、43% と高率に様々な程度の穿孔を認めたものの、明らかな手根骨間解離は見られなかつた。このことから、手根骨間靭帯の穿孔だけでは臨床的に問題となる手根不安定症を生ずる靭帶の著しい機能低下が起きないことが示唆され

る。

SL-lig. と LT-lig. 両者の穿孔の頻度を比較すると、23% と 37% と後者が高率であった。この比率は Mikic の報告でも同様で、より尺側に位置する LT-lig. の方が高率に穿孔し、しかも、TFC の穿孔との関連がみられた。すなわち、手関節における加齢変化は TFC を中心とし、月状骨と三角骨、およびそれを連結する LT-lig. と、RCJ の尺側部に集中していることが明らかになった。

以上のごとく、加齢にともない手関節において多くの変化が認められるが、年齢だけでなく ulnar variance がその変性程度を決める大きな因子となっている。大切なことは、このような変化があつても、多くは症状がなかったものと推定されることである。日常生活痛を扱う場合、こうした加齢変化を常に念頭におき、諸検査の結果を判断する必要がある。

結 語

1. 加齢にともない、TFC は形態学的に薄い橈骨付着部近くより摩耗し、最初に掌背方向に slit 型の穿孔を生ずる。50 才以上では約 70% にさまざまな程度の穿孔が見られた。

2. TFC 穿孔の形態は多様であるが左右一致することが多く、年齢因子だけでなく ulnar variance との関連が高く、plus variance の症例ほど TFC 穿孔が高度となる傾向がみられた。

3. RCJ における関節軟骨の潰瘍の形成と手根骨間靭帯の穿孔頻度は、50 才以上では年齢より TFC の穿孔の程度と高い相関がみられた。

4. 加齢にともなう手関節の変化は RCJ の尺側部を中心に高率に出現した。この変化は生活歴だけでなく、生来の手関節の構造、とりわけ、ulnar variance の関与が大きいと考えられた。

稿を終るにあたり、御指導御校閲を頂きました、名古屋大学整形外科学教室三浦隆行教授、ならびに名古屋大学分院中村蓼吾助教授に深謝致します。また、解剖に当たって終始御指導頂きました名古屋大学第一解剖学教室酒井恒教授、ならびに多大なご協力を頂きました名古屋大学放射線技師諸兄、標本を提供していただいた名古屋大学解剖センターに深謝致します。

参 考 文 献

- Antun-a Zapico J.M.: Malacia del semilunar.

- Tesis doctoral, Universidad de Valladolid, Industrias y Editorial Sever-Cuesta, Valladolid, 1966.
- 2) Albert S.M.: Treatment of the disrupted radio-ulnar joint, *J. Bone Joint. Surg.*, 45-A : 1373-1381, 1963.
- 3) Blair W.F.: Arthrotomography of the wrist: An experimental and preliminary clinical study, *J. Hand Surg.*, 10-A : 350-359, 1985.
- 4) Coleman H.M.: Injuries of the articular disc at the wrist, *J. Bone J. Surg.*, 42-B ; 522-529, 1960.
- 5) Ekenstam F.: The distal radio-ulnar joint, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 19 : 27-31, 1985.
- 6) Ekenstam F.: Anatomical studies on the geometry and stability of the radioulnar joint, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 19 : 17-25, 1985.
- 7) Kessler I.: An experimental study of the radiocarpal joint by arthrography. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 112 : 33-40, 1961.
- 8) Lewis O.J.: The anatomy of the wrist joint, *J. Anat.*, 106, 3 : 539-552, 1970.
- 9) Mikic Z. Dj.: Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint, *J. Anat.*, 126 : 367-384, 1987.
- 10) Palmer A. K.: The triangular fibrocartilage complex of the wrist-Anatomy and function, *J. Hand Surg.*, 6 : 153-162, 1981.
- 11) Palmer A. K.: Relationship between ulnar variance and triangular fibrocartilage complex thickness, *J. Hand Surg.*, 9-A : 681-683, 1984.
- 12) Palmer A. K.: The distal radioulnar joint, *Hand Clinics*, 3 : 31-40, 1987.
- 13) Thiru. Pathi R. G.: Arterial anatomy of the triangular fibrocartilage of the wrist and its surgical significance, *J. Hand Surg.*, 11-A : 258-263, 1986.
- 14) Rose-Inns A. P.: Anterior dislocation of the ulna at the inferior radio-ulnar joint.: *J. Bone Joint Surg.*, 42-B ; 515-521, 1960.
- 15) Tailor W.: The role of the discus articularis in Colles' fracture.: *J. Bone Joint Surg.*, 20 : ds 149-152, 1938.
- 16) Watson H. K.: The SLAC wrist: Scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis, *J. Hand Surg.*, 9-A : 358-365, 1984.
- 17) Weigl K. & Spira E.: The triangular fibrocartilage of the wrist joint, *Reconstr. Surg. Traumat.*, 11 : 139-153, 1969.

第13期最後の総会終わる —「国際間の科学技術協力と研究の自由について（声明）」を採択—

日本学術会議は、4月20日から4月22日まで第104回総会を開催し、「国際間の科学技術協力と研究の自由について（声明）」を決議するとともに、4件の勧告・要望・見解を採択しました。

総会報告

総会第1日目（4月20日）の午前中には、会長からの経過報告、各部・諸委員会報告に続き、勧告・要望等6つの提案がなされ、同日午後の各部会での審議を経た上で、第2日目（21日）の午前中にこれらの6件が可決された。その後さらに1件の追加提案が行われ、同日午後これが可決された。第3日目（22日）午前は特別委員会が、午後には常置委員会が開催された。

なお、総会前日の19日午前には連合部会が開催され、前記の6案件の予備的な説明・質疑が行われ、またその午後には各部会が開催された。

第1日目午前、6件の提案につきそれぞれ提案説明が行われた後、質疑応答が行われた。午後、各部会を開催。

第2日目午前、まず、前日提案された「日本学術会議規則の一部を改正する規則の制定について」、「日本学術会議の運営の細則に関する内規の一部改正について」が賛成多数で採択された。第1常置委員会で審議を重ねてきたこれら会則・内規の改正は、(1)副会長世話担当研連のうち6研連を関係部へ移行させ、残りの12研連を副会长枠として存続させることなどに伴う措置を決めたものと、(2)現存する6国際協力事業専門委員会のうち、第14期にも引き続き存続させる3専門委員会に関する措置を決めたものである。このことと関連して、研連活動の活性化に関して活発な発言が行われた。

