

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

第8卷・第3号

Vol. 8 No. 3, 1991

# 日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



矢島

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、エド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・腱鞘炎・腱周囲炎、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 ときに発赤、瘙痒、また、まれに発疹、皮膚炎、皮膚剥離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

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・ウエルク製薬会社

ドイツ・ミュンヘン

1189

# 日本手の外科学会会則

## 第1章 総 則

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

第2条 本会は、手の外科の進歩発展を図るのを目的とする。

第2項 この目的のために、本会は研究教育活動を組織し学術集会を開催する。

第3条 本会の事業年度は、総会後に始まり、翌年の総会日を以っておわる。

## 第2章 会員および会費

第4条 会員を、正会員、名誉会員および特別会員とする。

第5条 正会員は医師にして、本会の目的に賛同し、会費を納めるものとする。

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

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

第2項 退会希望者は、退会届を本会事務局に提出するものとする。

第7条 会費は年額9,000円とする。

第8条 正会員にして、3年間会費を納めない者は、退会と認める。

すべて、既納会費は還付しない。

## 第3章 役 員

第9条 本会に次の役員を置く。会長、副会長各1名。監事2名。

評議員若干名。必要により書記を置くことができる。

第10条 会長は、本会を代表し、会務一切を統括する。

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

第3項 監事は本会の会計を監査する。

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

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

## 第4章 総 会

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

第13条 翌年度総会と期日は、次期会長がこれを定める。

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

第15条 学術集会における、発表は次項によるものの他は会員に限る。

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

## 附 則

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

第17条 本会の事務局は、九州大学医学部整形外科学教室内におく。

## 附 則

本会則は、昭和59年5月9日より適用する。

## 附 則

本会則は、昭和61年5月9日より適用する。

## 「日本手の外科学会雑誌」投稿規定

- 1) 本誌は年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) 図および写真是正確、鮮明なものとし、それらの説明文および表はすべて英文とする。(挿入位置は、本文原稿の欄外に指定しておくこと。)図、表の番号は、Fig. 1, Fig. 2, ……, Table 1, Table 2, ……などを使用する。

- 9) 学会中の質疑応答の記載については、質疑および応答内容が共に提出されているもののみを学術集会発表論文に記載する。
- 10) 引用文献は重要なものにとどめ、論文の最後にアルファベット順に並べ、本文中に見出し番号を入れ、その記載法は次に従うこと。不備のものは削除することがある。
- a) 雑誌は著者名(姓を先に) 標題、誌名、巻:ページ、発行年。  
例えは、和文論文は、  
津山 直一 他:末梢神経損傷の種種相。災害医学, 11:1-15, 1968.  
英文論文は、  
Boyes, J. H., et al.: Dupuytren's disease involving the volar aspect of the wrist. Plast. Reconstr. Surg., 41: 204-207, 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。  
例えは、  
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、あらかじめ承られたい。
- 13) 原著は、論文が当事務局へ到着した日を受付日とする。
- 14) 掲載料は、学術集会発表論文の場合、本文、図、表、写真を含めて4頁以内17,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし、図、表、写真は、4個まで無料とするが、これを超えるものは実費負担とする。学術集会発表論文以外の論文では、10頁以内1頁につき7,000円とし、これを超えるものは実費負担とする。ただし図・表・写真は実費負担とする。また抄録等は1頁につき7,000円とする。

参考

- ・図の組合せは文字の大きさが変ると各々を1個と数える。
- ・表は1表を1個とする。
- ・複数の写真を組合せて1つの図とする場合は、各写真の左下にA, B, C, の記号をロットリング、インスタントレタリング等で記入した上で合成すること。
- ・組合せ写真になつてない場合は各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

### 腱—基礎—

- 組織培養による屈筋腱損傷の修復過程の観察 ..... 松 田 智・他 ..... 423  
*S. Matsuda, et al.: An Experimental Study on Healing Process of Flexor Tendon Injury by Tissue Culture*
- 腱縫合法の実験的研究（第1報） ..... 土 田 浩 之・他 ..... 428  
*H. Tsuchida, et al.: Experimental Study of the Tendon Repair: 1st Report (Biomechanical Study to Prevent Gap Formation with Dogs)*
- 手関節背屈位と指伸筋腱の滑動域の関係について ..... 南 川 義 隆・他 ..... 435  
*Y. Minamikawa, et al.: Wrist Position and Extensor Amplitude Following Repair*
- 手指屈筋腱損傷の癒着におよぼすヒアルロン酸膜の影響（第2報） ..... 伊 藤 和 生・他 ..... 438  
*K. Itoh, et al.: Hyaluronic Acid Membrane and its Effect on Adhesion Formation of Digital Flexor Tendon Injuries*
- Polyglactin 910 を用いた腱癒着防止に関する基礎的研究（第3報） ..... 美 崎 晋・他 ..... 444  
*S. Misaki, et al.: An Experimental Study on Inhibition of Tendon Adhesion by Using Polyglactin 910 Mesh*

- 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 ..... 菅 俊 光・他 ..... 451  
*T. Suga, et al.: Hemostasis and Thermal Damage During Flexor Tendon Surgery —An Experimental Study—*

### 腱—臨床—

- 小児屈筋腱損傷の治療成績 ..... 土 金 彰・他 ..... 455  
*A. Tsukihane, et al.: Clinical Result of Flexor Tendon Injuries of the Hand in Children*
- 小児手指屈筋腱損傷と患指成長障害 ..... 梅 村 元 子・他 ..... 459  
*M. Umemura, et al.: Growth Disturbance of the Fingers Related to Flexor Tendon Injuries in Children*
- No man's land 内屈筋腱損傷の検討 ..... 西 島 直 城・他 ..... 464  
*N. Nishijima, et al.: Management of Flexor Tendon Injuries in Zone 2*
- Zone IIにおける屈筋腱損傷の治療経験 ..... 田 中 寿 一・他 ..... 468  
*J. Tanaka, et al.: Primary Repair of Flexor Tendon Laceration in Zone II*

- 指PIP関節背側における伸筋腱損傷手術例の検討 .....木野義武・他..... 471  
*Y. Kino, et al.: The Study of Operative Treatment of Extensor Tendon Injury at the Dorsum of PIP Joint*

- 長母指伸筋腱断裂に対する固有示指伸筋腱移行術の検討 .....原 隆久・他..... 476  
*T. Hara, et al.: Follow up Studies of the EIP Transfer for the EPL Rupture*

- 小児弾撥指の発生についての考察 .....村山憲太・他..... 480  
*K. Murayama, et al.: Incidence of the Trigger Finger in Infants*

- Zone II指屈筋腱損傷に対する骨付き腱移植の応用 .....酒井和裕・他..... 485  
*K. Sakai, et al.: Clinical Application of Tendon-bone Grafting for Finger Flexor Tendon Rupture in Zone II*

#### 先天異常—基礎—

- 指節癒合症の実験的研究：第3報  
—関節癒合部の腱形成について— .....高原政利・他..... 489  
*M. Takahara, et al.: Experimental Study on Symphalangism; 3rd Report —Development of Tendon—*

- 先天性手指屈曲変形手内筋の組織化学的検討 .....河井秀夫・他..... 494  
*H. Kawai, et al.: A Histochemical Study on Intrinsic Muscles of Flexion Deformity of the Thumb and Fingers*

#### 先天異常—臨床—

- 橈側列形成不全における母指再建術 .....島田幸造・他..... 498  
*K. Shimada, et al.: Reconstruction of Hypoplastic Thumb in Radial Ray Deficiency*

- 裂手症の形態的研究 .....鈴木正孝・他..... 503  
*M. Suzuki, et al.: Morphological Study for Cleft Hand Complex*

- 尺側列形成不全症の病態 .....渡捷一・他..... 506  
*S. Watari, et al.: Clinical Feature of Ulnar Ray Deficiency*

- 母指低形成症（Blauth分類III型）に対する  
血管柄付足趾関節移植術の経験 .....小野浩史・他..... 510  
*H. Ono, et al.: Vascularized Toe Joint Transfer for Floating Thumb*

#### マイクロサージャリー—基礎—

- Sleeve法による実験的静脈移植の長期観察 .....斎藤覚・他..... 515  
*S. Saitoh, et al.: A Long-term Observation of the Experimental Vein Grafting with the Sleeve Anastomosis*

- ラットにおけるpedicled venous flap生着の酵素学的証明 .....福居顕宏・他..... 519  
*A. Fukui, et al.: Proof of Plasmatic Imbibition in Rat Pedicled Venous Flap*

## 静脈皮弁の実験的研究

- 皮弁周辺血行の皮弁生着に及ぼす影響について— ..... 平井 利幸・他 ..... 523  
*T. Hirai, et al.: An Experimental Study of the Flow-through Venous Flap*  
—The Effect of Surrounding Tissue Circulation on the Survival of the Flow-through Venous Flap—

## 血管柄付同種関節移植の実験的研究

- 第7報：Cyclosporin A 短期投与群における、移植肢生着に及ぼす  
主要組織適合抗原 (RT1) 亜領域相違の影響— ..... 糸賀 英也・他 ..... 527  
*H. Itoga, et al.: Experimental Studies on Vascularized Allogeneic Joint Graft*  
—7th Report: Effects of the Difference of Histocompatibility Antigen  
on Grafted Joint Treated with Cyclosporin A—

## 超冷凍保存法による軟部組織同種移植（第1報） ..... 平瀬 雄一・他 ..... 531

*Y. Hirase, et al.: Experimental Study on Allo-tissue Graft by Cryopreservation*

## 切断肢のエネルギー代謝に関する実験的研究（第4報）

- 骨格筋内のATP値、尿酸値の変動について— ..... 高橋 文人・他 ..... 535  
*F. Takahashi, et al.: Experimental Study on Energy Metabolism of Amputated Limb*  
—Changes in Skeletal Muscle ATP and Uric Acid Levels—

## 微小動脈吻合後の一過性血流停止が吻合部の

- 血栓形成に与える影響に関する研究 ..... 高井 宏明・他 ..... 539  
*H. Takai, et al.: The Influence of Temporal Hemostasis on Thrombus  
Formation after Microarterial Anastomosis*

## マイクロサージャリー—臨床—

### 上腕骨偽関節に対する血管柄付腓骨移植術の経験 ..... 宮崎 慶太郎・他 ..... 543

*K. Miyazaki, et al.: Non-union of Humeral Shaft Fractures Treated by Vascularized Fibula Graft*

### 指末節切断再接着例の爪変形 ..... 西源三郎・他 ..... 548

*G. Nishi, et al.: Nail Deformity in a Cases of Replanted Digit of the Finger-tip Amputation*

## 橈骨遠位部への切断指異所性再接着による

- 把持機能再建の経験 ..... 浦田 士郎・他 ..... 552  
*S. Urata, et al.: Ectopic Replantation of the Mutilated Digit to the Radius to Provide  
Prehension after Widespread Crushed Amputation of the Hand*

## 遊離筋肉移植術による上肢機能再建

- 手術手技上の問題点について— ..... 伊原 公一郎・他 ..... 557  
*K. Ihara, et al.: Functioning Free Muscle Transplantation Applying to the Upper  
Extremity: with a Focus on the Surgical Procedure*

## Wrap-around flap 法による再建母指の知覚の検討 ..... 林淳二・他 ..... 561

*J. Hayashi, et al.: Sensory Analysis of the Reconstructive Thumb with Wrap-around Flap*

再接着における虚血時間、血管運動反応

- および知覚回復の関連性 ..... 黒島 永嗣・他 ..... 566  
*N. Kuroshima, et al.: Relationship among Ischemia Time, Vasomotor Function and Sensory Recovery in Replantation*

その他—基礎—

- 豆状三角関節軟骨面における解剖学的検討 ..... 津田 敦彦・他 ..... 569  
*A. Tsuda, et al.: An Anatomical Study for the Pisotriquetral Joint*

- 有鉤骨鉤の役割に関する一考察 ..... 古川 英樹・他 ..... 573  
*H. Furukawa, et al.: The Roll of the Hook of the Hamate*

- 指伸筋の解剖学的検討 第1報：筋腹の分裂について ..... 小倉 丘・他 ..... 577  
*T. Ogura, et al.: An Anatomical Study of the Extensor Digitorum Muscle  
—1. The Split of The Muscle Belly—*

損傷骨格筋の修復に関する実験的研究

- 第一5報 切断縫合部縦切片の組織化学的観察 ..... 市川 亨・他 ..... 581  
*T. Ichikawa, et al.: An Experimental Study on Recovery of Lacerated Muscle after Repair  
—Part 5, Histochemical Study of Longitudinal Sections—*

損傷骨格筋の修復に関する実験的研究第6報

- 部分損傷筋の機能的形態的修復 ..... 寺田 信樹・他 ..... 587  
*N. Terada, et al.: An Experimental Study on Recovery of Lacerated Muscle: 6th Report  
(Functional and Anatomical Recovery of Partially Lacerated Muscle)*

- 手関節作動筋群のMOMENT ARMの測定 ..... 大西 信樹 ..... 590  
*N. Ohnishi: Moment Arms of the Wrist Motors and Extrinsic Finger Motors at the Wrist*

- TFCCの神経支配に関する解剖学的検討 ..... 福本 恵三・他 ..... 598  
*K. Fukumoto, et al.: An Anatomical Study of the Innervation  
of the Triangular Fibrocartilage Complex*

手関節三角線維軟骨周辺の病理組織学的

- 免疫組織化学的検討 ..... 木村 元・他 ..... 602  
*H. Kinura, et al.: Pathological and Immunohistochemical Study  
of the Triangular Fibrocartilage of the Wrist Joint*

腱—基礎—

## 組織培養による屈筋腱損傷の修復過程の観察

信州大学医学部整形外科学教室

松 田 智・中 土 幸 男  
斎 藤 覚・保 坂 正 人  
北 側 恵 史

### An Experimental Study on Healing Process of Flexor Tendon Injury by Tissue Culture

Satoshi Matsuda, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Flexor tendon injury is common in hand injury. It is difficult to obtain excellent result due to adhesion and elongation. There is still controversy over the healing process of the flexor tendon after injury. There are two proposed mechanisms; one is an extrinsic healing and the other is an intrinsic healing. We investigated the mechanism of the intrinsic healing using chicken's flexor profundus tendon by tissue culture. The tendon was partially cut transversely and was not repaired in Group I. It was partially cut and repaired with 10-0 suture in Group II. The tendons were cultured and examined at 3, 6, 9 days, 2, and 4 weeks after the operation with light microscope and scanning electron microscope.

After 3 days of culture, we found the small round cells grown on the cut surface of the tendon. The new cells were located dominantly on the periphery of the cut tendon. After 6 days of culture, the round cells became fusiform in shape, increased in number, and appeared to spread to the center of cut tendon from its periphery. At this stage of tissue culture, we also observed the proliferation of the endotenon cells in the longitudinal section of the tendon. By 9 days of culture, almost all the cut surface was covered with the newly grown cells. As a rule, we could recognized greater number of new cells in Group I than Group II.

The cells seen after 3 days culture on the cut tendon surface was thought to derive from the epitelenon cell laver and they play an important roll in the healing process for the first 1 or 2 weeks. Then these cells from the epitelenon met with those from the endotenon. Since the suturing procedure showed to hinder the healing process of an injured tendon, the number of the sutures in tendon repair should be as small as possible if they could hold the cut ends of the tendon in an appropriate position.

### はじめに

手の屈筋腱損傷は、手の外傷の中でも初期治療と後療法の点から、とくに専門的な知識と技術を要する外

傷である。この損傷の初期治療法は徐々に確立されつつあるが、その後療法については、初期の固定を行うものと、早期運動療法を行うものでいまだに議論がある。これは腱の修復機転について、不明な点が多いた

Key words: flexor tendon, intrinsic healing, tissue culture

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

めである。われわれは屈筋腱の初期修復過程のうちの intrinsic healing の機序を知る目的で、組織培養を用いて観察を行った。

### 実験方法

白色レグホン雄2羽を用い、この第3足指の flexor profundus を採取した。腱を長さ約8mmの分節状に切断後、全周の約2/3の切割を作り、10-0ナイロンで縫合したものとしないものの2群を作成した。10%牛胎児血清、硫酸カナマイシン(60mg/l)添加 Medium 199(日本水)を用いて5%CO<sub>2</sub>、37°C、湿度100%の条件下で、ステンレスの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、4週時に取り出し、それぞれの断端部、切割部、縫合部を光顕と走査電顕で観察した。

### 結果

#### 1. 断端部

断端部への細胞の出現は培養3日目にすでに認めら

れた。比較的腱周辺に近い部分に、1~2本の突起を持つ円形の細胞が遊走して来た(Fig. 1-b)。これは走査電顕で確認されるもので、腱中心部でも認めるもののその数は周辺部と比べてわずかである。6日目にはその細胞数は増加し、細胞の形態も紡錘形に変化していく。この紡錘形の細胞が腱断端周辺部を覆うのが観察された(Fig. 1-c)。この時期になって初めて光顕でも断端周囲に細胞の遊走を確認できた(Fig. 2-c)。またこの頃より断端に近い部分の endotenon に腱内の細胞が集積している像を認めた(Fig. 3)。9日目には細胞はさらに数を増して、断端のほぼ全面を覆うようになった(Fig. 1-d)。光顕では明らかに表面を覆う1~4層の細胞として認めた(Fig. 2-d)。2週目、4週目には断端は完全に細胞より被覆されていた。

#### 2. 切割部・縫合部

3日目の表面からの走査電顕での観察では細胞の遊走ははっきりしなかった。しかし、縫合部を徒手的に展開して作成した走査電顕標本では、切割断面にすでに突起を持つ円形細胞はすでに存在していた。6日目、

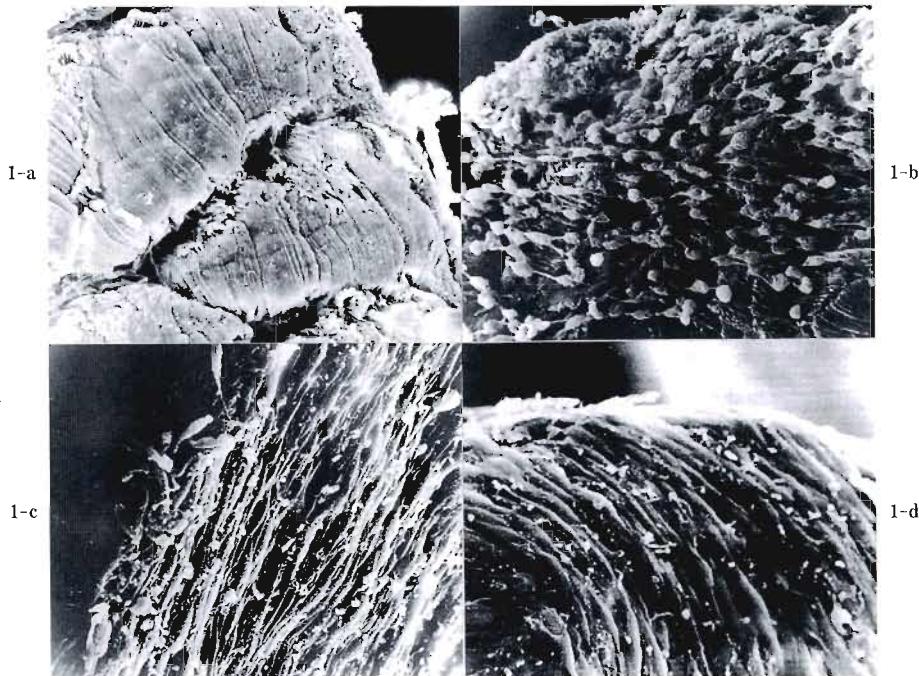
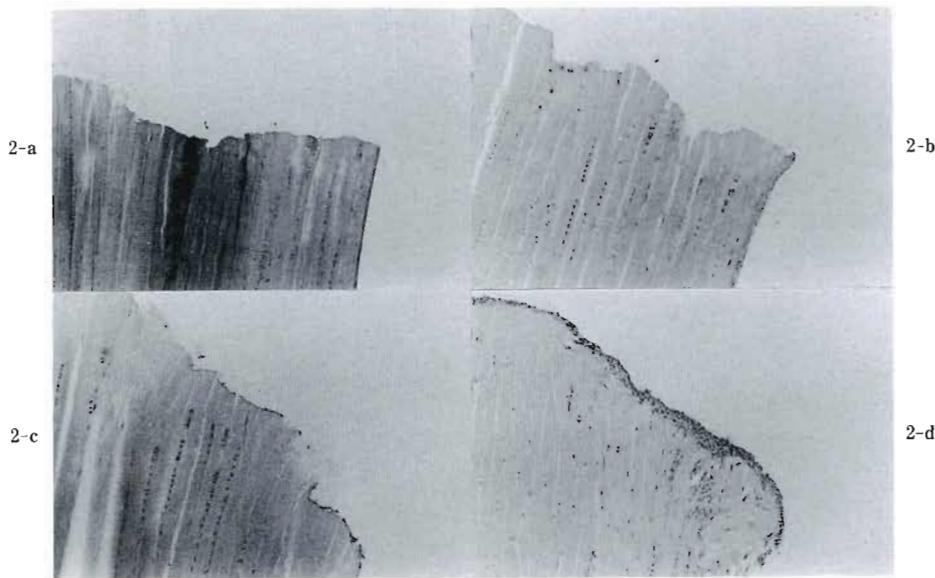
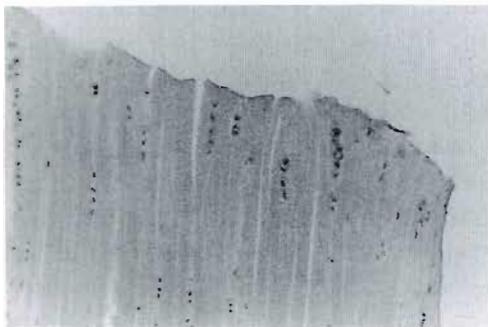


Fig. 1-a Control of the chicken's flexor profundus (SEM ×300)

Fig. 1-b After 3 days of culture. Small round cells grow on the cut surface of the tendon. (SEM ×300)

Fig. 1-c After 6 days of culture. Spindle shape cells proliferated on the cut surface of the tendon. (SEM ×300)

Fig. 1-d After 9 days of culture. Almost all the cut surface of the tendon was covered with fibroblasts. (SEM ×300)

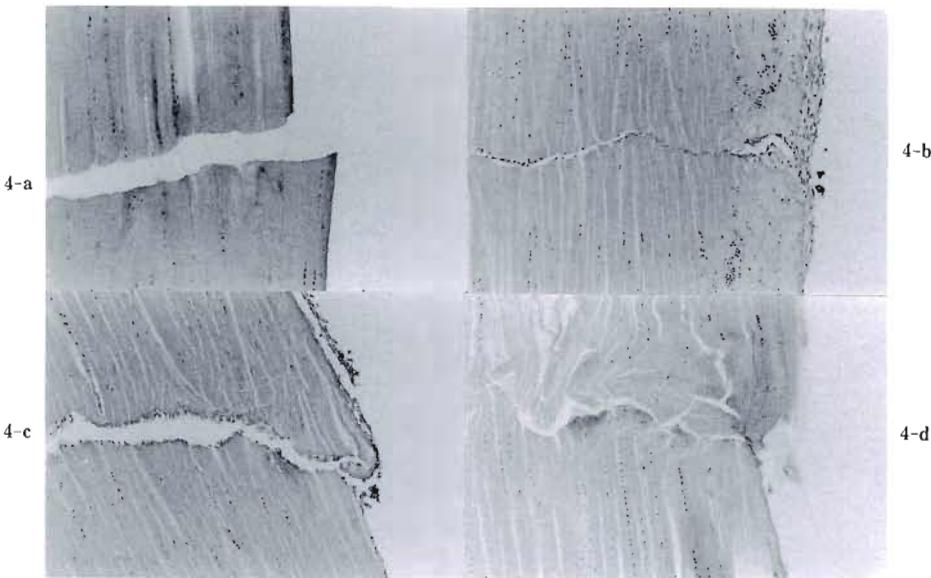
Fig. 2-a Control of the chicken's flexor profundus (HE $\times 100$ )Fig. 2-b After 3 days of culture. New cells can not be found on the cut surface of the tendon. (HE $\times 200$ )Fig. 2-c After 6 days of culture. There are a few cells on the periphery of the cut tendon. (HE $\times 200$ )Fig. 2-d After 9 days of culture. New cells proliferated to make "Capping" on the cut tendon surface. (HE $\times 200$ )Fig. 3 After 6 days of culture. (HE $\times 200$ ) Cells of the endotenon came together below the cut tendon surface.

9日目と、切創部、縫合部の表面に細胞数の増加を認め、切創部の狭いところでは、2週間でその表面の被覆が認められた(Fig. 4-b)。しかし、切創部のギャップの比較的大きい部分では、切創部内部断面には細胞の増生を認めるものの、切創腱同士を架橋するほどのものにはならなかった(Fig. 4-c)。しかし、単なる切創部にはこのように細胞増生が盛んなのに対して、腱縫合部直下では膠原線維の走行が乱れるとともに、切

割断面への細胞の遊走は2週の時点でもまったく認めなかつた(Fig. 4-d)。

### 考 察

腱の intrinsic healing に関しては、種々の動物の屈筋腱が細胞を含まない培地内で修復することにより、腱自体に修復能力があることが証明されている<sup>4)</sup>。最近では、ひとのFDP, FDSにおいても同様の intrinsic healing が証明されている<sup>5)6)</sup>。この修復過程には epitendon と endotenon の双方の細胞が関与しているものとされ、それぞれに腱の断端を覆うことが推測されている。しかしこれらの研究において、1週間以内の比較的早期の修復機転について触れているものの数は少ない。また、epitendon と endotenon がどのような役割をしているのかについてもその詳細は明らかではない。今回われわれは鶏の屈筋腱を培養して、切断後3日、6日、9日という時期の修復過程の観察を中心に行った。腱断端の被覆については、培養後3日目ですでに断端に細胞が遊走して来ていることが判明した。この細胞は腱断端の周辺部に近い部分にそのほとんどが集中していること、徐々に形を変えながら断端中央に拡がることから、epitendon から遊走して來た細

Fig. 4-a Control of the partial cut of the tendon. (HE $\times$ 200)Fig. 4-b After 2 weeks of culture. there are new cells in the gap of more closely coapted area. (HE $\times$ 200)Fig. 4-c After 2 weeks of culture. there are new cells in the opened gap of the tendon. (HE $\times$ 200)Fig. 4-d After 2 weeks of culture. there are not any cells in the gap of the sutured area. (HE $\times$ 200)

胞と思われた。この細胞の形態は、初期にはほぼ円形で、小さな1~2個の突起をもつ細胞である。これが6日目になると、細長いfibroblast様の細胞へと変化してゆく。このころはendotenon周囲の細胞の遊走ははっきりしないが、6日目の腱内部のendotenonに相当する部分に細胞の集積を認めることにより、同部の再生能の活性化が示唆された。Russellら<sup>7</sup>は猿のFDPを培養し、4日目にはepitenonのみ、9日目のepitenonと端断直下のendotenonに免疫組織化学の手法を用いてコラーゲン合成を証明している。また、Garnerら<sup>2</sup>は、鶏の屈筋腱を培養して、培養8日目まではほとんどepitenonのみがコラーゲン合成をするとしている。われわれの観察結果もこれらの文献を支持している。すなわち腱断端のCappingというのは、損傷後3日以内の比較的早期にまずepitenon優位に始まり、これに少し遅れて1週~2週を過ぎた頃よりendotenonの増生もこれに関与して来るものと考えられる。腱に切割を入れたものとその切割部を10-0nylonで縫合したものとの比較では、縫合せずに腱同士の接着しているものではギャップ周囲の被覆と切割内部の被覆がなされたが、縫合していないギャップの大きいところでは、4週になっても周囲の被覆はされ

なかった。縫合した部分では膠原線維の走行が乱れており、切割内部に細胞の増生は認めなかった。これは縫合手技により周囲の細胞自体の損傷があることと、縫合により周囲のepitenonの細胞が入り込めないこと、線維の乱れによりendotenonの遊走が阻まれたことなどが理由として考えられる。Gelbermanら<sup>3</sup>は、犬の屈筋腱を用いた実験で、生体内においてはギャップが小さく、腱同士が接着している部分ではintrinsic healingが主な役割をもつていて、ギャップの大きいところではepitenonの増生があり、このギャップを充填するとしている。培養内では腱の血行が無いためepitenonの増生は弱いが、培養3日目の縫合部を徒手的に展開した標本に、断端に見られたと同様の細胞を走査電顕で確認したことにより、この結果はこの説を裏づけるものと思われた。

### ま と め

1. 鶏の屈筋腱を用いて、腱のintrinsic healingの主に初期の観察を行った。
2. 修復は損傷後3日以内の早期にepitenon優位に始まって、1~2週間後にendotenonも参加するものと考えられた。

3. 縫合糸をかけた腱はその侵襲により、新しい細胞による intrinsic healing が阻害されるため、縫合糸は出来るだけ少ないほうが良いと思われた。

## 文 献

- 1) Farkas, L. G., et al.: Some practical notes on the anatomy of the chicken toe for surgeon investigators. *Plas. Reconstr. Surg.*, 54: 452, 1974.
- 2) Garner, W. L., et al.: Autonomous healing of chicken flexor tendons in vitro. *J. Hand Surg.*, 13-A: 697, 1988.
- 3) Gelberman, R. H., et al.: The early stage of flexor tendon healing: A morphologic study of the first fourteen days. *J. Hand Surg.*, 10-A: 776, 1985.
- 4) Manske, P. R., et al.: Histologic evidence of intrinsic flexor tendon repair in various experimental animals, an in vitro study. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 182: 297, 1984.
- 5) Mass, D. P., et al.: Human flexor tendon participation in the in vitro repair process. *J. Hand Surg.*,

14-A: 64, 1989.

- 6) Mass, D. P., et al.: Participation of human superficialis flexor tendon segment in repair in vitro. *J. Orthop. Res.*, 8: 21, 1990.
- 7) Russell, J. E., et al.: Collagen synthesis during primate flexor tendon repair in vitro. *J. Orthop. Res.*, 8: 13, 1990.

質 問 新潟手の外科研究所 田島 達也  
Epitenon と visceral membrane は同じとお考えですか。

回 答 信州大学整形外科 松田 智  
腱の epitenon とその周囲の滑膜の壁側というのは、その境界では区別がむづかしく、実際には区別不可能と思われます。

今回の実験では、肉眼的に滑膜をすべて切除して施行しました。

## 腱縫合法の実験的研究（第1報）

山形大学医学部整形外科学教室

土田 浩之・高柳 誠  
山本 博司・佐藤 信幸  
渡辺 好博

Experimental Study of the Tendon Repair : 1st Report  
(Biomechanical Study to Prevent Gap Formation with Dogs)

Hiroyuki Tsuchida, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Yamagata University School of Medicine

Gap formation after tenorraphy causes re-rupture and adhesion. We studied to prevent gap formation about suture methods and suture materials.

### Materials & Methods

We used canine flexor tendons *in vivo* and *in vitro*, and measured by tensile testing machine made by Tohoku Ricoh co. ltd. The tensile data are transferred to the computer (NEC PC-9801), and we studied the change of on the computer display.

Experiment 1: Immediate tensile strength Kessler, Loop (Tsuge's method) and Double Loops method with and without running peripheral suture. Result: Double Loops method has a highest strength among three suture methods, but the tensile strength from separation to gap 3 mm at the suture site is lower than only running peripheral suture. Each suture method using Nylon can not concentrate the strength from separation to gap 3 mm at the suture site. It will be able to get high tensile strength using more inextensible suture material. And we think to cooperate the strength of running peripheral suture makes higher tensile strength.

Experiment 2: Chronological change of strength Kessler, Loop, Double Loops method with running suture at 1 week and 3 weeks after surgery. Result: Double loops method with running suture has highest tensile strength in chronological series, too.

Experiment 3: The tensile strength of suture materials: Nylon, Polyron (teflon coated braided polyester), Ethibond (polybutylate coated braided polyester) and Steel. Result: Steel and Ethibond have high tensile strength over 3000 g, and are inextensible materials. But steel is not easy to use. Polyron has lowest tensile strength among four suture materials. But Polyron is lower extensible than Nylon. We think that Ethibond is most suitable suture material for tenorraphy.

Experiment 4: The tensile strength using Nylon and using Polyron with Double Loops method. Result: Double Loops with running suture using Polyron has higher strength than that of using Nylon. Tensile strength using Polyron is 3955 g at gap 3 mm, and using Nylon is 2806 g ( $p<0.01$ ). Inextensible suture material is more suitable than high tensile strength material for tenorraphy.

### Conclusion

It is important for preventing gap formation to add running peripheral suture. The tensile

---

**Key words:** flexor tendon repair, biomechanical study, tensile strength, gap formation, suture material

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

strength of Double Loops Method using Nylon is 2,806 g at gap 3 mm, using Polyron (teflon coated braided polyester) is 3955 g at gap 3 mm. The immediate tensile strength of Double Loops Method with running peripheral suture using Polyron is over 3.7 kg, that is FDP pinch power. Inextensible suture materials is suitable for tenorrhaphy.

腱縫合部の離開は著しい張力の低下による再断裂や周囲組織との癒着増強の原因となり、屈筋腱損傷後は、縫合部の離開をきたさない、注意深い後療法が必要である。私達はgap形成をいたしかねない腱縫合法について、主縫合、補助縫合および糸の材質の3点に注目して力学的実験を行い、検討した。

## 実験 1

### 縫合直後の張力

(実験材料) 体重8から12kgの雄の成犬のMP関節レベルの深指屈筋腱を使用した。同部の腱の太さは約3.5mmあり、人の腱の太さ、5mmと比較して、少し細い程度であり、力学的実験に、適した材料であると考えられる。切断肢は零下40度にて凍結保存し、実験時には、室温解凍して使用した。

(縫合の方法) 腱縫合に際しては、主縫合は腱断端より5mm、補助縫合は1.5mmと、糸をかける位置を一定にして、資料を作成した。縫合糸は主縫合には4-0ナイロン、補助縫合には6-0ナイロンを使用した。結紮は、2重結紮の後、単純結紮を2回行う、3回結紮を行った。

(測定方法) 縫合した腱はLoad Cell(東北リコー応用電子研究所製)にて、引っ張り試験を行い、その張力変化はA-Dコンバーターを介してコンピューター上でリアルタイムにモニターした。縫合部の離開およ

びgapの読み取りは、縫合部にスケールをあて、肉眼でおこない、離開時、gap 1mm, 3mm, 5mmの時点でコンピューターのキーを押すことにより、張力変化のグラフ上にその時の値とその時までの最大値が表示されるようにした。引っ張り速度は18.5mm/minと一定にした(Fig. 1)。

(縫合法) 検討した主縫合はKessler法、Loop法、Double Loop法であり、Loop法、Double Loop法については、林ら<sup>1)</sup>と同一の津下の変法で検討した。この3法について、主縫合のみとRunning suture(5針)による補助縫合を加えた群を作成し、それぞれ8本ずつ作成した。なお、Loop法、Double Loop法については、それぞれ腱の腹側で断面積の25%, 40%を把持するようにした。

(結果) Double Loop法にrunning sutureを加えた群がもっとも強い張力を示した(Table 1)。また、主

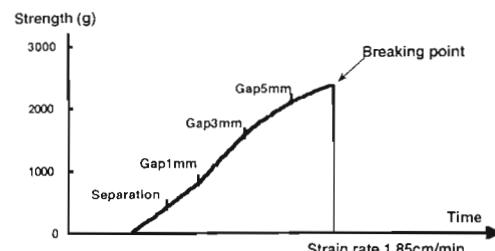


Fig. 1 Tensile curve of the computer display

Table 1 Tensile strength immediately after repair without running suture

	Separation	Gap1mm	Gap3mm	Gap5mm	Maximum
Kessler	0	7**	500**	1081**	1666**
Loop	0	10**	378**	994**	2009**
Double Loops	32	380	1553	2472	2885

with running suture

	Separation	Gap1mm	Gap3mm	Gap5mm	Maximum
Kessler	1354	1950*	2101*	2245**	2277**
Loop	976*	1619*	1798*	1909**	2300**
Double Loops	1679	2572	2806	3053	3372

N=8 in each group

\* : P<0.05 Compared with Double Loops

\*\* : P<0.01 Compared with Double Loops

縫合のみの群は3法とも離開時からgap 3 mmまでは補助縫合を加えた群と比較すると1000 g以上も低値であり、補助縫合は腱を密着させる働きだけでなく、離開に対する張力の面からも非常に重要な役目を担っていることが示唆された。コンピューター上にモニターされた張力変化の波形を検討してみると、補助縫合を加えたKessler法やLoop法では2峰の波を形成しており、最初の波は補助縫合の強さを表し、後半の波は補助縫合を加えないKessler法やLoop法の波と一致しており、主縫合の強さを表していると考えられた(Fig. 2)。このことからも、主縫合のみでは離開の初期において、十分な張力を発揮していないことが示唆される。これに対して補助縫合を加えたDouble Loop法は補助縫合の波に比較的連続して主縫合の波が重なっており、2つの縫合が効率良く働き、合力となって大きな張力を発揮していると考えられた。十分に腱断端を密着させるように主縫合を締めても2峰の波が消失しない要因は、ナイロン自体の持つ伸びやすい性質によるものと考えられた。すなわち、補助縫合では6-0ナイロンを用いたが、腱に糸のかかる距離は

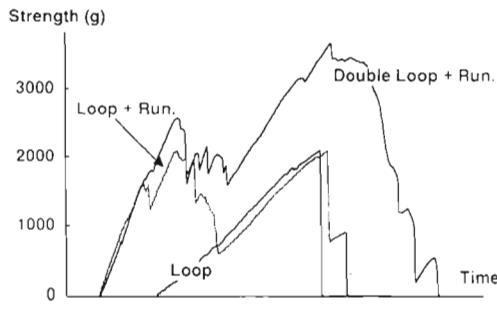


Fig. 2 Tensile Strength Curve of Suture Methods

3 mmと短く、また、5針かけたことで、ナイロン糸の伸びやすい性質は無視できるほど小さなものとなると考えられる。しかし、主縫合の糸のかかる距離が10 mmと大きく、また、Kessler法やLoop法では腱断端を通過する糸が2本のみであるため、糸自体の伸びが無視できないものとなり、このような結果になったと考えられた。また、Double Loop法では通過する糸が4本であるため、結果的に糸の伸びが緩和され、補助縫合に比較的連続して、主縫合の波が重なったと考えられる。したがって、臨床上問題とされる離開からgap 3 mmまでに効率良く大きな張力を生みだすには、主縫合の材質により伸びにくいものを選択し、補助縫合の波と重ねることで、その合力を利用するすることがよいと考えられた。

## 実験 2

### 経時的な張力の検討

実験1により、running sutureを加えたDouble Loop法がもっとも強い張力を有していたが、これを経時的に検討した。

(実験材料と方法) 犬の手関節レベルの長掌筋腱を使用した。同部の腱の太さは約7 mmあり、人の腱よりは若干太いといえる。麻酔はネンブタール0.5 ml/kgを静脈注射し、腱縫合後は手関節90度屈曲位のギブス固定を行った。測定方法は実験1と同様である。検討した縫合法はrunning suture 5針の補助縫合を加えたKessler法、Loop法、Double Loop法の3法である。一般に腱縫合後の張力がもっとも低下する時期とされる術後1週と固定法の場合自動運動を開始する時期である3週について検討した。3群とも1週、3週についてそれぞれ5本作成した。

Table 2 Chronological change of tensile strength

Post op. 1w

	Gap1mm	Gap3mm	Gap5mm	Maximum
Kessler	1841	2137	2216*	2467**
Loop	2017	2192	2349*	2450**
Double Loops	2622	3010	3419	4020

Post op. 3w

	Gap1mm	Gap3mm	Gap5mm	Maximum
Kessler	2396	2873*	3235*	3431*
Loop	2882	3011*	3011**	3203**
Double Loops	3826	4564	5024	5169

N=5 in each group

\* : P<0.05 Compared with Double Loops

\*\* : P<0.01 Compared with Double Loops

(結果)縫合直後の結果と同様に術後1週、3週とも最大張力ではDouble Loop法がもっとも強い張力を示した(Table 2)。しかし、1週ではgap 1 mm 3 mmで、また、3週ではgap 1 mm では有意差ではなく、離開からgap形成初期においては主縫合の違いよりも、補助縫合の張力の影響が大であることを示唆するものと考えられた。コンピューター上にモニターされた張力変化の波形を検討してみると、縫合直後と同様に補助縫合を加えたKessler法やLoop法では明らかな2峰の波を形成しており、補助縫合は経時的に見ても十分に、張力を維持していると考えられた(Fig. 3)。また一般に張力がもっとも低下するとされる1週のDouble Loop法の張力は、Kessler法、Loop法の3週の張力と同等であり、running sutureを加えたDouble Loop法は縫合直後よりの早期自動運動も不可能ではないと考えられられた。

### 実験 3

#### 糸の素材について検討

実験1の結果より、ナイロンより伸びにくい、腱縫合に適した材料について検討した。

(実験材料と方法)ナイロン、ポリロン(teflon coated braided polyester)、スチール、エチボンド(polybutylate coated braided polyester)の4-0糸を用いて検討した。それぞれ、糸を2本束ねて、10 mmの距離で測定した。各糸とも5本ずつ作成した。測定方法は実験1と同様である。

(結果)張力の強さはスチール、エチボンド、ナイロン、ポリロンの順であった(Fig. 4)。スチールは2000 gまでは4種のうちでは、もっとも伸びにくく、2000 gを超えると急に伸びやすくなるが、なかなか切れにくい性質を有しているといえる。エチボンドはスチール

の次に伸びにくく、断裂するまでその性質を保っていた。ポリロンは1500 gまではナイロンよりも伸びにくいが、その後は、ナイロンよりも伸びやすい性質を有しているといえる。また張力も4種の中ではもっとも低値であった(Fig. 5)。以上の結果より、ナイロンよりも伸びにくいという性質からみて、腱縫合に適しているのは、まず、スチール、エチボンドであり、ポリロンに関しては不明という結論であった。また、スチールは縫合がしにくいという大きな欠点があり、4種の中でもっとも腱縫合に適しているのは、エチボンドであろうと考えられた。

### 実験 4

#### ナイロン、ポリロンのLoop針によるrunning sutureを加えたDouble Loop法の比較

(実験材料と方法)現在、市販されているLoop針の素材であるナイロン、林ら<sup>2)</sup>が用いたポリロンについて、Double Loop法にrunning sutureを加えて検討した。犬のMP関節レベルの深指屈筋腱を用いてそれぞれ、8本ずつ作成した。測定方法では実験1と同様で

