

昭和60年12月3日第4種郵便物認可 平成5年8月25日印刷 平成5年8月31日発行 ISSN 0910-5700

第 10 卷・第 2 号

Vol. 10 No. 2, 1993

# 日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



日 手 会 誌

日本手の外科学会

J. Jpn. Soc. Surg. Hand

手の痛みと腫れに



# 経皮複合消炎剤 モビラート<sup>®</sup>軟膏

## 〔組成〕

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

## 〔効能・効果〕

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

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。

## 〔用法・用量〕

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

## 〔使用上の注意〕

### 1. 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

### 2. 副作用

過敏症 ときどき発赤、搔痒、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。

資料請求先  
(1992.5作成)

製造販売



マルホ株式会社

大阪市北区中津1丁目6-24

提携

ルイトポルド・ファルマ社  
ドイツ・ミュンヘン

# 日本手の外科学会定款

## 第1章 総 則

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

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

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

## 第2章 目的および事業

第4条 本会は、手の外科の進歩発展を図ることを目的とする。

第5条 本会は、第4条の目的を達成するために次の事業を行う。

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

## 第3章 会 員

第6条 会員は、本会の目的に賛同するつぎの者とする。

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

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

ただし賛助会員を希望する場合は入会申し込み金を納めることを要しない。

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

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

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

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

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

## 第4章 役員、評議員、委員会委員および幹事

第12条 本会には、次の役員を置く。

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

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

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

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

## 第6章 学術集会

第25条 学術集会は年1回、会長が開催する。

- 2 学術集会での発表の主演者および共同演者は、原則として本会の会員に限る。
- 3 本会の会員以外でも、会長の承認を得て学術集会に特別参加し、主演者および共同演者として発表することができる。
- 4 前項に該当する者が機関誌に投稿を希望する場合には、臨時会費として主著者は年会費の全額、共著者は年会費の2分の1を納入しなければならない。

## 第7章 会 計

第26条 本会の経費は、年会費およびその他の収入をもって充てる。

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

第28条 本会の会計年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月末日に終わる。

## 第8章 附 則

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

第30条 本定款は、平成5年5月27日より適用する。

## 入会申し込み金および年会費細則

第1条 正会員および準会員の入会申し込み金は2,000円とする。

第2条 正会員および準会員の年会費は9,000円として、当該年度に全額を納入することとする。

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

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

## 評議員選任規則

1. 150名以内とする。

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

- 1) 手の外科に関する初回口演あるいは論文発表から10年以上の経験を有すること
- 2) 最近5年間の手の外科に関する主著論文が5編以上あること
3. 任期は1年とする。再任を妨げず、会長がこれを委嘱する。
4. 理由なく3年連続評議員会を欠席した者、前年度に65歳に達した者は、評議員としてとなることはできない。

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

## 内規

1. 名誉会員および特別会員に関する内規

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

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

2. Corresponding member に関する内規

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

3. 委員会委員に関する内規

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

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

## 「日本手の外科学会雑誌」投稿規定

- 1) 本誌は年6回発刊する。
- 2) 寄稿者は、本会会員であることを要する。
- 3) 論文は未発表のものであることを要し、掲載後は、本学会の承諾なしに他誌への転載を禁ずる。
- 4) 論文の長さは、およそ下記制限内とする。

原著、総説…………… 400字詰、35枚以内  
症例報告、その他……… 400字詰、20枚以内

◎ 学術集会発表論文……… 本文、図、表、写真、文献を含めて、400字詰、12枚以内(原則として当日会場で提出すること。また、図、表、写真は1個につき400字詰1枚と数えるものとする。)
- 5) 論文は、和文もしくは英文とする。和文論文はワープロ使用の場合、20字×20行で1枚400字にし行間を十分とること。英文論文は、タイプライター、ワープロを用い、ダブルスペースとする。題は冠詞、接続詞、前置詞はすべて小文字、名詞、動詞、形容詞の頭文字は大文字とする。論文は、常用漢字、新かなづかい、新医学用語を用い、かつ「整形外科用語集」にできるだけ従うものとする。数量を示す文字は、cm, ml, ℥, 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) 図および写真は正確、鮮明なものとし、それらの説明文および表はすべて英文とする。(挿入位置は、本文原稿の欄外に指定しておくこと。)図、表の番号は、Fig. 1, Fig. 2, ……, Table 1, Table 2, ……などを使用する。

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

### Key word をつける前に

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

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

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



## 目 次

### 移植

#### 各種の処理法を加えた神経移植実験

- 移植神経の組織像を中心に — ..... 伊藤聰一郎・他 ..... 169  
*S. Ito, et al.: An Experimental Study of Nerve Grafts Treated by Various Methods*

#### 神経移植における cryopreservation の諸条件について ..... 伊藤聰一郎・他 ..... 175

- S. Ito, et al.: An Experimental Study on Cryopreserved Nerve Graft*

#### 爪床の分層移植による爪床欠損の治療 ..... 西源三郎・他 ..... 180

- G. Nishi, et al.: Treatment of Nail Bed Loss with Split-Thickness Nail Bed Graft*

#### 同種末梢神経移植に関する実験的研究

- (免疫抑制剤 FK 506 中止効果について) ..... 奥田良樹・他 ..... 185  
*Y. Okuda, et al.: Experimental Study of Allogenic Peripheral Nerve Grafts.  
The Effect of Cessation of Short-term FK 506 Administration in Rats*

### 腱—基礎—

#### 腱縫合の実験的研究

- 第3報：遊離腱移植後の縫合部張力 ..... 土田浩之・他 ..... 191  
*H. Tsuchida, et al.: Experimental Study of the Tendon Repair: 3rd Report  
— the tensile strength after tendon graft with dogs —*

#### 組織培養を用いたヒト屈筋腱損傷の修復過程の観察

- 抗 BrdU 抗体を用いた免疫染色による観察 — ..... 松田智・他 ..... 195  
*S. Matsuda, et al.: Experimental Study on Healing Process of Human  
Flexor Tendon Injury by Tissue Culture  
— Immunohistochemistry with anti-BrdU antibody —*

#### 屈筋腱の修復に関する実験的研究

- 乾燥が腱に及ぼす影響について — ..... 吉川泰弘・他 ..... 198  
*Y. Yoshikawa, et al.: An Experimental Study on the Healing of the Flexor Tendon  
— Effects of Tendon Drying on the Tendon Properties —*

#### 屈筋腱手術時の出血と術後腱癒着の関係

- についての実験的研究 ..... 中村誠也・他 ..... 202  
*M. Nakamura, et al.: Adhesion from Flexor Tendon Surgery  
— An Animal Study —*

#### 伸筋腱の癒着に関する実験的研究

- 指骨々折後の癒着について — ..... 有野浩司・他 ..... 206

- アパタイトシートの腱癒着防止に関する研究 ..... 佐藤 義郎・他 ..... 211  
*Y. Sato, et al.: Inhibitory Effect on Tendon Adhesion of Biocellulose-Hydroxyapatite Sheet*
- ゼラチン膜の癒着防止効果について（第2報） ..... 石田 仁志・他 ..... 215  
*H. Ishida, et al.: An Experimental Study on the Effects of Gelatin Membrane for Preventing Adhesion after Tendon Repair (2nd Report)*
- 長母指伸筋腱断裂に対する解剖学的  
および生体力学的研究 ..... 斎藤 覚・他 ..... 220  
*S. Saitoh, et al.: A Biomechanical and Anatomical Approach to Extensor Pollicis Longus Tendon Rupture*
- 屈筋腱損傷後の装具療法 ..... 松田 智・他 ..... 224  
*S. Matsuda, et al.: Splint Therapy after Flexor Tendon Repair*
- 手指屈筋腱の滑走に関する解剖学的検討  
『CPM の有用性』 ..... 吉田 英次・他 ..... 227  
*E. Yoshida, et al.: Evaluation of a Continuous Passive Motion Machine (A Study the Excursion of the Finger Flexor Tendons)*
- 伸筋腱剥離術の治療成績の検討 ..... 近藤 喜久雄・他 ..... 230  
*K. Kondou, et al.: A Study of the Results in Extensor Tenolysis*
- Dynamic splint を用いた伸筋腱断裂修復後の装具療法 ..... 土金 彰・他 ..... 235  
*A. Tsuchikane, et al.: Post-operative Management with Dynamic Splint after Extensor Tendon Repair*
- 指伸筋腱脱臼の病態と分類 ..... 鮫島 弘武・他 ..... 239  
*H. Samejima, et al.: The Classification and Treatment of the Dislocation of the Extensor Tendons of the Fingers*
- 伸筋腱皮下断裂例の検討 ..... 平澤 精一・他 ..... 243  
*S. Hirasawa, et al.: Spontaneous Rupture of the Extensors*
- 遠位橈尺関節症に続発した伸筋腱皮下断裂の検討 ..... 杉本 良洋・他 ..... 246  
*Y. Sugimoto, et al.: Extensor Tendon Rupture Following Osteoarthritis of the Distal Radio-Ulnar Joint*
- 屈筋腱皮下断裂について ..... 江川 弘光・他 ..... 251  
*H. Ekawa, et al.: Subcutaneous Rupture of the Flexor Tendon*

de Quervain 病の治療経験

私たちの行った保存的療法について ..... 小川ひろみ・他 ..... 255

*H. Ogawa, et al.: Brace Therapy of de Quervain's Disease (Our method)*



移植

## 各種の処理法を加えた神経移植実験

—移植神経の組織像を中心に—

小張総合病院形成外科

伊藤聰一郎

東京医科歯科大学整形外科学教室

中川照彦・古屋光太郎

土浦協同病院整形外科

石突正文

### An Experimental Study of Nerve Grafts Treated by Various Methods

Soichiro Ito, et al.

Department of orthopaedic surgery, faculty of medicine, Tokyo Medical and Dental University

Histopathological studies were conducted compare nerve transplantation specimens that have been treated by various methods.

#### Methods

The sciatic nerves of Fisher rats were subjected to one of the following processes: cryopreservation (preservation in 10% DMSO with FBS at -80°C for one month); lyophilization (vacuum drying after freezing at -80°C for several days); freezing and thawing (a process of rapid freezing in liquid nitrogen followed by thawing in physiological saline, repeated several times); and freezing at -80°C (freeze preservation at -80°C for one month). The specimens were transplanted into the right sciatic nerves of BN or Lewis rats form 10mm bridge graft. The groups that received untreated specimens or isografts as the controls. The specimens were recovered 3 days to 12 weeks after transplantation, imbedded in epon, and examined under light and electron microscopes.

#### Results and discussions

Lymphocyte infiltration was noted in both BN and Lewis rats regardless of the type of process, indicating the persistence of antigenicity of the grafted nerve. In the specimens that had been subjected to lyophilization, the start of lymphocyte infiltration was delayed, and fewer cells were involved in the infiltration process, indicating a relative attenuation of antigenicity. We believe that one reason is death of all of the donor Schwann cells during the process of lyophilization. In the group subjected to cryopreservation, Wallerian degeneration took place but the Schwann cells survived. The cryopreservation process might reduce the antigenicity of the tissue, but we believe that resumption of protein synthesis by these Schwann cells triggers the rejection response. In the group subjected to freezing and thawing too, some Schwann cells survive if the process is incomplete. In such an instance, it is unlike that a freezing process reduces antigenicity and it is most probable that the host develops a pronounced rejection response.

---

**Key words:** nerve graft, cryopreservation, lyophilization, freezing and thawing, deep freezing

**Address for reprints:** Soichiro Ito, M. D., Department of orthopaedic surgery, faculty of medicine, Tokyo Medical and Dental University, Yushima 1-5-45, Bunkyo-ku Tokyo 112, Japan.

移植素材の抗原性を低下させるために各種の処理法が考案されている。しかしそれらの比較を行った報告は以外に少い<sup>1),2)</sup>。われわれは神経保存においてこれらの組織学的な比較検討を行ったので報告する。

## 方 法

Fisher rat (F344) より採取した坐骨神経に以下のような処理を加えた後、Brown Norway rat (BN) と Lewis rat (LWS) の右坐骨神経に 10 mm の架橋移植を行い実験群とした。

(1) cryopreservation 群…採取した坐骨神経を PBS 加 balanced salt solution で洗浄後 fetal vobin serum 加 10%DMSO 中に入れ、毎分 1 °C ずつ冷却して -80°C で 1 ヶ月間冷凍保存した。

(2) 凍結乾燥群…神経を採取後 -80°C で数日間冷凍保存してから真空乾燥した。

(3) 凍結解凍群…神経を液体窒素で急速凍結後生食で急速解凍する操作を 3 回繰り返した。

(4) 冷凍保存群…神経を -80°C で 1 ヶ月間冷凍保存した。

また、対照群として以下の 2 群を作成した。

(1) 無処理群…採取した神経に何等処理を加えず移植した。

(2) 同系移植群…F344 の坐骨神経をそのまま他の F344 の坐骨神経に移植した。

移植後 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 56, 84 日目に移植部中央より試料を採取して常法によりエポン包埋後、光顕および電顕で観察した。

## 結 果

### (1) 光顕による観察

同系移植群は細胞浸潤が見られなかったが、無処理群では BN, LWS ともリンパ球様細胞浸潤が観察された。BN は細胞浸潤が移植後 5 日より始まり、10 日～5 週で強く、また LWS は 1 週で浸潤が始まり、2～6 週で強く生じた。細胞浸潤は BN の方が LWS よりも強く生じ、8 週頃まで浸潤細胞数が多いがそれ以後は減少した。しかし少数ながら 12 週後も細胞浸潤は認められた。移植後 4 週頃からは Waller 変性に交じって再生軸索も観察されるようになり、6 週で minifascicle も認められて、その集合体が形成されるが、LWS の方が BN よりも再生は進んでおり軸索数も多かった。

一方、実験群でも同様なリンパ球様細胞浸潤が観察

された。cryopreservation 群、凍結解凍後、冷凍保存群は BN で 5 日、LWS で 1 週より細胞浸潤を認め、そのピークは BN で 10 日～4 週、LWS で 2～4 週だった。凍結乾燥群は細胞浸潤の開始が遅れ、BN で 1 週より少数の細胞浸潤が始まり 10 日～3 週で強くそれ以後は減少するが、細胞浸潤の程度は他の実験群ほど強くなかった。LWS では移植後 2～3 週で少数の細胞浸潤を見るにすぎなかった。しかし、12 週後も神経周膜外に少数ながら細胞浸潤は続いていた。また、実験群の浸潤細胞数が減じるにつれて 3 週頃より minifascicle を認め、8 週でその集合体が形成されるが、凍結解凍群の再生過程は他の実験群より遅れていた。

### (2) 電顕による観察

移植後 1 週の無処理群ではリンパ球浸潤を認め、donor 由来の残存する Schwann 細胞基底膜内に独自の基底膜を持ち recipient 由来と考えられる Schwann 細胞に包まれた無髓軸索が進入していた

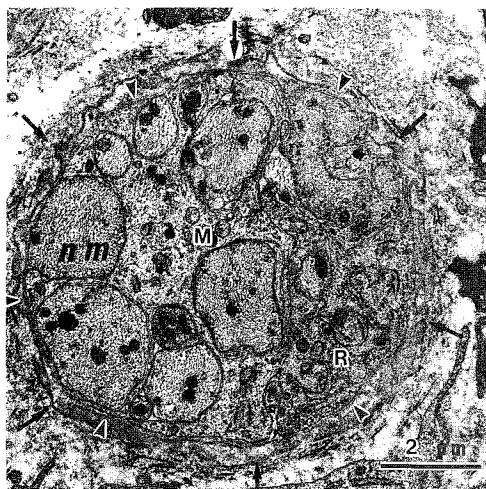


Fig. 1 Electron microscopic observation of the untreated group. 1A: 1st week after grafting. Non-myelinated axons surrounded by a Schwann cell originated from the recipient have penetrated into the residued basement membrane of the Schwann cell originated from the donor. nm: Non-myelinated axon, Arrow: residued basement membrane of the Schwann cell originated from the donor, Arrowhead: basement membrane of the Schwann cell originated from the recipient, R: rough endoplasmic reticulum, M: mitochondria

(Fig. 1A). 8週後 minifascicle の集合体を形成したが、再生軸索は LWS が BN よりも太い傾向にあった (Fig. 1B, C)。この時期でも BN, LWS ともにリンパ

球浸潤は続いていた。

cryopreservation 群では移植後 5~10 日目に多数の変性軸索を包んでいる Schwann 細胞が観察された (Fig. 2A)。この細胞は基底膜を持ち、核の濃縮は見られず、細胞質は充実性で mitochondria や Golgi 体、水解小体を含み、生存する donor の Schwann 細胞と考えられる。隔壁を形成していた神経周膜細胞の細胞突起は分断され変性軸索から離れてしまった (Fig. 2B)。4 週ではまだ無髓軸索が多く、Schwann 細胞の細胞突

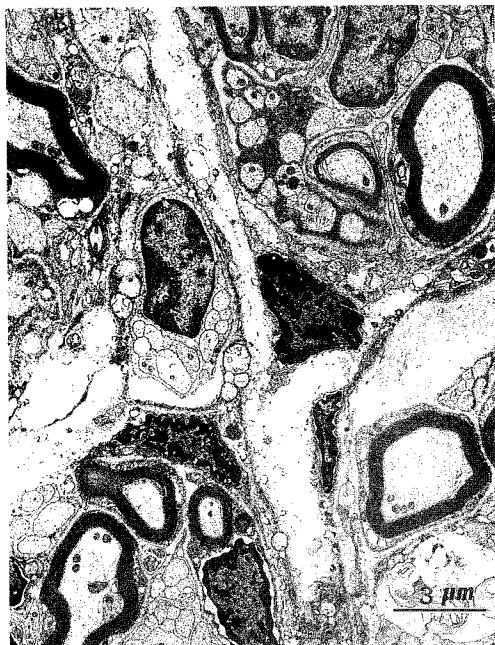


Fig. 1B

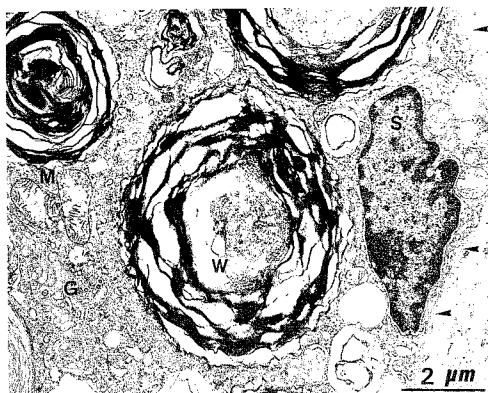


Fig. 2A

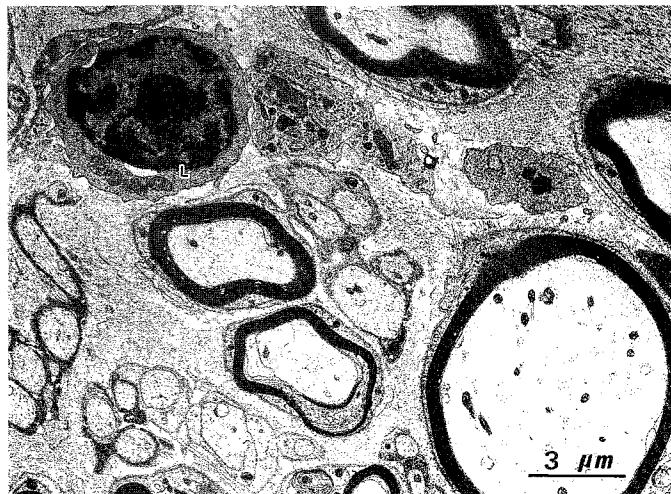


Fig. 1C

**Fig. 1B, 1C** 8th week after grafting. 1B: BN, 1C: LWS. Grouping of minifascicles. There is a tendency that regenerating axons of the Lewis rat are larger than those of the BN rat. L: lymphocyte



Fig. 2B



Fig. 2C

Fig. 2 Electron microscopic observation of the cryopreserved group. 2A: 10th day after grafting. A living Schwann cell holding the degenerating axons. S: Schwann cell, W: Wallerian degeneration, M: mitochondria, G: Golgi complex., Arrow: basement membrane. 2B: 5th day after grafting. Cytoplasm of the perineurial cell which formed septum has been segmented and separated from degenerated axons. S: Schwann cell, D: debris of the degenerated axon, E: lysosome, M: macrophage, Large arrow: Perineurial cell, Small arrow: residued basement membrane 2C: 4th week after grafting. Cytoplasm of a Schwann cell has begun to make a loop (Arrow). nm: non-myelinated axon, S: Schwann cell, F: fibroblast

起が細く伸びてループ状になり始めた部位もあった (Fig. 2C)。その再生軸索を取り巻くように、基底膜を持たない未熟な神経周膜細胞が細胞突起を伸ばしていた。リンパ球浸潤の続く部位では再生軸索はきわめて少なかった。

凍結解凍群でも移植後 5 日目に Waller 变性に混じって、生存する donor の Schwann 細胞が一部で観察された (Fig. 3)。この部位でも神経周膜細胞が作る隔壁の連続性は失われていた。

凍結乾燥群と冷凍保存群では移植後 10 日までは生きた Schwann 細胞が認められず、神経周膜細胞も完全に変性していた。しかし 2 週後には recipient と考えられる Schwann 細胞に包まれた無髓軸索と、その間に細胞突起を伸ばす未熟な神経周膜細胞と考えられる線維芽細胞様の細胞が観察された (Fig. 4)。



Fig. 3 Electron microscopic observation of the freeze-thawed group on the 5th day after grafting. At a part a living Schwann cell is observed. Continuity of the septum of the perineurial cell is also lost. S: Schwann cell, W: Wallerian degeneration, M: mitochondria, E: lysosome, G: Golgi apparatus, D: debris of the degenerated axon, Arrowhead: basement membrane.

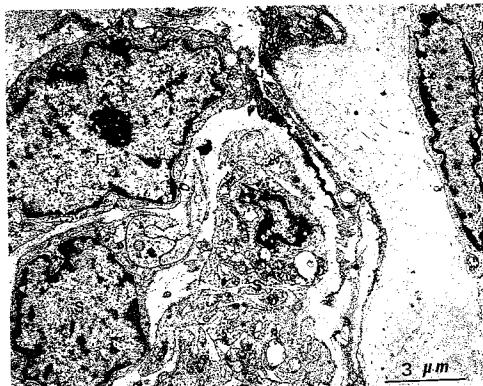


Fig. 4 Electron microscopic observation of the lyophilized group on the 2nd week after grafting. Non-myelinated axons surrounded with a Schwann cell originated from the recipient and a fibroblastic cell elongating its cytoplasm are observed. S: Schwann cell, F: fibroblastic cell.

## 考 察

どのような処理を加えても BN, LMS とともにリンパ球浸潤が認められ、移植神経の抗原性は程度の差こそあれ残存すると考えられる。その中では凍結乾燥法でリンパ球浸潤の開始が遅れ、浸潤する細胞数も少なく、比較的免疫原性を低下させるようである。これは凍結乾燥により donor の Schwann 細胞が完全に変性することが原因であろう。cryopreservation 群でも Waller 変性は起こるが donor の Schwann 細胞は生存し、蛋白合成再開と共に拒絶反応が強く生じると考えられる。この場合も、無処理群と比較すれば組織学的には拒絶反応を低下させる効果が認められる。凍結解凍群でも処理が不完全だと一部の Schwann 細胞が生存する。この場合、冷凍保存による抗原性の低下効果がないため拒絶反応が強く起こり、神経再生が遅延したものと考えられる。

神経周膜細胞も cryopreservation では生存すると思われるが、donor の神経周膜細胞が構成していた神経周膜やその内部の隔壁は一度壊れてしまい、線維芽細胞により再構築された。donor の Schwann 細胞が生存しても軸索が変性した場合は神経周膜細胞が離れていまい、線維芽細胞へ metaplasia を起こすと推測される。さらに、Schwann 細胞が生存する軸索と接する場合、神経周膜や隔壁構造を維持するために何らか

の因子を神経周膜細胞、あるいは線維芽細胞に対して出していることが予想される。

以上より長い架橋移植では生きた Schwann 細胞の存在が軸索の再生を助けると考えられ、今後 cryopreservation で保存した Schwann 細胞の移植を試みたい。

## 文 献

- 伊藤聰一郎 他：移植神経の処理法と移植成績。日本マイクロサージャリー学会誌, 5: 22-28, 1992.
- Mackinnon, S. E., et al.: Nerv allograft response: A quantitative immunological study. Neurosurg., 10: 61-69, 1992.

**質問** 広島大学整形外科 越智 光夫  
移植部の神経再生が悪い場合、移植遠位部でも神経は悪いのか否か。

**質問** 慈恵医大形成外科 平瀬 雄一  
① DMSO は連結保護剤であり、抗原性の低下とはあまり関係ないと考えますがいかがですか。

② 抗原性の低下を目的とする保存ならば、凍結保護するだけでなく、段階的に凍結させる必要があると考えますが如何ですか。いわゆる細胞保存の方法は複合組織（多くの細胞を有する）には適応できないと考えます。

**回答** 東医歯大学 伊藤聰一郎

1. 広島大・越智先生に対して

今回は移植遠位部の観察は行わなかったが、graft の近位および遠位部の電顕像と graft 部の像を比較することにより、donor の Schwann 細胞が拒絶された後入って来た recipient の Schwann 細胞に置換され、再生軸索に髓鞘を形成する過程がわかること、また再生軸索が graft 部を通過後 recipient の神経内でどのような経過をとるかわかるため、今後は移植部近位と遠位部でも比較検討したい。

2. 慈恵大形成外科平瀬雄一先生に対して

① DMSO 使用により抗原性が低下したとの報告があります。

② 冷凍温度のプログラミングによっても抗原性の低下程度は不变であると考える。この方法により抗原性が低下するという根拠は何でしょうか？むしろ -40°C ～ -60°C で急速冷凍することにより細胞内自由水凍

結が防げられるため、より多くの細胞が生存し得ることに意義があると考えられる。しかし、われわれの行った $-1^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の冷凍速度でも Schwann 細胞は他の実験群に比して電頭上は明らかに多く生存しているため、

本法でも簡便に細胞保存は可能である。

また、神経移植では Schwann 細胞と神経周膜細胞が生存すれば十分であり、複合組織移植とは異なる。

## 神経移植における cryopreservation の諸条件について

小張総合病院整形外科

伊 藤 聰一郎

東京医科歯科大学整形外科学教室

中 川 照 彦・古 屋 光太郎

土浦協同病院整形外科

石 突 正 文

### An Experimental Study on Cryopreserved Nerve Graft

Soichiro Ito, et al.

Department of orthopaedic surgery, faculty of medicine, Tokyo Medical and Dental University

A study was conducted on the optimum DMSO concentration, preservation temperature, and the possibility of reduction in antigenicity in the cryopreservation of nerves.

#### Experiment 1

The sciatic nerves from Fisher rats, which had been preserved in 10% DMSO at -80°C for one month, were transplanted into the sciatic nerves of BN and Lewis rats to form 10mm bridging graft. Untreated nerves were also transplanted in a similar in the control group. From 3 days to 12 weeks following grafting, specimens were collected from the transplantation site, imbedded in epon, and examined under light and electron microscopes.

#### Experiment 2

As in Experiment 1, the sciatic nerves of Fisher rats were cryopreserved in 0, 10, 20, and 30% DMSO at -80°C for one month. For another group, the same specimens were preserved in liquid nitrogen for one month. They were transplanted into the right sciatic nerve of Lewis rats to form bridge grafts measuring 25 mm. A sham operated group and a group with isografts served as the controls. After 3 months, nerve regeneration was observed by using evoked electromyography (for latency and amplitude) and under 800×light microscopy (for the examination of axonal diameter and density).

#### Result and discussion

Satisfactory nerve regeneration was noted in the specimens that had been preserved in 30 and 20% DMSO in liquid nitrogen, followed by those preserved in 10 and 20% DMSO at -80°C but no statistically significant differences were noted between the experimental groups. It is concluded that preservation of the nerve tissue in 10 to 20% DMSO at -80°C is effective enough when storage is limited to several months. Lymphocyte infiltration occurred even when MHC was matched. We believe that antigenicity is not reduced completely even after cryopreservation and the Surving Schwann cells resume protein synthesis, which further potentiates antigenicity. However, graft

---

**Key words:** nerve graft, cryopreservation, Schwann cell

**Address for reprints:** Soichiro Ito, M. D., Department of orthopaedic surgery, faculty of medicine, Tokyo Medical and Dental University, Yushima 1-5-45, Bunkyo-ku, Tokyo 112, Japan.

rejection was suppressed to a certain degree. The procedure will be more effective if immunosuppressive agents are combined until the regenerating axons pass the graft site or the specimen is transplanted into a recipient with matching MHC.

現在 cryopreservation は複合臓器移植にも実験的に試みられているが、その方法論はいまだに確立されていない。移植神経の保存に本法を用いる場合の最適な DMSO 濃度と保存温度、抗原性低下の有無等を検討するため以下の実験を行った。

### 実験 1

200 g の Fisher rat (F344) から採取した坐骨神経を PBS 加 balanced salt solution で洗浄後 fetal bovin serum 加 10%DMSO に入れ、毎分 1°C ずつ冷却して -80°C で 1 ヶ月間保存後 Brown Norway rat (BN) と Lewis rat (LWS) の右坐骨神経に 10 mm の架橋移植を行い実験群とした。無処理の神経も同様に移植し対照群とした。移植後 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 56, 84 日目に移植部中央より試料を採取してエポンに包埋し、光顕と電顕で観察した。

### 結果

対照群のリンパ球様細胞浸潤は BN が移植後 5 日より始まり 10 日～5 週で強く、LWS は移植後 1 週より始まり、2～6 週で強かった (Fig. 1A, B)。細胞浸潤は BN が LWS よりも強く、8 週頃まで浸潤細胞数が多いがそれ以後は減少した。しかし少数ながら 12 週後でも細胞浸潤は認められた。また、4 週頃から Waller 変性に混じって再生軸索も観察されるようになり、6 週前後で minifascicle の形成も認められ、その集合体ができて行くが、LWS の方が BN よりも再生は進んでおり、軸索数も多かった。一方、実験群でも対照群と同じ頃からリンパ球様細胞浸潤が観察された。細胞浸潤は BN で移植後 10 日～4 週 (Fig. 1C)、LWS は 2～4 週 (Fig. 1D) で強く、それ以後は減少した。また、移植後 3 週で minifascicle の形成が始まり、8 週以降その集合体が作られた。

また、実験群の電顕像では移植後 3～5 日に移植神経は Waller 変性に陥っているが、変性軸索を包み込むように細胞突起を伸ばしている Schwann 細胞が観察された (Fig. 2)。この細胞は基底膜を持ち、核の濃縮は見られず、細胞質は充実性で酵素と思われる均質無構造な球体や粗面小胞体を含んでいる。その形態学的

特徴よりこれは生存した donor の Schwann 細胞で、lysosome によって変性した軸索を消化するものと考えられる。

### 実験 2

200 g の F344 から採取した坐骨神経を実験 1 と同様 0%, 10%, 20% および 30% DMSO 中に -80°C で 1 ヶ月間冷凍保存した群と、-80°C に 12 時間置いた後液体窒素中へ移して 1 ヶ月間保存した群を作成した。LWS の右坐骨神経にこれらの保存神経で 25 mm の

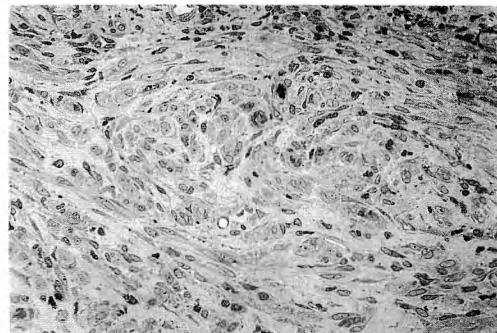


Fig. 1A

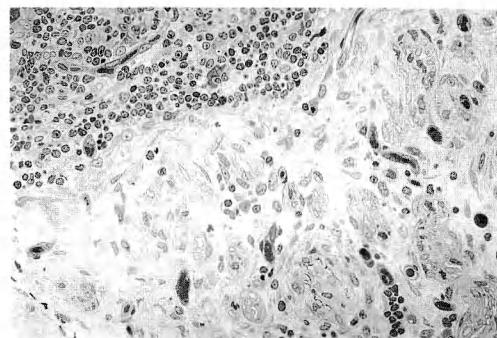


Fig. 1B

Fig. 1A, B Light microscopic observation of the control group on the 4th week after grafting ( $\times 200$ ). 1A: BN, 1B: LWS. Abundant lymphoid cell invasion in the grafted segment is observed.

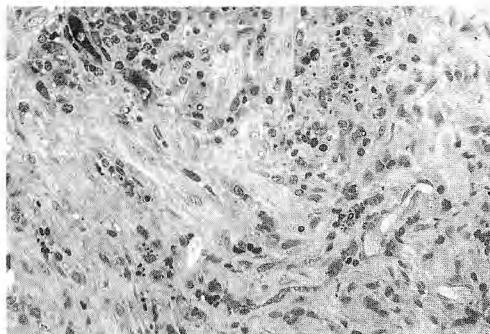


Fig. 1C

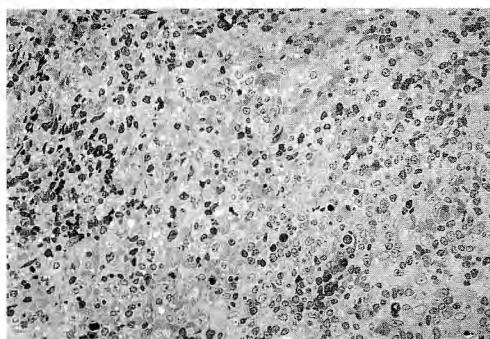


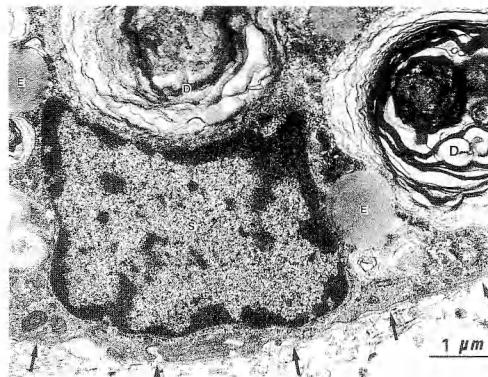
Fig. 1D

**Fig. 1C, D** Light microscopic observation of the experimental group ( $\times 200$ ). C: BN, 2nd week after grafting. D: LWS, 4th week after grafting. Abundant lymphoid cell invasion is also observed.

架橋移植を行った。右坐骨神経を展開して閉創した sham operation 群と、無処理の神経を F344 に移植した同系移植群も作成し対象とした。3ヵ月後以下の方法により神経再生を評価した。

(1) 誘発筋電図…移植部の近位で坐骨神経を電気刺激し、腓腹筋より針電極で M 波を記録した。健側でも誘発筋電図を記録して、両側の latency および amplitude の比をとり比較した。

(2) 組織学的評価…移植部の中央で採取した試料を常法によりエポン包埋後トルイジンブルー染色し、800 倍の光顕写真を撮影して軸索密度と軸索短径を計測した。さらに超薄切片も作製して電顕による観察を行った。



**Fig. 2** Electron microscopic observation of the experimental group on the 5th day after grafting. A living Schwann cell originated from the donor holds degenerated axons with its slender cytoplasm. S: Schwann cell, Arrow: basement membrane, IE: lysosome, D: degenerated axon.

## 結 果

(1) 誘発筋電図…latency 比は $-180^{\circ}\text{C}$  30%, 20% DMSO 保存群が最も小さく、次いで $-80^{\circ}\text{C}$  10%, 20% DMSO 保存群が小さかった (Fig. 3A)。また、amplitude 比は $-180^{\circ}\text{C}$  30% DMSO 保存群が最も大きく、次いで $-80^{\circ}\text{C}$  10%, 20% DMSO 保存群が大きかった (Fig. 3B)。Wilcoxon 検定を行うと、latency は危険率 5% で $-180^{\circ}\text{C}$  30% DMSO 保存群が $-80^{\circ}\text{C}$  保存の各群よりも小さかった。しかし amplitude は実験群間で有意差がなかった。

(2) 組織学的評価…各群とも再生軸索は集合体を形成し、神経周膜細胞による隔壁も観察され、ほぼ正常神経に近い構造だった。軸索短径は $-80^{\circ}\text{C}$  10% DMSO 群が最も大きく $-180^{\circ}\text{C}$  30%, 20% DMSO 保存群がこれに次いだ (Fig. 4A)。しかしこれらの群では軸索密度がむしろ低い傾向にあった (Fig. 4B)。これはすでに sprouting が終了して軸索数が減少し、軸索の成熟へと移行する時期にあるためと思われる。Wilcoxon 検定を行うと軸索短径は実験群間で有意差がなかった。また、軸索密度は $-80^{\circ}\text{C}$  20% DMSO 群が危険率 1% で $-80^{\circ}\text{C}$  保存の他群と $-180^{\circ}\text{C}$  0% DMSO 群よりも大きかった。

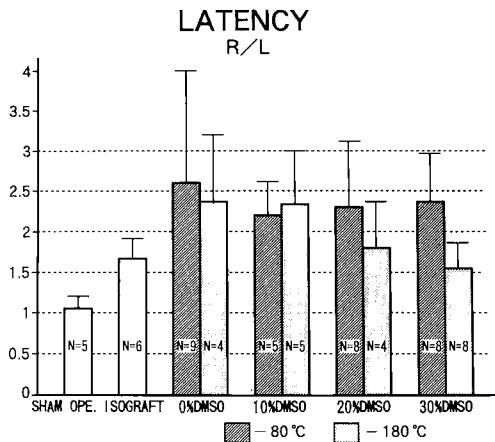


Fig. 3A Latency.

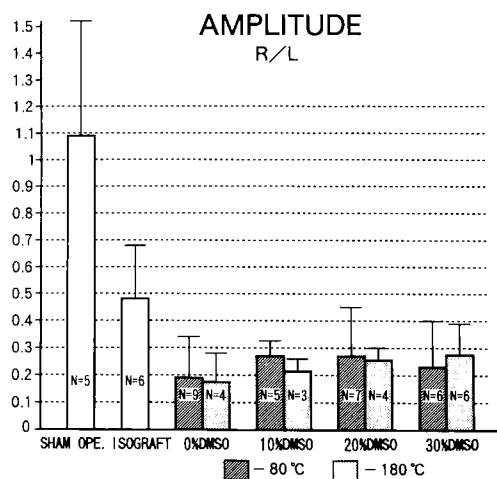


Fig. 3B Amplitude.

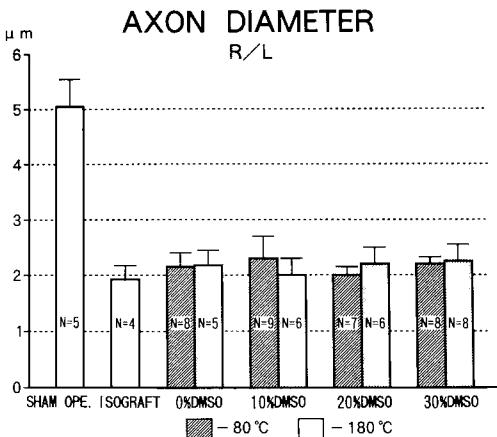


Fig. 4A Axon diameter.

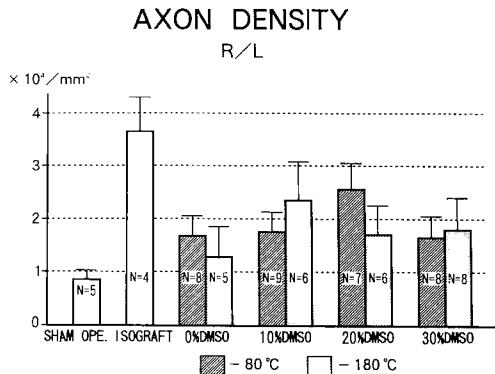


Fig. 4B Axon density.