次に第4部提案の「太陽地球系エネルギー国際協同研究計画(STEP)の実施について」(勧告)、同じく第4部提案の「国立地図学博物館(仮称)の設立について」(勧告)、さらに第5常置委員会提案の「大学などにおける学術諸分野の研究情報活動の推進について」

(要望)が、いずれも賛成多数で採択された。続いて、第6常置委員会提案の「我が国の国際学術交流の在り

方についての日本学術会議の見解」が、これも賛成多数で採択された。

その後会長より「国際間の科学技術協力と研究の自由について（声明）—日本科学技術協力協定の改定に当たって—」が追加提案された。これは、日米科学技術協力協定の改定が行われようとしているに当たり、目下伝えられているその内容について憂慮すべき点があるというので、19日午後および20日午後の各部会での討議を経て、そのおおよその見解の一致を踏まえて、会長が総会に提案したものである。この提案を受けて、この声明を出すことは時機を得たことであるとしながらも、文章表現に関しては質問・意見が多く出された。

第2日目午後、午前の審議に引き続き、一部の文章表現に関する修正案が数名の会員から提示され、採決の結果原案を一部修正したものが賛成多数で採択された。なお、総会で採択された前記勧告・要望は22日午後内閣総理大臣に提出され、関係諸機関などに送付された。(これらの勧告・要望・見解・声明の概要は別項所載のとおりであり、詳細は日本学術会議月報5月号を参照されたい。)

国際間の科学技術協力と研究の自由について (声明)

—日米科学技術協力協定の改定に当たって—

最近、日米両国政府間で大筋が合意された「日本科学技術協力協定」の改定について、目下伝えられる内容に関しては憂慮すべき点が少なくない。

日本学術会議は、さきに「科学者憲章」(声明)、「科学の国際協力についての日本学術会議の見解」を採択し、科学者の責務と学術の国際交流に当たっての基本的な原則を明らかにした(この部分は本文を簡略化した)。

二国間の学術交流は、相手国の固有の事情があるにしても、上述の日本学術会議が宣言した全世界的な学

術交流の原則と相容れない内容を含むものであってはならない。全世界的立場と個別の二国間協定の立場とには差異がありうるにせよ、いかなる場合にも自由な研究交流、成果の公開といった基本原則はかたく守られなければならないと考える。

今回の「日本科学技術協力協定」の改定は「安全保障」、「知的所有権」の問題を包含すると伝えられているが、このことによって科学者の研究・発表の自由、科学者の身分保障などが実質的に制約される恐れがある。したがって、協定の具体的な内容の決定に当たっては、慎重な配慮が必要である。

われわれは、「日米科学技術協力協定」の改定に当たって、本会議が明らかにしてきた上述の諸原則の精神を最大限に尊重することを強く要望するものである。

この種の科学技術協力に関する国際的取組めについては、事前に広く科学者の意見を聴取すべきものであると考える。

太陽地球系エネルギー国際協同研究計画 (STEP) の実施について（勧告）

暗黒の宇宙空間に浮かぶ青いルビーのように光る地球が、われわれにとってかけがえのない惑星であることが、理解されるようになったのは、20世紀の科学研究の最大の成果の1つである。宇宙空間に浮かぶわが惑星、地球には、太陽からの紫外線や太陽風プラズマが絶えず襲っていて、絶妙なエネルギーバランスを保ちつつ、地球の電磁圏や中間圏、成層圏を作っている。しかしこのシステムには、未だ多くの謎が残されている。この謎の理解は宇宙空間の基礎物理の理解とともに永続的な地球環境変化の理解の基礎ともなっている。したがって国際太陽地球系物理学・科学委員会(SCOSTEP)は、国際科学連合会議(ICSU)の承認を得て、太陽地球系エネルギー国際協同研究(Solar Terrestrial Energy Program: STEP)計画を立て、1990—1995年の6カ年間にわたりその実施を行うよう、各国に要請している。

本研究計画では、太陽から、地球成層圏にわたる、全領域について、それを一つのシステムととらえ、そこに展開する電磁現象、プラズマ現象、および化学現象について、現象の変動のみならず、エネルギー伝播の変化も合わせ、定量的に究明することを目指している。わが国でも本国際協同研究計画を実施すべく、今回、第104回日本学術会議総会において、政府に対する

勧告が出された。

「国立地図学博物館」(仮称)の設立について（勧告）

国際社会における日本の役割と責任とが高まるにつれて、それぞれの国情、民族性、地域的生活様式に即した適切な対応を行う必要がある。そのためには、一国単位のみならず、主要な行政区域が大都市圏といった主要地域ごとに、新しい詳細な地理情報を組織的、継続的かつ迅速的確に収集し、整理加工して、一般的の需要に応える体制作りは、焦眉の急を要する国家的課題である。ここで言うところの地理情報とは、様々な地域に即して、その風土と住民、民族と文化、人口と社会、生活と環境、資源と産業、集落と交通、経済と政治などに関して、地図、空中写真、地上景観写真、衛星画像など(地図・画像情報)によって表現される地表の空間的情報を意味する。とりわけ、「地表の地理的事象を数学的、選択的、かつ記号的に表現した地図」は、コンピュータの支援によって、ますますその情報価値を高めている。

ここに勧告する「国立地図学博物館」(仮称)は、主として諸外国の地図、画像情報の収集、整理、保存を行い、関連する地域情報を加えて、地理情報のデータ・ベース化の手法や図的解析法、表現法、利用の高度化、地図発達史などに関する研究を行い、動的、立体的な展示方法を駆使して、広く国民の国際知識の涵養、地域研究、学術文化、政治行政、経済活動などに寄与し、さらに、国内および国際的地域情報のセンターとしても基幹的な役割を演じ、国内外の関連機関と密接に提携して、地理情報の相互補完的および相乗的価値を高めることを目指すものである。

大学等における学術諸分野の研究情報活動の推進について（要望）

高度情報化社会に即応した新しい手段により、学術研究の基礎的情報・資料を整備すること、情報・資料や研究成果を全国的・国際的に流通させることができ、学術のすべての分野を通じて強く要望されている。これらの推進のために、近年、文献資料センター、データ資料センターの整備、「学術情報センター」の設立、データベース作成の支援などが行われ、その環境はかなり整備されてきた。