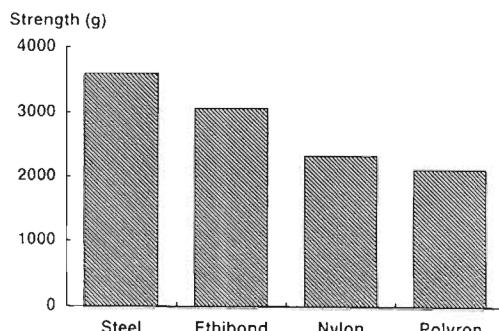


Fig. 4 Comparison of Suture Materials' Strength

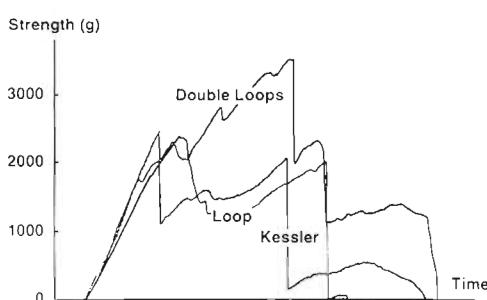


Fig. 3 Comparison of the Tensile Curve of Suture Methods 1 Week after Surgery

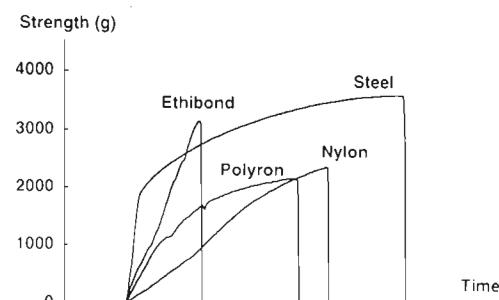


Fig. 5 Comparison of the Tensile Strength Curve of Suture Materials

ある。

(結果)離開時からgap 5 mmまで、また最大値においても、ポリロンのほうが張力が強く、臨床上問題となるgap 3 mmまでの最大張力はナイロンで2806 g、ポリロンでは3955 gと大きな差があった(Fig. 6)。コンピューター上にモニターされた張力変化の波形では、ナイロンでは補助縫合と主縫合の波が判別可能であるが、ポリロンではほとんど不可能であり、補助縫合と主縫合が合力となって大きな張力を発揮したと考えられた(Fig. 7)。したがって、糸の素材としては、ナイロンより最終的な張力が弱くても、負荷の初期に伸びにくい糸であるポリロンのほうが有利であると考えられた。

## 考 案

早期後療法は、縫合部が離開しないような十分な張力をを持つ腱縫合と注意深い後療法が必要であり、ひとたび離開をきたせば、再断裂や癒着の増強により、期待した成績を得ることは困難になる。Seradge<sup>3)</sup>は屈筋腱損傷の臨床例において、腱内に2つのマーカーを

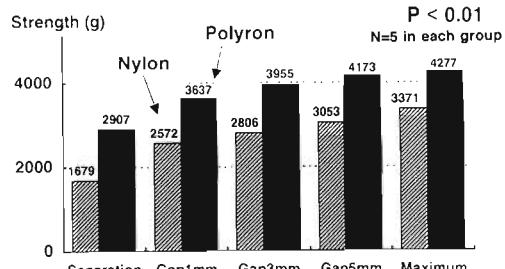


Fig. 6 The Tensile Strength using Nylon and using Polyron

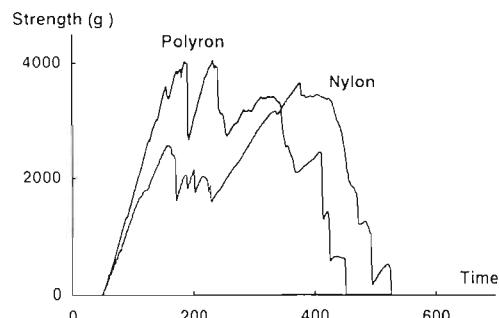


Fig. 7 Tensile Strength Curve using Nylon and using Polyron

入れ、レントゲン計測により、3 mm伸びた例では33%に腱剥離術を要し、4 mm以上では全症例に腱剥離が必要であったと述べている。したがって、腱縫合の張力を問題とする場合には、断裂までの最大張力ではなく、離開からgap 3 mmまでの張力の検討が大切であると考えられる。また、より安全に後療法をおこなうに必要な張力としては、Urbaniak<sup>4)</sup>が述べた、2ポンドの抵抗を加えた場合の1.5 kgが最低の目安とされているが、近年ではDickson<sup>5)</sup>が報告した、FDPのPinch力、平均3.7 kgを超える縫合法がSavage<sup>6,7)</sup>やLee<sup>8,9)</sup>により報告され早期自動運動を臨床例におこなっている。しかし彼らの縫合法は、手技的に複雑であり、縫合時の腱に対する侵襲も懸念され、また、経時的な張力についても検討されていない。糸の素材に関しては、腱縫合に適した材質の条件として、Trail<sup>10)</sup>は、1) 張力が強い、2) 結紮が容易、3) 伸びにくい、4) 組織反応が少い、5) 腱癒合時には十分な張力を保ち、後に吸収される、6) 用いやすいの6つの条件を上げている。Srugi<sup>11)</sup>が報告した糸の組織反応の実験からpolyesterによる炎症の強さはナイロンよりもやや強く、Steelと同程度であり、これにpolybutylateやteflon加工を施した糸はさらに組織反応が弱く、今回の実験結果とあわせて考えれば、Braided polyesterを素材とした糸は非吸収糸であることを除けば、Trailの上げた条件を満たしていると考えられる<sup>12)</sup>。今回の実験から補助縫合は腱を密着させるだけでなく、張力の面からも重要な意味を持つと考えられた。補助縫合には今回用いたsimple running sutureのほかに、結節縫合やより複雑な方法として、Halsted continuous horizontal mattress sutureやLembert running sutureやrunning locking sutureなどが上げられる。Wade<sup>13)</sup>やLin<sup>14)</sup>らも、gap形成を予防するには補助縫合が重要であると考え、これらの複雑な補助縫合が、離開にたいして強い張力を持っていることを示している。しかし、彼らは経時的張力の変化については、検討していない。今回の張力変化の分析から、一般に張力が最も低下するとされる1週においても、補助縫合の波形は明確に観察され、経時にみても、simple running sutureはその張力を保っていると考えられた。したがって、強い張力を持った補助縫合をおこなうことはgap形成を予防するのに最も大切なことであると考えられる。また、主縫合は臨床的に問題となる離開からgap 3 mmまでに大きな張力を発揮させるためには、縫合材料が負荷の初期に伸

びににくい材質を選択することで可能であり、これにより、補助縫合との合力を生みだし、大きな張力を発揮することが可能であるといえる。

### ま　と　め

gap 形成をきたしにくく縫合法について、より人の腱に太さが近い犬の腱を実験に使用し、張力変化の波形を分析した。主縫合、補助縫合、糸の材質の3点に注目して力学的実験をおこなったところ、主縫合の中では Double Loop 法が最も強い張力を有していた。しかし、補助縫合を加えない場合は離開から gap 3 mm までは十分な張力を有しておらず、主縫合の違いよりも、強い張力を持つ補助縫合のほうが、むしろ有利であると推察された。running suture による補助縫合は経時的にも十分な張力を有していることが観察された。負荷の初期において、より伸びにくい糸を主縫合の素材にすることにより、主縫合は離開から gap 3 mm までに十分な張力を発揮し、さらに補助縫合との合力となり、大きな張力として観察された。running suture を加えた Double Loop 法は手技的に容易な縫合法でありながら、gap 3 mm までの張力はナイロンでは 2806 g、ポリロンでは 3955 g を有しており、Gap 形成をきたしにくい、より安全な後療法が可能であるといえる。

### 参　考　文　献

- 1) 林 淳二 他：腱縫合法の基礎的研究、第1報、術直後の Tensile Strength について、日手会誌、1: 58-61, 1984.
- 2) 林 淳二 他：腱縫合法の基礎的研究、第3報、Gap 形成と縫合糸の関連について、日手会誌、3: 462-467, 1986.
- 3) Seradge, H.: Elongation of the repair configuration following flexor tendon repair. J. Hand Surg., 8: 182-185, 1983.
- 4) Urbaniak, J. R., Cahill, J. D., Monterson, R. A.: Tendon suturing methods: analysis of tensile strength. In A. A. O. S. Symposium on tendon surgery in the Hand. St. Louis, The C. V. Mosby Co., 1975, pp. 70-80.
- 5) Dickson, R. A., Petrie, A., Nicolle, F. V. and Calnan, J. S.: A device for measuring the force of the digits of the hand. Biomechanical Engineering, 7: 270-274.
- 6) Savage, R.: In vitro studies of a New method of flexor tendon repair. J. Hand Surg., 10B: 2: 135-141, 1985.
- 7) Savage, R.: Flexor tendon repair using a "SIX

STRAND" method of repair and early active mobilization. J. Hand Surg., 14B: 396-399, 1989.

- 8) Lee, H.: Double loop locking suture: A technique of tendon repair for early active mobilization part I : Evolution of technique and experimental study. J. Hand Surg., 15A: 945-952, 1990.
- 9) Lee, H.: Double loop locking suture: A technique of tendon repair for early active mobilization part II : Clinical experience. J. Hand Surg., 15A: 953-958, 1990.
- 10) Trail, I. A.: An evaluation of suture materials used in tendon surgery. J. Hand Surg., 14B: 422-42.
- 11) Srugi, S. and Adamson, J. E.: A comparative study of tendon suture materials in dogs. Plastic and reconstructive Surg., 50: 1: 31-35.
- 12) Holmlund, D. E. W.: Knot properties of surgical suture materials. Acta Chir. Scand., 140: 355-362, 1974.
- 13) Wade, P. J. E.: Flexor tendon repair: significant gain in strength from the Halsted peripheral suture technique. J. Hand Surg., 14B: 232-235, 1989.
- 14) Lin, G.: Biomechanical studies of running suture for tendon repair in dogs. J. Hand Surg., 13A: 553-558, 1988.

### 質　問・発　言

広島三菱病院整形外科 林 淳二

Nylon は張力に対して伸びやすい欠点を有しているため、polyester が伸びにくく腱縫合糸がより適している点を第 27 回、28 回、29 回の本学会にて発表したものですが、polyester 糸の欠点として摩擦が大きく、腱の内を通しにくい点があり、それをおぎなうために表面を種々のもので coating したものを試作してもらい、最終的に teflon で coating したものを polyron と命名して現在、河野製作所より市販してもらっております。ループ糸のものもあります。polyron の欠点として結繫部がゆるみやすい点があるのですが、先生の使用経験ではいかがでしょうか。

回　答 山形大学整形外科 土田 浩之

ほどけやすいということで 3 回結びました。結び目を腱の長軸方向でなく、横軸にそって行うとほどけにくいようで、そのようにしました。腱を通すときの摩擦は多少ありますが、末梢の方の結び目を形成する場合、一度腱を通したあと、腱を噛まずに腱と糸の間を一本の糸をくぐらせるようにすると腱の approximate も容易となります。

**質問**

腱の中を通すとき腱がほつれたり、腱線維を痛めた  
りということはないということですか。

**回答**

山形大学整形外科 土田 浩之  
テフロンコーティングしてありますので、腱を痛めたり、腱をほつれさせたりすることはありません。

**質問**

新潟手の外科研究所 田島 達也  
実験的に離開が生じにくい、抗張力が高いということは必要ですが、臨床的には血行などの問題もあり抗張力が強いということのみを強調するのはあまり實際

的でないではありませんか。

**回答**

山形大学整形外科 土田 浩之

今回のDouble Loop法は腱の断面の掌側約40%で把持しました。張力が最も低下するのは術後1週間といわれていますがその時点においても他の縫合法と比較して本法は張力の低下が少なかったので、腱断面積の30~40%は噛んでもよろしいかと考えています。*microangiography*についてはまだ検討していませんが、少なくとも1週や3週の時期で組織や張力の面で問題はなかったので血行については問題ないと思います。

## 手関節背屈位と指伸筋腱の滑動域の関係について

関西医科大学整形外科学教室

南川 義隆・神部 賢一

小川 亮恵

Hand Center of Western New York

C. A. Peimer • N. A. Banasiak

## Wrist Position and Extensor Amplitude Following Repair

Yoshitaka Minamikawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Kansai Medical University

Following primary repair of severed extensor tendons, various methods are used to limit tendon adhesions and avoid rupture. Early passive digital motion with wrist extension (a "reverse Kleinert" protocol) has been advocated. However, there are no data to support an optimum wrist position or how much finger motion may safely be permitted. In this study we used eight fresh cadaver arms to measure extensor tendon gliding in Verdan's Zones 3-8 when active grip and passive extension were simulated at different wrist positions. We found that if the wrist is extended more than 21.4°, the extensor tendon glides with little or no tension in Zones 5 and 6 throughout full simulated grip to full passive extension, permitting "passive motion" exercises to minimize tendon adhesions without risking rupture. Additionally, we found that up to 6.4 mm of tendon can be debrided safely if the wrist is splinted at 45° extension and full grip is still permitted postoperatively.

### はじめに

屈筋腱修復後の、Kleinert 法<sup>5)</sup>、Durane 法<sup>3)</sup>は術後 の癒着防止、可動域増大を目的として、広く用いられている。一方、伸筋腱修復後の後療法では、一般に手関節、指関節共に伸展位固定、あるいは Flexion block bar 付き逆 Kleinert 法が提唱されていた。近年、手関節を背屈位で固定し早期他動伸展と、手指の自動完全屈曲を許した方法も報告されている。今回われわれは、死体手を用い伸筋腱の他動伸展と自動屈曲運動による滑動域と、手関節の背屈角度の関係をレントゲン的に調べた。

### 材料および方法

#### 材 料

上腕中央部で切断した新鮮凍結屍体上肢 8 本を用いた。室温で解凍した後、中指総指伸筋腱の走行に沿って、伸筋支帯中枢部より中節骨付着部まで縦切開を加え、paratenon, retinacular ligament に小横切開を加え、中指総指伸筋腱に 1 cm 間隔で 4-0 鋼線の印を付け、X 線撮影によって与えられる像のマーカーとした。鋼線の結びめの先端は腱内に埋め込み、腱の滑動の障害にならないように努めた。

#### 方 法

2 本の Steinmann pin を肘頭部と橈骨遠位部に刺入し、前腕を試験台に固定した。手関節を任意の背屈

Key words : extensor repair, dynamic splint, wrist position, passive motion, amplitude

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

位に固定するために、創外固定器用の装置を試験台に取り付けた。いずれも Steinmann pin が、伸筋腱の滑動を阻害することのないように注意した。深、浅指両屈筋腱の筋腱移行部と重錘とを 2-0 紺糸で連結し自動屈曲を再現させた。指の伸展は指尖部に縫合した糸により検者が他動的に行った。

(1) 第一の実験では手関節を  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  伸展位に固定し、それぞれの角度で、中指を他動的に伸展させた状態と自動的に屈曲させた状態で側面の X 線撮影を行った。これで得られた X 線像で中指総指伸筋腱の滑動範囲をマーカーの移動距離で計測した。この際、個体差をなくすため、データはすべて、65 mm の第 3 中手骨長を標準として換算した。

(2) 指関節の運動による伸筋腱の滑動を計測した後、第二の実験として指関節を最大屈曲位で固定し、手関節を最大伸展位から徐々に屈曲させて、直視下に Zone 8 のマークの移動し始める時点（伸筋腱のたるみの無くなる時点）の手関節背屈角度を求めた。

(3) 次に、中指総指伸筋腱の筋腱移行部で重錘を掛け、伸筋腱を常に緊張させた状態で手関節を他動的に伸展位から屈曲させ、手関節の屈伸運動による伸筋腱の滑動域を求めた。

## 結 果

中指最大屈曲位と伸展位の、伸筋腱の各マークの橈骨からの距離の差（指屈曲による各マーカーの移動距離）を Zone 別に示す（Fig. 1）。中手骨上のマーカー

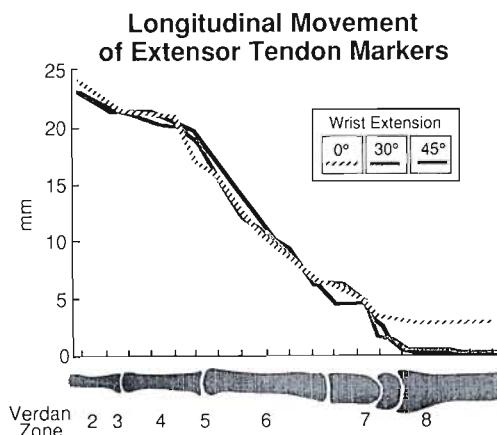


Fig. 1 The excursion of the middle extensor tendon from wrist motion was measured by recording the markers in the tendon.

(Zone 6) は手関節の背屈角度の程度に拘らず MP level で約 15 mm, 中手骨中央部で約 10 mm, 近位部で約 5 mm の移動が見られた。一方、橈骨上のマーカー (Zone 8) は、手関節  $0^\circ$  位では約 3 mm の移動が見られたが、手関節  $30^\circ$  背屈位,  $45^\circ$  背屈位ではほとんど移動が見られなかった。

指関節屈曲位で手関節を屈曲させてゆくと、平均  $21.4^\circ$  で Zone 8 のマークが動き始めた。また、手関節の屈伸による中指総伸筋腱の滑動は、Linear regression slope より  $2.7 \text{ mm}/10^\circ$  であった (Fig. 2)。

## 考 察

腱縫合後の術後早期他動運動には、癒着を起こさないだけの充分な腱の滑動を与え、同時に縫合部には断裂の原因となる緊張をもたらさないことが必要である。Duran によれば屈筋腱は  $3 \sim 5 \text{ mm}$  の滑動があれば、術後の癒着が防止されると言われている<sup>3)</sup>。今回のわれわれの実験によれば、手関節を  $30^\circ$  以上伸展させると中指総伸筋腱は、指の他動伸展に際し、手背部 (Zone 6) で緊張を受けることなく ( $5 \sim 15 \text{ mm}$ ) 滑動することが明らかになった。このことから、手関節  $30^\circ$  背屈位で用いる限り、reverse Kleinert 法は、伸筋腱縫合後の後療法として安全で効果的な方法であるといえる。この際、指関節の屈曲制限 (Flexion block bar) は必要でないばかりでなく、滑動域を考慮すると、屈曲は制限すべきではないと考える。

指の自動屈伸運動では伸筋腱の滑動範囲は関節の回

## Tendon Excursion with Wrist Motion

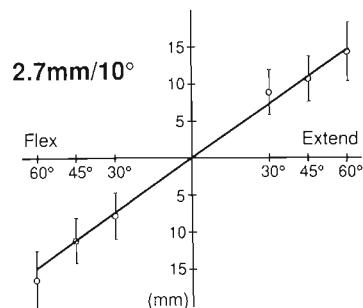


Fig. 2 Longitudinal movement of the tendon markers as the distance of each marker from the radius when the finger is flexed. Proximal five markers showed almost no motion when wrist was positioned at  $30^\circ$  and  $45^\circ$  extension.

転角度と相関関係にある<sup>1)</sup>。しかしながら、手関節伸展位により伸筋腱の緊張を取り除くと、他動伸展により伸筋腱はMP関節の近位でたるみを生じ、実際にはほとんど滑動しない。したがって、Evans<sup>4)</sup>の38.2°のMP関節の屈曲(Flexion block barを使用)で5mmの滑動を生じ、癒着を防止できるという計算は伸筋腱のたるみを考慮していないと言える。われわれの実験では、手指の完全屈曲により少なくとも5mm以上の滑動が得られている(Fig. 2)。

本実験では、指関節屈曲位で手関節を伸展位から屈曲させてくると、21.4°で腱のたるみが消失する。したがって、手関節30°背屈位では30-21.4°、45°背屈位では、45-21.4°の余裕があるためそれぞれ、(30-21.4°)×2.7 mm/10°=2.3 mm、(45-21.4°)×2.7 mm/10°=6.4 mmで計算された長さだけ腱のDebridementが可能であると言える。

実際に、Browneら<sup>2)</sup>は、術後背側ダイナミックスプリントを82手に装着し、手指の屈曲を制限しない方法で、再断裂のない優秀な臨床成績を報告している。彼らは、指の伸展機構は主としてIntrinsic muscleによるため、多少の伸筋腱の癒着は、full gripが障害されても指の伸展には問題なく、機能的に不自由を感じることが少ないので、従来の後療法で見逃されていることが多い点を指摘している。

生体の筋緊張は死体での筋緊張と異なるであろうが、この違いが縫合部での離開を生ずるほどのものでないと仮定して本実験を行った。この実験が、近年、欧米で普及しつつある伸筋腱修復後の早期他動療法の基礎的裏付けとなればと願っている。

## References

- 1) Boys, J. H.: Bunnell's Surgery of the Hand. 4th ed., J. B. Lippincott Co, Philadelphia, 13-20, 1964.
- 2) Browne, E. Z., et al.: Early dynamic splinting for extensor tendon injury. J. Hand Surg., 14A: 72-76, 1989.
- 3) Duran, R. J.: Controlled passive motion following tendon repair in zones 2 and 3. In: AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. The CV Mosby Co, St Louis, 105-114, 1975.
- 4) Evans, R. B., et al.: A study of the dynamic anatomy of extensor tendons and implications for treatment. J. Hand Surg., 11A: 774-779, 1986.
- 5) 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.

質問　　琉球大学整形外科 金谷 文則  
指伸筋腱のdebridementは6.4 mmまで可能とのことですが、臨床例で5 mm以上のdebridementは、手関節中間～屈曲位での指関節の屈曲制限をおこすと思いますがいかがでしょうか。

回答　　関西医科大学整形外科 南川 義隆  
今回の実験は、手関節を背屈させることにより、指伸筋腱の手背部にlagを生ずることを示したもので。“45°背屈位で、最大6.4 mm debridementし得る”という結果も、あくまで計算上のものです。6.4 mmのdebridementにより屈曲の際に伸展拘縮を起こすかどうかにつきましては、コメント出来ません。

## 手指屈筋腱損傷の癒着におけるヒアルロン酸膜の影響 (第 2 報)

札幌医科大学整形外科学教室

伊 藤 和 生・石 井 清 一

長崎大学歯学部口腔生化学

小早川 健・田 中 理

桂 暉 彦

### Hyaluronic Acid Membrane and Its Effect on Adhesion Formation of Digital Flexor Tendon Injuries

Kazuo Itoh, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical College

Hyaluronic acid (HA) has been reported to be effective on reduction of adhesion after digital flexor tendon injuries. In our former study, we applied HAmembrane (HAM; MW:  $80 \times 10^4$ , about 50 mg) on complicated tendon injuries. In this study, we observed the effect of HAM on the union of sutured tendon and on its surrounding scar tissue.

Materials and methods: White Leghorn chickens aged 3 months were used. At the level of middle phalanx of the bilateral 3rd toes, flexor digitorum profundus (FDP) was cut and bony floor was injured with blade. The FDP was sutured by end to end method. Sutured site of the left toe, the FDP was enveloped with HAM [HAM (+) groups]. The right toe was controlled [HAM (-) groups]. The toes were immobilized for 3 weeks and chickens were sacrificed at 3, 6, 12, 24 weeks after operation. Tendon excursion was determined for the ratio of gliding distance of the 3rd toe to that of the 4th toe. Scar tissue was divided into volar and dorsal one. Glycosaminoglycan (GAG) contents of each scar tissue were analysed by two-dimensional cellulose acetate electrophoresis. All the histological specimens were stained with H · E.

#### Results:

1) Gliding excursion: HAM (+) groups was improved compared with HAM (-) groups, especially at 6 weeks (Fig. 2).

2) Histological findings: HAM did not delay the union of sutured tendon. No significant difference was noted between the two groups throughout weeks.

3) GAG analysis: The contents of HA against total GAG increased in HAM (+) groups, especially at 6 weeks. To the contrary, DS increased in HAM (-) groups (Fig. 5).

#### Conclusion:

1) HAM improved gliding excursion without affecting the union of sutured tendon.  
2) This improved effect of HAM may be due to the qualitative changes of surrounding scar tissue.

---

Key words: hyaluronic acid membrane, flexor tendon injury, adhesion, scar, glycosaminoglycans

Address for reprints: Kazuo Itoh, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Sapporo Medical College, Chuo-ku  
Minami 1, Nishi 16, Sapporo 060, Japan.

## はじめに

ヒアルロン酸(以下 HA)が、手指屈筋腱損傷後の癒着防止に効果があるとの報告が多い。しかし、多くは液状の HA を用いた研究である。われわれは HA を膜状にして腱に巻き付ける方法を考案した。第一報では、ニワトリの屈筋腱自身は切断せずに腱の周囲組織に損傷を加えた場合の癒着防止作用を検討した<sup>1)</sup>。今回は実際に腱を切断した HA 膜を使用し、HA 膜が腱の縫合と癒着防止にいかなる影響をおよぼすかを検討した。

## 実験材料と方法

### 1) 実験モデルの作製

生後3ヵ月の白色レグホン(♀)を用いた。塩酸ケタミンにて麻酔を行い、両側の第3趾中節部において、ジグザグの皮切開を加え、腱鞘を切除し深趾屈筋腱(以下 FDP)を露出した。中節のレベルで FDP を切断後、6-0ナイロン糸を用い津下法で縫合し、さらに結節縫合を追加した。その際、腱縫合部の骨床に約1cmにわたりメスで損傷を加えた。以上の操作の後、左側には無菌的に作られたヒアルロン酸膜(分子量80万、乾燥重量50mg、生化学工業提供、以下 HA 膜)を腱縫合部を中心に約1.5cmにわたって巻き付けた(HA(+))群。右側は、そのまま創を閉じて対照群(HA(-)群)とした。術後は、ボクシンググローブ位で3週間固定しその後自由運動を許した。3, 6, 12, 24週目にそれぞれ5羽ずつ屠殺して以下の観察を行った。

### 2) 腱の滑動性の測定

術後6, 12, 24週目に第3, 4趾のFDPの引出し距離を測定した。隣接趾(第4趾)の引出し距離に対する術趾(第3趾)の引出し距離の比を求めD3/D4×100(%)を腱滑動性<sup>3)</sup>とした。

### 3) 組織学的観察

ニワトリの第3趾中節部を術後3, 6, 12, 24週目に採取し、3.5%ホルマリン液で固定し脱灰操作の後、通常どおりリパラフィン包埋し、H・E染色を行って検鏡した。

### 4) 瘢痕組織中のグリコサミノグリカン(以下 GAG)の生化学的分析(Fig. 1)

HA(+)群、HA(-)群とともに、腱縫合部に形成された瘢痕組織を、掌側および背側に分けて採取した。採取した瘢痕組織は、まずプロテオグリカンをグアニジン塩酸で抽出し塩化セシウム密度勾配遠心法で分画

し、次にこの得られた分画に対して、弱アルカリ、およびプロナーゼ処理を行いGAGを得た。得られたGAGは、畠の方法<sup>2)</sup>に従ってセルロースアセテート膜で2次元電気泳動を行い、定性分析した。さらに膜上で分離した各スポットをデンシトメーター(島津製クロマトスキャナCS-930)で測定し全GAGに対する各GAGの相対比を求めた。

## 結果

### 1) 腱の滑動性

術後6, 12, 24週の HA(+)群と HA(-)群の腱滑動

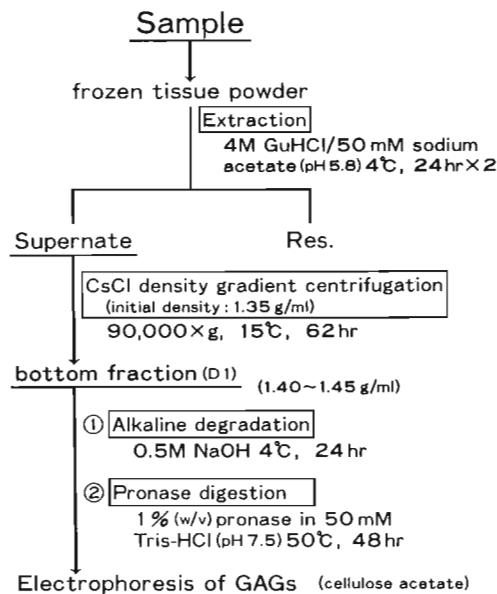


Fig. 1

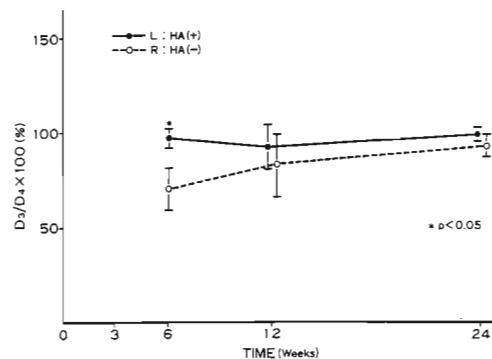


Fig. 2 Gliding Excursion

D3 is gliding distance of the 3rd toe.  
D4 is gliding distance of the 4th toe.

性を Fig. 2 に示した。いずれの週においても、HA(+)群の腱滑動性は HA(-)群より高値を示していた。なかでもとくに術後 6 週では、両群の間に統計的有意差を認めた。

## 2) 組織学的観察

HA(+)群、HA(-)群とともに、術後 3 週目には周囲組織からの肉芽組織の侵入によって腱縫合部は癒合していた。周囲組織との癒着の状態は両群の間で差は認められなかった。両群とも腱縫合部の掌側瘢痕は背側瘢痕より粗であった (Fig. 3A, 3B)。腱縫合部に関しては、両群とも 3 週目の時点では既に collagen fiber は腱長軸方向に並んでおり癒合状態に差は認められなかつた (Fig. 3C, 3D)。術後 6 週目では、両群とも腱周囲に豊富な肉芽組織の存在を認め癒着の状態にも差は認められなかつた。(Fig. 4A, 4B)。術後 24 週目では、両群とも瘢痕組織の量は減少し、腱と周囲組織との間の癒着は散見されるのみであった (Fig. 4C, 4D)。

## 3) 癒痕組織中の GAG の生化学的分析



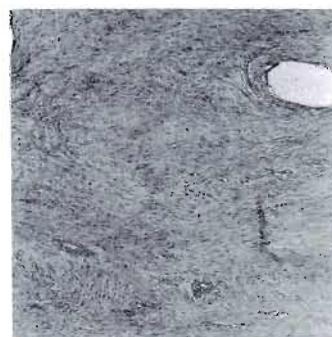
A



B



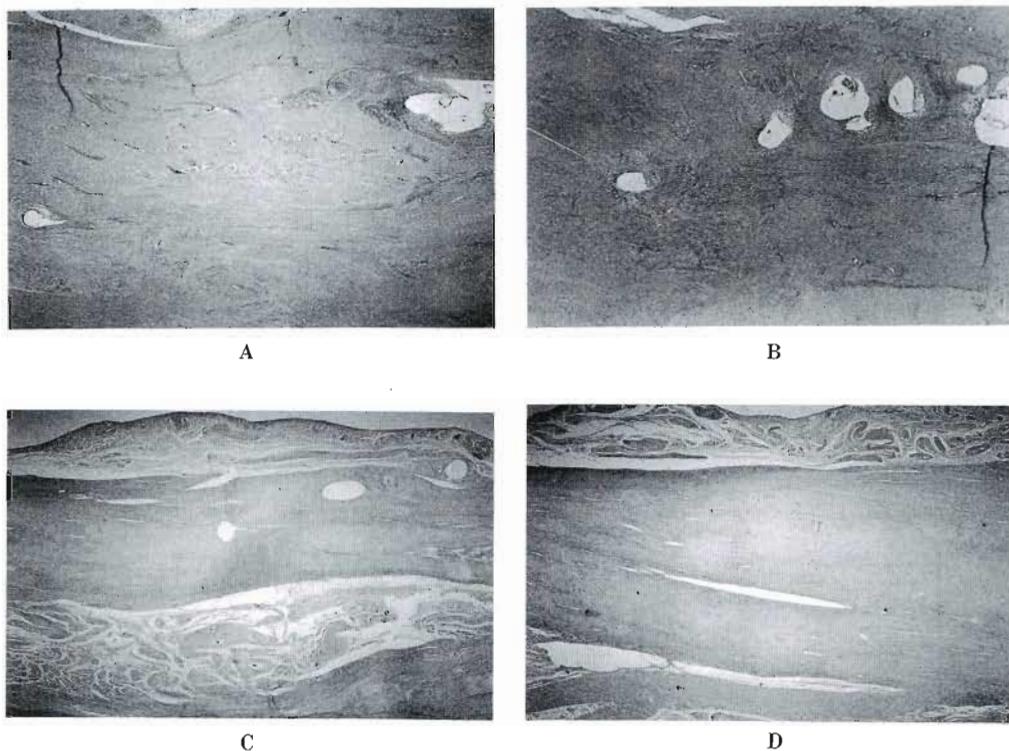
C



D

Fig. 3 (post ope. 3w, H·E)

A: HA (+) ( $\times 40$ ) B: HA (-) ( $\times 40$ )C: HA (+) ( $\times 100$ ) D: HA (-) ( $\times 100$ )

Fig. 4 (H·E,  $\times 40$ )

- A : HA (+) post ope. 6w  
 B : HA (-) post ope. 6w  
 C : HA (+) post ope. 24w  
 D : HA (-) post ope. 24w

6週目で大きく上昇するが、術後12週目では急激に減少（掌側瘢痕）、ないしは緩徐な減少（背側瘢痕）を示した。以後は一定のレベルを維持していた。

掌側と背側瘢痕の比較では、12週以降では後者が明らかに高値を示した。

HA(+)群とHA(-)群との比較では、術後6週目の掌側瘢痕で差を認めた。すなわちHA(-)群で急激な上昇を示したのに対し、HA(+)群で上昇は認められなかった。

#### 考 察

ヒアルロン酸には、1) 潤滑作用 2) 頸粒球、マクロファージの遊走、貧食に対する抑制作用 3) 肉芽形成や繊維形成の抑制作用があるといわれている。指屈筋腱損傷の癒着防止にヒアルロン酸を使用する試みは、こ

の薬剤の上記の性状を利用しようとして生まれている。

今回われわれは、腱の切断縫合実験を行い、HAの癒着防止作用を検討した。その際、HAの作用ができるだけ持続させる目的で、液状ではなく膜状に形成したものを用いた。その結果、術後6、12、24週での腱滑動性は、いずれの時期においてもHA膜使用群の方が優っており、HA膜は腱の滑動性に良好な影響をおよぼしていることを確認した。とくに術後6週で最も大きな差が出ており、HAの癒着防止作用は、術後比較的早期に期待できることを示していた。しかし、この差を組織学的に見いだすことは困難であった。

HAには、angiogenesis抑制作用が報告されており、腱および腱周囲組織の損傷度が強い場合、腱の修復過程を遅延させることが危惧された。しかし、今回

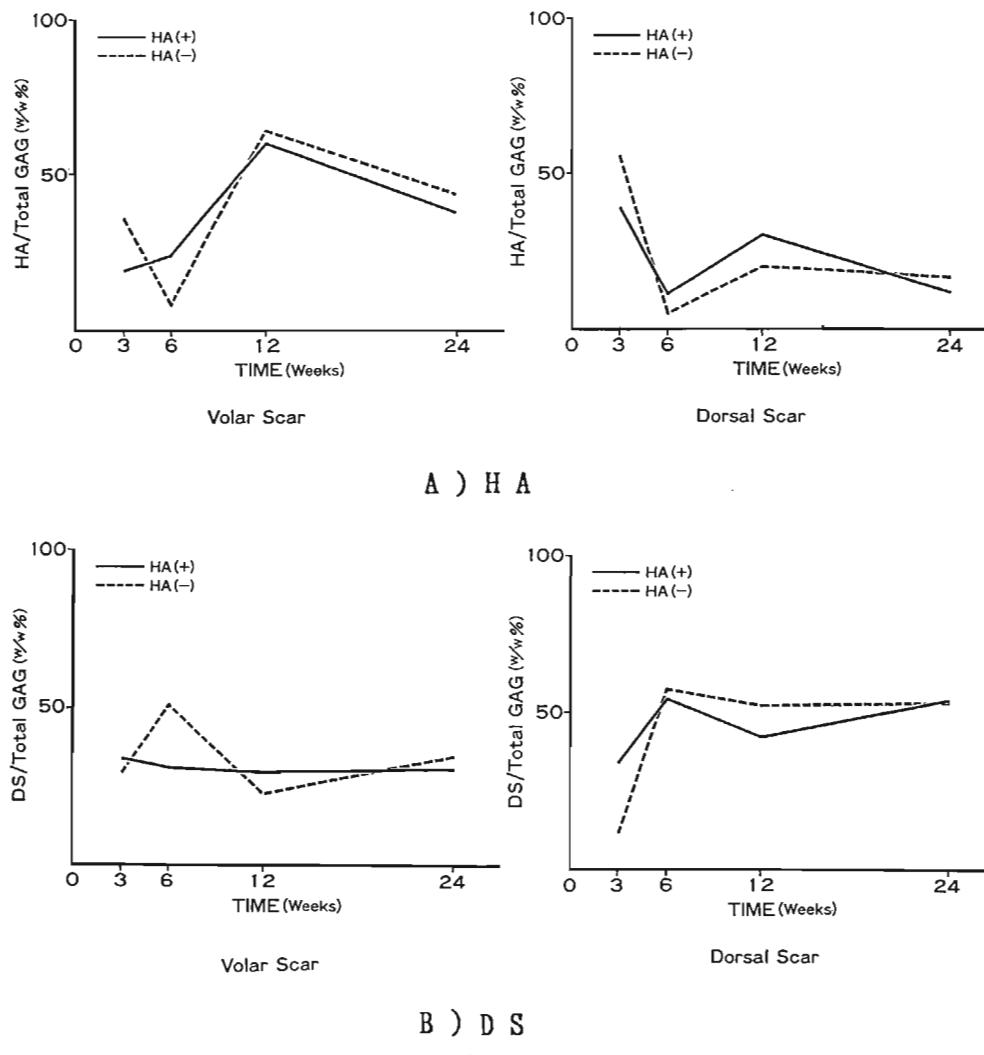


Fig. 5

の実験モデルの組織学的観察では、HA 使用群も非使用群も術後3週目で腱の癒合は完成しており治癒過程に差が無かった。この程度までの損傷に対しては、HAは腱の癒合に悪い影響をおよぼさないことを示していた。

今回のHA膜を用いた実験では、腱縫合部周辺に形成される瘢痕組織中のグリコサミノグリカンについて分析を行い、HA使用群は非使用群に比べHA含有率が高値を示しDS含有率が低値を示すという結果が得られた。HA膜が瘢痕組織に何らかの質的変化をおよぼしていたことを示唆する所見であった。

一般に瘢痕組織にはfavorable scarとunfavor-

able scarが存在し、favorable scarが腱縫合部の周囲に形成されても、腱の滑動性は大きい。しかしunfavorable scarが形成されると腱の滑動性は著しく制限される。われわれのこれまでの研究によると、favorable scarのHA含有率は高く、unfavorable scarではDS含有率が逆に高値を示す(未発達データ)。今回の実験では、術後6週目の瘢痕組織のHA含有率は使用群が非使用群より高値を示している。このことは、少なくとも術後6週目の時点では、HA膜を使用することによってそこに形成される瘢痕組織は、よりfavorable scarに近い性状をそなえていたと言える。

今後は、生化学的アプローチから癒着の性状を分析

していくことによって、腱損傷後に癒着する量と質をコントロールする手段が、更に解明されていくものと思われる。

### 結 語

- 1) ニワトリの深趾屈筋腱の切断縫合実験を行い、ヒアルロン酸膜で縫合部を被覆することによる癒着防止効果を検索した。
- 2) ヒアルロン酸膜は、腱の癒合過程に悪い影響を与えるに、しかも癒着の防止に有効に働くとの結論を得た。腱の滑動性は、術後6週目ではヒアルロン膜非使用群との間に一番大きな差を認めていた。このことは、ヒアルロン酸膜を使用することは、早期に良好な腱滑動性を獲得するのに有利であると考えられた。
- 3) 腱縫合部の周辺に形成される瘢痕組織のヒアルロン酸とデルマタン硫酸の含有率を分析した。ヒアルロン酸膜は、瘢痕組織の質的変化に影響をおよぼしている可能性を示していた。

### 文 献

- 1) 伊藤和生 他：手指屈筋腱損傷の癒着におよぼすヒアルロン酸膜の影響(第1報). 日手会誌, 7: 588-593, 1990.
- 2) 畑隆一郎：酸性ムコ多糖の微量分析法, 蛋白質, 核酸酵素, 18: 843-857, 1973.
- 3) 外田和之 他：手指屈筋腱損傷の癒着に関する研究. 日手会誌, 5: 184-188, 1988.

質問・追加 慶應義塾大学整形外科 内西兼一郎

- ① HY 酸が“膜”となっているのはわれわれの用いた“液”といかなる違いがあるのですか。
- ② 分子量の大小が癒着防止作用に関与すると思うが、分子量はいくつでしたか。
- ③ HY 酸の停済時間はどの位ですか。
- ④ HY 酸は腱癒合を延長させますか。

回 答 札幌医科大学整形外科 伊藤 和生

- ① 膜の場合、血漿を含んでゲル状になるが、損傷部により確実に存続できると思われる。
- ② 80万です。
- ③ 約5日間です。
- ④ 術後3週目では腱癒合状態に差は無い。

質 問 平塚市民病院整形外科 池上 博泰

- ヒアルロン酸を滴下した場合には、2~3日残存していると思うが、ヒアルロン酸膜の場合は、何日ぐらい残存しているのでしょうか。

回 答 札幌医科大学整形外科 伊藤 和生

- ヒアルロン酸膜の残存は、約5日間である (ref: 第1報).

## Polyglactin 910 を用いた腱癒着防止に関する 基礎的研究 (第 3 報)

兵庫医科大学整形外科学教室

美崎晋・田中寿一  
山下仁司・中野利彦  
圓尾宗司

### An Experimental Study on Inhibition of Tendon Adhesion by Using Polyglactin 910 Mesh

Susumu Misaki, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

We have previously studied the tissue compatibility and adhesion-blocking effect of synthetic absorbable polyglactin 910 mesh for use as an adhesion-blocking membrane. It was found that, although the adhesion-blocking effect was sufficient, tendon repair seemed to be somehow delayed. In the present experiment, we aim to make the effect of this mesh on the process of tendon repair more in detail.

In this experiment, the third digits of both feet of 32 chickens were used. After transverse cutting the flexor tendon of the third digit, it was sutured by the Looped-Nylon method using 7-0 monofilament nylon. All the vinculum longus were resected. The chickens were divided into the following four groups:

Group A (synovial sheath preservation group): After suturing the tendon, the synovial sheath was repaired.

Group B (synovial sheath resection group): After suturing the tendon and resecting the synovial sheath, the skin was closed with no subcutaneous suture.

Group C (silicone membrane group): After resecting the synovial sheath, the suture site of the tendon was wrapped with a silicone membrane.

Group D (mesh group): After resecting the synovial sheath, the suture site of the tendon was wrapped with polyglactin 910 mesh.

In all groups, the chickens were immobilized for 4 weeks postoperatively with cast in the tension-reducing position.