## 考 察

cryopreservation は細胞を長時間生きたまま保存するために考案された方法であり、凍結保護剤として一般に 0.7~1.5%DMSO あるいは glycerin が用いられる。薬物毒性等の問題はあるが DMSO は膜透過性に優れるため、われわれは融解後試料をよく洗浄することにより DMSO を採用した。中枢神経細胞の保存には 0.7% の DMSO が最も適しているとの報告もある<sup>2)</sup>が、末梢神経そのものの保存にはこれより高濃度の DMSO が有効であろうと予想した。また -130°C 以上では組織の代謝が静止しないため永久保存には液体窒素保存が必要であるが、比較的短期間の移植神経保

存には -80°C 保存でも十分ではないか、さらに液体窒素中の保存では使用する DMSO 濃度もより高い方が有効ではないかと考えた。実験結果からは -180°C 30%, 20%DMSO 保存群、次いで -80°C 10%, 20%DMSO 保存群の神経再生が良い傾向にある。しかし統計学的にはこれらの成績に大差なく、数ヶ月間程度の保存ならば -80°C 10~20%DMSO 保存で問題はなからう。

また、凍結保存することにより抗原性が低下することを期待したが、MHC が一致する場合でもリンパ球浸潤は防ぎ得なかった。凍結保存後も Schwann 細胞の抗原性は残存し、生存したこの細胞がタンパク合成を再開すると共に抗原性が強くなるためと考えられ

る。しかし組織学的にある程度の拒絶反応抑制効果が観察され3ヵ月後には再生軸索の電気生理学的な活動も認められること、無髓軸索の移植部進入より少し遅れて recipient の Schwann 細胞も比較的早期に移植部へ進入することから、再生軸索が移植部を通過してしまえば donor の Schwann 細胞に対する拒絶反応が生じても再生神経の機能は保たれると考えられる。したがって、それまでの期間だけ免疫抑制剤を併用するか、あるいは cryopreservation で保存した神経を MHC の一致する recipient に移植する<sup>1)</sup> 方法が有効であろう。

### 文 獻

- 1) 伊藤聰一郎 他：移植神経の処理法と移植成績。日本マイクロサージャリー学会誌, 5: 22-28, 1992.

- 2) Vincenzo S., et al.: Human neuronal cell viability demonstrated in culture after cryopreservation. Brain Research, 473: 168-174, 1988.

### 質 問

慈恵大学 内田 満

-80°C 保存と -180°C 保存で組織学的に差があったでしょうか。スライドで拝見する限りは変性が大きく保存が不十分と思われますが。

### 回 答

東医歯大 伊藤聰一郎

標本は LM, EM とも鮮明であり、試料の保存状態は良好である。また、-80°C と -180°C 保存で組織学的な差は神経再生形態にはほとんどなく、統計的には口述した通りである。

## 爪床の分層移植による爪床欠損の治療

愛知県厚生連海南病院整形外科

西 源三郎・柴 田 義 守  
多 湖 教 時・川 崎 慎 二  
千 田 博 也

### Treatment of Nail Bed Loss with Split-Thickness Nail Bed Graft

Genzaburo Nishi, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Aichiken Koseiren Kainan Hospital

Ten cases of split-thickness nail bed grafting from the big toe in the treatment of nail bed loss were reviewed.

Of the 10 treated nail beds, 2 with subtotal nail bed loss and 4 with partial nail matrix loss had almost normal nails, 2 with partial nail matrix loss had moderate nail deformities and 2 with subtotal nail matrix loss had severe nail deformities.

No deformities occurred in the graft donor area.

Split-thickness nail bed grafting is the accepted method of treatment for the subtotal nail bed loss or partial nail matrix loss.

### はじめに

われわれは、これまでに爪床欠損を伴う指尖部損傷に対して、第二足趾からの爪床の全層移植を行い、爪床の再生が他の方法に比較して優れていることを報告してきた<sup>1,2)</sup>が、第二足趾の爪の欠損を来す欠点があつた。われわれは、この欠点を生じない Shepard<sup>3)</sup>の報告した第一足趾からの爪床の分層移植を行ったので報告する。

### 対 象

平成3年11月より爪床の欠損を伴う指尖部損傷に対して、爪床の分層移植を行った症例は10例であった。性別は男8例、女2例。年令は16才より59才、平均27.3才。損傷側は右3例、左7例、損傷指は母指2指、示指2指、中指3指、環指2指、小指1指であった。爪床の損傷範囲については、爪母には損傷はある

が欠損はなく、爪床の欠損のみのものが2指、爪床と近位爪郭またはそれよりやや近位の爪母を含む欠損例が6指、爪母がほぼ欠損している例が2指であった。合併損傷としては末節骨の骨折あるいは欠損を伴うものが8指、pulpの欠損を伴うものが2指、近位爪郭の

Table 1 Split-Thickness Nail Bed Graft

Patients		10
Digits		10
Sex		8 male 2 female
Age		16~59 yrs(range) 27 yrs(average)
Affected Side	Right	3
	Left	7
Affected Digit	Thumb	2
	Index	2
	Middle	3
	Ring	2
	Little	1

Key words : Finger tip injury, Nail bed injury, Nail bed graft

Address for reprints : Genzaburo Nishi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Aichiken Koseiren Kainan Hospital, Yatomi-cho, Ama-gun, Aichi 498, Japan.

損傷が2指で、末節骨骨折に対して2例には骨接合を行い、pulpあるいは近位爪郭の欠損に対してはアルミニウムホイルによる処置を行った。爪床の移植は8例は外傷時に一次的に行い、2例は二次的に行った。経過観察期間は5カ月から13カ月、平均9.6カ月であった(Table 1)。

### 手術方法

第一足趾の爪甲を除去し、爪床の中央よりBeaver bladeを使用して目的とする大きさの爪床を採取した。採取後はSchiller法で爪甲を整復した。爪床の厚さは第一足趾の爪床の厚さの約半分とした。採取した爪床の大きさは最小6×8mm、最大10×12mmであった。採取した爪床は8-0吸収糸で縫合して手指の爪床欠損部を被覆し、軽度の圧迫を行った。なお手術は拡大鏡のもとに行った(Fig. 1)。

### 結果

爪床のみの欠損例2指ではほぼ正常の爪が再生した。1例は現在術後5カ月で、再生中であるがほぼ正常に再生すると思われる。

爪母の部分欠損を伴う爪床の欠損例6例では、4例はほぼ正常の爪が再生した。再生した爪の長さは健側の87%で、末節骨の長さは健側の89%であった。2例では中等度の爪の変形を残したが、これらはいずれも二次的に爪床の移植を行ったもので、1例では爪の形

態はほぼ正常であるが、爪の長さは健側の38%、爪の幅は健側の58%しか再生しなかった。なお末節骨の長さは健側の75%であった。他の1例の再生した爪は凹凸不正で、移植側の爪床再生は健側の38%しか再生しなかった。爪母がほぼ欠損した2例については、1例では爪はまったく再生せず、他の1例では再生した爪は凹凸不正で、長さは健側の33%、幅は健側の%しかなかった。爪床を採取した第一足趾の爪の状態は2例で軽度の爪の形態の異常を認めた。他の8例では爪の形態は正常であったが、爪の長さは3例では同じ長さであったが、5例では健側の75%で、少し短かった(Table 2)。

### 症例

#### 症例1：18才女。

野菜の裁断機により左示指を受傷した。末節骨欠損があり、骨髓が露出し、爪床は一部爪母を含めて欠損していた。第一足趾より8×6mmの爪床を分層で採取して移植した。術後1カ月で爪の長さは4mmとなり、2カ月では、ほぼ健側と同様の爪の長さとなった。術後7カ月では、爪の長さは7mm(健側7mm)で、爪の変形は認められなかった。末節骨の長さは健側の94%であった。爪床を採取した第一足趾の爪は少し溝があるが、長さはほぼ健側と同様であった(Fig. 2)。

#### 症例2：16才男。

プレスにて右小指を受傷した。末節骨欠損があり、一部爪母を含む爪床の欠損とpulpの欠損を認めた。第一足趾より12×10mmの爪床を分層で採取して移植した。受傷後9カ月では、骨欠損の多い尺側では爪の長さは5mmであったが、桡側では9mmで健側と同様となった。第一足趾の爪の変形はないが、爪の長さは11mmで、健側より2mmの短縮を認めた(Fig. 3)。

#### 症例3：32才男。

木工機械により左中指を受傷した。末節骨と近位爪郭の欠損を伴い、爪床は一部爪母を含めて欠損していた。第一足趾から12×8mmの爪床を分層で採取し移

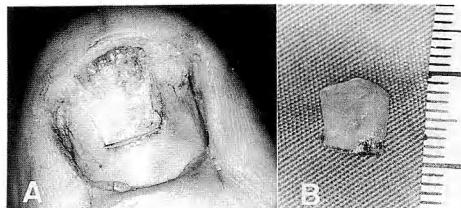


Fig. 1 Split-thickness nail bed graft. A, Nail bed was removed from big toe. B, Removed split-thickness nail bed.

Table 2 Nail Deformity after Nail Bed Graft

Degree of Nail Bed Loss	None	Nail Deformity		
		Slight	Moderate	Severe
Nail Bed only	2			
Nail Bed and Partial Nail Matrix		4	2	
Subtotal Nail Matrix				2

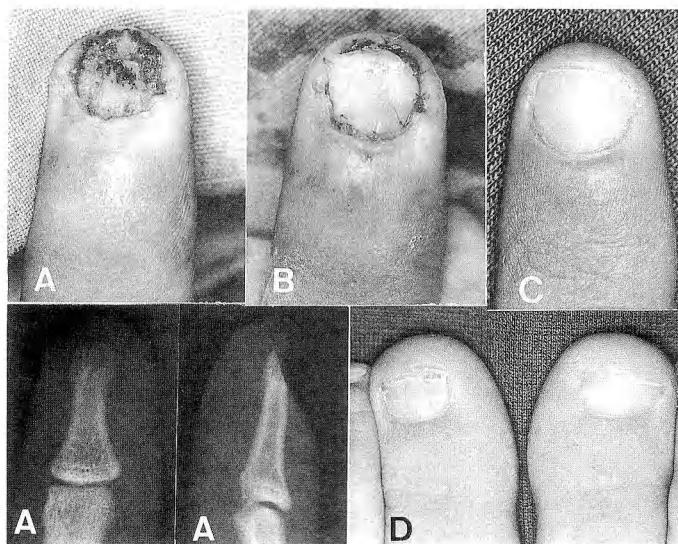


Fig. 2 A, Subtotal nail bed and partial nail matrix loss. Disclosed decorticated bone. B, The split-thickness nail bed graft is sutured. C, The reconstructed nail 7 months postoperatively. D, The nail bed graft donor site is on the left big toe.

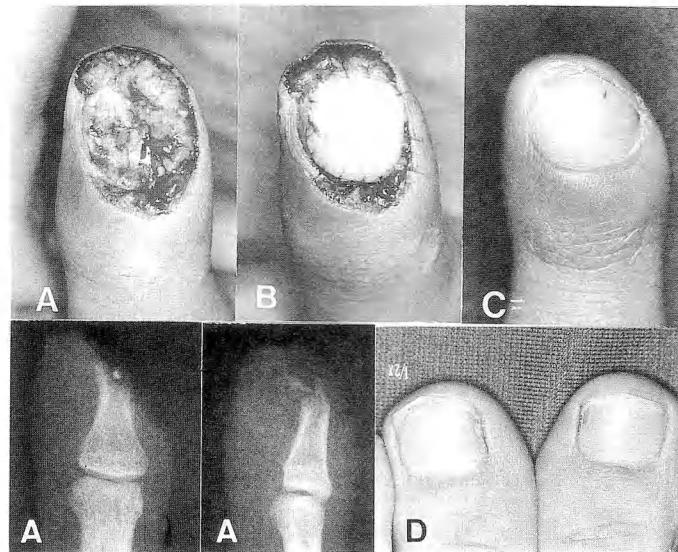


Fig. 3 A, Pre-op. B, Immediate post-op. C, The little finger nail 9 months postoperatively. D, Donor site is on the right big toe.

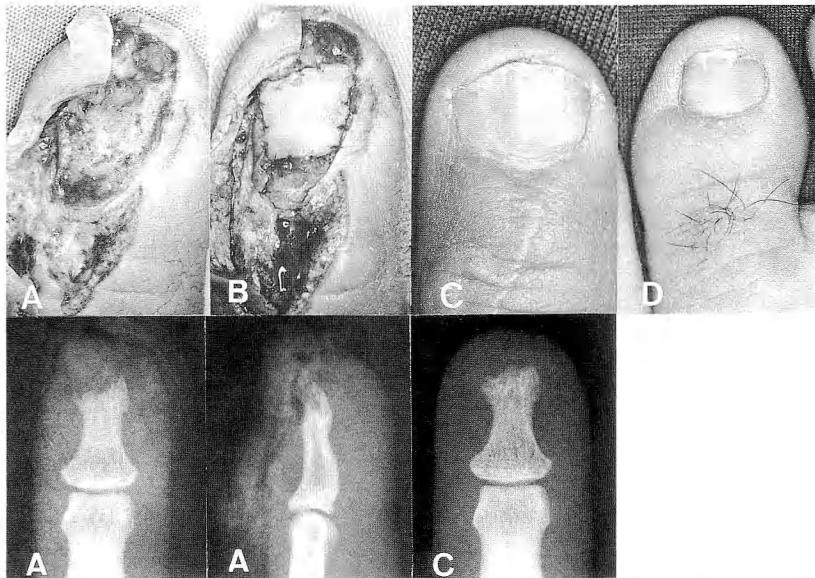


Fig. 4 A, Partial nail matrix and partial proximal nail fold loss. B, The split-thickness nail bed graft is sutured. C, The middle finger nail 1 year postoperatively. D, The donor site.

植した。術後1年、軽度の爪の凹凸があり、一部爪床再生の停止している部分も認められたが、爪の長さは10 mm（健側は12 mm）となった。なお末節骨の長さは健側の90%であった。第一足趾の爪には変形はない、長さは健側と同様の11 mmであった（Fig. 4）。

### 考 察

爪床欠損の治療にはさまざまな方法が報告されている<sup>7)</sup>。爪床は爪母を起源として、遠位方向に再生するため、爪床の遠位方向への再生を妨げないような方法が最良と考えられる。尾郷<sup>4)</sup>は全層植皮をすすめ、渡辺ら<sup>8)</sup>は皮弁移植をすすめた。しかし全層植皮ではその生着にやや難があり、皮弁移植では、pulpの欠損を伴うような損傷では適応となるが、今回報告したような単なる爪床爪母の欠損では煩雑となる<sup>3)</sup>。斎藤ら<sup>6)</sup>やわれわれらが報告した爪床の全層移植は採取部の爪の欠損を来す欠点があるが、爪床の分層移植では採取部の爪の欠損はなく、また爪の変形も少く、移植部の爪床の再生についても、爪床の欠損あるいは部分的な爪母の欠損に対しては良好な結果を得た。しかし爪母の欠損に対しては良好な成績を得ることは困難で、これは爪の変形に爪床の分層移植を行ったPessaら<sup>5)</sup>の報告と同様と考えられる。爪床の欠損あるいは爪床の欠損

に爪母の部分欠損が加わった損傷例に対する爪床の分層移植は採取部の変形がほとんどなく、有用な方法と考えられる。

### 文 献

- 1) 西源三郎 他：爪床移植による爪床損傷の治療、日手会誌、4：509-513, 1988.
- 2) 西源三郎 他：爪床欠損例の爪甲再生について、日手会誌、5：509-513, 1989.
- 3) 西源三郎 他：末節骨損傷に伴う爪損傷、整形外科MOOK, 64：214-231, 1992.
- 4) 尾郷 賢：外傷による爪甲爪床損傷と爪甲の再生、形成外科、31103-112, 1988.
- 5) Pessa, J. E., et al.: The repair of nail deformities with non-vascularized nail bed graft: Indications and results. J. Hand Surg., 15-A: 466-470, 1990.
- 6) 斎藤英彦 他：足指または切断指からの爪床移植による手指爪床損傷の治療、整形外科、31: 1442-1445, 1980.
- 7) Shepard, G. H.: Management of acute nail bed avulsions. Hand Clin. 6: 39-56, 1990.
- 8) 渡辺政則 他：指尖損傷における爪床欠損例の検討、日手会誌、4：514-519, 1987.

質 問 慈恵医科大学形成外科 木下 行洋  
既往歴では結果は如何か。

回 答 海南病院整形外科 西 源三郎  
二次的に爪床移植をおこなった2例では、再生はよくなかった。これは損傷範囲の決定が難しいためと考えられます。

質 問 北海道大学整形外科 佐々木 熱  
donor site の爪床の採取方法が難しいと考えますが、きれいに採取する方法がありましたらおしえて下さい。

回 答 海南病院整形外科 西 源三郎  
爪床採取方法には特別な手技はありません。

爪床の厚さは shepard の方法に比して厚いと思われます。

回 答 海南病院整形外科 西 源三郎  
近位爪郭の欠損が少ければ爪の光沢もえられるのではないかと思われます。

発 言 慶應医科大学形成外科 児島 忠雄  
後爪郭の epiphysis が完全に欠損している場合は爪甲の光沢は消失すると考えます。いくらか残存すれば再生し光沢が回復していく可能性があると考えます。

## 同種末梢神経移植に関する実験的研究 (免疫抑制剤 FK 506 中止効果について)

京都府立医科大学整形外科学教室

奥 田 良 樹\*・北 條 達 也

小 倉 卓・柴 田 節 子

平 澤 泰 介

Experimental Study of Allogenic Peripheral Nerve Grafts  
The Effect of Cessation of Short-term FK 506 Administration in Rats

Yoshiki Okuda, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine

In peripheral nerve allograft, the use of an immunosuppressive agent is one of the way of reducing nerve rejection. We have already examined the effect of a new immunosuppressive agent, FK 506, on peripheral nerve allograft on rats and good reinnervation was observed without any serious side effects.

This study was designed to know the effect of the cessation of FK 506 after nerve regeneration. FK 506 was administrated for 8 weeks after sciatic nerve grafting. Then we examined the histological changes in the center of the grafted nerve at 2, 4, 8, 12 weeks after ceasing FK 506. At 2 weeks after cessation of FK 506, cellular infiltration was observed in the epineurium. At 4 weeks, cellular infiltration was observed also in the fascicle and some regenerated axons were detected. At 8 weeks, lymphocyte infiltration and large non-myelinated axons were observed in the extended subperineurial space. At 12 weeks, rejection reactions were reduced and good reinnervation was observed. From the results of this study, many of the regenerated axons won't be rejected in spite of the rejection reactions due to the cessation of FK 506. It is concluded that short-term administration of FK 506 will be effective in keeping regenerated axons alive in the graft.

### はじめに

同種神経移植に対する免疫抑制剤の効果についてはアザチオプリン (Azt) (1) やシクロスボリン (CsA) (2, 3, 4, 5, 6) を用いた実験的研究により、MHC (主要組織適合抗原) の異なりを超えて、移植神経片内を宿主軸索が形態的にも機能的にも再生していくことが確認されている。われわれも新しい免疫抑制剤 FK 506 を 0.5 mg/kg/day 連日投与して、ラット同種移植

神経内での良好な軸索の再生を認めた。しかし、軸索再生後の免疫抑制剤投与中止による再生神経の運命については緒論があり、いまだ統一した見解は得られていない。今回われわれは FK 506 投与中止後の変化を組織学的に検討した。

### 方 法

ACI rat (RT1<sup>a</sup>, 200-250 gw) の坐骨神経を 25 mm 採取し、ネンブタール麻酔下、MHC が major mismatch-

**Key words:** immunosuppression, FK-506, electronmicroscopical study, rat

**Address for reprints:** Yoshiki Okuda, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto 602, Japan.

ch である Lewis rat (RT1<sup>1</sup>, 10-12 週令) の左坐骨神経に移植した。移植部位には 20 mm の欠損を作成し、手術用顕微鏡下に 10-0 Nylon 糸を用いて神経上膜縫合にて端々縫合した。術後 FK 506 を連日腹腔内投与した。投与量は、予備実験により、拒絶反応を抑制し良好な神経再生が得られた最小投与量である 0.5 mg/kg/day とした。また再生軸索が移植片内を通過し、標的器官に達していることを組織学的および電気生理学的に確認して、投与期間は術後 8 週間とした。

#### <組織学的検討>

投与中止時、中止後 2, 4, 8, 12 週 (各 3 匹) にて、ネンプタール麻酔下に 2% パラホルムアルデヒド、1% グルタルアルデヒド、1 M 磷酸緩衝液にて灌流固定後、摘出した。摘出後、同液にて浸漬固定、1% オスマウム酸溶液にて後固定後、エポン包埋した。中央部横断面の準超薄切片を作製し、トルイジンブルー染色を行い、光学顕微鏡にて観察した。さらに同部位の超薄切片を作製し、酢酸ウランとクエン酸鉛の二重染色を行い、透過型電子顕微鏡にて観察した。

#### <血管錆型標本による検討>

投与中止時、中止後 2, 4, 12 週において、エーテル麻酔下に腹部大動脈よりレジンアクリル樹脂を注入した後に移植神経を摘出し、軟部組織を荷性ソーダにより融解後、金蒸着して走査電子顕微鏡にて観察した。

### 結 果

#### <組織学的検討>

投与中止時 (Fig. 1-A, Fig. 2-A & B)：神経周膜の軽度の肥厚を認め、神経束内外の血管の一部に内壁にも肥厚を認めるが、多数の再生軸索が存在する。拒絶反応に伴う单核球の浸潤はほとんど認められない。同時期の透過電顕所見では、神経周膜の層構造は維持され、軸索の再生は良好で、多数の有髓および無髓神経を認める。髓鞘形成は良好ではあるが正常と比較すると薄く、成熟するには至っていない。

中止後 2 週時 (Fig. 1-B)：单核細胞の浸潤を認め、とくに神経周膜外に顕著である。また神経周膜は中止時よりも肥厚している。神経束内に著明な変化はなく、髓鞘の変性像もあまり認められず、多くの再生軸索は存続している。

中止後 4 週時 (Fig. 1-C) 单核細胞の浸潤を神経束内に認め、一部の軸索は変性し、散在する myelin ball を認める。これらの変化はとくに内膜の肥厚や内腔の閉塞を認める血管の周囲において著しい。しかし、一

方で拒絶反応の所見を示さない血管も存在し、このような血管では内壁の肥厚も認めず、周囲の細胞浸潤も軽度で、髓鞘の変性像は少い。

中止後 8 週 (Fig. 1-D, Fig. 2-C & D)：神経周膜への細胞浸潤はやや減少し、周膜の肥厚も軽度となるが、周膜下腔の拡大を認める。また神経束内に散在する軸索変性像は減少しているが、間質が増加し、大径線維とともに多くの小径線維を認める。電顕にて神経周膜の層構造は比較的保たれており、拡大した周膜下腔には増生した膠原線維の中に無髓神経とリンパ球、macrophage の浸潤を認める。また同部には軸索径が非常に大きく、正常の坐骨神経には認められない無髓神経が散在している。神経束の中央ではリンパ球の浸潤を認めるものの、良好な髓鞘形成を示す再生線維が数多く存在する。

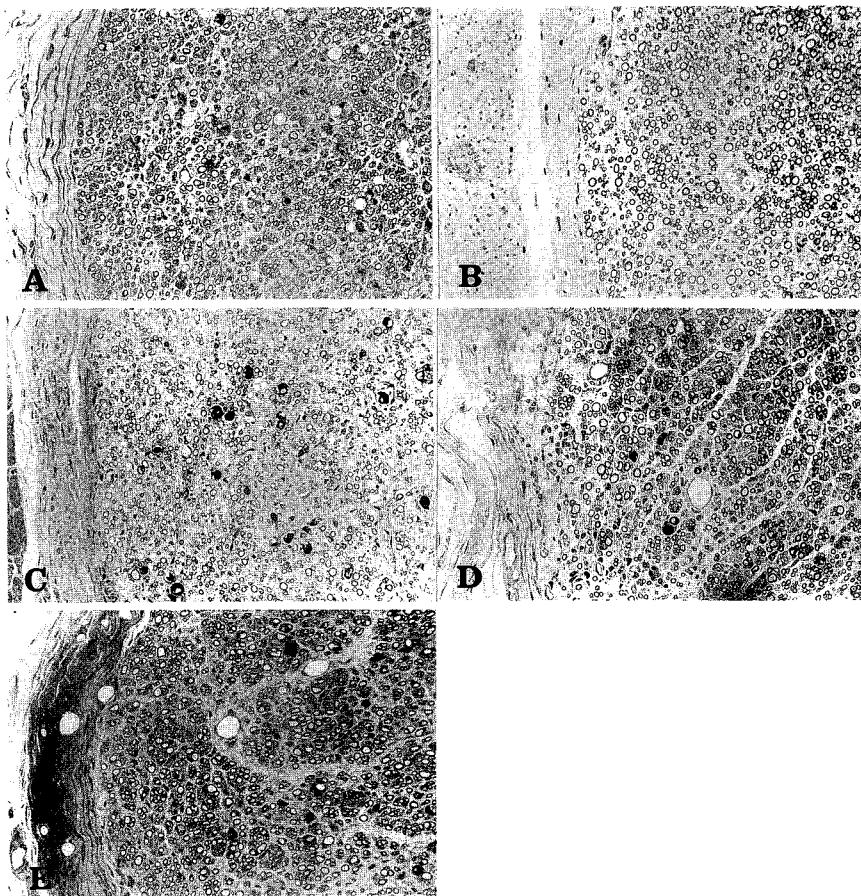
中止後 12 週 (Fig. 1-E, Fig. 2-E & F)：神経周膜は軽度の肥厚を残すものの周膜下腔は縮小している。また神経束内では間質の増加を認めるが、細胞浸潤、軸索変性像は少く、多くの再生軸索を認め、急性拒絶反応は消退している。電顕像でも神経周膜の層構造と連続性は保たれ、膨化は比較的軽減している。周膜下腔には膠原線維の中に髓鞘の薄い未熟な有髓神経がみられ、これは 8 週時において認められた大径の無髓神経が存在していた部位と同一部位にあたる。神経束内には良好な髓鞘形成を示す多くの再生軸索を認めるが、それらの間には膠原線維の増生を認める。

#### <血管錆型所見>

投与中止時には同種神経移植片内の血管構築は整理統合され、いわゆる神経束外に存在する外血管系と神経束内に存在する内血管系の二重構造を示す。中止後 2-4 週では外血管系の増生を認め、内血管系では正常には存在する神経長軸に沿って縦走する血管が減少し、むしろ外血管系と連絡を持つ網目状の血管の増生を認めるようになる。これらの変化は 12 週において再び正常神経の血管構築に近い形態をとるようになる。

### 考 察

同種神経移植に対する免疫抑制剤中止効果について、Zalewski (2), Ansselin (3) らは CsA 投与中止後より、拒絶反応が進行し一旦再生が認められた神経も機能的、形態的にも廃絶変性するとしている。一方、Yu (4) は CsA 投与中止後、個体差はあるものの、donor 由来の Schwann 細胞に拒絶がおき、部分的な脱髓を生じるが、この後 host 由来の Schwann 細胞に



**Fig. 1** : Transverse sections in the center of the grafted nerves. ( $\times 50$ ), A : Eight weeks after grafting. Little cellular infiltration and good reinnervation is observed. B : Two weeks after cessation of FK506. Cellular infiltration is observed in the epineurium, but most of the regenerated axons are preserved. C : Four weeks after cessation of FK506. Some degenerated axons are observed in the fascicle, but many of the regenerated axons are preserved. D : Eight weeks after cessation of FK506. Subperineurial space with cellular infiltration extends but many regenerated axons are observed in the middle of the fascicle. E : Twelve weeks after cessation of FK506. Subepineurial space become narrow again and little cellular infiltration is observed. There are many regenerated axons in the fascicle.

より新たに髓鞘が形成され神經の機能は回復するとしている。最近 Mackinnon (5) は CsA 8 週投与後、12 週まで機能的組織学的に検討し、Frazier (6) は 8 カ月間 CsA 投与後、58 週まで主に電気生理学的な検討を行い、いずれも機能廃絶に陥るような強い拒絶反応を生じないと結論している。われわれの実験からも後者の結論に近い結果が導かれた。このような相反駁する結論が導かれたのはどうしてであろうか。実験方法、

材料、評価方法の相違という要素もおおいに関与しているであろうが、拒絶反応に対する評価検討がいずれも詳細になされておらず、混乱の一因となっているようと思われる。同種神經移植片において拒絶反応の対象となる組織としては、donor の血管内皮細胞、Schwann 細胞、神經膜組織を形成する線維芽細胞系の細胞などであり、とくに血管内皮細胞は  $\gamma$ -interferon などに誘導されて MHC class II 抗原を発現して抗原

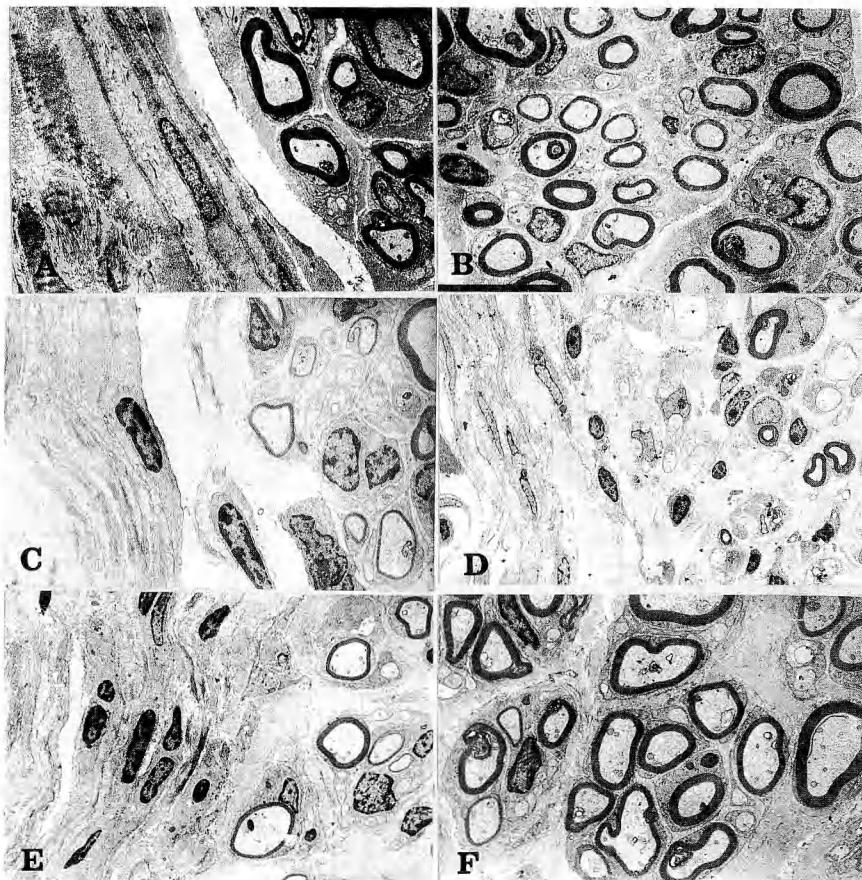


Fig. 2 : Electron micrographs of the transverse sections. (A, B, C, F  $\times 3000$ , E  $\times 2500$ , D  $\times 2000$ )

A, B: Eight weeks after grafting. The layer structure of the perineurium is preserved, and many myelinated and non-myelinated axons are observed in the fascicle. C: Four weeks after cessation of FK506. The layer structure of the perineurium is almost preserved, but the lymphocyte infiltration into the fascicle increase in number. D: In the extended subperineurial space, lymphocytes and many non-myelinated axons are observed and some large sized non-myelinated axons are observed among them. E, F: Twelve weeks after cessation of FK506. In the subperineurial space, some thin-myelinated axons are observed and little lymphocyte infiltration are detected. In the center of the fascicle well-myelinated axons are observed with compartmentation.

呈示細胞(APC)として働き、強い拒絶反応の対象となりえ、いわゆる vascular rejection の形態をとることは他の臓器移植の結果からも知られている。われわれは FK 506 投与下の今回のモデルにおいて、移植当初は自家神経移植と同様に同種移植片に既存する神経内血管と神経周囲の host 組織とは癒合連続して血行を再開することを予備実験において確認している。さらにこれらの donor 既存血管に対しても、免疫抑制下においても拒絶反応が生じ始め、徐々に host 側からの

新生血管により神経片に対する血液供給の動態を変化させていることが、経時的な組織学的所見より理解できる。臓器移植のような移植臓器の血液供給を支える主要な血管が拒絶を受けた場合には、直接移植臓器自体の機能廃絶につながるが、末梢神経のように分節的な血行により血液供給を受ける組織では、十分に host 側からの新生血管が期待できるまで免疫抑制が可能であれば、同種神経片に対する拒絶は残存した一部 donor 血管に依存した神経束の変性に留まり、機能し

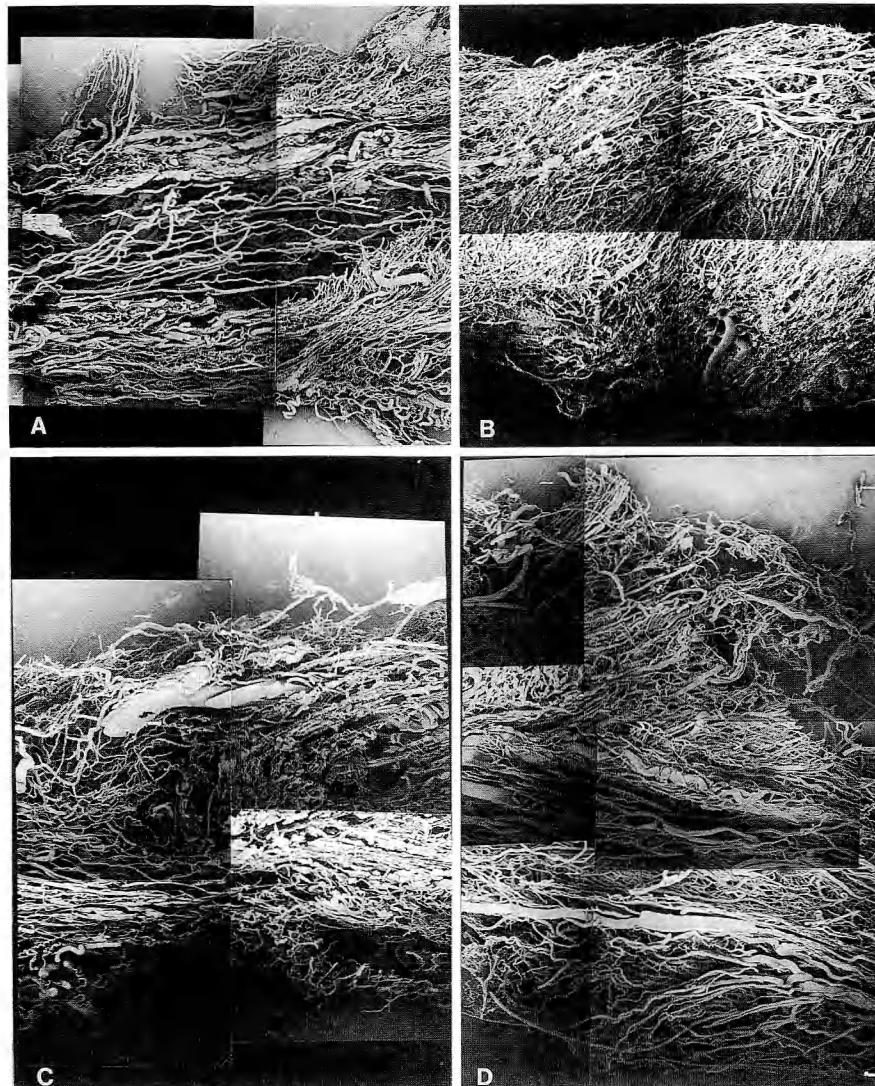


Fig. 3 : Microvascular structure of the grafted nerve. ( $\times 50$ ), A : Eight weeks after grafting. We can detect both intra-and extra-fascicular layers clearly like normal peripheral nerve. B : 2 weeks after grafting. Many feeding vessels are proliferated in the extra-fascicular layer. C : 4 weeks after grafting. The anastomoses between extra- and intrafascicular vessels are increased, but longitudinal vessels in the intra-fascicular layer decreased. D : 12weeks after grafting. Microvascular structures in the intra- and extra-fascicular layers are normalized again.

続けていくものと考える。

つぎに Schwann 細胞についてであるが、 $\gamma$ -interferon の誘導により Schwann 細胞も MHC class II 抗原を呈示することが知られており、Helper-T リンパ

球により認識され、拒絶される可能性は十分にある。Guillain-Barré 症候群のような髓鞘に対する免疫反応に伴う脱髓とは異なるものの、Yu が記載したように、拒絶により脱髓が一部の再生有髓神経に生ずる可能性

は十分にある。また、Mackinnon も CsA 投与中止後 14 週において神経周膜下の細胞浸潤の強い部位において髓鞘が非常に菲薄な大径の有髓線維あるいは無髓神経の存在を認めており、これを脱髓とその後の新たな髓鞘形成の結果であると記載している。われわれも同様の部位に中止後 8 週において無髓大径線維を認め、12 週において髓鞘が菲薄な大径の有髓線維の存在を認めた。おそらく Schwann 細胞または髓鞘に対しての拒絶反応の結果、脱髓すなわち stripping と host 側 Schwann 細胞による髓鞘再形成が生じたものと考えられる。これらの所見はわれわれも Mackinnon らも透過電顕によってのみえられた所見であり、他の報告者はこの点の検討を行っていない。

脱髓がすべての神経線維に生じないことは結果から明らかであるが、この差はどこにあるのだろうか。一つには拒絶反応に関与する T リンパ球の侵入部位が関与すると思われる。一般に末梢神経は blood nerve barrier (BNB) の存在によりリンパ球とは隔離されている。このため皮膚組織などに比べ拒絶反応の発現が遅れる。移植神経において投与中止時には神経周膜の層構造の形態からみても BNB が修復された時期であるといえるが、これを形成する神経周膜細胞もまた血管内皮細胞や Schwann 細胞に比べ APC として的作用は弱いものの拒絶反応の標的となり得る。拒絶反応が認められることは神経周膜の膨化あるいは細胞増殖の所見から明らかであり、tight junction の破綻、BNB の機能低下が生じているものと思われる。以上のことからリンパ球の浸潤は神経周膜に接する神経束の外側あるいは血管周囲からと考えられ、この部を中心として Schwann 細胞または髓鞘に拒絶反応が生じ脱髓所見を呈する。また Frazier らの述べるがごとく、移植神経に対する免疫寛容が生じることも考えられる。すなわち末梢神経のような APC 発現に乏しい組織が、同種移植され免疫抑制を受けある一定の期間維持存続したなら免疫寛容の生じる可能性がある。これに関与する因子としては動物の種類、MHC の差異、免疫抑制剤の種類および投与方法が挙げられるが、本実験結果では移植神経片すべてに拒絶反応を生じず、部分的な一過性の反応に停まっており、短期の免疫抑制剤による免疫抑制により同種神経移植の永続的な維持存続の可能性が示唆された。今後は動物種を零長類にまで押し

進めると共に、同種神経移植の拒絶あるいは寛容の機構を解明することで、末梢神経再生に対する理解を深める必要がある。

## ま と め

- (1) MHC major mismatch であるラット間において同種神経移植を行い、免疫抑制剤 FK 506 を 8 週間投与し、中止後の変化を経時的に観察した。
- (2) FK 506 投与中止後の急性拒絶反応は 4 週を頂点として発現するが、12 週においてはほぼ消退していた。また拒絶反応は血管周囲および神経周膜下を中心とし、移植神経片全体の拒絶、変性は生じなかった。
- (3) 再生軸索は FK 506 投与中止後、一部が Waller 変性に陥ったが、大部分は髓鞘が保持されていた。中止後 8 週を中心とし、移植神経片全体の拒絶、変性は生じなかった。
- (4) 免疫抑制剤 FK 506 を短期間投与することで、同種神経移植片は生着し、永続的に維持存続する可能性が示唆された。

## 文 献

- 1) Mackinnon, S. E., et al.: The peripheral nerve allograft: An assessment of regeneration in the immunosuppressed host. *Plast. Reconstr. Surg.*, 79: 436-444, 1986.
- 2) Zalewski, A. A., et al.: Failure of Cyclosporin-A to induce immunological unresponsiveness to nerve allografts. *Exp. Neurol.*, 83: 659-663, 1984.
- 3) Ansselin, A. D., et al.: Low dose, short term Cyclospolin A dose not protect the Schwann cells of allogeneic nerve grafts. *Neuroscience Letters*, 119: 219-222, 1990.
- 4) Yu, L. T., et al.: Survival and function of peripheral nerve allografts after cessation of long-term cyclosporin immunosuppression in rats. *Transplantation Proc.*, 21: 3178-3180, 1989.
- 5) Mackinnon, S. E., et al.: An assessment of regeneration across peripheral nerve allografts in rats receiving short course of cyclosporin A immunosuppression. *Neuroscience*, 46: 585-593, 1992.
- 6) Frazier, J., et al.: Extended survival and function of peripheral nerve allografts after cessation of long-term cyclosporin administration in rats. *J. Hand Surg.*, 18A: 100-106, 1993.