これらの環境を基盤として、それを強力に補完するものこそ、個々の専門分野での研究情報活動である。

このため、国公立大学などで、国際協力を念頭に置きつつ、それぞれ特色を持つ領域を単位として、情報・資料を整備し、その分野での研究成果を提供する組織の設置と方法の推進とともに、「学術情報センター」のネット・ワークなどを通じて、全国的・国際的に流通させる体制の強化が急務であると考える。このために、下記のような体制の確立を要望する。

(1) 専門分野別に研究情報センターを設置すること。
 (2) 大学などの既存の諸機関(文献資料センターなど)における研究情報活動を推進すること。
 (3) 個別的なデータベース・知識ベースの作成と新規のデータ処理方法の開発を助成すること。
 (4) 「学術情報センター」の拡充を図ること。
 (5) 大学などとそれ以外の機関(官公庁、学・協会を含む)との情報の流通を円滑化すること。

わが国の国際学術交流の在り方についての日本学術会議の見解

学術の問題は国際的視点を外して考えることはできない。日本学術会議は、昭和36年10月27日第34回総会において「科学の国際協力についての日本学術会議の見解」を採択し、科学の国際協力は、(1) 平和への貢献を目的とすべきこと、(2) 全世界的であるべきこと、(3) 自主性を重んずべきこと、(4) 科学者の間で対等に行われるべきこと、(5) 成果は公開されるべきことの5原則を明らかにした。この見解は、国際学術交流における一般的な原則を示すもので、今日においても尊重されるべきものである。

この見解表明から四半世紀を経て、国際学術交流を取り巻く環境の変化は急速に進んでいる。その変化の速度は今後さらに顕著になると思われる。しかし、このような著しい変化の中で、国際学術交流に対するわが国的人的・制度的、財政的対応は必ずしも満足すべき状態にはない。今回の見解は、こうした状況を踏まえ、わが国の国際学術交流は今後一層積極的かつ能動

的な姿勢へ転換させることの重要性を指摘し、次のとおり、人の問題、国際交流の進め方の問題、組織の問題の三つの面で、新しい姿勢に見合った改革を進めて行くことの必要性を表明している。

- (1) 人的交流の促進と大学・研究機関の国際的開放
- (2) 学術研究活動の世界的展開
 - ① 国際的学術機関の活動への積極的参加
 - ② 国際的研究プロジェクトの策定と遂行
 - ③ 二国間・地域間学術交流
- (3) 国際学術ネットワークの確立

全国学術研究団体総覧（1988）

学術研究団体調査の結果をもとに、わが国の学術研究団体1,236団体が分野別に、また大学関係学会等一覧が収録されています。〔日本学術会議事務局監修・（財）日本学術協力財団編集・6500円・郵送料350円〕

※本総覧は、全国の政府刊行物サービスセンターで販売。

日本の学術研究動向（昭和63年4月）

人文・社会科学および自然科学を網羅した科学者からなる日本学術会議において、全学問分野にわたり、学術研究の動向の現状分析とその展望を行い、その成果を取りまとめたもの。〔日本学術会議・（財）日本学術協力財団発行・5000円・郵送料300円〕

※本資料は、（財）日本学術協力財団で取り扱っています。

御意見・お問い合わせなどがありましたら下記までお寄せください。

〒106 港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会

（日本学術会議事務局庶務課）

電話 03(403) 6291

第 32 回日本手の外科学会のお知らせ

“The 32nd Annual Meeting of Japanese Society for Surgery of the Hand”

◎期　　日：1989 年 5 月 11 日（木），12 日（金），13 日（土）

◎場　　所：北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1

産業医科大学構内ラマツィーニ・ホール

Tel. 093-603-1611

◎演題募集：

○第一次締切；1988 年 11 月 15 日必着

官製ハガキに、演者名、演題名、資料送り先住所を記入して申し越し下さい。

○第二次締切：1988 年 12 月 15 日必着

所定の用紙に、規定通りにタイプしてお送り下さい。

◎シンポジウム、教育研修会も予定しております。

沢山の方々の御参画をお待ちしております。

〒 807 北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1

産業医科大学 整形外科学教室内

第 32 回日本手の外科学会事務局

Tel. 093-603-1611 (内線 2469)

会長 鈴木 勝己

第6回中部日本手の外科研究会

日 時：昭和 64 年 1 月 28 日（土）9:00～17:00

会 場：奈良市史蹟文化センター

主 題：母指再建 “Conventional vs. Microsurgical”

Open Discussion：手の痛みとその対策（1例報告でも歓迎します）

教育研修講演：2, 3 を予定しています。

応募方法：上記主題に関連した演題を公募いたします。それらの中から、シンポジウムを組みたいと存じますが、選択は当方に御一任下さい。

応募に際しては必ずワード・プロセッサーを使用し B5 判原稿用紙を用いて、表紙に演題名、所属、氏名、連絡先を明記し、抄録は 400 字以内におまとめ下さい。

応募締切：昭和 63 年 10 月 31 日必着

参加申し込みおよびプログラム請求：

参加ご希望の方は昭和 64 年 1 月 10 日迄に参加費 4000 円（プログラム代を含む）を事務局あてに現金書留でお送り下さい。ネームカードとプログラムをお送りします。なお研究会当日に払込の場合は 5000 円となりますのでご了承下さい。

連絡先：第6回中部日本手の外科研究会事務局

玉井 進

〒 634 奈良県橿原市四条町 840

奈良県立医科大学整形外科学教室

Tel. 07442-2-3051 内線 2324

2325

07442-3-6864 直通

宿泊申し込み：日本交通公社京都支店

〒 600 京都市下京区東塩小路町

(Tel. 075-361-7241)

(昭和 63 年 12 月 31 日までにお願いします)

代表世話人 玉井 進

日本手の外科学会雑誌 第5巻第1号 昭和63年8月25日 印刷
昭和63年8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 福岡市東区馬出3丁目1番1号
九州大学医学部整形外科学教室内
日本手の外科学会
電話 (092)641-1151 内線 2434, 2436

医学に貢献・社会に奉仕

手の外科・足の外科・形成外科の 小骨固定整復専用 **C-ワイヤーシステム**

C CONCEPT

C-WIRE™ SYSTEM



- コンセプト社が開発した NEW C-WIRE は、トラブルのもととなる「スリッピング」(ドリリングの空まわり)を防ぐために新しい工夫を施しました。
- NEW C-WIRE の径は4種類あり、それぞれ一本ずつパックされており、色別けされていますので使用時の選択に大変便利になっています。
- 約570 g (電池・モーター含む) の軽量で充電式ですので取扱いが簡単です。約7時間の充電で1回の手術に充分使用できます。