At 3, 4, 6 and 8 weeks after the operation, chickens were sacrificed and the tissues of suture site of the tendon was obtained and fixed in 10% formalin for light microscope.

In group A, development of collagen fibers was noted at 4 weeks, and nearly normal tendon tissue was seen at the suture site after 6 weeks. In group B, the vigorous invasion of granulation tissue was already observed after 3 weeks, and even at 8 weeks the arrangement of fibrous cells remained irregular and severe adhesion to the surrounding tissue was noted. In group C, although there was almost no adhesion, tendon repair was poor throughout the whole experiment. At 4 weeks, bridging of the suture site was not found out, and at 8 weeks the suture site was separated in almost

---

**Key words:** adhesion-blocking membrane, flexor tendon, tendon adhesion, tendon repair

**Address for reprints:** Susumu Misaki, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine, 1-1, Mukogawa-cho, Nishinomiya, Hyogo, 663 Japan.

all cases. In group D, there was a delay of about 1 or 2 weeks as compared with group A throughout the experiment, but restoration of almost normal tendon tissue was completed in 8 weeks.

By covering the tendon suture site with polyglactin 910 mesh, there was a delay of 1 or 2 weeks in repairing course of the tendon as compared with that of the group A repairing the synovial sheath. However, the state of repair was obviously better than that silicone membrane.

In conclusion, when polyglactin 910 mesh is used as an adhesion-blocking membrane in suturing the tendon, it does not seem to have any adverse effects on the tendon repair itself.

## はじめに

われわれは、第33回日本手の外科学会および、第5回日本整形外科学会基礎学術集会において、腱癒着防止膜として組織吸収性の polyglactin 910 mesh (以下 PG mesh) を使用し、その組織適合性および癒着防止効果について報告した。その結果、癒着防止といった面では十分効果があるものの、腱の癒合が遅延するものが見られた。今回は、この PG mesh の使用によって腱の癒合過程にどの程度影響があるのかを検討するため実験を行った。

### 材料および実験方法

実験には雌ニワトリ(体重 2.2~2.5 kg)32羽の両側第3趾を使用した。麻酔は sodium pentobarbital の腹腔内投与 (20 mg/kg), および塩酸ケタミン筋注 (30 mg/kg) にて行った。

方法：第3趾中節部で深趾屈筋腱をメスで切離後、鏡視下に 7-0 ループ針を用い腱内縫合し、周辺縫合として 8-0 ナイロン 4 針の結節縫合を加えた。これらを、腱縫合後の操作別に以下に示す 4 群に分けた。

A 群(腱鞘温存群)：腱縫合後、腱鞘を修復したもの。

B 群(腱鞘切除群)：腱鞘を切除し、そのまま創閉鎖したもの。

C 群(シリコン膜被覆群)：腱鞘を切除し、縫合部周囲をシリコン膜で被覆したもの。

D 群(mesh 被覆群)：腱鞘を切除し、縫合部周囲を PG mesh で被覆したもの。

操作後は、tension reducing position で 4 週間ギブス固定し、固定除去後はケージ内を自由に運動させた。各群とも、それぞれ腱縫合後 3, 4, 6, 8 週の時点で屠殺し、組織学的に縫合部の癒合状態を比較検討した。

## 結果

操作後 3 週：A 群では断端間に、毛細血管を取り囲

むように未分化な線維芽細胞が増生、腱長軸にはほぼ垂直に配列していた(Fig. 1a)。B 群では周囲から、不規則な配列の肉芽組織の侵入を認めた(Fig. 1b)。C 群では epitelon cell の増殖はきわめてわずかで、断端間への細胞の入り込みはほとんど見られなかった (Fig. 1c)。D 群では epitelon cell の増殖はあるものの、まだ断端間への細胞の入り込みはわずかであった (Fig. 1d)。

操作後 4 週：A 群では断端間の新生膠原線維が増殖してきたが、一部まだ未分化な線維芽細胞も存在した(Fig. 2a)。B 群では細胞成分に富む肉芽組織が断端部より腱束間まで侵入していた(Fig. 2b)。C 群では増殖してきた epitelon cell が断端部表面を覆っているがまだ架橋はされず、間隙を残したままであった(Fig. 2c)。D 群では胞体が次第に偏平化し、整然と配列するが、まだ細胞成分が多く新生膠原線維への分化はわずかであった (Fig. 2d)。

操作後 6 週：A 群では断端間に新生膠原線維で架橋され、若干細胞成分が多いが正常の腱に近い組織所見であり、癒合はほぼ完了したと考えられた (Fig. 3a)。B 群では断端間が血管新生をともなった肉芽組織で占められていた(Fig. 3b)。C 群では断端間は多数の幼若な線維芽細胞で占められているが、配列は不整で、新生膠原線維はほとんど見られなかった (Fig. 3c)。D 群では、新生膠原線維が増加し腱長軸に平行な配列を示したが正常腱よりは幾分細目の線維であった (Fig. 3d)。

操作後 8 週：A 群ではもはや健常部との境界が判別し難いまで修復が完成されていた(Fig. 4a)。B 群では 6 週の所見と大きな変化は無く、腱周囲は肉芽組織で厚く覆われていた(Fig. 4b)。C 群では、ほぼ全例に縫合部の離開を認めた。離開部は疎な結合組織で占められ、その表面に一層から数層の滑膜細胞類似の細胞が配列していた(Fig. 4c)。D 群では膠原線維は腱長軸と平行に配列し、ほぼ正常の腱組織へと修復されていた (Fig. 4d)。

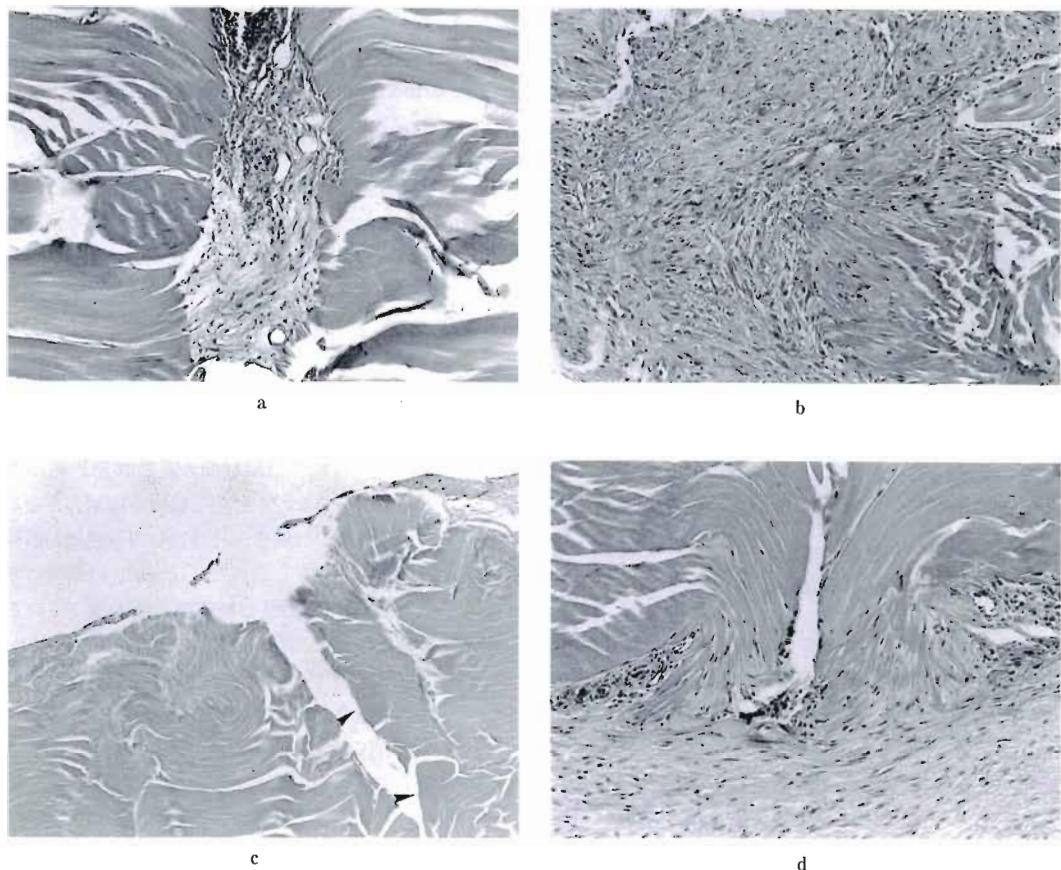


Fig. 1 Microscopic views of cross section of the chicken digits at 3 weeks postoperatively.  
Hematoxylin and eosin ( $\times 50$ ).

- a) Group A: Fibroblasts surrounding blood vessel development is observed in the suture site.
- b) Group B: Note the lots of fibroblasts in the suture site.
- c) Group C: Fibrin clot is evident (arrowhead), and the epitelon is not thickened.
- d) Group D: Epitenon cell proliferation is observed, but no callus formation is shown.

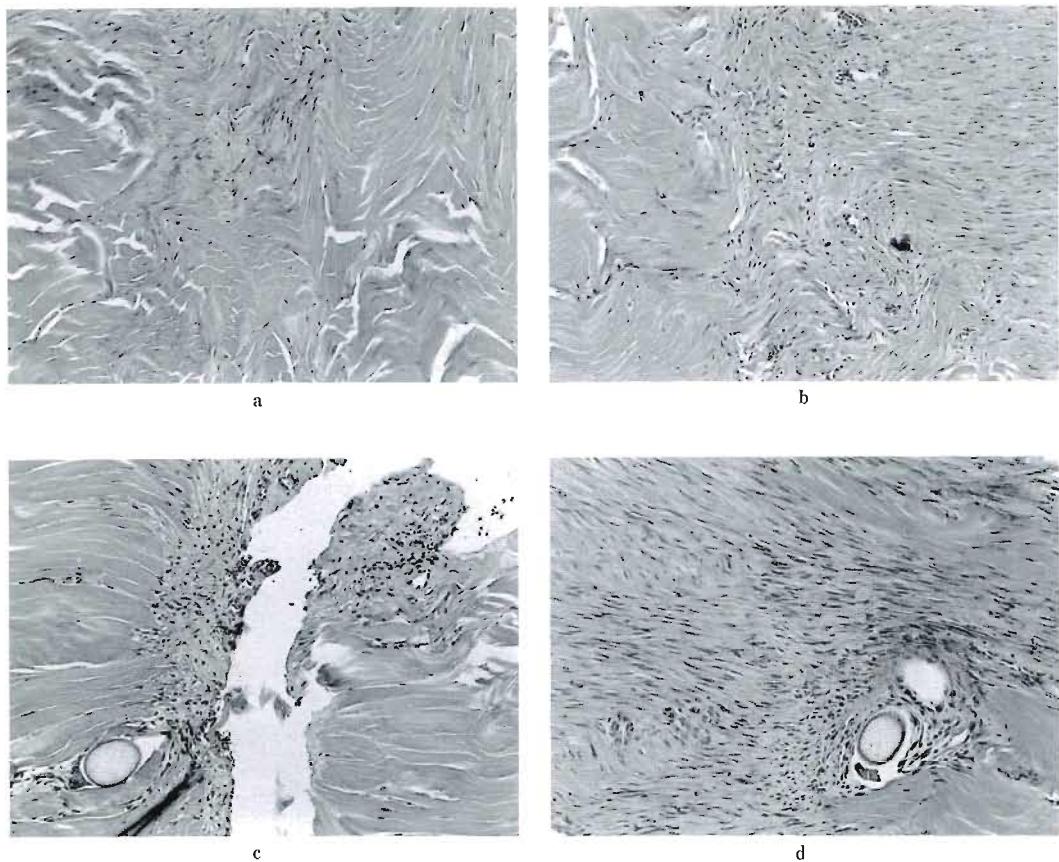


Fig. 2 Microscopic views of cross section of the chicken digits at 4 weeks postoperatively.  
Hematoxylin and eosin ( $\times 50$ ).

- Group A : Note the callus formation by the proliferation and migration of epitendon and endotenon cells into the suture site.
- Group B : Note the thick granulation tissues surrounding the tendon bundle.
- Group C : Epitenon cells are observed migrating into the suture site, but no callus formation is found in this region.
- Group D : Note the epitendon fibroblasts proliferated, migrated into and across the suture site, and bridging the defect.

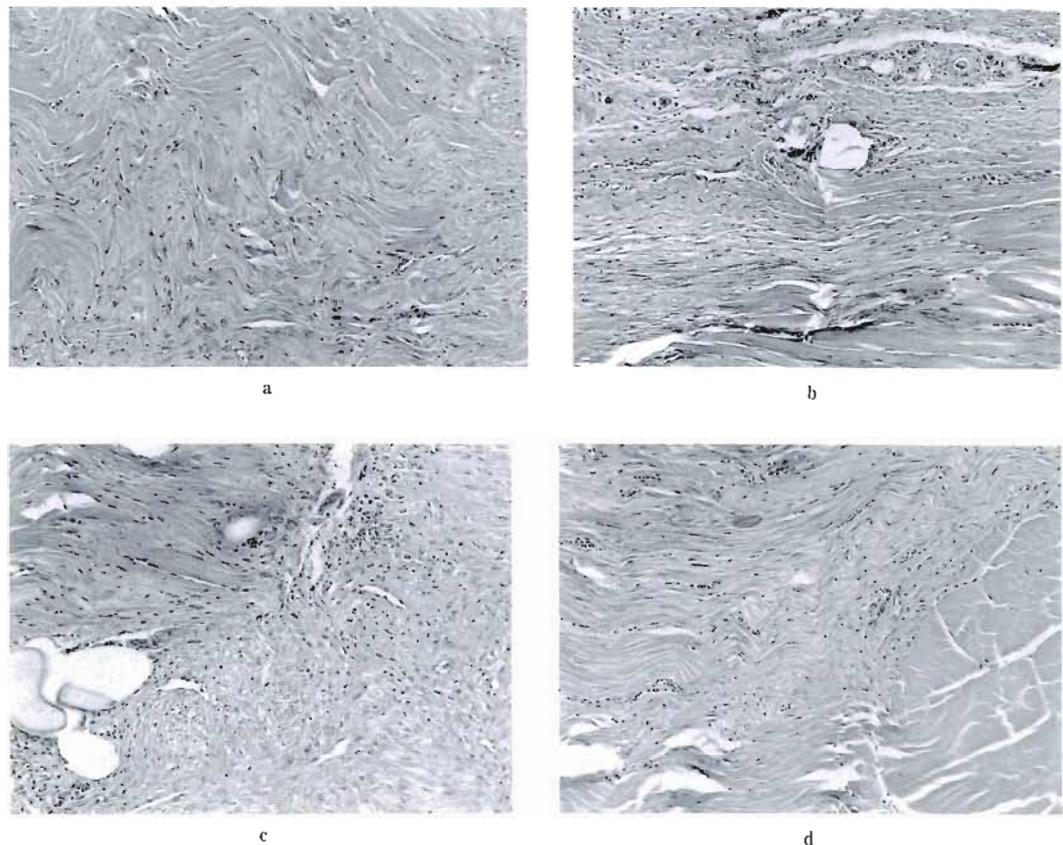


Fig. 3 Microscopic views of cross section of the chicken digits at 6 weeks postoperatively.  
Hematoxylin and eosin ( $\times 50$ ).

- a) Group A : Fibroblasts continue to be visible at the suture site, but are embedded in an extensive network of collagen fibers.
- b) Group B : The vigorous invasion of granulation tissue is observed.
- c) Group C : Proliferation of undifferentiated fibroblasts and other inflammatory cells can be seen at the suture site.
- d) Group D : Bridging of the suture site by collagen fibers is observed.

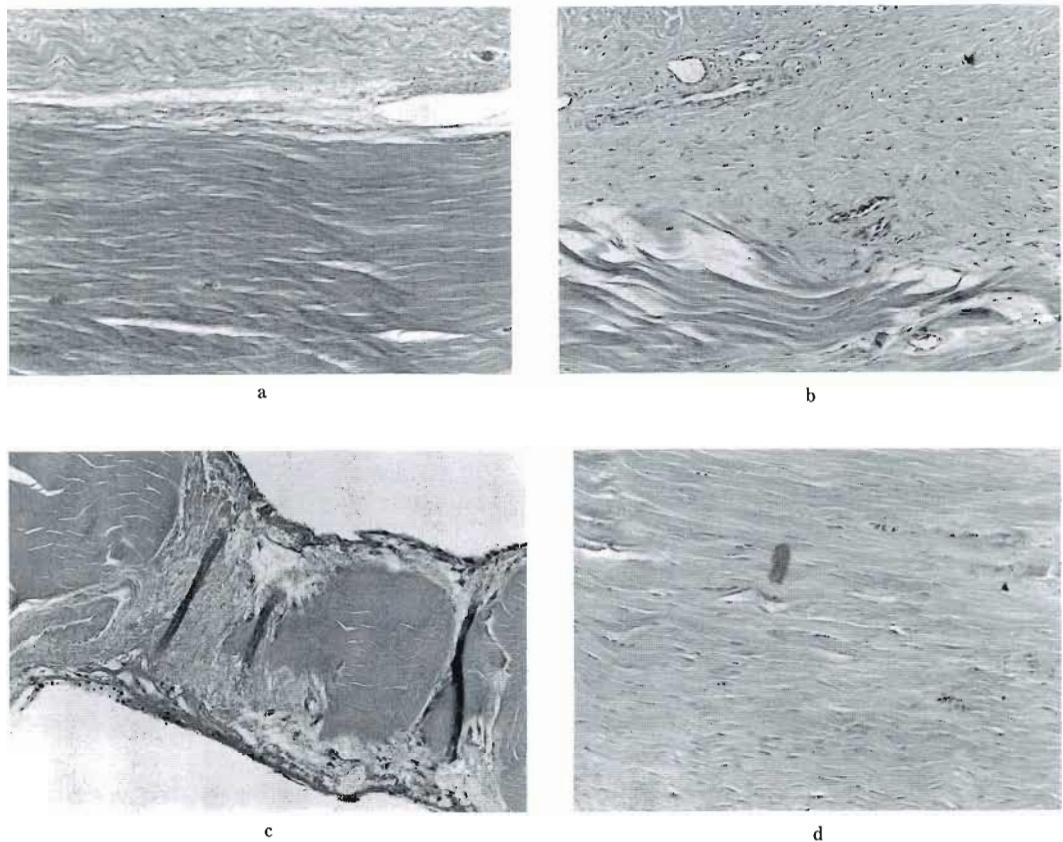


Fig. 4 Microscopic views of cross section of the chicken digits at 8 weeks postoperatively.  
Hematoxylin and eosin ( $\times 50$ ).

- a) Group A: Nearly normal tendon tissue is seen at the suture site.
- b) Group B: The arrangement of fibrous cells remains irregular.
- c) Group C: Pseudotendon formation bridges the gap of the suture site.
- d) Group D: Restoration of almost normal tendon tissue is completed.

以上の結果を総合すると、A群では4週の時点で膠原線維への分化が進み、6週ではほぼ正常な腱組織に修復された。B群では3週ですでに旺盛な肉芽組織の侵入を認め、以後組織学的には大きな変化はなく8週経過しても細胞の配列は不規則なままであった。C群では確かに癒着はほとんど無いものの全経過を通じて腱の修復状況は悪く、4週経過しても断端間の細胞増殖はわずかで、8週ではほぼ全例に縫合部の離開を認めた。D群ではA群に比較すると、全修復過程を通じて組織学的に1~2週の遅れはあるものの、8週でほぼ正常な腱組織への修復が完成した。

### 考 察

癒着防止膜という概念で、現在まで様々な素材を用いた多くの報告がみられる<sup>2)3)4)</sup>。生体内に埋没するからには、異物反応が少ないことが絶対条件であり、さもなくば膜自体が組織反応を起こし癒着の原因となりかねない。また、たとえ癒着防止効果が優れても、物質透過性が悪く、腱の修復を阻害するようでは癒着防止膜としては不適切である。つまり、癒着防止効果、組織適合性および物質透過性に優れているということが癒着防止膜としての必要条件であろう。われわれが使用したpolyglactin 910は、合成組織吸収性素材で、縫合糸材料としてはすでに臨床の場で汎用されている。生体内埋没後は加水分解され、通常の条件下では約60~90日で吸収される<sup>1)</sup>。PG meshは、この素材をmesh状の構造にしたものである。mesh状の構造のため物質透過性がさほど制限されず、腱の修復が阻害されにくいのではと考えた。実際、今回の実験結果でも物質透過性の無いシリコン膜を対照として比較すると、腱の修復状況は明らかに優れていた。ただ、腱鞘を温存した通常の修復過程に比較すると、組織学的にみておよそ1~2週の遅延があるように思えた。しかし、前回までのわれわれの実験結果から得られたPG meshの癒着防止効果を考慮すれば、5週間経過しても強い癒着は起ららず、また、たとえ癒着が生じても剥離の容易な、いわゆるfavorable scarにとどまることが多いため<sup>3)</sup>、固定期間を1~2週延長することで対処すれば、臨床応用も十分可能であると考えられた。

### ま と め

1. 組織吸収性のpolyglactin 910 meshを用いた場合の、腱修復過程におよぼす影響につき実験を行った。
2. 正常の修復過程に比べ、1~2週の遅延が有ったが、最終的な癒合状態は良好であった。
3. 本meshは、組織吸収性であるため摘出する必要が無く、癒着防止効果、組織適合性に優れ、さらに腱の修復もさほど阻害せず、癒着防止膜としてきわめて有用な材料と思われた。

### 文 献

- 1) Craig, P. H., et al.: A biologic comparison of polyglactin 910 and polyglycolic acid synthetic absorbable sutures. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 141: 1-10, 1975.
- 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実験的研究。整形外科, 34: 1547-1550, 1983.
- 3) 美崎 晋 他: Polyglactin 910を用いた腱癒着防止に関する基礎的研究(第1報)。日手会誌, 7: 584-587, 1990.
- 4) 大友正孝 他: ニワトリを用いた癒着防止膜の研究。日手会誌, 5: 179-183, 1988.
- 5) 梅田弘敏 他: 指屈筋腱の自己修復機序に関する実験的研究。日整会誌, 52: 917-929, 1978.

質問 慶應大学整形外科 内西兼一郎  
癒着防止膜の作用と腱癒合とはウラハラになりますが、シリコン膜の長さに比べ、Polyglactinの長さと有意の差はあるか。

またP膜の利用により腱縫合が大幅に遅れますか。

解答 兵庫医科大学整形外科 美崎 晋

今回の実験ではシリコン膜使用群は、ほぼ全例が縫合部離開しており、一方P膜使用群は8週で修後が完成しており明らかにP膜使用群の方が修後期間は短いように思えた。またP膜使用にて腱縫合が大巾に遅れることはない。

## 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

関西医科大学整形外科学教室

菅 俊 光・波多野 泉  
小 川 亮 恵

Hand Center of Western New York

Clayton A. Peimer • Edward Diao

### Hemostasis and Thermal Damage during Flexor Tendon Surgery —An Experimental Study—

Toshimitsu Suga, et al.

Kansai Medical University, Department of Orthopaedic Surgery

Intraop and postop hemorrhage has long been considered a cause of tendon adhesions. To prevent this problem, bipolar coagulators are commonly used. Recently, carbon dioxide lasers have been advocated for tissue dissection, and benefits have been reported in limiting bleeding and scar formation. However, very little is known regarding the relationship between hemostasis and potential risk of thermal damage with these modalities. We experimentally compared these modalities with traditional sharp dissection in chicken flexor tendons. Seventy-eight White Leghorn chickens were utilized in this study. Through an axialvolar incision, the flexor tendon had the sublimis excised and the profundus crushed with a hemostat. The foot was immobilized in a cast, which was removed three weeks after this operation. The chickens were then separated into several groups. Flexor tenolysis was performed by: 1. sharp dissection with scalpel; 2. Sharp tenolysis with hemostasis using bipolar coagulator. This group was subdivided into three subgroups depending on the frequency of coagulation. Group 3 had laser surgery and was also divided into three subgroups depending on the procedures of laser use. The foot was again immobilized for the first week. The animals were sacrificed two, four, six weeks after tenolysis. One chicken was evaluated histologically and five biomechanically using an MTS testing machine. Tensile testing and calculations were made for maximum pull-out force (MF) and rupture energy (RE). Biomechanical results showed marked elevation of both MF and RE for group 2 compared with group 1. These results also indicated greater adhesion formation as the coagulation frequency increased, with increased MF and RE. At later time intervals, both MF and RE of Group 2 showed a relative decrease. At 6 weeks, however, the results still indicated approximately two fold increase in MF and RE against group 1. Every laser group also indicated greater adhesions than group 1. As the amount of laser exposure increased among subgroups, MF and RE increased proportionally. The dense adhesion in group 3 diminished somewhat at 6 weeks, but were still persistence. Light microscopy findings paralleled biomechanical results, with the least fibrous tissue formation in group 1. 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 a cause of excessive tendon adhesions. Therefore, meticulous and judicious scalpel technique is still the best method to use in limiting scar formation

---

Key words : tendons, adhesions, hemostasis, lasers, biomechanics

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

around tendon tissues.

## はじめに

屈筋腱手術時の出血は、術後腱癒着の一因と考えられ、術中止血のため双極性電気凝固器（以下 bipolar coag.）が使用されている。また、炭酸ガス laser（以下 laser）は、切開と同時に照射野への shielding 効果により出血を抑制し、術後の癒着を軽減すると報告されている<sup>1)</sup>。これらの機器の使用には、止血と同時に周囲組織への熱損傷を伴うが、これの腱癒着への影響について詳しい報告はない。われわれは、ニワトリの腱癒着モデルを用い、これらの機器による熱損傷と術後腱癒着の関係を、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 78 羽（生後 3 カ月の雌、平均体重 775 g）を用い、Lindsay の腱癒着モデルに準じて、右第三趾に腱癒着を作成した<sup>2)</sup>。すなわち、pentobarbital 筋肉内注入麻酔下に、右第三趾を駆血し、掌側正中側切開で進入、屈筋腱腱鞘を切開し、浅趾屈筋腱の遠位端 2 cm を付着部より切除、深趾屈筋腱を鉗子で圧挫した<sup>3)</sup>。創縫合の後、足関節を 70° 伸展位でギプス固定し、3 週後に腱剥離術を施行した。その術式、止血法により対象を 3 群、7 つのサブグループに分類した。

I 群 メスによる腱剥離を行い、術中止血、駆血の開放を行わず創を開鎖したもの

II 群 メスによる腱剥離を行い、駆血を開放し、bipolar coag. で、

- II a) 止血を 20ヶ所に行ったもの
- II b) 止血を 40ヶ所に行ったもの
- II c) 止血を 80ヶ所に行ったもの
- III 群 laser (SURGILASE-525C) を使用したもの
- III a) メスにより腱剥離を行った後に laser で 40ヶ所に止血を行ったもの (chop-wave を使用)
- III b) laser により腱剥離を行ったもの (super-pulse wave を使用)
- III c) laser により腱剥離を行い、創縫合前に駆血を開放し、laser で 40ヶ所に止血を行ったもの

腱剥離術後、1 週間ギプス固定し、その後自動運動を行わせ、術後 2 週時に屠殺した。それぞれのグループより 5 羽を生体力的実験に、1 羽を組織学的観察に供した。生体力学的実験には、MTS axial testing machine model-T22K を用い、腱引き抜き試験を行った。腱引き抜き試験は、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のに要した最大の力 maximum pull out force (MF) と総エネルギー量 rupture energy (RE) を求め比較した。I 群、II 群 b), III 群 b) については、腱剥離術後 4 週および 6 週にも同様の試験を行い、経時的な変化を比較検討した。組織学的には、HE 染色および trichrome 染色を用い観察した。

Table 1 Statistical analysis between group I and II at 2 weeks (above) and between group I and II b) at 2,4 and 6 weeks (below)

	n.	MAX FORCE(N)	RATIO	RUPTURE ENERGY(Nm)	RATIO
GROUP I	5	11.4±3.1	1	32.8±13.0	1
GROUP II a)	5	16.1±6.0 *	1.4	63.4±15.4	1.9
GROUP II b)	5	36.6±14.2	3.2	156.8±41.6	4.8
GROUP II c)	5	36.3±11.4	3.2	182.6±37.9	5.7

Results expressed as mean±SD

p<0.01

0.10<p<0.20(\*)

		2 WEEKS	RATIO	4 WEEKS	RATIO	6 WEEKS	RATIO
GROUP I	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 II b)	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<0.05

0.05<P<0.10(\*)

## 結 果

腱引き抜き試験で、腱剥離術後2週のI群とII群を比較すると、MF, REともにII群で増加していた。I群の結果を1.0として比較すると、MFではII群a)1.4, b)3.2, c)3.2, REではII群a)1.9, b)4.8, c)5.7と、bipolarの使用量に比例して癒着は増大していた。I群とII群b)の腱剥離術後2週、4週、6週を比較すると、I群では、MF, REとも経時に増加していたが、II群では著明な変化は認められず、I群との相対

比はMFで2週3.2, 4週2.8, 6週2.0, REでは2週4.8, 4週2.5, 6週1.9と経時に減少していた。しかし、6週時においても、なおMF, REともI群のおよそ2倍の癒着の存在を示した(Table 1)。腱剥離術後2週のI群とIII群をI群の結果を1.0として比較すると、MFはIII群a)1.6, b)2.7, c)6.0, REではIII群a)2.2, b)3.9, c)14.2と、III群に強い癒着を示し、このためIII群c)では2例で腱を引き抜くことが不能であった。bipolar coag.と同様、癒着の量はlaserの照射量に比例して増加していた。I群とIII群b)を経時

Table 2 Statistical analysis between group I and III at 2 weeks (above) and between group I and III b) at 2, 4 and 6 weeks (below)

	n	MAX FORCE(N)	RATIO	RUPTURE ENERGY( $\times 10$ Nm)	RATIO
GROUP I	5	11.4±3.1	1	32.8±13.0	1
GROUP III a)	5	18.6±5.2 *	1.6	72.0±24.0	2.2
GROUP III b)	5	30.8±12.4	2.7	126.7±42.7	3.9
GROUP III c)	3	67.3±15.3	6.0	465.5±208.0	14.2

Results expressed as mean±SD

p<0.01

0.02<p<0.05(\*)

		2 WEEKS	RATIO	4 WEEKS	RATIO	6 WEEKS	RATIO
GROUP I	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 III b)	MF	30.8±12.4	27	58.2±14.4	49	34.0±21.2	18
	RE	126.7±42.7	39	256.8±91.3	40	184.3±87.9	27

Results expressed as mean±SD

P<0.05

0.05<P<0.10(\*)

P=0.26(\*\*\*)

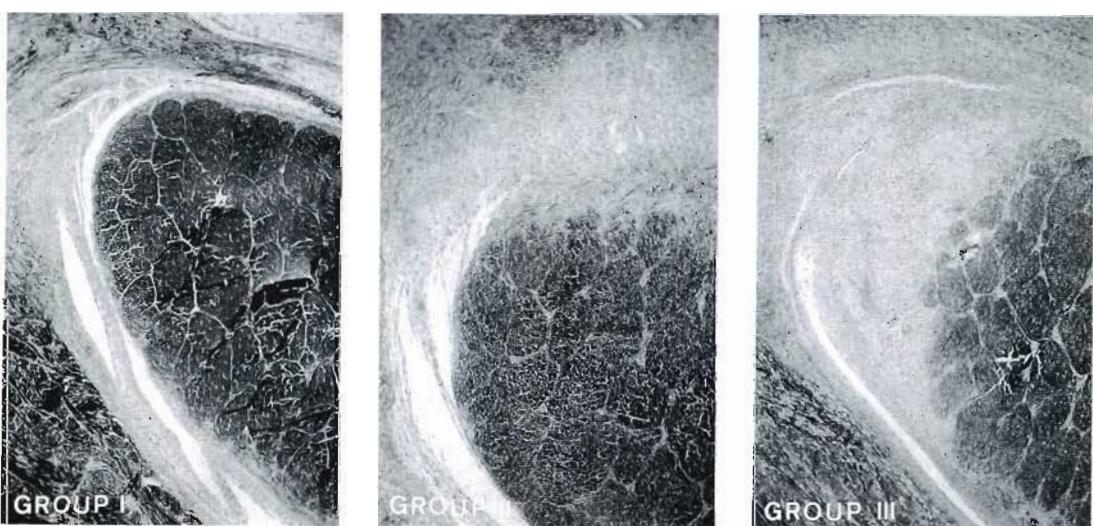


Fig. 1 Histological results at 2 weeks ( $\times 100$ )

的に比較すると、III群 b)は、4週時に MF で I 群の 4.9 倍、RE で 4.0 倍と最大を示し、以後減少する傾向がみられたが、6 週の時点でも、I 群に比してなお強い癒着が計測された (Table 2)。組織学的観察では、線維組織および毛細血管の増生は I 群で最も軽微で、II 群 c) では、epitenon は一部消失し、毛細血管、線維組織の増生が観察され、III 群 c) ではこの変化がさらに強く、線維組織、毛細血管が腱内に侵入していた (Fig. 1)。

### 考 察

屈筋腱手術後の癒着は未だ解決に至らぬ問題で、薬剤の癒着防止効果、癒着防止膜の挿入など、様々な研究がなされている。Bunnell やその他成書には、術後の出血は腱癒着の原因となり可及的にこれを防ぐべきであると著されているが、出血、熱損傷、腱癒着の相互関係は明らかでない<sup>1)</sup>。われわれの実験結果では、bipolar coag., laser とともに、その使用量に比例して腱癒着が増大した。bipolar coag. は、使用時の熱損傷により組織蛋白が変性し、それに対する反応性肉芽組織の形成が惹起され、止血による癒着防止効果に増して瘢痕形成が癒着を増大させたものと考えられる。laser の作用による周囲組織の影響には不明な点も多く、これの癒着防止効果の有無についても、意見の一致を見ない。腱組織に対する laser の影響を述べた報告はないが、われわれの実験では、laser 照射は腱癒着を増大させていた。この機序の詳細は明らかではないが、laser による周囲組織への熱損傷がなんらかの影響をおよぼしていることが示唆された。今回われわれは、用いた機種の最小出力である 1 watt で laser を使用したが、laser の効果は、laser system, power mode, 出力などで制御可能で、laser を用いた腱手術には、なおこれらの条件を十分に考慮して詳細な研究が必要である。Lindsay は、腱鞘外の損傷は癒着に関与せず、腱癒着の程度は腱からの距離と相関することを報告している。皮下の熱損傷は腱癒着を惹起しないと考えられるが、bipolar coag. などによる熱損傷は肉眼所見より深部に達しており、腱から隔たった部位の止血操作も決して安全とは言えない。腱手術時の止血は重要では

あるが、熱損傷を伴う止血操作は強い腱癒着の原因になると考えられ、これらの止血機器の使用には細心の注意が必要である。

### 文 献

- 1) Bunnell, S.: *Surgery of The Hand*, Lippincott, Philadelphia, : 88, 1944.
- 2) Lindsay, W. K., et al.: Digital flexor tendons: an experimental study. *Brit. J. Plast. Surg.*, 12: 289-316, 1960.
- 3) Peterson, W. W., et al.: Effect of various methods of restoring flexor sheath integrity on the formation of adhesions after tendon injury. *J. Hand Surg.*, 15A: 48-56, 1990.
- 4) Joseph, T. W., et al.: Pulsed CO<sub>2</sub> Laser Tissue Ablation: Effect of Tissue Type and Pulse Duration on Thermal Damage. *Laser. Surge. Med.*, 8: 108-118, 1988.

### 質 問 慶應義塾大学整形外科 内西兼一郎

①止血に用いる Coagulator は、いわゆる「タマゴ焼き」状に火傷をつくり、これが癒着を生じる可能性があるが。

②Coagulator では、macroscopic に火傷の程度がよく判りませんが、micro (組織学的) ではいかがですか。

③臨床ではどのように気をつけることが大切でしょうか。

### 回 答 関西医科大学整形外科 菅 俊光

①今回の実験では、bipolar coag. の使用量に比例して癒着は増大しており、bipolar coag. の使用は腱癒着の一因となると考える。

②組織学的にも、bipolar coag. の使用量に比例して線維組織、および毛細血管の増生が認められた。

③今回の実験では、bipolar coag. の皮下出血への使用と腱癒着との関係は明らかではないが、腱鞘丘傍での止血材の使用は、腱癒着の一因と考えられ、この部位での止血材の使用には細心の注意を要すると考える。

腱一臨床一

## 小児屈筋腱損傷の治療成績

信州大学医学部整形外科学教室

土 金 彰・中 土 幸 男  
斎 藤 覚

厚生連佐久病院整形外科

松 井 猛

リハビリテーションセンター鹿教湯病院整形外科

前 田 道 宣

Clinical Result of Flexor Tendon Injuries of the Hand in Children

Akira Tsuchikane, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University School of Medicine

Many papers have been published about the clinical result of flexor tendon injuries of the hand in children. However there has been much discussion as to treatment of lacerated tendons of children less than three years old. We divided cases into two groups: one (group A) was cases who injured at the age of less than three years old and another (group B) was more than three years old. A comparison was made between two groups in regard to operative method, waited term before operation and clinical result.

The fifty-nine digits were treated in 41 cases (22 males and 19 females) of the flexor tendon injuries of the hand in children between 1967 to 1990. Group A was 28 digits in 21 cases, group B was 31 in 20. According to evaluation after Buck-Gramcko, clinical result was as follows: in group A 16 digits were excellent, 8 were good, 1 was satisfactory and 2 were poor while in group B 21 were excellent, 3 were good, 3 were satisfactory. Also there was a tendency that waiting time before operation was shorter group B than group A. Tendon suture and advancement showed good results in each group, but there was a difference with regard to tendon grafting; group B was much better than group A. Tendon grafting in children under three years old should be treated prudently.