腱－基礎－

## 腱縫合の実験的研究

### 第3報：遊離腱移植後の縫合部張力

山形大学医学部整形外科学教室

土田 浩之・高柳 誠

吉沢 浩・Sano Fang

渡辺 好博

### Experimental Study of the Tendon Repair: 3rd Report —the tensile strength after tendon graft with dogs—

Hiroyuki Tsuchida, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University, School of Medicine

Biomechanical study of the tensile strength after tendon graft was examined focusing on the vascularity in the tendon.

#### Method

We used canine flexor profundi tendons *in vivo* for tendon graft model. The proximal part of the tendon graft was vascular area in the tendon and the distal part of the tendon graft was avascular area. The grafted tendons were repaired by double loop suture method and were examined at 1 and 3 weeks after surgery. We used teflon coated polyester suture thread (POLYRON). The tensile strength was measured by the load cell machine which is made by Ricoh.

#### Results

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. 1 week after surg. (n=5)  | -avascular area : 2316g (std. dev. 490g) |
|                              | -vascular area : 2163g (std. dev. 536g)  |
| 2. 3 weeks after surg. (n=4) | 2777g (std. dev. 237g)                   |

#### Conclusion

According to my previous report, the tensile strength of Tsuge's suture method using nylon was 2192g at 1week and 3011g at 3week after surgery. So the tensile strength after tendon graft repaired by the double loop suture method using polyron was as same as the strength of the simply repaired tendon by Tsuge's method at 1 and 3weeks after surgery. The grafted tendon repaired by the double loop suture method using polyron will be possible for early passive mobilization such as Duran's or Kleinert's method.

---

**Key words:** tendon, biomechanical study, tendon graft, tensile strength, avascular area

**Address for reprints:** Hiroyuki Tsuchida, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University School of Medicine, 2-2-2, Iida-nishi, Yamagata 990-23, Japan.

## はじめに

遊離腱移植後の治療法としては、固定法が一般的と思われる。しかし、最近になって早期運動療法を行い好結果を得たとの報告がなされている。Amyerich<sup>1)</sup>は56例の腱移植例に早期他動運動を行い、91%が優または良であったと報告し、また、Smith<sup>2)</sup>は早期自動運動を行い、75%が優または良であったと報告している。遊離腱移植後の縫合部は早期運動療法を安全に行い得る張力を有しているのだろうか？遊離腱移植後の縫合部張力について検討するため、以下の実験を行った。方法と材料：腱内血行が張力に与える影響を検討するため、腱移植部位は、近位が血管野で、また遠位部は無血管野で縫合できる部位を選択した(Fig. 1)。今回の実験は第2報までの単純腱縫合よりも、手技的に複雑であり、また移植腱の長さを確保するため前回よりも大きい、体重約15kgの犬の深指屈筋腱を用いた。縫合法は第2報までと同じく、主縫合は4-0ポリロン(河野製作所製)ループ針2本による津下法を行い、補助縫合は6-0ナイロンで5針のrunning sutureを行った。ポリロンは編み糸であり、生食に浸して水分を含ませて糸の滑りを良くしてから使用した。縫合に際しては、腱断端を引き寄せる力を一定にして、緩まないよう fine なモスキート2本でFig. 2-Aのごとく糸を把持した。また、十分な糸の締めつけと、結び目側でも腱に張力が加わった場合に糸が腱を締めていくようにFig. 2-Bのごとく糸を通した<sup>6)</sup>。また、結び目を作る際には、Fig. 2-Cのように(1)の糸を最初に引いていき、十分締まらないうちに結び目ができる予防とした。腱移植後は、取り出し(術後1週、3週)まで

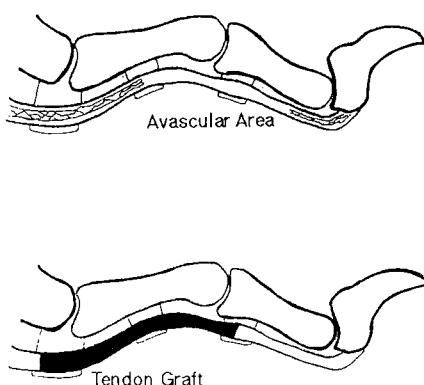


Fig. 1 Tendon graft model

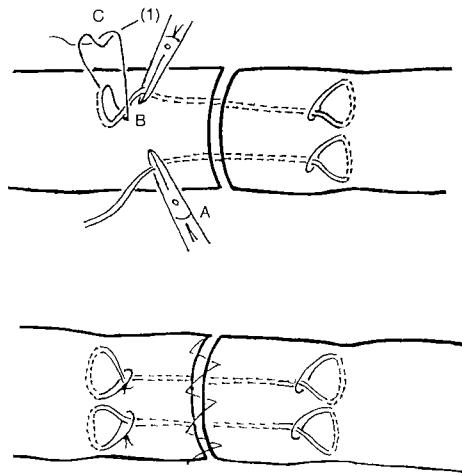


Fig. 2 Suture method

手関節屈曲位のギブスを施した。張力の測定はこれまでと同様に、ロードセルをもちいて、その張力変化をモニター上に記録した。

## 結果

1週の張力は、無血管野縫合部において、gap 3mmまでの最大張力が2316g (std. dep. 490g) であり、また、血管野縫合部では、2163g (std. dev. 536g) であった(Fig. 3)。ただ、5腱のうち1腱は、無血管野縫合部が2656gと平均値とほぼ等しい張力を有していたにもかかわらず、血管野縫合部の補助縫合が離開しており、gap 3mmの張力測定が不可能であった。原因はtechnical errorであると考えたが、確信は持てない。結果として、腱移植後1週の張力は、血管野縫合部、無血管野縫合部とも大きな違いがないものと推察され、2000g強と考えられる。術後3週では腱の癒合が進んでおり、離開時張力を測定するのは困難であり、第1報と同様にgap 1mmからの測定とした。3週の張力については、2腱のみの検討であるが、gap 3mmまでの最大張力は2500g程度と考えられる(Fig. 4)。術後3週においてgap 1mmから最大値までの張力が2777gで等しいのは、縫合部の癒合が進んだために、張力のピークがgap 1mmまでにすべての資料において発生したことを意味している。

## 考察

以上の実験結果を、第2報<sup>3)</sup>で報告した単純腱縫合

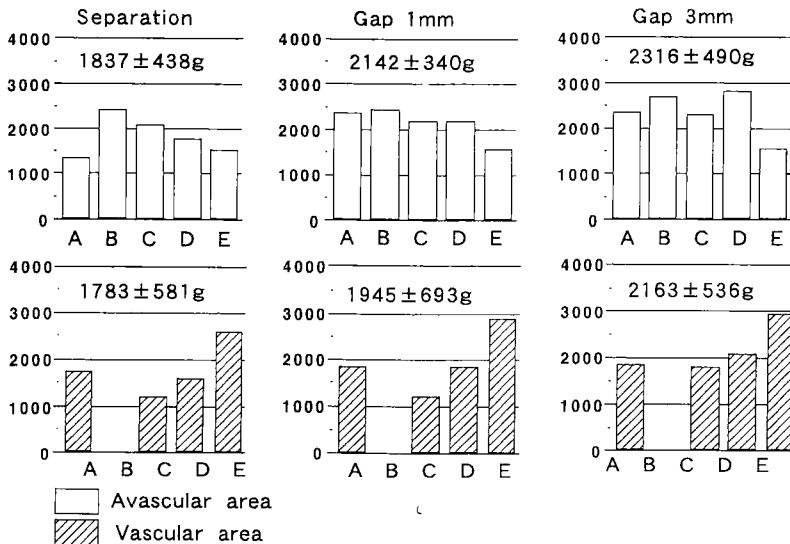


Fig. 3 The tensile strength at 1 week after surgery

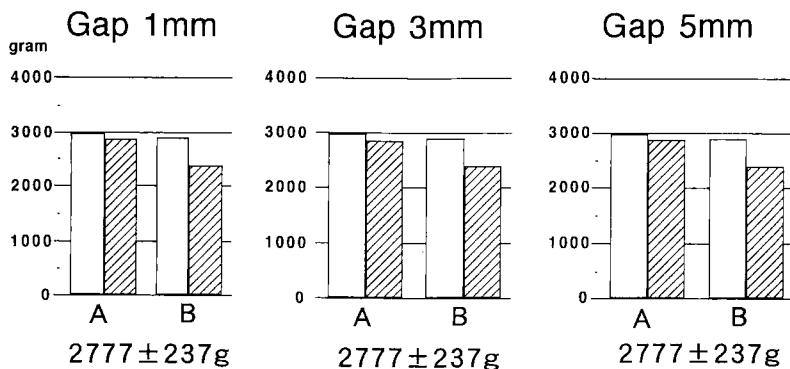


Fig. 4 Tensile strength at 3 weeks after surgery

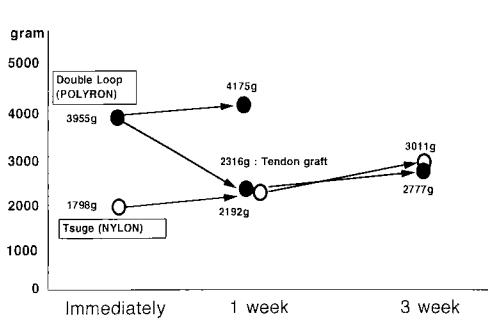


Fig. 5 Chronological change of the tensile strength

の結果と比較すると、術後1週の張力では、単純腱縫合の場合は4175 gであり、縫合直後の3955 gと有意差を認めないが、腱移植の場合には、2248 g(無血管野、血管野縫合部張力の平均値)と約1700 gの低下を認め、縫合直後の張力の約56%であった。(Fig. 5)。

また、第1報<sup>7)</sup>の4-0ナイロン1本を用いた単純腱縫合の津下法の張力は1週、3週では2192 g、3011 gであるのに対し、4-0ポリロン2本をもちいた遊離腱移植の津下法の1週、3週の張力は、2248 g、2777 gであり、両者の張力はほぼ同程度であると推察される。したがって、単純に結果を比較する限りにおいては、Aymerichの行った遊離腱移植後の早期他動運動は可

能といえる。しかし、実際の臨床の場で腱移植を行う場合には、単純な腱縫合よりも周囲組織の条件の悪い場合が多く、術後に予想される炎症の強さを加味して、後療法を選択する必要があると考えられた。

早期運動療法において深指屈筋腱にかかる力としては、Urbaniak<sup>5)</sup>は2ポンド程度の抵抗を加えた際には1500g程度の力がかかると報告している。またSchuind<sup>2)</sup>はDuran法のように他動的に手関節や指関節を動かした場合、腱にかかる500g以下であるが、DIP関節を自動屈曲する際には、3500g程度の力がかかると報告している。すなわち、自動運動時に深指屈筋腱にかかる力についてはUrbaniakの1500gからSchuindの3500gまで、かなりの開きがあるが、いずれにせよSmithが行った遊離腱移植直後の早期自動運動というものは、今回の実験結果から、相当の危険を伴う後療法であると推察された。

一方、Strickland<sup>4)</sup>によれば、アメリカ手の外科学会員のなかで遊離腱移植後に3週の固定を選択しているのは約35%とむしろ少数派であり、残り65%はそれ以前に後療法を開始している。その内訳は、術後1週以内が26.9%，1週から2週以内が14.6%，2週から3週以内が19.5%であり、後療法の方法はKleinert法が51.9%，Duran法が35.7%，またcombination法が12.4%であったと報告している。今後、さらに癒着防止の工夫や縫合材料の強度についての検討が重ねられることにより、遊離腱移植における早期運動療法の安全性が増せば、その成績に貢献できるものと考えている。

### ま　と　め

犬の深指屈筋腱を用いた遊離腱移植モデルを作成し、力学的検討を行った。

遊離腱移植に際し、4-0ポリロン2本による津下法に、補助縫合として5針のrunning sutureを加えた場合、術後1週、3週において得られた張力は、単純腱縫合において4-0ナイロン1本による津下法に補助縫合を加えた場合とほぼ等しい張力であった。

### 参考文献

- Aymerich, A. et al.: The early synergic motion in tendon graft surgery. European Medical Bibliography for Hand surgery, 1: 58, 1991.

- Frederic Schuind, et al.: Flexor tendon forces: in vivo measurements. J. Hand Surg., 17A: 291-298, 1992.
- Smith, P. J. et al.: Flexor tendon grafting in salvage cases-the results of immediate active movement. European Medical Bibliography for Hand surgery, 1: 59, 1991.
- Strickland, J. W.: Opinions and preferences in flexor tendon surgery. Hand Clinics, 1: 187-191, 1985.
- Urbaniak, J.R. et al.: Symposium on tendon surgery in the hand, AAOS., The CV Mosby Company, St. Louis, 126-132, 1975.
- 林淳二、津下健哉 他: 腱縫合の基礎的研究、第1報。術直後の tensile strength について、日手会誌、1: 58-61, 1984.
- 土田浩之、高柳誠 他: 腱縫合法の実験的研究、第1報。日手会誌、8: 428-434, 1991.
- 土田浩之、Shao Fang 他: 腱縫合法の実験的研究、第2報。日手会誌、9: 201-205, 1992.

**質問** 東京都済生会中央病院 池上博泰

術合固定した場合と、早期運動を行った場合とでは、腱の癒合についても差がでると考えられる。術合固定した縫合腱の tensile strength をもって、早期運動が危険であるとの結論には、同意しがたいがいかがか？

また、無血管野の癒合や、移植腱の癒合には、早期運動によって滑液や組織液の拡散が腱の癒合を促進するのではないかと考えているが、先生はいかがお考えか？

**回答** 山形大学整形外科 土田浩之

○ Gelberman の実験で運動療法をおこなった方が張力が強いという結果がでていると思いますが、張力を測定した時期をみると、縫合後6週以降で差があるということで少なくとも術後3週までは差がないと記憶します。とくに、術後1週前後は腱が軟化する時期で後療法による差は出現しないと考えます。

○ そのような実験系をおこなっていないのでよくわかりませんがあると考えています。

しかし、腱の生存には滑液の拡散のみで十分であっても一度損傷された腱が癒合するためには、拡散のみでは不十分であるため、同部に周囲からの血管進入や、腱内血行が増大し、新生血管が縫合部に伸長していくのだと思います。

## 組織培養を用いたヒト屈筋腱損傷の修復過程の観察 —抗 BrdU 抗体を用いた免疫染色による観察—

信州大学医学部整形外科学教室

松田 智・中士幸・男・斎藤 覚

信州大学医学部付属病院中央検査部

勝山 努・藤森芳史

### Experimental Study on Healing Process of Human Flexor Tendon Injury by Tissue Culture — Immunohistochemistry with anti-BrdU antibody —

Satoshi Matsuda, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Human flexor digitorum superficialis tendons were cultured and analyzed with light microscopy to examine the process of tendon healing. The tendons were cultured for 3, 6, 9 days, and 2 weeks and then harvested and re-cultured in the medium containing 5-bromodeoxyuridine (BrdU) for additional one hour in a shaking incubator. The tendons were fixed, and then sectioned, and stained by labelled antibody indirect method to visualize the BrdU in the proliferating tendon cells.

Some tendon cells were labelled with BrdU. Not only the cells in epitenon and endotenon but also some mature tenocytes within the tendon substance were labelled at 3, 6, 9 days, and 2 weeks of culture. The cells appeared on the cut surface at 6, 9 days, and 2 weeks of culture were labelled and the labelling index of the cells on the cut surface were  $3.3 \pm 3.1\%$  ( $n=8$ ),  $8.3 \pm 2.0\%$  ( $n=8$ ),  $0.5 \pm 0.9\%$  ( $n=10$ ) respectively. This study indicates that tendons have the capacity of self-proliferation which may be highest about nine days of cluture evidenced by the labelling index with BrdU.

### はじめに

われわれは、腱の組織培養を用いて腱自体の再生能を確認するとともに、細胞の出現様式を光顕と走査電顕を用いて観察してきた。本研究の目的は、ヒト屈筋腱組織培養の最終段階で、DNA 合成に必要な thymidine の相似体である 5-bromodeoxyuridine (BrdU) を組織培養腱に取り込ませた後、モノクローナル抗 BrdU 抗体を用いて酵素抗体法で免疫染色することで、腱の初期修復過程における核酸合成期 (S 期) の細胞を同定し、その分布を明らかにすることである。

### 実験方法

手の外傷に伴い、屈筋腱 zone II において切除せざるを得なかった男性 2 例の浅指屈筋腱 (FDS) を手術時無菌的に採取した。培養したのは FDS の chiasma 部分である。腱を約 5 mm の分節状に切断して、10% 牛胎児血清、EagleMEM(ニッスイ)を用いて 5%CO<sub>2</sub>, 37°C, 湿度 100% の条件で、ステンレス金網台の上で培養した。培地交換は 3 日毎に行い、培養 3 日、6 日、9 日、2 週時に取り出し、直ちに BrdU (200 μM, シ

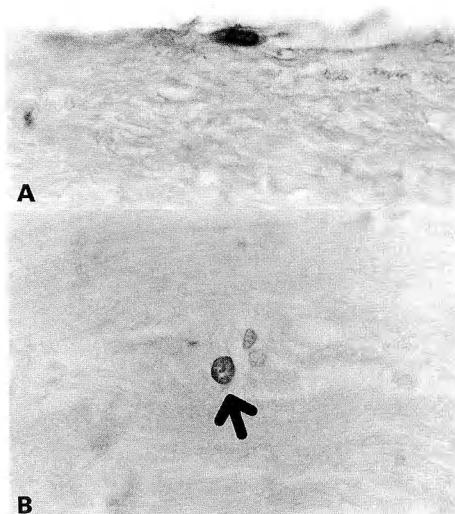
**Key words:** human flexor tendon, immunohistochemistry, 5-bromodeoxyuridine

**Address for reprints:** Satoshi Matsuda, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto, Nagano 390, Japan.

グマ) 添加 RPMI 1640 培地(ニッスイ)に移し、3気圧酸素下に、37°C、1時間振盪培養した。採取直後の腱も同様に処理し、コントロールとした。70%エタノールを用いて1日固定した後、パラフィン包埋し、約6μに薄切した。脱パラフィン後、0.3%過酸化水素水添加メタノールにて内因性ペルオキシダーゼを不活性化し、4N塩酸で30分処理し、0.1M Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>で中和した。モノクローナル抗 BrdU 抗体(Dako)を作用させた後、ペルオキシダーゼ標識抗マウス・ヤギ血性(MBL)を作用させ、DAB で発色させた。核染色はヘマトキシリソ用いた。

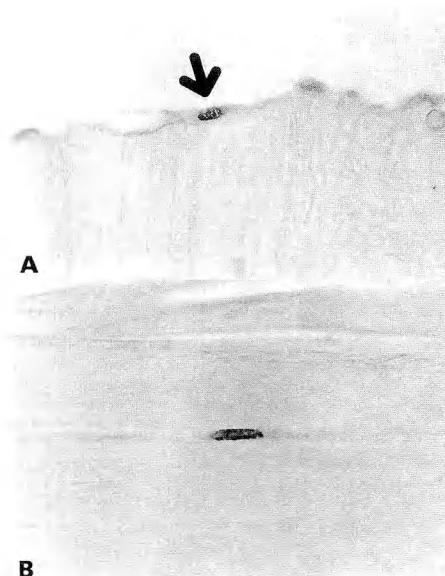
## 結果

コントロールと培養3日目の腱は、断端に細胞を認めず、腱内部のわずかの細胞の核が BrdU で標識された。epitenon では、細胞は主にその表層にあるものが染色されていた(Fig. 1 A)。endotenon の細胞は断端に近いものも腱中心部のものも標識された(Fig. 1 B)。また、腱の膠原線維に密着して細長い紡錘形をし



**Fig. 1** Immunostaining with anti-BrdU antibody  
A: A cell on the surface of epitenon was labelled after six days of culture. ( $\times 1000$ )  
B: In endotenon a larger cell (arrow) was labelled, while two smaller cells were not labelled after six days of culture. ( $\times 1000$ )

た tenocyte と思われる細胞が BrdU で標識された(Fig. 2 B)。培養6日目では腱断端に細胞を認め、断端に現れた細胞の一部は BrdU で標識された。培養9日目では、断端の細胞数は徐々に増加し、BrdU の標識率も上昇した(Fig. 2 A)。標識されるのは腱断端の細胞のうちでも、辺縁に近い部分の細胞に多い傾向があった。培養2週目になると、かえって標識細胞は減少した。これらの BrdU で標識率を計算すると、Table 1 に示すように6日目で、 $3.3 \pm 3.1\%$ (n=8) 9日目で、 $8.3 \pm 2.0\%$  (n=8) 2週目で  $0.5 \pm 0.9\%$  (n=10) であ



**Fig. 2** Immunostaining with anti-BrdU antibody  
A: One of the cells on a tendon cut surface was labelled after nine days of culture. (arrow,  $\times 1000$ )  
B: A long spindle-shaped tenocyte among collagen fibers was labelled after three days of culture. ( $\times 1000$ )

**Table 1** Labelling Index of Cells on Tendon Cut Surface with BrdU

Duration of culture	Labelling index	Number of cut surface
6 days	$3.3 \pm 3.1\%$ *	n=8
9 days	$8.3 \pm 2.0\%^{*, **}$	n=8
2 weeks	$0.5 \pm 0.9\%^{**}$ (* , **P<0.001)	n=10

あった。

## 考 察

腱の再生には epitendon の細胞と endotenon の細胞の双方が関与しているとされている<sup>3)4)</sup>。われわれのこれまでの実験でも、腱の intrinsic healing において双方の細胞の関与が観察された<sup>5)6)</sup>。しかし、組織培養腱内での細胞の移動はあるものの、どの細胞が再生、増殖しているかの実際の証拠は捉らえられていなかった。今回の実験では、S期にある細胞に BrdU を直接取り込ませ、それを免疫染色することで S期の細胞の分布を明らかにするとともに、各培養時期での S期の細胞の割合 (labelling index) から培養内での腱再生の活性を推測し得た。腱内の endotenon と epitendon の細胞は、培養 3日目から BrdU で標識された。このことは以前からの観察ように endotenon と epitendon の双方からの細胞の増生を示唆しており、intrinsic healing がここから起ることが考えられる。しかし、endotenon と epitendon での標識率が小さいこともあります、断端に近いものと腱内部の細胞との標識率に、明らかな差は認められなかった。

腱の collagen fiber に囲まれて細長い紡錘形をしている腱細胞の中にも標識されるものがあり、未熟な fibroblast のみでなく、成熟した tenocyte と思われる細胞も分裂、増殖して腱再生に関与する可能性が示唆された。断端に出現する細胞は一般に標識率が高く、断端のうちでも辺縁に近いものが多く標識される傾向にあった。これは epitendon から分裂能を持つ細胞が断端に遊走するためであろうと思われた。BrdU 標識率は、FDS 培養 6日目、9日目と徐々に高くなり、培養 14日目ではかえって低下する傾向があった。培養 9日目が 6日目、2週目と比較して有意に高かった。

Gelberman<sup>1)</sup> らは犬の屈筋腱の修復後に fibronectin の染色を行い、受傷後 7日目に一番染色性が良く、17日目には低下するとともに細胞移動の減少を示唆している。これらの事から、培養腱の初期修復では細胞の活性にはなんらかのリズムがあり、これは 7~9日目付近にピークがあることが示唆された。しかし、2週目で大幅に標識率が低下しているため、血行の無い組織培養の細胞活性の限界も疑われる。今後、生体内での腱修復においての BrdU ラベリングも検討する必要があるものと思われた。

## ま と め

1. BrdU のラベリングを腱の組織培養に用いることで、腱の intrinsic healing における各時期の S期の細胞の局在を明らかにした。
2. 腱断端に出現する細胞の BrdU 標識率は、培養 9日目が最も高かった。

## 文 献

- 1) Gelberman R. H., et al: Fibroblast chemotaxis after tendon repair. *J. Hand Surg.*, 16-A : 686, 1991.
- 2) 北川 博 他: Labelling index 検討のための BrdU 検査と技術, 16 : 1374, 1988.
- 3) Mass D. P., et al: Human flexor tendon participation in the in vitro repair process. *J. Hand Surg.*, 14 -A : 64, 1989.
- 4) Mass D. P., et al: Participation of human superficialis flexor tendon segment in repair in vitro. *J. Orthop. Res.*, 8 : 21, 1990.
- 5) 松田 智 他: 組織培養による屈筋腱損傷の修復過程の観察. 日手会誌, 8 : 423, 1991.
- 6) 松田 智 他: 組織培養によるヒト屈筋腱損傷の修復過程の観察. 日手会誌, 9 : 197, 1992.

## 屈筋腱の修復に関する実験的研究 —乾燥が腱に及ぼす影響について—

慶應義塾大学整形外科学教室

吉川 泰弘・内西 兼一郎

中村俊夫・飯島 謹之助

六馬 信之

An Experimental Study on the Healing of the Flexor Tendon  
—Effects of Tendon Drying on the Tendon Properties—

Yasuhiro Yoshikawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

We have previously reported that tendon drying increased the adhesion caused by the gap formation of tendon. In this study, we observed the effects mainly on the physical properties of the drying tendon.

Materials: The third digits of 182 broiler chickens were used.

Methods: ① The weight of the excised tendon (20 mm) was measured every 3 minutes.

② FDP was left exposed for 0, 30, 60, 90 min. in the room and was marked on the drying region. (We divided them into each drying time group.) The digits were immobilized in tension reducing position and the length between markings was measured at 1, 3, 6, 9 weeks. Then the tendons were served for macro and microscopic studies.

③ After the same management as the method ②, the physical properties of each drying tendon were evaluated with load-elongation curve using AUTOGRAPH.

Results: ① The weight of tendon decreased almost linearly and achieved to the plateau about 40% weight at 150 min. after drying (Fig. 1).

② The length decreased until 3 weeks and then increased gradually. But 90 min. group did not recover to the first length (Fig. 2). Adhesion formation and enlargement of the tendon were seen at 3 weeks in the 90 min. group (Fig. 3A). Hypertrophy of epitendon at 1 week and proliferation of connective tissue between the collagen fibers at 3 weeks were observed (Fig. 3B).

③ Most of 90 min. group were ruptured in the overstretching pattern. Maximum load in the elastic region (LE) and elastic modulus decreased until 3 weeks and then increased gradually. 30 min. group recovered to the normal level, but 90 min. group did not recover (Fig. 5, 6).

Conclusion: The changes of the physical properties were reversible in 30 min. drying. But they were irreversible in 90 min. drying with immobilization.

---

**Key words:** experimental study, tendon drying, physical property

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

## 目　　的

われわれは腱の乾燥が癒着形成におよぼす影響について、第35回本学会にて報告した。その結果、腱の乾燥は腱損傷部の癒着形成を増大し、趾固定状態では60～90分乾燥にて非常に強固な癒着を生ずることがわかった。今回、腱の乾燥による腱自体の変化をみる目的で以下の実験的研究を行った。

## 方　　法

182羽のプロイラー幼若鶏(1.5～2.0kg)の第3趾深趾屈筋腱を使用した。

実験1：腱20mmを切離し、室内に放置乾燥させ、腱の重量変化を経時的に測定した。  
(室温24.0～26.0°C、湿度50～70%)

実験2：一側の腱を室内で駆血下に、0, 30, 60, 90分露出乾燥させ(各乾燥群とする)、7-0ナイロン糸で乾燥部分をマーキングし、tension reducing positionにて3週間固定した。0(乾燥直後)、1, 3, 6, 9週の時点において、各群におけるマーク間距離を測定し、あわせて肉眼的、組織学的観察を行った。また反対側をcontrolとした。

実験3：実験IIと同様の操作の後、1, 3, 6, 9週で腱を採取し、乾燥部を含む40mmを腱牽引装置(島津製作所：AUTOGRAPH)に固定した。これを3mm/minの定速で腱破断まで引っ張り、各乾燥時間におけるload-elongation curveを記録した。

## 結　　果

実験1：腱の重量は経時的には一定の割合で減少

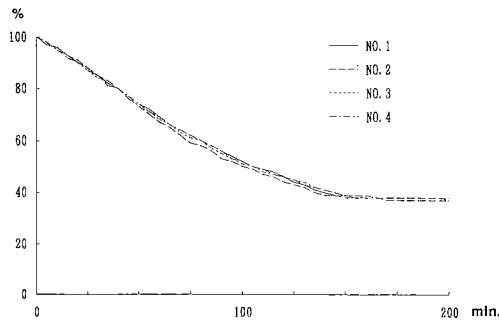


Fig. 1 Serial changes of the tendon weight (Ratio of the weight after drying to the weight before drying)

し、150分後には約40%にまで減少し、それ以後はほぼ同じ値を示した(Fig. 1)。

実験2：腱の長さは乾燥直後(0週)においては、30, 60, 90分乾燥群でそれぞれ平均0.6%, 1.4%, 3.2%減少し、乾燥時間が長いほど短縮率は大きかった。各乾燥群とも1週間後にわずかに減少し、3週間後では最短になった。0, 30, 60分乾燥群では、6週でほぼ乾燥前の長さになったが、90分乾燥群では9週になっても乾燥前の93.3%にとどまった(Fig. 2)。

肉眼的変化：1週ではいずれの群も明らかな違いは認められなかった。3週になると90分乾燥群では乾燥部周囲に膜様の癒着が形成され、腱乾燥部の腫大、肥厚が見られた(Fig. 3A)。

組織学的变化：1週で乾燥部を中心にepitenonの

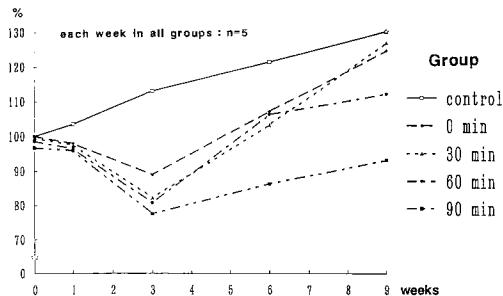


Fig. 2 Changes of the length between the markings (Ratio of the length at each week to the length before drying)

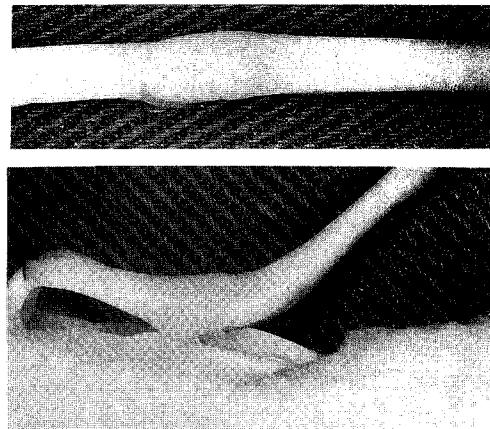


Fig. 3A Macroscopic findings (90 min. group at 3 weeks) Membranous adhesion and enlargement of the tendon in the drying region were observed.

肥厚がみられ、3週でさらにその肥厚が増大し、膠原線維の細小化と線維間結合組織の増生が認められた。この変化は特に90分乾燥群で著明であった(Fig. 3B)。

実験3: ①腱の破断様式: controlと0, 30分乾燥群は、大部分が腱把持部で急激に破断した(acute rupture)。60, 90分乾燥群は、3週以降で腱乾燥部がズルズルと伸長して破断するもの(overstretching)があり、特に癒着形成を生じた場合はこの破断様式であった。

次にElastic regionにおける最大張力(LE)と弾性

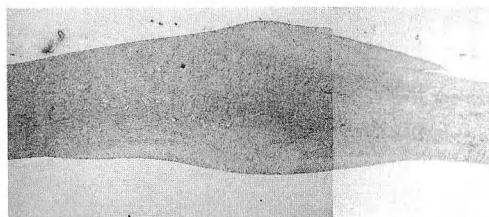


Fig. 3B Microscopic findings (90 min. group at 3 weeks) Hypertrophy of the epitendon and proliferation of the connective tissue between the collagen fibers were observed. ( $\times 5$ . HE)

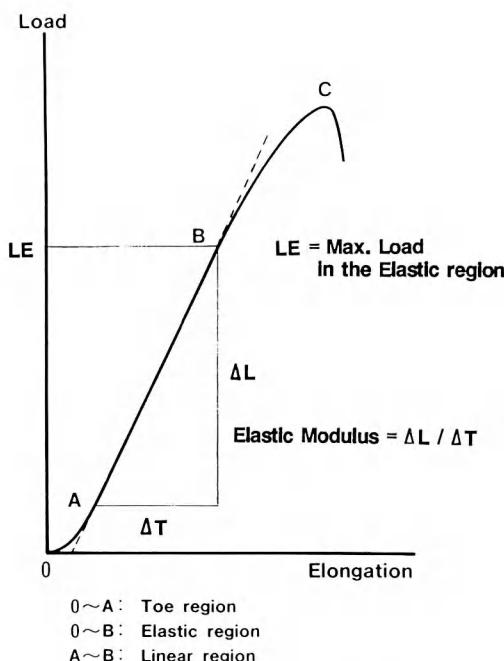


Fig. 4 Load-elongation curve

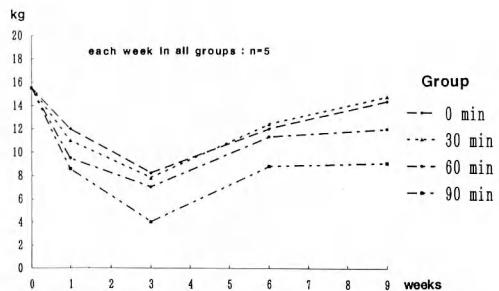


Fig. 5 Changes of the maximum load in the elastic region (LE)

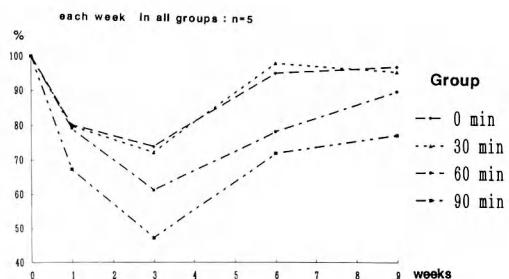


Fig. 6 Changes of the elastic modulus compared with control

率を比較検討した(Fig. 4)。

②Elastic regionにおける最大張力の変化: いずれの群も3週までは低下し、乾燥時間が長いほど低下の割合は大きかった。その後は漸次増加し、30分乾燥群は0分乾燥群とほぼ同様に回復したが、90分乾燥群は低値を示したままであった(Fig. 5)。

③弾性率の変化: 全乾燥群において3週までは漸次低下し、その後は次第に増加した。30分乾燥群はほぼ正常まで回復したが、90分乾燥群は低下したままであった(Fig. 6)。

## 考 察

腱は露出放置により容易に水分を消失し、腱周辺部より内部へ乾燥変化が波及する。

腱の重量は150分で約40%にまで著明に減少した。また腱の長さは3週までは乾燥時間が長いほど短縮は大きかったが、それ以後改善した。腱のelastic regionにおける最大張力、弾性率とも、3週までは乾燥時間が長いほど大きく低下するが、それ以後は徐々に改善された。

各乾燥群の比較では、30分乾燥群は0分乾燥群とほぼ同じ回復を示し、物性の変化は30分乾燥においては可逆性であった。しかし90分乾燥では、いずれの値も乾燥前より大きく低下したまま回復がみられず、腱に不可逆性の変化が起きたと考えられた。このことは90分乾燥群の破断様式からも推定される。

組織学的には、90分乾燥群では膠原線維は残存するが、周囲の微小血管や腱細胞などは壞死に陥り、膠原線維の細小化や線維間の結合組織の増生を生じ、その上癒着形成も加わり、腱束としての物理的機能は大きく低下したと考えられた。

### 結 語

乾燥が腱に及ぼす物性変化は、趾固定条件下において乾燥30分ではほぼ可逆性であるが、乾燥90分では不可逆性になることがわかった。

### 文 献

- 1) 中村俊夫：指屈筋腱損傷の修復と滑走に関する実験的研究（第12報）—切斷腱の短縮と物性の経時的変化—。日整会誌, 66:728-741, 1992.
- 2) 吉川泰弘 他：腱の癒着に関する実験的研究—腱の乾燥が癒着に及ぼす影響について—。日手会誌, 9: 210-213, 1992.

質 問 信州大学整形外科 土金 彰  
臨牀上、乾燥を防ぐために生理食塩水を用いているが、他にもっと良い方法はありますか？

回 答 慶應義塾大学整形外科 吉川 泰弘  
ヒアルロン酸が腱の乾燥のみならず、滑走や癒着防止にも有効ですが、実際上は、乾燥防止の目的には30分毎の生食散布で充分と考えます。

## 屈筋腱手術時の出血と術後腱癒着の関係 についての実験的研究

関西医科大学整形外科学教室

中 村 誠 也・波多野 泉  
児 島 新・小 川 亮 恵

Hand Center of Western New York

Clayton A. Peimer M. D.

## Adhesion from Flexor Tendon Surgery — An Animal Study —

Masaya Nakamura, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kansai Medical University

Intraop and postop hemorrhage has long been considered a cause of tendon adhesions. To prevent this problem, bipolar coagulators are commonly used. However, there is very little known regarding the relationship between hemorrhage and tendon adhesions with use of this modality. The purpose of this experiment was to define the influence of hemorrhage to tendon adhesion, and to compare biomechanical results with meticulous sharp dissection, the addition of bipolar coagulation in chicken flexor tendons. Ninty-six White Leghorn chickens were utilized in this study. The sublimis excised and the profundus crushed with a hemostat cramp. The foot was immobilized in a cast for three weeks after this operation. The chickens were then separated into several groups for two parts of experimental studies. Part I were designed to evaluate the relation between blood around the tendon and adhesion formation. Sharp dissection of the flexor tendon was performed, then the chickens were separated into two groups. Wound closure was followed by: Injection of 1 ml of blood into the surrounding of the lysed tendon [Group A]. Injection of same amount of saline [Group B]. Part II were designed to evaluate the relation between hemostatic effect by bipolar coagulator. Flexor tenolysis was performed by sharp tenolysis with addition of bipolar coagulation [Group I]. Group I was subdivided into three subgroups depending on the frequency of coagulation. The fifteen chickens served as controls as well. The foot was again immobilized in a cast for the first week. The animals were sacrificed 2, 4, 6 weeks after tenolysis. Tensile testing and calculations were made for maximum pullout force (MF) and rupture energy (RE). Part I results showed that, control showed the lowest values for both MF and RE at 2 weeks. Although there were lower MF and RE values in the control compared to the other groups at both 4 and 6 weeks. The differences were not statistically significant. Part II results indicated greater adhesion formation as the coagulation frequency increased. At 6 weeks, the results indicated approximately two fold increase in MF and RE against control. Light microscopy findings paralleled biomechanical results, with the least fibrous tissue formation in control. These facts make us conclude that while hemostasis may be an important factor in tendon surgery, harmful thermal effects are more important and they are cause of excessive tendon adhesions.