米国 コンセプト社

承認番号：52B輸第1705号

日本代理店
株式会社 松本医科器械
MATSUMOTO MEDICAL INSTRUMENTS, INC.
541 大阪市東区淡路町2丁目33 TEL (06)203-7651

113 東京都文京区本郷3丁目13-3 TEL (03) 814-6683
001 札幌市北区北20条西6丁目20 TEL (011)727-8981
980 仙台市柏木2丁目2-7 TEL (022)234-4511
460 名古屋市中区千代田2丁目10-16 TEL (052)264-1481
812 福岡市博多区博多駅南3丁目3-12 TEL (092)474-1191

Muranaka

優れた医療器を世界から…



AESCALAP®

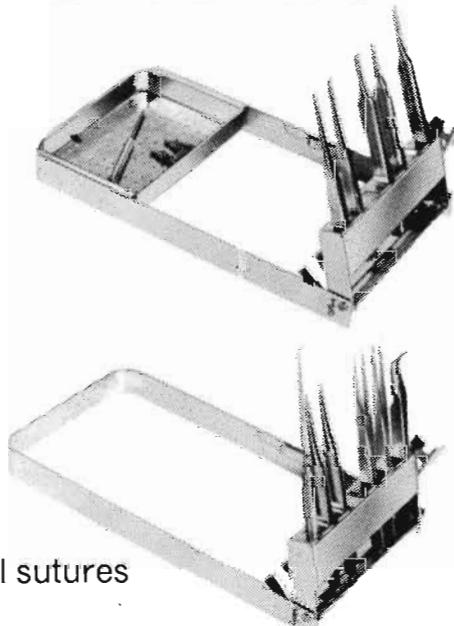
BIEMER Vessel Clips ビーマー血管 クリップ



AESCALAP®

BIEMER

微小血管及び末梢神経
縫合用器械セット



Set of instruments for micro vessel sutures
and peripheral nerve sutures

※カタログ送呈

西独エースクラップ社輸入発売元

村中医療器株式会社
MURANAKA MEDICAL INSTRUMENTS CO.,LTD.

本 社 大阪市東区船越町2-33 ☎06(943)1221(大代)
東京支店 東京都文京区本郷3-36-10 ☎03(813)9211(大代)
営 業 所 札幌 ☎011(737)9121(代) 金沢 ☎0762(86)4531(代)
京都 ☎075(761)6351(代) 福岡 ☎092(473)0123(代)

KONAN®

高性能をそのまま

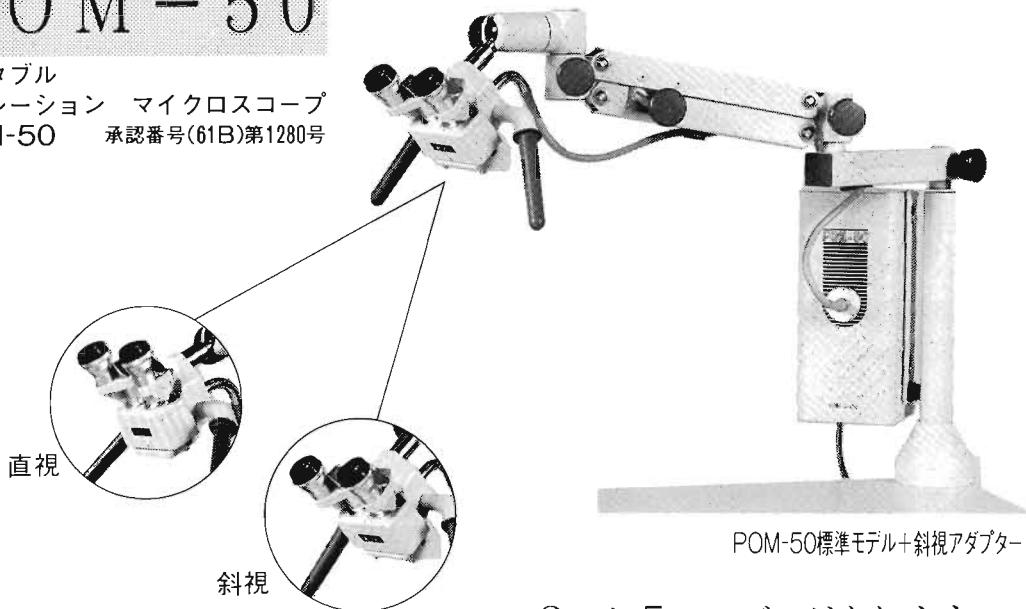
小型・軽量にしました!