### はじめに

小児屈筋腱損傷の治療に関して多くの報告があるが、成長過程にある小児の屈筋腱損傷の治療は成人と異なった一面を有し、とくに受傷年令が3才未満の症例の治療に関しては議論が多い<sup>3)6)</sup>。今回我々は当科で治療した屈筋腱損傷で受傷時年令12才以下の症例に

対して満3才未満(以下A群)と3才以上12才以下(以下B群)に二分し、手術方法、待機期間、臨床成績を比較検討した。

### 対象および方法

対象は1967年から1990年まで信州大学で治療した12才以下の屈筋腱損傷41例59指で、男22例女19

Key words: flexor tendon injury, children

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

Table 1 Group A (Cases less than 3 years old at the injury)

Case	Gigit	Zone	Ages at injured time	Waited term before op.	Operative method *	Result **	Comment
1 M. M. ♀	Long, Ring	II	11 m.	0 d.	T. S.	E	Digital n. injury
2 S. S. ♀	Thumb	T II	2 y. 6 m.	0 d.	T. S.		
3 M. F. ♀	Thumb-Small	V	3 y.	0 d.	T. S.	E	Median n. injury
4 T. M. ♂	Index, Long	III	2 y. 6 m.	1 d.	T. A.	E	
5 M. Y. ♀	Index	II	1 y. 7 m.	3 d.	T. S.	S	Digital n. injury Tenolysis
6 S. A. ♀	Thumb	T II	1 y. 7 m.	7 d.	T. S.	E	Digital n. injury
7 T. K. ♂	Ring	II	1 y. 6 m.	24 d.	T. S.	G	
8 T. M. ♂	Index	I	2 y. 11 m.	1.5 m.	T. A.	E	
9 S. K. ♂	Small	I	2 y. 4 m.	1.5 m.	T. A.		
10 N. R. ♂	Index	II	1 y. 2 m.	2 m.	T. S.	G	
11 I. S. ♀	Ring	II	2 y. 10 m.	2 m.	T. S.	E	Digital n. injury
12 S. K. ♂	Index	V	3 y.	3 m.	T. S.	E	Median n. injury
13 T. T. ♂	Index	II	1 y. 10 m.	4 m.	T. G.	P	
14 M. Y. ♂	Index	I	2 y. 9 m.	2 y. 8 m.	Rigg	E	
15 K. S. ♀	Index	II	2 y.	3 y.	T. G.	P	
16 S. T. ♂	Ring	II	2 y. 5 m.	3 y. 5 m.	T. A.	G	
17 I. N. ♂	Ring	II	1 y. 10 m.	4 y. 2 m.	T. G.	G	
	Small	I				G	
18 M. Y. ♀	Ring	II	1 y. 10 m.	4 y. 3 m.	T. G.	G	
19 A. A. ♀	Long	I	10 m.	4 y. 11 m.	T. A.	E	
20 S. M. ♀	Small	I	1 y. 1 m.	6 y. 1 m.	T. A.	G	
21 N. Y. ♀	Small	II	2 y.	8 y.	T. T.	G	

\* T. S.: tendon suture T. G.: tendon graft T. A.: tendon advancement T. T.: tendon transfer

\*\* E: excellent G: good S: satisfactory P: poor

Table 2 Group B (Cases more than 3 years old at the injury)

Case	Digit	Zone	Ages at injured time	Waited term before op.	Operative method *	Result **	Comment
1 M. Y. ♂	Index, long	V	11 y. 11 m.	0 d.	T. S.	S	Median n. injury
2 M. D. ♂	Long-Small	II	12 y. 8 m.	0 d.	T. S.	E	Digital n. injury Kleinert's method
3 M. S. ♂	Index	I	9 y. 5 m.	1 d.	T. S.	E	Digital n. injury Kleinert's method
4 T. H. ♀	Index-Ring	I	3 y. 1 m.	1 d.	T. A.	E	Digital n. injury
5 M. T. ♂	Thumb	T II	3 y. 6 m.	6 d.	T. S.	E	Digital n. injury
6 K. Y. ♂	Index-Long	V	9 y. 5 m.	6 d.	T. S.		Median n. injury
7 M. S. ♂	Thumb	T III	5 y. 6 m.	9 d.	T. S.	E	Digital n. injury
8 M. T. ♀	Index	II	7 y. 5 m.	10 d.	T. S.	S	Digital n. injury Tenolysis
9 T. K. ♂	Thumb	T III	5 y. 9 m.	11 d.	T. S.	E	
10 F. H. ♀	Thumb-Ring	V	4 y. 1 m.	15 d.	T. S.	E	Median n. injury
11 S. T. ♂	Small	I	11 y. 1 m.	21 d.	T. A.	E	
12 O. T. ♂	Ring	I	10 y. 8 m.	23 d.	T. S.	E	
13 I. K. ♀	Long	II	3 y. 6 m.	38 d.	T. S.	E	
14 K. Y. ♂	Index	II	5 y.	39 d.	T. S.	E	Digital n. injury
15 I. K. ♀	Thumb	T III	3 y. 6 m.	2 m.	T. G.	E	
16 Y. H. ♂	Index	I	12 y. 4 m.	5 m.	T. G.	G	
17 I. M. ♀	Small	II	10 y. 9 m.	8 m.	T. G.	G	Hunter's tendon
18 N. K. ♀	Long	II	10 y. 5 m.	10 m.	T. G.	E	Kleinert's method
19 S. R. ♂	Small	II	4 y. 6 m.	1 y. 11 m.	T. G.	G	
20 O. T. ♀	Index	I	4 y. 2 m.	2 y. 4 m.	T. G.	E	

\* T. S.: tendon suture T. G.: tendon graft T. A.: tendon advancement

\*\* E: excellent G: good S: satisfactory

例、A群21例28指、B群20例31指であった。各症例に対して、受傷部位、原因、手術までの期間、手術方法について調査した。追跡調査可能であった38例53指に対しては、Buck-Gramcko法<sup>1)</sup>を用いて術後評価を行った。

### 結 果 (Table 1, 2)

腱損傷部位はKleinertの分類<sup>4)</sup>で分けると、zone I 12例14指(A群6指/B群8指)、zone II 19例22指(12指/10指)、zone III 1例2指(2指/0指)、zone V 5例15指(6指/9指)、zone T II 3例3指(2指/1指)、zone T III 3例3指(0指/3指)と両群ともzone I, IIの症例が多かった。受傷原因是ガラス片20例、カッター9例など鋭的損傷が34例で多数を占め、挫滅による損傷は少なかった。合併損傷は13例に指神経損傷傷、zone Vの損傷5例全例に正中神経損傷を認めた。

受傷から手術までの期間はA群0日から8年(平均1年9ヶ月)、B群0日から2年4ヶ月(平均4ヶ月)であった。1年以上待機した例はA群で8例、B群で2例とA群では待機期間の長いものが多かった。手術方法は端々縫合37指(16指/21指)、腱前進術9指(5指/4指)、腱移植術11指(5指/6指)、その他2指(2指/0指)であった。追加手術として2例に腱剥離術を施行した。術式は腱、周囲組織の状態を観察して決定した。待機期間と手術法を比較すると、受傷後2ヶ月以内の症例では腱の状態も良く、1例を除き端々縫合、腱前進術で対処できた。逆に2ヶ月を超えた症例で端々縫合を施行できたのは1例のみであった。

後療法は、B群の3例を除き、3から4週間のギブス固定を行い、5週頃より自動運動を開始した。B群

の3例に対して、術直後より、Kleinert変法を用いた早期可動域訓練を行った。再断裂を来たした症例はなかった。

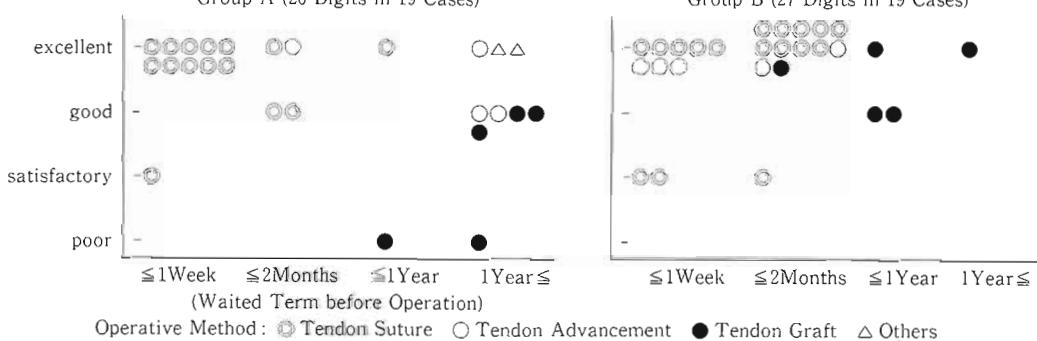
術後成績は、Buck-Gramcko法を用いて判定した。A群ではexcellent 15指、good 8指、satisfactory 1指、poor 2指であり、poorの2例はそれぞれ受傷後4ヶ月、3年で腱移植術を施行した症例であった。B群ではexcellent 21指、good 3指、satisfactory 3指、poor 0指であり、3才以上の症例の結果がやや優れていた。損傷部位別に術後評価を行うと成人と同様治療に難渋しやすいzone II損傷の成績が他の部位に比較して成績不良例が多かった。(Table 3)。今回の調査では指神経損傷合併例が特に成績が悪いという傾向は見られなかった。

待機期間、手術法、術後成績について比較すると、端々縫合もしくは腱前進術例では両群とも待機期間も短く、結果は良好であった。しかし、腱移植術を施行した症例では両群間に差が認められた(Table 4)。即ち、A群では待機期間4ヶ月から4年3ヶ月(平均3年2ヶ月)で結果はgood 3指、poor 2指に対して、B群では待機期間2ヶ月から2年4ヶ月(平均1年2ヶ月)で結果はexcellent 3指、good 2指であった。

Table 3 Clinical Result with Zonal Distribution  
(Group A/Group B)

	excellent	good	satisfactory	poor
Zone I	3/8	2/1		
Zone II	3/6	6/2	1/1	2/
Zone III	2/			
Zone V	6/4		/2	
Zone T II	1/			
Zone T III	/3			

Table 4 Clinical Result with Waited Term before Operation and Operative Methods (Buck-Gramcko's Criteria)  
Group A (26 Digits in 19 Cases) Group B (27 Digits in 19 Cases)



## 考 察

小児の屈筋腱断裂は成人のそれと比べて受傷原因のガラス、刃物などのクリーンカットの症例が多く、腱の血行が豊富で治癒が早く、癒着の発生も少ないなどの長所もある半面、診断が困難で陳旧化したり、後療法で協力を得られないなど短所もある。このため、後療法での協力が得られる年令まで手術を待機するという考え方もある<sup>2)</sup>。診断に関しては超音波診断を試みた症例もあるが、対象物が小さく、明瞭な像が得られない場合が多い。また短期間に隣接指で他動的屈曲をさせる、いわゆる trick movement を習得していることが多く、診断に苦慮することがある。現状としては、resting position を観察して異常があれば手術的に腱の状態を確認し、腱の修復を行うよう努めている。今回の調査で2ヵ月以内の症例であれば腱の退縮も少なく、両断端の性状も良く、ほとんどが一次縫合が可能であった。また、resting position で異常のあった例はすべて腱断裂を呈していたことから腱断裂を疑った場合には積極的に腱を展開し、早期に腱修復を行えば好結果を得られると考える。

手術方法別に今回調査した症例では、端々縫合、腱前進術は両群とも比較的安定した結果が得られ、primary repair が行える場合は年令に関係なく施行すべきである<sup>3)</sup>。腱移植術に関しては両群の成績に大きな差が認められた。一般に小児の腱移植術においては移植腱の成長が遅るために腱の退縮をきたすと言われており<sup>3)</sup>、とくに乳幼児の場合、身体の急速な発育に移植腱の成長が伴わず、年長児と比べて相対的な腱の短縮が大きいことが成績を不良にしている一因と考えられた。以上より乳幼児の腱移植術は慎重に対処しなければならないが、usefulな手指を獲得するためにはやはり待機期間を短縮してなるべく早期に手術を施行した方が良い結果を得られると考える。

後療法は3から4週のギブス固定後、自動運動を開始したが、成人と比べて、癒着発生は少ないので、幼児に関しては後療法の難しさから考えて早期可動訓練の必要性は少ないと考えられた。ギブス除去後の運動に関しては母親の指導も大切である。ただし、今回8才以上の症例3例に対して、Kleinert 変法を用いた早期可動訓練を施行し、良好な結果を得たので、後療法について充分理解できる年長児であれば、本法は有用な方法と考えられた。

## ま と め

- 1) 小児屈筋腱損傷41例59指に対して3才未満の症例と3才以上の症例に分け、術式、手術までの待機期間、成績を比較検討した。
- 2) 3才以上の症例は3才以下の症例に比べて、待機期間も短く、成績もやや優れていた。
- 3) 小児屈筋腱損傷の診断に苦慮する場合や、陳旧性になって来院した場合でも、待機することなく積極的に手術的展開を行い、早期腱修復術を行った方が好結果が得られる。
- 4) 乳幼児期の腱移植術に関しては移植腱の成長の問題があり慎重な対処が必要である。

## 参 考 文 献

- 1) Buck-Gramcko, D. A.: New method of evaluation of results in flexor tendon repair. Handchirurgie, 8: 65-72, 1976.
- 2) Entin, M. A.: Flexor tendon repair and grafting in children. Amer. J. Surg., 109: 287-293
- 3) 藤田晋也 他: 小児における手指屈筋腱修復の経験。整形外科, 24: 1149-1150, 1973.
- 4) Kleinert, H. E., et al.: Report of the committee on tendon injuries. J. Hand Surg., 8: 794-799, 1983.
- 5) 泉類博明 他: Zone II における陳旧性小児屈筋腱損傷の治療。整形・災害外科, 26: 1637-1643, 1983.
- 6) 龍順之助 他: 小児屈筋腱断裂の治療経験。日手会誌, 2: 135-139, 1985.

## 質 問

東京慈恵会医科大学整形外科 富田 泰次

小児の屈筋腱断裂に対する腱移植術では、術後屈曲拘縮を残すことが多いことを、数年前に本学会で発表したが、演者はその原因が、移植腱の発育障害にあると発表されました。その根拠は何か確認されておられますか。

もし移植腱が発育しなければ著しい屈曲拘縮が生じる訳ですが、そのような例はないことから、移植腱は発育しているものと思われ、術後の屈曲拘縮は、後療法の問題と、やや強い緊張で移植腱を縫合するためと思われます。

回 答 信州大学整形外科 土金 彰

はっきり確かめたわけではありませんが、正常腱と比べて移植腱の成長が遅れ、これも屈曲拘縮の一因ではないかと考えます。

## 小児手指屈筋腱損傷と患指成長障害

日本大学医学部整形外科学教室

梅村元子・龍順之助  
川野壽・佐野精司  
鳥山貞宜

Growth Disturbance of The Fingers Related  
to Flexor Tendon Injuries in Children

Motoko Umemura, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nihon University School of Medicine

At the 31st Congress of Japanese Society for Surgery of the Hand we reported on therapeutic results in infantile flexor tendon injury treatment to indicate that in some cases growth disturbance was exhibited. This paper concerns the observation of the progress of children of 10 years of age and under with flexor tendon injury, and reports our findings about growth disturbance of injured fingers and its cause.

From 1965 to 1988 we have treated 66 cases (85 fingers) of children ten years of age and under with flexor tendon injury, including 35 cases (44 fingers) of children three years of age and under. The subjects consisted of 50 boys and 16 girls, whose ages at the time they were injured ranged from eight months to ten years and nine months. The duration of observation averaged 7 and a half years, ranging from 2 years and a half to 23 years.

Clinical examinations and questionnaire surveys were conducted on these cases. The Total Active Motion (TAM) was used to assess the clinical results. The length of the injured fingers was measured and compared with those of the normal fingers. The relationships between growth disturbance and age, timing of operation, postoperative progress, and the presence or absence of neurovascular injury (which is thought to be a growth inhibiting factor) were also examined.

Growth disturbance was observed in 13 cases (15 fingers). 9 of these cases (11 fingers) were injured in infancy or early childhood, and did not undergo operation until four or five years of age, when the need for treatment was recognized by themselves. One case with a long waiting period exhibited growth disturbance during that period. Two cases (2 fingers) did not undergo an operation in zone I and have been under observation, and one case undergo primary suture, which has nerve injury. The other case (1 finger) experienced re-rupture. All of these cases exhibited worse clinical results than those without growth disturbance.

Disuse atrophy and nerve injury (which make fingers useless) are thought to cause growth disturbance. The fact that only two fingers with growth disturbance had nerve injury, and the fact that some cases exhibited growth disturbance during the waiting period suggest that disuse atrophy is the main factor.

---

Key words: flexor tendon injury, child, growth disturbance

Address for reprints: Motoko Umemura, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Nihon University School of Medicine, 30-1, Oyaguchi-kamimachi, Itabashi-ku, Tokyo 173, Japan.

小児の屈筋腱損傷は成人とは異なった様々な問題点をもつため、その治療について多くの報告がある。われわれは、すでに乳幼児屈筋腱損傷の治療成績について報告し症例により成長障害が認められることを報告した。今回10才以下の小児屈筋腱損傷の経過を観察し、患指の成長障害とその原因について検討した。

### 対 象

1965年から1988年までの23年間に当科にて経験した10才以下の小児屈筋腱損傷は3才以下の乳幼児35例44指を含め66例85指である。このうち60例77指につき経過観察した。症例の内訳は、男児48例、女児12例で、受傷時年令は8ヵ月から10才9ヵ月であった。経過観察期間は2年6ヵ月から23年で平均7年6ヵ月であった。受傷部位はzone I 17例22指、zone II 26例30指、zone IV 5例9指、zone V 2例6指でFPLは10例10指であった。

このうち55例68指に手術を施行した。手術方法は一次的におこなったものが45例56指でprimary sutureが40例51指、tendon advancementが5例5指であった。3才以下の乳幼児のうち、1980年頃までの症例では治療の必要性を認識できる4~5才まで待機して手術を行っており、この待機した症例は10例12指で全例にfree tendon graftを行った。

### 方 法

以上の症例について直接検診を行い、近位指皮線より指尖までの距離を健側と比較し、X線上の変化につ

いても検討した。また治療成績を判定した。判定には総合可動域(TAM)<sup>2)</sup>を用い200°以上を優、180~199°を良、150~179°を可、149°以下を不可とした。母指に関しては、江川ら<sup>1)</sup>の評価を用い、110°以上を優、90~109°を良、70~89°を可、69°以下を不可とした。

### 結 果

健側に比して患指の成長障害の認められたものは13例16指であった。障害の程度は健側に比して6mm以上の短縮が6例7指、5mm以下が7例9指にみられた(Table 1)。

#### 1. 成長障害例の受傷部位

示指6、中指2、環指4、小指4でzone別ではzone I 2例2指、zone II 7例8指、zone IV 4例6指であった。

#### 2. 患指成長障害例と治療方法、手術時期との関係

成長障害を生じた例のうち、9例11指が乳幼児期に受傷し治療の必要性を認識できる4.5才まで待機して手術を行った症例であった。待機期間は3年3ヵ月から6年8ヵ月で、3~4年が5例、4~5年が1例、5~6年が1例、6~7年が2例で平均4年3ヵ月であった。待機期間の長い例では待機期間中に成長障害の生じたものも1例あった。

その他の成長障害例は2例2指が手術をおこなわずに保存的に治療したzone Iでの受傷例であった。

1例2指は指神経損傷を合併しprimary sutureを行った例で、残り1例1指は手術後再断裂をした例であった。

Table 1 The list of cases which have growth disturbance

Case	Digit	Zone	Age at inj.	Age at op.	Treatment	Waited terms	Results	Growth disturb.
1	3	II	1Y6M	5Y2M	TG	3Y8M	poor	#
2	3,4,5	II	6Y	6Y	primary suture		excellent, good excellent	+, +, -
3	4,5	IV	1Y10M	5Y5M	TG	3Y7M	poor, poor	#, #
4	4,5	IV	1Y2M	4Y5M	TG	3Y3M	poor, poor	#, +
5	2	II	1Y6M	5Y2M	TG	3Y8M	poor	#
6	2	II	10M	4Y3M	TG	3Y5M	poor	+
7	2	II	2Y1M	5Y9M	TG	3Y8M	fair	#
8	2	II	2Y2M	8Y10M	TG	6Y8M	good	+
9	2	II	1Y5M	8Y	TG	6Y7M	fair	+
10	5	IV	2Y6M	5Y11M	TG	3Y5M	fair	+
11	2	I	3Y4M		conservative		good	+
12	4	I	3Y2M		conservative		good	+
13	5	II	4Y2M	4Y2M	primary suture → TG		poor	+

TG=tendon graft

# ≥6 mm, + ≤5 mm

### 3. 成長障害と術後成績との関係

成長障害のないものは優40例、良6例、可2例であったのに対し、成長障害のあるものは優1例1指、良4例4指、可3例3指、不可5例7指と全体的に術後成績は不良であった。

### 4. 成長障害と神経血管損傷との関係

全症例中神経血管損傷が明らかに合併していたのは、9例12指で、このうち、成長障害があったのは、1例2指のみであった。

## 症 例

19才、男性。

6才時にガラスのコップにて左中指、環指、小指zone IIの屈筋腱を損傷した。示指、中指、環指の神経損傷を合併していた。受傷時の単純X線像では異常を認めない (Fig. 1)。

翌日、primary suture および、中指指神経縫合術施行した。13年後の現在、左中指は2mm、左環指は10mmの短縮を認める (Fig. 2)。

単純X線像でも、左環指中手骨の著明な短縮が認め



Fig. 1 This X-ray was taken just after injury. No remarkable change is seen.

られる (Fig. 3)。

## 考 察

小児の屈筋腱損傷においては、意思の疎通がはかれないこと、治療の必要性が認識できることなどから、診断、治療時期、手術法、術後の固定、後療法などの問題点がある。これに関するはすでにいろいろな検討がなされており、患指の成長障害に関して触れている文献も散見される。しかし、その成因について詳しく言及しているものは少ない。

患指の成長障害の原因として龍ら<sup>4)</sup>は、

1. 指動脈損傷による患指の血流障害の結果
2. 指神経損傷による知覚障害の結果
3. uselessな指のため生じる患指の廃用性萎縮をあげた。患指の血流障害を原因とする考えについては、現在成長障害のある指に明らかな血流障害を認める症例はなく、また受傷時に動脈の明らかな損傷も認め

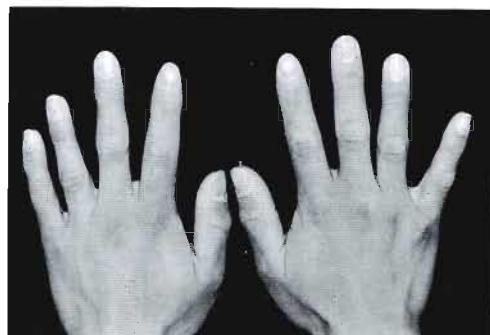


Fig. 2 19 y. o. M. 13 years after injury. The left ring finger is 10mm, and the left middle finger is 2mm shorter than right side.



Fig. 3 The metacarpal bone of the left ring finger is shorter than right side.

めなかつたことより、主因とは考えにくい。指神経損傷については、損傷を明らかに認めた9例12指のうち成長障害が生じたのは症例として供覧した1例2指のみであり、主因とするには根拠が少ない。しかし、指神経損傷による知覚障害があると患指を使わなくななり、廃用性萎縮が起るとも考えられる。

廃用性萎縮という考えに関しては、成長障害の生じた13例15指のうち、10例12指が待機手術例であったこと、待機期間の長い例では、わずかながら、待機中に成長障害が生じた例もあったことより、屈筋腱裂のために運動障害が生じ、成長軟骨への刺激が減少するに起きた廃用性萎縮が主因と考える。龍ら<sup>5)</sup>も、3才未満の受傷例で、待機して遊離腱移植を行った例は術後成績も悪く、成長障害を生じた例が多かったと報告している。田嶋ら<sup>6)</sup>も術後成績が悪く、あまり使っていない指に指長差が生じたと報告している。

待機手術を行った10例12指のうち、受傷部位が母指であった1例は成長障害が生じなかった。手の運動の70~80%は母指が担っており、他の指に比較して、運動が多彩である。そのため、屈筋腱裂があっても母指は支持性があれば、uselessとなる程度が少ないのでないかと考える。

また、受傷時または手術操作による栄養障害あるいは遊離腱移植時の末梢腱付着部の成長帯の損傷が成長障害の原因ではないかとの報告<sup>3)</sup>もあり、手術の際に充分な注意と適切な手技が大切である。

### 結語

小児屈筋腱損傷65例79指に対して、成長障害と受傷部位、手術時期、および術後成績との関係につき検討し、成長障害の原因について考察を加えた。

1. 成長障害は母指以外で待機手術を行った、術後成績不良例に多かった。
2. 成長障害の主因は、uselessな指になったための廃用性萎縮であると考える。

### 文献

- 1) 江川常一 他：小児における手指屈筋腱裂の修復。災害医学, 20: 97-104, 1977.
- 2) Jaffe, S., et al.: Profundus tendon grafting with the sublimis intact. J. Bone Joint Surg., 49A: 1298-1308, 1967.
- 3) 諸橋政権：幼児、学童期に行われた手指屈筋腱修復術症例の10~20年後の成績。整形外科, 34: 1734-1738, 1983.

- 4) 龍順之助 他：乳幼児屈筋腱断裂の治療。日手会誌, 6: 519-523, 1989.
- 5) 龍順之助 他：小児屈筋腱断裂の治療経験, 2: 135-139, 1985.
- 6) 田嶋光 他：乳幼児手指屈筋腱損傷の治療経験。整形外科, 31: 1544-1546, 1980.

**質問** 厚生連・広島総合病院整形外科 進藤 明  
指神経損傷の状態(片側か両側か)による差はなかつたでしょうか。

**回答** 日本大学整形外科 梅村 元子  
指神経損傷の程度(片側か両側か)と成長障害の間には相関は認めませんでした。

**質問** 北海道大学整形外科 糸賀 英也  
①短縮の指標としてどこから指尖部までを測定していますか。

②提示された症例で、IV, V指の中手骨まで短縮していた症例がありました。そのような症例は多く認められたのでしょうか。

受傷部位とは関係なく一様に、指骨、中手骨が短縮するのでしょうか。

**回答** 日本大学整形外科 梅村 元子  
近位皮膚線よりの長さです。中手骨、基節骨、中節骨、末節骨の全体に短縮している例が多かったです。

**質問** 新潟手の外科研究所 田嶋 達也  
長管骨の骨端線は適度の圧力がかかっていることが重要で、屈筋腱の断裂によって、長軸方向の刺激がなくなることが原因であろうと考えます。幅も狭くなるので、演者のように廃用性萎縮も関与していると考えられます。

**回答** 日本大学整形外科 梅村 元子  
運動障害のため epiphyseal plate への刺激が少くなり成長障害が生ずるという考えに賛成です。

**質問** 座長 阿部 正隆  
後療法はなにか工夫されていますか。

**回答** 日本大学整形外科 梅村 元子  
特別なことはしていません。

質問

座長 阿部 宗昭

症例の中で第4中手骨が著明に短縮していた側は先天性の短縮症によるものではないのか。

回答

日本大学整形外科 梅村 元子

受傷時(6才時)のX-Pでは中手骨の短縮は認められませんでした。

## No man's land 内屈筋腱損傷の検討

京都大学医学部整形外科学教室

西島直城・瀬戸洋一  
柿木良介・山室隆夫

京都大学医療技術短期大学部作業療法科

上羽康夫

京都大学医学部形成外科学教室

新家佳代子

### Management of Flexor-Tendon Injuries in Zone 2

Naoki Nishijima, et al.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyoto University

During a fifteen year period from 1976 to 1990, 286 digits were operated to repair the flexor tendon. During 1976-1983, in most cases primary repair or delayed primary repair were done chiefly within 4 weeks after injury, while during 1984-1990 two-stage tenoplasty were frequently done because of the increase of failure case of primary repair at other hospitals. Analysis of these groups is the subject of this paper. The main subjects are the followings.

1. Immediate vs delayed repair of flexor tendon injuries in zone 2.
2. The result of two-stage tenoplasty
3. Mobilization vs immobilization as the postoperative schedule. These subjects are analyzed.

Operations were performed by the same surgeon. After immobilization for 16-17 days, gentle active motion was permitted gradually with an extention block on the dorsum of the hand. And energetic active exercise was allowed from 4 weeks after operation. After 5-6 weeks a dynamic splint was applied if necessary. The all cases had no ruptures or infections. The results were evaluated by total active motion. For both immediate-suture cases and delayed-suture cases, 85% had excellent or good mobility. The time limit of tenorrhaphy is 4-5 weeks after injuries. Moreover, technical difficulties are likely to increase after 4 weeks.

Two-stage tenoplasty with silicon spaser were performed for the cases of "scar" and "joint", proposed as the preoperative classification by Boyes. Satisfactory results could be obtained by this choice. We prefer two-stage tenoplasty for the cases whose preoperative conditions were not so suitable for end to end sutures. Two weeks of post-operative immobilization did not decrease total active motion.

It is concluded that if the site of tenorrhaphy was held within the sound fibro-osseous tunnel, immobilization for two weeks may cause adhesion but it will be a little and can be released by an energetic and systematic rehabilitation schedule.

---

**Key words:** no man's land, flexor tendon, two-stage tenoplasty, primary suture, rehabilitation

**Address for reprints:** Naoki Nishizima, M. D., Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyoto University, 54 Shogoin Kawara-machi, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan.

## はじめに

No man's land (zone 2) における屈筋腱損傷に対する治療は、この 20 年間に大きな進歩を遂げた。zone 2 の屈筋腱損傷に、端々縫合がなされることが普遍化して十数年になる。新鮮例に対してのみならず 1 カ月以上経過していても端々縫合ができる場合が多い。いきなり遊離腱移植ができない症例にたいしては、一時的に silicon spaser を入れて置き、後に自家腱移植をするいわゆる二段階腱形成術 (two-stage tenoplasty) が十数年前から大変良い結果を収めるようになり、その適応が拡がっている。

まだ多くの課題をのこしているが、今回は

1. 直ちに端々縫合したのと受傷後 10 日以上経過した場合とで成績は違うのか
  2. 無理をしてでも端々縫合したほうが良いのか、あるいは二段階腱形成術にした方が良いのか
  3. 術後直ちに動かす方法と 2~3 週間安静に保つ方法とどちらが薦められるのか
- の 3 課題について検討してみた。

## 症例：方法

過去 15 年間に著者がおこなった屈筋腱修復症例のうち、286 指を端々縫合の多かった 1976~1983 年の 95 例 132 指と<sup>4)</sup> 二段階腱形成術の多い 1984~1990 年に行なった 121 症例 154 指について別けて検討した。前半の症例の 1970 年代後半は端々縫合が普遍化しつつあるところである。この 1976~1983 年の間に zone 2 の端々縫合は、切断指を除いて、42 指おこなっている。この前半の症例で受傷後 48 時間以内に端々縫合した症例と受傷後 10 日以上経って端々縫合した症例との成績を比較する。後半の 1984 年~1990 年になると受傷後直ちに来院する症例は少く他の施設での不成功例が多く、それらは瘢痕や拘縮があり、たいていの場合、いきなり端々縫合はできず、二段階腱形成術となつた。無理をしてでも端々縫合をした方が良いのか、あるいは二段階腱形成術にした方が良いのかを見るためには、術前状態が salvage であった症例を除く必要がある<sup>5)</sup>。この salvage 症例を除いて、zone 2 の二段階腱形成術 68 指と同じ期間になされた zone 2 の端々縫合例 31 指とを比較する。後療法は腱修復および腱再建後ともに 2~3 週間は安静に保つ方法を取った。

## 結 果

1. 直ちに端々縫合したのと受傷後 10 日以上経過した場合とで成績は違うのか。

1976~1983 年の zone 2 の端々縫合（切断指を除く）のうち、受傷後 48 時間以内に端々縫合した症例（primary repair）と受傷後 10 日以上経過して端々縫合した症例（delayed primary repair）との成績を比較する。縦軸に症例数をパーセントで表し横軸に総合可動域 TAM をとった<sup>1)</sup> (Table 1)。受傷後 48 時間以内に端々縫合した症例と受傷後 10 日以上経過して端々縫合できた症例との成績に差はみられず双方とも 85% の症例で術後状態は良好であった。受傷後いつごろまで端々縫合できるかという点については、例外はあるものの 4~5 週間までと考えている。ただし受傷後 3 週間過ぎると少々熟練を要する。

2. 無理をしてでも端々縫合にした方が良いのか、あるいは二段階腱形成術にした方が良いのか。
- 1984~1990 年の症例の内、zone 2 における二段階腱形成術と端々縫合との比較をした (Table 2)。Boyes に

Table 1

Immediate vs delayed repair  
of flexor tendon injuries in zone 2  
(1976-1983) 132 digits

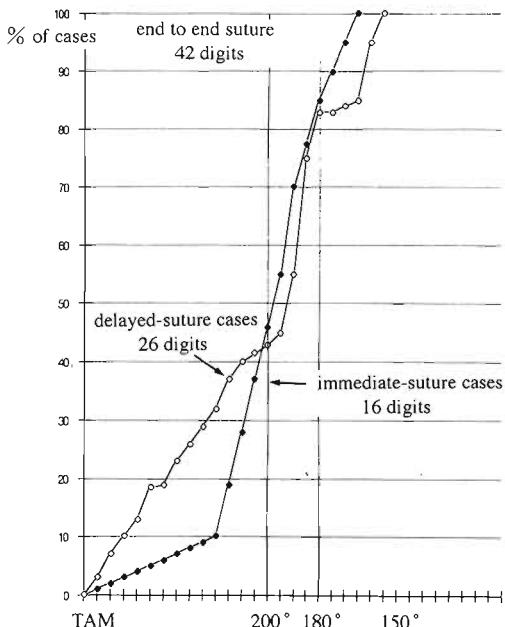
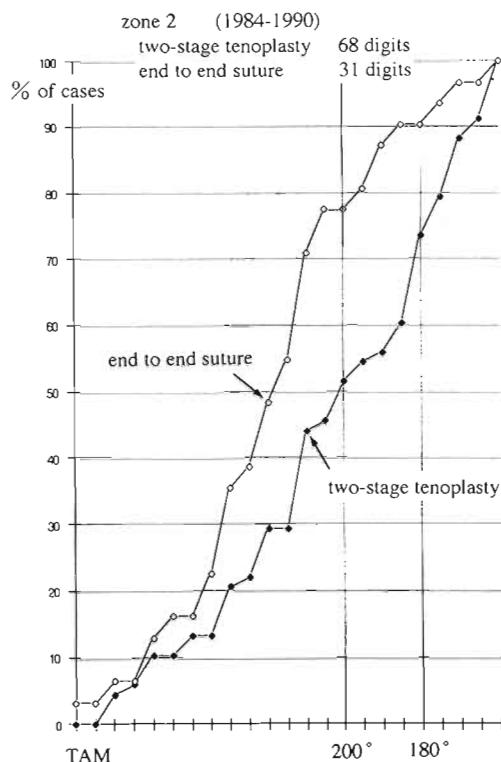


Table 2



よって提唱された術前状態分類用語を使用する<sup>11</sup>。術前の患指に瘢痕があれば scar, 関節に拘縮があれば joint, 救いがたいものは salvage と彼は分類した。1984 年以降は端々縫合がどの施設でもおこなわれるようになり、当施設では新鮮例は少く、その代わり他施設による端々縫合の失敗例が増えた。端々縫合が失敗に終わるとたいていの場合 scar, joint の状態になっていた。再度の端々縫合はでき難く二段階腱形成術になることが多くなった。縦軸に症例数を % でとると同じ時期の端々縫合症例は優良がおよそ 85% を占め、二段階腱形成術の成績は優良がおよそ 75% である。二段階腱形成術は、一見、端々縫合にかなり劣るような結果だが、術前状態に差があり、前者は端々縫合できなかったものばかりで scar, joint の症例がほとんどである。新鮮例ならできるだけ端々縫合するが、日数が経ち過ぎていて、1)  $A_1$ ,  $A_2$  褶帶性腱鞘をいくらかでも開けなければ腱の中軸断端を通すことができない時、2) 術前状態が scar, joint, salvage の懸念条件の時、3) 指を強く屈曲させないと腱断端が届かない時、

(具体的には、虫様筋の起始部が  $A_1$ -pulley の人口部 1 cm 近くになるまで中枢腱を引き出しても、さらに指を屈曲しなければ端々縫合できない時)<sup>31</sup>、このようなときには無理に端々縫合するより二段階腱形成術の方が安定した成績を得ている。

## 考 察

Zone 2において端々縫合する場合、創傷処置時に端々縫合する場合と、創治癒を待つて端々縫合する場合がある。治療成績にはさほど差ではなく双方とも良好な結果を得ている。しかし、鋸創のように条件の悪い場合新鮮時期を逸すると端々縫合はでき難い。血行が保たれ、皮膚処置が clean であれば、手指の強い屈曲を禁じて 7 日以上待っても良いが、血行が遮断されたり、皮膚が乱暴に処置されている時は創処置だけでも直ちにやり直し瘢痕の少ない創処置を期したい。ただし、こうした創治癒後の腱断端は milking では出で来ない。新鮮例よりも手技は困難でやや経験が必要<sup>51</sup>。縫合材料は 5-0 ナイロンループ針を用いているが 4-0 はとても太すぎ許容し難い。小児は 6-0、乳児は 7-0 で十分である。周囲を整えるには 7-0, 8-0 ナイロンを用いている<sup>51</sup>。

Zone 2 の屈筋腱損傷は時期を逸さないと端々縫合がなされるが、端々縫合できない場合、あるいは不成功の場合は状態が悪く直接に遊離腱移植出来ないことが多い。ほとんどの陳旧性屈筋腱損傷の症例は二段階腱形成術をすることになる。この方法が確立されてから、自験例ではいきなり one-stage で自家遊離腱移植した症例は数例に過ぎない。二段階腱形成術の成績は安定している。無理な端々縫合より二段階腱形成術を筆者は選ぶ。

後療法には 2~3 週間安静に保つ方法を用いてきた<sup>31</sup>。その 2 週間以内におこる癒着はその後の後療法ではがし、いわば真性の癒着と判断している<sup>51</sup>。固定中は手のひらには指を屈曲した時、抵抗となるものはいっさい置かない。術後 15~16 日頃より背側に伸展防止ギブスをしたまま gently な自動屈曲を許可する。術後 3 週間経過すると extension block を取りはずしえるようにしておき、gently な自動伸展を行わせ、温浴しながら 1 日 2 万回の自動屈伸を目標とした。

術後 4 週で blocking exercise を開始した。術後 5 週には PIP 関節の自動可動域が 50° あれば十分である。術後 6 週間経過しても PIP 伸展不足角が 50° 以上の場合は、必ず、掌側板の中枢側の拘縮を取らなければ

ばない。つまり MP を屈曲させて PIP をゆっくり小さい力で伸展させる night splint を併用する。

線維性腱鞘内の屈筋腱が切ると腱断端には多少なりとも浮腫をともない日がたつと線維性腱鞘も狭くなっている。加えて破損した線維性腱鞘の縁で、滑走するさいに、腱縫合部位がささくれやすい。passive であれ highly controlled であれ超早期に動かす方法はある程度の再断裂は否めないであろう<sup>6)</sup>。傷付いた腱損傷部は、なるべく健常な線維性腱鞘内に一定期間保つべきと考える。

### ま　と　め

1. 端々縫合をおこなった時期による成績の差は認められなかった。
2. 二段階腱形成術の成績は安定している。
3. 術後 2~3 週間固定しても良好な結果が得られている。

### 参 考 文 献

- 1) Boyes, J. H., et al.: Flexor-tendon grafts in the fingers and thumb. *J. Bone Joint Surg.*, 53-A : 1332-1342, 1971.
- 2) Boyes, J. H.: The measuring of motions. *J. Hand Surg.*, 5 : 89-90, 1980.

- 3) 西島直城 他: zone 2, 3 における屈筋腱修復の症例の検討—その後療法を中心に—. *整形外科*, 34 : 1731-1733, 1983.
- 4) 西島直城 他: 線維性腱鞘内における手指屈筋腱修復症例の検討. *臨床整形外科*, 19 : 21-25, 1984.
- 5) 西島直城: 手指屈筋腱損傷の治療方針. *Orthopaedics*, 17 : 95-99, 1989.
- 6) 西島直城: No man's land における屈筋腱損傷の治療. *骨・関節・靭帯*, 4-4 : 519-528, 1991.

**質 問** 慶應義塾大学整形外科 内西兼一郎

Flexor tendon repair の成績に関与する大きな因子は pulley system が健常であるかどうかということと思う。salvage のものを two stage した場合(pulley が損傷されている)と何らかの理由で primary repair できなかつたもの(pulley が intact に近い)の成績を同一に論じるのはいけないのでないのではないか。後者は一次的な腱移植で十分 cover できると思う。

**回 答** 京都大学整形外科 西島 直城

今回の比較には salvage 症例は除いています。術前状態が good であるならばただちに遊離腱移植を行いますが、しかし scar などであるなら人工腱をいれてから腱移植を行っています。

## Zone II における屈筋腱損傷の治療経験

兵庫医科大学整形外科学教室

田 中 寿 一・山 下 仁 司

中 野 利 彦・美 崎 晋

柳 田 博 美・圓 尾 宗 司

### Primary Repair of Flexor Tendon Laceration in Zone II

Juichi Tanaka, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

A study was made of 57 fingers in 49 patients that underwent flexor tendon repair in no man's land (zone 2) over the last 7 years at our clinic. Patients ranged in age from 1 to 81 years, with an average of 33.1 years (35 were males and 14 were females) the average follow-up period was 33 months. Tendons were repaired by modified Kirchmayer-Kessler suture ( $N=27$ ), or by Tsuge looped intratendinous suture ( $N=29$ ) with additional interrupted sutures. There was no statistical difference between the two procedures. Twenty-nine patients had postoperative immobilization for 3 weeks, 5 had early controlled mobilization after Kleinert, 15 had controlled passive motion method after Duran's method.

The results were evaluated by Buck-Gramcko's criteria. According to this scoring system, 27 repairs were excellent (47.4%), 14 were good (24.6%), 9 were satisfactory (15.8%) and 7 were fair (12.3%). There were 5 digits (4 patients) with rerupture in the rehabilitation period. There were several factors that led to poor results. These included insufficient postoperative management (including rupture of repaired tendons), the site of laceration (middle third of Zone 2), along duration between injury and operation, and crush injury. However, some patients treated by primary suture after 2 months from injury obtained excellent results, so we believe that primary suture can be used even for these old cases, if the ruptured ends and surrounding tissues are in good conditions. On the other hand, if the ruptured end and surrounding tissues were sutured anatomically, it is need not early controlled mobilization.

### はじめに

手指腱損傷に対しては、部位を問わず一次修復を行っている。とくに No-man's land 内での同損傷に対しては準切断指と考え、できる限り早期に、また受傷後時間の経過した例でも可能な限り一次縫合での修復をおこなってきた。今回当教室で、1984 年よりおこなった Zone II での修復 49 例 57 指に検討を加え報告

する。

### 対象・方法

症例は、過去 7 年間に同一術者によってなされた 49 例(男 34, 女 14)の 57 指で、年令は 1 才より 81 才(平均 33.1 才)である。受傷原因是、鋭利断裂(ナイフ、ガラスなど) 34 例、鉄板など 9 例、電気ノコ 6 例あった。損傷分類(Tubiana & Pulvertaft)では、Group-

Key words: flexor tendon, primary suture, zone-II

Address for reprints: Juichi Tanaka, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine, 1-1, Mukogawa-cho, Nishinomiya, Hyogo 663, Japan.

I 21例, G.-II 28, G.-III 6, G.-IV 2であった。手術までの期間は, primary repair 14例, delayed primary 20例, early secondary 10例, secondary 5例であった。Zone II内損傷部位は、末梢 1/3-28指, 中 1/3-12指, 中枢 1/3-17指で, FDS を切除せざるをえない例が 15指あった。腱縫合は津下法を 29指, Kirchmayer 変法で結び目を, 断端部でなく末梢, 中枢の掌側に埋没させる縫合法を 27指に行い, 周囲を 6-0, 7-0 糸にて結節縫合した。腱鞘は, 可能な限り, 修復した。後療法は, Kleinert 法 5例, passive flexion のみ 15例, 他 29例は, 全て 3週間の immobilization をおこなった。Follow-up 期間は 6ヵ月より 5年 3ヵ月(平均 2年 7ヵ月)である。平均入院期間は 2.5 日であった。

## 結果

評価は Buck-Gramcko 法によった。優 27指(47.4%), 良 14(24.6), 可 9(15.8), 不可 7(12.3)で, 優, 良合わせると 72.0%であった(Fig. 1)。再断裂を 5例(8.8%)に認めた(早期運動療法中 1指, 4週後の運動療法中 3指)。4例は再縫合し, 良 2指, 可 2指となり, 1指は腱移植を行い良となつた。また可以下の内 6指に腱剥離を追加し, 優・良 4指, 可 2指となつた。

## 考察

Zone-IIにおける手指屈筋腱損傷に対する一次修復は, 元の指になる率が高くその有用性が認識されている。しかしすべての例に満足すべき成績をあげることは今なお困難である。他の手の外科専門施設において

も良好(優・良)例は 60-70%である<sup>2,3,4,5)</sup>。自験例においても同様(72%)であった。

さて成績を左右する因子として考えられるものは, 1) 損傷の状態, 部位, 年令, 2) 手術までの期間, 3) 手術法, 4) 後療法などである。

1)にあげられる項目は受診時すでに決定されている。自験例の受傷原因は鋭利切断で, 損傷分類 G.-I, II が多くこれにより成績が良かったといえる。一方 G.-III, IV の 6 例の内 4 例は可以下であった。また zone-II 内での損傷部位の内中 1/3 での断裂で, FDS が修復困難で切除せざるをえなかったものは, 小児例を除き成績が悪く, 逆に両腱縫合できたものに不可例はなかつた。しかしこれは損傷状態の差により, FDS を切除せざるを得ない場合が多く, FDS の切除が主たる成績の差の原因となるかどうかの決定はできなかつた。年令による成績の差は小児例は良好であるが, 成人での差はなかつた。つぎに 2) の手術までの期間であるが 48 時間以内の primary suture 例, delayed primary の 2 週以内のものでは成績がよい。しかし 2 カ月たつたものでも腱の断端が腱鞘内にあり, 状況より縫合可能で成績のよい症例があつた。早期の修復がよい結果につながることに変わりはないが, 陳旧例でも腱の状態により一次縫合を試みてもよいと考える。次に, 3) 手術法であるが, 腱縫合は腱内縫合法として津下法か Kirchmayer-Kessler 変法を用いた。腱周囲を 6-0, 7-0 糸で結節縫合を加え腱鞘を可及的に修復閉鎖した。われわれの用いた方法は, 従来の Kirchmayer-Kessler 変法では結び目が腱の断端にきてその修復を阻害し, 力学的にも弱くなる恐れがあるためにその結び目を掌側腱鞘内へ埋没させることに特徴がある(Fig.