---

**Key words :** tendons, adhesions, hemostasis, blood, hemorrhage

**Address for reprints :** Masaya Nakamura, M. D. Department of Orthopaedic Surgery, Kansai Medical University,  
1 Fumizonocho, Moriguchi, Osaka 570, Japan.

## はじめに

屈筋腱手術時における術中、術後の出血は術後の腱癒着の一因と考えられ、損傷腱が術後良好な滑走を得るためにには、術中の可及的な止血、術後の血腫予防が必要とされている。われわれは第34回日本学会で術中の止血操作に頻用される双極性電気凝固器 (bipolar coagulator 以下 BC) が、腱周囲組織に与える熱損傷と腱癒着の関係について報告した。<sup>1)</sup>しかし、血液が術後の腱癒着に関する機序についてはまだ不明な点が多い。今回われわれは出血、熱損傷、腱癒着の相互関係を検討するため、腱癒着モデルを作成し生体力学的、組織学的に検討した。

## 対象および方法

白色レグホン96羽（生後3ヶ月の雄、平均体重780グラム）を用いた。腱癒着モデルの作成は Lindsay らの方法に準じた。<sup>2)</sup>全身麻酔、駆血下に、右第3趾の屈筋腱腱鞘を掌側正中側切開で露出し、これを切除した。浅趾屈筋腱の遠位端2cmを付着部より切除、深趾屈筋腱を2cmにわたりかん子で圧挫し、腱癒着を作成した。創縫合の後、足関節を70°C伸展位、MP、PIP関節軽度屈曲位でギブス固定し、歩行は可能な状態とした。3週間後に腱剥離術を施行し、術後処置の差異により、対象を3群5つのサブグループに分類した。

A群 腱剥離術後、創閉鎖を行い上腕静脈より採取した自己血1mlを術野に注入し駆血を開放したもの。

B群 腱剥離術後、創閉鎖を行い0.9%生理的食塩水1mlを術野に注入し駆血を開放したもの。

I群 腱剥離術後、駆血を開放しBCで、

I a) 止血を20ヶ所に行ったもの。

I b) 止血を40ヶ所に行ったもの。

I c) 止血を80ヶ所を行ったもの。

コントロール腱剥離術後、血液や生食水の注入も止血も行わず創を閉鎖したもの。

術後1週間のギブス固定を行い、足趾の自動運動を開始した。術後2週、4週、6週時に屠殺し、生体力学的試験にはMTS伸長試験器(model-T 22 K)を用い、2cm/minの速度で腱引き抜き試験を施行した。深趾屈筋腱を末節骨付着部近位で横切し、中枢側よりこれを引き抜くに要した最大の力 Maximum pull out force (MF) と総エネルギー量 Rupture energy (RE) を求め各群を比較した。組織学的検索には、それぞれの群より1羽を抽出し、HE染色およびtrichrome染色を行い比較した。

## 結果

コントロール、A群、B群においてMF、RE共に経時的な増大傾向が認められた。しかし、力学的試験の結果を比較すると、MF、RE共に両者に統計学的な有意差を認めなかった。(Table-1)

2週時のI a, b, c群とコントロールを比較すると、BCによる凝固回数に相関して癒着が増大する傾向が示され、コントロールを1.0として比較すると、REで I a) 1.9, b) 4.8, c) 5.7であった。(Table-2) I b群の2, 4, 6週のMF、REを比較すると、それぞれコントロールと有意差を認めたが、経時的な増大傾向は認めなかった。コントロールが経時に癒着の増大を示したため、コントロールを1.0とした比較では、経時的な減少傾向を示した。しかし、6週時のMF、REは、共にコントロールに対していまだ2倍の癒着の存在を示した。(Table-3)

組織学的観察においても、コントロール、A群、B群ともに、ほぼ同様の所見で、線維組織形成、毛細血

Table 1 Statistical analysis between Group A and Group B

		2 weeks (n)	4 weeks (n)	6 weeks (n)	total (n)
control MF=N RE=x10Nm	MF	11.4± 3.1(5)	11.8± 4.9(5)	18.6± 6.2(5)	17.1± 9.6(15)
	RE	32.8±13.0	64.2±38.5	67.8±17.8	69.3±43.3
Group A (blood)	MF	12.7± 4.7(6)	27.3±17.2(8)	21.4±15.7(8)	21.1±14.9(22)
	RE	37.8±10.1	95.5±61.2	77.0±63.1	73.0±56.2
Group B (saline)	MF	16.5± 6.8(6)	17.8± 5.9(9)	34.1±20.4(8)	24.0± 15.8(20)
	RE	64.1±15.9	64.7±36.6	133.8±81.1	92.2±63.7

Results expressed as mean±SD

**Table 2** Statistical analysis between control and Group 1 at 2 weeks

	n	MAX FORCE(N)	RATIO	RUPTURE ENERGY(Nm)	RATIO
CONTROL	5	11.4± 3.1	1	32.8±13.0	1
GROUP Ia	5	16.1± 6.0 *	1.4	63.4±15.4	1.9
GROUP Ib	5	36.6±14.2	3.2	156.8±41.6	4.8
GROUP Ic	5	36.3±11.4	3.2	182.6±57.9	5.7

Results expressed as mean±SD

p&lt;0.01

0.10&lt;p&lt;0.20(\*)

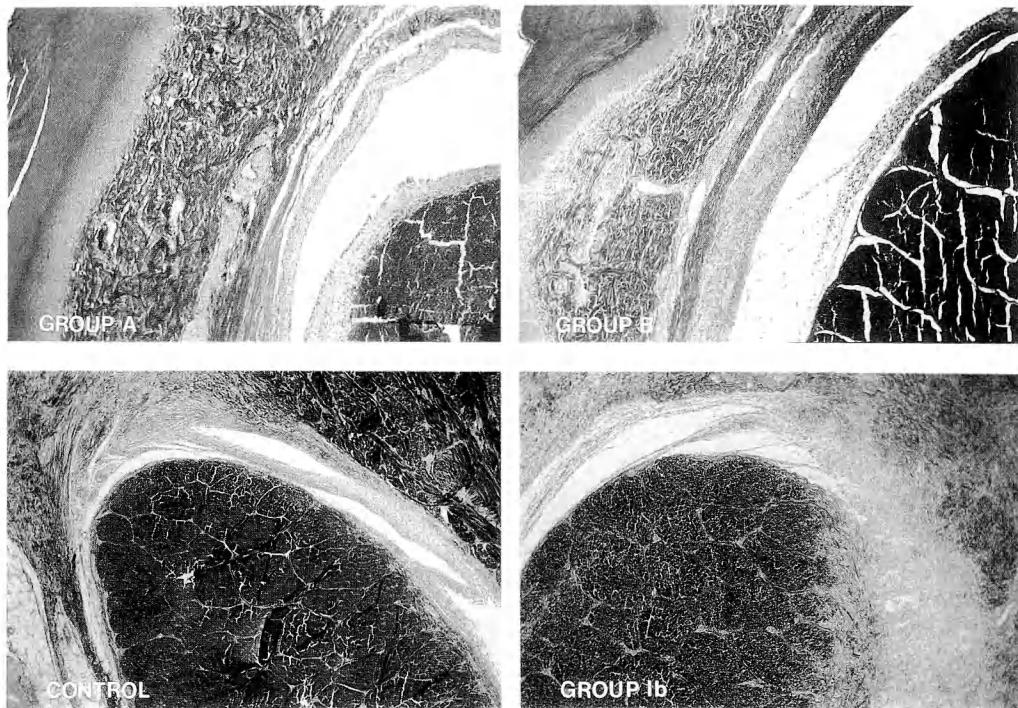
**Table 3** Statistical analysis between control and Group Ib

		2 WEEKS	RO	4 WEEKS	RO	6 WEEKS	RO
CONTROL	MF	11.4± 3.1	1	11.8± 4.9	1	18.6± 6.2	1
	RE	32.8±13.0	1	64.2±38.5	1	67.8±17.8	1
GROUP Ib	MF	36.6±14.2	32	33.0±17.6	28	37.4±15.8	20
	RE	156.8±41.6	48	162.1±72.5	25	129.5±40.7	19

Results expressed as mean±SD

P&lt;0.05

0.05&lt;P&lt;0.10 (\*)



**Fig. 1** Histological results at 2 weeks. Light microscopy findings paralleled biomechanical results with the least fibrous tissue formation and tissue reaction in control. Group A showed slight scar formation, but was nearly the same findings with control. Group B also showed no histologic differences compared with Group A. In Group Ib, fibrous tissue formation, epitendon damage, loss of tendon margin were seen on the tendon surface.

管増生は軽度であったが、I b 群では epitelon の消失、毛細血管、線維組織の腱組織内への侵入などの強い癒着形成の所見が認められた。(Fig. 1)

## 考 案

出血は創傷治癒の first step であるが、同時にこの過程で、膠原線維の多い瘢痕組織が損傷組織と周囲組織との癒着を形成する。このため、出血は腱手術時の術後癒着の一因と考えられ、Bunnel などの成書にも、術中、術後の出血は可及的に防止するべきであると記されている。<sup>3)</sup>しかし、血液のどの成分が、どのような機序で腱癒着に関与するかは、いまだ明らかでない。われわれの実験結果では、術中止血操作をせず、血液で腱周囲を満たした群と、コントロールとの間に統計学的な差異を認めなかった。われわれはこの結果より、血液自体は癒着形成の大きな要素ではなく、出血を惹起させる組織損傷の程度や、リンパ流を鬱滯させる組織浮腫の程度などの因子が癒着形成により重要であろうと推測した。一方、止血操作のために頻用されている bipolar coagulator は、その使用量に相関して腱癒着の程度を増大させた。実験の I c 群(80 回凝固群)では、出血点はほぼ完全に凝固され、Dry field が得られたが、この群で腱癒着が最も大きく、術中の bipolar による腱周囲組織への熱損傷が、その止血効果以上に癒着形成に大きな影響を及ぼしていると考えられた。

以上より、腱手術時の出血は癒着を引き起こす一因子と考えられるが、血液自体がその主因ではなく、それ以上に、止血操作に伴う、熱損傷も含めた組織損傷

の程度が腱癒着に大きな影響を及ぼすと考えられた。腱手術には、丁寧な手術操作で術中の組織損傷を可及的に少なくし、術後の適切な Dressing、患肢拳上による浮腫の予防などが肝要であると考えられる。

## 文 献

- 1) 菅 俊光 他：屈筋腱手術時の止血操作と熱損傷についての実験的研究。日手会誌, 8: 451-454, 1991.
- 2) Lindsay, W. K., et al.: Digital flexor tendons: an experimental study. Brit. J. Plast. Surg., 12: 289-316, 1960
- 3) Bunnel, S.: Surgery of The Hand., Lip pincott, Philadelphia, : 183, 1944

質 問 慶應大学整形外科 吉川 泰弘

1) この実験は駆血下操作で行われていると思いますが、駆血解除後の後出血については考慮されておりませんが、どのように考えているのでしょうか。生食注入(B群)の場合にも後出血として約1mlの出血はあると思いますが、A群との違いはどこにあるのでしょうか。

回 答 関西医科大学整形外科 中村 誠也

我々のモデルは腱剝離術後の腱癒着を作成したもので、無血術野での癒着の作成、比較は不可能と考えている。即ち、一般的な手の手術後の状態を再現し、血液を注入して腱周囲に血液を多く存在させた群と術後の圧迫止血により可及的に出血をおさえた群の比較であると考えている。

## 伸筋腱の癒着に関する実験的研究 —指骨々折後の癒着について—

慶應義塾大学整形外科学教室

有野 浩司・池上 博泰  
彦坂 一雄・矢部 裕

いしぐろ整形外科

石黒 隆

Experimental Study on the Adhesion of Extensor Tendon  
—Prevention of the Adhesion between Extensor Tendon and Fractured Phalanx—

Hiroshi Arino, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Early mobilization is recognized to be essential to prevent adhesion between extensor tendon and fractured bone in the hand. However, few experimental studies on it have been reported. We carried out an experimental study on the effect of early mobilization on the prevention of adhesion using chickens.

### Materials and Methods

One-hundred and fifty young adult chickens weighing from 1350 to 2900 grams were used.

The middle part of the third phalanx was drilled and three additional holes were also drilled through this hole by closed technique. Then, the fracture was made by manually.

The materials were divided into two groups; immobilization group and early mobilization group. The plaster cast was applied to toe tip in the immobilization group. Immediate movement of the PIP and DIP joints was allowed with limited cast in the early mobilization group.

A fiber cast was also applied in the both groups in order not to bear the weight on the toes (Fig. 1).

The animals were sacrificed at 1-6 weeks postoperatively. Radiological, macroscopic and microscopic studies were carried out.

### Result

Radiological findings: In the immobilization group, callus was observed in three weeks and bony union was obtained in five weeks. In the early mobilization group, callus was observed in 2-3 weeks and bony union was obtained in 4-5 weeks (Fig. 2).

Macroscopic findings: In the immobilization group membranous adhesion was observed between tendon and fractured bone in more than three weeks. In the early mobilization group, no obvious adhesion was observed. More paratenon proliferation was observed in the early mobilization group than that in the other. In a separated group in which only the plaster was applied without

---

**Key words:** experimental study, adhesion, fracture, extensor tendon, early mobilization

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

making fracture for five weeks, no obvious adhesion was observed (Fig. 3).

#### Microscopic findings

At two weeks, more reaction was observed in the early mobilization group than that in the other.

At three weeks, the loose connective tissue layer was found in the early mobilization group (Fig. 4).

The layer of the loose connective tissue in the specimens which were mobilized for five weeks following one week immobilization was thicker than those which were mobilized for five weeks following two week immobilization (Fig. 5).

#### Conclusion

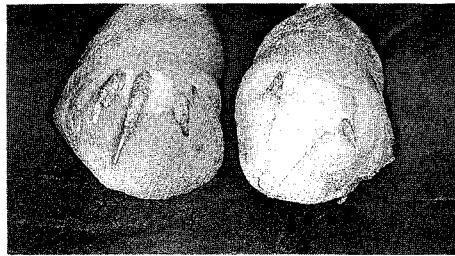
Early mobilization is useful to prevent the adhesion between extensor tendon and fractured bone in the hand.

### はじめに

手指の骨折後に生ずる伸筋腱の癒着を防止するため早期から可動域獲得訓練を行うことは、きわめて有用なことである。しかし、これの裏づけとなる基礎的な研究の報告はほとんどみられない。今回われわれは早期運動療法の有用性に関して、基節骨骨折後の伸筋腱の癒着について以下の実験的研究を行ったので報告する。

### 材 料

白色レグホンとロード種の一代交配の農林クロスの成鶏150羽を用いた。



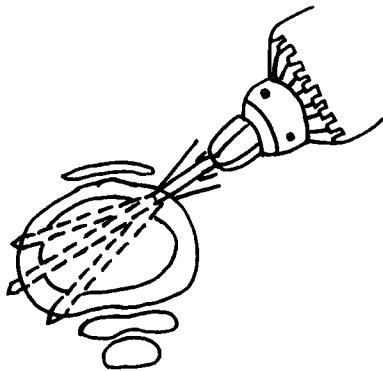
b : Plaster cast and fiber cast.

Left ; a chicken from the early mobilization group

Allowing immediate movement with limited cast.

Right : a chicken from the immobilization group

Fixed with plaster cast to toe tip.



a : After drilling the first hole, three additional holes were drilled through this hole by closed technique.



c : A chicken may stand without bearing the weight on the toes.

Fig. 1 Technique of drilling and method of immobilization

## 方 法

ネンブタール筋注麻酔(30 mg/kg)下に、後肢第3趾基節骨に、0.7 mm キルシュナー鋼線で経皮的に手前1カ所の孔を開け、その孔から対側3カ所に孔を開けた(Fig.1-a)。この孔を利用して、用手的に横骨折を起こし、その後趾尖までギプスで固定したもの(以下固定群)と近位PIP関節まで固定し、それ以遠の屈伸を可能にしたもの(以下早期運動群)の2種を作製した。さらに免荷のために固定群、早期運動群とも朝顔状のキャストを巻いた(Fig.1-b, c)。1週から6週まで1週単位で屠殺後、X線学的、肉眼的、組織学的検索ならびに引っ張り試験をおこなった。

また対照として骨折をせずに5週間趾尖まで固定のみ行つたもの、骨折を起こして1週間趾先まで固定後5週間早期運動群と同様にPIP関節までの固定を行つたもの、骨折を起こして2週間趾先まで固定後5週間早期運動群と同様にPIP関節までの固定を行つたものを作製した。

## 結 果

## (X線学的所見)

固定群では3週で仮骨の出現がみられ、5~6週で骨癒合がみられた。早期運動群では2~3週で仮骨の出現



**Fig. 2** Radiological findings a: Immobilization group at three weeks. b: Early mobilization group at three weeks. In the immobilization group callus was observed in three weeks and bony union was obtained in five weeks. In the early mobilization group callus was observed in 2-3 weeks and bony union was obtained in 4-5 weeks.

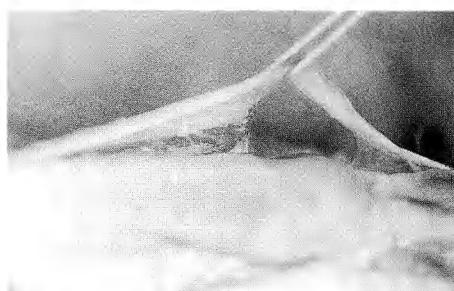
がみられ、4~5週で骨癒合がみられた(Fig.2)。

## (肉眼的所見)

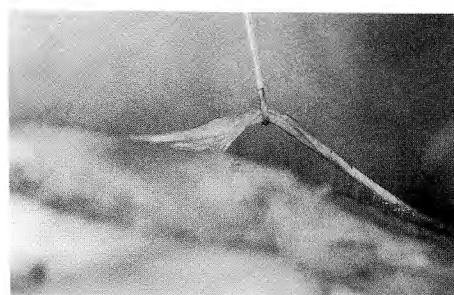
3週までは、早期運動群の方が固定群よりもしろ腱の周囲に結合組織の増生が多く見られた。4週以降になると、早期運動群では著明な癒着はみられなかつたのに対し、固定群では模様の癒着が認められた(Fig.3)。対照として骨折なしで5週間趾先まで固定のみ行つたものでは強い癒着は認められなかつた。骨折部



a: Normal subject.



b: Early mobilization group at four weeks. No obvious adhesion is observed.



c: Immobilization group at four weeks. The membranous adhesion is found.

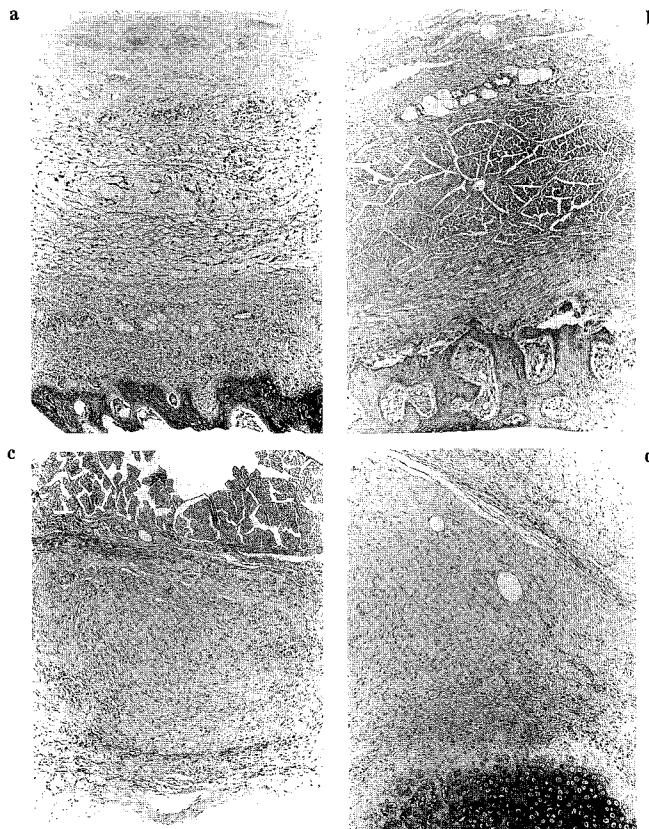
**Fig. 3** Macroscopic findings

での異常可動性は、固定群では3週で、早期運動群では2~3週で消失した。

(組織学的所見)

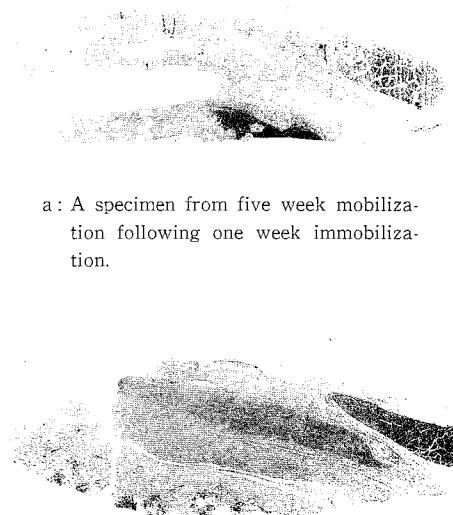
2週の時点までは早期運動群では骨側、腱側の両方に結合組織反応がみられたのに対し、固定群では、腱側にあまりみられず、また纖維化も未熟であった。3週では両群とも骨、腱間は結合組織で埋められるが、

早期運動群では腱側周辺で、明らかに疎性結合組織の層が保たれていた(Fig. 4)。6週になると早期運動群では骨、腱間の疎性結合組織の層はさらに厚くなっていたが、固定群ではほとんど結合組織で埋められ消失していた。1週固定後5週運動療法したものは、2週固定後5週運動療法したものより骨、腱間の疎性結合組織の層が厚かった(Fig. 5)。



**Fig. 4** Microscopic findings (H&E 100×) Each photograph shows the portion between extensor tendon and fractured bone.  
 a: Immobilization group at two weeks.  
 b: Early mobilization group at two weeks.  
 c: Immobilization group at three weeks.  
 d: Early mobilization group at three weeks.

At two weeks, more proliferation of connective tissue was observed in the early mobilization group than that in the other. At three weeks, the loose connective tissue layer was observed in the early mobilization group.



a : A specimen from five week mobilization following one week immobilization.

b

b : A specimen from five week mobilization following two week immobilization.

The layer of the loose connective tissue in the specimen from five week mobilization following one week immobilization was thicker than that from five week mobilization following two week immobilization.

Fig. 5 Microscopic findings (H & E 20 $\times$ )

#### (引っ張り試験)

近位PIP関節が-10度から0度の伸展に要する力を測定した。

固定群、早期運動群とも正常より大きな力を要した。4週以降の固定群で、他趾を最大伸展させるのに十分な力(300g)を加えても第3趾近位PIP関節は0度まで伸展できなかった。早期運動群では、正常より大きな力を要したが、期間による有意な差はなかった。

#### 考 察

石黒は臨床で基節骨、中手骨骨折において早期運動

a 療法の有用性を報告している<sup>2)</sup>。また、腱の癒着に関する基礎的研究の報告は腱縫合後のものが多くなされているが、骨折後の骨と腱の癒着の報告は、ほとんどない。

われわれの実験では、4週以降の固定群で膜様の癒着がみられたが、早期運動群では明らかな癒着はみられなかつた。また1週固定後5週運動療法したものは、2週固定後5週運動療法したものより組織学的所見で疎性結合組織の層が厚かったことから固定期間が短ければ短いほどこの層の厚さを保つことができ、癒着が少くてすむ可能性があることが推察された。これらのことから、骨折後の固定は、3週間以内とすべきであり、さらに短い固定期間の方がより良い結果が得られると考えられた。

中井は牽引力が加わると線維芽細胞、膠原纖維が多く出現すると報告している<sup>3)</sup>。共同演者池上も腱縫合後の早期運動群は固定群より癒着は少ないが、結合組織反応は強かつたことを第33回本学会で報告している<sup>1)</sup>。本研究においても早期運動群は固定群より1~3週では結合組織の増生が多くみられた。しかしながら、早期運動群での骨、腱間の反応が強く生じるのに対し伸筋腱周囲の疎性結合組織の層が保たれていることから腱の滑走は妨げられないままであることがわかつた。

今回われわれの実験からも早期運動療法は、骨折後の伸筋腱の癒着防止に有用であると思われた。

#### 文 献

- 1) 池上博泰 他：減張位早期運動が腱癒合におよぼす影響に関する実験的研究。日手会誌, 7: 571-575, 1990.
- 2) 石黒 隆 他：指基節骨および中手骨骨折に対する保存的治療—MP関節屈曲位での早期運動療法—。日手会誌, 8: 704-708, 1991.
- 3) J. Nakai: Skeletal Muscle in Organ Culture. Experimental Cell Research, 40: 307-315, 1965.

## アパタイトシートの腱癒着防止に関する研究

愛知医科大学整形外科学教室

佐藤義郎・佐藤素己  
丹羽滋郎

愛知医科大学第1解剖学教室

川井範夫  
STKセラミックス K.K.  
諫訪佳子

### Inhibitory Effect on Tendon Adhesion of Biocellulose-Hydroxyapatite Sheet

Yoshiro Satoh, et al.

Department of Orthopaedics Surgery, Aichi Medical University

We developed hydroxyapatite-biocellulose sheets (HAp sheets) to apply to adhesion blocking of the tendon and its surrounding tissue. The sheet (50 or 80 $\mu$  thick) was made of acetobacter-derived cellulose and synthesized HAp (0.3 or 0.2 $\mu$ m $\phi$ ). Each sheet was implanted surrounding the tendon. As controls, implantation of a sheet without HAp and sham operation were performed. Three weeks later, the tissue with tendon was fixed by 10% formaldehyde and then processed for light microscopy (H.E.-and Azan-stainings).

No impediment of the tendon repair was observed in all groups. The cellulose sheet group demonstrated more cell proliferation in the connective tissue near the tendon and sheet than that of the HAp sheet groups. In addition, the tissue was looser in the HAp sheet groups, where collagen fibers were scattered, and sometimes included heterogeneous boundary layer. There was no distinct infiltration of immunological cells in the HAp groups. In the case of the sham operation, the tissue surrounding tendon was markedly dense, where many collagen fibers were distributed.

Therefore, the HAp sheet groups were suggested to adhere more loosely than the cellulose sheet group and sham group. The histological difference between HAp sheets was unclear. The HAp sheet has a possibility of a tendon-adhesion blocking material.

#### 目 的

ハイドロキシアパタイト (HAp) をバイオセルロースと混合したバイオセルロース-アパタイトシート(以下 HAp シートと略す)を開発し、このシートの組織親和性を中心形態学的検討を行い、腱癒着防止膜として臨床応用への可能性をさらに追及した。

#### 材 料 と 方 法

HAp シートは酢酸菌が生成したセルロース (バイオセルロース) と HAp 微小顆粒を混合して作製した。2種類の大きさの HAp 顆粒を用い、さらにアパタイト顆粒の多い少いにより 2種類の厚さの HAp シートと HAp を含まないバイオセルロースシートの計 5 種

**Key words:** adhesion-blocking membrane, tendon adhesion, Hydroxyapatite.

**Address for reprints:** Yoshiro Satoh, M.D., Department of Orthopaedics Surgery, Aichi Medical University 21 Karimata, Yazako, Nagakute-cho, Aichi 480-11, Japan.

Table 1

No.	Sintered Temperature	Side of granules ( $\mu\text{m}$ )	HAp (g)	Biocellulose (g)	Thickness (mm)
1	700° 3 hours	0.19	0.5	0.12	0.081–0.124
2	700° 3 hours	0.19	0.1	0.12	0.048–0.070
3	900° 3 hours	0.33	0.5	0.12	0.060–0.103
4	900° 3 hours	0.33	0.1	0.12	0.008–0.023
5	—	—	—	0.12	0.008–0.023

類のシートを用いた (Table 1)。

体重 2.5 kg の家兔のアキレス腱を静脈麻酔下にて切断後ナイロン糸にて縫合、各シートを腱縫合部を取り巻くように埋入した。またアキレス腱を切断後縫合したのみのものをコントロール群とした。3週間後屠殺しホルマリン固定後、ヘマトキシリソ・エオジン染色、アザン染色を行い、各シートのアキレス腱に対する組織親和性、腱の修復状態および腱の癒着状態を光頭的に検討した。

## 結 果

今回用いた HAp シートの操作性は HAp 量が多いシート (Nos. 1, 3) は、薄いシート (Nos. 2, 4) に比し体液中にて破損する傾向があった。

3週後における腱の修復は HAp 群、セルロース群、コントロール群においてともに良好であり、各群における差はなかった。HAp シート群は腱周囲においてヘマトキシリソ・エオジン染色では、シート周囲の結合

組織は疎性の様相を呈し、明瞭な細胞浸潤は認められなかった。アザン染色においても同様の所見が確認され、かつコラーゲン線維がシートの近辺を境に腱部からの腱周囲結合織中の侵入が阻止されている像を呈していた。さらに若干の細い膠原線維が腱周囲結合組織中に一様に分布するのが認められた (Fig-1)。この所見は HAp 頭粒の大小、シートの厚さによる差異はないようと思われた。一方、バイオセルロースシート群はシート周囲に炎症反応を示唆する細胞が密に分布していた。シートと腱の間の結合組織中の膠原線維の分布は HAp シート群に比しすくない傾向にあった。しかし、腱に接して密な膠原線維が分布していた (Fig-2)。コントロール群では切断縫合された腱周囲における細胞の増加が認められ腱周囲における組織は腱様の密な膠原線維を含み、それが腱の組織と連続する部位が観察された。しかし免疫系細胞の浸潤はほとんど認められなかった (Fig-3)。

また一部であったが HAp シート群においてシート

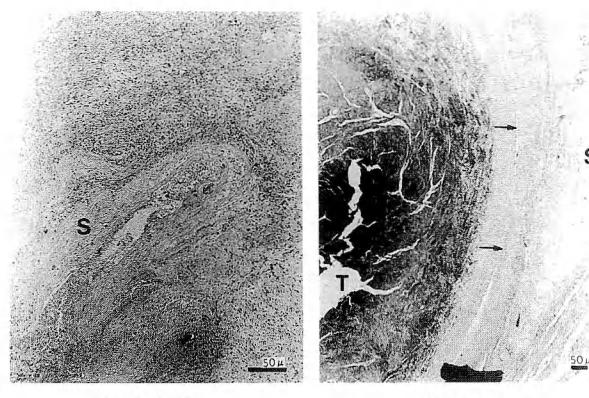


Fig. 1 HAp Sheet (No. 2)

S ; Sheet

T ; Tendon

→ ; Heterogeneous boundary layer

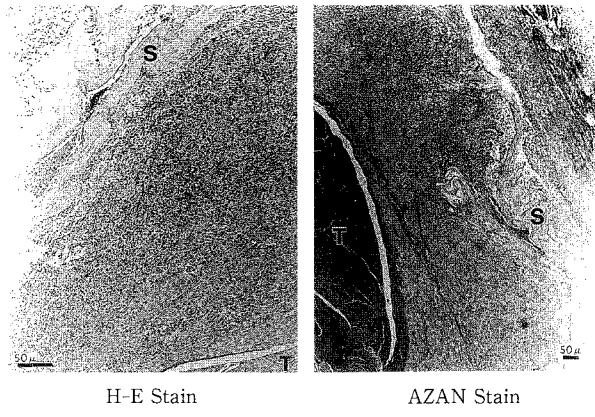


Fig. 2 Cellulose Sheet (No. 5)

S ; Sheet

T ; Tendon

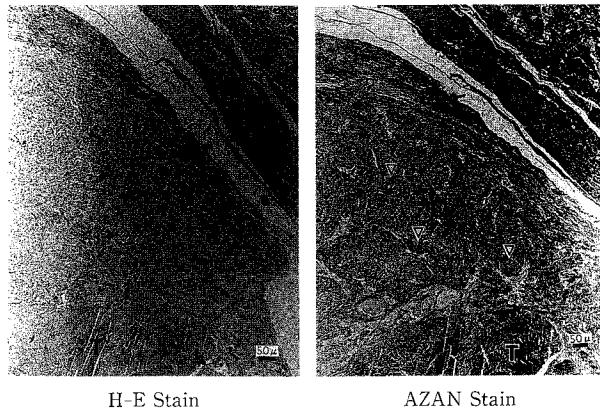


Fig. 3 Control

T ; Tendon

△ ; Collagen fiber

埋入部の皮膚壊死が見られた。セルロースシート群、コントロール群では目下のところ認められていない。

### 考 察

腱癒着防止膜の研究は、現在まで透析膜など各種報告されている<sup>1)2)3)</sup>。

今回、開発した HAp シートはコントロールおよびセルロースシートに比し腱周囲結合組織の変化、新生に癒着防止の点から良好な結果を示した。この素材はその厚さが薄く、操作性に優れ、明かな異物反応は認められず良好な組織親和性を示すことが明らかになった。さらにそのシート周囲の結合組織は疎性であり、

その膠原線維の分布様式は腱の可動性の維持を示唆している。この現象の解明はアパタイトの持つ組織親和性の良好さと、凝固因子を吸着する性質<sup>4)</sup>など複雑であるが、結合織の増殖をアパタイトが抑制することは本研究の結果から明かである。著者らはアパタイトとセルロース比、アパタイトの分布の違いによる強度および組織反応の差違について検討を行っている。

### 文 献

- Hamada Y. et al.: An experimental study on the application of a hydroxyapatite artificial tendon sheath to prevent adhesions after tendon repair.

- Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi, 65: 561-570,  
1991.
- 2) 牧野正晴 他：指屈筋腱腱鞘内における指屈筋腱縫合部を透析膜で被覆することによる腱癒合状態に関する研究。整形外科, 34: 1545-1550, 1983.
- 3) 室積正人 他：ヘパリンを用いた瘻着防止に対する実験研究。日手会誌, 3: 467-471, 1986.
- 4) 高柳富士丸：合成水酸アパタイトの血液凝固系に対する影響、愛知医科大学医学雑誌, 16: 583-592, 1988.

## ゼラチン膜の癒着防止効果について (第2報)

奈良県立医科大学整形外科学教室

石 田 仁 志・玉 井 進  
富 田 直 秀

京都大学学生体医療工学研究センター

富 畑 賢 司・篠 義 人

An Experimental Study on the Effects of Gelatin Membrane  
for Preventing Adhesion after Tendon Repair (2nd Report)

Hitoshi Ishida, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

In the case of flexor tendon injury alone, adhesion can be prevented by early controlled mobilization. But immobilization for 4 weeks is required for a badly injured tendon with the tendon sheath defects, fractures of the phalanx and vascular or nerve injuries. Crosslinked gelatin was developed to apply to such cases as anti-adhesive membrane. In this study we observed the reactions of the membrane for 8 weeks in rats and the effects on reduction of adhesion for 4 weeks after tendon surgery in chickens.

Materials and methods : Gelatin was crosslinked under the condition of vacuum, low pressure and 150°C for 24 hours. After sterilizing by ethylene oxide gas, the gelatin sheets were implanted in the back of rats subcutaneously. At 2, 4, 6 and 8 weeks postoperatively, the rats were sacrificed and the sheets were removed, fixed with 10% formalin solution and stained with hematoxylin and eosin (HE).

Then the chickens aged 3 to 4 months were used. On the left third toe, the tendon sheath was removed, the flexor digitorum profundus tendon (FDP) was cut and the bony floor was injured. The FDP was sutured and wrapped around with the geratin membrane. On the right third toe, the FDP was sutured alone. The chickens were sacrificed at 2 and 4 weeks postoperatively. The toes were fixed with 10% formalin solution and stained with HE.

Results : In rats, the sheets were gradually absorbed at 2 weeks postoperatively, and had been absorbed completely at 8 weeks. Histologically only a slight increase in mononuclear leukocyte occurred around the sheets In chickens, severe adhesion was noted on the right toe at 2 and 4 weeks. On the other hand, such an adhesion could be eliminated effectively by using the membrane.

### 目 的

zone IIでの屈筋腱損傷修復後の癒着は、手の外科医にとって古くからの問題であった。現在では術後早期

からのリハビリがきわめて重要とされている。しかしこれは滑走床の条件が良好な場合に限定され、また骨折や血管神経損傷など他の組織損傷を伴う場合には困難となる。

**Key words:** experimental study, gelatin membrane, adhesion, tendon surgery

**Address for reprints:** Hitoshi Ishida, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University, Kashihara, Nara 634, Japan.