小型手術用顕微鏡

POM-50

ポータブル
オペレーションマイクロスコープ
POM-50 承認番号(61B)第1280号

微小血管等の確実な吻合操作…
皮膚縫合、動物実験などに……



POM-50標準モデル+斜視アダプター

3×と5×モデルがあります

○こんな方におすすめします。

肉眼では物足りない…

ルーペでは使い勝手が今一つ…

ルーペとの2WAYで…

手術用顕微鏡は欲しいが置場所が…

○直視、斜視、高倍がアダプターで簡単に切換え可能。

○適切な作業距離、広い作業空間の実現で観察操作が簡単。

□別売品

・斜視アダプター

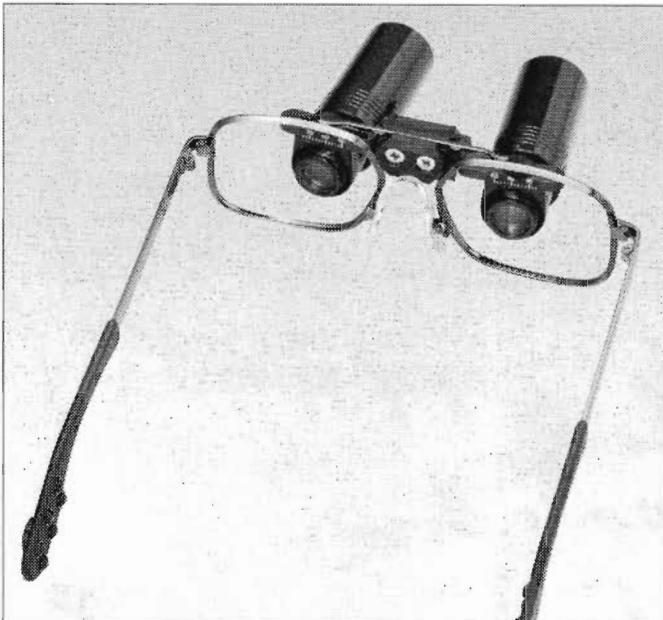
・高倍アタッチメント

KONAN 株式会社 甲南カメラ研究所 営業部 西宮市宮西町10-29 ☎ 0798(36)3455

※カタログご希望の方はフリーダイヤル(無料) ☎ 0120-223456 をご利用の上、お問い合わせください。



キーラーオペレーティングルーペ

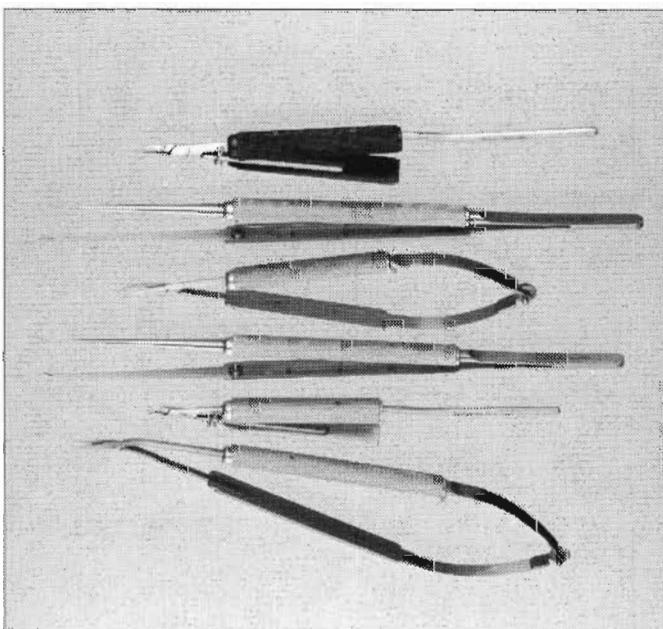


特長

- 深い焦点深度、広い視野。
- 瞳孔距離を左右独立して、調整できます。
- ルーペ部のみ、ハネ上げできます。
- ワンタッチで交換できます。
- フレーム式でも、ヘッドバンド式でも使えます。



ヴィッカース・マイクロサージェリー・ユニクセット



特長

- オーエン博士のアイデアにより設計されました3種の器具です。
- マイクロ縫合針を傷めず、しっかりと保持する持針器。
- カウンターリングを先端に取り付けた縫合鋏子。
- すべり止めの付いた剪刀。
- いずれも保持部は半円柱型で両者を付けて円柱型となり操作し易くなっています。



甲南キーラー株式会社

大阪本社

〒550 大阪市西区靭本町3丁目10番26号 〒113 東京都文京区湯島2丁目12番5号湯島ビル
電話 06-441-5324(代) 電話 03-815-2306(代)
FAX 06-443-9750 FAX 03-815-9856

東京本社

ブドウ球菌を含む グラム陽性菌から グラム陰性菌まで 広い抗菌作用

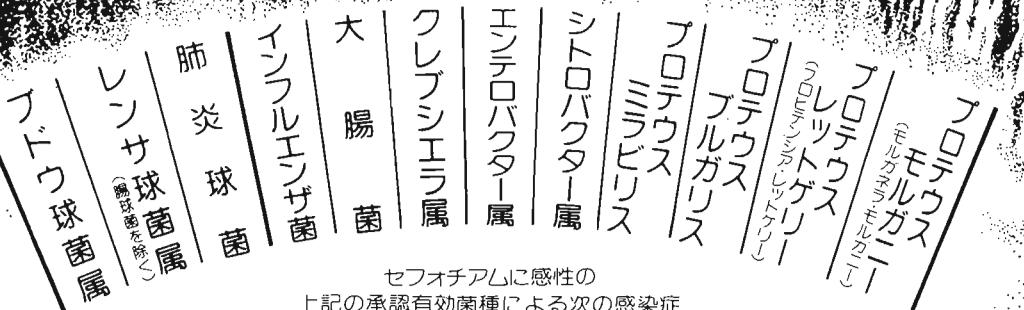
(要指示) 注射用セフェム系抗生物質製剤

パンスボリン®

静注用0.25g・0.5g・1g / 筋注用0.25g タケダ

(曰抗基:注射用塩酸セフオチアム)

PANSPORIN®



- 敗血症
- 術後創・火傷後感染、皮下膿瘍、よう、瘤、瘤腫症
- 骨髄炎、化膿性関節炎
- 扁桃炎(扁桃周囲炎、扁桃周囲膿瘍)、気管支炎、気管支拡張症の感染時、肺炎
- 肺化膿症、膿胸
- 胆管炎、胆のう炎
- 腹膜炎
- 腎孟腎炎、膀胱炎、尿道炎、前立腺炎
- 髄膜炎
- 子宮内感染、骨盤死腔炎、子宮旁結合織炎、子宮付属器炎、バルトリン腺炎
- 中耳炎、副鼻腔炎

使用上の注意 (静注用)

1. 一般的注意

ショック等の反応を予測するため十分な問診をすること。なお、事前に皮膚反応を実施することが望ましい。

2. 次の患者には投与しないこと

(1) 塩酸セフオチアムによるショックの既往歴のある患者。(2) 塩酸メビバカイン又はアニリド系局麻酔薬に対し過敏症の既往歴のある患者。

3. 次の患者には慎重に投与すること

(1)セフェム系又はペニシリソ系薬剤に対し過敏症の既往歴のある患者。(2)本人又は両親、兄弟に気管支喘息、発疹、じん麻疹等のアレルギー症状を起こしやすい体质を有する患者。(3)高度の腎障害のある患者。(4)経口摂取の不良な患者又は非経口栄養の患者、高齢者、全身状態の悪い患者(ビタミンK欠乏症があらわれることがあるので観察を十分に行うこと。)

4. 副作用

(1)ショック:まれにショック症状を起こすことがあるので観察を十分に行い、不快感、口内異常感、喘鳴、眩暈、便意、耳鳴、発汗等の症状があらわれた場合には投与を中止すること。(2)過敏症:発疹、じん麻疹、紅斑、搔痒、発熱、リンパ腺腫脹、関節痛等の過敏症があらわれた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。

●用法・用量、その他の使用上の注意、及び筋注用は添付文書をご覧下さい。



(資料請求先)

武田薬品工業株式会社

大阪市東区道修町2丁目27番地

(昭和63年5月作成: PAN B51-16)