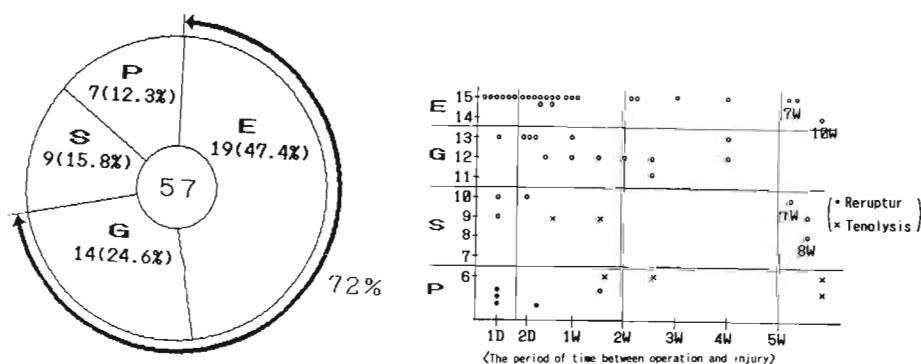


Fig. 1 Total results of tendon repair in 57 digits (evaluated by Buck-Gramcko's criteria)

2). この縫合方法は、両断端面を広く均等な力で引き寄せることができ面が合わせやすく、後の糸の緩みを防ぐよい方法であると思われた。津下法は簡便で把持力の信頼はあるが断端を面として合わせることに難点があった。しかし、これら2群を比較しても成績に差はなかった。これは、後に述べる後療法のためと思われた。腱鞘は完全閉鎖を心がけたが損傷度により不可能なことがあった。また成績でその差を明らかにすることはできなかった。早期運動療法においては差がないとの報告<sup>6)</sup>があるが、術後3週の固定を行う後療法にて完全閉鎖が成績を悪化させていることはなかった。有益性には今後の検討を要すると思われた。4)後療法はほとんどの例で3週間の immobilization をおこなった。これはわれわれの治療方針としてzone-II にての屈筋腱断裂を準切断指と考え早期に緊急手術として修復するため施設の関係上、入院期間が短い(平均2.5日)。このため術者による早期運動療法の監視ができないので、固定をおこなった。また、腱、腱鞘ができる限り正確に修復できた後に生ずる癒着は、いわゆる favorable scar<sup>1)</sup>であり適切な後療法により十分対処できるものと考えている。自験例よりみると確かに術後2,3ヵ月まではかなりの可動域制限を認める例があり、早期運動療法例より最終可動域の獲得が1-2ヵ月遅延する傾向が認められた。このことより、腱修復に際して、腱の断端に変性がなく断端面を正確に合わせられ、腱鞘も修復でき縫合部以外正常組織で被う事ができた場合は、あえて再断裂の危険を冒して早期に運動させる必要はないと考える。腱の損傷程度、修復状態により後療法の選択も必要になると思われた。

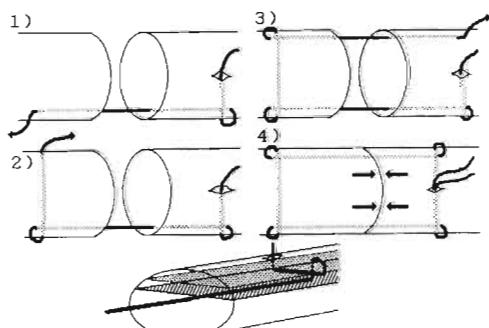


Fig. 2 Flexor tendon suture; the modified Kirchmayer-Kessler technique

### 合併症

再断裂を5指に認めた。内訳は早期運動療法中に2週目で1指、他は4週目に他動的伸展強制により1例(2指)に、他1指は、転倒し手を着いて、もう1例は重いものを急に持つことにより生じている。後二者は、4週ですでにGoodの評価を得ていたものである。幸いなことに再縫合、腱移植により最終結果での不可例はなかった。可動域不全の以下の内6指に腱剥離を追加し、優・良4指、可2指となった。このことは一次修復の成績不良例でも二次的な腱剥離によりある程度の好結果が期待できるといえる、がこの事が安易に適応を決めることにはならないと考える。

### ま と め

1984年以来、7年間に当教室で、おこなった手指屈筋腱zone II での修復49例57指に検討を加えた。Buck-Gramcko 法で評価し、優27(47.4%)、良14(24.6%)、可9(15.8%)、不可7(12.3%)で優・良合わせて72.0%であった。成績を左右する因子としては、手術までの期間、損傷の部位とその程度が最も関係していた。後療法は主に3週間の immobilization の後、機能訓練を開始した。術後可動域の獲得にやや時間を要したが最終可動域獲得には、満足すべき成績がえられた。このことより、腱・腱鞘などが可能な限り健常な組織で修復できれば、成績は良いといえる。損傷程度、修復状態により後療法の選択も必要になると思われた。

### 文 献

- 1) 石井清一 他：手指屈筋腱損傷の修復機序（基礎）。整形外科 MOOK, 4: 53-66, 1978.
- 2) 中村夢吾 他：韌帶性腱鞘内における delayed primary secondary tendon suture の検討。整形外科, 31: 1529-1531, 1980.
- 3) 斎藤英彦 他：指屈筋腱の腱鞘内における一次修復成績の検討。整形外科, 34: 1726-1729, 1983.
- 4) Tsuge, K., et al.: Repair of flexor tendons by intratendinous tendon suture. J. Hand Surg., 2: 436-440, 1977.
- 5) 内西兼一郎：No man's land における腱一次的修復。整形外科 MOOK, 4: 128-140, 1978.
- 6) 吉津孝衛：No man's land における屈筋腱損傷治療法の最近の動向。Monthly Book Orthopaedics, 38, 5: 29-44, 1991.

## 指 PIP 関節背側における伸筋腱損傷手術例の検討

名古屋掖済会病院整形外科

木野義武・服部順和  
近藤喜久雄・鈴木潔  
岸精一

The Study of Operative Treatment of Extensor Tendon Injury  
at the Dorsum of PIP Joint

Yoshitake Kino, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Ekisaikai Hospital

Total 51 cases, 58 fingers, of extensor tendon injuries at the dorsum of proximal interphalangeal joint and fractures in the extensor tendon insertion were surgically treated for the past six years. Patients were 43 men and 8 women, the age ranging from 2 to 64 (mean age: 35). The number of injured fingers were 25 of the index finger, 16 of the middle finger, 8 of the ring finger and 7 of the little finger. Closed injuries were 8 cases and open injuries 43 cases. Periods from injury to operation were the day of injury in 37 cases, within 10 days in 9 cases and over 10 days in 5 cases. The causes of injury were motor saws in 8 cases, cut, rotary machine, traffic accidents, machines and V-Belts in each 5 cases, and baseball and compression injuries in each 3 cases. Associated injuries were middle or proximal phalanx fractures in 25 cases, skin defects in 10 cases, and PIP joint dislocation in 5 cases. Extensor tendon injuries were single injuries of the central slip in 36 fingers, associated injuries of the unilateral lateral band in 15 fingers, and associated injuries of the bilateral lateral band in 5 fingers. These tendon injuries were all repaired by primary end to end suture, pull out wire, and local tendon transfer.

Treatment results: The postoperative ranges of motion of the PIP joint were more than 100° in 12 fingers, more than 80° in 22 fingers, more than 60° in 10 fingers, more than 40° in 9 fingers, and less than 30° in 3 fingers. The postoperative ranges of motion of the DIP joint were more than 60° in 20 fingers, more than 40° in 18 fingers, more than 20° in 14 fingers, and less than 10° in 4 fingers.

Conclusion: There was a significant correction between the postoperative range of motion of the proximal interphalangeal joint and the postoperative range of motion of the distal interphalangeal joint, except a few cases.

### はじめに

過去 6 年間に当科で観血的に治療した PIP 関節背側の、伸筋腱断裂およびその付着部の剥離骨折などの骨傷を伴った損傷は 51 例 56 指である。男 43 人、女 8 人の受傷時の年令は 2 才から 64 才で、平均 35 才であ

る。損傷指別では示指 25 指 中指 16 指 環指 8 指 小指 7 指である。開放性断裂は 48 指、皮下断裂は 8 指で、正中伸腱の腱性断裂は 36 指、正中伸腱付着部の剥離骨折および骨欠損などの骨傷を伴った損傷は 20 指である。受傷から手術迄の期間は受傷当日 37 人、10 日以内 9 人、それ以上 5 人である。受傷原因は電動鋸による

Key words: zone 3, extensor rupture, central slip, lateral band operation

Address for reprints: Yoshitake Kino, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Nagoya Ekisaikai Hospital, 4-66 Shonen-cho, Nakagawa-ku, Aichi, 454, Japan.

挫滅断裂 8 人、切創、wringer injury、交通事故、機械による圧挫、V ベルトによる断裂が各 5 人、野球による突き指、落下物による断裂が各 3 人、その他いろいろ 12 人である。

合併損傷は皮膚欠損 11 指、基節骨骨折 10 指、PIP 関節脱臼 5 指、側副靱帯損傷 3 指である。皮膚欠損の修

復は局所の廻旋皮弁 8 指、venous flap 2 指、腹部有茎 1 指である。

伸筋腱損傷は正中伸腱の単独断裂 36 指、正中伸腱断裂に 1 側の側伸腱断裂合併 15 指、両側の側伸腱断裂合併 5 指である。

腱損傷の修復はすべて一次的を行い、二次的再建例は

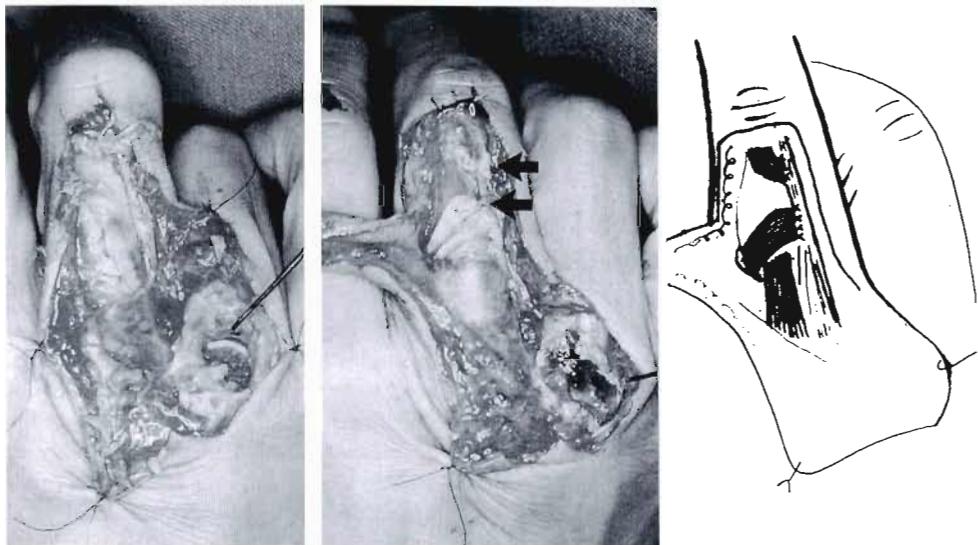


Fig. 1 40 yrs. male, the defect of a central slip, rt index finger, tendon transfer (arrow)

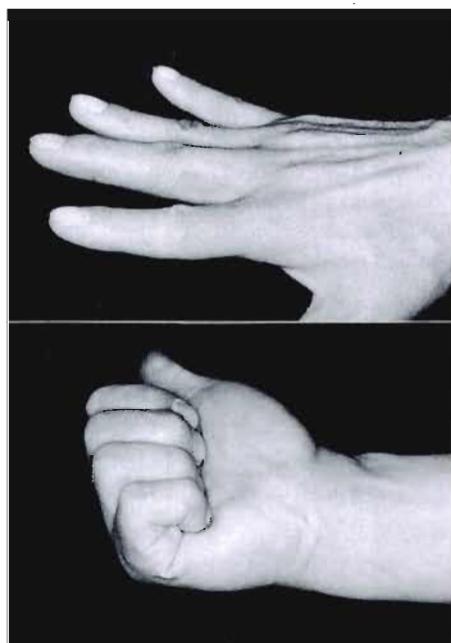


Fig. 2 1 year after operation

ない。一次的修復の内訳は腱の端々縫合 36 指、骨付着部の損傷で腱を骨へ pull out wire したもの 10 指、正中伸腱の欠損があり側伸腱を移行したもの 6 指、正中伸腱付着部の剥離骨片を K-wire で固定したもの 4 指である。

手術の絶対的適応である開放性断裂例を供覧する。

40 才男子、電動鋸で受傷した。正中伸腱と一側の側伸腱は皮膚と共に欠損していた。断裂した正中伸腱の近位および遠位断端を正常な尺側の側伸腱に移行縫合した。皮膚欠損は回旋皮弁で cover し遊離植皮を追加した。術後の PIP 関節の可動域は 100°、DIP 関節の可動域は 53° である (Fig. 1, 2)。

50 才男子、機械で右示指をはさまれて基節骨骨折を合併し、開放創は高度であったが、正中伸腱のみの断裂で正中伸腱は端々縫合が可能であった。術後の PIP 関節の可動域は 83°、DIP 関節のそれは 65° である。

42 才男、電動鋸で右示指 PIP 関節背側をけずられ

た。正中伸腱付着部は皮膚と共に欠損し、PIP 関節は掌側に亜脱臼していた。側伸腱を正中伸腱に移行して、皮膚欠損を venous flap で cover した。術後の PIP 関節の可動域は 33°、DIP 関節のそれは 20° と悪く、腱剥離術をすすめるも希望しなかった (Fig. 3)。

皮下断裂手術例を供覧する。

症例は 27 才男子の交通事故による PIP 関節掌側脱臼である。正中伸腱付着部の断裂を、pull out wire 法で修復した。術後の PIP 関節の可動域は 102°、DIP のそれは 60° であった。

症例は 31 才男子の野球の突き指である。

PIP 関節の自動伸展は不能であった。正中伸腱単独断裂であったが、正中伸腱と側伸腱の間に縦断裂がみられた。術後の PIP 関節の可動域は 105°、DIP 関節のそれは 63° であった。

症例は 45 才男子の打撲による正中伸腱付着部の剥離骨折である。転位骨片を K-wire 2 本で固定した。術

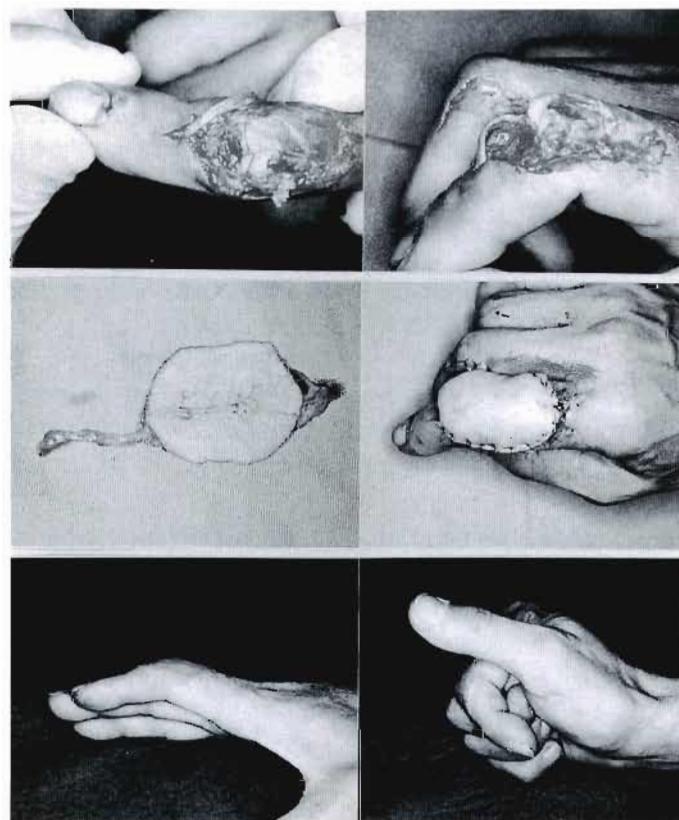


Fig. 3 42 yrs. male, motor saw injury, lateral band transfer, venous flap

Table 1 Postoperative result (PIPj &amp; DIPj)

DIPj PIPj	excellent $\geq 60^\circ$	good $\geq 40^\circ$	fair $\geq 20^\circ$	poor $\leq 19^\circ$	Total
A $\geq 100^\circ$	9	1	2	0	12 finger
B $\geq 80^\circ$	8	8	4	2	22 finger
C $\geq 60^\circ$	1	4	4	1	10 finger
D $\geq 40^\circ$	2	5	2	0	9 finger
E $\leq 39^\circ$	0	0	2	1	3 finger
Total	20 finger	18 finger	14 finger	4 finger	56 finger

後の PIP 関節の可動域は  $92^\circ$ , DIP 関節のそれは  $50^\circ$  であった。

## 結果

術後の PIP 関節の可動域を 5 段階に評価したところ Table 1 にみるよう、A は 12 指、B は 22 指、C は 10 指、D は 9 指、E は 3 指であった。5 段階別の DIP 関節の可動域を調べると、A 群中の DIP 関節の可動域は  $60^\circ$  以上が 9 指と最も多く、B 群中では DIP 関節の可動域  $40^\circ$  以上が 8 指と最も多く、C 群中では DIP 関節の可動域  $20^\circ$  以上が 4 指と最も多く、PIP 関節と DIP 関節の術後成績の間には相関関係がみられた。

次いで正中伸腱単独断裂例と 1 側および両側の側伸腱断裂合併例の術後成績を比較した。正中伸腱単独断裂では A が 10 指、B が 13 指、C が 7 指、D が 6 指、E は 0 であった。正中伸腱断裂と 1 側の側伸腱断裂の合併例では、A が 2 指、B が 6 指、C が 2 指、D が 3 指、E が 2 指であった。正中伸腱断裂と両側の側伸腱断裂の合併例では、A が 0、B が 3 指、C が 1 指、D が 0、E が 1 指であった。

また腱修復法と術後成績を検討したところ、腱の端々縫合例では A が 9 指、B が 13 指、C が 6 指、D が 7 指、E が 1 指であった。正中伸腱付着部の断裂や付着部の欠損例では正中伸腱を pull out wire で固定したこと、A が 2 指、B が 6 指、C が 0、D が 1 指、E が 1 指であった。正中伸腱が欠損し側伸腱を移行した症例では、A が 0、B が 0、C が 4 指、D が 1 指、E が 1 指と症例数は 6 指と少なかったが、術後成績は最も悪かった。正中伸腱付着部の剥離骨片と Kirschner 鋼線で固定した症例は 4 指あり、A が 1 指、B が 3 指と症例数は少なかったが、術後成績は最も良かった。

合併損傷と術後成績について調べたところ、基節骨骨折合併群では A が 0、B が 1 指、C が 2 指、D が 6 指、E が 1 指であった。皮膚欠損合併例では A が 0、B が 1 指、C が 4 指、D が 5 指、E が 1 指であった。PIP

関節脱臼合併例では A が 1 指、B が 2 指、C が 2 指、D と E は 0 指であった。側副韌帯断裂合併例では A が 0、B が 2 指、C が 1 指、D と E が 0 であった。以上の結果より基節骨骨折合併例と皮膚欠損合併例の成績が悪かった。

## 考察

PIP 関節背側における伸筋腱断裂の損傷程度は様々であるが、治療に際してはまず指伸展機構の機能解剖を理解することが重要である。従来正中伸腱単独断裂である皮下損傷に対する治療法として、Entin<sup>1</sup>、Boyes<sup>2</sup>、Tubiana<sup>3</sup>、Souter<sup>4</sup> らは保存的治療による良い成績を報告している。われわれは皮下断裂のうち保存的治療の困難な 8 例に手術を施行したが、その内訳は PIP 関節脱臼 4 例、正中伸腱付着部剥離骨折 3 例、PIP 関節伸展不能 1 例である。

皮下断裂 8 例の術後成績は PIP 関節で A が 6 指、DIP 関節でも優が 6 指と良く、症例によっては手術適応であると考えている。

PIP 関節の運動開始時期については、われわれ<sup>5</sup>は開放性損傷例でも側伸腱の断裂がない例では術後 1 週より DIP 関節の自動屈曲を開始させ、夜間 DIP 関節屈曲用スプリントを追加して、側伸腱の癒着を防止した。

側伸腱の断裂合併では術後 3 週より DIP 関節の自動屈曲を、術後 4 週より PIP 関節の自動屈曲をそれぞれ開始した。縫合した正中伸腱の離開を予防するため Capener スプリントを装着して自動運動を開始したが、DIP 関節屈曲用の outrigger を追加して術後成績を向上させた。

## まとめ

1. 指 PIP 関節背側における伸筋腱損傷術後の可動域において、一部の症例を除外すれば、PIP 関節と DIP 関節との間には相関関係がみられた。

2. DIP関節の自動運動は手術1週後より、PIP関節のそれは4週後より開始した。
3. PIP関節とDIP関節の可動域の獲得にはスプリント療法が有効であった。
4. 1側または両側の側伸腱断裂、正中伸腱欠損による側伸腱移行例、および骨折や皮膚欠損を合併した症例の術後成績は正中伸腱単独断裂端々縫合例の術後成績より悪かった。

#### 文 献

- 1) Entin, M. A.: Repair of extensor mechanism of the hand. Surg. Clinics of North America, 40: 275, 1960.
- 2) Boyes, J. H.: Bunnell's Surgery of the Hand. Ed. 5: p12, 441, 475, J. B. Lippincott Co., Philadelphia, 1970.
- 3) Tubiana, R.: Surgical repair of the extensor apparatus of the fingers. Surg. Clinics North America, 48: 1015, 1968.
- 4) Souter, W. A.: The problem of Boutonniere Deformity. Clin Orthop., 104: 116, 1974.
- 5) 木野義武:伸筋腱損傷の治療. 日手会誌, 2: 864-871, 1986.

質問 安井病院整形外科 松本 孝  
①lateral band の1側が残存している場合、DIP の

早期運動を行うか。

②central band や lateral band に欠損がある case で縫合した場合、transverse retinacular lig. の処置が必要でしょうか。

回 答 名古屋掖済会病院整形外科 木野 義武

①1側のみの側伸腱断裂の場合は縫合しない。ただし、clean cut 側では縫合してもよいが術後、1週で DIP 関節の運動は開始する。

②新鮮例であるから retinacular lig. は剥離したりしない。

質 問

座長 諸橋 政権

骨傷を伴う伸筋腱損傷は成績が悪いが、その成績不良のどれぐらいが、関節由来の原因によるものか。

又、PIP レベルの損傷で、DIP の屈曲制限が来やすいので、私は術後2週固定の後、PIP を40° 屈曲して、DIP 屈曲訓練しているが、後療法はどうしているか。

回 答 名古屋掖済会病院整形外科 木野 義武

座長のいわれた術後2週で、PIP 関節40° 屈曲位での DIP 関節の運動は行っていない。PIP 関節は4週間伸展位固定している。

## 長母指伸筋腱断裂に対する固有示指伸筋腱移行術の検討

三重大学医学部整形外科学教室

原 隆久・松本 衛

平田 仁・荻原 義郎

鈴鹿回生病院整形外科

藤澤 幸三

### Follow up Studies of the EIP Transfer for the EPL Rupture

Takahisa Hara, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Mie University School of Medicine

18 cases of the EPL rupture were treated by the EIP transfer during the last 13 years. And in these cases, 14 cases were followed up. Their average age was 48.6 (22~72) years old. 4 cases were male and ten cases were female. 4 tendons were lacerated and 10 tendons were spontaneously ruptured subcutaneously. The average follow-up period was 4 years and 3 months (5 months~12 years and 9 months).

Using the evaluating system by Imamura, we evaluated the cases, the results is as follows: "Excellent" is 3 cases, "Good" is 8 cases, "Fair" is 2 cases, "Poor" is 1 case. We evaluated only one case as poor, because the EIP was too hypoplastic to be used. We should have used another tendon, for example ECRL. 11 of 14 cases had various complaints.

It is difficult to decide the tension of the suture. Our method to decide the tension is as follows: when the wrist is extended, we suture the tendon in the position of the IP of the thumb slightly flexed, and when the wrist is flexed, we suture in the position of the IP full extended. Because, when we extend the wrist, we use the thumb at the flexed position, and when we flex the wrist, we use the thumb at the extended position.

### はじめに

長母指伸筋腱（以下 EPL）断裂に対する固有示指伸筋腱（以下 EIP）を用いた腱移行術は広く行われております。その成績もまた良好であると言われています。しかしながら母指の重要性を考えると、わずかのROMの変化やpinch力の低下が様々な愁訴となって現れることも少なくない。われわれも一貫してEIPを用いた腱移行術を行っており、その成績および問題点について検討した。

### 対象および方法

昭和53年から平成2年までにEPL断裂に対して18例のEIP移行術を行った。内follow upできた14例を検討の対象とした(Table 1)。年令は22才~72才、平均48.6才、男性4例、女性10例、右5例、左9例である。断裂の原因は、切創4例、皮下断裂10例、切創の内1例が新鮮例、3例が陳旧例、また皮下断裂の内、橈骨遠位端骨折によるもの4例、打撲3例、強い握り動作によるもの2例、ステロイド局注後の断裂

Key words: extensor pollicis longus rupture, extensor indicis proprius transfer, tendon transfer

Address for reprints: Takahisa Hara, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Mie University School of Medicine, 2-174 Edobashi, Tsu, Mie 514, Japan.

1例である。断裂から移行術までは2日～8ヶ月、平均2ヶ月、follow up期間は5ヶ月～12年9ヶ月、平均4年3ヶ月である。母指IP関節ROM、side pinch力、母指拳上時の手掌面と母指爪先端との距離、いわゆる母指拳上距離を測定し、母指IP関節伸展、母指内転、第1中手骨背側拳上といったEPL機能を調べた。さらに母指屈曲時の爪先端から遠位手掌皮線までの距離(NPD)を測定し、屈曲障害の有無を調査した。またdonorの問題として示指extension lagの有無、さらにswitchingの良否、愁訴についても併せて調査した。

## 結 果

母指IP関節伸展は14例中4例に左右差が見られた。side pinch力の低下している例につまみ動作、指先の細かい作業がしづらい例が多く見られた。母指拳

上距離は14例中10例に左右差が見られたが、10～20mm程度の左右差であればとくに障害は見られず、左右差を自覚していない例もあった。母指に屈曲制限が見られる場合は、屈曲時に背側の突っ張り感を訴えた。縫合時のtensionが強すぎたものと思われ、内1例は母指伸展時に母指が内転する傾向があった。示指MP関節には5～15°のextension lagが半数に見られたが、ほとんど自覚しておらず、問題にはならなかった。14例中11例は何らかの愁訴を残していた。細かい動作がしづらい、指先に力が入りにくいといった訴えが多かった。

以上の結果を今村<sup>4)</sup>の判定基準で評価すると、excellent 3例、good 8例、fair 2例、poor 1例であった(Table 2)。山根<sup>7)</sup>の判定基準およびBuck-Gramcko法日手会委員会案ではexcellentの症例数

Table 1 Clinical Data

Case	Age	Sex	Side	Cause	Inj.～Op.Period	Follow up Period
1	57	F	L	radius fracture	4 M	4 Y
2	71	F	L	power grip	2 W	2 Y 1 M
3	36	F	L	contusion	1 M	2 Y
4	40	F	L	fresh laceration	2 D	12 Y 9 M
5	48	F	L	steroid injection	2 M	10 Y
6	46	F	L	contusion	3 M	8 Y 3 M
7	52	M	R	power grip	3 W	5 Y
8	63	F	L	radius fracture	2 M	2 Y 5 M
9	23	F	R	old laceration	3 W	1 Y 4 M
10	48	M	L	radius fracture	8 M	5 Y 8 M
11	22	M	R	old laceration	2 M	5 M
12	72	F	R	contusion	2 W	1 Y 7 M
13	45	F	R	old laceration	3 M	7 Y
14	57	M	L	radius fracture	2 M	2 Y 11 M

Table 2 Results

Case	thumb IP extension(°) uninj.side -inj.side	thumb IP flexion(°) uninj.side -inj.side	side pinch (%) inj.side/uninj.side ×100	thumb elevation (mm) uninj.side -inj.side	thumb NPD (mm) inj.side -uninj.side	index MP extension lag (°)	complaint	result (by Imamura)
1	0	0	100	0	0	10	-	excellent
2	0	5	100	0	10	0	-	excellent
3	0	0	100	0	0	0	-	excellent
4	0	0	60	10	0	0	+	good
5	0	0	90	0	20	15	+	good
6	0	15	95	10	0	0	+	good
7	0	10	88	13	0	15	+	good
8	0	5	55	20	10	5	+	good
9	0	0	60	20	0	0	+	good
10	0	0	93	5	0	0	+	good
11	20	0	96	10	0	10	+	good
12	20	30	76	17	25	0	+	fair
13	10	10	45	15	15	5	+	fair
14	32	0	71	45	0	10	++	poor

がそれぞれ 9 例、12 例と増加していた。今村の判定基準は愁訴を重視しているため厳しい基準ではあるものの、実情に即したものであると思われた。poor の 1 例は EIP が hypoplastic なものであった。

### 考 察

EPL 断裂に対する腱移行術には EIP が用いられることが多く、その理由は excursion が十分得られること、腱の走行が EPL と類似していること、手技が容易であることなどによる。一般的に EIP 移行術の成績は良好とはいいうものの、EPL 機能が再建され、十分な ROM が獲得されるといった面が重視され、愁訴については軽視されがちであるように思われる。われわれの今回の調査では意外と愁訴が多く、それはつまみ動作を初めとする指先の細かい動作がしづらい、指先に力が入りにくいといった訴えが主なものであった。母指の重要性から考えて、わずかな機能低下もすぐに愁訴に結び付くものと思われた。EIP 移行術の問題点は、縫合時の tension と移行腱を通す route および移行に適する腱の存在である。EPL は母指内転にも関与しているため、縫合時の tension が弱い場合は十分な母指伸展力が得られないばかりか内転力も不十分となる。したがってややきつめの tension で縫合するのがよいようであるが、あまりにも強いと母指の屈曲制限や伸展時の内転傾向を招き、注意を要する。Magnussen<sup>6)</sup> は母指の屈曲制限は機能的に問題ないと述べているが、突っ張り感を訴えたり握り動作が不十分となる症例が見られており、彦坂<sup>3)</sup> は屈曲制限を避けるため、絶対温存したいと思う母指最大屈曲位を保ったまま、EPL と EIP を maximum tension 下に縫合して母指屈曲制限を避けることをすすめている。出口<sup>1)</sup> は母指最大外転、伸展位、手関節中程度伸展位で母指が他指より強く伸展する tension で縫合している。われわれは手関節伸展、母指外転位で縫合した時、母指 IP 関節がわずかに屈曲位となり、かつ手関節を屈曲位にすると、母指 IP 関節が完全伸展するような tension で縫合している。その理由は、手関節伸展位では母指は屈曲位で、手関節屈曲位では伸展位で使用するからである。

第 4 compartment を通る EIP をそのまま EPL に縫合すると、EPL 本来の走行である第 3 compartment よりさらに尺側から力を受けることになり内転力を増す効果があるため、つまみ動作など指先の細かい動作が容易となり、力が入りやすくなる。したがつ

て手技的にも煩雑な第 3 compartment への re-route をあえて行う必要はないと思われる。また、山根<sup>7)</sup>、二見<sup>2)</sup>が述べているような、EIP を伸筋支帯より引き抜き、皮下を通す方法は bowstringing の問題もあり、われわれは行っていない。

EIP が hypoplastic であった 1 例のみが、母指伸展力がほとんど得られず、つまみ動作、握り動作に支障をきたしており、成績不良であった (Fig. 1)。

Mannerfelt<sup>5)</sup> は長橈側手根伸筋腱(ECRL)を使用して、良好な成績が得られたと述べている。ECRL では十分な excursion が得にくいためわれわれは通常は用いていないが、このような症例には使用すべきであったと考えている。

二見<sup>2)</sup>は、switching 不良例を報告しているが、われわれの症例にも同様の例が 1 例見られた。63 才女性、橈骨遠位端骨折後の皮下断裂で、EIP 移行術後 2 年 7 ヵ月であるが、母指 IP 関節のある程度の伸展はできるものの、完全伸展するには同時に示指を伸展させなければならなかった。他の例では switching は良好で

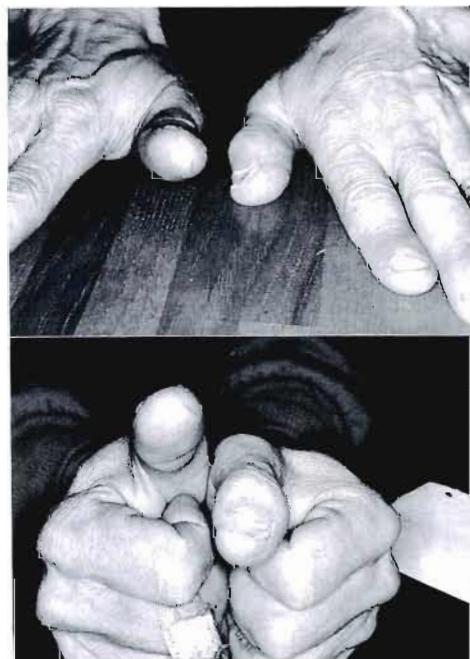


Fig. 1 57 years old man.

The EIP was very hypoplastic.

2 years and 11 months passed after EIP transfer, he is not able to elevate his left thumb and not able to extend his IP joint of the same thumb.

あった。

### ま　と　め

1. EPL 断裂に対し 18 例の EIP 移行術を行い、内 14 例を検討した。
2. ROM などには問題なくとも、指先の細かい動作がしづらい、指先に力が入らないなどの愁訴を訴える例が多く見られた。
3. EIP は第 4 compartment をそのまま通し、ややきつめの tension で EPL と縫合するのがよい。
4. EIP が hypoplastic の場合は他の腱を力源にするべきである。

### 文　　献

- 1) 出口正巳 他：長母指伸筋腱皮下断裂について。長崎医学会雑誌, 62: 47-51, 1988.
- 2) 二見俊郎 他：長母指伸筋腱断裂の治療 腱移行術および腱移植術を中心として。整形外科, 30: 1593-1595, 1979.
- 3) 彦坂一雄 他：腱移行手術における腱縫合時の緊張度の決め方、第 1 報、主として長母指伸筋腱について。日手会誌, 7: 603-606, 1990.
- 4) 今村宏太郎 他：長母指伸筋腱損傷の治療成績、腱移行を中心として。整形外科と災害外科, 33: 107-112, 1984.
- 5) Mannerfelt, L., et al.: Rupture of the Extensor Pollicis Longus Tendon after Colles Fracture and by Rheumatoid Arthritis. J. Hand Surg., 15-B: 49-50, 1990.
- 6) Magnussen, P. A., et al.: Extensor Indicis Proprius Transfer for Rupture of the Extensor Pollicis Longus Tendon. J. Bone Joint Surg., 72-B: 881-883, 1990.
- 7) 山根宏夫 他：長母指伸筋腱断裂手術例の検討。整形外科, 21: 937-939, 1970.

**質問**　　琉球大学整形外科 金谷 文則  
EIP transfer 後の示指の extension lag があつたでしょうか。また EIP transfer 後、示指の独立伸展は可能だったでしょうか。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
示指 extension lag のみられた例が半数あったが、自覚しておらず、機能的にも問題にならなかった。

**質問**　　長崎大学形成外科 近藤加代子  
Poor な症例が 1 例あったとのことですが、術中所見

にて EIP はやはり hypoplastic だったのでしょうか。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
Hypoplastic でした。

**質問**　　荻窪病院整形外科 田崎 憲一  
移行腱の EIP の hypoplastic な case が 1 例あったそうですが、私は EIP の欠損例を経験したことがあります。このような EIP の解剖学的な統計などお調べでしたら、お教え下さい。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
残念ながら調べておりません。

**質問**　　座長 諸橋 政横  
EIP が欠損していたらどうするのか。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
ECRL などの腱を移行腱として用いる。ただし十分な excursion が得られないため、ECRL を用いるのは特殊な場合に限っている。

**質問**　　京都安井病院整形外科 松本 孝  
① Switching 不良な 1 例には何か解剖学的特徴はありましたか。  
② Switching 不良な例で ADL 上の障害、訴えはありましたか。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
① 特別に特徴的な所見はなかった。  
高齢者であったことも switching 不良の原因になったかもしれない。  
② ADL 上のつまみ動作、例えば針仕事がしにくいという訴えがあったが、switching 不良によるものとは断言できない。

**質問**　　慶應義塾大学整形外科 彦坂 一雄  
つまみ動作で不安を訴えるなど、機能的に不満足な部分を残しやすいのは、移行腱の緊張が強すぎる場合でしょうか、弱すぎる場合でしょうか。

**回答**　　三重大学整形外科 原 隆久  
両者とも問題があるが、どちらかといえば弱すぎた場合に愁訴が強かったように思います。

## 小児弾撥指の発生についての考察

国立習志野病院整形外科

村山憲太・竹内孝  
湯山琢夫・金山竜沢  
高相晶士

### Incidence of the Trigger Finger in Infants

Kenta Murayama, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Narashino National Hospital

It seems certain that trigger finger in infant would be caused by inconformity with tendon and sheath. But it is still uncertain that the primary cause of its incidence is due to either the change of tendon or sheath. 179 infants (227 fingers) who had suffered from trigger fingers had been treated at our hospital between 1973 and 1990.

The majority of trigger fingers were present in the thumb (91 per cent). They were often observed bilaterally in thirty-nine of 163 cases (23.9 per cent) either at the same time or at intervals between two months and five years (11 cases, 28.3 per cent).

The age when the abnormality was first noted varied from birth to thirteen years, with a mean of 1.8 years.

Trigger fingers were seen in the 22 patients of 3661 infants who were born at our hospital during five years between 1982 and 1986.

Range of the rate of its incidence in each year shows from 0.41 to 0.76 per cent, and the rate of total average is 0.6 per cent.

There are six cases of familiar occurrence, three pairs of sisters, a pair of brother and sister, a pair of boy and mother in 179 cases (3.4 per cent). Two cases of twins are suffered from trigger thumbs in one of a pair. Operative findings showed the enlargement of the tendon proximal or rarely distal to the sheath and there were more or less the constriction of the tendon in the sheath. The preceding facts seem to suggest that trigger finger in infant would be caused by anatomical and congenital factors, namely anatomical and superadded congenital narrowed sheath caused the reactive nodular formation, warty granulation and bulbous swelling.

Snapping phenomenon stimulates tendon and sheath to cause the histological changes secondarily noninflammatory fibrosis and occasionally chronic inflammatory cells infiltration. Author presumes that the growth of tendon and sheath may be not independent each other but the sheath may grow according to the growth of the tendon.

Namely, the movement of the growing tendon prescribes the growth of the sheath, the dull movement of the tendon may still more bring about the narrowed sheath.

Concerning the incidence of the primary narrowed sheath, a certain rate of the incidence (0.6 per cent) seems to show the deviation from the normal range of the normal distribution of the growth of sheath.

---

Key words: trigger thumb, trigger finger, infant, rate of incidence, congenital

Address for reprints: Kenta Murayama, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Narashino National Hospital, 1-1-1 Izumi-cho, Narashino, Chiba, 275, Japan.

腱と腱鞘の不適合が小児弾撥指の本態であろうが、そのどちらに第一次的原因があり、どちらがその結果なのかについては異論がある。

当科に13年間に受診した小児弾撥指と、当院産科で出生した小児に発生した弾撥指例をもとに、その発生原因について考察した。

### 対 象

1978年から1990年までの13年間に、当科を受診した小児弾撥指は、179例・227指であるが、母指に圧倒的に多く91%を占める。次いで中指の11例・6.1%である。母指では右側にやや多く、両側例も23.9%と1/4近くを占める。女子が男子の2倍近く多い(Table 1)。母指163例・214指の発生年令は、1才をピークに生下時より13才にわたり、平均発生年令は1.8才である。生下時よりみられたものは両側例1例のみで、母親も小児弾撥指であった。

両側母指発生例は、163例中39例・23.9%であるが、そのうち同時に発見されたものは28例(72.8%)、時間をおいて発生したものは11例(28.2%)である。

その間隔は2ヵ月から5年で、1年が4例と1番多く平均間隔は1.8年である。右側が先に発生した例が多く8例(72.7%)であった。

また当科では、当院産科で生まれた新生児の検診を出生時、1ヵ月・3ヵ月・6ヵ月・歩行開始時と1年余の期間を定期的に行い、それ以後は異変があれば受診するように指導している。1978年から1990年までの13年間に当院産科で生まれた小児の弾撥指発生例は、31例・34指で、その発生年令は3ヵ月から6才までで、1~2才に発生したものが多く25指(74%)を占める。1才未満に発生したものは6例(18%)で、生下時に弾撥指を確認したものはない。

小児弾撥指の発生頻度を1982年から1986年までの5年間の出生児3,661名を母集団としてみると、発生数22例・0.6%であり、その受診年は5年にわたる。各々年度別の発生率は0.41%から0.76%の間にありほぼ一定している(Table 2)。

家族的背景をみると、全179例中家族内発生が6例(3.4%)あり、姉妹例が3組・4例、兄妹例が1例、男子と小児弾撥指だった母親例が1例である。1卵性

Table 1 Number of the Trigger Fingers treated between 1978 and 1990  
179 cases.....227 fingers

	Right	Left	Bilateral	Total
Thumb	71 (43.6%) ♂ ... 24 ♀ ... 47	53 (32.5%) ♂ ... 19 ♀ ... 34	39 (23.9%) ♂ ... 14 ♀ ... 25	163 (91%) ♂ ... 57 ♀ ... 106
Index Finger		1 ♀ ... 1	1 ♂ ... 1	2 (1.1%) ♂ ... 1 ♀ ... 1
Middle Finger	3 ♂ ... 1 ♀ ... 2	4 ♂ ... 3 ♀ ... 1	4 ♂ ... 1 ♀ ... 3	11 (6.1%) ♂ ... 5 ♀ ... 6
Ring Finger	1 ♂ ... 1	2 ♂ ... 2	1 ♀ ... 1	4 (2.2%) ♂ ... 3 ♀ ... 1
Little Finger	1 ♂ ... 1	1 ♂ ... 1		2 (1.1%) ♂ ... 2

Table 2 Rate of Incidence of the Trigger Fingers in Infants

Year	1982	1983	1984	1985	1986	Total
Number of New Born	838	796	729	659	639	3661
Number of Incidence	4	6	3	5	4	22
Rate of Incidence	0.48	0.75	0.41	0.76	0.63	0.6
Treated year	1982 '84 '85 '86	1984 '85 '86	1986 '87 '88	1986 '86 '88	1986 '88 '90	

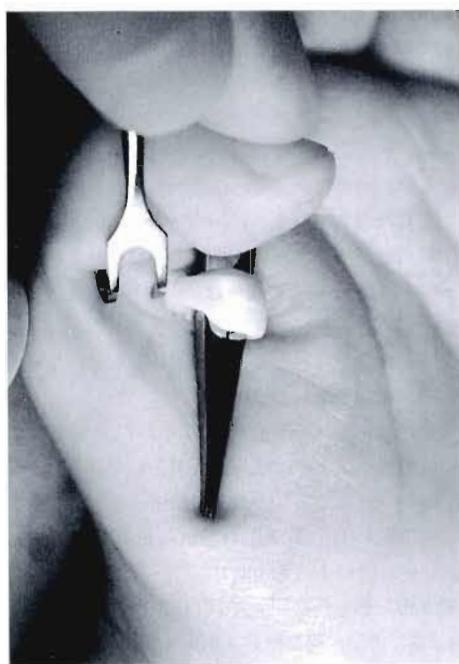


Fig. 1 Operative finding. Bulbous swelling tendon proximal to the constricted sheath and narrowed within the tendon sheath.