近年のマイクロサーボジャリーの進歩により、切断指再接着術や血管柄付足指移植術で一度失われた指機能の再建が可能となっている。しかし移植床の滑走床が不良で、骨など他の組織の修復も同時に必要な場合が多く、早期からのリハビリが困難で、少なくとも3~4週間は癒着を防止することが必要となる。われわれは、架橋ゼラチン膜を作成して、架橋度を変えることで自由に吸収速度を調節できることを確認した。今回この膜をラット皮下に移植した場合の組織学的検討、ならびに鶏の屈筋腱縫合部に使用して場合の癒着防止効果についての組織学的検討を行ったので報告する。

## 方 法

使用した膜は、分子量約100,000の未架橋ゼラチンを蒸留水で溶解した後、真空減圧下にて150°C、24時間加熱処理したものである。

まずこの試料を直径10mm、厚さ0.5mmの円盤状に成形し、ラット皮下に移植した。術後2、4、6、8週後に周囲組織を含めて取り出して、HE標本にて観察した。

次に厚さ0.3mmのシート状に成形した膜を用い、月令3ヶ月のブロイラー若鶏の両第3趾部に埋入した。PIP関節部で滑膜性腱鞘と骨床を切除し、次に屈筋腱を切断した後に縫合し、その周囲を膜で被覆した。対照群としては腱縫合のみ行ったものを作製した。術

後はギプス固定を行って、術後2、4週で屠殺し、HE標本にて観察した。

## 結 果

ラット皮下に移植して2週目では、膜の吸収はほとんど起きておらず、明らかな炎症細胞の増加もみられなかった(Fig. 1)。

4週目には、膜の吸収が始まっており、異物巨細胞もみられる。膠原線維が膜に平行に現れている。しかし炎症細胞などの出現はほとんどみられない(Fig. 2)。

6週目には、吸収はさらに進んでいる。しかし4週目と比較して膠原線維が厚みを増している。わずかに炎症細胞の出現がみられるが軽度である(Fig. 3)。

8週目では、吸収がほぼ終わりゼラチン膜は散在する程度である。吸収された部分には炎症細胞はほとんど見られない(Fig. 4)。

鶏屈筋腱周囲に巻き付けて2週後では、わずかに膜の吸収がみられるのみで、著明な炎症反応はなく、癒着も発生していないかった。術後4週では、膜の吸収が進み膜様構造の破壊が進行していたが、単核球の出現はほとんどなく、癒着の発生はわずかにみられる程度であった(Fig. 5-A)。一方対照群では癒着が著しく腱との境界が不明なほどであった(Fig. 5-B)。

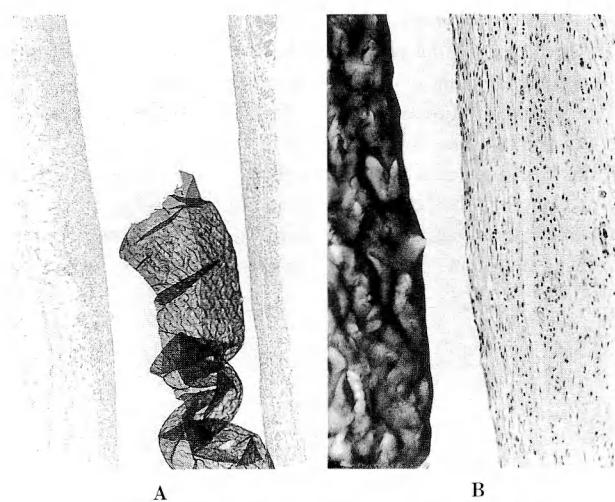


Fig. 1 Microscopic findings of the membrane implanted in rat (H. E.)  
(2 weeks after implantation, A: ×40  
B: ×200)

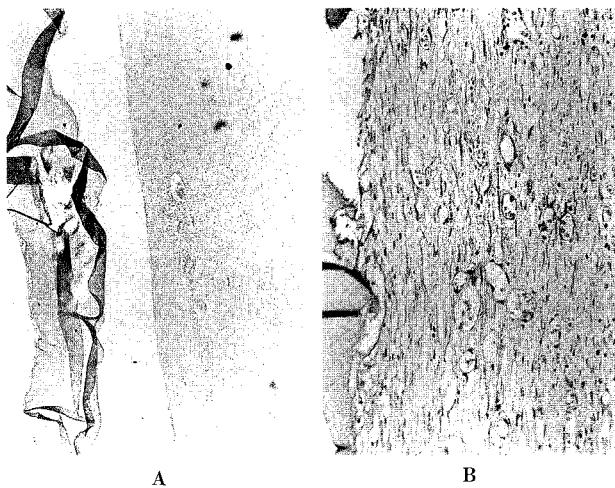


Fig. 2 Microscopic findings of the membrane implanted in rat (H. E.)  
(4 weeks after implantation, A:  $\times 40$   
B:  $\times 200$ )

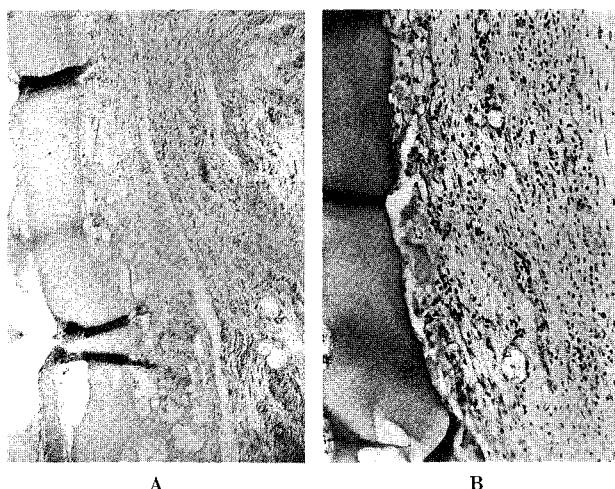
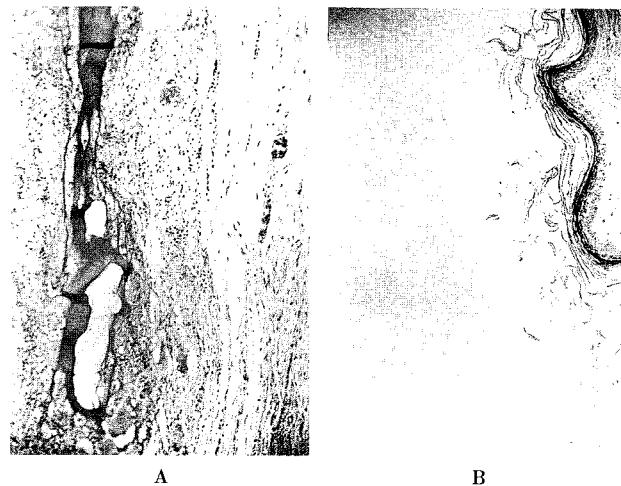


Fig. 3 Microscopic findings of the membrane implanted in rat (H. E.)  
(6 weeks after implantation, A:  $\times 40$   
B:  $\times 200$ )

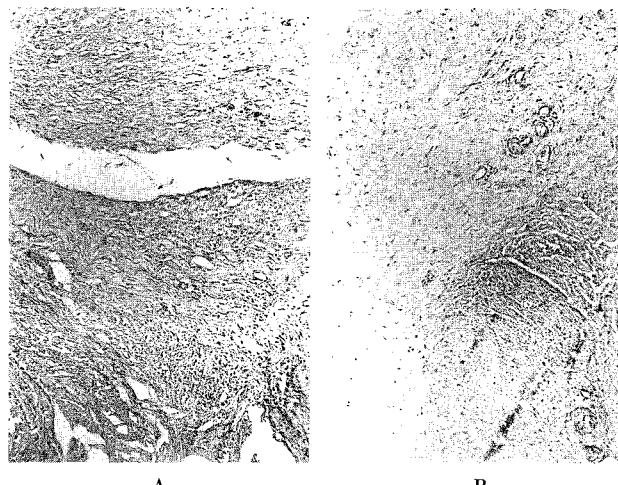
### 考 察

ゼラチンとは、皮膚、骨などを構成するタンパク質であるコラーゲンを加水分解して作製した水溶性タンパク質で、カプセル剤、代用血漿や人工血管などに臨床応用されている。しかしそのまま乾燥させただけで

は、数時間で吸収されてしまうため、腱癒着防止膜とし使用するには、架橋して吸収を調節する必要がある。今回報告した熱架橋ゼラチン膜は富畠ら<sup>3)</sup>が報告した結果と同様に、組織学的にも術後8週でほぼ吸収が完了しており、また組織反応もきわめて少ないことが確認できた。吸収性材料において最も問題となる吸収時



**Fig. 4** Microscopic findings of the membrane implanted in rat (H. E.)  
 (8 weeks after implantation, A:  $\times 40$   
 B:  $\times 200$ )



**Fig. 5** Microscopic findings of the membrane wrapped around the tendon in chicken (H. E.  $\times 100$ )  
 (4 weeks after implantation, A: membrane (+) B: membrane (-))

の組織反応がきわめて少いことは生体材料として望ましい。

これまで癒着防止膜として、吸収性材料と非吸収性材料の2種類が考えられてきたが、摘出する必要のない点を考慮すると、吸収性材料の方が理想的である。

吸収性材料でとくに問題となるのは吸収時の組織反応と吸収されるまでの時間である。架橋ゼラチン膜は、吸収されるまでの期間を通じて組織反応がほとんどみられず、吸収速度を4週前後に調節することが可能であるため、腱の癒着防止膜として利用可能であると考

えられた。さらに術後4週時での癒着防止効果が組織学的に確認できた。

癒着防止膜の問題点として、腱の癒合遅延がある。われわれはこの膜の物質透過性試験を行い、十分な透過性があることを確認しており、Lundborg<sup>1)</sup>、Manske<sup>2)</sup>らの述べている、いわゆる intrinsic healing を妨げず、大幅な癒合遅延は起こさないと思われるが、今後腱の癒合に関して力学的検討を加える必要がある。

### 結 語

1. 架橋ゼラチン膜を作製し、吸収過程における組織反応性および癒着防止効果について組織学的に検討

した。

2. 組織反応もほとんどなく、また術後4週まで癒着防止効果があり、癒着防止膜として使用可能であると考えられた。

### 文 献

- 1) Lundborg, G., et al.: Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. *J. Hand Surg.*, 3: 21-31, 1978.
- 2) Manske, P. R., et al.: Nutrient pathways of the flexor tendons using hydrogen washout technique. *J. Hand Surg.*, 3: 32-36, 1978.
- 3) 富畠賢司 他：架橋ゼラチン膜の生体内分解、第21回医用高分子シンポジウム講演抄録集：75-76, 1992.

## 長母指伸筋腱断裂に対する解剖学的 および生体力学的研究

信州大学整形外科学教室

斎藤 覚・中土 幸男  
松田 智・土金 彰  
安富 隆

### A Biomechanical and Anatomical Approach to Extensor Pollicis Longus Tendon Rupture

Satoru Saitoh, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Radiographic, anatomical and biomechanical studies were performed to examine the extent and site of the extensor pollicis longus (EPL) tendon entrapment in wrist extension.

With wrist extension, the EPL tendon was found to be trapped between Lister's tubercle and the styloid process of the third metacarpal, the base of the second metacarpal, the trapezoideum and the body and neck of the capitate.

The biomechanical study revealed that the EPL tendon was caught in wrist extension beyond 90 degrees with the maximum resistance of 20 to 30 Newtons to be pulled out of the third extensor compartment of the wrist. The tested tendons showed a mark of crush when resected from the hand.

The EPL rupture with the wrist extension appears to occur as a result of the tendon entrapment at the wrist.

外傷後あるいはスポーツなどに伴う長母指伸筋腱断裂はしばしば報告されているが<sup>2)7)8)9)</sup>その原因には、骨折部位での機械的摩擦、腱および腱鞘炎、腱の癒着、血行障害説などがあり定説を見ない。著者らはDenman<sup>3)</sup>のいう、受傷時の機械的圧迫説を支持しており、今回解剖学的に伸筋腱絞扼部位を確認するとともに、生体力学的方法を用いて、手関節の背屈により伸筋腱がどの程度圧迫されるか観察した。

#### 材料と方法

##### 1. 解剖学的研究

ホルマリン固定されたヒト手関節を用い、手関節背

屈時の腱絞扼部位を観察した。手関節を最大背屈し、長母指伸筋腱が残っていた12手では腱の尺側および橈側で、学生実習のため腱が残っていないかった12手ではLister結節の橈尺側で、手関節末梢に向って橈骨に平行に針を刺入した。手関節背屈位で側面X線撮影後、針先が移動しないよう注意しながら手関節を中間位まで戻し、正面X線撮影を行った。針先の位置は、X線撮影の後解剖し、肉眼的にも確認した。解剖は、X線撮影を行った24手と生体力学的検査を行った2手、計26手について行い、針先の位置、第2、3手根中手関節における第2、3中手骨、小菱形骨、有頭骨の関係を観察した。

**Key words:** extensor pollicis longus tendon, radius fracture, entrapment, anatomy, biomechanical study

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

## 2. 生体力学的研究

手関節の各背屈角度での長母指伸筋腱の易移動度を生体力学的に観察した。ホルマリン固定された2手と、24時間前から解凍した新鮮な3手、計5手を用い、前腕中枢1/3から1/4で切断した。長母指伸筋腱をMP関節のやや中枢で切断し細い鋼線に固定した後、軟部組織による長母指伸筋腱の滑走の制限を除外するため腱断端をLister結節まで引出した。最初に用いたホルマリン固定した手では手関節の背屈およびその保持に、ヒンジを付けた板を用いたが充分な背屈ができなかつた。そこで別のホルマリン固定手および新鮮3手では、AESCLAP創外固定器を用いた。第2中手骨と第4中手骨を通し、前腕の軸に直角に直径5mmの創外固定用鋼線を刺入した。これと平行に、別の直径5mmの創外固定用鋼線を前腕末梢1/3の部位で橈骨と尺骨に刺入した。この2本の鋼線の間を直径8mmの創外固定用鋼線で繋ぎ、リング状の連結器を通して8mmの鋼線をslideさせることにより手関節の背屈角度を特定の角度に移動、かつその角度で保持した。張力の測定にはToyo Baldwin Corp.（現梯オリエンテック）製Instron型テスト機Tensilon model UTM-10Tを用いた。創外固定器で作製したフレームをテスト機のステージに固定した後、長母指伸筋腱がクロスヘッドの直下でかつ垂直に位置するよう、手をフレームの中で回転し、2本の直径5mmの創外固定用鋼線を用いて固定した。長母指伸筋腱末梢に固定した

鋼線をテスト機のクロスヘッドに固定、毎分10mmでステージを移動、引出した位置から腱が緊張するまでの間の張力を連続的に測定した。生体力学的検査をした新鮮手では腱に圧挫の痕があるか肉眼的に観察した。

## 結果

X線撮影および解剖により針先の位置は第2中手骨底部、小菱形骨および第3中手骨茎状突起、有頭骨体部から頸部と同定された。第2中手骨と小菱形骨間の関節は、第3中手骨と有頭骨間の関節より中枢に存在したが中枢凸の緩いV字型をしており、その形状から腱の絞扼に小菱形骨の関与も示唆された（図1, 2）。

生体力学的検査では手関節の背屈とともに腱の引張り抵抗は上昇することが明らかになった。ヒンジ付きの板を用いて手関節を背屈したホルマリン固定手を除いた結果を表1に示す。ホルマリン固定手では、手関節背屈85度で約19 Newtonsの引張り抵抗を示した。また新鮮2手では背屈120度、140度でそれぞれ32,



Fig. 1 A third carpometacarpal joint seen from radial side.

The concave joint formed by the body of the capitate (C) and styloid process of the third metacarpal (3) approaches the Lister's tubercle (L) when the wrist extends. The second carpometacarpal joint is removed.



Fig. 2 A second carpometacarpal joint from the same hand as Figure 1 seen from ulnar to radial.

The proximal ulnar end of the second metacarpal (2) is convex in shape, facing the concave third carpometacarpal joint. The articulation between the second metacarpal (2) and trapezoidum (T) is located more proximal than the third carpometacarpal joint. The trapezoidum contributes, however, to the extensor pollicis longus tendon entrapment because of the V-shaped configuration of the second carpometacarpal joint when the wrist extends. The third carpometacarpal joint is removed. L: Lister's tubercle.

**Table 1** MAXIMUM RESISTANT FORCE OF THE EPL TENDON AGAINST PULING OUT.

	WRIST EXTENSION (degrees)				
	70	85	90	120	140
embalmed hand	8.1	18.8			
fresh hand #1			7.0	32.5	
#2			1.6	3.1	9.5
#3			2.6	7.4	23.7
					(Newtons)

23 Newtons の抵抗を示した。充分な抵抗が得られなかつた 1 新鮮手においても背屈角度が増すとともに引張り抵抗は増加していた。強い引張り抵抗が得られた新鮮な 2 手の長母指伸筋腱には圧挫を示唆する痕が認められた。

### 考 察

Colles 骨折後に起こる長母指伸筋腱の断裂の原因として、受傷時の腱の圧挫、骨折部での骨棘、仮骨による腱の摩耗、腱の癒着、腱の虚血<sup>4)5)</sup>などが考えられている。今回の生体力学的実験で充分な引張り抵抗が得られたこと、検査後の腱に圧挫を示す痕が認められたことは Denman のいう、受傷時の腱の圧挫説を裏付けるものと考える。実験に用いた手は前腕中枢 1/3 で切断したため、手関節屈筋、指屈筋のはほとんどはその起始部を失って自由に滑走する状態にあった。生体においては手関節および指屈筋は一定の緊張下にあり、受傷時にはさらに反射的な屈筋腱の筋収縮も起こることが推定される。屈筋腱の緊張が手関節背屈時に手根骨を橈骨に押しつけるように作用するのは明らかで、生体においては今回の実験より、容易に、かつ少い背屈角度でより大きな圧迫力が長母指伸筋腱に加わる。

Colles 骨折に伴う長母指伸筋腱断裂では転位の少い骨折に合併しやすい<sup>1)</sup>ことが知られている。Helal<sup>5)</sup>は転位の少ない骨折に長母指伸筋腱断裂が好発する理由について、伸筋支帯が保たれるために磨耗が起きやすくなるとした。今回の実験から、充分な引張り抵抗を得るには、①橈骨、舟状骨など骨性成分が正常であること②手関節および指屈筋が緊張していること③伸筋支帯が保たれていて長母指伸筋腱が第 3 コンパートメントに固定されていること④これらの抵抗に逆らつての手関節の背屈が起こることなどが必要と考えられた。転位の大きな骨折では、おそらく力の作用する方向のため、充分な圧挫が長母指伸筋腱に起こる前に橈

骨に骨折が起こり、腱の断裂が起こりにくいものと推定された。

### 文 献

- Bunata, R. E.: Impending rupture of the extensor pollicis longus tendon after a minimally displaced Colles fracture. a case report. J. Bone Joint Surg., 65A : 401-402, 1983.
- Dawson, W. J.: Sport-induced spontaneous rupture of the extensor pollicis longus tendon. J. Hand Surg., 17A : 457-458, 1992.
- Denman, E. E.: Rupture of the extensor pollicis longus-A crush injury. The Hand. 11 : 295-298, 1979.
- Engkvist, O.: Rupture of the extensor pollicis longus tendon after fracture of the lower end of the radius-a clinical and microangiographic study. The Hand. 11 : 76-86, 1979.
- Helal B, Chen SC, Iwegbu G: Rupture of the extensor pollicis longus tendon in undisplaced Colles' type of fracture. The Hand 14 : 41-47, 1982.
- Hirasawa Y, Katsumi Y, Akiyoshi T, Tamai K, Tokioka T : Clinical and microangiographic studies on rupture of the EPL tendon after distal radial fractures. J. Hand Surg 15-B : 51-57, 1990.
- Mannerfelt L, Oetker R, Ostlund B, and Elbert B : Rupture of the extensor pollicis longus tendon after Colles fracture and by rheumatoid arthritis. J Hand Surg. 15-B : 49-50, 1990.
- Sadr B : Sequential rupture of extensor tendons after a Colles fracture. J Hand Surg 9-A : 144-145, 1984.
- Supple KM, Zvijac JE, Janecki CJ : Spontaneous atraumatic, nonrheumatic rupture of the extensor pollicis longus: a case report. J Hand Surg 17-a : 456-457, 1992.

質 問 成羽病院 小倉 丘  
1. EPL の外傷性断裂は手関節背屈によるとされていますが、合気道・少林寺拳法などで前腕の強回内、手関節屈曲・尺屈、母指屈曲で断裂を来すことがあります。2 の場合はいかがでしょうか？

2. 手関節 140° 背屈というのは臨床的に起こりうるものでしょうか？

回 答 信州大学整形外科 斎藤 覚

1. の質問に対する回答

手関節掌屈時の EPL 断裂の機序については経験もなく、またこの実験からも何も言えない。

2. について。

この実験では前腕中央 1/3 で切断した手を用いてい  
るため、手関節および手指屈筋の緊張がほとんどない。  
屈筋緊張の存在下では、より少い背屈角度で、EPL の  
引っ張り抵抗は増すと確信している。

質問 (座長) 伊藤 恵康先生  
転位の少い橈骨遠位端骨折に EPL 断裂がより好発  
することについてはどう考えるか。

回答 信州大学整形外科 斎藤 覚  
橈骨遠位端に骨折がおこり大きく転位すれば、  
entrapment に関与する背側成分がなくなるわけで、  
EPL は圧迫されにくくなると単純に考えている。

EPL 断裂をきたすような受傷機転では、力が手関節  
よりも、より末梢に加わるため、(橈骨遠位端骨折より  
も)、手関節を背屈するように作用するものと考えてい  
る。

---

## 屈筋腱損傷後の装具療法

信州大学医学部整形外科学教室

松田 智・中土幸男  
斎藤 覚・土金彰  
安富 隆

### Splint Therapy after Flexor Tendon Repair

Satoshi Matsuda, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Tendon adhesion and finger contracture after flexor tendon repair are big problems, and they have not yet fully been solved. The purpose of this study is to compare the results of tendon repair between patients treated with early dynamic mobilization and those treated with immobilization.

51 patients (81 digits) were followed for more than three months postoperatively and were assessed using the grading systems of the total active motion (TAM) and the Buck-Gramcko system. 48 digits of 29 patients were immobilized for three weeks after flexor tendon repair, followed by active and passive ROM exercises. The average % TAM achieved in this group was 67.5%. Their average point was 11.5 point, including 24 excellent, 10 good, 3 satisfactory and 11 poor digits according to the Buck-Gramcko system. 33 digits of 22 patients were treated with the modified Kleinert's method, and the average % TAM of this group was 91.1%. The average point in the Buck-Gramcko system was 14.6 point, with 31 excellent, 1 good, and 1 poor digits. Digits treated with the modified Kleinert method were statistically superior to those treated with immobilization. The modified Kleinert's method may have minimized tendon adhesion and finger contracture, and appears better as the postoperative rehabilitation program than the immobilization alone.

To increase the passive DIP flexion force and to reduce active IP extension resistance, we now place the rubber band between the tip of an affected digit and upperarm. When the elbow is extended, the rubber band pulls more efficiently the finger tip to the palm. With the elbow flexed, on the other hand, the patient can actively extend the finger more easily since the tension of the rubber band decreases in this position.

### はじめに

手指の屈筋腱損傷は一般的な外傷であるが、腱の癒着と指の拘縮のために治療に難渋することが多い。とくに陳旧例では機能的な成績が悪く、患者にとって重大な障害を残すことがある。われわれは1989年より腱修復後の後療法としてKleinert法を採用し、これに準

拠しながら順次改良を加えてきた。それ以前に施行していた固定法との成績を比較するとともに、後療法としてのKleinert法につき検討した。

### 症例と方法

1983年より現在までの当院での手指屈筋腱修復例のうち3ヵ月以上経過観察し得たものは51例81指で

**Key words:** flexor tendon, splint, Kleinert technique,

**Address for reprints:** Satoshi Matsuda, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Shinshu University School of Medicine. 3-1-1, Asahi Matsumoto, Nagano 390, Japan.

あった。このうち後療法に固定法を用いたものは29例48指であり、Kleinert法(以下K法)を施行したもののは22例33指であった。これらについて、示指から小指については%TAM(MP+PIP+DIP)により、母指は%TAM(IP)による日本手の外科学会評価法とBuck-Gramcko法による評価で比較検討をした。統計的検討にはすべて対応のないt検定を用いた。

## 結果

症例の内訳をTable 1に示す。男性が多く、primary suture, delayed primary sutureも含めた一次縫合例が多かった。損傷部位をTable 2に示す。zone IIの症例が40.7%と最も多かった。

%TAMは、固定法では平均 $67.5 \pm 25.4\%$ であるのに対し、K法では平均 $91.1 \pm 12.3\%$ であった。%TAMによる日本手の外科学会の評価法での成績はTable 3に示した。固定法がexcellent 6(12.5%)、

good 18(37.5%), fair 14(29.2%), poor 10(20.8%)指であり、K法がexcellent 15(45.45%), good 15(45.45%), fair 3(9.1%), poor 0指であった。

Buck-Gramcko法の点数は、固定法は平均 $11.5 \pm 4.4$ 点であるのに対し、K法では平均 $14.6 \pm 1.6$ 点であった。Buck-Gramcko法での成績はTable 4に示した。固定法がexcellent 24(50%), good 10(20.8%), satisfactory 3(6.3%), poor 11(22.9%)指であり、K法がexcellent 31(93.4%), good 1(3.0%), satisfactory 0, poor 1(3.0%)例であった。

Zone別の一次修復例の成績は、Table 5に示した。zone IIでの固定法の%TAMは平均52.9%であるのに対し、K法では平均94.1%であった。zone III～Vでも固定法が平均82.5%であるのに対し、K法では平均97.2%といずれも有意に成績が良かった。

## 考察

腱損傷後の早期運動療法としてのKleinert法は屈

Table 1 Injured Digits

	Kleinert's method	Immobilization
No. of patient	22	29
No. of digit	33	48
male/female	26/7	35/13
suture/graf.	27/6	40/8
thumb	3	8
index	8	12
middle	5	11
ring	7	11
little	10	7

Table 2 Zone of Injury

	Kleinert's method	Immobilization
Zone I	5	9
II	14	19
III	2	0
IV	1	0
V	9	15
T I	0	1
T II	1	4
T III	1	0

Table 3 Result (%TAM)

	Kleinert's method	Immobilization
Excellent	15 (15/0)	6 (6/0)
Good	15 (12/3)	18 (17/1)
Satisfactory	3 (0/3)	14 (11/3)
Poor	0	10 (6/4)

Number of digits (primary suture/tendon grafting)

Table 4 Result (Buck-Gramcko)

	Kleinert's method	Immobilization
Excellent	31 (27/4)	24 (23/1)
Good	1 (0/1)	10 (8/2)
Satisfactory	0	3 (2/1)
Poor	1 (0/1)	11 (7/4)

Number of digits (primary suture/tendon grafting)

**Table 5** Result of primary and delayed primary repair in zone II and zone III~V (% TAM)

	Zone II	Zone III~V
Kleinert	94.1±7.6* (n=11)	97.2±5.4** (n=11)
Immobilization	52.9±21.5* (n=15) (*p<0.001)	82.5±20.1** (n=15) (**p<0.02)

筋腱の修復時に腱に強い緊張を与えることなく腱を滑走させ、腱の癒着防止と指の拘縮予防を図るものである。今回の検討での% TAM および Buck-Gramcko の成績からも、屈筋腱のとくに一次修復後の後療法としての Kleinert 法は非常に有用であると思われる。一般に Kleinert 法は、屈筋腱の zone II における損傷に用いられる。実際、zone II での一次修復例で比較すると、% TAM が固定法で平均 52.9% であるのに対し、K 法では平均 94.0% と危険率 1% 以下で有意に高かった。固有指部をはずれた Zone III, IV, V での一次修復例の成績は、% TAM が固定法で平均 82.5% であるのに対し K 法では平均 97.3% と危険率 2% で有意差を認めた。Horii<sup>11</sup> らによると Kleinert 法では zone III より近位の腱は有效地に滑走しないとされる。しかし、実際には明らかな差を認めた。このことから zone III より近位での K 法の効果は主に指拘縮予防にあるものと思われた。このように K 法を導入して明らかな成績の向上がなされたわけであるが、この成績の向上は単に K 法によるものだけとは規定できない。以前は指屈曲拘縮に対して積極的に dynamic extension splint は用いていなかったが、現在では 6 週以降に屈曲拘縮の残存する例では全例にこれを用いている。また、FDS, FDP 両腱の損傷の場合に FDP のみを縫合する術式から、一次縫合ではできるだけ両腱を縫合するように術式を変更している<sup>23)</sup>。これらの変更点も成績に影響していると考えられる。Kleinert 法も各施設で改良をされ、手掌に pulley を設置することはもとより、最近では装具の PIP 関節以遠は覆わず、1 指の損傷でも 4 指ともにゴムを設置する方法<sup>4)</sup>などが報告されている。当院においても当初は手関節、MP 関節屈曲 45° 以上、IP 関節軽度屈曲位で装具を作成していたが、1990 年からは屈曲角度を手関節 30° 以下、MP 関節 45°、IP 関節 0° と屈曲角度を弛めるとともに、遠位手掌皮線の少

し近位に pulley を設置し、他動屈曲時の DIP 関節の屈曲角度を大きくしている。最近ではゴムの近位の設置場所を上腕中央に置き、指他動屈曲時には肘伸展して屈曲力を強め、指自動伸展時には肘を屈曲して伸展抵抗を弱めることで、より完全な ROM を目指している。

われわれは今後の課題として、腱移植例の後療法には Kleinert 法を試みている。症例数は少いが、腱移植例のみの% TAM を比較すると、固定法は平均 57.6% (8 指) であるのに対し、K 法は平均 64.6% (6 指) と若干成績が良いものの満足すべき成績は得られていない。この原因として、移植腱は本来の屈筋腱と比較して細く軟らかいため、他動屈曲の時に移植腱が固有指部の腱鞘内でとぐろを巻いてしまい、有効な滑走が得られない可能性があること。また、腱移植では zone III より近位で腱縫合するため、手関節を固定する Kleinert 法では近位での腱の滑走が充分でないこ<sup>11,15)</sup>。この二つの要素が考えられる。今後腱移植に対する早期運動療法にはさらに検討が必要であろう。

## ま と め

1. 屈筋腱修復後に Kleinert 法を積極的に施行し、固定法と比較して良好な結果を得た。
2. Kleinert 法により、一次縫合例では指拘縮予防、腱癒着予防に効果があったと思われるが、腱移植例の成績は安定していないかった。
3. Kleinert 法の最近の工夫について紹介した。

## 文 献

- 1) Horii E., et al: Comparative flexor tend on excursion after passive mobilization: An in vitro study. J. Hand Surg., 17-A : 559, 1992.
- 2) Kleinert H. E., et al: Primary repair of lacerated flexor tendons in "no man's land." J. Bone Joint Surg., 49-A : 577, 1967.
- 3) Kleinert H. E. & Verdan C.: Report of the committee on tendon injuries. J. Hand Surg., 8 : 794, 1983.
- 4) May E. J., et al: Controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: A Prospective comparison of three methods. J. Hand Surg., 17-A : 942, 1992.
- 5) Wehbe M. A., et al: Flexor tendon gliding in the hand. part I. In vivo excursions. J. Hand Surg., 10 -A : 570, 1985.

## 手指屈筋腱の滑走に関する解剖学的検討 《CPM の有用性》

旭川医科大学整形外科学教室

吉田 英次・平山 隆三  
多田 博・勝木 雅俊

John A. Dent, David I. Rowley

Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, University of Dundee

Evaluation of a Continuous Passive Motion Machine  
(A Study the Excursion of the Finger Flexor Tendons)

Eiji Yoshida, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Asahikawa Medical College

The Continuous Passive Motion machines for the hand have been commercially available, and used in the aftertreatment of flexor tendon injuries. This study was aimed to evaluate the usefulness of the CPM machine for the finger flexor tendon lacerations. The finger flexor tendons were exposed in the cadavers and their excursions were measured when finger tips were moved passively.

These measurements were taken in the various positions of the MP joints. Effectiveness of a roller at the distal palmar crease was also evaluated. 45 degrees of flexion seemed to be the optimal position of the MP joints for the CPM machines. The roller caused a remarkable change in the excursion of the deep flexor tendon, especially when the MP joint was fixed at 45 degrees of flexion.

The anatomically normal finger tip movement can be obtained when the roller was settled at the distal palmar crease. The main shortcoming of the CPM machine was the inappropriate direction of finger tip traction. This type of CPM machine should be improved to be equipped with the roller apparatus in order to obtain an anatomical movement of the finger tip.

近年、屈筋腱損傷後、後療法にCPMも用いられるようになってきた。<sup>(1,2,3)</sup> CPM使用時のMP関節の位置、指尖部の移動距離、指尖部の牽引方向などは重要なポイントである。新鮮屍体を用いて手指屈筋腱の滑走距離を測定し、CPMの有用性につき解剖学的検討を加えた。手、前腕部に損傷のない新鮮屍体16体の16手を用いた。死亡時年令は17才から81才であった。手掌部にて浅指屈筋腱(FDS)と深指屈筋腱(FDP)を露出し、指尖部を他動的に動かし、両者の滑走距離を

各々実測した。設定した条件は、

- I 指尖部移動距離が、40, 65, 95 mm。
  - II MP関節は、固定無し、屈曲固定0°, 45°, 90°。
  - III 遠位手掌皺線でのrollerの有無。である。
- 示指から小指まで、以上の各組合せの測定をそれぞれ3回行い、その平均値で評価した。ただしMP関節を固定した場合には、指尖部を95 mm動かすことが出来ない場合があり、その場合は測定を行わなかった。手関節は装具で、常に屈曲45°に固定した。CPMはToronto Mobilimbを用いた。示指から小指までの間

**Key words:** Continuous Passive Motion Machine. Finger Flexor Tendon Cadaver Roller Distal palmar crease

**Address for reprints:** Eiji Yoshida, B. L., M. D., MSc. Med. Department of Orthopaedic Surgery, Asahikawa Medical College, Nishikagura 4-5, 3-11, Asahikawa 078-11, Japan.

滑走距離は中指が最も大きく、以下、中指を代表例に結果を示す。

① MP関節が固定なしか、あるいは $0^\circ$ に固定されていた時は、FDPの滑走距離はFDSよりも長かった。逆に $45^\circ$ 、あるいは $90^\circ$ に固定されていた時は、FDSの

**Table 1** Excursion of tendon under the various positions of MP joint. (Middle Finger, Excursion of finger tip 65 mm)

	MPj.	Free	0	45	90	(°)
FDS		11.3	12.8	17.3	14.0	(mm)
FDP		12.8	16.4	15.9	13.1	

方が長かった。 $45^\circ$ 固定で両方の腱の滑走距離が高値を示した(Table 1)。

② 遠位手掌皺線でrollerを使用することにより、使用しない場合に比べ、両方の腱の滑走距離が増加した。とくにMP関節が $45^\circ$ で固定されていた時に、FDP

**Table 2** Gain of the excursion of tendon with a roller. (Middle Finger, Excursion of finger tip 65 mm)

	MPj.	Free	0	45	90	(°)
FDS						
Excursion of finger tip						
40 mm	3.8	3.5	3.1	4.1	(mm)	
65 mm	4.4	3.1	3.6	3.9	(mm)	
FDP						
Excursion of finger tip						
40 mm	4.8	4.4	9.5	7.9	(mm)	
65 mm	5.6	4.6	10.3	7.9	(mm)	

は $9.5\text{ mm}$ あるいは $10.3\text{ mm}$ と大きな増加が得られた(Table 2)。

③ FDSとFDPの癒着を防止するためには両腱の滑走距離に差を生じる必要がある。FDPの滑走距離からFDSの滑走距離を差し引いた値を相対的滑走距離として計算した。同時に、rollerの有無による比較検討も行った。MP関節が $45^\circ$ 、あるいは $90^\circ$ に固定されている時で、rollerが無い場合は、この値はマイナスを示し、FDSの滑走距離がFDPよりも長かった事がわかった。しかしrollerを使用した場合、FDPの滑走距離の大きな増加があるため、この相対的滑走距離差はプラスになる。とくにMP関節 $45^\circ$ で統計学的有意差を持つ大きな変化を認めた(Table 3)。BunkerらはCPMを用いた成績は、rollerを用いたKleinert変法

**Table 3** Relative motion between FDP and FDS (Middle Finger, FDP-FDS (mm))

MPj.	Free	0	45	90(°)
Roller	+	-	+	-
Excursion of finger tip				
40 mm	2.5	1.5	3.4	2.5
65 mm	2.5	0.8	4.2	2.7
			4.8	-1.6*
				2.8-0.9** (mm)
			4.0	-2.5*
				2.2-1.3*
				(*P<0.01, **P<0.05)

より成績が劣っていたと報告している<sup>(1)</sup>。彼らはその原因のひとつに、DIP関節での動きがほとんど生じなかった事を挙げている。今回の実験においても指尖部は前腕と平行な向きに牽引されるが、DIP関節での運動は起らなかった。しかし、rollerの使用で、指尖部は遠位手掌皺線へ引き寄せられ、DIP関節の屈曲も生じ、より生理的な運動が生じた。(Fig. 1) その際、相対的滑走距離は増大し、両腱の間での癒着の発生防止に役立つものと思われた。rollerの装着など、CPMの構造の改善が今後必要と思われた。現在これらの点を

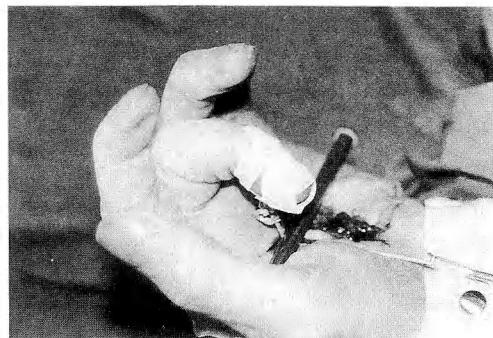


Fig. 1

改良した新しいCPMが開発されており、今後さらに比較検討を加えたい。

### ま と め

- (1) 新鮮屍体を用い屈筋腱滑走距離を実測し解剖学的検討を加えた。
- (2) CPMの使用条件としてMP関節は $45^\circ$ 屈曲位が適当と思われた。
- (3) 遠位手掌皺線でrollerを使用することで、深指屈筋腱の滑走距離が増大した。浅指屈筋腱と深指屈筋腱の相対的滑走距離差は統計学的有意差をもって増大した。

## 文 献

- 1) Bunker, T. D., Potter, B. and Barton, N. J. (1989) Continuous passive motion following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 14B: 406-411.
- 2) Dent, J. A. (1991) Flexor tendon repair: the state of the art. *Int J Orthop Trauma* 1: 100-104
- 3) Gelberman, R. H., Nunley, J. A., Osterman, A. L., Breen, T. F., Dimick, M. P., and Woo, S. L. (1991) Influences of the protected passive mobilization interval on flexor tendon healing: A prospective randomized clinical study. *Clin Orthop* 264: 189-196

**質 問** 座長 石突 正文  
CPM を使うことで、指節間関節の屈曲拘縮の発生を予防することができるのか？

**回 答** 旭川医科大学整形外科 吉田 英次

CPM は、インテリジェンスの低い患者や、動機づけの低い患者にも使えるが、PIP の屈曲拘縮は残る可能性があると思う。

**質 問** 済生会神奈川病院整形外科 佐々木 孝

① CPM を使うことで、腱縫合部に離開が生じる可能性はないのか？  
② 実際の症例では 40 mm の移動距離でもきついと感じる事が多く、65 mm は長すぎると思う。

**回 答** 旭川医科大学整形外科 吉田 英次

① CPM の使用による縫合部の離開はあり得る。  
② 指尖部移動距離の妥当性について。  
65 mm の移動距離が長すぎるかどうかは屍体を用いての研究のためコメントはできない。

## 伸筋腱剥離術の治療成績の検討

名古屋掖済会病院整形外科

近 藤 喜久雄・木 野 義 武  
服 部 順 和・鈴 木 潔  
亀 山 泰

### A Study of the Results in Extensor Tenolysis

Kikuo Kondou, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Ekisaikai Hospital

The purpose of this study is to compare the acquired ROM by extensor tenolysis among the groups classified by the difference of injured tissues and sites. We had 86 cases, except for thumb, which were treated with extensor tenolysis in last 5 years. All cases were classified into three groups by the difference of injured tissues as follows: Group A; laceration of extensor tendon (16 cases), Group B; open fracture (35 cases), Group C; laceration of extensor tendon+open fracture (34 cases), and into four groups by the site of initial injury as follows: zone I～II (17 cases), zone III～IV (30 cases), zone V～VI (27 cases), zone VII～VIII (11 cases). In zone I～IV no significant difference of acquired ROM was found among Groups A, B and C. In zone V～VIII acquired ROM of Group C was less than the other two groups ( $P < 0.05$ ). Acquired ROM of zone V～VI was  $54 \pm 17^\circ$  and was the most among the four zones ( $P < 0.01$ ). All cases were divided into two groups, which were cases with skin defect and cases without it, and the acquired ROM of the two groups were compared. Acquired ROM of cases with skin defect was  $41 \pm 17^\circ$  and that of cases without skin defect was  $31 \pm 10^\circ$ . Statistical difference was found of the two groups. In zone I～IV we had better keep in mind that acquired ROM by extensor tenolysis is small range regardless of the extent of the damage. We could get good results in cases with skin defect because we covered the skin defects with skin flaps.

### は じ め に

伸筋腱剥離術は、伸筋腱断裂、骨折、皮膚欠損などの外傷あるいはそれらの合併損傷例の初療からリハビリまでの一連の治療後に、伸筋腱癒着が原因で可動域制限のある場合にしばしば施行する手術である。しかし伸筋腱剥離術による指の獲得可動域（改善度）についての報告はほとんどない。今回われわれは過去5年間の伸筋腱剥離術例を損傷組織および損傷レベル別に改善度について比較検討したので報告する。

### 対象および方法

過去5年間（1988-1992年）に施行した伸筋腱剥離例は、再接着例と母指を除き85例（男76例、女9例）あり、平均年令44才（5才～72才）であった。受傷原因是機械の巻き込み47例、プレス14例、鋸創・切創12例、交通事故8例、その他4例であった。受傷時に骨折を合併した69例では指骨42例、中手骨17例、前腕骨10例であり、指骨折の伸筋腱癒着例が多かった。また癒着の原因となった伸筋腱断裂51例ではzone I（0例）、zone II（2例）、zone III（4例）、zone IV

**Key words:** extensor tendon, tenolysis, fracture, laceration, skin defect

**Address for reprints:** Kikuo Kondou M.D., Department of Orthopaedic surg. Nagoyaekisaikai Hospital, 4-66 Syounenchou, Nakagawaku, Nagoya, Aichi 454, Japan.