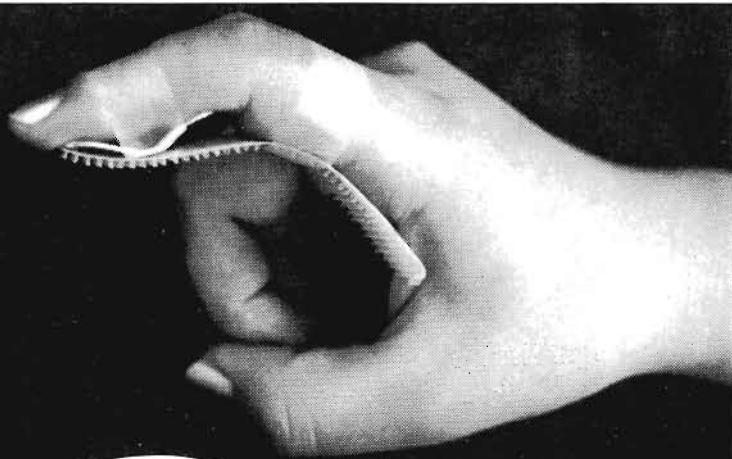


Unique Mallet Finger Splint

—ユニークなマレットフィンガー・スプリント—

マレッター

実用新案・商標登録出願中



好評発売中

マレッターは、
マレットフィンガー
(槌指)受傷後の早期
治療に適わしい効果
を發揮する、ユニーク
な Biconcave 型スプ
リントです。

●救急用として常備下さい

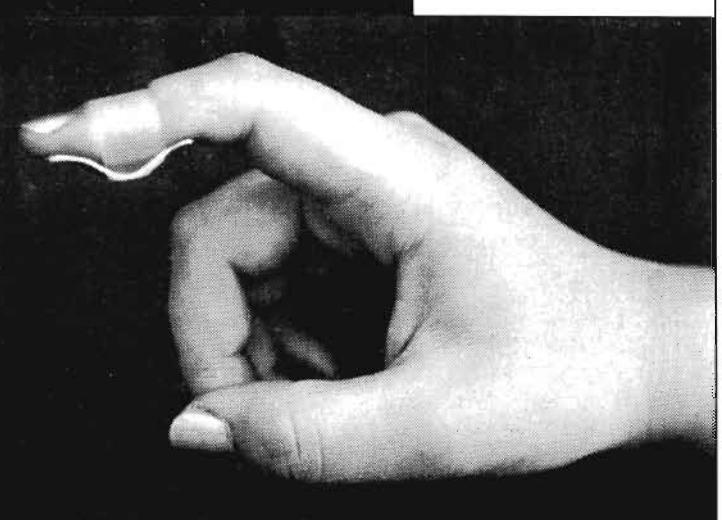
501N・ベルト型

L.M.Sサイズとも1セット
(10具)で ￥13,000

アルミニウム製のマ
レッターは、処方に
応じた角度の調整が
できます

500N・基本型

L.M.Sサイズとも1セット
(10具)で ￥9,000



中村ブレイス株式会社

本社/〒694-03 島根県大田市大森町
TEL (08548) 9-0231 代
東京事務所/〒187 東京都小平市中島町12-8
TEL (0423) 45-6781

投与法にあわせて…

硫酸アミカシン「萬有」はいろいろなケースの投与法に応えられる
3タイプの製剤があります。



筋注 点滴静注

〈薬価基準取扱〉

アミノ配糖体抗生物質製剤

硫酸アミカシン「萬有」指要指

AMIKACIN SULFATE "BANYU" 注射用・注射液
日抗基：注射用硫酸アミカシン・硫酸アミカシン注射液

【効能・効果】

ゲンタマイシン耐性の綠膿菌、変形菌、セラチア、大腸菌、クレブシエラ、エンテロバクター、シトロバクターのうちアミカシン感性菌による下記感染症—敗血症、気管支拡張症の感染時、肺炎、肺化膿症、腹膜炎、腎盂腎炎、膀胱炎、尿道炎、創傷・熱傷及び術後の二次感染

【用法・用量】

1.筋肉内投与の場合 通常、成人 1回硫酸アミカシンとして100～200mg(力値)を1日1～2回筋肉内投与する。小児は、硫酸アミカシンとして1日4～8mg(力値)/kgとし、1日1～2回筋肉内投与する。なお、年齢及び症状により適宜増減する。注射用硫酸アミカシン「萬有」を筋肉内投与する場合には1瓶に日局生理食塩液又は日局注射用蒸留水1～2mlを加えて溶解する。

2.点滴静脈内投与の場合 通常、成人 1回硫酸アミカシンとして100～200mg(力値)を、1日2回点滴静脈内投与する。小児は硫酸アミカシンとして1日4～8mg(力値)/kgとし、1日2回点

滴静脈内投与する。また、新生児(未熟児を含む)は、1回硫酸アミカシンとして6mg(力値)/kgを、1日2回点滴静脈内投与する。なお、年齢・体重及び症状により適宜増減する。点滴静脈内投与の場合には、通常100～500mlの補液中に100～200mg(力値)の割合で溶解し、30分～1時間かけて投与すること。

【包装】

注射用：1瓶中100mg(力値)、200mg(力値)、200mg(力値)点滴用
注射液：1アンプル中100mg(力値)/ml、200mg(力値)/2ml

●「使用上の注意」等の詳細については、製品添付の説明書などをご覧ください。



萬有製薬株式会社

東京都中央区日本橋本町2-2-3 ☎ 03(270)7551

主要取扱品目

☆ 九大式整形外科器械全般製作

(天児式、神中式、宮城式各種)

☆ 株式会社 松本医科器械代理店

米国ハウメディカ社 人工骨頭外全製品

米国ストライカー社、気動式・電動式手術器械外全製品

スイスロバートマチス社 A O 骨接合用器具外全製品

英国スワンモートン社 替刃メス外

ドイツ、リッシュ社 パルンカテーテル・気管カテーテル外全製品

ドイツ、ストルツ社 膀胱鏡、冷光源装置外

☆ 酒井医療電機代理店

リハビリテーション器械器具全般

☆ 風雲堂全製品総代理店 整形・X線全般

☆ 病院設備全般

病室関係、手術室関係、検査室関係、消毒室設備

X線装置、理科学器械、薬局設備、外

☆ ☆ ☆

九州風雲堂販賣株式会社

福岡市博多区千代4丁目30番4号

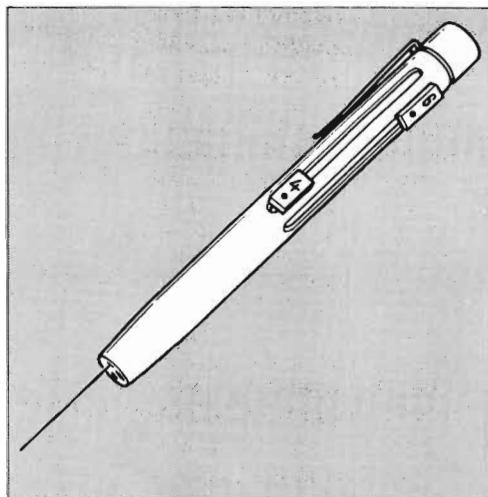
電話 (641) 7571~3

代表取締役社長 井藤信彌



クラウン知覚検査セット

■ 触・圧覚計(知覚テスター)