双生児で発生したものが2例あったが、いずれも片方のみの発生であった。

手術時の肉眼的所見では腱鞘の中枢端に隣接した腱の部分に腫大があり、この部分が白色を呈するものが多かった。また多かれ少なかれ腱鞘内で腱の狭少化がみられた (Fig. 1)

膨隆部で白色を呈するものが多くみられたが、その他に Nodulus を形成するもの、いぼ状の granulation を形成するものが数例みられた、腱鞘の末梢端に腱の腫大があり、伸展位拘縮をきたしているものが1例2指あった (Fig. 2)。腱鞘は狭窄を示す以外は組織学的变化も腱に較べてわずかであった。

## 考 察

以上の所見、すなわち母指に圧倒的に多く、両側性にもかなりみられ、1~2才に発生のピークがあり、発生率もほぼ一定している。日本ではまれであるが欧米では20~30%の高率で生下時にすでに見られ<sup>1,2)</sup>、家系内発生、肉眼的にも組織学的にも腱鞘に隣接した部位に腱の変化が大なることは、小児彈撥指は解剖学的因素に加わるに、先天性の腱鞘腔の狭窄を示唆しているように思われる。

小児彈撥指の発生に觸する諸説では、母指に圧倒的

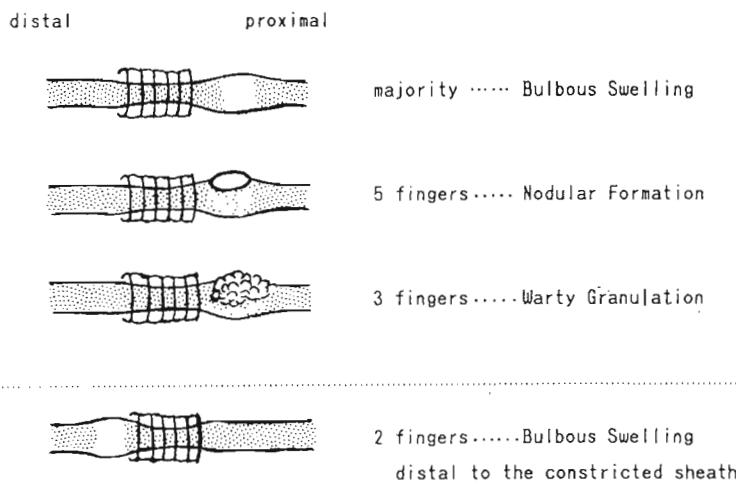


Fig. 2 Operative Findings (161 fingers)

に多いことから、MP関節部における解剖学的狭窄(種子骨・ブーリー韌帯、内転筋腱の付着などによる)や、長母指屈筋腱の走行の変化に注目する説、生下時すでに強直母指の存在することから、腱鞘腔の先天性狭窄を主張する説、家系内発生や1卵性双生児の同時発生のみられることから遺伝的素因を重視する説<sup>3)</sup>、分娩時外傷や機械的刺激による外傷性炎症説<sup>5)</sup>などがあるが、肉眼的・組織学的变化が腱鞘より腱に著しい<sup>4)</sup>ことから、主因を腱の変性膨隆にあるとし、その成因を胎生期における先天性素因に求める説が現在有力のようである<sup>6)</sup>。

いずれにしろ弾撥指の発生は腱と腱鞘の不適合であり、その本態は腱鞘に隣接する腱の膨隆によるものであるが、腱鞘内で腱が正常の太さより多かれ少なかれ狭窄をきたしていることから、腱鞘腔の狭窄は相対的なものではない(Fig. 1, 2)。また腱の膨隆を第1次的原因として狭窄をきたしたとするなら、腱鞘に隣接した部分の腱だけに変性が起こるのはおかしいし、もっと腱鞘に組織学的に変化があつてもよいと思われる。

この狭窄はいかにして生じたものか、腱鞘腔の先天性狭窄の発生原因は、発生学的な異常とするより、ほぼ一定の発生率を示すことより、腱鞘の成長過程でその内腔の大きさが正規分布を示すと考えると、その正常範囲からの逸脱した狭窄性腱鞘が小児弾撥指の発生の引き金になるのではないかと思われる。さらに津下らの言う胎生期からおよそ生後3ヵ月までみられる母指の内転屈曲位保持が関与しているだろうことも考えられる<sup>7)</sup>。

腱鞘と腱の発育は各々独立したものではなく、腱が発育・増大し腱鞘を通過することにより腱鞘も発育・拡大するとすると、腱の滑走の鈍化・停止は腱鞘の発育不全、狭窄を助長する。

腱鞘部での腱の狭窄と隣接部での腱の肥厚は弾撥現象を生じ、強い場合は生下時すでに強直指であり、弱いと生下時に異常はないが腱の滑走が円滑に行われないために、機械的刺激による腱の変性・膨隆をきたして、やがて弾撥指、強直指になると思われる。

### ま　と　め

1) 腱鞘の成長過程で生じた、腱鞘腔の大きさが、正規分布をするとすると、その正常範囲から逸脱した狭窄性腱鞘が小児弾撥指の発生の第1次的原因であろう。

2) 解剖学的素因に加えて、この狭窄による腱の滑

走の鈍化は、受動的に発育する腱鞘の発育不全をきたし、さらに狭窄を助長すると思われる。

3) この狭窄による機械的刺激により、腱の変性・膨隆が起つて弾撥現象が生じ、弾撥指、さらに強直指が発現する。

### 文　献

- 1) Bollinger, J. A., et al.: Snapping Thumb in Infants and Children, *J. Pediatr.*, 44:450-450 1952.
- 2) Dinhham, J. M., et al.: Trigger Thumb in Children, a review of the natural history and indications for treatment in 105 patients. *J. B. J. S.*, 56-B: 153-155, 1974.
- 3) 浜西千秋 他:乳幼児弾撥指の家系内発生.中部整災誌, 25: 1436-1438, 1982.
- 4) 橋詰博行 他:小児弾撥指の病理組織学的検討.日手会誌, 3: 621-624, 1986.
- 5) 宗近 清:乳幼児の弾撥指について.臨整外, 1: 533-537, 1966.
- 6) 南条文昭:バネ指, '76あすへの整形外科展望, 金原出版, 189-199, 1976.
- 7) 津下健哉:手の外科の実際, 改訂6版, 南江堂, 342-345, 1985.

**質問** 岡山済生会病院整形外科 橋詰 博行  
腱鞘側に狭窄があり症状が出現するとすればfrictionが起り、必ず何らかの所見が健あるいは腱鞘に出現するが、それがなくて起こることが多い理由はどう考えればよいでしょうか。

**回答** 国立習志野病院整形外科 村山 憲太  
病理学的に変化が起るとすれば、それは2次的な機械的刺戟によるものと思われ、frictionが強く摩擦が起らなければ、病理学的所見は殆んど生じないと考える。

**質問** 新潟手の外科研究所 田島 達也  
①外国の文献では生下時よりあるとの論文が多いのだが、本当に生下時がない例が多かったのか。もしそうなら、かなり重要な所見と思う。

②弾撥指というが、強直のままで、弾撥しない例の方が多いのではないか。

**回答** 国立習志野病院整形外科 村山 憲太  
①生下時よりと、父親が言ったのが1例あったが、それ以外はなかった。

②強直指の方がやや多い印象をもっているが、弾撥指もかなりの割合でみられる。

質問 座長 吉津 孝衛  
このような1才未満で弾撥母指をみた場合、治療はどう考えたらよいか。

回答 国立習志野病院整形外科 村山憲太  
弾撓する場合は、局所のマッサージと自他動運動をさせ6ヵ月間様子をみる。強直の場合はマッサージをさせ、3ヵ月たってもなお強直の場合には手術をしている。

## Zone II 指屈筋腱損傷に対する骨付き腱移植の応用

山口大学医学部整形外科学教室

酒井和裕・土井一輝

伊原公一郎・河合伸也

St. Vincent 病院 (Australia)

Wayne A. Morrison

### Clinical Application of Tendon-bone Grafting for Finger Flexor Tendon Rupture in Zone II

Kazuhiro Sakai, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

A new tendon-bone graft is harvested with a plantaris tendon with a small piece of calcaneal bone at its attachment. When it is applied for finger flexor tendon rupture in Zone II, a dorsally based cone shaped opening in the distal phalanx is made. Then it is threaded through the base of the opening so that the bone can catch it and produce a very strong fixation at the distal end of the graft.

Concerning the proximal end of the graft, the tendinous portion is sutured to the recipient tendon in the palm or forearm area. The interlacing suture method is usually used to provide strong fixation.

As the fixation of both ends of the graft is strong enough, early active full range motion of the finger is possible. Because of this, better results can be expected.

### はじめに

Zone II の指屈筋腱損傷では癒着を防ぐため、とくに二次再建における腱移植後には早期の運動療法が望まれる。しかしながら移植腱末梢部は腱同士を縫合するにしても骨に縫着するにしても中枢部での interlacing suture のような強固な結合を得にくく再断裂が危惧され積極的施行は困難であった。この解決策のひとつとして、Prefabrication による骨付き腱を作成し骨同士を固定する方法が結合力において優れていることが実験的に証明され報告されている。著者らはこの臨床応用方法を開発し施行したので報告する。

### 骨付き腱移植術式

#### 1. 骨付き腱の採取

骨付き腱は足底筋腱より採取するが、その踵骨付着部で骨と腱が離開しないように注意してできるだけ小さい骨片を付けて採取する (Fig. 1)。骨付き腱は tendon stripper で採取すると皮切が小さくてすむし、大きさは tendon stripper が通るくらいに小さいほうが良い (Fig. 2)。

#### 2. 移植床の準備

FDP 腱の損傷瘢痕化部分を末節骨付着部から手掌もしくは前腕部まで十分に切除する。FDS 腱は中節骨付着部をできるだけ温存するか再建する。靭帯性腱鞘も可及的に温存する。次いで、DIP 関節より末梢背側

**Key words :** tendon-bone graft, plantaris tendon, finger flexor tendon, Zone II

**Address for reprints :** Kazuhiro Sakai, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, 1144 Kogushi, Ube, Yamaguchi 755, Japan.

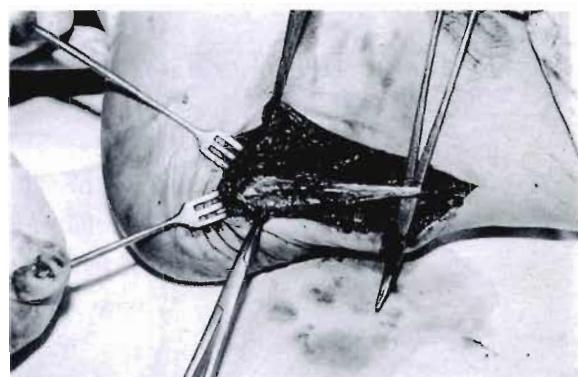
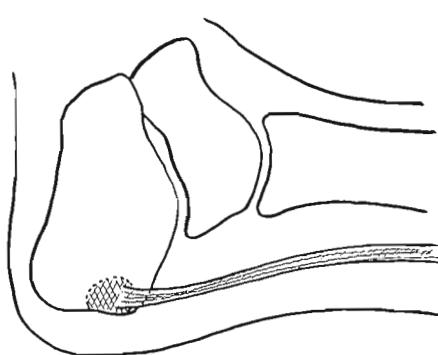


Fig. 1 A tendon-bone graft is harvested with a plantaris tendon with a small piece of calcaneal bone at its attachment.

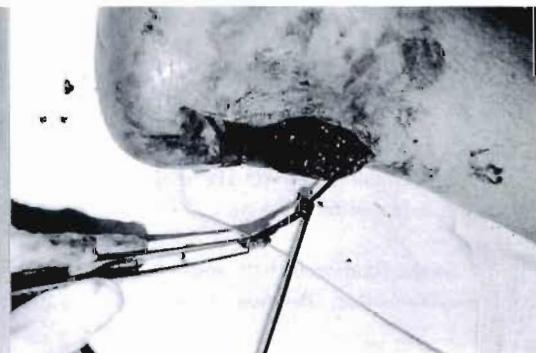
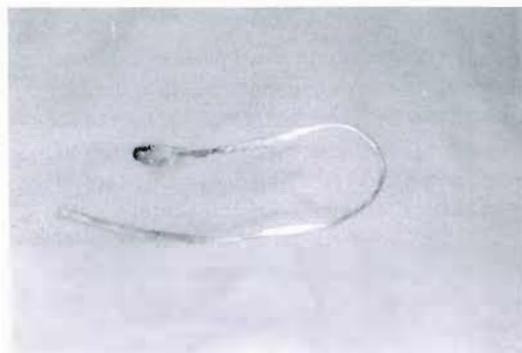


Fig. 2 The bony portion of a tendon-bone graft should be small enough so as to be easily threaded by the tendon stripper.

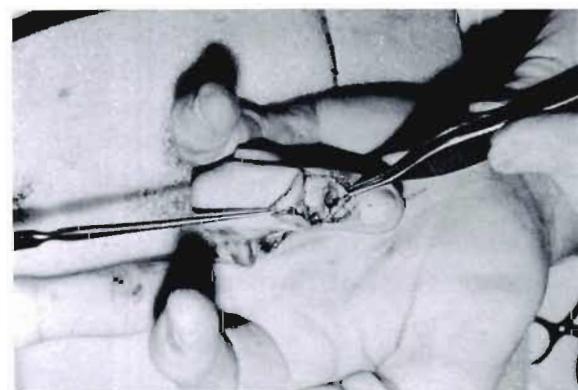
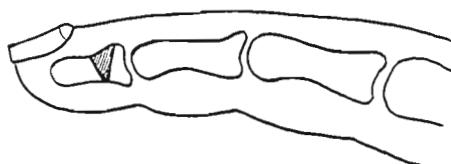


Fig. 3 A dorsally-based cone-shaped opening in the distal phalanx is made, taking care not to injure the matrix of the nail.

に皮切を加えて末節骨背側を剥離露出し, FDP 腱付着部を中心として背側から掌側へ円錐形の骨孔を作成する (Fig. 3). この骨孔は骨付き腱に対して大きすぎないように注意する。

### 3. 骨付き腱の移植

骨付き腱の腱部分を末節骨に作成した骨孔を通して背側から掌側に引き出し骨部分が骨孔に咬合し固定されるようにした (Fig. 4). 固定はとくに引っ張り力に對し強固であり、通常は内固定の必要はない。移植腱中枢部は手掌もしくは前腕遠位部へ引き出し recipient の腱と 3 weaves 以上の interlacing suture を行う。

### 4. 後療法

術後は extension block のギブスを 3 週間装着するが自動運動は直後より開始する。その後、昼間は他動過伸展を除き free とし、夜間は術後 6 週目までは extension block のシーネを行う。以後は完全に free としている。Donor は弾力包帯固定のみで翌日より通常の歩行を許可している。

## 症 例

Zone II における陳旧性屈筋腱損傷の 3 例に使用した。年令は 40 才から 72 才、平均 51 才で小指 2 例、環指 1 例であった。うち 1 例は FDP 単独損傷であった。指神経損傷を 2 例に合併していたが、その他の合併症は見られなかった。受傷後経過期間は 1 カ月から 2 年、平均 10 カ月であった。

## 結 果

経過観察期間は 1 年 5 カ月から 5 カ月と短いが、術後 1 年 5 カ月を経過した 40 才、男性例では追加手術なく TAM 240 まで回復し ADL 上に支障はなくなっていた。ただし 20 の DIP 関節伸展制限が残存していた。日本手の外科学会の手の機能評価法では、%TAM は good で Buck-Gramcko 法では excellent であった。残りの 2 例のうち 1 例は %TAM は good で Buck-Gramcko 法は excellent であるが、他の 1 例は術後 RSD を合併し %TAM は fair で Buck-Gramcko 法では good であった。Donor の障害は見られなかった (Table 1)。

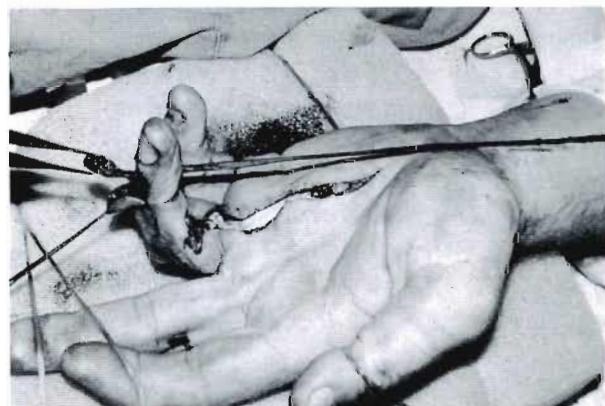
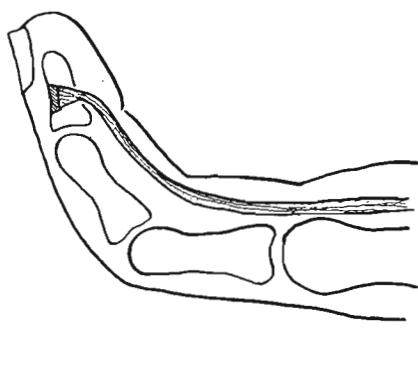


Fig. 4 A tendon-bone graft is threaded through the base of the opening so that the bone can catch it and produce a very strong fixation at the distal end of the graft.

Table 1 Cases

Case	Age (ys)	Finger	Period from injury to operation (mos)	Injured tendon	Follow-up (mos)	Active ROM		Complication
						PIP Flex/Ext	DIP Flex/Ext	
①	40	ring	5	FDP	17	100/0	60/-20	
②	43	little	24	FDP, FDS	5	100/0	30/-10	
③	72	little	2	FDP	5	70/-20	25/-10	RSD

## 考 察

屈筋腱損傷、とくに Zone II における陳旧性損傷の治療における要点は腱の修復を完成させたうえで、いかに周囲組織との癒着を少くするかである。この問題に関しては従来より多数の研究がなされており、現在まで腱縫合方法の改良、腱鞘の修復、Pseudosheath の作成と二次的腱移植、早期運動療法、Silastic sheeting、透析膜や脂肪移植などの癒着防止膜やヒアルロン酸などの癒着防止薬剤、血管柄付腱移植などが試みられているが、解決にはいまだほど遠いのが現状である。著者らの方法は足底筋腱の踵骨付着部小骨片を含んだ骨付き腱を採取し末節骨に作成した円錐形の骨孔に骨付き腱骨部を陷入固定するものであるが、従来法では移植腱の再断裂が問題であったこの部分の結合が非常に強固となる特徴がある。移植腱中枢側は従来法と同様に interlacing suture を行うが、この縫合方法は結合が強固であることがすでに判明している。このため著者らの方法を用いると安全に術後早期の運動療法が積極的に施行でき、この結果、腱移植部分の癒着を軽減し良好な可動域を期待できると考えている。さらに、移植腱の採取が容易で、採取部位の合併症がほとんど無い利点も有している。このため、腱移植を要す屈筋腱損傷例、とくに陳旧性の Zone II 損傷には積極的に用いるべきものと考える。なお、技術上の注意点としては、末節骨の骨孔作成部位が重要であり、爪母を傷つけ爪変形を来さないように円錐形の基部ができるだけ中枢がよく、通常は伸筋腱付着部を縦方向に二分して作成している。円錐形の先端は深指屈筋腱付着部としている。また、骨付き腱の骨部はできるだけ小さいほうがよく、末節骨背面に突出して疼痛や美容的問題を生じないようにする必要があると思われる。

## 参 考 文 献

- 1) 土井一輝 他：骨付き腱移植の実験的研究。日手会

- 2) 伊藤惠康 他：腱癒着防止法。日手会誌, 5: 1016-1019, 1988.
- 3) Singer, D. I., et al.: Comparative study of the use of prefabricated bone tendon grafts and conventional tendon grafts in flexor tendon reconstruction: an experimental study in dogs. J. Hand Surg., 14A: 830-836, 1989.
- 4) 吉津孝衛：腱癒着防止法の検討。日手会誌, 5: 1020-1024, 1988.

**質 問** 東京医科歯科大整形外科 石突 正文  
なかなか良い方法だと思いますが、distal の固定方法ですが、背側にも incision を加える必要があるので、掌側と骨片を miniscrew などで固定する方が簡便ではないでしょうか。

**回 答** 山口大学整形外科 酒井 和裕  
末梢掌側で骨接合や腱縫合をしない著者らの方法は、この部分での腱の滑走に対してより有利であり、DIP 関節の優れた可動域獲得ができるものと考えている。

**質 問** 慶應義塾大学整形外科 内西兼一郎  
①従来から行われている末節に骨孔をあけ腱端（移植腱、前進腱）を挿入する方法（津下法）、骨表面を削開し、縫合（pull out）する方法などに比べ、本法はいかに強力か（数字的に）。

②臨床的に早期運動療後を目指してのものと思うが、本法は技術的には面倒でないですか。

**回 答** 山口大学整形外科 酒井 和裕  
①本法自体ではまだ力学的解析をしていないが、prefabrication による骨付き腱移植の実験から 2 倍程度（術後 3 週目）と推定している。  
②技術的には容易と思います。

先天異常—基礎—

指節癒合症の実験的研究：第 3 報  
—関節癒合部の腱形成について—

北海道大学医学部附属病院登別分院整形外科

高原政利

北海道大学医学部整形外科学教室

三浪明男・糸賀英也

北海道大学医学部第 2 病理学教室

大塩至

札幌医科大学衛生短期大学部理学療法学科

荻野利彦

Experimental Study on Symphalangism ; 3rd Report  
—Development of Tendon—

Masatoshi Takahara, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine

We previously reported on our experimental model of symphalangism induced in the forelimbs of rat fetuses whose mothers were administered cytosine arabinoside (ara-C). In this paper, we describe the results of a histological approach in order to clarify the process of joint fusion.

Wistar (Gun : W) rats were used. Pregnant females were administered a single intraperitoneal injection of ara-C using a dosage of 100 mg/kg on day 14 of pregnancy. From day 15 through day 20, living fetuses were removed and the middle digits in the forelimbs were examined histologically. In addition, normal fetuses were examined as control subjects.

I. Early cell necrosis in the area of the joint being examined: In normal fetuses, early cell necrosis occurred on day 15 in the metacarpophalangeal joint (MPJ), on day 16 in the proximal interphalangeal joint (PIPJ), and on day 17 in the distal interphalangeal joint (DIPJ). In chemically affected fetuses, early cell necrosis occurred on the same day as the control group in the MPJ and PIPJ. In the examined area of the DIPJ in chemically affected fetuses, early cell necrosis did not occur and then the subsequent process in the development of the joint also did not occur. So that the DIPJ was aplastic.

II. Separation of articulating surfaces: In normal fetuses, separation of articulating surfaces started on day 19 in the MPJ, and on day 20 in the PIPJ and DIPJ. In chemically affected fetuses, separation of articulating surfaces started on day 19 in the MPJ, and on day 20 in the PIPJ.

III. Tendon: In normal fetuses, development of tendon occurred following the cell condensation.

---

**Key words:** symphalangism, cytosine arabinoside, distal interphalangeal joint, development of joint, development of tendon

**Address for reprints:** Masatoshi Takahara, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine, Kita 14, Nishi 7, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

Distal ends of the flexor tendon and the extensor tendon were observed around the proximal phalanx on day 15, around the middle phalanx on day 16, and around the DIPJ on day 17. The proximal part of the flexor tendon was separated from its surrounding tissue on day 18 and the entire part of both tendons was separated on day 20. In chemically affected fetuses, development of tendon delayed due to the decrease of the cells condensed. Finally, distal parts of both tendons were not appeared.

IV. Cell death: In chemically affected fetuses, a large number of the mesenchymal cells were dead on day 15 and 16. The incidence of cell death was high in the top and lateral parts of the mesenchyme.

In our experimental models, aplasia of the DIPJ occurred in accordance with defect of the distal parts of the tendons which were destined to insert the DIPJ. We speculate that the same type of congenital anomaly exists in the patients of symphalangism or symbrachydactyly.

### 緒 言

著者らはラット胎仔に DIP 関節癒合を誘発し<sup>7)</sup>, 成立過程を観察した<sup>8)</sup>. その結果, これら DIP 関節癒合の原因が関節形成の初期の障害による関節無形成であることを明らかにした. 一方, 他の実験報告をみると, 関節裂隙が形成された後に運動を障害することによって関節癒合を誘発した実験がある<sup>3), 6)</sup>. しかし, 関節無形成の場合の筋腱の形成についての報告はない. この点を明らかにする目的で著者らのモデルの癒合関節部の腱形成を観察した.

### 方 法

実験動物は GUN : Wistar ラットを用いた. 妊娠 14 日目に ara-C の 100 mg/kg 体重を單一腹腔内投与したものを作成群, 未処置の群を正常群とした.

両群の胎仔を, 胎令 15 日から 20 日にかけて 1 日間隔で取り出した. 胎仔前肢の中指の長軸に対して矢状面の厚さ 4 μ の連続切片を作成し, H. E., PAS および toluidin blue 染色を行った. 中指の中央部と思われる標本を選択し, 1) 指節骨の軟骨化と関節裂隙の形成, 2) 間葉部の細胞死, および 3) 腱形成を観察した. 細胞死は核濃縮により, 指節骨の軟骨化は toluidin blue 染色による異染性により判定した. 観察に用いた胎仔数は 175 仔であった.

### 結 果

#### 1) 指節骨の軟骨化と関節裂隙の形成 (Fig. 1, 2)

正常群: 胎令 15 日の指放線では中手骨原基の輪郭がほぼ明らかであった. その遠位端から末梢部は細胞密度が高く, 指節骨原基および関節原基の輪郭は明らかではなかった. 軟骨形成は中手骨原基の大部分と基

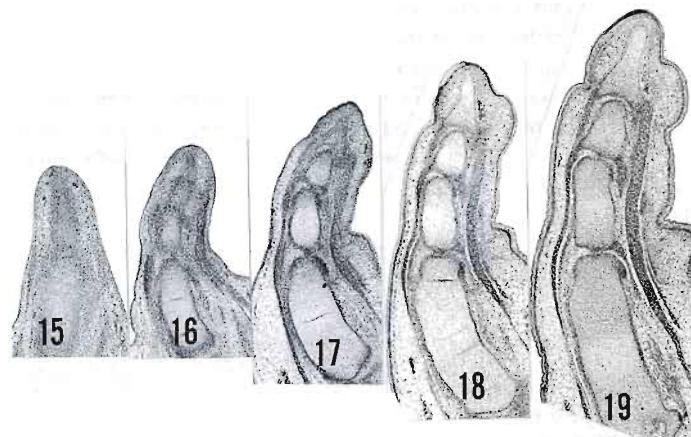


Fig. 1 Middle digits on days 15, 16, 17, 18 and 19 in control group

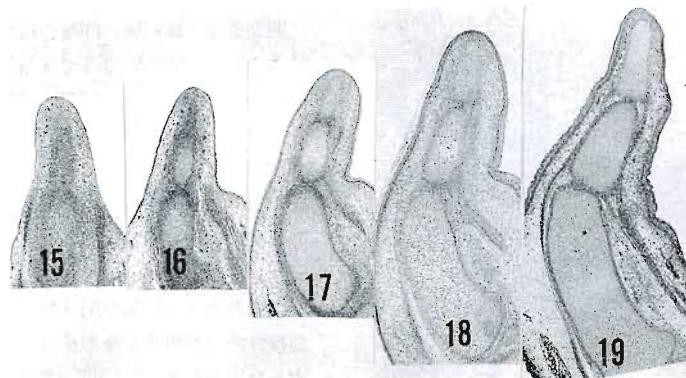


Fig. 2 Middle digits on days 15, 16, 17, 18 and 19  
in affected group

節骨原基の中央に認められた。胎令 16 日には中節骨原基の中央部に、胎令 17 日には末節骨原基の遠位部に軟骨基質が出現した。

各指節骨原基の間には帯状の軟骨無形成域が存在した。これらの軟骨無形成域では後に指放線を分断するように細胞密度が疎になり、徐々に関節裂隙が形成された。関節裂隙が出現する時期は MP 関節では胎令 19 日、PIP 関節と DIP 関節では胎令 20 日であった。

**投与群：**各指節骨原基における軟骨基質の形成開始時期は正常群と同じであった。しかし、中節骨原基と末節骨原基の間に軟骨無形成域が存在せず、中節骨と末節骨の原基は一塊として形成されていた。

関節裂隙の形成をみると、MP と PIP 関節の裂隙は正常群と同時期に認められた。一方、DIP 関節では細胞の疎化が起こらず、関節裂隙の形成は認められなかつた。

## 2) 間葉部の細胞死

**正常群：**胎令 15 日に中手骨原基と基節骨原基の間に存在する軟骨無形成域内に細胞死の群が帶状に観察された。同様に、胎令 16 日には基節骨と中節骨原基の間に、胎令 17 日には中節骨と末節骨原基の間に細胞死の群が観察された。これら細胞死群の出現部位では、後に細胞の疎化が進み、徐々に関節裂隙が形成された。以下、指放線の軟骨無形成域内にある細胞死出現部位を関節予定域と呼ぶ。正常群では指放線内の関節予定域に細胞死が認められたが、その出現は MP, PIP, DIP 関節の順であった。

一方、指放線外の間葉部ではまれに細胞死を認めるのみであった。

**投与群：**投与群の指放線内では、MP と PIP 関節の予定域で細胞死が正常群と同時期に出現した。しかし、DIP 関節予定域では全期間を通じて細胞死は出現しなかつた。

また、指放線外の間葉部では胎令 15 日と 16 日に多数の細胞死が認められた。とくに、指尖上皮下ではほとんどの間葉細胞が壊死に陥っていた。

## 3) 腱形成 (Fig. 1, 2)

**正常群：**胎令 15 日には中手骨から MP 関節にかけて掌側と背側に密な細胞の凝集が指の長軸に沿って認められ、屈筋腱と伸筋腱の形成が近位より始まっていた。以後、屈筋腱と伸筋腱の細胞凝集は胎令 16 日では中節骨レベル、胎令 17 日では DIP 関節レベルまで認められた。胎令 18 日では細胞凝集が末節骨に連続し、屈筋腱の近位部と周囲組織との間に間隙が出現した。胎令 20 日になるとこの間隙は屈筋腱のほぼ全周にわたって存在した。一方、伸筋腱では胎令 19 日に初めて周囲組織との間に間隙が出現した。また、伸筋腱は屈筋腱に比べ凝集する細胞が少なく細かった (Fig. 3)。

**投与群：**胎令 15 日と 16 日では中手骨から MP 関節にかけて腱の細胞凝集が認められたが、MP 関節より遠位では腱の細胞凝集は明らかではなかった。胎令 17 日から 18 日にかけて中手骨から中節骨の掌背側に屈筋腱と伸筋腱の細胞凝集が観察された。しかし、凝集する細胞数が少なく、腱は細かった。胎令 19 日には屈筋腱の近位で腱と周囲組織との間に間隙が観察された。しかし、観察を行った全期間を通じて PIP 関節より遠位に腱の細胞凝集が出現せず、腱形成が認められなかつた。また、両腱とも正常群に比べわめて細く、



Fig. 3 MPJ and its surrounding tissue on day 19  
Separation of the flexor tendon from its surrounding tissue (↑) started on day 18.  
Separation of articulating surfaces (▲) started on day 19 in MPJ.

構成する細胞数も少なかった。

#### 考 察

指の形成は手板内での指放線の形成によって始まる。指放線形成過程において指間部で細胞が増殖し、これらが移動して指放線を形成することが証明されている<sup>5)</sup>。今回は、指放線形成後の指放線内とその周囲の分化の過程を組織学的に観察した。

正常ラットにおける指節骨、関節、および腱の形成過程をまとめる。指節骨の形成をみると、指節骨原基の中心部より軟骨化が始まり、徐々にその範囲が広がり、次第に指節骨の輪郭が整った。軟骨化は基節骨、中節骨、末節骨の順に始まっていた。軟骨化した指骨原基の間には軟骨が形成されない領域が存在した。この軟骨無形成域に関節が形成された。関節形成の初期変化をみると、まず帯状の細胞死の群が出現した。次に同部の外側より細胞密度が疎になり、徐々に関節裂隙が形成された<sup>2)</sup>。これらの関節形成はMP、PIP、DIPの順に始まっていた。腱形成をみると、指節骨原基の掌側と背側の部に間葉細胞が索状に凝集した。次に腱と周囲組織間に間隙が出現し、腱の形態が整った。その際、腱の細胞凝集は近位側より出現し、腱と周囲組

織との間隙も近位側より出現した (Fig. 1)。

関節裂隙と腱周囲の間隙の出現時期を比較すると、胎令 18 日に MP 関節部で屈筋腱周囲に間隙が出現し、その 1 日後に MP 関節の屈側に関節裂隙が出現した。胎令 19 日には PIP, DIP 関節部でも屈筋腱周囲に間隙が出現し、その 1 日後に PIP, DIP 関節に関節裂隙が出現した。指のいずれの関節においても、関節裂隙の出現に先立ち腱周囲の間隙が出現していた (Fig. 3)。

関節裂隙と筋活動の関連性について検討する。神経筋接合部に作用する薬を投与して胎仔の関節運動を阻害した実験がある<sup>3), 6)</sup>。関節裂隙が形成された後に、運動を阻害すると、裂隙が消失し関節癒合に至った。この実験は関節裂隙の維持に運動が必要であることを証明した。では、関節裂隙の形成においても運動は関係があるのであろうか？著者らの結果をみると、関節裂隙形成に先立ち腱周囲の間隙が形成されていた。今回は筋の分化を観察していないので不明であるが、筋は腱の近位にあるので分化が先行している可能性がある。筋、腱、関節の順に分化が進行するとすると、まず筋活動によって腱が牽引され、腱周囲に間隙が形成される。次に腱の滑動によって関節に歪力が加わり、関節裂隙が形成されると考えることができる。このように、関節裂隙の維持のみならず、その形成においても筋の牽引力が必要であると考えることができる。

今回の指節癒合症のモデルで胎令 14 日 ara-C 投与群の変化をみると、指節骨は形成されたが、DIP 関節と DIP 関節に付着する腱が形成されなかった。その過程をみると、ara-C 投与後にまず多数の細胞死が指放線外の間葉部に起こり、DIP 関節予定域が欠損し、関節無形成が発現した。同時に腱の細胞集合の遅延と減少が起こり、中節骨の中央より遠位の腱が欠損した。死んだ未分化細胞の中に DIP 関節と腱の原基に集合する予定の細胞の多くが含まれていたとすると、これらの原基の無形成が生じたことが理解し易くなる。関節と腱の原基形成過程で、細胞の増殖と移動が起こる時期が一致していたため、両者の原基形成障害が同時に起きたと推測できる。

手板内での指放線形成に際しては上皮がその誘導に重要な役割を果たすことが指摘されており、これらの作用は上皮一間葉誘導作用と呼ばれている<sup>1)</sup>。今回観察した関節や腱の原基形成についても同様に細胞集合や分化を誘導あるいは指令する系が存在していると考えられる。今後このような面からの検討も必要である。

う。

今回の実験モデルでは手指の低形成と同時に指節癒合が出現している。この特徴は臨床例の symphalangism や symbrachydactyly においても認められる<sup>4)</sup>。今回の実験結果から、これらの先天奇形においても指節癒合とともに腱の無形成が存在する可能性が考えられる。

### 結 語

- 1) ラットに ara-C を用いて DIP 関節癒合を誘発し、関節と腱の形成を組織学的に観察した。
- 2) Ara-C 投与群では指放線外の間葉部に多数の細胞死が出現し、その後 DIP 関節予定域が欠損した。
- 3) 関節癒合部では屈筋腱、伸筋腱とともに欠損した。
- 4) 今回のモデルにおける指節癒合の原因是関節および腱形成前の間葉細胞の不足であると推察した。

### 文 献

- 1) 加藤貞利：Myleran 誘発ラット欠指症の成立機序に関する研究—上皮-間葉誘導系の関与について一。日手会誌, 59 : 631-639, 1985.
- 2) Mitrović, D.: Development of the diarthrodial joints in the rat embryo. Am. J. Anat., 151 (4) : 475-485, 1978.
- 3) Mitrović, D.: Development of the articular cavity in paralyzed chick embryos and in chick embryo limb buds cultured on chorioallantoic membranes. Acta ant., 113 : 313-324, 1982.
- 4) 萩野利彦 他：Symphalangism と先天性関節形成障害の検討。日手会誌, 5 : 742-748, 1988.
- 5) 大塩 至 他：BrdU/anti-BrdU 免疫抗体を用いたラット胎仔手板における指放線形成過程の検討。日手会誌, 6 : 803-806, 1989.
- 6) Ruano-Gil, D., et al.: Embryonic mobility and joint development. Folia. Morphol. (Praha), 28 (3) : 221-223, 1980.
- 7) 高原政利 他：指節癒合症の実験的研究。日手会誌, 6 : 798-802, 1989.
- 8) 高原政利 他：指節癒合症の実験的研究。日手会誌, 7 : 783-787, 1990.

### 質 問

筋の欠損が存在したか。

回 答 北海道大学登別分院整形外科 高原 政利  
筋は近位にあり詳細に観察は行っていませんが、腱の近位部は形成されているので、筋は欠損していないと推測できます。

### 質 問

①関節癒合すべてに腱欠損を伴うとは思わないが、どう考えているか。

②臨床の PIP 癒合例の腱形成についてはどうか。

回 答 北海道大学登別分院整形外科 高原 政利  
①関節癒合がある例では、すべての例に腱が欠損しているということはないと考えています。私たちのモデルは、関節と腱の形成初期に障害があり、両者の無形成が出現しています。他の実験では、関節裂隙が形成された後に、神経筋接合部をブロックする薬を用いて関節運動を止め、関節の癒合を誘発しています。このように、関節形成の後期の障害では、腱はすでに形成されていると考えられます。

②関節形成初期の障害による PIP 関節無形成の場合は FDS の形成が障害されている可能性があると思います。しかし、PIP 癒合が関節形成後期の障害によるものであれば、腱の障害は少ないと考えられます。

### 質 問

生存させて観察を行ったか。

回 答 北海道大学登別分院整形外科 高原 政利  
このモデルは生存しないので、これ以上の観察はできません。少し投与を遅くすると生存し、足趾に同様の奇形が出現します。その際、足趾屈側のしわは形成が悪いという印象を持っています。

## 先天性手指屈曲変形手内筋の組織化学的検討

大阪大学医学部整形外科学教室

河井秀夫・正富 隆

島田幸造・川端秀彦

国立精神神経センター神経研究所

埜中征哉

### A Histochemical Study on Intrinsic Muscles of Flexion Deformity of the Thumb and Fingers

Hideo Kawai, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School

Seven cases of congenital flexion deformity of the thumb and fingers were surgically treated and intrinsic muscles of the involved digits were biopsied. A histochemical study including HE, modified Gomori trichrome, NADH-TR and ATPase was done. There were congenital clasped thumb in two cases and camptodactyly in five cases where long finger was involved in one case, long and ring fingers in one, long, ring and small fingers in one and small fingers in two. All seven cases had no family history. The age at operation ranged from one to twelve. Six out of seven cases were below five years of age. A small finger camptodactyly was diagnosed nemaline myopathy and two cases were diagnosed congenital fiber type disproportion. The other four cases also showed type 1 fiber predominance, type 1 fiber atrophy and type 2B fiber deficiency. Congenital flexion deformity of the thumb and fingers would be diagnosed possibly as congenital nonprogressive myopathy.

先天的に手指の屈曲変形を示す屈指症や先天性握り母指症の手内筋の組織化学的検討を行い病因を探ろうとした。

#### 症例および方法

症例は 7 例で男 6 例、女 1 例で手指屈曲変形の内訳は先天性握り母指症 2 例、中指屈指症 1 例、中環指屈指症 1 例、中環小指屈指症 1 例および小指屈指症 2 例であり、罹患側は左側 3 例、両側 4 例であった。合併症として罹患反対側に母指多指症が 1 例にみられたが、ほかの異常所見はみられず家族歴もなかった。いずれも 6 カ月から 1 年の間スプリントによる装具療法

を行い、改善が不良なものに手術療法を行った。手術時年令は 1 才から 12 才で行い、7 例中 6 例は 5 才までに行なった。手術は皮膚形成術 2 例を含む軟部組織の解離術 5 例、解離術と植皮術を 2 例に行なう術後屈曲障害に対して腱剥離術と罹患指浅指屈筋腱の A2 Pulley への腱移行術を 1 例に行なった (Table 1)。手術時に行なった生検筋として母指では母指内転筋および短母指屈筋で行い、母指以外では罹患指の虫様筋で行なった。生検した筋を液体窒素で十分に冷却したイソベンタン内で急速凍結した。HE, Gomori trichrome 変法、NADH-TR, ATPase などの各種染色法により筋の組織化学的検討を行なった。

**Key words:** camptodactyly, congenital clasped thumb, muscle histochemistry, nemaline myopathy, congenital nonprogressive myopathy

**Address for reprints:** Hideo Kawai, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School, 1-1-50 Fukushima, Fukushima-ku, Osaka 553, Japan.