(11例), zone V(8例), zone VI(15例) zone VII(1例), zone VIII(10例)であり, zone VI, IV, VIII, Vの順に多かった。そのうち伸筋腱欠損の14例では、腱移行11例(一次的腱移行5例, 二次的腱移行6例), 遊離腱付き足背皮弁移植3例が行われていた。皮膚欠損を伴う36例では、腹部有茎植皮15例, 局所皮弁11例, 遊離皮弁移植7例, 遊離腱付き足背皮弁3例が行われていた。

全伸筋腱剝離85例を受傷時の損傷組織別に6群に分類し, 5年間の同一組織損傷例数の中での腱剝離例数の割合(以下腱剝離率)を求めるとき, 単独開放骨折群(24例/238例; 10%), 開放骨折+皮膚欠損群(11例/51例; 22%), 伸筋腱単独断裂群(8例/103例; 8%), 伸筋腱断裂+皮膚欠損群(8例/31例; 26%), 伸筋腱断裂+開放骨折群(17例/66例; 26%), 伸筋腱断裂+開放骨折+皮膚欠損群(17例/56例; 30%)であり, 損傷程度が大きい程腱剝離率が高かった。損傷組織に関係なく, 損傷zone別に腱剝離率を比較すると, zone V~VIで27例21%と最も高く, 次いでzone III~IVが30例17%であった。zone別伸筋腱剝離例をさらに伸筋腱断裂と骨折の有無により比較すると, zone I~IVでは開放骨折の腱剝離例が多く, zone V~VIIIでは伸筋腱断裂と開放骨折の合併例が多かった

(Fig. 1)。損傷組織別をさらにzone別に分けそれぞれの腱剝離による獲得可動域(TAM)と改善度(健側比%)を比較した。

### 伸筋腱剝離術の適応

1: 皮膚性拘縮は伸筋腱剝離術前に皮弁形成により解除されており, 伸筋腱の直上には遊離植皮がない。

2: 関節破壊がなく, 関節拘縮は術前のリハビリで十分除去されていること。

3: 中枢の筋の収縮力が回復し, 拮抗力が働いている。

4: 患者のmotivationが高い。

5: 腱剝離の時期である。

これらの条件がすべて満たされなければ伸筋腱剝離術の適応とはならない。

### 結果および考察

単独開放骨折群では, 粉碎骨折例が多く, 骨折部での伸筋腱の癒着が主な腱剝離部位であった。zone III~IVはzone I~IIに比較して腱剝離術前の可動域は小さいが, 獲得可動域に差はなかった。骨折+皮膚欠損群ではzone III~VIで骨折単独より伸筋腱剝離率は高かった。皮膚欠損を合併するような圧挫があり, 伸

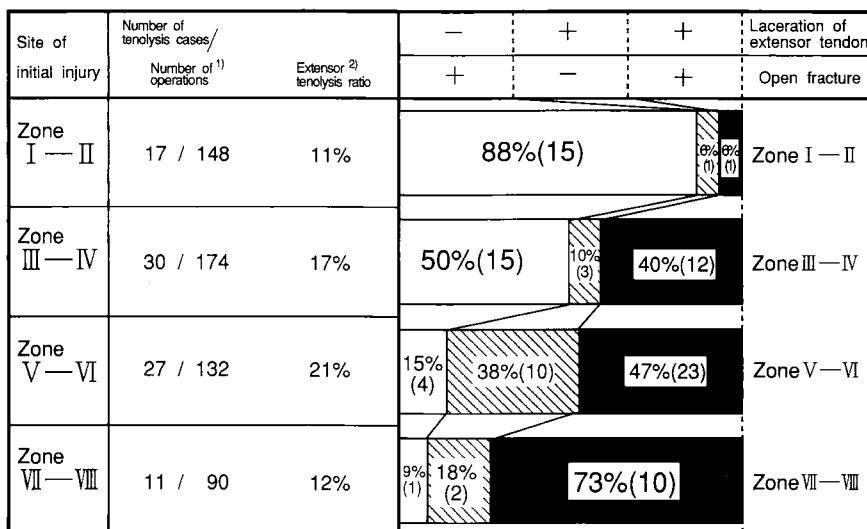


Fig. 1 Extensor-tenolysis ratio in each zone of initial injuries.

1) The number of operations for lacerated extensor tendons, fractures and the combined injuries in the last 5 years.

2) Number of tenolysis cases/Number of operations × 100%

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree] *
Zone I-II	10 (18%)	*198°	23°	219° [12%]
Zone III-IV	11 (11%)	*158°	27°	193° [13%]
Zone V-VI	2 (4.0%)	196°	51°	253° [34%]
Zone VII-VIII	1 (2.1%)	212°	25°	233° [33%]

Fig. 2-A Results of extensor-tenolysis cases in open fracture with skin defect.

筋腱は連続性はあるが部分損傷があり、皮膚と腱の癒着も見られた。zone I～IIとzone III～IVの間に改善度、術後可動域の差は認められなかった。zone I～IVでは単独骨折より、改善度は小さかった (Fig. 2)。

伸筋腱単独断裂群では、8例中、鋭利な切創が6例あり、腱剥離後の可動域はどのzoneでも200°以上あった。zone Vでの剥離は5例と多く、いずれも関節包まで達し同部での伸筋腱癒着が屈伸障害の原因であった。このzoneでの改善度は34%と良好であった。伸筋腱剥離+皮膚欠損群では、zone V～VIの腱剥離率は42%と高く5例であった。zone VIでは多数腱断裂が多く改善度は14%と単独伸筋腱断裂と比較して小さいが、剥離後の可動域は231°と良好であった (Fig. 3)。

開放骨折+伸筋腱断裂群では、zone III～VIでの腱剥離率が高かった。zone III～IVとzone V～VIを比較す

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree] *
Zone I-II	5 (14%)	182°	23°	205° [9%]
Zone III-IV	4 (33%)	162°	21°	180° [8%]
Zone V-VI	2 (25%)	177°	73°	250° [28%]
Zone VII-VIII	0			

Fig. 2-B Results of extensor-tenolysis cases in open fracture with skin defect.

\* : P<0.05 (Student's t test)

※ : TAM after extensor tenolysis-TAM before extensor tenolysis/TAM of nonaffected site×100%

ると、zone III～IVでは伸筋腱は基節骨上を密接して滑走するので、受傷時の腱断裂と骨折部位は一致しており、同部での癒着がつよく腱剥離前の可動域は150°と小さかった。zone V～VIでは腱剥離効果は大きく獲得可動域51°、術後可動域247°と、ともに大きかった。伸筋腱断裂+骨折+皮膚欠損群の腱剥離率はzone V～VIIIで高率であったzone VI～VIIIでは多数腱、広範囲に及ぶことが多く、zone VIの3例に腱付き皮弁移植が、zone VIIIの3例には二次的腱移行が行われていた。zone V～VIとzone VII～VIIIを比較すると、腱剥離前の可動域はzone VII～VIIIで192°と大きいが、獲得可動域には差がなかった (Fig. 4)。

全症例をzone I～IV、zone V～VIIIの2つの損傷部

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree]
Zone I-II	0			
Zone III-IV	2 (9%)	181°	36°	207° [14%]
Zone V-VI	5 (15%)	142°	90°	232° [34%]
Zone VII-VIII	1 (6%)	223°	22°	245° [8%]

Fig. 3-A Results of extensor-tenolysis cases in laceration of extensor tendon.

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree]
Zone I-II	1 (17%)	195°	27°	222° [10%]
Zone III-IV	1 (25%)	201°	36°	237° [13%]
Zone V-VI	5 (42%)	193°	38°	231° [14%]
Zone VII-VIII	1 (17%)	174°	59°	233° [23%]

Fig. 3-B Results of extensor-tenolysis cases in laceration of extensor tendon with skin defect.

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree]
Zone I-II	1 (5%)	191°	23°	214° [9%]
Zone III-IV	10 (50%)	*150°	*27°	*177° [10%]
Zone V-VI	4 (40%)	*196°	*51°	*247° [19%]
Zone VII-VIII	2 (29%)	212°	25°	237° [9%]

\* : P&lt;0.05(Student's t test)

Fig. 4-A Results of extensor tenolysis cases in laceration of extensor tendon with open fracture.

Site of initial injury	Number of extensor tenolysis cases (Extensor-tenolysis ratio)	Mean TAM before tenolysis	Mean ROM acquired by tenolysis	Mean TAM after tenolysis [Improved degree]
Zone I-II	0	—	—	—
Zone III-IV	2 (11%)	147°	26°	173° [9%]
Zone V-VI	9 (60%)	*158°	29°	187° [11%]
Zone VII-VIII	6 (75%)	*192°	22°	214° [8%]

\* : P&lt;0.05(Student's t test)

Fig. 4-B Results of extensor tenolysis cases in laceration of extensor tendon with fracture and skin defect.

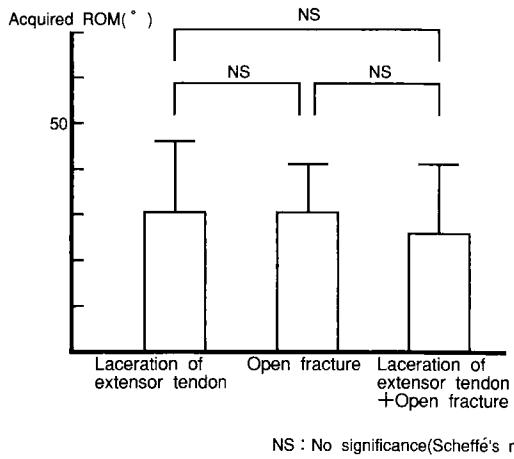
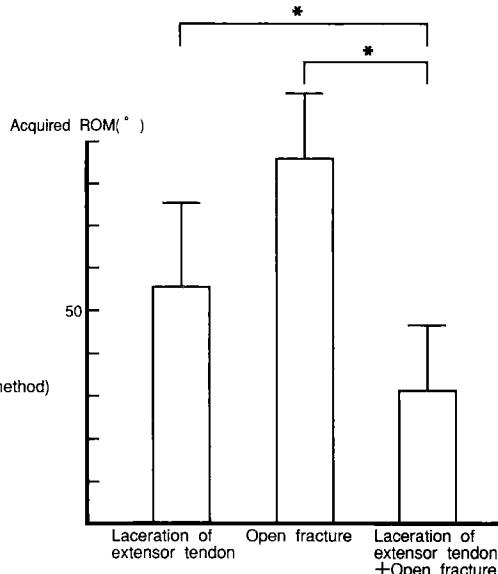


Fig. 5-A ROM acquired by extensor tenolysis in Zone I~IV. All extensor tenolysis cases were classified into three groups regardless of skin defect.



\* : P&lt;0.05(Scheffé's method)

Fig. 5-B ROM acquired by extensor tenolysis in Zone V~VIII. All extensor tenolysis cases were classified into three groups regardless of skin defect.

### ま と め

位に分けさらに開放骨折、伸筋腱断裂、伸筋腱断裂+開放骨折の合併の三群に分類し、腱剥離による獲得可動域を比較した。zone I~IVでは三群に差はなかった。zone V~VIIIでは、伸筋腱断裂+開放骨折は他の二群に比較して腱剥離による獲得可動域は小さかった

(Fig. 5)。皮膚欠損の有無で獲得可動域を比較すると、皮膚欠損のない例は平均41°、ある例は平均31°で優位差は認められなかった。皮膚欠損例では皮弁で被覆したことが腱剥離効果を高めたと考えられた。損傷組織に関係なくzone別に獲得可動域を比較するとzone 5から6で平均54°と最も大きかった(Fig. 6)。

1. 腱剥離率は損傷程度が大きい程高く、損傷部位ではzone V~VIに最も高かった。

2. 腱剥離例、zone I~IVでは開放骨折例に多く、zone V~VIIIでは伸筋腱断裂と開放骨折の合併例が多

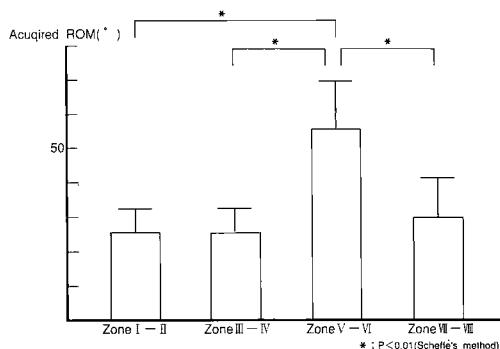


Fig. 6: ROM acquired by extensor tenolysis in each zone.

かった。

3. zone V～VIIIでは、伸筋腱断裂と開放骨折合併例の腱剥離による獲得可動域は小さかった。

4. 損傷組織に関係なく zone 別に腱剥離効果を比較すると、腱剥離による獲得可動域は zone V～VIで最も大きかった。

#### 質問

東京専売病院 彦坂 一雄

DIP 関節部におよぶ癒着の強い場合、central band の中節付着を残して剥離して、中枢より他動的に引いても DIP の伸展が不充分の場合がままみられます。central band の付着も切り指背腱膜を完全に浮かせるまで剥離する場合はありませんでしょうか？

#### 回答

名古屋掖済会病院整形外科 近藤喜久雄  
lateral band と central slip の間が瘢痕で癒着している場合は lateral band release を腱剥離と同時にを行うことはありますが、central band の付着部は切離せず丁寧に剥離します。これで DIP<sub>j</sub> が動かなければ関節そのものか屈側に原因があると思います。

## Dynamic splint を用いた伸筋腱断裂修復後の装具療法

信州大学医学部整形外科学教室

土 金 彰・中 土 幸 男  
斎 藤 覚・松 田 智  
内 山 茂 晴

### Post-operative Management with Dynamic Splint after Extensor Tendon Repair

Akira Tsuchikane, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

In spite of the fact that extensor tendon injuries are very common, little attention is paid to post-operative management compared with flexor tendon repair. The traditional method of post-operative management following repair of extensor tendons is to splint the hand with immobilization for three or four weeks. When the static splint is removed, extension lag may be noted at the MP or PIP joints because of adherence to the extensor tendon. In an attempt to reduce this complication, we treated extensor tendon injuries with early mobilization using dynamic splint.

Thirty digits were treated with early mobilization in 21 cases (15 males and 6 females) of extensor tendon injuries of the hand from 1989. Operative methods were such that there were primary suture in 7 digits, delayed primary in 4, tendon transfer in 8, tendon grafting in 11 and the other in 1. With the exception of fractures and ulnar shortening, we started early mobilization utilizing palmar splint within two weeks. The technique consists of active flexion against passive extension by rubber traction.

According to Buck-Gramcko's criteria, clinical result was as follows: 20 digits were excellent, 7 were good and 1 was satisfactory. To evaluate the merits of early mobilization versus traditional immobilization, statistical analysis of %TAM (total active motion) was done in each operative method. Delayed primary suture and tendon transfer showed no difference between early mobilization and immobilization but tendon grafting was significantly different ( $p < 0.05$ ).

伸筋腱損傷は屈筋腱損傷と比べ癒着が少く可動域制限をきたすことが少いため、修復後は3~4週間程度の固定が行われることが多い。しかしながら一度癒着が生じると可動域制限のために握力、ピンチ力の低下が生じたり、伸展不全のために日常生活に支障を来すこととなる。屈筋腱損傷の後療法としてearly mobilizationの有用性は広く認識されているが、今回われわれは本法の考え方を伸筋腱にも応用し、主に陳旧例の伸

筋腱損傷修復後にdynamic splintを用いてearly mobilizationを行ったのでその方法と結果を報告する。

#### 対象および方法 (Table 1)

1989年から当院で治療した伸筋腱損傷のうち本法を施行した症例は21例30指(男15例、女6例)で、受傷部位は国際分類<sup>5)</sup>でzone III 1指、zone V 4指、zone VII 13指、zone T II 3指、zone T III 4

**Key words:** extensor tendon, dynamic splint

**Address for reprints:** Akira Tsuchikane, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Shinshu University of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto, Nagano 390, Japan.

Table 1

Case No.	Age (yr)	Sex	Injured digit	Zone of injury	Timing of repair	Operative method	TAM*	Clinical** result	Comment**
1	69	F	Index	VII	Delayed 4 m	Tendon transfer End-to-side suture	220	Ex	Kienböck's disease
2	28	M	Middle	VII	Delayed 2d	Delayed primary suture	245	Ex	Postoperative infection
3	18	M	Index	III	Delayed 1m	Delayed primary suture	130	Sa	Radius fracture
4	42	M	Thumb	TV	Immediate	Primary suture	75	Ex	
5	40	M	Thumb	TII	Delayed 12d	Delayed primary suture	70	Ex	
6	75	F	Thumb	TII	Delayed 14d	Delayed primary suture	70	Ex	
7	86	M	Ring	VII	Delayed 8m	Tendon grafting	60	Ex	OA of DRUJ
8	29	M	Little	VII	Delayed 45d	Tendon grafting	225	Ex	
9	65	M	Ring	V	Delayed 45d	Tendon transfer	225	Ex	
10	70	M	Thumb	TII	Delayed 1m	Tendon transfer	40	Go	Radius fracture
11	71	M	Thumb	TV	Delayed 1m	Tendon transfer	45	Go	
12	55	F	Ring	VII	Delayed 1m	Tendon grafting	170	Go	OA of DRUJ
13	54	F	Little	VII	Delayed 4m	Tendon transfer	188	Ex	Radius fracture
14	29	F	Thumb	TV	Delayed 4m	Tendon transfer	70	Ex	Radius fracture
15	54	M	Index	V	Immediate	Primary suture	270	Ex	Radius fracture
16	42	M	Thumb	TV	Immediate	Primary suture	265	Ex	Radius fracture
17	38	F	Little(R)	VII	Delayed 3m	Tendon transfer	250	Ex	
			Ring(L)	VII	Delayed 6m	Tendon transfer	55	Ex	
			Little(L)	VII		Tendon grafting	215	Ex	
18	53	M	Index	Middle	VII	Delayed 4m	182	Go	RA
			Ring	Little			182	Go	
			Little				200	Ex	
19	43	M	Thumb	TII	Delayed 1m	Tendon transfer	210	Ex	OA of DRUJ
20	57	M	Thumb	TII	Immediate	Primary suture	185	Go	Prox. phalangeal fracture
21	56	M	Thumb	TII	Immediate	Primary suture	175	-	Prox. phalangeal fracture

\*\* TAM (total active motion), thumb was measured by only IP joint.  
 \*\* Buck-Gramcko's Criteria : Ex: excellent, Go: good, Sa: satisfactory

\*\*\*DBIUI: distal radius ulnar joint

\*\*\*DRUJ : distal radio-ulnar joint

指, zone V 5 指であった。受傷原因是開放損傷 12 指, 皮下断裂 18 指で、皮下断裂の内訳は遠位橈尺関節症 8 指, 橋骨遠位端骨折治癒後 4 指, RA 3 指, Kienböck 病 2 指, 鈍的外力 1 指で、1 例を除き皮下断裂の全例は手関節レベルで断裂していた。手術法は primary suture 7 指, delayed primary suture 4 指, 腱移行術 8 指, 腱移植術 10 指, その他 1 指であった。腱移行術は長母指伸筋腱断裂例には示指固有伸筋腱を、示指の総指伸筋腱断裂には小指固有伸筋腱を移行した。腱移植術は長掌筋腱を採取し、総指伸筋腱に移植した。受傷から手術までの時期は 0 日から 8 カ月、平均 4 カ月であった。

臨床評価は Buck-Gramcko 法を用いて評価した。また過去 10 年間に当院で治療した陳旧性伸筋腱修復後の固定例 21 指の%TAM を計測し、t 検定を用いて統計学的に比較検討した。

### 後療法の実際

骨折を伴う例、遠位橈尺関節症に対する尺骨短縮術を施行した例を除いて腱修復後 2 週間以内に、手関節約 30°背屈位、MP 関節軽度屈曲位で掌側に flexion block を装着し、IP 関節の自動屈曲、ゴム使用による他動伸展の可動域訓練を開始した。約 4 週間の controlled mobilization の後、palmar splint を除去して自動伸展を許可した。また最近の症例では指骨骨折を伴う場合でも mini-screw を利用し、強固に内固定が可能であった例では本法の施行を試みている。

### 結果

術後 3 カ月以上経過し、追跡調査可能であった 19 例 28 指について Buck-Gramcko 法を用いて成績評価を行った(Table 1)。excellent 20 指、good 3 指、satisfactory 1 指で、poor の症例はなかった。satisfactory の症例は感染と骨折を伴うものであった。術式別の成績評価は primary suture および delayed primary suture では感染例の 1 例を除いてすべて excellent であり、腱移行術は excellent が 4 例、good が 3 例、腱

移植術は excellent が 6 例、good が 4 例であり、端々縫合可能な症例は成績が優れていた。再断裂例、腱剥離術などの追加手術を施行した例はなかった。陳旧性伸筋腱断裂に対して、%TAM を用いた統計学的結果では delayed primary suture 例と腱移行術例では両群の間に統計学的な有意差を認めなかつたが、腱移植術例では 5%以下の危険率で統計学的な有意差を認めた (Table 2)。

### 考察

屈筋腱修復後の後療法としては Kleinert 法<sup>9</sup>、Durane 法<sup>2)</sup>が癒着防止、可動域の拡大を目的として広く浸透してきているが、伸筋腱は屈筋腱と比べ zone VII を除いて靭帯性腱鞘がないため癒着が少ないと考えられており、伸筋腱修復後の後療法に関しては手関節、指関節伸展位にてギブス固定を行うことが一般的である。一方指伸展機構の複雑性や伸筋腱が扁平で解剖学的に骨、皮膚に接している特徴を考えると屈筋腱と比べてけっして治療は易しくはない。そして一度癒着が生じると可動域制限のみならず、pinch 力、握力の低下を生じることがある。また修復した腱の弛みが生じ、伸展不全を来すこともある。最近ではこの点に着目し、Evans<sup>3</sup>、Chow<sup>11</sup>らは新鮮伸筋腱断裂に対して controlled mobilization を行い優秀な成績を報告している。われわれも本法を利用し、新鮮例に加えてより癒着の可能性の高い陳旧例に対しても伸筋腱修復後に dynamic splint を装着し、early mobilization による後療法に本法を施行してみた。early mobilization 例の臨床結果は概ね良好であったが、術式別では腱移植術施行例の成績がやや不良であった。端々縫合、腱移行術に比べ腱移植術は侵襲が大きく、技術的にも難しく、多数指損傷例が多い点などが原因と考えられる。

固定法と early mobilization 例を比較すると腱移植術では有意に early mobilization が優れていた。腱移植術施行後に従来の固定法で後療法を行った症例の成績不良因子を検討してみると腱の癒着によると考えられる屈曲障害と術後の腱の弛みによると考えられる

Table 2 Comparison of immobilization and early mobilization cases (%TAM)

	immobilization		early mobilization		t-test
	n	%TAM	n	%TAM	
delayed primary suture	5	89.4±10.1	4	85.8±20.0	N. S.
tendon transfer	7	88.3±11.8	8	87.1±15.2	N. S.
tendon grafting	11	64.3±11.5	11	78.7±8.4	p<0.05

伸展不全が存在した。本法を施行することは癒着防止のみならず、修復した伸筋腱に緊張を与えることなく滑走させることができある。本法施行例では伸展不全を来す症例が少いことから本法が腱縫合部の離開や腱の弛みを最小限に押えることを可能とし、伸展不全も防止し得たと考えられ、両群の間に有意差を生じた理由ではないかと推察された。

今回われわれは手関節を約30°伸展位、MP関節軽度屈曲位にてflexion blockを装着したが、MP関節を固定すべきでないという報告もある<sup>6)</sup>。伸筋腱の断裂部位の差異によって腱の緊張とexcursionは自ずと異なるので、今後は各症例に応じて適切な固定肢位、固定関節を検討し、改良していくことが重要と考える。

### ま　と　め

21例30指の主に陳旧性伸筋腱損傷修復後の後療法として、dynamic splintを使用したearly mobilizationを施行した。臨床評価は概ね良好であったが、とくに腱移植術例ではearly mobilization例は固定例に比べて結果が優れていた。

### 参 考 文 献

- 1) Chow, J. A.: A comparison of results of extensor tendon repair following by early controlled mobilisation versus static immobilisation. *J. Hand Surg.*, 14 B : 18-20, 1989.

- 2) Durane, R. J.: Controlled passive motion following tendon repair in zone 2 and 3. In AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. The CV Mosby Co. St. Louis. 105-114, 1975.
- 3) Evance, R. B., et al.: A study of the dynamic anatomy of extensor tendons and implications for treatment. *J. Hand Surg.*, 11A : 774-779, 1986.
- 4) Kleinert, H. E.: Primary repair of zone 2 flexor tendon lacerations. In AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. The CV Mosby Co. St Louis, 91-104, 1975.
- 5) Kleinert, H. E., et al.: Report of the committee on tendon injuries. *J. Hand Surg.*, 8 : 794-798, 1983.
- 6) 南川義孝 他: 手関節背屈位と指伸筋腱の滑動域の関係について. 日手会誌, 8 : 435-437, 1991.

**質 問** 関西医科大学整形外科 中村 誠也  
先生の示された症例のダイナミックスプリントでは、FLEXION BLOCKが使用されていましたが、われわれの実験結果を考えると各指関節の屈曲制限は必要ないと考えますがいかがですか。

**回 答** 信州大学整形外科 土金 彰  
症例数は少いが tensionmeter を用いて Zone VII で切離した extenor の張力を測定したところ、約30°の手関節背屈位では指を full flexion しても tension はかからず滑走可能であった。したがって症例によっては MP 関節の flexion block は不要と考える。

## 指伸筋腱脱臼の病態と分類

土浦協同病院整形外科

鯫 島 弘 武・石 突 正 文

東京医科歯科大学整形外科学教室

中 川 照 彦・伊 藤 聰一郎

緑成会病院整形外科

中 村 正 徳

The Classification and Treatment of the Dislocation  
of the Extensor Tendons of the Fingers

Hirotake Samejima, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Tsuchiura Kyodo Hospital

Traumatic dislocation of the extensor digitorum tendon are uncommon injuries in patients without rheumatoid arthritis. We experienced 24 cases of dislocation of the extensor tendon without rheumatoid disorder. We classified these cases into 3 types, spontaneous, traumatic and congenital.

Spontaneous type: 15 cases. Causes of this type of injury were slight stress as snapping finger or throughing a wastepaper. It was identified that on exploratory surgery in 13 fresh cases, the thin superficial layer of the sagittal band were ruptured just radial to the extensor tendon and the palmar part of the extensor tendon were detached from the deep layer of the sagittal band. One or two stitches were placed between the deep layer of the sagittal band and the extensor tendon. Reefing of the ruptured sagittal band to the radial side of the extensor was also done to stabilize the extensor tendon.

Traumatic type: 6 cases. Causes of this type were direct blow or forced flexion of the MP joint as a result of a contusion. In 4 cases of fresh injury, the superficial and deep layers of the sagittal band were ruptured at a site several millimeters radial to the extensor tendon. Reattachment of the both layers of sagittal band was done.

Congenital type: 3 cases. These cases had no evidence of arthritis or trauma. On flexion, the extensor tendons of the index, middle and ring fingers in both hands slipped off ulnarward as the fingertips approached the palm. These 3 cases had a tendency of subluxation of shoulder joints. In these cases no surgical treatment was needed, because there was no apparent discomfort for the dislocation of extensor tendons.

### はじめに

指伸筋腱脱臼は慢性関節リウマチにおいて、指の尺側偏位に合併してしばしば認められる。その他の原因

でおこる伸筋腱脱臼は比較的まれでその報告も少く、病態に対しても統一した見解が得られていない。われわれは慢性関節リウマチ以外で起こった伸筋腱脱臼24例を経験し、病態により外傷性脱臼、特発性脱臼、

**Key words:** extensor tendon dislocation spontaneous traumatic congenital

**Address for reprints:** Hirotake samejima Department of Orthopaedic Surgery Tsuchiura Kyodo Hospital 11-7 Manabeshinmachi, Tsuchiura, Ibaragi 300, Japan.

先天性脱臼に分類した。うちわけは外傷性脱臼 6 例、特発性脱臼 15 例、先天性脱臼 3 例であった。それについて、病態の特徴、治療法の差について報告する。

#### MP 関節における伸筋腱構造物の解剖

石突ら<sup>1,3)</sup>は、手背腱膜構造と指伸筋腱の外傷性脱臼の病態について報告した。指伸筋腱脱臼を病態により特発性脱臼、外傷性脱臼に分類した (Fig. 1)。総指伸筋腱は MP 関節上において Hood と sagittal band で保持され、伸筋腱と sagittal band は一塊として動き MP 関節包との間は loose connective tissue となっている。sagittal band は薄く伸筋腱上をはしる浅層、および厚く伸筋腱が収まる溝を形づくる深層にわ

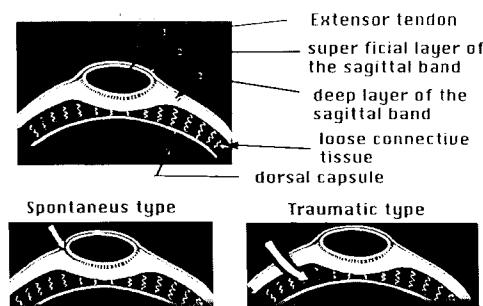


Fig. 1

けられる。特発性脱臼は薄い浅層が断裂し伸筋腱が深層から剥離して起き、外傷性脱臼は浅層、深層の断裂が伸筋腱の数ミリ橈側で起こるものとした。

### 症 例

#### 1. 特発性脱臼

男性 8 例、女性 7 例の計 15 例を経験した (Table. 1)。受傷原因是指をはじく、ズボンの埃をはたくなど、外傷性脱臼と比較して軽微な外力であった。新鮮例が 13 例、陳旧例が 2 例であった。症例は 35 才女性ではつきりとした原因なく突然右中指、MP 関節伸筋腱の脱臼痛を生じたものである。受傷から 8 日目に手術施行した。術中所見では、sagittal band 浅層が断裂し伸筋腱の橈側と深層の sagittal band との剥離が認められた。修復法としては Sagittal band 浅層は薄いため同部の修復のみでなく、伸筋腱とその深層の sagittal band との縫着を追加した。他の新鮮 13 例も手術施行し、同様の所見が得られた。

#### 2. 外傷性脱臼

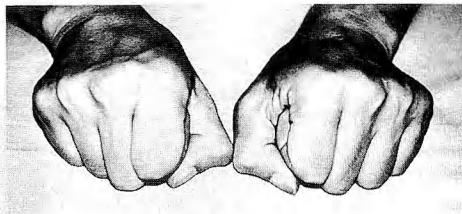
男性 6 例を経験した (Table 2)。受傷原因是転倒、車のドアに手をぶつけたなど比較的強い外力であった。受傷後 15 日以内に手術した新鮮例が 4 例、3 カ月以上して手術した慢性例 2 例であった。36 才男性の症例では、畳の上に転倒し、MP の屈曲、尺屈を強制され

Table 1 Spontaneous cases

Case	Age	Sex	Site of injury	Cause of injury	Period from injury to surgical repair	Treatment
1	40	F	R Long	Crumpling paper	8 days	Local repair
2	48	M	R Long	Weight bearing with fist	5 days	Local repair
3	26	M	R Long	Hitting ball with bat	7 days	Local repair
4	27	M	R Long	Snapping the finger	20 days	Local repair
5	14	F	R Long	Unclear	1 yr	Repair with junctura tendinum
6	17	M	R Long	Hitting forehead with finger	8 mo	Repair with junctura tendinum
7	40	F	R Long	Weight bearing with fist	8 days	Local repair
8	62	F	R Long	Snapping water	3 days	Local repair
9	56	F	R Long	Snapping between index and long finger	21 days	Local repair
10	35	F	R Long	Crossing finger	8 days	Local repair
11	56	M	R Long	Dusting of pants	8 days	Local repair
12	49	M	R Long	Snapping the finger		Local repair
13	45	F	L Long	Snapping between index and long finger		Local repair
14	62	F	R Long	Snapping water	8 days	Local repair
15	61	M	R Long	Unclear		Local repair

Table 2 Traumatic cases

Case	Age	Sex	Site of injury	Cause of injury	Period from injury to surgical repair	Treatment
1	36	M	R Long	Fall	5 days	Local repair
2	26	M	R Long	Blow on hand from automobile door	5 days	Local repair
3	18	M	R Long	Striking a column with the fist	7 days	Local repair
4	31	M	R Long	Fall	3 mo	Repair with junctura tend
5	43	M	R Long	Contusion while intoxicate	15 days	Local repair
6	51	M	R Long	Hit by the fallen object	3 mo	Repair with junctura tend



Congenital dislocation case 1

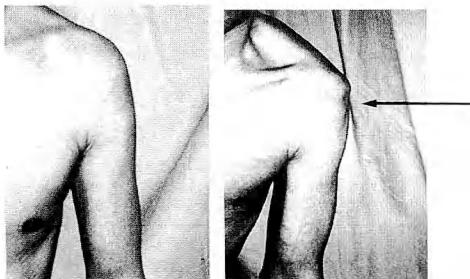


Fig. 2

受傷、右中指の伸筋腱脱臼を起こした。受傷後5日目に行った手術所見では、伸筋腱の3mm橈側においてsagittal bandの断裂が認められた。同部を縫合して修復した。他の3例の新鮮例も同様に断裂したSagittal Bandの縫合で治癒した。

### 3. 先天性脱臼

外傷の既往なく、両手2~4指の指伸筋腱が尺側に脱臼するもので、先天性の要素が強く疑われる3症例を経験した。症例1、43才男性。随意的に両側の第2から4指の伸筋腱を尺側に脱臼させられた(Fig. 2)。成人になってから気づいた。両肩の随意性亜脱臼をとも

なっていた。また、35才の時右中指MP背側を強打し外傷性脱臼を起こすが6週の固定で保存的に治療した。受傷前と同じ随意性脱臼は残ったが、疼痛は消失した。症例2、6才女性。手を強く握ると両側の2から4指の伸筋腱が尺側に脱臼した。5才ごろから気づく。両上肢を挙上していくと肩の後方亜脱臼が起こることを愁訴として来院。手指伸筋腱脱臼に対する愁訴はなかった。症例3、19才女性。両側2から4指の随意性の指伸筋腱脱臼あり。また、上肢を外転位から前方にまわす骨頭が後方に亜脱臼した。右母指、小指MP関節を随意性に背側に亜脱臼させられた。

### 考 察

McCoyは、伸筋腱脱臼をその発症原因により、外傷性、先天性、退行性の3つに分類した<sup>2)</sup>。外傷性は、強い外力がMP関節背側にかかる場合で、一方、先天性は比較的若年者に明かな外傷の既往がなく多発性におけるものとした。また、先天性は関節周囲になんらかの脆弱性があり、しばしば他の関節の弛緩をともなうと述べている。また、諸橋らは、明かな外傷がなく、他の先天奇形とともにわなくおきたものを特発性と分類している<sup>3)</sup>。しかし、特発性脱臼は軽微な外力によって発生し、慢性化すると原因が不明となり先天性脱臼と間違えやすい。

先天性脱臼として報告されたものは(Table 3)のようなものがある<sup>4)5)6)7)8)</sup>。ほとんどが、両側複数指に発症した症例である。しかし、長野は、右第2、3指の小児で腱支持装置の形態異常を認める症例にたいし先天的因素による脱臼としている。また、梅藤は3年前から両側の第2から4指に伸筋腱脱臼がみられ、右手背部痛を伴う25才の症例に対して右側の手術をしているが、特発性と報告している。

われわれの症例はすべて両側多数指で、いずれの症

Table 3 Reports of congenital cases

Familial cases					
Levy	1921	52M 22F			
Fitzgerald	1939	22F	L	2.3.4.5	th. finger
McCoy	1968	15M 28F	RL	3.4.5 2.3.4	th. finger
Nagano	1969	12F	R	2.3	th. finger
Maeno	1986	40M	RL	3	th. finger
Sasaki	1988	14F	RL	2.3.4.5	th. finger
Oikawa	1989	14M	RL	1. 3.4.5	th. finger
Our case 1	1993	36M	RL	2.3.4	th. finger
case 2	1993	6F	RL	2.3.4	th. finger
case 3	1993	19F	RL	2.3.4	th. finger

A case affected Multiple joint of both hands which was reported as a spontaneous case

Baitoh	1989	25F	RL	2.3.4	th. finger
--------	------	-----	----	-------	------------

例も手を握ることにより伸筋腱を脱臼させることができた。また、その他にそれぞれ関節の弛緩を有しており、症例1は随意性の肩関節脱臼を症例2,3は位置性の肩関節後方脱臼を呈した。しかし、Carter徵候はなかった。これらの症例では伸筋腱脱臼に対する愁訴はなく、手術適応はないと考えられた。報告例はいずれも愁訴のある指に対して手術をしているが、梅藤が自己的症例を特発性と報告しているように、先天性脱臼に特発性ないし外傷性の要素が加わり、手術が必要となつたのではないかと思われた。われわれの症例1も疼痛の原因は先天性に外傷性脱臼が伴つたものであった。

以上より、両側多数指に脱臼がみられ、なんらかの関節弛緩性を有するものを先天性脱臼に分類すべきと思われた。

## 文 献

- Ishizuki, M : Traumatic and spontaneous dislocation of extensor tendon of the long finger : J. Hand Surg. 15-A, 967-972, 1990
- McCoy FJ, et al: Lumbirical loop operation for luxation of the extensor tendons of the hand. Plast. Reconst. Surgery. 44 : 142-146, 1969
- 石突正文 他：手背腱膜構造と指伸筋腱の外傷性脱臼について。日手会誌, 2 : 97-100, 1985
- 及川久之 他：先天性両側多発性指伸筋腱脱臼の1例。臨床整形外科, 27 : 639-641, 1992
- 佐々木健 他：きわめてまれな指伸筋腱脱臼の2例

日手会誌, 5 : 218-220, 1988

- 長野芳幸 他：興味ある総指伸筋腱脱臼の1例。整形外科, 20 : 1435-1437
- 梅藤千秋 他：両側性特発性総指伸筋腱脱臼の1例。整形災害外科 33 : 1551-1553, 1990
- 前野 豊 他：両側先天性中指伸筋腱脱臼の1例。関東整災誌 17 : 518-520, 1986
- 諸橋政徳 他：指伸筋腱特発性脱臼の小経験と考察。整形外科, 18 : 354-356, 1967

質問 東海大学整形外科 岡義範  
示指の脱臼には橈側脱臼例の報告もあり、私自身にも経験があるが、これに対する見解はありますか？

回答 土浦協同病院整形外科 鮫島弘武  
われわれの症例では、このようなものはありませんでした。

質問 紀南綜合病院整形外科 谷口泰徳  
指伸筋腱脱臼の手術適応についてお教え下さい。

回答 土浦協同病院整形外科 鮫島弘武  
特発性脱臼は、断裂部が危弱な組織であるため保存的には直りにくいが、外傷性脱臼は、保存的にも直ると考えられる。

## 伸筋腱皮下断裂例の検討

東邦大学大橋病院整形外科

平澤 精一・清水 一彦  
佐藤 美奈子

東邦大学大森病院整形外科

土谷 一晃・寺嶋 博史

### Spontaneous Rupture of the Extensors

Seiichi Hirasawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery TOHO University School of Medicine, OHASHI Hospital

We would like to report 29 cases of spontaneous rupture of the extensors. Between 1983 and 1992 this report covers 11 male cases and 18 cases involving females. The ages varied from 14 yrs till 78 years with average being 50 years. The cause for fracture of the lower end of the radius involved 9 cases; Rheumatoid arthritis involved 9 cases; Rupture due to fall involved 5 cases; overusage of arm resulted in 4 cases etc. With reference to radius fracture all cases concerning EPL rupture resulted in very nominal dislocation and furthermore even after the bone healed the rupture occurred in very short period of time. From this one can conclude that this may lead to damage to the tendon. In case of rheumatoid arthritis ruptures of the EDC of the ulnar side we have observed majority cases of multiple ruptures.

#### TREATMENT :

The treatment in case of EPL rupture, tendon transfer of Christophe brought about good results. In case of EDC rupture despite side to end suture treatment given to the EDC next to the ruptured EDC lax of Extension was noticed in most cases.