S₀～S₄までを簡単に判別できるように代表的なfilamentを4本抽出し、これをコンパクトにひとつにまとめたものです。

各filamentは検査時のみ押し出して使用し、使用後はペン状の筒の中に格納され保護されていますので、ポケットの中に入れて持ち運ぶことも可能です。尚、糸の交換が容易にできます。

PAT. No. 55883(PEND.)

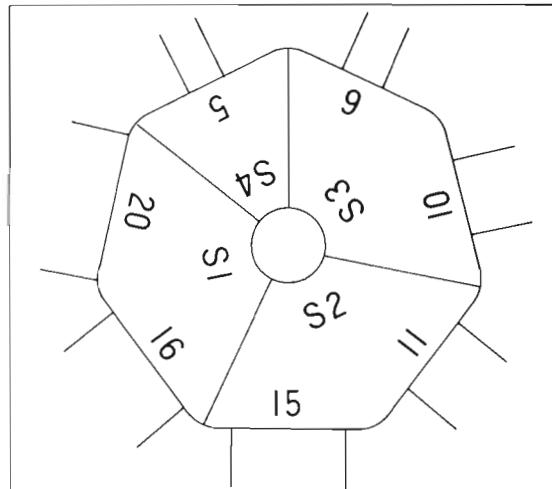
承認番号 62日第1771号

■ 2点識別計(2PD)

7種類の2点間距離

(5、6、10、11、15、16、20mm)は、それぞれS₀～S₄の判別のために最も適当と思われるもので、触・圧覚計と共に用いて検査されますとさらに便利です。

尚、本体にはチタンを用い堅牢で軽く使いやすく設計されております。



株式会社 河野製作所

〒272 千葉県市川市曾谷2-11-10
TEL 0473(72)3281 FAX 0473(73)4515

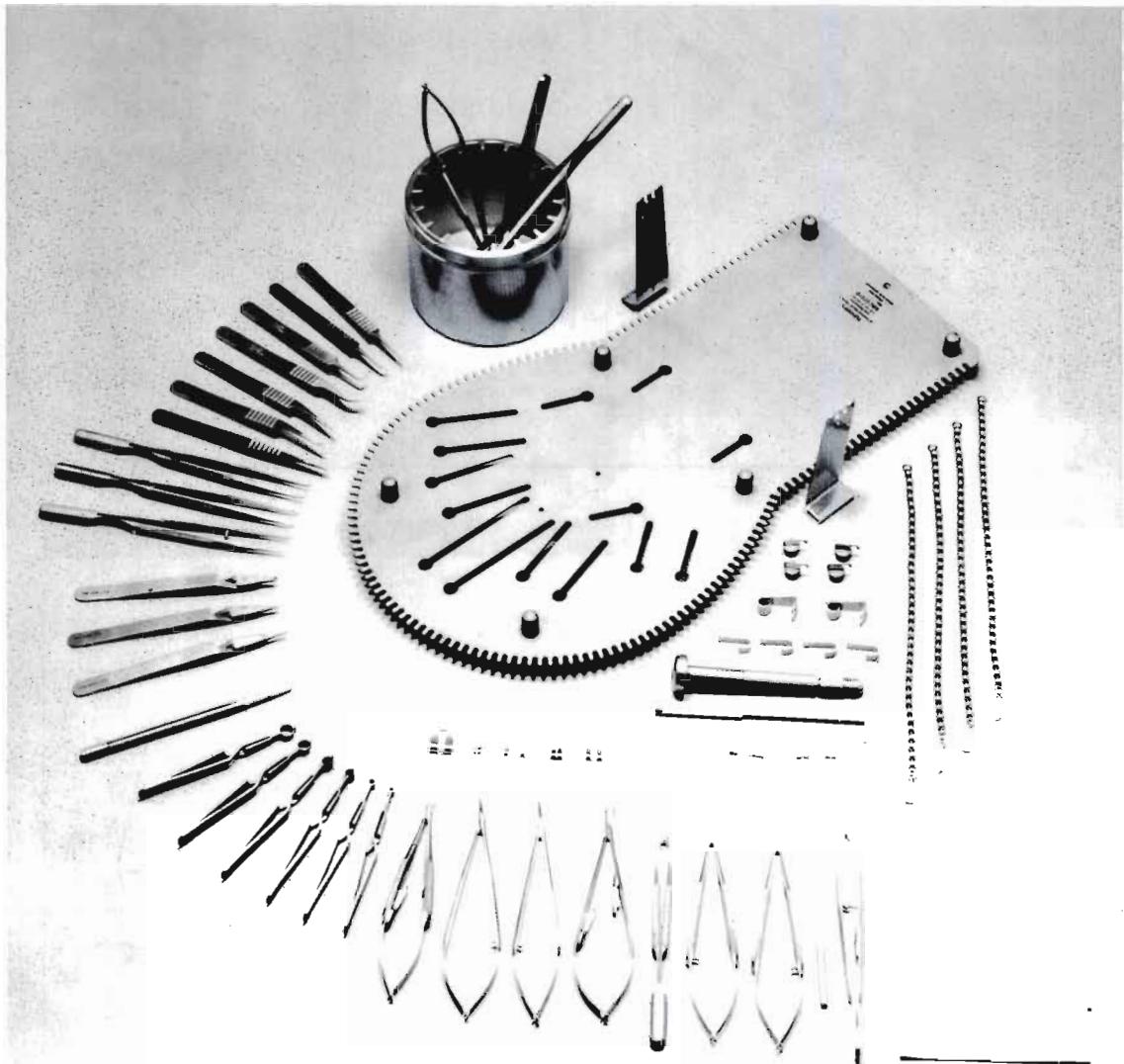
SSC

スイスSSC形成外科用マイクロ手術器械

for Microsurgery

スイスSSC社製品

- マイクロ持針器
- 鋸子
- 剪刀
- 血管クランプ
- 手の外科手術台
- 小骨接合関節圧迫固定セット
- 末梢神経および腱切断セット
- 動脈切開クランプ
- 血管拡張器
- 固定鋸子
- カウンターループ
- カウンターブレッサー
- 器械ケース
- マイクロ針付縫合糸
- 未消毒マイクロ針付縫合糸(動物実験用)
- その他