Table 1 Cases of congenital flexion deformity of the thumb and fingers

Case Sex	Age at operation (yrs)	Involved digit(s)	Surgically treated digit(s)	Associated anomaly	Operative procedure	Preop. lack of extension(degrees)	Postop. lack of extension(degrees)	Follow-up (mos)
1 F	1	RL Long Ring	RL Long Ring L Ring		Subcutaneous fibrous substrata release	R Long-60 Ring-40 L Long-20 Ring-25	R Long-10 Ring 0 L Long-25 Ring-15	46
2 M	5	RL Small	RL Small		Subcutaneous fibrous substrata release	R Small-60 L Small-70	R Small-40 L Small-40	42
3 M	3	RL Small	RL Small		Subcutaneous fibrous substrata release	R Small-50 L Small-70	R Small-40 L Small-40	3
4 M	5	L Long	L Long		FDS tenotomy and skin graft	L Long-60	L Long-10	37
5 M	3	RL Thumb	RL Thumb		Tenolysis and FDS to A2 pulley(second operation)			
6 M	1	L Thumb	L Thumb		Thumb web plasty	R MPi-10 L MPi-20	R MPi 0 L MPi10	15
7 M	12	L Long Ring Small	L Long Ring Small	R polydactyly	Thumb web plasty	L MPi-30	L MPi30	12
					Subcutaneous release and skin graft	L Long-30 Ring-30 Small-40	L Long-10 Ring-10 Small-10	8

Table 2 A histochemical findings on the intrinsic muscles of congenital flexion deformity of the thumb and fingers

Case	Muscle biopsied	Fiber type(%)			Fiber size(um)	Pathological diagnosis	Comments
		1	2A	2B			
1	R IIIrd lumbrical m	75	25	0	10-30	Type 1 fiber predominance and Type 1 fiber atrophy	Congenital fiber type disproportion
2	L IIIrd and IVth lumbrical m	60	40	0	20-60	Type 1 fiber predominance and Type 2B fiber deficiency	Nemaline myopathy
3	RL IVth lumbrical m	60	30	10	20-60	Type 1 fiber deficiency and nemaline bodies	Nondiagnostic
4	L IIIrd lumbrical m				30-70	Type 1 fiber predominance	Nondiagnostic
5	R adductor pollicis	70	10	0	30-60	Type 2B fiber deficiency	Nondiagnostic
6	L adductor pollicis	60	10	0	15-35	Type 1 Fiber predominance and atrophy	Nondiagnostic
	L flexor pollicis brevis				10-30	Type 1 fiber predominance and atrophy	Nondiagnostic
7	L IIIrd lumbrical m	72	17	0	30-70	Type 1 fiber predominance and atrophy	Congenital fiber type disproportion
						Type 2B fiber deficiency	

## 結果

全例明らかな神經原性所見はなく、壊死や再生所見もみられなかった。1例は筋線維内にネマリン小体が認められ、ネマリンミオパチーと診断できた。2例はType 1線維優位と線維の小径化が著しく先天性筋線維タイプ不均等症と診断できた(Table 2)。ほかの4例は確定診断はできなかったが、Type 1線維優位でType 2B線維欠損を示し先天性非進行性ミオパチーの可能性があった。

### 症例2 K.I. 両側小指屈指症

生後2ヵ月から両側小指屈指症に気付き、5才の時スプリントによる保存療法を6ヵ月間行ったが、屈曲拘縮が残存していたので、5才で小指PIP掌側解離術(fibrous substrate切除術)と左第3および第4虫様筋の生検術を行った。筋の組織化学的所見ではType 1線維優位と小径線維化ならびにType 2B線維の欠損を示し、多くの線維でネマリン小体がみられネマリンミオパチーと診断できた(Fig. 1 and Fig. 2)。術後も創治癒後スプリントによる治療を続けているが、PIP関節の屈曲拘縮が遺残している。

## 考察

先天性に母指から小指までの手指が屈曲した状態はいろいろな病態や症候群の一症状としてあらわれることが多いが、全身性疾患に合併しない手指だけの屈曲変形は明らかな原因がなく示指から小指のPIP関節が屈曲拘縮しているものは屈指症と呼ばれ、母指MP関節が屈曲しているものは先天性握り母指症と区別して呼ばれている<sup>7)</sup>。先天性握り母指症は伸筋腱のいろいろな程度の形成不全によると考えられるが、屈指症についてし屈筋と伸筋とのバランス異常で生じ、罹患指浅指屈筋腱や虫様筋の走行異常や伸筋腱を含めた腱鞘帯の形成不全ならびに軟部組織の線維性拘縮が関与していると報告されており<sup>8)</sup>、特別な病因を考えるよりも症候群としてとらえられている。先天性握り母指症は装具による保存的治療によく反応し、屈指症も装具による治療が手術的治療よりもより良好な成績を与える、従来報告してきた屈筋と伸筋とのバランスを再建する手術法は不満足な結果になりやすく、再発したり屈曲伸展障害が残ったりする難治例も少なくない<sup>11,15)</sup>。今回われわれが検討した罹患指手内筋の組織化学的所見から小指屈指症の一例はネマリンミオパチーであり<sup>6)</sup>、さらに屈指症の2例も先天性筋線維タイプ不均等症と診断できた。先天性握り母指症や屈指症の診断治療において先天性非進行性ミオパチーの一部分症としてとらえる必要がある。

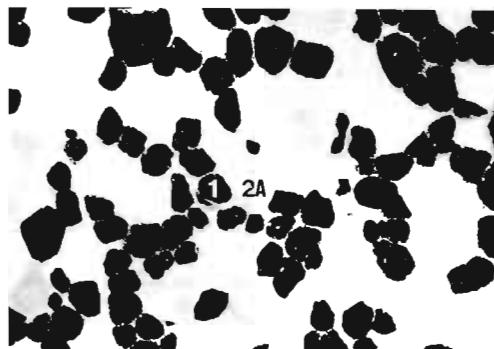


Fig. 1 Case 2 Left third and fourth lumbrical muscles showed Type 1 fiber predominance and atrophy. (ATPase pH 4.6, ×100)

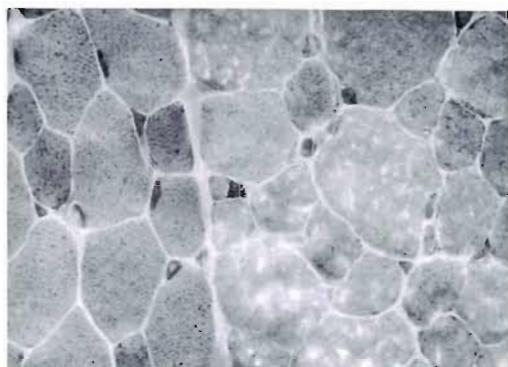


Fig. 2 Case 2 Nemaline bodies were found in a number of fibers. This boy was diagnosed nemaline myopathy. (Modified Gomori trichrome, ×200)

不均等症と診断できた。人の正常な手内筋とくに母指内転筋は上腕二頭筋などの骨格筋に比べて、Type 1線維優位ではあるが<sup>2)</sup>、他の4例もType 1線維優位で線維径が小さく、Type 2B線維の欠損がみられ、先天性非進行性ミオパチーの可能性が高かった<sup>4,8)</sup>。

## まとめ

先天性手指屈曲変形7例の罹患指から手内筋の組織化学的検討を行った。小指屈指症の一例はネマリンミオパチーであり、さらに屈指症の2例も先天性筋線維タイプ不均等症と診断できた。先天性握り母指症や屈指症の診断治療において先天性非進行性ミオパチーの一部分症としてとらえる必要がある。

## 参考文献

- 1) Hori, M., et al.: Nonoperative treatment of camptodactyly. *J. Hand Surg.*, 12A: 1061-1065, 1987.
- 2) Johnson, M. A., et al.: Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles An autopsy study. *J. Neurol. Sci.*, 18: 111-129, 1973.
- 3) McFarlane, R. M., et al.: Anomalies of the intrinsic muscles in camptodactyly. *J. Hand Surg.*, 8: 531-544, 1983.
- 4) 堂中征哉: 臨床のための筋病理入門. 日本医事新報 社, 東京, 70-77, 1987.
- 5) Siegert, J. J., et al.: Management of simple camptodactyly. *J. Hand Surg.*, 15B: 181-189, 1990.
- 6) Shy, G. M., et al.: Nemaline myopathy, a new congenital myopathy. *Brain*, 86: 793-810, 1963.
- 7) 鈴木正孝 他: 屈指症の病態と治療. 整形外科 MOOK, 35: 312-322, 1984.
- 8) Vanek, J., et al.: Freeman-Sheldon syndrome: a disorder of congenital myopathic origin? *J. Med. Genet.*, 23: 236, 1986.

先天異常一臨床一

橈側列形成不全における母指再建術

大阪大学医学部整形外科学教室

島田 幸造・河井 秀夫  
川端 秀彦・正富 隆  
小野 啓郎

Reconstruction of Hypoplastic Thumb in Radial Ray Deficiency

Kozo Shimada, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School

We reviewed 15 cases of surgical reconstruction for hypoplastic thumb in radial ray deficiency since 1977.

“Pollicization” was performed in 5 cases which were categorized as grade IV or V by Blauth's grading system, and “Opponoplasty” in 10 which were categorized as grade I, II or III. We performed the additional MPj and IPj arthrodesis in cases of grade III, and also did the additional first interdigital web-plasty, if necessary. In one case, “Pollicization” was performed at 3 years of age and 3 years later, additional opponoplasty was done. The age at operation ranged from 1 to 19 years old. Mean age was 2.5 years in “Pollicization”, and 7.0 in “Opponoplasty”. The follow-up period ranged from 6 to 160 months, and the mean was 56 months. Clinical results were evaluated by three types of functional tests (Palmar Abduction/Pinch/Power Grip).

In cases of “Pollicization,” 3 cases were “good” and 2 were “Possible” in pinch. In palmar abduction, 1 case was “good,” 3 were “possible” and 1 was “poor.” And in power grip, 2 cases were “good,” 2 were “possible” and 1 was “poor.”

In cases of “Opponoplasty”, 5 cases were “good”, 4 were “possible” and 1 was “poor” in pinch. In palmar abduction, 9 cases were “good” and 1 was “possible.” And in power grip, 7 cases were “good,” and 3 were “possible.”

“Pollicization” is a good procedure in severe types of hypoplastic thumb and this procedure particularly improves the function of pinch depending on the preoperative function of the index finger. In cases of poor index finger preoperatively (such as a case of hyperextension contracture of MPj, and flexion contracture of PIPj), the function of the reconstructed thumb is poor, so another procedure should be considered.

“Opponoplasty” is a good and reliable procedure in mild types of hypoplastic thumb and this procedure particularly improves the function of palmar abduction. Cosmetic results are also good. In cases of grade III, functional results are not good enough, especially in pinch. Good results need stable MP and IP joints.

---

Key words : hypoplastic thumb, radial ray deficiency, pollicization, opponoplasty, centralization

Address for reprints : Kozo Shimada, M.D., Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School, 1-1-50, Fukushima, Fukushima, Osaka, 553 Japan.

## 目　　的

近年 microsurgery の発達と共に、造母指術は飛躍的な発達をとげた。しかし今なお示指の母指化術や小指外転筋移行による対立再建術は有用な母指機能再建方法である。今回の調査の目的は、橈側列形成不全による母指形成不全症例に対するこれら再建術の成績を検討し、その意義と問題点を明らかにする事である。

## 対象と方法

対象は 1977 年以降当科にて橈側列形成不全による母指形成不全に対して上記 2 法のいずれかを行った 12 例 15 手である。母指の低形成度については Blauth の分類<sup>1)</sup>にしたがった。その内容は Blauth 分類の I 度 1 手、II 度 7 手、III 度 2 手、IV 度 3 手、V 度 2 手である (Fig. 1-a)。橈骨の形成不全についても正常の 0 度から完全欠損の III 度まで 4 つのグループに分類した。内反手を伴う II 度以上の症例は 4 手であった (Fig. 1-b)。

これら 15 手を横軸に母指の形成度を、縦軸に橈骨の形成度をとってプロットすると各々の重症度は相關していた (Fig. 2)。低形成母指に対する治療方針としては、IV 度以上の重症例には原則として Buck-Gramcko の示指の母指化術<sup>2)</sup> (以下、Pollicization)、II 度以下の軽症例は Huber-Littler の小指外転筋移行術<sup>3)</sup> (以下、Opponoplasty) を行い、III 度の例については Opponoplasty に IP または MP 関節の固定術を加えた。また橈骨 II 度以上の内反手を示す症例には Cen-

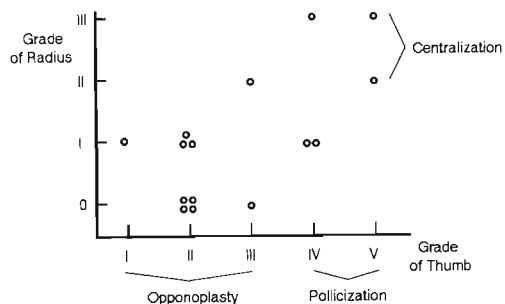


Fig. 2 Distribution of the Patients

tralization や橈骨の延長術を合併して行っており、Pollicization 時に第 2 中手骨を切除せずに手関節近位部まで引き降ろして橈側の支持として用いる拓殖、渡らの方法<sup>5)</sup>を行ったものも含んでいる。結果として Pollicization は重症型を中心に 5 手、Opponoplasty は軽症型を中心に 10 手を行った。なお Blauth 分類 IV 度の 1 例は Pollicization 施行後 3 年で Opponoplasty を追加した重複手術例である。

手術時年令は Pollicization で平均 2.5 才、Opponoplasty で平均 7.0 才。Opponoplasty の 10 才と 19 才の症例以外は全例 1~6 才に手術を施行している。経過観察期間は 6 カ月~13 年 8 カ月、平均 4 年 8 カ月であった。

母指の機能評価にあたっては、手を広げて物を掴み、指先に力を入れて把持するという一連の動作を想定し実際にさせながら掌側外転度を中心とする母指対立機能と、ピンチ力を中心とする把持機能に着目し評価した。具体的には、1) 充分な母指の外転を必要とするよう物を掴む (=Palmar Abd.) 2) 指先に力を入れて物をつまむ (=Pinch) 3) 両者を同時に要求するような物を強く把持する (=Power Grip) の 3 項目について、良好、可能、不可の 3 段階に分けて評価し、同時に整容面での患者の満足度についても検討した。

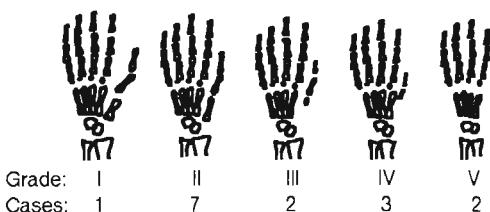


Fig. 1-a Grading of Hypoplastic Thumb (by Blauth)

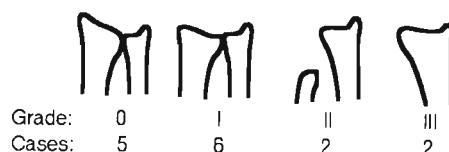


Fig. 1-b Grading of Radius

## 結　　果　　(Fig. 3-a, b)

### 1) Pollicization

Blauth 分類で V 度の重症型 1 例で術前示指にも機能障害のあった例、すなわち、橈側列形成不全に時に見られる示指の MP 関節過伸展、PIP 関節屈曲例では母指化した後も変形、拘縮は同様であり、Palmar Abd. と Power Grip が不可で母指としての機能は不良だった。

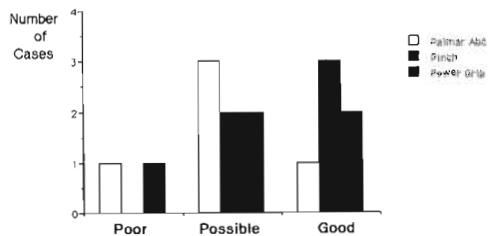


Fig. 3-a Function after Pollicization

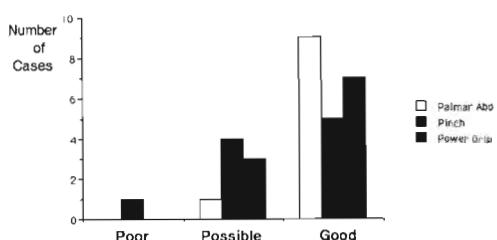


Fig. 3-b Function after Opponoplasty

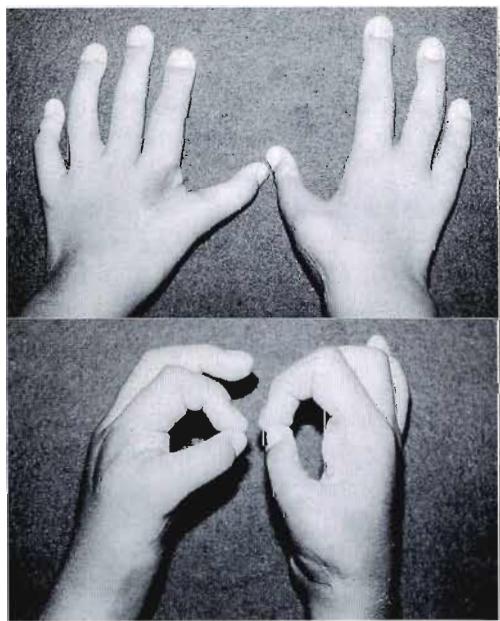


Fig. 4 A Case of Pollicization (right hand)  
A case with Grade IV (R) and Grade II (L)  
hypoplastic thumb.

Pollicization in the right hand was performed when he was 3 years old. Three years later, opponoplasty was performed bilaterally. The result was good and the right hand is dominant.

一方、機能的に良好な示指を移行した場合の結果は良好であり、Pinch と Power Grip の良好な機能的な母指が再建できていた。特に Pinch は 3 例で良好であったが、掌側骨間筋を対立筋として用いるための筋力不足から Palmar Abd. の成績は若干劣っていた。われわれはその 1 例に 2 期的に Opponoplasty を追加し、その結果 Palmar Abd. も改善した。患者は機能面整容面共良好な母指に満足しその手を効き手として使っている (Fig. 4)。

## 2) Opponoplasty

Opponoplasty は I 度や II 度の軽症例では安定した良好な成績が得られ、他の母指再建術後の対立再建術としても有用であった。術式としてわれわれは Hüber-Littler 法を施行し必要に応じ第 1 指間の形成術を加えているが、Palmar Abd. が改善して大きなものを掴みやすくなると共に母指球の形成による外観上の改善も大きい (Fig. 5)。

しかし母指の Grade が III 度で中手骨レベルで不安定性のある例や FPL の低形成例では、Pinch が不良で機能改善は少ない。MP/IP 関節固定術を加えることによ

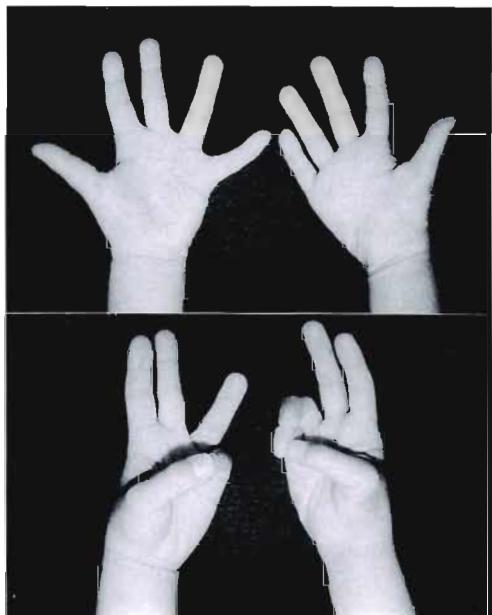


Fig. 5 A Case of Opponoplasty (right hand)  
A case with Grade II (R) hypoplastic thumb.  
Opponoplasty and first interdigital webplasty in the right hand was performed when he was 4 years old. The result was good functionally and cosmetically.

よりピンチ力が得られ把持機能は改善するが、元来やや短い指が軽度屈曲位で固定されるために細かい動作に際して不満感を訴えた例が見られた。結果的に良好な示指を移動して得られた Pollicization の例に比べると最終的に得られた母指の機能は劣っている。

## 考 察

橈側列形成不全における母指形成不全に対して母指の機能再建術を考える場合、症例の現状と得るべき機能を想定する必要がある。例えば母指欠損や痕跡程度の重症型に対して、Pollicization は 4 本指手であることを除けば機能良好な母指を得る非常に有用な手段である。特に機能的に良好な示指を移行した場合正常の母指に匹敵する機能まで期待でき、micro surgery の発達した現在なお Grade IV 度以上の低形成母指に対して適応がある。しかし重症型に時に見られる隣接示指の機能障害を合併する例については、示指を犠牲にしながらおかつ機能上不良な母指しか得られないことからその適応には慎重でなければならない。Pollicization によって十分な機能が得られないならば、むしろ遊離関節移植や toe to hand transfer<sup>3)</sup>など micro surgery のテクニックを用いた造母指術が試みられるべきであろう。

一方、Opponoplasty では母指の対立再建の結果 Palmar Abduction が改善し、Grade I 度や II 度の軽症例に対しては整容面の改善を含め効果の十分期待できる手術法である。しかし Grade III 度の例を中心 MP, IP 関節の機能不全のある例では Pinch をはじめとする把持機能までを改善するものではない。それらの例に対しては腱移行術、関節固定術などを追加することにより Pinch の改善が期待できるが限界があり、機能面では Grade IV 度以上で Pollicization を行った場合の機能良好例に劣る。橈側列形成不全の治療に当たっては以上述べたようにそれぞれの治療法の目的とその限界を理解しておく必要がある。

## 結 語

4 本指手といえども機能面、整容面とも良好であり成長も見込めるなど Pollicization は各種の造母指術の発達した現在なお、先天奇形に対する母指再建術に適応とされる。その術後機能成績は、術前示指機能により決まる。

Opponoplasty は母指形成不全症例に対する対立再建術としては優れた方法であり、整容面の改善も期

待できる。ただしピンチ機能の獲得には MP 関節、IP 関節の安定性を必要とし、重症例に対する治療効果には限界がある。

## 参 考 文 献

- 1) Blauth, W.: Der hypoplastiche Daumen. Arch Orthop. Unfall Chir., 62: 225-46, 1967.
- 2) Buck-Gramcko, D.: Pollicization of the index finger. J. Bone Joint Surg., 53-A: 1605-17, 1971.
- 3) Gilbert, A.: Toe transfers for congenital hand defects. J. Hand Surg., 7: 118-24, 1982.
- 4) Little, J. W. and Cooley, S. G. E.: Opposition of the thumb and its restoration by abductou digiti quinti transfer. J. Bone Joint Surg., 45-A: 1389-96, 1963.
- 5) Tsuge, K. and Watari, S.: New surgical procedure for correction of club hand. J. Hand Surg., 10-B: 90-94, 1985.

質 問 新潟手の外科研究所 田島 達也

① Severe な場合とは何度を言うか。

② I・II 度で、狭くなっているのは inter metacarpal space であるので背側の第 1 中手骨と第 2 との間の皮膚を十分ひろくする必要が Opponoplasty の前にあると考えるがいかがか。

回 答 大阪大学整形外科 島田 幸造

①重症型 = Blauth IV 度以上と考えている。III 度では日本の社会背景を考えれば関節移植など低形成母指を残すべきであろう。ただし III 度にもしも Pollicization がなされれば機能的には良好であろう。

② II 度で第 1 指間形成を必要とするものは多く、最近では背側皮膚に tissue expander をあらかじめ挿入し、Opponoplasty と同時に指間の拡大を図っている。

質 問 広島大学整形外科 木森 研治

両手に BG 法を行う場合の母指の固定肢位について何か特別な配慮が必要かどうか。

回 答 大阪大学整形外科 島田 幸造

両側例には case by case で考えられるべきである。一側を効き手として十分 functional なものに、他側を cosmetic に、という方法はありうるが、明確な方針はない。

質 問

座長 吉津 孝衛

Opponoplasty で Hüber-Littler 法と他の方法を使  
いわけているのか。

母指形成不全に対する Opponoplasty としては母指  
球の整容面での改善も見込んで、原則的に Hüber-Litt-  
ler 法をとっている。

回 答

大阪大学整形外科 島田 幸造

## 裂 手 症 の 形 態 的 研 究

国家公務員共済組合等共済組合連合会東海病院整形外科

鈴木正孝・牧野仁美

名古屋大学医学部整形外科学教室

三浦 隆行

### Morphological Study for Cleft Hand Complex

Masataka Suzuki, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Tokai Hospital

Cleft hand complex and syndactyly are studied morphologically by using Hand Pattern Profile Analysis. The cases which Hand Pattern can be made are 36 cases 45 fingers of 56 cases 89 hands of cleft hand complexes and 47 cases 57 hands of osseous syndactylies.

#### Result

Hand Pattern of the osseous syndactyly shows settled pattern which middle phalanx of index and little fingers are definitely short and of middle and ring fingers are relatively short. Hand Pattern of the cleft hand complex shows continuous shifting pattern from mild cases to severe defect hands and in general the hands of cleft hand complex are small but proximal phalanx and metacarpus of index and ring finger are relatively long. As the result of the components of the middle finger of the cleft hand complex are divided into index and ring finger, proximal phalanx and metacarpus of the index and ring are relatively long. This pattern is different from the osseous syndactyly but middle phalanx of index and little are also short in the pattern of the cleft hand complex. This means that genetic factors which make both anomalies act for very similar period, only the powers of producing anomalies are thought to be different. Thinking of this point of view cleft hand complex and osseous syndactyly come under the same category. In the condition that the power of the factor is stronger, middle finger deviates into index and ring, then the small cleft hand will be produced, and the power is not so strong, syndactyly will be produced.

#### はじめに

裂手症は三浦<sup>1)</sup>、江川<sup>2)</sup>らの報告以来その成因を合指症と関連を含めていろいろな研究がなされているが、完全に確定した概念は確立していない。この研究の目的は、裂手症の形態的特徴を Hand Pattern を用いて分析することによりその成因を推定すると共に合指症との関連についても考察することにある。

#### 対象症例と分析方法

対象症例は名古屋大学分院および関連病院で経験された裂手症 56 例 89 手である。さらに合指症の症例で Hand Pattern 作成可能であった 47 例、57 手を参考として検討した。Hand Pattern は著者が発表した方法で作成した<sup>3)</sup>。すなわち第 1 中手骨から第 5 末節骨まで骨長を測定し(これを測定値とする)、基準としては

Key words: congenital anomaly of the hand, cleft hand, roentgenological study, hand pattern

Address for reprints: Masataka Suzuki, M.D., Department of Orthopedic Surgery, Tokai Hospital, 1-1-1, Tiyodabashi, Togusa-ku, Nagoya, Japan.

植竹らのもの<sup>4)</sup>を用い、測定値／基準値を順次グラフ化した。

Hand Pattern の特徴から裂手症では指欠損が二指以上の高度障害例の分析は困難なので渡らの分類<sup>5)</sup>の一指列欠損型のみを対象とし、さらにこれを骨性合指型、中手骨正常型、クロスボーン型、中手骨障害型、中手骨欠損型の 5 型に分けて検討した。検討症例は骨性合指型 4 例 5 指、中手骨正常型 6 例 6 指、クロスボーン型 6 例 7 指、中手骨障害型 11 例 13 指、中手骨欠損型、11 例 14 指、計 36 例 45 手であった。

## 結 果

裂手症でまず目だつことは Hand Pattern 上、どの型においてもほとんどの症例が 1.0 ラインより下のグラフとなることである。すなわち裂手症は一般に小さい手であるということである。また合指症は一定の特徴ある Hand Pattern を示すが、裂手症では病態の進行とともに各型どうしに連続的な移行が認められた。両者は一見異なったパターンのように思われるが詳細に検討すると裂手症と両側性骨性合指症との類似性を示す所見が認められた。Fig. 1 は両側骨性合指症の Hand Pattern であるが示指と小指の中節骨短縮がはっきりしているが、さらに中指、環指の中節骨にも短縮変化が及んでいる。細い線で囲まれた領域は SD 1.0 以内を示し全例ほぼ一定のパターンを示すことが分かる。このグラフより両側骨性合指症が発生する時期は示指中節骨と小指中節骨の形成時期あたりであり中指と環指中節骨は示指中節骨発生時期と近いため多少の影響を受けたと推測している<sup>3)</sup>。

裂手症においては共同演者の三浦が一指列欠損型裂

手症では中指の影響と思われる第 2,4 中手骨の延長が認められることを報告している<sup>6)</sup>。今回の分析ではさらに基節骨から末節骨まで影響があることが分かった。以下おののの型ごとに典型的な Hand Pattern を示して検討を加える。

骨性合指型では中手骨の変化ではなく基節骨以遠に中指成分の影響が認められるが中節骨では第 2,5 の短縮があり、両側型骨性合指症の中節骨短縮と類似するものである (Fig. 2)。中手骨正常型は全例ほぼ同様の形態であったが第 4 中節骨に比べて第 2 中節骨の骨長の短縮傾向と半数に第 5 中節骨の短縮が認められた (Fig. 3)。クロスボーン型はクロスボーンによる影響が第 3 中手骨と第 2,4 基節骨短縮として現れているが、ここでも第 2,5 中節骨は短縮し中指の影響は第 4 中節骨に目だつ (Fig. 4)。中手骨障害型は中手骨欠損型へ順次移行していく様子が第 3 中手骨の短縮変化により容易に読み取れるが第 4 中節骨短縮はむしろ少く中指の影響と思われる第 2,4 中節骨の延長が目だつ症

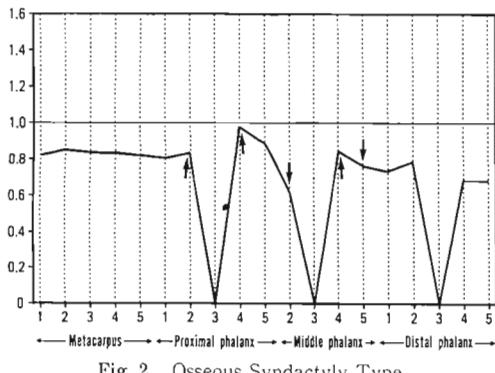


Fig. 2 Osseous Syndactyly Type

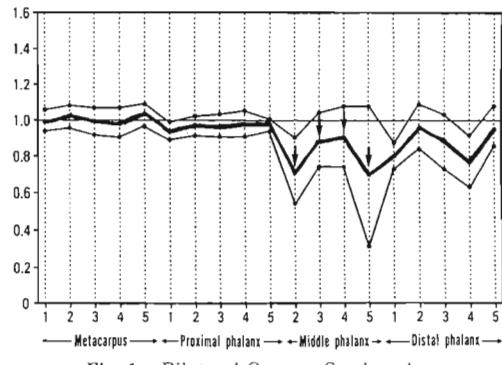


Fig. 1 Bilateral Osseous Syndactyly  
— Average Hand Pattern  
— Within 1.0 S. D.

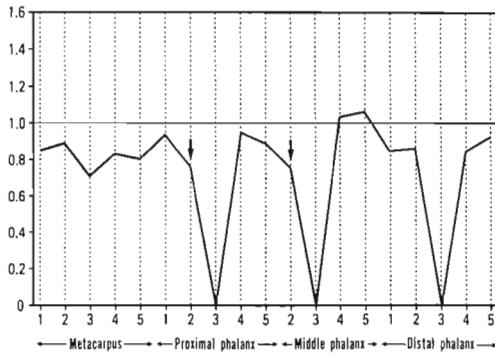


Fig. 3 Normal Metacarpal Type

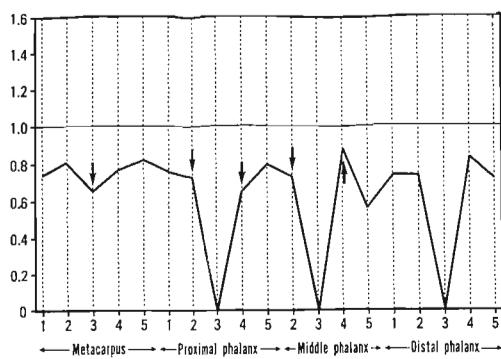


Fig. 4 Cross Bone Type

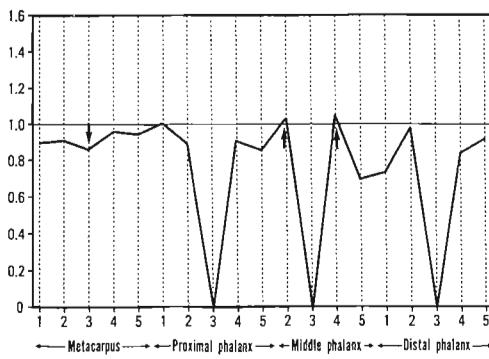


Fig. 5 Underdeveloped Metacarpal Type

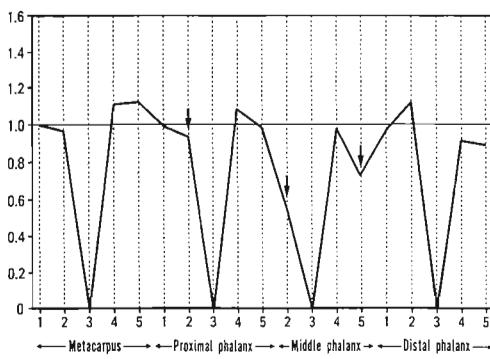


Fig. 6 Metacarpal Defect Type

例も多い(Fig. 5)。中手骨欠損型もレ線上は2指欠損、

3指欠損への移行が認められるが、Hand Pattern 上は第2、第5中節骨短縮とともに第2基節骨の短縮も目だってくる (Fig. 6)。

## 考 察

裂手症と合指症の関連については多くの研究があるが、今回の結果では裂手症、両側骨性合指症とも示指と小指の中節骨形成障害が認められる。したがって裂手も両側骨性合指も示指、小指中節骨形成時期に障害をうけたため発現した奇形であると推定される。ただ裂手症では中指の成分の示指、環指への影響のため示指、環指の相対的指骨延長を来すことと奇形度の進行にしたがってさらに母指や小指へも影響が加わり骨長の変化が起きるため Hand Pattern は段階的に変化するのに対し、両側骨性合指症では他の指の成分が入り込まないため中節骨形成障害のみが目だつ一定したパターンとなると考えられる。したがって奇形発生の概念としては裂手と合指は本来が違ったものとするよりは両者とも同様のものであり、奇形発生因子がやや弱いと合指症となり、より強力であると裂手症となるとしたほうが妥当であろう。裂手症では一般に小さい手であることも奇形発生因子がより強力であったとするこの考えを支持する所見である。さらに裂手症の反対側にしばしば合指症が認められるという事実も両者が同一発生因子によるとした方が説明し易いと思われる。

## 文 献

- 1) 三浦隆行 他：合指症と裂手症。整形外科, 26 : 1435-1437, 1975.
- 2) 江川常一 他：合指症症例の検討。整形外科, 26 : 1433-1435, 1975.
- 3) 鈴木正孝：先天奇形手における Hand Pattern について。中部整災誌, 26 : 940-961, 1983.
- 4) 植竹 稔 他：日本人の手指骨形態に関するX線学的研究。日整会誌, 60 : 307-322, 1986.
- 5) 渡 捷一：裂手症の臨床像—最近の知見。整・災外, 32 : 1678-1688, 1989.
- 6) Miura, T., et al.: Clinical differences between typical and atypical cleft hand. J. Hand Surg., 9-B : 311-315, 1984.

## 尺側列形成不全症の病態

広島県立広島病院整形外科

渡 捷一・後藤俊彦  
井上博幸・福田祥二

### Clinical Feature of Ulnar Ray Deficiency

Shoichi Watari, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Hiroshima Prefectural, Hiroshima Hospital

Ulnar ray deficiency is a rare congenital malformation of the hand and its entity or definition is still unknown. Authors analyzed 35 cases of this malformation experienced past 29 years and discussed clinical feature of this abnormality.

The cases were devided into two groups, proximal and distal type and each type was subdivided into further three.

#### Proximal Type

Characteristic feature of this type is proximal affection.

Type I : Cases with total aplasia of ulna

Type II : Cases with partial defection or hypoplasia of ulna

Type III : Cases with fused elbow

#### Distal Type

Affection of this type localized in the hand, especially ring and little finger.

Type I : Cases with fusion between 4th and 5th metacarpal

Type II : Cases whose little and ring finger have common MP joint

Type III : Cases with floating little finger

Recently, it is said that ulnar ray deficiency should be restricted in proximal type and distal type be excluded because they have no evidence of ulnar ray deficiency. But even in the proximal type abnormality in the hand seen in Type I was quite different from other two and it can never decided that three types belongs to the same abnormality. In the distal type, some cases revealed abnormalities of carpal bones or elbow joint by continuous observation along bone maturation.

Clinical entity or quide line of diagnosis of this abnormality still confused, so our cases are not refined. A few abnormalities with different developmental mechanism may still be mixed.

#### はじめに

尺側列形成不全症は橈側列形成不全症とともに縦軸性形成障害を構成している重要な異常であるが、その臨床像はいままだ明らかではない。この理由として最も大きいものは症例数の少ないとあるが、このた

めに頻度も高く、定型的な表現形式をとり、しかも尺側列形成不全症とは対をなす存在であると考えられており橈側列形成不全の病態がそっくり応用されてきたことも無視出来ない。すなわち橈側列形成不全症では決して見られない、いくつかの病態がくみ合わされて、ひとつの虚像がつくりあげられていたといって過言で

Key words : congenital malformation, hand malformation, longitudinal deficiency, ulnar ray deficiency

Address for reprints : Shoichi Watari, M.D., Department of Orthopedic Surgery, Hiroshima Prefectural, Hiroshima Hospital, 1-5-54, Ujina Kanda, Minami-ku, Hiroshima 734, Japan.

ない。これは本症に実際にはほとんど見られない病態である外反手 ulnar club hand などという言葉が今もって使用されていることを見ても明らかである。

しかしながら最近では各施設での症例の蓄積とともに、実験的研究も行われ、本症の病態は次第に明らかにされつつある<sup>3)</sup>。今回著者らは自験例をもとに本症の病態分析を行い、いささかの知見を得たので報告する。

## 1 症 例

症例は過去 26 年間に広島大学付属病院および広島県立広島病院にて経験した本症症例は 35 例であり、決して多いものではない。もちろん診断された根拠も確固たるものがあったわけではなく、病態が明らかになるにつれて、他の異常に属する症例が除外されてかえって減少してきたというのが現実である。

35 症例の内訳は男性 21 例、女性 14 例であった。両上肢とも尺側列形成不全症を呈した狭義の両側罹患例は 4 例で 11.4% にすぎないが、他側に本症以外の異常を合併したものをあわせると 10 例 (28.5%) となり、決してまれなものではない。また家系内発生を認めた症例はなく、遠隔合併症としては腓骨列形成不全症を一例に認めたのみであった。

## 2 形 態 的 分 類

本症を過去の報告にしたがって<sup>3)</sup>、上肢帶、上腕、前腕など高位よりの変化が明らかである尺骨形成不全群と、手の内に主たる変化を認める尺側指形成不全群に分けた。尺骨形成不全群は多田<sup>4)</sup> (1980) にしたがって以下の 3 型に分けた。すなわち、尺骨は全欠損するが肘関節は形成されている Type I、尺骨は部分欠損より発育不全まで種々の低形成を示すが肘関節は形成されているものを Type II、上腕骨と橈骨が癒合し肘関節が骨性強直を示すものを Type III とした。

一方尺側指形成不全群は第 4, 5 中手骨に癒合を認める中手骨癒合型、中手骨の癒合が完成し、環小指が MP 関節を共有する小指発育不全型、小指が浮遊指化する浮遊小指型の三型に分けた。この尺側指形成不全群は最近尺側列形成不全より除かれるべき病態であると言われるが、後述のごとく、発育を追って観察すると高位よりの変化を示唆する所見のあるものもあり、今回著者らは尺側指形成不全群として報告した。

各群、各型の頻度は尺骨形成不全群が 20 例、24 手 (Type I, 6 例 8 手, Type II 12 例, 12 手, Type III,

4 例, 4 手) であるのに対して、尺側指形成不全群は 13 例、15 手 (中手骨癒合型 8 例 10 手、小指発育不全型 3 例 3 手、浮遊小指型 2 例、2 手) であって、從来言っていた第 4, 5 中手骨癒合症で尺側列形成不全症としての所見をあげ得る症例はかなり少ないものであるか分かる。

尺骨形成不全群 Type I は均一な形態を示すことが特徴である。すなわち前腕骨は一個を有するも大きな短縮ではなく、肘関節は屈曲拘縮 (webbed elbow) を呈する。Type II では前腕は短縮や変形が強いが、肘関節機能は驚くほど良好で全例正常に近い機能を示した。Type III は上肢全体の高度の形成障害や変形を示すものが多く、上肢全体の機能が大きく障害されていた (Fig. 1-A)。

## 3 尺骨形成不全群に見られた手部の変化

尺骨形成不全群の分類は肘関節や前腕に着目したものであるため、各群で手の異常に変化があるものかど

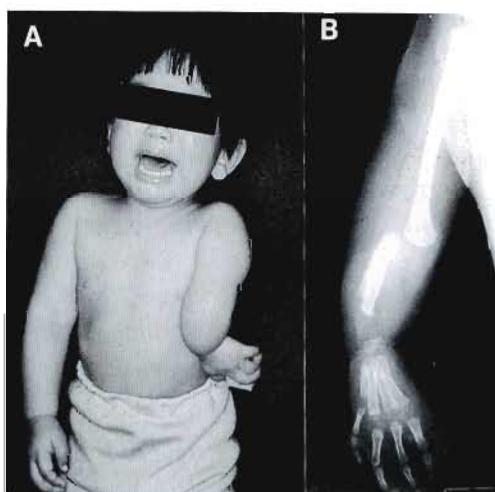


Fig. 1 Clinical feature of ulnar ray deficiency  
A: Photograph shows Type III deficiency of ulnar ray. Proximal affection from shoulder girdle and severe deformity of the left upper limb are noted.  
B: X ray shows Type II deficiency of ulnar ray. The grade of ulnar hypoplasia is almost equal to the radius abd both fused. Thumb represents Blauth IV degree of hypoplasia and ulnar two digits are also hypoplastic. Namely, ulnar and radial ray are both affected.