#### はじめに

伸筋腱の皮下断裂は Mallet 指に代表されるが、他に機械的刺激による摩耗や腱自体の変性・病的脆弱性によって生ずることが知られている。

今回、われわれは Mallet 指を除くこれら症例について検討し報告する。

#### 対象

症例は 1983 年より 1992 年迄に加療した 29 例を対象とした。男性 11 例、女性 18 例、右側 15 例、左側 14

例で、受傷年令は 14 才から 78 才、平均 50 才で、受傷誘因は橈骨遠位端骨折後に生じたもの 9 例、RA の経過中に生じたもの 9 例、転倒によるもの 5 例、その他である。(Table 1) 受傷機転としては症例により種々で、力を入れた時、急激に掌背屈を強制した時などに生じている。損傷腱は EPL が 21 例 21 腱、EDC が 8 例 14 腱で、内訳は V が 6 腱、IV が 5 腱、III が 3 腱、EDM が 1 腱である。複数腱損傷が 5 例にみられた。断裂部位は骨折、RA 例共に zone VII であった。

橈骨遠位端骨折後に生じた症例について  
症例 62 才 女性

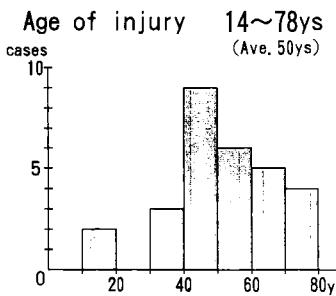
**Key words:** tendon rupture, spontaneous rupture, extensor rupture

**Address for reprints:** Seiichi Hirasawa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Toho University School of Medicine, Ohashi Hospital, 2-17-6 Ohashi, Meguro-Ku, Tokyo 153, Japan.

Table 1

**Material**

Male	11 cases	Right	15 cases
Female	18	Left	14



右母指伸展障害。1988年4月27日転倒、橈骨遠位端骨折を生じ某医でギブス固定。5月12日ギブスシャーレとし5月26日ギブス包帯除去、自動運動開始。5月31日入浴中、雜音と共に右母指の伸展が不能となつた。6月3日当科に紹介初診となつた。6月8日受傷後42日後にEIPによる腱移行術を行い、4週の固定を行つた。術後4年5ヵ月の現在、full-motionであつた。組織学的所見 腱を構成する細胞数、核は減少し変性像を認めるが、炎症所見に乏しく、循環障害による変性によって生じたものと思われた。

このような骨折後に生じた症例は9例あり、男2、女7例、左右比は4:5、骨折の受傷年令は14才から62才、平均48才で全例EPL損傷であった。follow up期間は3ヵ月より5年、平均31ヵ月(2年7ヵ月)であつた。(Table 2) 又、骨折から断裂までの期間はまちまちで、3週より13年にわたつてゐる。

**RAによって生じた症例について**

症例 77才 女性 糖尿病性腎症による慢性腎不全の既往を有する。多発性関節リウマチ。左第5指伸展障害。1989年11月29日突然に第5指の伸展が出来なくなり、3週間後の12月20日手術を行つた。EDC-V、EDM共に断裂し、IVとの腱間結合も断裂していた。術後2年10ヵ月、ややextension laxを残し屈曲

Table 2 Extensor tendon rupture by fracture of the lower end in the radius

Male	2cases
Female	7
Right	5
Left	4
Age of injury	14~62ys (Ave. 48ys)
Period of follow up	3m~5ys (Ave. 31m)

がやや不足しているが、ADL上支障はない。組織学的所見 著明なsynovitisがみられ、一部にfibrinoid necrosisが認められる。

このようにRAによって生じた断裂例は9例で男女比は1:8で女性が多い。左右比は5:4、断裂腱はEPL2腱、他はEDC14腱、EDM1腱であった。EDMはVが5、IVが3、IIIが3腱であった。follow up期間は4ヵ月より4年10ヵ月、平均2年1ヵ月であった。(Table 3)

一方、転倒によって生じた症例、Over useによって生じた症例は5例で、男4、女1例、左右比は3:2、受傷年令は17才から62才、平均42才である。全例EPL断裂であった。

一方、使い過ぎと思われる例は4例であった。

(Table 4) 大工や農家で手を酷使した例に生じていた。

Table 3 Extensor tendon rupture by rheumatoid arthritis

Male	1 case
Female	8
Right	4
Left	5
Rupture of tendon	
EPL	2 cases
EDC	8
III	3
IV	5
V	6
EDM	1 case
Period of follow up	4m~4y10m (Ave. 2y1m)

Table 4 Extensor tendon rupture by fall on the outstretched hand

Male	4
Female	1
Left	3
Right	2
Age	17~62ys (Ave. 42ys)
Rupture of tendon	
EPL	5
Extensor tendon rupture by overuse	
Male	3
Female	1
Left	2
Right	2
Age	30~47ys (Ave. 41ys)
Rupture of tendon	
EPL	3
EDC III	1

## 考 察

橈骨遠位端骨折後に生じた症例の受傷時ならびに治療終了時のX線像を検討してみると、転位が少くわざに背側に骨隆起を認める例が多く、このことは堺<sup>6)</sup>も指摘しているところで、受傷時、背屈が強制され伸筋支帯でEPLが絞扼され、腱にある程度のダメージが及ぶのではないかと推論している。また、高見ら<sup>7)</sup>はPalmer<sup>5)</sup>の報告を引用し伸筋支帯の3、4 compartment末梢部はとくに強靱で絞扼を受けやすいとも述べている。

また、藤井ら<sup>8)</sup>は手関節背屈がECRBを緊張させ、下からEPLをしめつけるためもあることを指摘している。しかし、1回の骨折時で断裂を来すことは少く、前述のわれわれの症例のごとく短期間で断裂が生じた例からみて、受傷時、何らかの腱の損傷が生じ、加えて掌尺屈位固定の腱の緊張下のもとでの手指の運動によって断裂を来したものと考えられる。

一方、RAによって生じた症例は諸家の報告のごとく、尺骨末端の突出、腱鞘滑膜炎によって断裂することが多く、したがって尺側に多い。われわれの症例でも、X線上骨破壊像・背側脱臼を認め、局所の硬結を認めている。しかも骨折後に生じた年令層よりも、RAによるものの症例は高年令層に生じていることは長期間にわたり関節の破壊・変形が進行し、徐々に腱の変性が生じ断裂に至ったものと思われる。

治療に関しては、一般にEPL断裂にはEIPによるChristophe<sup>2)</sup>の腱移行術が行われているが、古谷ら<sup>4)</sup>は長掌腱を用いているが共にその成績は良い。一方、RAによるものに対しては、変形の著しい例でADL上さして支障の無いものでは治療の対象にはならない。力源としては、われわれは隣接指のEDCに端側縫合を行ったが、緊張のbalanceが難しく、extension laxを生じたり屈曲制限を生じやすいうことから、縫合には注意が必要である。某他ECRLを用いるが、excursionの面、多数腱移行では独立運動の制限の面で難点とされている。Bunnell<sup>1)</sup>によるextensorのexcursionは、小指を除いてほぼ同じであるため、縫合緊張は健常隣接指と同じか、縫合後のゆるみをみて少し強めにする必要がある。

一方、使い過ぎと思われるわれわれの症例は、豆をむく作業を行っていた農業の人や大工に生じたもので、伸筋支帯の末梢部での絞扼によって断裂寸前のものもあった。このことからして、同部での絞扼は断裂

の原因として大きな因子であると思われた。

## ま と め

- 1) 伸筋腱皮下断裂29例の損傷原因、治療成績を検討した。
- 2) 橈骨遠位端骨折後に生じたEPL断裂例は9例で、EIPの移行術によって良好な成績を得た。骨折の転位は軽いものに生じていることから、受傷時何らかの腱の損傷が加わっていたと考えられた。
- 3) RAによるものは9例で多数腱断裂が多く、その縫合には腱のバランスに留意する必要がある。

## 文 献

- 1) Boyes J. H.: Bunnell's Surgery of the Hand: IV ed. 14. J. B. Lippincott Comp. 1964.
- 2) Churistophe. K. Rupture of the extensor pollicis longus tendon following Colles' fracture J. Bone Joint Surg. 35-A: 1003-1953.
- 3) 藤井正成 他:田植え作業にみられた特発性長母指伸筋腱断裂症例:整形外科, 13: 1015-1017, 1962.
- 4) 古谷正博 他:長母指伸筋腱の治療経験:整形外科, 34: 1746-1748, 1983.
- 5) Palmer A. K. et al.: The extensor retinaculum of the wrist: an Anatomical and biomechanical study: J. Hand Surg. 10-B: 11-16, 1985.
- 6) 堀慎 他:橈骨遠位端不全骨折に合併する長母指伸筋腱不全損傷の報告:東日本臨整会誌, 5: 120-123, 1993.
- 7) 高見博:手指腱皮下断裂の治療経験:日手会誌, 4: 212-214, 1987.

## 質 問 信州大学整外 齋藤 覚

①橈骨遠位端骨折に伴うEPL断裂の症例の腱組織において「虚血が原因と思われた」とされた根拠は何か。どのような所見をもって「虚血」が原因と考えたのか。

②RAで尺側の手指伸筋腱断裂をきたした症例ではその機序としてRA病変による伸筋腱断裂と考えているのか、DRUJ病変に伴う機械的なものを考えているのか。

## 回 答 東邦大橋整形 平澤 精一

①橈骨遠位端骨折後に生じたEPL断裂の組織像は細胞数も少く変性所見が主なもので炎症所見はなく骨折部による摩耗が主原因と思われた。

②RAによる断裂例は腱のRA病変とDRUJ部のsynovitis病変の機械的因子の両者が考えられる

## 遠位橈尺関節症に続発した伸筋腱皮下断裂の検討

厚生連新町病院整形外科

杉 本 良 洋

信州大学医学部整形外科学教室

中 土 幸 男・斎 藤 節  
松 田 智・土 金 彰

Extensor Tendon Rupture Following Osteoarthritis of the Distal Radio-Ulnar Joint

Yoshihiro Sugimoto, et al.

Division of Orthopaedic Surgery, Kohseiren Shinmachi Hospital, 137 Kamijo,  
Shinshushinmachi, Kamiminochi-gun, Nagano 381-24, Japan

Eleven cases of spontaneous rupture of the finger extensor tendons as a result of osteoarthritis of the distal radio-ulnar joint were studied. Seven were male and four female. Sudden loss of finger extension began at the little finger in ten patients but at the ring in one. Radiographically, severe osteoarthritic changes were present at the distal radio-ulnar joint in all eleven patients. There were two types of characteristic features the distal end of the ulnar head. One was dorsal dislocation or subluxation and the other was eburnation of the ulnar head with cavitation of distal radius, the "scallop sign" which had a strong resemblance to rheumatoid arthritis. Arthrography of the wrist was performed in nine cases. In seven of nine cases, the perforation of the dorsal capsule were demonstrated by leakage of medium from the distal radio-ulnar joint into the fourth and/or fifth extensor compartment.

In three of twelve patients the distal ulna was excised and in eight patients hemiresection interposition arthroplasty was done. In two cases extensor indicis proprius tendon were transferred to the ring and little fingers. In one case, the ring and little fingers were sutured to the side of the middle finger. In the other cases, free tendon grafts were utilized to restore the finger extension.

手関節背側における伸筋腱皮下断裂は慢性関節リュウマチではしばしば遭遇するほか橈骨遠位端骨折、月状骨軟化症、マーデルング変形など種々の原因によって発生することが知られている。最近では手関節尺側の障害に关心が向けてきたことから、遠位橈尺関節症に続発した指伸筋腱断裂についても検討する必要がある。そこで今回は1987年から1992年までの6年間に手術を行った遠位橈尺関節症に続発した指伸筋腱断裂について臨床後、X線像ならびに治療成績について検討したので報告する。

### 症例および方法 (Table 1)

対象症例は11例で、男7例、女4例である。手術時年令は53才から86才、平均73.4才である。罹患側は右10例、左1例である。発症から手術までの期間は最短16日から最長5年1ヶ月、平均7.8ヶ月であった。

腱の断裂順序では環指に初発したものが1例で、他は全て小指に始り次いで環指、中指、示指へと進行していた。

合併症として変形性肘関節症が5例、尺骨神経麻痺

**Key words:** distal radio-ulnar joint, osteoarthritis, extensor tendon, spontaneous tendon rupture, scallop sign.

**Address for reprints:** Yoshihiro Sugimoto, M. D., Division of Orthopaedic Surgery, Kohseiren Shinmachi Hospital, 137 kamijo, Shinshushinmachi, Kami minochi-gun, Nagano 381-24, Japan.

Table 1 Clinical material

Case	Age (years)	Sex	Dominant Hand	Affected Hand	Affected Finger	Pain	Time from Onset to Operation	Preoperative Complications
1	80	M	R	R	I,M,R,L	+	10 months	
2	67	F	R	R	R,L	-	16 days	
3	69	M	R	R	L	+	22 days	
4	80	F	R	R	R,L	++	22 days	
5	73	F	R	R	R,L	-	23 days	Elbow OA
6	53	M	R	L	I,M,R,L	+	5 years 1 month	Elbow OA
7	71	M	R	R	R,L	-	1 month 12 days	Claw finger
8	68	M	R	R	R,L	++	2 months	
9	86	M	R	R	R,L	-	1 month 3 weeks	Rerupture
10	74	F	R	R	R,L	+	5 months	
11	82	M	R	R	R,L	++	1 month	

と小指の浅指屈筋腱自然断裂が1例みられた。また、1例は環小指の自然断裂に対して他医にて腱移行術による治療を施行された後の再断裂例である。既往に橈骨遠位端骨折や手関節ならびに遠位橈尺関節の外傷性脱臼の既往を有する例および慢性関節リュウマチは今回除外したが、偽痛風の2例はこの中に含めた。

#### X線像所見 (Table 2)

術前のX線像では ulna plus variant, 尺骨頭の背側脱臼ないしは亜脱臼, 尺骨遠位の角状変形, ulno-carpal abutment に伴う尺骨頭の短縮先鋭化など尺骨頭部に種々の変化が見られた。遠位橈尺関節での橈骨側にも尺骨対向面の侵触像や骨棘形成などが観察された。

関節造影は11例中9例に橈骨手根関節背側穿刺にて造影剤を注入して行った。遠位橈尺関節への造影剤の漏出は全例に認められた。この内7例に指伸筋腱腱

鞘が造影された。屈筋腱腱鞘が造影される症例もみられた。

手術所見：伸筋支帯をZ状切開で展開した。多くの例では、関節造影所見を裏付けるように第4, 5 compartment の床面に小孔がみられ、変形した尺骨頭が背側に露出していた。伸筋腱はササラ状に断裂し、断裂腱の橈側に位置している中指の総指伸筋腱や固有示指伸筋腱も正常の光沢を失って腱織維の乱れた部分断裂の様相を呈していた。固有小指伸筋腱のみの断裂が1例、固有小指伸筋腱および4, 5総指伸筋腱断裂が8例、そしてすべての指伸筋腱断裂が2例に認められた。

断裂腱に対する処置は長掌筋腱または足底筋腱移植が10例、示指固有伸筋腱移行および腱末梢断端と隣接腱の端側縫合の組合せが3例である (Table 3)。

合併手術として尺骨頭切除を3例、BowersのHemiresection interposition arthroplasty (以下 HIA

Table 2 Radiological assessment

Case	Ulna plus variant(mm)	Distal ulna		Dorsal dislocation	OA change		
		Angulation (degrees)	Ulno-carpal		Distal radio-ulnar	Elbow	
1	0	5	++	-	++	++	++
2	9	20	+	++	++	+	-
3	6	11	+	+	+	+	+
4	7	5	+	+	+	+	-
5	2	0	++	-	+	++	+
6	5	0	++	+	+	+	+
7	9	3	++	+	++	++	++
8	6	20	+	+	+	+	-
9	9	16	+	+	+	++	-
10	0	11	++	+	++	++	-
11	5	10	++	+	+	+	-

Table 3 Operative procedures

Case	Follow-up Period	Surgical methods		
		Tendon repair		Management of DRUJ
1	3 years 5 months	PL graft	→ EDC (2,3,4,5) EIP, EDM	HIA
2	3 years 5 months	PL graft	→ EDC (4,5-EDM)	UH resection
3	2 years 6 months	PL graft	→ EDM	HIA+UH shortening
4	3 years 3 months	EDC(3) end-to-side	→ EDC (4,5) EDM	UH resection
5	1 years 10 months	EIP transfer	→ EDC (4,5)	UH resection
6	8.5 months	PL graft	→ EDC (2,3,4,5) EIP, EDM	HIA+UL shortening
7	1 year 2 months	PL graft	→ EDC (4,5), EDM	HIA+UL shortening
8	5 years 5 months	PL graft	→ EDC (4,5), EDM	HIA+UL shortening
9	6 months	Plantaris graft	→ EDC (4,5), EDM	HIA+UL shortening
10	2 years 7 months	PL graft	→ EDC (4,5)	HIA
		EIP transfer	→ EDM	
11	6 months	PL graft plantaris graft	→ EDC (4,5) EDM	HIA+UL shortening

EDC=extensor digitorum communis, EIP=extensor inditus proprius, EDM=extensor digiti minimi, PL=palmaris longs, DRUJ=distal radio ulnar joint, UH=ulnar head, HIA=hemiresection interposition arthroplasty.

Table 4 Evaluation of results

Case	Wrist pain		Grip power R/L (kg)	Wrist ROM				%TAM/B-G			
	Pre	Post		Pre	Post	Pre	Post	Index	Middle	Ring	Little
1	+	-	20/18	20/40	60/60	80/80	70/80	89/E	87/E	81/E	66/G
2	-	-	18/16	70/70	70/30	90/90	90/90	-	-	96/E	92/E
3	+	-	13/20	50/50	50/30	90/80	45/50	-	-	-	60/S
4	++	-	12/6	30/40	60/50	70/80	70/60	-	-	78/G	75/G
5	-	-	5/7	80/70	80/70	90/90	90/90	-	-	100/E	93/E
6	++	-	30/23	60/45	25/20	90/80	60/60	77/G	81/E	77/G	73/G
7	-	-	15/9	70/50	70/20	55/65	50/50	-	-	71/G	78/G
8	++	-	15/30	30/40	35/32	40/80	70/80	-	-	83/E	83/G
9	-	-	19/24	15/65	50/60	90/90	90/70	-	-	78/G	80/G
10	+	-	4/7	40/65	70/40	30/90	90/90	-	-	88/E	67/S
11	++	-	5/20	40/45	45/30	90/60	90/60	-	-	58/S	58/S

と略す)を8例行った。この内ulna plus variantの4例に尺骨短縮術を追加した。分割した伸筋支帶は原則としてその一方を伸筋腱の床面に敷き、もう一方を伸筋腱のbowstringを防止するため背側に戻した。

術後は原則として、手関節約30度背屈、MP関節軽度屈曲位で前腕ギブス固定とし、術後2週間より他動伸展、3ないし4週より自動伸展を開始した。

治療成績の判定項目として手関節痛、握力、手関節可動域および指伸筋腱機能を日本手の外科学会手の機能表に準じて調査した。

#### 結果 (Table 4)

術後経過観察期間は6ヵ月から5年5ヵ月である。指伸筋腱機能度は罹患指別に%TAMで表わし、Buck-Gramcko法評価と併記した。%TAM法ではexcellentが1指、goodが15指、fairが9指でpoorの症例はなかった。Buck-Gramcko法ではexcellentが10指、goodが11指、satisfactoryが4指でpoorはなかった。

手関節機能面では、術前に疼痛を訴えていた例はす

べて自発痛、運動痛とも消失していた。術後に握力の低下を示す症例が7例みられた。手関節可動域では回外は著明に改善したが、術後に掌屈制限をきたした例が多くかった。

## 考案

1948年 Vaughan-Jackson<sup>4)</sup> がはじめて遠位橈尺関節症に続発した伸筋腱断裂の2例を報告した。腱断裂の機序に関しては、多田<sup>3)</sup>、Ohshioら<sup>2)</sup>は背側脱臼した尺骨頭および橈骨遠位の骨棘による機械的摩擦が主因であるとしている。

われわれの症例のX線像を分析した結果、尺骨頭の形態から2型に分けられた(Fig. 1)。

A型：尺骨遠位の角状変形が強くて背側脱臼を主体とするMadelung変形類似のtype (dorsal dislocation type), B型：尺骨頭には著明な脱臼はないが、骨頭尖

端部の摩耗とeburnationが強く、橈骨関節面にRAの症例にしばしば見られるような"Scallop sign"に似た変形がみられるtype (radial migration type)である。ほんどの症例はA、Bないしは両者の混合型として捉える事が出来よう。尺骨頭のDorsal dislocationあるいはRadial migration何れかの過程でも病期が進展すると第4、5 compartmentに穿孔が生じ、やがて伸筋腱は断裂することが推測された。腱断裂の治療では、再断裂の防止のため尺骨頭の切除あるいは形成術を行った上で伸筋腱の再建が必要であるが、変形性肘関節症の合併率も高いことから、術後の肘関節障害発生に注意が必要である。疼痛が比較的軽いこともあり、腱の断裂が看過された場合は筋の拘縮が進むのみならず、より橈側の腱にも断裂がおよぶ危険性が高い。また、発症年令が高いことから、外傷性断裂と比較すると術後の機能回復が劣るのも当然である。Carr<sup>1)</sup>は固有小指伸筋腱の機能不全が本症の初発症状であることを指摘し、早期診断の必要性を強調している。日常診療において遠位橈尺関節症患者のX線像で上述した様な所見に遭遇した場合には、関節造影による背側関節包の穿孔の有無を調べることが肝要である。われわれの症例では9例中の2例に偽陰性を示したが、陽性の場合は腱断裂の危険性が極めて高いと言える。この場合は腱断裂の予防的対策として遠位橈尺関節症に対する外科的治療が必要である。

## まとめ

1. 遠位橈尺関節症に続発した手指伸筋腱断裂11例の臨床像ならびにX線学的特徴を分析した。
2. 腱断裂の機序は4、5 compartmentに逸脱した変形した尺骨頭と伸筋腱の摩耗によるとみられた。
3. 治療は遠位橈尺関節の処置を行った後に腱移植あるいは腱移行術が必要である。
4. X線像で尺骨頭の背側脱臼や"Scallop sign"が見られた場合は腱断裂の予防的治療を検討する必要がある。

## 文献

- 1) Carr, A. J., et al.: Rupture of extensor tendons due to osteoarthritis of the distal radio ulnar joint. 17-B: 694-696, 1992.
- 2) Ohshio, I., et al.: Extensor tendon rupture due to osteoarthritis of the distal radio-ulnar joint. J. Hand Surg. 16-B: 450-453, 1991.
- 3) 多田 博 他：一次性変形性手関節症に続発した手

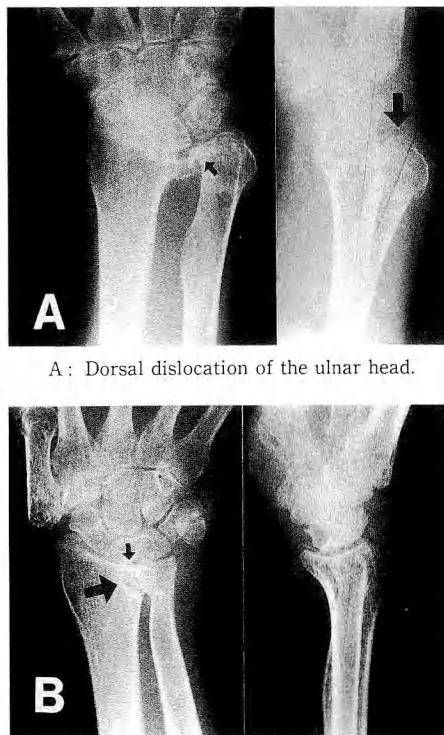


Fig. 1 Radiography of osteoarthritis of the distal radio-ulnar joint.  
A: Dorsal dislocation of the ulnar head.  
B: Eburnation of the ulnar head with cavitation of distal radius, the "scallop sign" which has a resemblance to rheumatoid arthritis.

指伸筋腱断裂、日手会誌、5:206-209, 1988.

- 4) Vaughan-Jackson, O. J: Rupture of extensor tendons by attrition at the inferior radio-ulnar joint. Report of two cases. J. Bone Joint Surg., 30-B: 528-530, 1948.

**質 問** 東京都済生会中央病院 池上 博泰  
 環小指は、屈曲制限を残すと ADL 上障害が非常に大きい。その為伸展を得ようとして術後屈曲制限をきたすことは、絶対避けなければいけないと考えている。先生方は、術後の後療法で、早期運動を行うとか、装具を使用するなどの何か工夫はされているかどうかについてお教え願いたい。

**回 答** 厚生連新町病院整形外科 杉本 良洋  
 拘縮予防対策については MP 以下の early movement で対処しているが Wrist レベルは動かせないので、縫合部癒着はさけられない。MPJ 拘縮より PIPJ

拘縮をみた例があった。

**質 問** 奈良医科大学整形外科 矢島弘嗣  
 外傷性の遠位橈尺関節脱臼では伸筋腱の断裂はまれと考えます。一方、OA の脱臼においてはより高頻度にみられます。すなわち tenosynovitis の有無が腱断裂の risk factor と考えられますかがなものでしょうか。

もしそうでしたらどの時期に予防的な手術 (DRUJ に対する) を行うべきと考えておられますか。

**回 答** 厚生連新町病院整形外科 杉本 良洋  
 OA による脱臼を呈する例に断裂が生じ易い。外傷性のものは (OA のないもの) 若年者で骨頭に変形がないため断裂は少ないと考える。機械的摩擦が腱断裂の主因と考えている。臨床症状と関節造影を含む X 線所見から積極的に治療すべきと考える。

## 屈筋腱皮下断裂について

和歌山県立医科大学整形外科学教室

江川 弘光・峠 康  
林 未統・檀 上茂人

河原整形外科

河原史郎

### Subcutaneous Rupture of the Flexor Tendon

Hiromitu Ekawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Wakayama Medical College

Eight cases of subcutaneous rupture of the flexor tendon were reported. Four cases presented in this report were caused by direct destruction force, in another four cases, changes of osseous structure derived from fracture dislocation were thought to be responsible.

In the group of trauma, their ages ranged from 28 to 73 years. FDP of the ring finger involved of one case, FDP of the little finger involved three cases. The sites of ruptures in the operated patients were one in the insertion, three in the tendinous portion.

In secondary group, tendon ruptures were caused by old trans-scaphoid lunate dislocation, radial end fracture, fracture of hook of hamate and scaphoid fracture. Except of the patient who was caused by fracture of hook of hamate, period from injury to tendon rupture was more than eight years.

We operated six patients with four operative procedures: three cases with tendon graft, one with advancement method, one with tendon transfer and one with end to end suture.

In the results evaluated by Buck-Gramcko's method, five cases were excellent and one was good.

屈筋腱皮下断裂は、比較的まれな外傷で全指屈筋腱断裂の3~5%とされている。今回われわれは8例の手指屈筋腱皮下断裂を経験したので文献的考察を加え報告する。

症例は基礎疾患を認めない外力によるもの（以下primary群と略す）4例、外傷後の骨変化を認めるもの（以下secondary群と略す）4例である。primary群（Table-a）の年令は、28才の1例を除き58才～73才と比較的高齢であった。受傷機転としては転倒によるものが1例、ロープを引っ張る、炊事中など比較的弱い外力によるものが3例である。断裂腱および断裂部

位は、環指FDPの腱停止部が1例、小指FDP、FDSの手根部が2例である。

一方、secondary群（Table-b）では、陳旧性経舟状骨月状骨脱臼、有鉤骨鉤骨折、橈骨遠位端骨折、舟状骨偽関節に続発したものが各1例であった。骨傷から腱断裂までの期間は、有鉤骨鉤骨折後8日目に断裂をきたした1例を除き8年以上と長期を要していた。

腱断裂から手術までの期間は1ヵ月以内が4例、2ヵ月半、20年以上が各1例、手術を拒否した症例が2例であった。

治療法は、腱移植術を3例に、端々縫合術、腱前進

**Key words:** subcutaneous rupture, flexor tendon, trans-scaphoid lunate dislocation

**Address for reprints:** Hiromitu Ekawa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Wakayama Medical College, 27 Sichibanchō, Wakayama-shi, Wakayama 640, Japan.

Table 1a

case	age	tendon	type	site
1. N. K.	28	FDP of ring finger	hyperextension	insertion
2. A. S.	73	FDP of little finger FDS	flexion against force	tendinous por-
3. K. A.	58	FDP of little finger FDS	flexion against force	tendinous por-
4. Y. K.	68	FDP of little finger	flexion against force	unknown

Table 1b

case	age	tendon	fracture	period to onset
5. T. S.	47	FDP of index finger FDS	trans-scaphoid lunate dislocation	10 years
6. N. S.	69	FDP of little finger FDS FDS of ring finger	fracture of hook of hamate	8 days
7. O. T.	56	FPL	radial end fracture	8 years

法、腱移行術をそれぞれ1例に施行した。手術的に加療した6例の可動域は、健側比69%から97%、平均87.8%、Buck-Gramcko法による評価では、優5例、良1例と満足のいく結果が得られた。

症例1は、28才女性。転倒により受傷した右環指FDP停止部での断裂例である。初診時、右環指DIP関節は伸展位を呈し、屈曲は不能であった(Fig. 1-a)。中央指皮線部に腱の断端を触知し中節部は空虚であった。なおX線像では、特に異常を認めなかった。

術中所見として、FDPは付着部より完全に剥離され、A3 pulley部まで短縮していた(Fig. 1-b)。FDPをA4 pulley内を通して末節骨にpull out wire法にて固定した。

術後1年、DIP関節に軽度の可動域制限が残存するものの健側比94%、Buck-Gramcko法では優と良好な結果を得ている(Fig. 1c, d)。

症例3は、58才女性。ロープを引っ張ることにより受傷した左小指FDP、FDSの手根管部での断裂例である。初診時、左小指PIP、DIP関節の屈曲は不可能であり、また、手根管部尺側に軽度の腫脹を認めた(Fig. 2-a, b)。なおX線像では、特に異常を認めなかった。

手術所見としてFDP、FDSは手根管部で完全断裂しており、両断端はtear mop状となっていた(Fig. 2-c)。FDP両断端をrefreshするとgapが大きく端々縫合が不可能であったため、腱移植術を施行した。

術後1年、左小指の可動域は、健側比97%、Buck-Gramcko法では優と良好な結果である(Fig. 2-d, e)。

症例5は、47才男性。陳旧性経舟状骨月状骨脱臼に

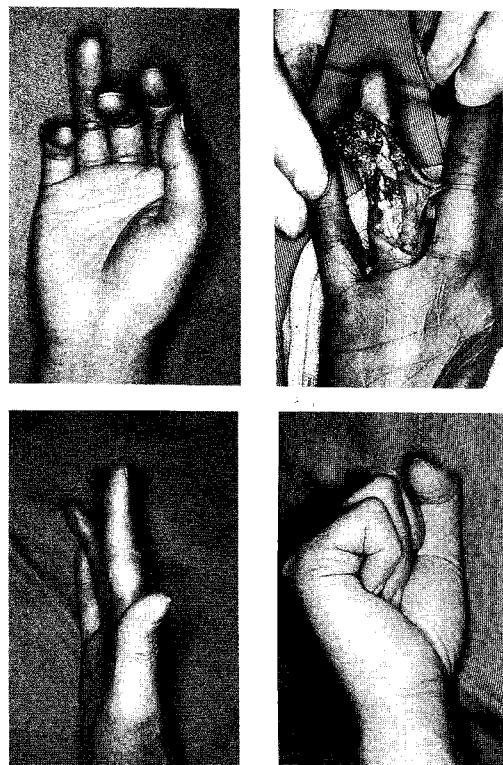


Fig. 1

a	b
c	d

続発した右示指FDP、FDSの断裂例である。約30年前に、高所より転落し、右手関節を受傷した。約20年前より右示指の完全屈曲不能に気づくもADL上支

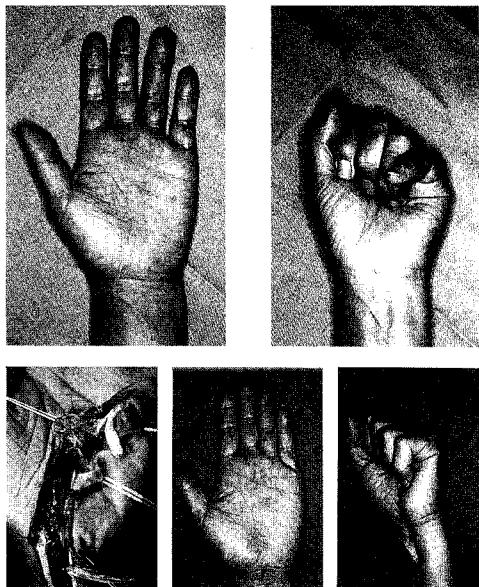


Fig. 2

a	b	
c	d	e

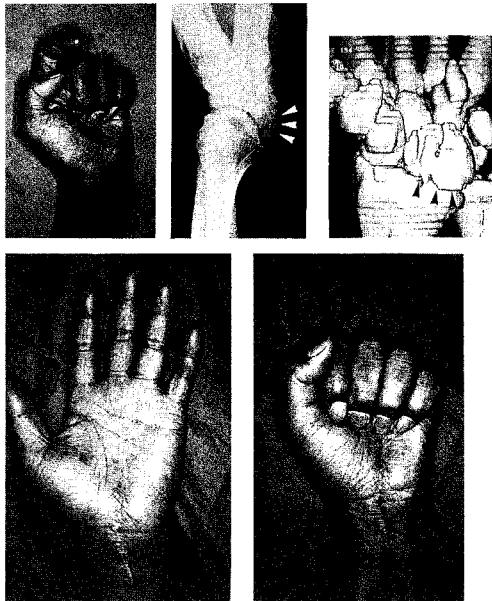


Fig. 3

a	b	c
d		e

障なく放置していた。平成3年6月頃より右手正中神経領域にシビレ感を自覚するようになり当科を初診した。

初診時、右手関節部に骨性隆起を触知し、同部にTinel's signを認めた。示指PIP, DIP関節は軽度の屈曲運動を認めるのみで、完全屈曲は不可能であった(Fig. 3-a)。単純X線像および三次元CT像より舟状骨の近位骨片を伴った月状骨の掌側脱臼が認められた(Fig. 3-b, c)。

FDP, FDSは共に骨性隆起部と癒着し、また瘢痕組織によってのみ連続性を有していたものの、腱の滑行の無いことが確認された。瘢痕組織を切除し骨性成分を除去し、断裂腱に対しては、myostatic contractureがみられたため、環指FDSを用いて腱移行術を施行した。

術後1年、右示指の可動域は、健側比97%、Buck-Gramcko法では優と良好な結果である(Fig. 3-d, e)。

## 考 察

屈筋腱皮下断裂は、1891年Von Zanderの報告以来我が国でも報告例が散見されるが、比較的まれな外傷である。

断裂の部位は、Boyesによれば腱停止部と筋腱移行部に最も多いとされているが<sup>2)</sup>、臨床では腱実質部での断裂例の報告も多数みられる<sup>15)</sup>。

屈筋腱皮下断裂の原因として、外力によるものと基礎疾患に続発するものに分けられる。外力によるものとしては、転倒などのDIP関節の過伸展により引き起こされるhyperextension typeと、ロープを引くなどの反対方向への抵抗力にたいして指を屈曲する場合におこるflexion against force typeに大別される<sup>2)</sup>。諸家によれば、hyperextension typeは症例1のように比較的若年者の環指に多発し、一方flexion against force typeは症例2, 3, 4のように比較的高齢者の小指のFDP, FDSに多発するとされている<sup>1, 2, 6)</sup>。その原因として小指屈筋腱の解剖学的特徴による。つまり、小指屈筋腱は有鉤骨鉤突起をpulleyとして走行角度を変える。その部において、長年の手指の使用により腱の脆弱化がおこっており、比較的弱い屈曲力でも腱の断裂が生じるものと思われる。McMasterが、腱実質部では1/2以上の腱断裂が生じていない限り介達外力により断裂は起らぬ、と報告している<sup>4)</sup>ことからも、何らかの腱の脆弱化が関与していることは充分に考えられる。

基礎疾患に続発するものとしては、慢性関節リウマチ、化膿性腱鞘炎、ステロイド注入後等が一般的であるが、われわれの症例は全例外傷後の骨変化によるものであった。特に症例5の経舟状骨月状骨脱臼に伴った屈筋腱断裂の報告例は、われわれが渉猟し得た範囲では3例に過ぎず<sup>3), 5)</sup>、本邦の報告例は見当たらぬ。

secondary群の4例は、骨変化部での摩擦により腱断裂が生じたものと思われる。

治療法は、開放性断裂と同じく端々縫合術が原則である。しかし、断端をrefreshすることによりgapが大きくなること、また腱断裂から手術までの期間が長期を要しmyostatic contractureが起こっている例も多いことなどから、腱移植術、腱移行術の適応となることも多い。当然、骨変化のあるものは、骨片の切除等骨に対しての処置も必要である。

### ま　と　め

1. 屈筋腱皮下断裂8例につき文献的考察を加え報告した。

2. Hyperextension typeは、環指FDPの停止部、flexion against forcetypeは、小指FDPの手根管部に多く発生する。

3. 治療法は、腱移植術、腱移行術の適応となることも多い。

### 参 考 文 献

- 1) 浅井正大 他：外傷性深指屈筋腱皮下断裂の5症例。日手会誌4：215-218, 1987.
- 2) Boyes, J. H.: Flexor Tendon Ruptures in the Forearm and Hand, J. Bone and Joint Surg., 42-A : 637-646, 1960.
- 3) Johnston G. H. F.: Attritional flexor tendon ruptures by an old lunate dislocation, J. Hand Surg., 5 : 701-703.
- 4) McMaster P. E.: Tendon and Muscle Ruptures. J. Bone and Joint Surg., 15 : 705-722, 1933.
- 5) Stern P. J.: Multiple Flexor Tendon Ruptures following an Old Anterior Dislocation of the Lunate, J. Bone and Joint Surg., 63-A : 489-450, 1981.
- 6) 矢島弘嗣 他：屈筋腱皮下断裂15例の検討。日手会誌4 : 219-222, 1987.

## de Quervain 病の治療経験 私たちの行った保存的療法について

日本医科大学整形外科学教室

小川 ひろみ・白井 康正

肥留川 道雄・井上 惣一郎

松沢 勲

### Brace Therapy of de Quervain's Disease (Our method)

Hiromi Ogawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nippon medical School

#### (Objective)

We studied the conservative treatment using a fixation brace for de Quervain's disease by means of electromyographical investigation of APL and EPB.

#### (Method)

We devised the brace for fixation of the hand of de Quervain's disease in the functional position. The brace fixed the wrist, CM and MP joints of the thumb, but the IP joint of the thumb was free. We prepared brace that was optimum for the hand shape for each case and various occupations.

Twenty one hands of 20 female cases examined from 1989 until the present time were used as subjects of the present study. The right side was affected in 13 cases, the left side in 6 cases, and both sides in one case.

The age of the patients ranged between 22 and 69 years old, a mean age of 38.5 years. The subjects were five postpartum women, three office workers, three nurses, one hairdresser and one dentist.

Needle electromyographical study of APL and EPB under the brace fixation was investigated.

#### (Result)

The brace fixation period to achieve for relieving pain is ranged from 2 weeks to 10 months with a mean of 3.5 months. Pain and tenderness of the 1st compartment of radial styloid process and Finkelstein test almost simultaneously improved or disappeared. The electromyography demonstrated that APL and EPB did not activate during pinch movement under the brace fixation.

#### (Discussion)

The etiology of de Quervain's disease is generally regarded to be overuse of the hand.

However, the majority of patients are women, suggesting that a hormonal factor is involved.

The onset of disease is in the postpartum and menopausal period, and the menstrual disorders around half of the patient examined, implicating the effects of estrogen.

---

**Key words :** de Quervain's disease, brace therapy, electromyography, tenosynovitis, first compartment

**Address for reprints :** Hiromi Ogawa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Nippon Medical School 1-1-5 Sendagi, Bunkyou-ku, Tokyo 113, Japan.

Our conservative method with the brace achieved local rest of APL and EPB, allowing the patient's ADL, such as writing and picking up objects.

The advantage is the easiness putting on and off the brace.

The bracing treatment of de Quervain's disease led to local rest as well as relief of pain, indicating the efficacy of this therapy.