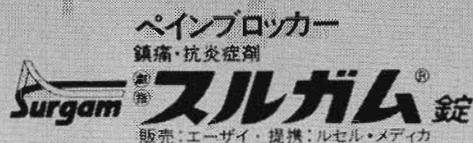
●カタログご希望の方は当社までご請求下さい。

発売元 (株) カキヌマメディカル
輸入元 リード貿易株式会社

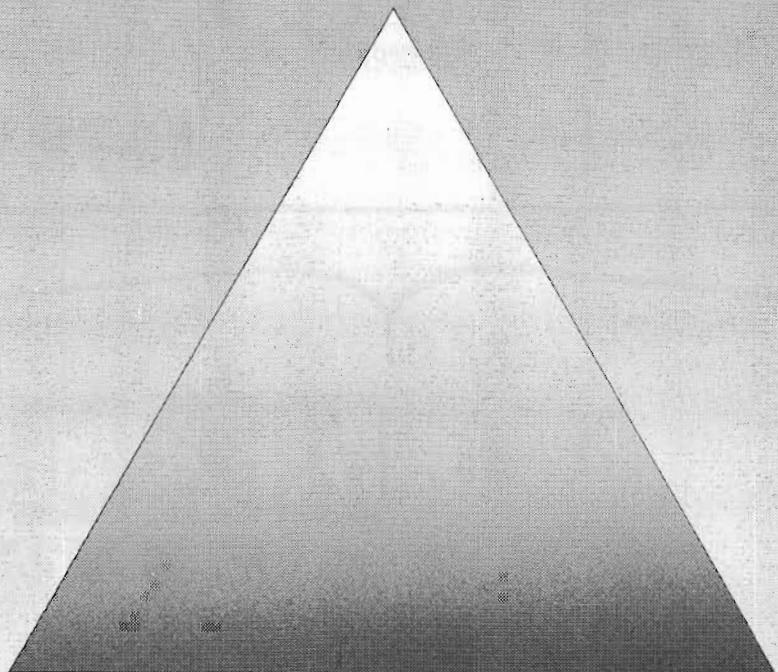
〒113 東京都文京区本郷3-12-5
TEL 03(813)8485(代表)

整形外科領域のエーザイ製品

エーザイの整形外科用薬剤は、それぞれ病態に合致した作用機序で、整形外科疾患に随伴する症状を改善します。最も主要な症状である疼痛と炎症に対してはスルガム、障害された神経の修復にはメチコバール、筋緊張亢進の緩解にはミオナール、病態や症状に合わせ、お使い分け下さい。



販売:エーザイ・提携:ルセル・メディカ



しびれ・痛み・まひ・肩こりに
末梢神経修復剤

メチコバール®錠500μg
注射液500μg



筋力を低下せず筋緊張を緩和する
筋緊張症候改善剤

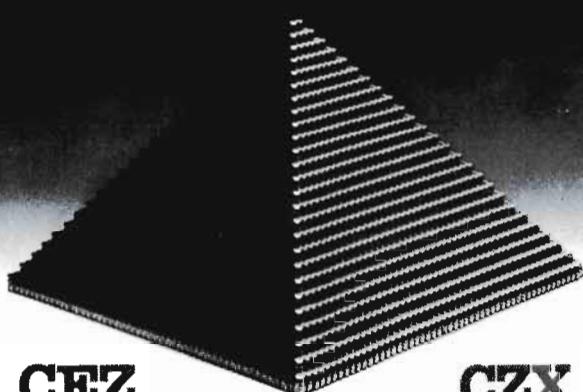
ミオナール®錠50mg
顆粒10%

ご使用に際しては添付文書をご参照下さい。

Eisai エーザイ
東京都文京区小石川4-5-10

D-Iz 8810

実績が物語る……フジサワのセファロスボリン



CEZ
Cefamezin®

CZX
Epocelin®

合成セファロスボリン 指 剤
セファメジン®
筋注用・注射用

（日抗基：注射用セファゾリンナトリウム） ■ 健保適用

合成セファロスボリン製剤 指 剤
セトロセリニ®
静注用・筋注用・坐剤

（日抗基：セチソキシムナトリウム） ■ 健保適用

フジサワ
大阪市東区道修町4丁目3 〒541

● 効能・効果・用法・用量、使用上の注意は製品添付文書をご参照ください。

1987.7.作成:B51

医学雑誌 広告取扱

各 学会の雑誌、抄録、プログラム及び名簿等の印刷並に広告掲載のお世話を致します

医学、歯学、薬学、獣医学、各雑誌の広告代理店

福田商店広告部

大阪市東区船越町1-22(アズタビル)
電話 大阪 (06) 943-1511(代)

本誌・広告取扱

◆住友製薬

新しい可能性、白いインテバン。

Inteban[®] cream



経皮鎮痛消炎剤

インテバン[®] クリーム

薬価基準収載

1 新世代のクリーム

新しいタイプのクリーム基剤です。べとつかず、アルコール性の皮膚刺激がありません。においも良好で、使用感にすぐれています。

2 非アルコール性

3 幅広い使用法

ホットパック療法、マッサージ療法時の使用
可能です。

組成 1g中、インドメタシン10mgを含有する。

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 症状により、適量を1日数回患部
に塗擦する。

使用上の注意

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.次の患者には使用しないこと

本剤に対して過敏症の既往歴のある患者

3.副作用

皮膚: ときに瘙痒、発赤及び発疹が、また、
まれに熱感、腫脹、乾燥感及びヒリ
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。

4.妊娠への投与

妊娠に対する安全性は確立していないので
妊娠又は妊娠している可能性のある婦人に
対しては大量又は広範囲にわたる長期間の
投与をさけること。

5.適用上の注意

眼及び粘膜に使用しないこと。

■取扱い上の注意等は添付文書をご覧
ください。

製造発売元 (資料請求先)

住友製薬株式会社

〒541 大阪市東区道修町2丁目40

UP