## 緒 言

de Quervain 病の治療法は従来、まず保存的療法を行なうが、難治性または陳旧性の場合には腱鞘切開術を行なうといつのが通例であった<sup>1,2)</sup>。しかし、術後にも愁訴を残し、しばらく経過の思わしくない症例も散見されている<sup>3)</sup>。今回、私たちは、いわゆる Finkelstein test<sup>2)</sup>によって疼痛を引き起こす手の肢位に注目し、局所安静による自然治癒を期待して<sup>3)</sup>装具装着による保存的療法にて良好な成績を得た。また、APL, EPB の動態を電気生理学的に検索したので報告する。

## 方 法

装着装具は手の機能肢位を基準とし、各症例の職業、または ADL に適応させた装具を作製した。装具は前

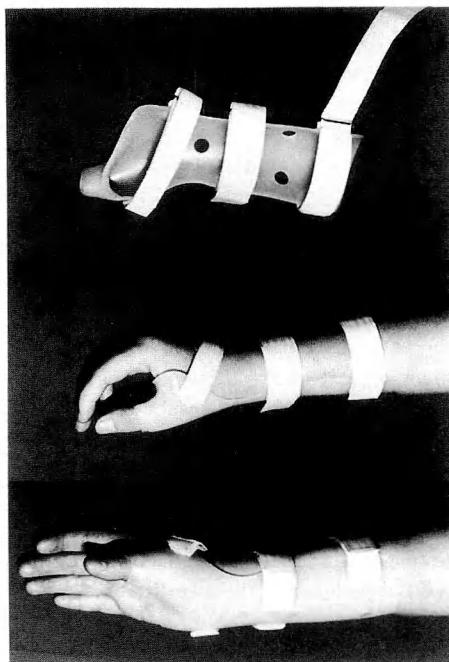


Fig. 1 The brace and with brace (lateral view, palmar view)

腕掌側遠位 2 分の 1 から手関節、母指の CM, MP 関節を固定するものである。その際、母指の IP 関節および、示指から小指までの MP 関節より遠位は自由にした (Fig. 1)。

## 症 例

症例は平成 1 年から平成 4 年までに 20 例 21 手であり、全例女性であった。罹患側は右側 13 例、左側 6 例、両側 1 例であった。年令分布は、20 才代 9 例、30 才代 4 例、40 才代 2 例、50 才代 2 例、60 才代 3 例で平均 38.5 才であった。出産後の症例である 20~30 才代と閉経前後の症例である 40~50 才代にピークのある 2 峰性を示した。

職業は、11 例が主婦である。その内、出産後に発症したのが 5 例 6 手、他の症例は看護婦 3 例、事務業 2 例、教員 1 例、美容師 1 例、歯科医 1 例、検査技師 1 例など、手を酷使する職業であった。

## 経 過

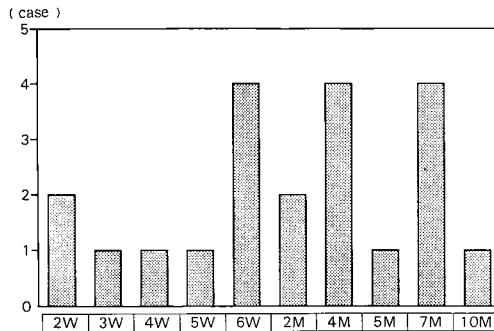
初診時の所見：1st compartment 部の疼痛、および圧痛、母指および手関節の疼痛による運動制限、Finkelstein test の陽性が全例に認められた。10 例(50%)の症例では、遠位腱鞘部に一致して硬結を触れ、その内、2 例は他医にて穿刺を受けていた。

症状の出現後から初診までの期間は最短 3 日から最長 3 年で平均 5.6 カ月であった。また、発症から装具装着までの期間は最短 2 週間から最長 3 年で平均 6.7 カ月であった。装具療法を始めるまでの治療経過としては、鎮痛剤とステロイドの腱鞘内注入を受けていたのは 7 例(35%)、弾性包帯またはサポーターの固定療法を受けていたのは 3 例(15%) であった。

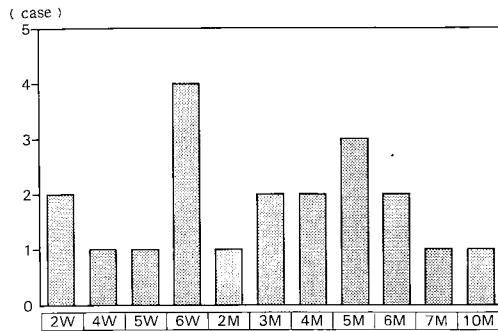
経過観察期間は 4 カ月から 3 年 10 カ月で、平均 15.2 カ月である。

## 結 果

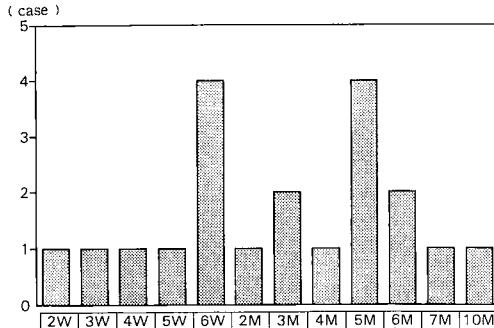
疼痛が消失するまでの固定期間は、2 週間 - 2 例、3 週間 - 1 例、4 週間 - 1 例、5 週間 - 1 例、6 週間 -



A) Period of bracing (mean: 3.47M.).



A) Brace fixation period to be disappeared Finkelstein test (mean: 3.40M.).



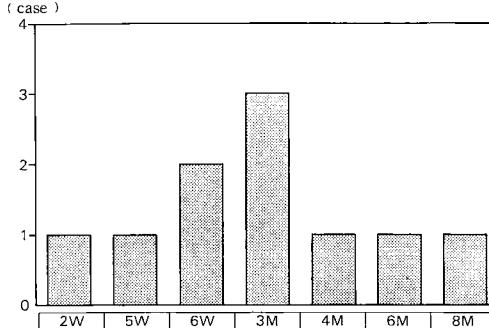
B) Bracing period to achieve for relieving tenderness (mean: 3.52M.).

Fig. 2

4例、2ヵ月-2例、4ヵ月-4例、5ヵ月-1例、7ヵ月-4例、10ヵ月-1例で、平均3.5ヵ月であった(Fig. 2, A)。1st compartment部の圧痛、およびFinkelstein testの陽性は、ほぼ同時期に軽快、消失した(Fig. 2, B) (Fig. 3, A)。腱鞘部の硬結は疼痛の消失よりも早期に消退した(Fig. 3, B)。出産後の発症例とその他の症例を比較してみると出産後の発症例は早期に軽快する傾向が見られた。また、閉経前後の発症例、あるいは歯科医、看護婦、検査技士などの手を酷使する職種の症例は装具装着期間が長期化した。

### ま と め

- 1) 平成1年から平成4年までに女性20例21手のde Quervain病を経験した。手の機能肢位を基準として、手関節と母指のCM関節およびMP関節を固定する装具を作製し、保存的療法により良好な成績を得た。
- 2) de Quervain病の原因として、女性に多く<sup>3,6)</sup>、また年令分布では出産後と閉経期前にピークのある



B) Brace fixation period to be disappeared the bulbiform lesion in 1st compartment (mean: 3.43M.).

Fig. 3

2峰性を示したことから、ホルモン的因子の関与が示唆され興味深い。今回経験した症例で出産後の育児期間の発症は5例(25%)、閉経前後4例(20%)、生理不順1例(5%)で半数は何らかの形で女性ホルモンの影響を受けていた。また、60才代の3例のうち、1例は同側母指の弾発指を合併しており、2例は手根管症候群の合併または既往があった。その他には、看護婦、事務職、歯科医、美容師など、手をよく使う職種が目立ち、手の酷使が発症因子になると考えた。

- 3) 装具は疼痛が消失するまで装着させた。現在までに再発した症例はない。
  - 4) 電気生理学的検索として、手関節回内位、橈尺屈中間位の肢位でAPL, EPBにつき針電極による筋電図検査を施行した(Fig. 4, ①②③)。
- ①装具を装着せずに手関節背屈位にてpinch動作をするとAPL, EPBの放電が認められた。

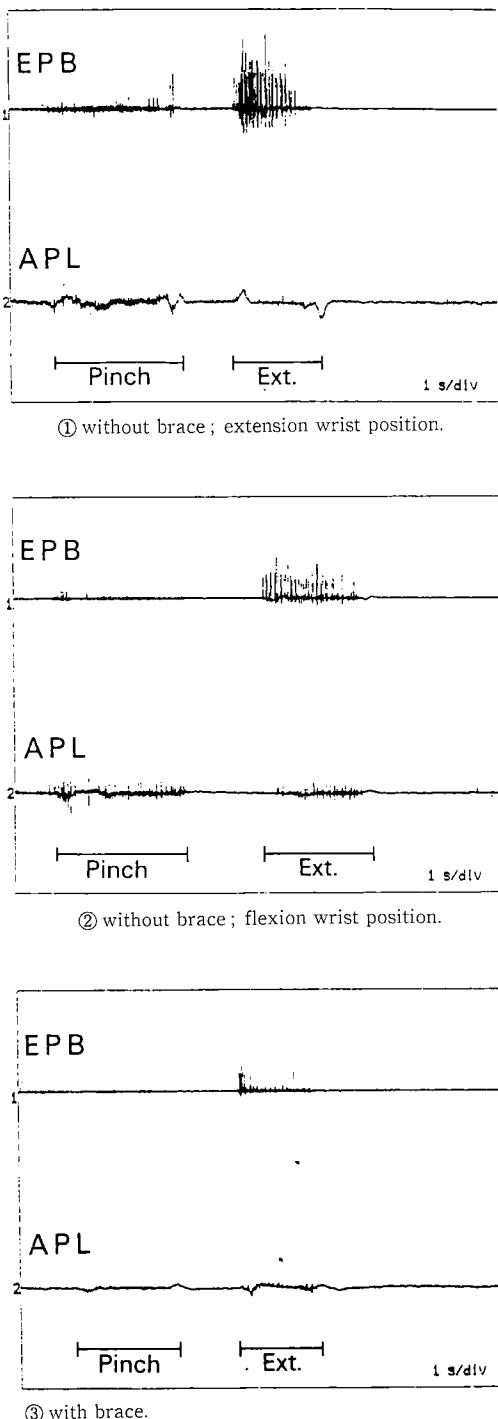


Fig. 4 Electromyographical investigation of APL and EPB.

②装具を装着せずに手関節掌屈位にて pinch 動作をすると APL, EPB の放電が認められた。

③装具を装着して pinch 動作をしても APL, EPB の放電は認められなかった。母指 IP 関節伸展時には、わずかに放電が認められた。

このような結果から、手を機能肢位に固定することにより、APL, EPB の機能が装具によって代償され、また 1st compartment 部での牽引および摩擦が軽減し、APL, EPB の局所安静が得られるものと考えた。

5) 本法の利点としては、局所安静により疼痛が消失し、装具装着のまま文字を書く、物を摘まむなどの手の使用が可能であり、装具の脱着が容易である。そして、手術による傷跡も無いことなどが挙げられる。

欠点としては、治療期間が長くかかり、また装具の材質による接触性皮膚炎を起こすことがある。

以上、装具固定により疼痛が消失し、局所安静が確実に得られ、治癒を促進する本法は、患者の苦痛も少い、良い治療法であると考えている。

## 文 献

- 1) 麻生邦一 他：狭窄性腱鞘炎の治療。日手会誌, 6 : 941-944, 1990.
- 2) Finkelstein, H.: Stenosing tendovaginitis at the Radial Styloid Process. J. Bone Joint Surg. 12 : 509, 1930.
- 3) 永田善郎 他：狭窄性腱鞘炎（いわゆる de Quervain 病）の治療。—治療中断ないし放置例の検討—。整形外科, 29 (臨時増刊) : 1636-1639, 1978.
- 4) 南條文昭：狭窄性腱鞘炎の治療。日手会誌, 6 : 937-940, 1990.
- 5) 南條文昭：図説整形外科 診断治療講座 3.手の外傷・疾患。メジカルビュー社, 東京, 146-157, 1989.
- 6) 南條文昭：図説臨床整形外科講座。メジカルビュー社, 東京, 158-171, 1982.

**日本手の外科学会雑誌 第10巻第2号** 平成5年8月25日 印刷  
平成5年8月31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

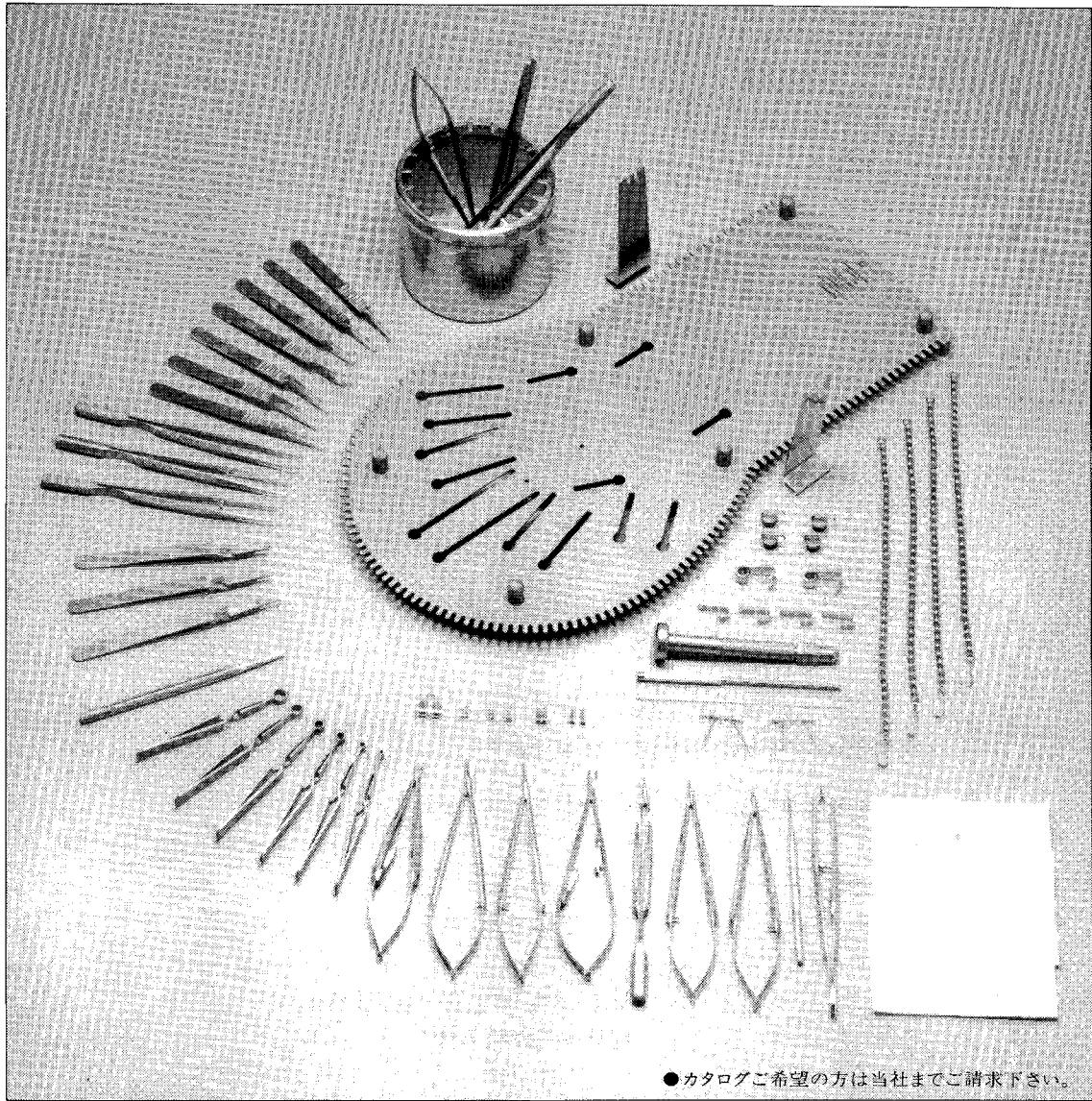
**SSC**

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
- 鑷子
- 剪刀
- 血管クランプ
- 手の外科手術台
- 小骨接合関節圧迫固定セット
- 末梢神経および腱切断セット
- 動脈切開クランプ
- 血管拡張器
- 固定鑷子
- カウンターループ
- カウンターブレッサー
- 器械ケース
- マイクロ針付縫合糸
- 未消毒マイクロ針付縫合糸(動物実験用)
- その他



●カタログご希望の方は当社までご請求下さい。

発売元 (株)カキヌマメディカル  
輸入元 リード貿易株式会社

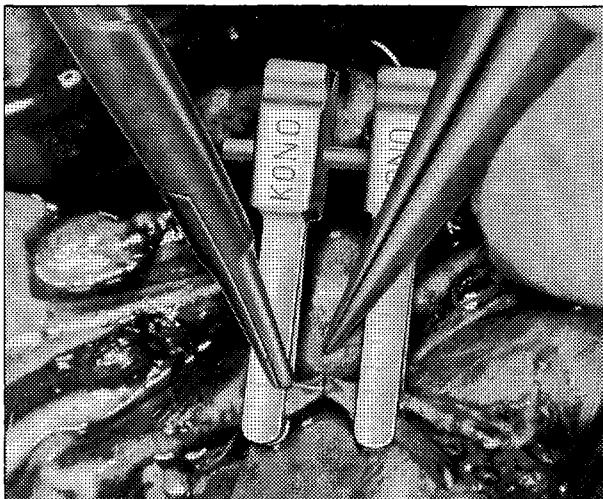
〒113 東京都文京区本郷3-9-3  
TEL 03(3813)8485(代表)

# "CROWNJUN" Brand

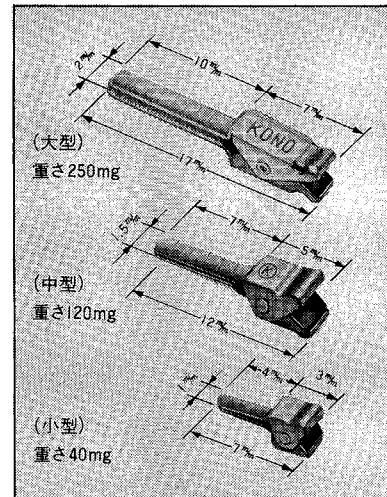


## マイクロサージャリー用クリップ

### ■ 血管縫合用ダブルクリップ

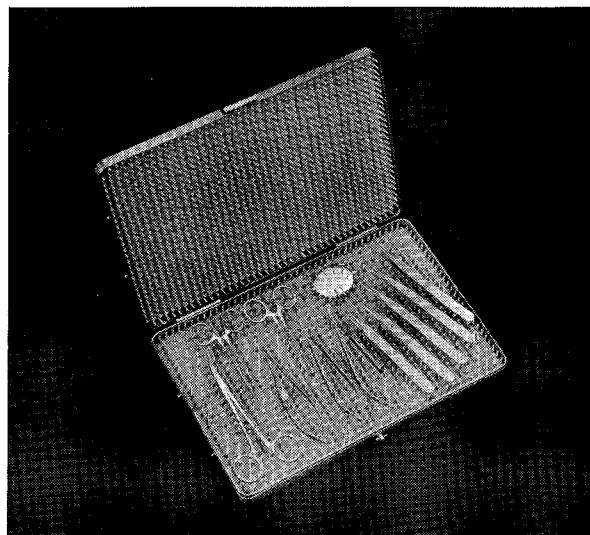


### ■ シングルクリップ



▲主に直径0.5mmから1mmの血管に使用し、自重量は600mg・270mg・100mgの3タイプあります。加圧保持力は60分以上不変で血管に対して損傷を与えることはございません。

## マイクロサージャリー用手技セット



### ■ 臨床用セット

マイクロ剪刀(直13cm)	1本
〃(曲13cm)	1本
セッシン(No.3)	3本
〃(No.5)	2本
持針器(ストッパー付、No.5)	1本
剥離用モスキート鉗子(直)	1本
〃(曲)	1本
ダブル鉗子	1本
シングルクリップ(No.11)	6個
ダブルクリップ(No.11-11)	1個
臨床用セットケース(208×304×29mm) (ステンレス製・シリコンシート付)	1

※ケースごと滅菌することもできます。

●カタログご希望の方は当社までご請求下さい。

株式会社 河野製作所

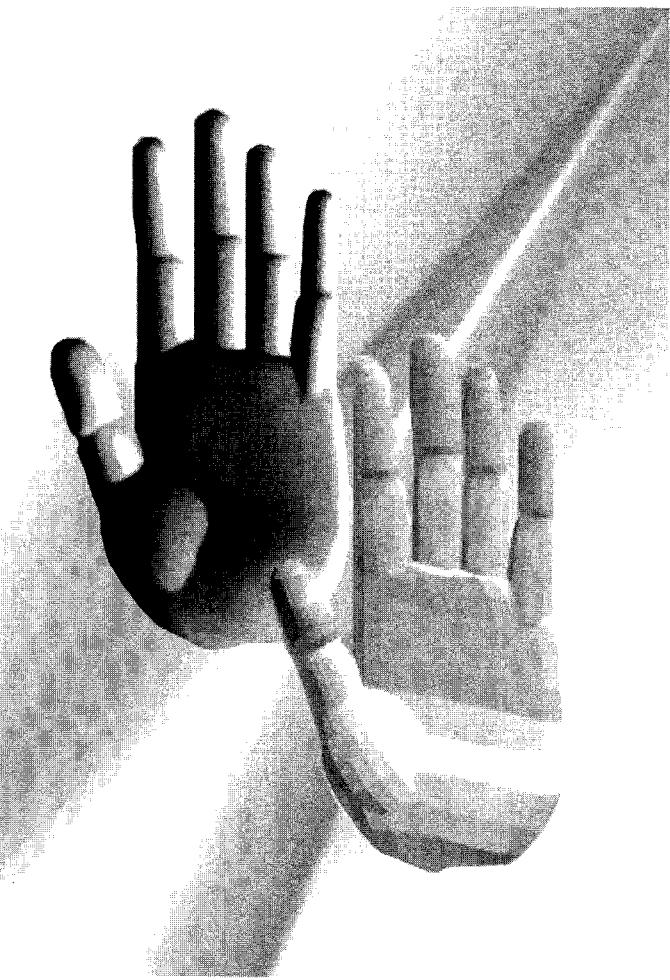
〒272 千葉県市川市曾谷2-11-10

TEL: 0473 (72) 3281(代)

FAX: 0473 (73) 4515

# 神・經・修・復

メチコバールはエーザイが独自に合成・開発した、メコバラミン(メチルB<sub>12</sub>)製剤です。メチコバールは核酸・蛋白合成・リン脂質合成を促進し、障害された神経を修復し、しびれ・痛み・麻痺を改善します。注射は急性期や難治性の神経疾患、入院患者さんに適しています。



## 効能・効果

末梢性神経障害、ビタミンB<sub>12</sub>欠乏による巨赤芽球性貧血(注射液500μgのみ)

## 用法・用量

錠500μg：通常、成人は1日3錠(メコバラミンとして1日1,500μg)を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

錠250μg：通常、成人は1日6錠(メコバラミンとして1日1,500μg)を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

細粒：通常、成人は1日3包(メコバラミンとして1日1,500μg)を3回に分けて経口投与する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

注射液500μg(末梢性神経障害の場合)：通常、成人は1日1回1アンプル(メコバラミンとして500μg)を週3回、筋肉内または静脈内に注射する。ただし、年齢及び症状により適宜増減する。

注射液500μg(巨赤芽球性貧血の場合)：通常、成人は1日1回1アンプル(メコバラミンとして500μg)を週3回、筋肉内または静脈内に注射する。約2ヶ月投与した後、維持療法として1～3ヶ月に1回1アンプルを投与する。

## 使用上の注意

### 1. 内服剤

(1)一般的注意：効果がないのに、月余にわたって漫然と使用すべきでない。

(2)副作用：1)消化器：ときに食欲不振、悪心、下痢等があらわれることがある。2)過敏症：まれに発疹があらわれることがある。

(3)その他：水銀及びその化合物を取り扱う職業従事者に長期にわたって大量に投与することはさけることが望ましい。

### 2. 注射剤

(1)副作用：1)過敏症：発疹等があらわれた場合は、投与を中止する。2)その他：ときに筋肉内注射部位の疼痛・硬結、また、まれに頭痛、発汗、発熱感があらわれることがある。

(2)適用上の注意：1)光分解をうけやすいので、開封後直ちに使用とともに、遮光に留意すること。2)筋肉内に投与する場合は、組織・神経などへの影響を避けるため、下記の点に注意すること。

ア) 同一部位への反復注射は避けること。なお、新生児、未熟児、乳児、小児には特に注意すること。イ) 神経走行部位を避けるよう注意すること。(ウ) 注射針を刺入したとき、激痛を訴えたり、血液の逆流を見た場合には、直ちに針を抜き、部位をかえて注射すること。3)本品はワンポイントカットアンプルであるが、アンプルのカット部分をエタノール綿等で清拭してからカットすることが望ましい。

●ご使用に際しては添付文書をご参照下さい。

## 末梢性神経障害治療剤

# メチコバール®

錠500μg・錠250μg・細粒・注射液500μg

メコバラミン製剤

〈薬価基準収載〉

ヒューマンヘルスケア企業



エーザイ

東京都文京区小石川4-6-10

資料請求先：医薬事業部メチコバール係

C-F1 9506

# 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、氣動式・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

英國スワンモートン社 替刃メス外 "

ドイツ、リッシュ社 パルンカテーテル・氣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

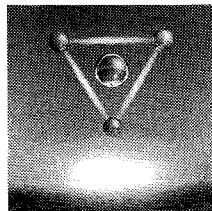
福岡市博多区千代4丁目30番4号

電話 (641) 7571~3

代表取締役社長 井藤信彌

# THE STRONG, BALANCED ANTIBACTERIAL AGENT

均整のとれた強い抗菌力



オキサセフェム系抗生物質製剤  
**フルマリン**<sup>®</sup>  
静注用0.5g, 1g

日抗基 注射用フロモキセナトリウム 略号 FMOX

- フルマリンは第三世代セフェム系のグラム陰性菌に対する優れた抗菌力を保持しながら、  
黄色ブドウ球菌をはじめグラム陽性菌にも強い抗菌力を有する均整のとれた抗生物質である。
- PBP-2'を誘導しにくい。
- 副作用は2.22%に発現し、その主なものはアレルギー症状と胃腸症状であった。

■効能・効果 ブドウ球菌属、レンサ球菌属(腸球菌を除く)、肺炎球菌、ペストストレプトコッカス属、ブランハメラ、カタラーリス、淋菌、大腸菌、クレブシエラ属、プロテウス属、インフルエンザ菌、バクテロイデス属のうち本剤感性菌による下記感染症○敗血症、感染性心内膜炎○外傷・手術創等の表在性二次感染○咽喉頭炎、扁桃炎、気管支炎、気管支拡張症の感染時、慢性呼吸器疾患の二次感染○腎盂腎炎、膀胱炎、前立腺炎、淋菌性尿道炎○胆のう炎、胆管炎○腹膜炎、骨盤腹膜炎、ダグラス窩膿瘍○子宮付属器炎、子宮内感染、骨盤死腔炎、子宮旁結合織炎、バルトリーン腺炎○中耳炎、副鼻腔炎

■使用上の注意(一部抜粋)

本剤の使用にあたっては、耐性菌の発現等を防ぐため、原則として感受性を確認し、疾病的治療上必要な最少限の期間の投与にとどめること。

①一般的注意 (1)ショックがあらわれるおそれがあるので、十分な問診を行うこと。なお、事前に皮膚反応を実施することが望ましい。(2)ショック発現時に救急処置のとれる準備をしておくこと。また、投与後患者を安静の状態に保たせ、十分な観察を行うこと。(2)次の患者には投与しないこと 本剤の成分によるショックの既往歴のある患者 (3)次の患者には投与しないことを原則とするが、特に必要とする場合には慎重に投与すること 本剤の成分又はセフェム系抗生物質に対し過敏症の既往歴のある患者 (4)次の患者には慎重に投与すること (1)ベニシリン系抗生物質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、蕁麻疹等のアレルギー症状を起こしやすい体質を有する患者 (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) (5)発熱、発疹、蕁麻疹等のアレルギー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、乾咳、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、蕁麻疹、癰瘍、発赤、発熱、顔面紅潮、皮膚感覺異常感等の過敏症状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。(3)腎臓 まれに急性腎不全等の重篤な腎障害があらわれることがあるので、定期的に検査を行うなど観察を十分に行い、異常が認められた場合には、投与を中止し適切な処置を行うこと。(6)消化器 まれに偽膜性大腸炎等の血便を伴う重篤な大腸炎があらわれることがある。腹痛、頻回の下痢があらわれた場合には、直ちに投与を中止するなど適切な処置を行うこと。ときに、下痢、軟便、また、まれに恶心、嘔吐、腹部膨満感等があらわれることがある。(7)呼吸器 他のセフェム系抗生物質でまれに発熱、咳嗽、呼吸困難、胸部X線異常、好酸球增多等を伴う間質性肺炎、PIE症候群等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投与を中止し、副腎皮質ホルモン剤の投与等の適切な処置を行うこと。

■薬価基準収載 ■「用法・用量」、その他の「使用上の注意」については、添付文書をご参照下さい。

[資料請求先] 塩野義製薬株式会社 製品部 〒553 大阪市福島区鷺洲5丁目12-4

'93.4作成B51



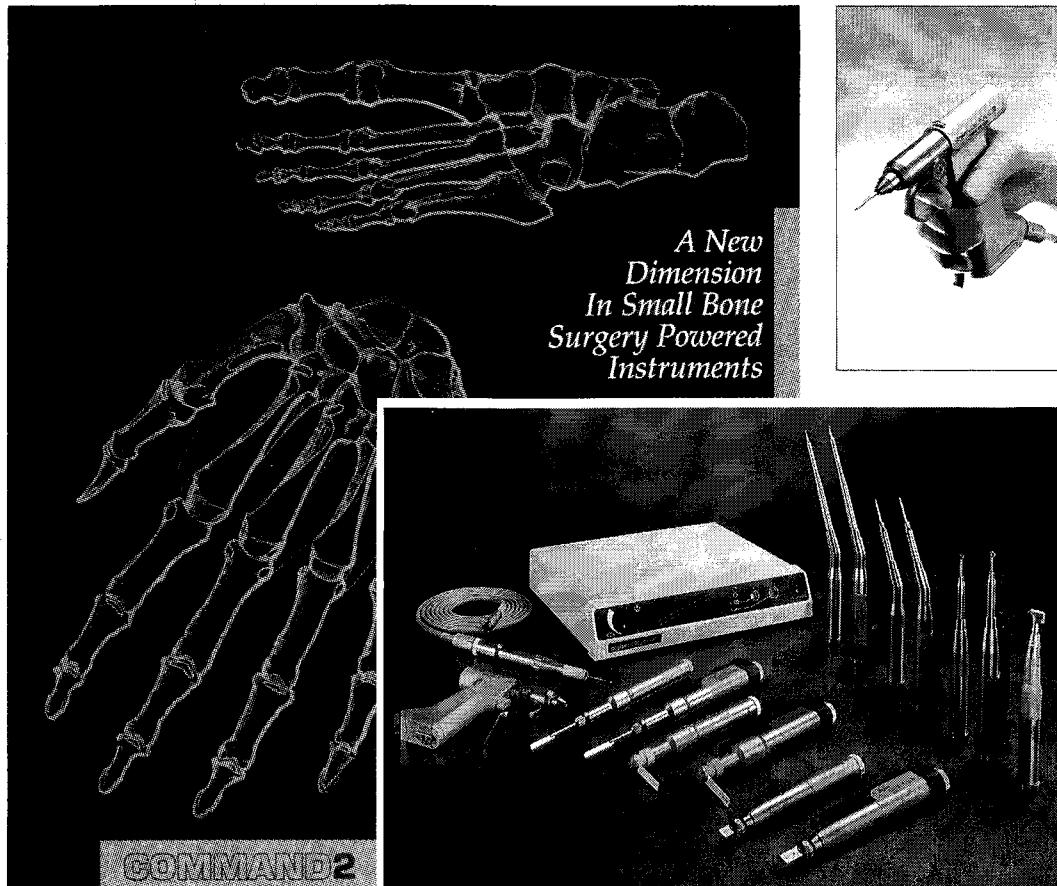
シオノギ製薬  
大阪市中央区道修町3-1-6 〒541

医療に貢献・社会に奉仕

## 電動式 マイクロシステム コマンド2

**stryker**

米国 ストライカー社



手の外科・足の外科・脊椎外科をはじめとするあらゆるマイクロボーンセージェリーに最適な、電動式ハンドピースです。

承認番号：5B輸第164号

- 豊富なハンドピース  
3種類の鋸刃ハンドピース  
4種類のドリルハンドピース  
ワイヤーピンドライバー
- 選べるコントロールスイッチ  
デリケートなコントロール  
ができるハンドスイッチ式  
とフットスイッチ式

- 高性能／高信頼度のブラッシュレスDCモーター
- 正確な骨切除を提供する薄さ0.4mmの鋸刃
- 流量をコントロールできるオートイリゲーター(オプション)

日本総代理店

株式会社  
**松本医科器械**  
MATSUMOTO MEDICAL INSTRUMENTS, INC.  
541 大阪市中央区淡路町2丁目4-7  
TEL (06) 203-7651 FAX (06) 226-1713

東京支店 TEL (03) 3814-6683 FAX (03) 3815-4341  
札幌(011) 727-8981 仙台(022) 234-4511 横浜(045) 423-3911  
名古屋(052) 264-1481 金沢(0762) 23-5221 広島(082) 223-4571  
福岡(092) 474-1191 浦和(048) 825-2110

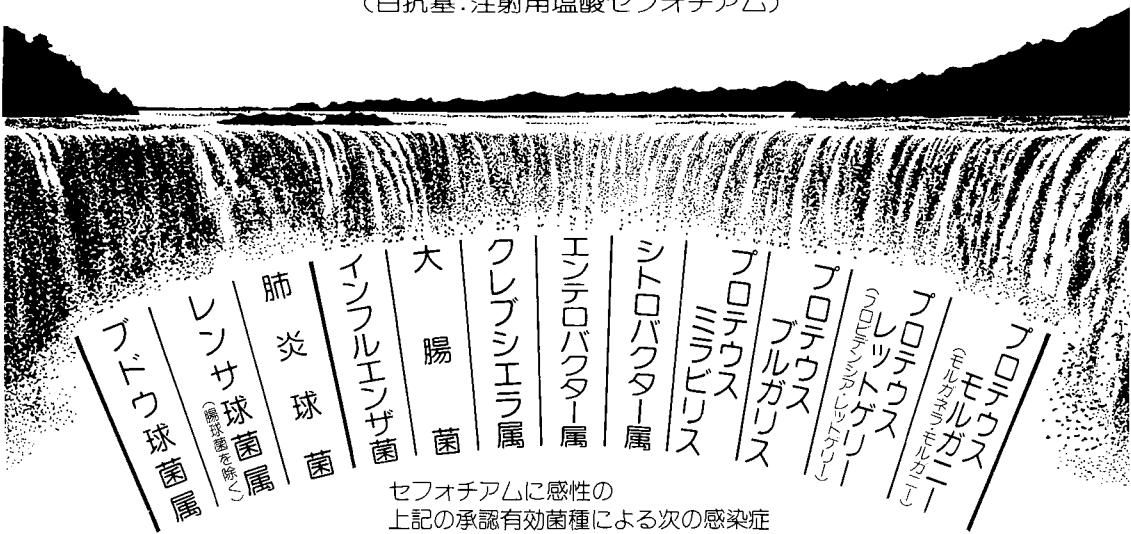
# 注射用セフェム系抗生物質製剤

(要指)

# パンスボリン®

静注用0.25g・0.5g・1g / 筋注用0.25g

(曰抗基: 注射用塩酸セフオチアム)



セフオチアムに感性の  
上記の承認有効菌種による次の感染症

- 敗血症
- 術後創・火傷後感染、皮下膿瘍、よう、癰、嚢腫症
- 骨髓炎、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
- 腎盂腎炎、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、パルトリーン腺炎
- 中耳炎、副鼻腔炎

## 使用上の注意(静注用)

本剤の使用にあたっては、耐性菌の発現等を防ぐため、原則として感受性を確認し、疾病の治療上必要な最少限の期間の投与にとどめること。

### 1.一般的注意

(1)ショックがあらわれるおそれがあるので、十分な問診を行うこと。なお、事前に皮膚反応を実施することが望ましい。(2)ショック発現時に救急処置のとれる準備をしておくこと。また、投与後患者を安静の状態に保たせ、十分な観察を行うこと。

### 2.次の患者には投与しないこと

本剤の成分によるショックの既往歴のある患者。3.次の患者には投与しないことを原則とするが、特に必要とする場合には慎重に投与すること。本剤の成分又はセフェム系抗生物質に対し過敏症の既往歴のある患者。

### 4.次の患者には慎重に投与すること

(1)ベニシリソ系抗生物質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、蕁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)高齢者(「高齢者への投与」の項参照)。(5)経口摂取の不良な患者又は非経口栄養の患者、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)。

### 5.次の副作用があらわれることがある

(1)ショック: まれにショックを起こすことがある。

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、発汗等の異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。(2)過敏症: 発疹、蕁麻疹、紅斑、搔痒、発熱、リンパ腺腫脹、関節痛等があらわれることがあるので、このような場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。(3)腎臓: まれに急性腎不全等の重篤な腎障害。定期的に検査を行うなど観察を十分に行い、異常が認められた場合には、投与を中止し、適切な処置を行うこと。(4)血液: ときに貧血、顆粒球減少、好酸球增多、血小板減少、また、まれに溶血性貧血等。(5)肝臓: ときにGOT、GPT、AL-Pの上昇等。(6)消化器: まれに偽膜性大腸炎等の血便を伴う重篤な大腸炎。腹痛、頻回の下痢があらわれた場合には直ちに投与を中止するなど適切な処置を行うこと。また、ときに恶心、下痢、また、まれに嘔吐、食欲不振、腹痛等。

(7)呼吸器: まれに発熱、咳嗽、呼吸困難、胸部X線異常、好酸球增多等を伴う間質性肺炎、PIE症候群等。このような症状があらわれた場合には投与を中止し、副腎皮質ホルモン剤の投与等の適切な処置を行うこと。(8)皮膚: まれに皮膚粘膜眼症候群(Stevens-Johnson症候群)、中毒性表皮壊死症(Lyell症候群)があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認めら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および筋注用の使用上の注意は、添付文書をご参考ください。

(資料請求先)

武田薬品工業株式会社

〒541 大阪市中央区道修町四丁目1番1号

(1993-3-PAN B51-25)



PANSPORIN®



# 経皮吸収時代

Inteban®  
Catlep®

## ® インテバン® クリーム 外用液 貼付剤 カトレップ®

### ●一般名 インドメタシン

### ●効能・効果

下記疾患並びに症状の鎮痛・消炎  
筋肉痛、肩関節周囲炎、外傷後の腫脹・疼痛、  
腱・腱鞘炎、腱周囲炎、上腕骨上顆炎〔テニ  
ス肘等〕、変形性関節症

### ●用法・用量

#### 〈インテバンクリーム〉

症状により、適量を1日数回患部に塗擦する。  
〈インテバン外用液〉

症状により、適量を1日数回患部に塗布する。  
〈カトレップ〉

1日2回患部に貼付する。

### 使用上の注意

#### 1.一般的注意（インテバンクリーム・外用液・カトレップ）

(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)皮膚の感染症を不活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

「インテバンクリーム・外用液」

本剤に対して過敏症の既往歴のある患者

「カトレップ」

本剤又は他のインドメタシン製剤に対して過敏症  
の既往歴のある患者

#### 3.副作用

「インテバンクリーム・外用液」

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。

「カトレップ」

皮膚：ときに瘙痒、発赤、発疹、ヒリヒリ感及び  
腫脹があらわれることがある。これらの  
症状が強い場合は使用を中止すること。

#### ■その他の使用上の注意、取扱い上の注意等につい ては、添付文書をご一読ください。

カトレップ製造元 帝國製薬株式会社

薬価基準収載

資料請求先

住友製薬株式会社

〒541 大阪市中央区道修町2丁目2番8号