うか調べてみた。

まず Type I は手の変化も均一であり、単指 4 手、中環小指の欠損の 4 手であった。しかし同じ単指であってもその内容には若干の差があり、まったくの母指指節をもつもの、介在指骨型の三指節母指、まったくの指々節をもつものの三種が存在するようである。

Type II で最も多かった形態は環小指の欠損あるいは発育不全で 8 手をしめた。その他第 4, 5 中手骨癒合が 2 手、単指、小指欠損が各 1 手とかなり多彩である。ここで最も目立った所見は環小指の欠損や発育不全手に見られた母指の形成不全症であり、形態的には Blauth II 度より IV 度まで存在した。すなわち、尺側列と橈側列の両側に形成障害のおよんでいることが大きな特徴である。興味あるのは Fig. 1-B に示した症例のごとく、尺骨も橈骨も同程度の形成障害を認める例では、手の内に Blauth IV 度の母指形成不全と環小指発育不全が共存しており、むしろ縦軸というより、横軸的な形成障害を示唆する所見であった (Fig. 1-B)。

第 4, 5 中手骨癒合症では、著明な尺骨の短縮とともに、橈側手根骨にも著明な発育不全を認め、両列性の所見を示した。また尺側二指の欠損例、単指例に母指に多指性変化を認め、単指例では尺側に横軸性発育停止端特有の軟部組織変化を示した。環小指欠損を示した一例では環指の痕跡指が中指尺側に付着し、手関節部尺側には失われた小指のものと考えられる指紋が存在し、きわめて裂手的な所見で興味のもたれるところであった。

Type III では尺側より 4 指を欠損したもの (単指) 3 指を欠損したもの、1 指を欠損したもの、正常手各 1 手であった。この単指例も母指に多指 (三叉多指) を見、尺側には横軸性発育停止端を合併していた。

#### 4 広義の両側罹患例に見られた対側の変化

一侧は尺側列形成不全を示し、他側は異なる異常を示す、いわゆる広義の両側罹患例で対側にいかなる異常を認めたかは興味あるところである。このような症例は 6 例あったが、Type I の対側に見られたものは加藤<sup>1)</sup>ら (1982) の言う環小指間に cleft が存在する異常 1 例、裂手が 2 例 (一指列近位欠損型、三指列欠損型) であった。Type II の対側には Blauth II 度の母指形成不全症と多指が各 1 例であったが、この多指は環小指間にあり、小指橈側に茎をもつ浮遊指型でまれなものであった。Type III の他側に見られたのは 1 例で横軸性発育停止、肩関節離断型の amelia を呈した。

#### 5 尺側指形成不全群の病態

最近この前腕部にまったく変化を認めない尺側指形成不全群は尺側列形成不全症とは異なる病態をもち、本症の範疇に含めるべきではないとの意見が強い。しかし尺側指形成不全群のなかにも、成長を追って注意深く観察していると、両者の関係を示唆しているのかも知れない所見を得る症例がある。今回これらの症例を尺側指形成不全として報告したが、得られた所見の代表的なものは以下のごとくであった。

成長終了直前になんでも尺骨茎状突起の出現がなかった例は intercalary defect<sup>2)</sup> (kelikian 1974) とした。また骨年令成熟後に肘頭の発育不全、glenoid の変形、発育不全などを認めたものも本群と診断した。手根骨では 10 才時になんでも月状骨骨化中心が出現しなかった例、橈側手根骨の発育不全と月状三角骨癒合の認められた例があった。また成長終了後には矮小手の有無、前腕の短縮の有無、橈骨の bowing や内反屈の有無などの check が必要であると思われた。

また前腕や手根骨にさしたる異常なく、手の内に Blauth IV 度の母指形成不全と第 4, 5 中手骨癒合症と小指発育不全が合併し、まさに尺側列形成不全症の両列障害性を示した症例があった。今一例、短合指症に第 4, 5 中手骨癒合症が合併して見られた症例があったが、横軸性発育停止系の異常と縦軸性発育障害のうたがわれる異常が共存することは興味ある事実である。

#### 6 尺側列形成不全症と他異常との関連性

本症と他異常の関連性を見る目的で、同側手に共存した異常と対側に合併した異常を調べてみた。

本症と同一側に共存したものは、裂手型指列癒合、合指症、多指症、三指節母指、母指発育不全症、横軸性発育停止、第 4, 5 中手骨癒合症であった。また対側に合併したものは裂手症、多指症、母指形成不全症、横軸性発育停止、環小指間に cleft を有する異常であり、各々多岐にわたっている。

#### 7 尺側列形成不全症に対する著者らの診断指針

著者らが現在本症に対し確固たる診断根拠をもっている訳ではない。過去 26 年間手の先天異常に対する考え方方が変わってくる過程で症例数は増減をくり返してきたことも事実である。しかし最後まで本症として残ってきた症例を観察するとひとつの流れがあるようと思われる。

すなわち上肢帯、上腕、肘関節、前腕などが低形成や変形を示し、手では指列が欠損するが、一応指先まで形成された指をもっていることが基本である。さらには尺骨の低形成、ないしは欠損、肘関節の強直や脱臼を示すものが定型例であり、指の欠損は尺側よりはじまるが同時に橈側手根骨の母指にも形成障害がおよぶことが特徴である。

尺側指形成不全群は尺骨の低形成にともなって出現するものもあるが、まったく単独にも見られる。しかしこのようなものでも成長を追って観察してゆくと本症との関連性を示唆する所見の得られる場合もあり、このような症例は一応尺側列形成不全症のなかにとどめることとしている。

### 結 語

本症の臨床像はきわめて多彩であり、一定の形態をもって本症を定義することは出来ないし、またこれほど多くの異常と共に存する合併する異常もない。これは尺骨原基がその感受期に障害を受けたとする一般概念では説明が出来ず、診断基準や根拠があいまいであるために、発生機転の異なる数種の異常が混在している可能性が依然として否定出来ない。あるいは異常作因の

作用時期や作用範囲の二次元的拡がりや、中胚葉障害と外胚葉障害の微妙なバランスに原因を求めるべきなのかも知れない。

本来手の先天異常における縦軸性、横軸性の考え方には奇形発生上の問題ではなく、臨床像を整理する上の便宜的なものにすぎないが、橈側列形成不全症の病態で納得される縦軸性は尺側列形成不全症においてはまったく認めることは出来ない。むしろ反対にきわめて横軸的であり、両者は決して対をなすものではなく、両者まったく異なる異常であることを今さらながら思考せざるを得ないのである。

### 参 考 文 献

- 1) 加藤貞利 他：環小指間に cleft が存在する先天奇形手について。臨整外，17：811-819，1982.
- 2) Kelikian, H.: Congenital Deformities of the Hand and Forearm. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 866-890, 1974.
- 3) 萩野利彦：尺側列形成障害の病態と治療：整形外科 MOOK 35, 151-167, 1984.
- 4) 多田浩一 他：尺側列欠損。整形外科, 31: 1606-1609, 1980.

## 母指低形成症 (Blauth 分類III型) に対する 血管柄付足趾関節移植術の経験

奈良県立医科大学整形外科学教室

小野浩史・玉井進  
矢島弘嗣・水本茂  
稻田有史

### Vascularized Toe Joint Transfer for Floating Thumb

Hiroshi Ono, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

We reported 2 cases of vascularized toe joint transfer for the reconstruction of floating thumb. Both cases were classified into grade III by Blauth, characterized by hypoplasia of the first metacarpal, absence of 1st carpometacarpal joint, instability of metacarpopalangeal joint and absence of thumb flexor, extensor, abductor, adductor and thenar muscles. Surgical reconstructions of the thumb consisted of vascularized 2nd toe metatarsophalangeal joint transfer to the first carpometacarpal joint, multiple collateral ligaments of metacarpophalangeal joint and tendon transfers. The palmaris longus was transferred to the dorsal base of the distal phalanx of the thumb to restore extension, abduction and opposition of the thumb. The Flexor digitorum superficialis IV was transferred to the palmar base of distal phalanx of the thumb to restore flexion of the thumb. The grafted toe joint has been growing well with normal epiphysis and worked as the carpometacarpal joint. Since reconstructed thumb gained good flexion but weak extension and opposition, the secondary adjustment of their tensions may be necessary.

### はじめに

母指の奇形は比較的頻度が高く、機能的整容的に多くの問題を含んでいる。母指低形成症については Blauth の詳細な報告<sup>1)</sup>があり、III型以上の症例は屈伸筋腱や中手骨の欠損を伴うため母指としての機能はほとんど無く、これらの症例に対しては母指対立位での骨移植による固定術あるいは示指移行による母指化術が行われてきた。一方血管柄付足趾関節移植術による CM 関節再建は、可動域獲得にくわえて、骨端軟骨成長帯の移植による母指の成長が期待でき、腱移行術を追

加することにより母指機能再建が可能である。今回われわれは、Blauth III型の母指低形成に対し、血管柄付足趾関節移植術に腱移行術を追加して母指再建を試みた 2 症例について検討したので問題点を含めて報告する。

### 症例

〔症例 1〕 10 才男 右母指低形成 Blauth III度。母指は発育不良で自動運動はまったく不能であり、X-P では大菱形骨および第 1 中手骨近位部が欠損していた (Fig. 1)。このため手で物を把持するときは第

**Key words:** floating thumb, vascularized toe joint transfer, tendon transfer

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

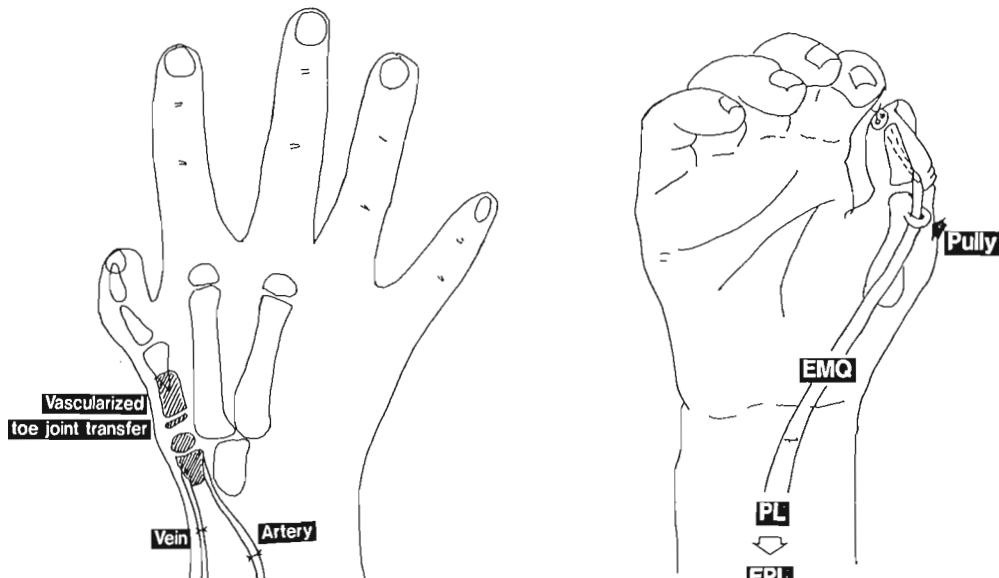


a : Photograph of right hand before operation



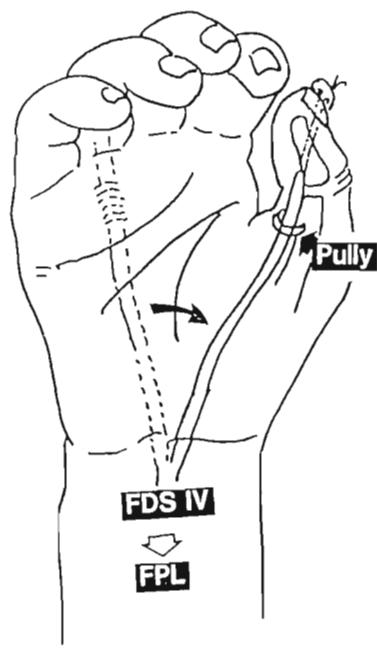
b : Radiograph of bilateral hands

Fig. 1 Case 1 Right floating thumb



a : Toe joint transfer.

b : Reconstruction of EPL by PL



c : Reconstruction of FPL by FDS IV

Fig. 2 Schema of thumb reconstruction.

2, 3指間で行っていた。1985年10月、4才時に血管柄付足趾関節移植術を施行した。手術は吉津らの方法<sup>9</sup>にしたがい、左第2趾MTP関節を母指CM関節部に移植(Fig. 2a)，第1指間に拡大し母指を対立位とした。第1指間の皮膚欠損は手背皮弁により被覆した。移植関節は順調に発育してきたので母指の屈曲、伸展、対立機能の再建を行った。まず、8才で長掌筋腱を固有小指伸筋腱の腱移植により延長し、母指側皮下を通して末節骨背側に縫着し、母指伸展と対立機能を再建した(Fig. 2b)。次いで、1年後に第4浅指屈筋腱を母指末節骨掌側に移行縫着して長母指屈筋を再建した(Fig. 2c)。母指には屈筋腱、伸筋腱ともまったく存在せず腱鞘もなかったため、いずれの腱移行術にも腱鞘再建を追加した。移植関節は6年後の現在母指は順調に成長し、第4浅指屈筋による母指屈曲力も強いが、長掌筋による伸展力は弱くむしろ外転力となっている(Fig. 3)。

〔症例2〕 8才男、左母指低形成 Blauth III度。

母指及び母指球筋は発育不良で自動運動不能であり、X-Pにて大菱形骨および中手骨近位部は欠損していた(Fig. 4A)。左母指低形成に対し1988年7月、5



a : Photograph showing slightly flexed and adducted thumb.



b : Radiograph demonstrating grafted toe joint with preserved joint space and epiphysis.

Fig. 3 Case 1 6 years after operation.



a : Radiograph before operation showing absent proximal 1st metacarpal and trapezium.

b : Radiograph at 1y after operation demonstrating well observed grafted toe joint.

Fig. 4 Case 2 Left floating thumb.

才時に血管柄付左第2趾MTP関節移植術を施行した。さらに1年後にまず母指伸展、内外展機能の再建を行った。長掌筋を第2趾伸筋腱の腱移植により延長し、母指橈側皮下を通して母指IP関節背側で末節骨近位背側に縫着した。また、固有示指伸筋腱を第1背側骨間筋の掌側を通して母指基節骨近位尺側に縫着し、内転力を再建した(Fig. 5)。さらに第1指間を手背皮弁にて拡大した。これにより母指内外展伸展が可能となったので、7ヵ月後に母指屈曲機能の再建を行った。第4浅指屈筋腱を母指に移行し、母指IP関節部で母指屈筋腱の遭残組織に縫合し母指屈筋腱を再建した。母指屈筋再建後1年の現在、母指の成長は良好である(Fig. 4B)が、移植関節がやや掌屈位で固定されており、また再建した母指屈筋と伸筋の母指内転作用が強いためCM関節での内転屈曲拘縮が残存している。

### 考 察

橈側列形成不全の一つである母指低形成症は比較的頻度の高い奇形であり、Blauthは形成不全の程度を母

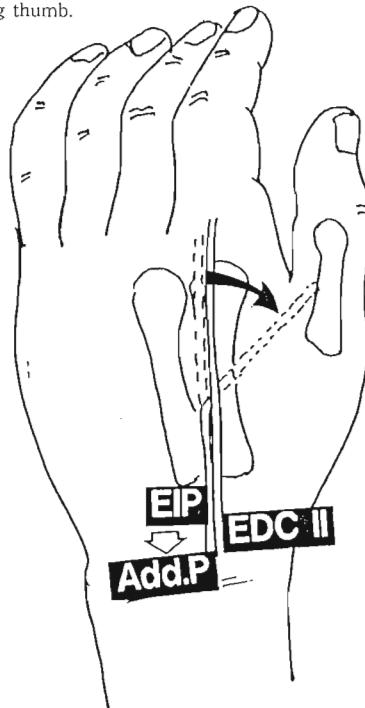


Fig. 5 Schema showing thumb adductor reconstruction.

指球筋と中手骨の発育の程度によって 5 型に分類した。I 度は母指球筋の軽度発育不良例で、特に治療を要せず、II 度は母指球筋発育不良による母指対立障害および MP 関節不安定性が問題となり、第 1 指間の皮弁などによる拡大、側副靱帯の再建による MP 関節の安定化、母指対立再建のための Huber-Littler 法などが行われ、比較的良好な成績を得ている。しかし、III 度以上のいわゆるぶらぶら母指では第 1 中手骨近位部の欠損があるためその治療には難渋することが多い。従来、これらの症例には母指対立位での骨移植による固定術や、Buck-Gramcko 法<sup>2)</sup>などの示指移行術による母指化術が行われてきたが、固定では母指の発育に、母指化術では整容的に問題があった。一方、先天性あるいは外傷性の指関節自体の機能障害に対する再建法として、1967 年の Buncke の報告<sup>3)</sup>以来、血管柄付関節移植術は確立した手術法となっている。特に小児に対する関節再建法としては関節可動域獲得に加えて、骨端軟骨成長帯の移植による患指の成長が期待できる良い手術法であり、母指低形成症にも有用で、われわれの 2 症例でも母指は順調に成長している。しかし、血管柄付関節移植術の問題点として、移植後の関節に関節症性変化や Charcot 関節様変化の発生が危惧されているが、現在までそのような変化は認められない。

母指的形成 Blauth III 型では、中手骨近位の欠損の他にも大小菱形骨、屈筋腱、伸筋腱、母指球筋など多くの欠損を伴っており、母指としての機能はほとんどない状態である。このため機能的母指を再建するには、血管柄付関節移植術による母指 CM 関節再建に加えて、母指内転拘縮の除去、母指を動かすための力源筋の再建、MP 関節の安定性の確保が必要となる。われわ

れは母指の内転拘縮に対して第 1 指間部切離による拡大と第一指間の手背皮弁による被覆を、MP 関節の不安定性には側副靱帯再建を行い良好な結果を得た。母指を動かすための力源としては主に長掌筋と第 4 浅指屈筋を用い、長掌筋により伸展、外転、対立機能を、第 4 浅指屈筋により屈曲機能を再建した。しかし、Blauth III 型では母指可動筋腱がほとんどないため移行腱の縫着点の決定が難しい、腱鞘も欠損しておりその再建も必要であるなどの理由から移行腱の滑動性の低下と母指伸展障害や屈曲内転拘縮を来し易い。これらに対しては今後さらに腱剥離術や中手骨の矯正骨切り術が必要であろう。

## ま と め

1. Blauth III 型の母指低形成症の 2 例に対し、血管柄付関節移植術と腱移行術による母指再建を行った。
2. 移行腱の作用方向や腱鞘低形成による腱滑動性の問題、母指の側方不安定性など解決しなければならない問題も残っている。

## 文 献

- 1) Blauth, W.: Der hypoplastische Daumen. Arch. Orthop. Unfall Chir., 62: 225-246. 1967.
- 2) Buck-Gramcko, D.: Pollicization of the index finger. J. Bone Joint Surg., 53-A: 1605-1617. 1971.
- 3) Buncke, H. J., et al.: The fate of autogenous whole joints from the foot. Plast. Reconstr. Surg., 39: 333-341, 1967.
- 4) 吉津孝衛 他：手における血管臺付き自家趾全関節移植術の問題点。整形外科, 26: 613-620, 1983.

マイクロサージャリー—基礎—

Sleeve 法による実験的静脈移植の長期観察

信州大学医学部整形外科学教室

斎 藤 覚・中 土 幸 男

北 側 恵 史

Miami 大学整形外科

William E. Burkhalter • W. Steve Hart

A Long-term Observation of the Experimental Vein Grafting  
with the Sleeve Anastomosis

Satoru Saitoh, et al.

Department of Orthopaedics, Shinshu University School of Medicine

We have introduced an experimental new method for an autogenous vein grafting in which the repair was performed with the sleeve method at both proximal and distal anastomotic sites. This time we have studied the long-term results of our vein grafting in rats to determine whether the stenosis at the anastomosis remains for a long time or not. The inferior epigastric vein was harvested as a graft and was put into a defect created in the femoral artery. The anastomosis was completed with the sleeve method using four sutures at both proximal and distal anastomotic sites. 19 vein grafts, which were patent at three weeks, were examined again in 17 rats three months after the operation and the changes in the graft were examined macroscopically and histologically. The degree of the stenosis at the anastomosis was measured in the enlarged pictures of the histologic specimen.

All grafts were still patent after three months. They have about twice the diameter of the femoral artery and did not completely collapse after the removal due to the thickening of their walls. The shortest internal diameter at the proximal anastomosis was  $81+/-31\%$  and that at the distal anastomosis was  $80+/-31\%$  of the internal diameter of the corresponding femoral artery. There was not a statistical significance between the proximal and distal anastomosis in the degree of the stenosis. The histologic features of the stenosis at the anastomosis were the wall of the femoral artery without atrophy and the hypertrophic intima.

The intima of the vein graft hypertrophied with wide variety in its thickness. The internal diameter of the graft was far larger than that of the femoral artery and the thickening of the wall of the graft never caused any stenosis within the graft. The histologic examination did not reveal in the hypertrophic wall of the graft any features that could be seen in the femoral artery, that is, we could not find the inner and outer elastic band nor the thick muscular layer of the media.

---

**Key words:** a long-term observation, the vein grafting, the sleeve method, the proximal anastomosis, the distal anastomosis.

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

## 目 的

われわれは中枢縫合部、末梢縫合部とも Lauritzen の方法による sleeve 法で修復する新しい静脈移植法を行い、80%弱の開存率を得た。sleeve 法は手技が簡単である反面、縫合部での狭窄が当初から問題であった。Lauritzen は挿入された血管壁が経過とともに萎縮するのを観察したが、挿入された血管壁が萎縮すれば縫合部での狭窄は軽快すると考えられる。中枢縫合部、末梢縫合部とも sleeve 法で修復した移植静脈を長期間観察することにより、縫合部での狭窄が長期間続くか否か、また中枢縫合部と末梢縫合部とで狭窄率に差があるか、検討した。また移植静脈壁の変化についても併せて観察した。

## 材 料 と 方 法

体重 300 g のラットの大腿動脈に約 5 mm の欠損を作製し、約 7 mm の下腹壁静脈を中枢縫合部、末梢縫合部とともに sleeve 法を用いて移植した。sleeve 法は Lauritzen 原法によったが挿入血管の sliding out を防ぐため、2 つの stay suture の間に一針ずつ縫合を追加した。縫合糸は、挿入する血管の外膜と外側の血管壁全層に通し、血流の外に置かれた。手術後 3 週で血管の開存を観察し、17 ラットにおいて、開存が確認された 19 移植静脈を 53 日から 115 日（平均 107+/-14 日）後に再び観察した。

大腿動脈を可及的に移植静脈より中枢および末梢まで剥離し、移植静脈は、大腿神経、大腿静脈との癒着を鋭的に、鈍的に剥離した。静脈移植の末梢縫合部の末梢で開存を観察し、剥離した大腿動脈の最も中枢部、最も末梢部を電気凝固した後、血管を摘出した。顕微鏡下に血管内腔をヘパリン生食で灌流し、比較的平らな術野を選んで無緊張下に摘出血管を可及的に直線化し 10% ホルマリン溶液を滴下した。やや硬化したところで血管を拾い上げ、同ホルマリン液に浸した。

19 摘出血管の内、5 血管では血管を中枢縫合部と末梢縫合部の 2 つに切断、14 血管では中枢縫合部、移植静脈部、および末梢縫合部の 3 つに切断した後、それぞれパラフィンに包埋した。4 μm の厚さで血管縦断標本を連続して作製、hematoxylin-eosin 染色を行い、薄切された血管内径が最大となっていた標本をその包埋ブロックの代表として、顕微鏡下に選択した。個々の標本について、縫合部の狭窄状態、最狭窄部位、挿入血管壁の変化、移植静脈壁の変化を観察した。また

顕微鏡写真から、1) 大腿動脈内径、2) 中枢縫合部内径、3) 末梢縫合部内径を測定した。大腿動脈内径は縫合部よりできるだけ離れた部位での内径を測定し、中枢縫合部内径、末梢縫合部内径は縫合部での最狭部内径とした。さらに、4) 移植静脈の最大内径も測定し、5) 移植前の下腹壁静脈の最大内径と比較した。

## 結 果

3 週の時点では開存していた 19 移植静脈は術後約 3 カ月でもすべて開存していた。大腿動脈外径は術前に比べさほど増加していないなかたが、移植静脈外径は著しく増加し、移植時は大腿動脈とほぼ同じ外径であった下腹壁静脈は約 2 倍に大きくなっていた。また静脈壁の硬化も認められ、摘出後も移植静脈は完全には collapse を起こさなかった。

縫合部の狭窄状態を顕微鏡写真にて観察すると、中枢縫合部では 18 血管（一血管では中枢縫合部付近に生じた aneurysm のため観察不能）中 10 で、末梢縫合部では 19 血管中 9 で、縫合部で一見して明らかな狭窄が認められた。縫合部の中での最も強い狭窄は、stay suture 部に狭窄が生じていた 2 本の末梢縫合部を除くとすべて、挿入血管の中央から先端にかけて生じており、この部では挿入された血管壁が萎縮せずまた内皮細胞も増殖していた。Fig. 1, 2 にほとんど縫合部狭窄が認められなかつた中枢縫合部、末梢縫合部をそれ

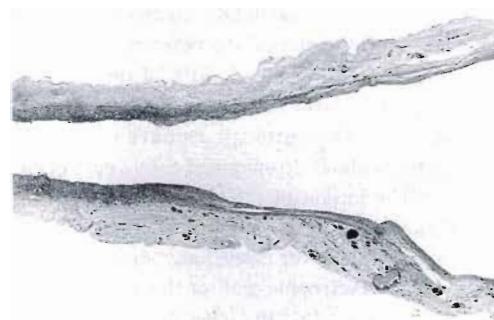


Fig. 1 A histology of a distal anastomotic site. The wall of the graft inserted into the femoral artery shows a slight hypertrophy but there is little stenosis at the anastomosis due to the diffuse atrophy in the wall of the outer femoral artery. The direction of the blood stream is from right to left. Hematoxylin-eosin stain.

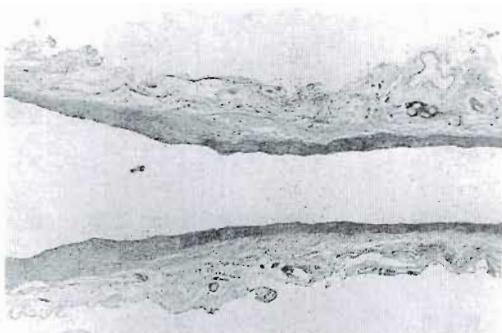


Fig. 2 A histology of a proximal anastomotic site.

There is little intimal hypertrophy at the anastomosis. Note the dilated and thickened wall of the vein graft. The direction of the blood stream is from right to left. Hematoxylin-eosin stain.

それ示すが、多くの縫合部では多少の狭窄が認められ、中枢縫合部最狭部の内径は  $0.24+/-0.10$  mm、末梢縫合部のそれは  $0.24+/-0.12$  mm であった。縫合部よりできるだけ離れた部位での大腿動脈内径は  $0.32+/-0.13$  mm であり、それぞれの対応する大腿動脈内径と比較すると、中枢縫合部最狭部内径は  $81+/-31\%$ 、末梢縫合部最狭部内径は  $80+/-31\%$  の狭窄であった。中枢縫合部と末梢縫合部とでは狭窄率に統計学的有意差は認めなかった ( $P > 0.05$ , paired Wilcoxon)。

移植静脈は外径だけでなく内径も拡大し、その最大内径は  $0.93+/-0.25$  mm で移植前の下腹壁静脈内径（約 0.4 mm）の約 2 倍であった。

移植前の下腹壁静脈の壁は、一層の内皮細胞層、一から二層の、核が縦に配列する細胞層（平滑筋層か）およびその外側の疎性結合織層から成り立っていた。移植後 3 カ月の同静脈壁は、多層性の内皮細胞層、やや緻密な結合織層および疎性結合組織とから成っており、壁の厚い部位では内皮細胞層の肥厚が著明であった。壁の厚さは血管内腔から疎性結合組織までとしたが、移植静脈間での差が大きく、また同一静脈でも部位により厚さは一定ではなかった。移植静脈には 3 カ月後も内、外弾性板および厚い中膜（筋層）の形成は認められず、大腿動脈との識別は容易であった。

## 考 察

Sleeve 法では一方の血管を他の血管内に挿入するため、縫合部での狭窄が起こり、Wieslander ら<sup>4)</sup>は sleeve 法に反対してきた。これに対し、Lauritzen は挿入血管の壁には萎縮が起こること<sup>2)</sup>、sleeve 法により修復したラビット腎動脈を 6 カ月間観察し、縫合部狭窄はほとんどないことを述べた<sup>3)</sup>。今回われわれはラット大腿動脈に中枢縫合部、末梢縫合部とも sleeve 法による静脈移植を行い約 3 カ月後の変化を観察した。組織標本で観察した結果、中枢縫合部、末梢縫合部とも最狭窄部内径の平均は大腿動脈内径の約 80% であり狭窄は残っていた。必ずしも挿入血管全域に萎縮が起らることと内皮細胞の増殖が縫合部狭窄が残存する原因と思われた。

移植静脈には経過とともに、いわゆる動脈化 arteri-alisation が起こるとされ、長期間の観察を行った Fletcher ら<sup>1)</sup>は内皮層の増殖、その外側での平滑筋層の発達を認めている。われわれは内皮の増殖は一般的傾向として認めたが筋層の形成は少ない印象をもつた。また内皮増殖の程度は移植静脈間、また同一血管においても部位により、大きな差を認めた。

われわれは内径狭窄の評価に組織像を用いたが、この測定法には以下の drawback がある。すなわち、1) いかに注意して行っても血管の蛇行や径の違いのため、得られた標本が必ずしも血管中央の縦断標本ではないこと、2) 剥離操作などの trauma が引き起こす spasm の影響、ホルマリン固定操作の影響などが正確な定量化を妨げていることなどである。1)については、伸展した摘出血管にホルマリン溶液を滴下してやや硬化してから同液に浸すことにより摘出血管の直線化を図り、また摘出血管を 2 つから 3 つに切断することで標本の長さを短くして、その軽減に努めた。2)については縫合部の狭窄の程度を、絶対値の測定だけでなく同じ大腿動脈の内径とも比較することにより改善できたと考えている。doppler flowmetry や microangiography も狭小化の正確な評価には必要と思われる。

## 文 献

- 1) Fletcher, C. D. M., et al.: Experimental microvascular autogenous vein grafts for arterial defects: II. A histopathologic study of the grafts. Microsurgery, 9: 82-86, 1988.
- 2) Lauritzen, C.: A new and easier way to anas-

- tomose microvessels. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 12: 291-294, 1978.
- 3) Lauritzen, C., et al.: Long-term study of the microvascular sleeve anastomosis: an experimental study in the rabbit renal artery. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 14: 165-169, 1980.
  - 4) Wieslander, J. B., et al.: Blood flow in small arteries after end-to-end and end-in-end anastomosis: an experimental quantitative comparison. J. Microsurgery, 2: 121-125, 1980.

質問

座長 玉井 進

狭窄度というのは大腿静脈を基準としているのか、移植静脈を基準としているのか。

回答

信州大学整形外科 斎藤 覚

縫合部からできるだけ離れたところの大腿動脈を基

準とした。

質問

座長 玉井 進

移植静脈と recipient の動脈の太さの関係はどうですか。

回答

信州大学整形外科 斎藤 覚

撮子で dilate するとほぼ同じ直徑である。

質問

座長 玉井 進

実際に臨床でやられましたか。狭窄は問題にならないですか。

回答

信州大学整形外科 斎藤 覚

臨床ではまだ使っていません。

## ラットにおける pedicled venous flap 生着の酵素学的証明

大三輪病院整形外科

福居顕宏・前田昌己  
峯孝子

奈良県立医科大学整形外科学教室

稻田有史・玉井進

### Proof of Plasmatic Imbibition in Rat Pedicled Venous Flap

Akihiro Fukui, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Omiwa Hospital

At the present, the concept of "plasmatic imbibition" in skin graft is generally accepted. We concerned that "plasmatic imbibition" also plays an important role in flap take. To prove this concept, pedicled venous flap was raised in rat, using peroxidase which is one of the reductases. Peroxidase turned to brown color in the flap, and red color in the draining vein by oxidization.

In Group A (control), the flap was not stained and erythrocytes in the draining vein turned to brown. On the other hand, in Group B (horseradish peroxidase was poured between the flap and recipient bed), the flap turned to brown and erythrocytes in the draining vein turned to red.

As the results, horseradish peroxidase which was poured between the flap and recipient bed, was imbibed into the flap and the draining vein from contact surface after the operation.

#### はじめに

ラットの背側に作製した $2 \times 3\text{ cm}$  の panniculus carnosus を含む全層植皮片の生着理由としての "plasmatic imbibition" を酵素学的に証明し、すでに報告した<sup>4)</sup>。今回、pedicled venous flap が生着する理由の一つとして、"plasmatic imbibition" が重要であることを証明するため酸化還元酵素の一種である peroxidase を使用して酵素学的に検討した。

#### I. peroxidase について

peroxidase は  $\text{H}_2\text{O}_2$  存在下に物質を酸化する酵素の一種である。前回の実験では horseradish peroxidase (以下 HRPO) を使用し、HRPO 活性の検出法として 3,3'-diaminobenzidine を使用したが<sup>6)</sup>、今回

は PPD-PC 法 (後述) を使用した。

#### II. 実験方法

ラットの背側に $2 \times 3\text{ cm}$  の大きさで panniculus carnosus を含み、iliolumbar vein あるいは lumbar vein を還流静脈とした pedicled venous flap を挙上した。すなわち、尾部より $3\text{ cm}$  中枢部を皮弁の末梢端として、 $2 \times 3\text{ cm}$  の皮弁を 2 つ作製し、ついで、 $1\text{ cm}$  離してまた $2 \times 3\text{ cm}$  の皮弁の計 4 皮弁を作製する (Fig. 1)。

HRPO の投与方法を以下のとく分類した。すなわち、

Group A : 還流静脈のみ温存した皮弁を挙上後に、母床と皮弁との間に蒸留水を注入した後に縫合し、対照群とした。

Key words: venous flap, peroxidase, enzymatic study,

Address for reprints: Akihiro Fukui, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Omiwa Hospital, 136 Kanaya, Sakurai, Nara 633, Japan.

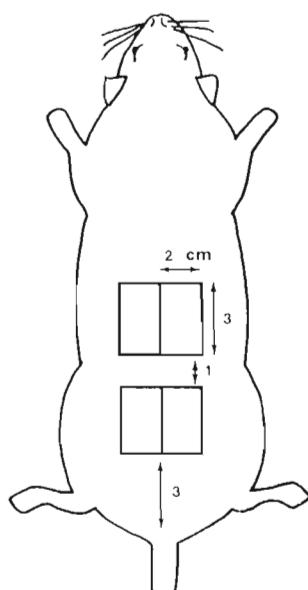


Fig. 1 Experimental model

Group B：還流静脈のみ温存した皮弁を挙上後に、母床と皮弁との間に1匹(4皮弁)に対し2mlの蒸留水に溶解した30000単位のHRPOを注入した。皮弁は元の位置に戻し、母床と縫合した。

それぞれの皮弁から還流静脈を含んだ3mm×3cmの小皮弁を経時に採取して標本を作製した。

### III. 組織作製方法

1. 組織の固定：パラホルムアルデヒド、グルタルアルデヒドおよびリン酸緩衝液で固定する。

2. 凍結切片作製：凍結ミクロトームで切片を作製する。

3. 固定液の洗浄：パラフェニレンジアミン・2HCl、ピロカテコール、トリス塩酸緩衝液およびH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>に浸漬する。

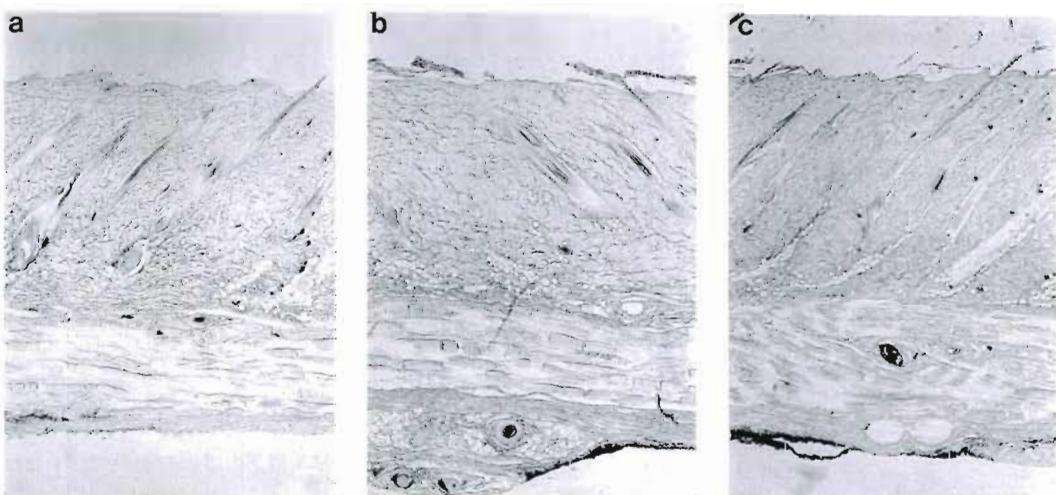
4. 水洗後封入する。

その結果、peroxidaseにより皮弁の活性部位は茶褐色に、赤血球は赤色に染色される。

### IV. 結 果

#### Group A (Fig. 2-a, b, c)

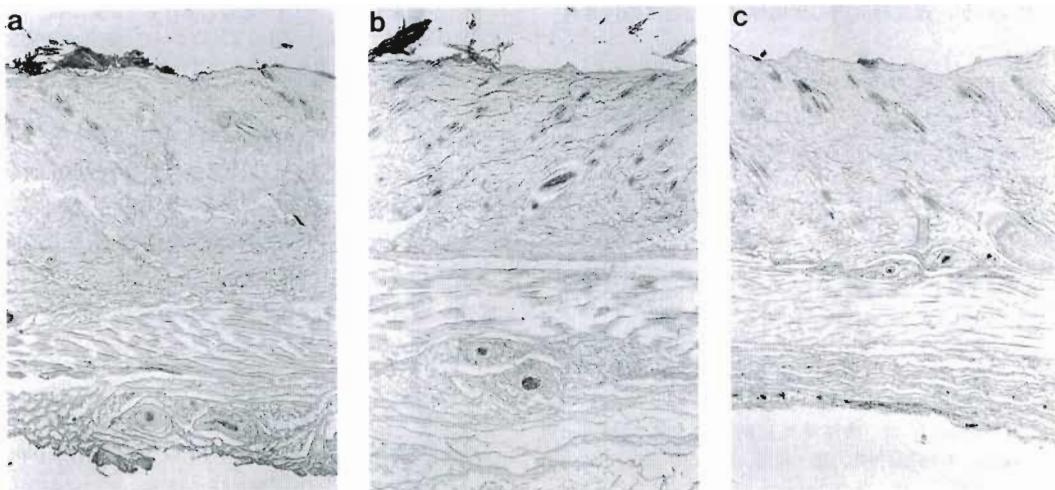
術後10分：皮弁は染色されないが、還流静脈内の赤

Fig. 2 Group A. ( $\times 30$ )

a : At 10 minutes after the operation, the flap did not stain, and the erythrocytes in daining vein were stained brown color.

b : At 40 minutes after the operation, there were no significant changes from the findings 10 minutes after the operation.

c : At 1 day after the operation, there were no significant changes from the findings 10 minutes after the operation.

Fig. 3 Group B. ( $\times 30$ )

- a : At 10 minutes after the operation, the entire contact surface with the recipient bed and panniculus carnosus were stained pale brown. Erythrocytes in the vein stained brown or red.  
 b : At 40 minutes after the operation, the flap stained brown color and erythrocytes stained red.  
 c : At 1 day after the operation, the flap stained more brown color and erythrocytes stained red.

血球は茶色に染色される。

術後 40 分：術後 10 分と著変はない。

術後 1 日：術後 10 分と著変はない。

Group B (Fig. 3-a, b, c)

術後 10 分：皮弁はすでに panniculus carnosus から真皮にかけ薄茶色に染色されるが、還流静脈内の赤血球は茶褐色あるいは赤色を呈す。

術後 40 分：皮弁は茶褐色に染色され、静脈内の赤血球は赤色を呈するようになる。

術後 1 日：皮弁の色調は増強され、静脈内の赤血球は赤色を呈す。

## 考 察

植皮片と母床との間で血行再開されるまでの時期を一般にプラズマ循環期といわれている。著者は HRPO を使用し、植皮において “plasmatic imbibition” が術直後から起こっていることを酵素学的に証明し、すでに報告した<sup>6)</sup>。

ラット背側部に作製した植皮片は通常生着率が悪いが、植皮片に入る還流静脈を温存した pedicled venous flap が生着しうることもすでに報告し<sup>1,4)</sup>、臨床例でも応用している<sup>3)</sup>。

その生着機序として、以下の(1)(2)が要因ではないか報告してきた。すなわち、

(1)還流静脈内の脈波や圧の存在。

(2)“plasmatic imbibition” により浸漬された plasma が還流静脈内に取り込まれる。そして、(1)に対してはすでに pedicled venous flap として報告されている種々の部位における還流静脈の脈波や圧や酸素分圧を測定した結果、これらがすべての要因でないことを報告した<sup>2,5)</sup>。

今回、HRPO を使用し、(2)につき酵素学的に検討した。

実験の結果、対照群では静脈内の赤血球が茶褐色に染色されていたが、皮弁と母床との間に注入した HRPO は、植皮片と同様に経時に母床との接触部位から panniculus carnosus、真皮そして表皮へと浸漬している所見を得た。一方、温存した還流静脈内の赤血球は皮弁の染色より遅れるが薄い赤色に染色された。すなわち、plasma は皮弁内の panniculus carnosus から真皮そして表皮へと浸漬し、還流静脈内にも取り込まれたと解釈された。

## ま と め

- 酸化還元物質である horseradish peroxidase を使用し、pedicled venous flap の生着理由を観察した。
- pedicled venous flap の対照群では皮弁は染色

されないが、還流静脈内の赤血球は茶褐色に染色された。

3. pedicled venous flap と母床との間に散布した HRPO は術後 10 分で皮弁内に浸漬され茶褐色に、また、還流静脈内の赤血球は時間の経過とともに赤色に染色された。

### 参考文献

- 1) 福居顕宏 他：静脈付全層植皮についての実験的研究（第1報）。形成外科，28：243-253, 1985.
- 2) Fukui, A., et al.: Pedicled and "flow-through" venous flaps: Clinical application. J. Reconstr. Microsurg., 5: 235-243, 1989.
- 3) 福居顕宏 他：指皮膚欠損例に対する“pedicled venous flap”移行術。整・災外, 33: 563-569, 1990.
- 4) 福居顕宏 他：pedicled venous flap の実験的研究。形成外科, 33: 1153-1159, 1990.
- 5) 福居顕宏 他：還流静脈を含む皮弁 (pedicled venous flap) 生着理由についての一考察。一還流静脈の検討一。整・災外, 34: 381-386, 1991.
- 6) 福居顕宏 他：ラット植皮における“plasmatic imbibition”の証明。—ペルオキシターゼを利用した酵素学的証明—。形成外科, 34: 521-527, 1991.

**質問** 聖マリアンナ医科大学整形外科 松下 和彦  
植皮片の生着理由として plasmatic circulation が考えられており、その実験的報告もみられる。したがって、還流 vein のない composite graft でも、ある程度染色されることが推測され、control 群として composite graft 群をおき、有意差を示すことが必要ではないか。

**回答** 大三輪病院整形外科 福居顕宏  
Composite graft 群にも HRPO を投与し “plasmatic imbibition”が起っていることは、すでに報告しています。有意差はまだ検討していません。

## 静脈皮弁の実験的研究 —皮弁周辺血行の皮弁生着に及ぼす影響について—

奈良県立医科大学整形外科学教室

平井 利幸・稻田 有史  
三井 宣夫・玉井 進

大三輪病院整形外科

福居 順宏

An Experimental Study of the Flow-through Venous Flap  
—The Effect of Surrounding Tissue Circulation on the Survival  
of the Flow-through Venous Flap—

Toshiyuki Hirai, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Nara Medical University

We prepared a new experimental model of the "Flow-through venous flap" with one flow-through vein, using rabbit ears. This flap could be measured a survival length. The aim of this study is to investigate the survival length, and the survival area of the flow-through venous flap in the case of presenting the circulation from surrounding tissue, or excluding the circulation from surrounding tissue. The flaps were divided into two groups, and divided into two subgroups.

Group 1: Poor blood supply from surrounding tissue. The central artery at the recipient site was ligated in order to shut out the blood supply from the surrounding tissue.

Group 1-A: composite flap as control.

Group 1-B: flow-through venous flap.

Group 2: Good blood supply from surrounding tissue. The central artery was preserved.

Group 2-A: composite flap.

Group 2-B: flow-through venous flap.

In Group 1-A 100% of the flap became necrosis, but in Group 2-A, partial full thickness survival was noted along with the central artery. In Group 1-B, 2-B, partial full thickness survival was observed along with the flow-through vein. In survival rate, there was no significant the difference between Group 1-B and Group 2-B. But in survival length, there was significant the difference between Group 1-B and Group 2-B. Survival length of Group 2-B was longer than Group 1-B.

### 目的

通過静脈皮弁が移植床の血行が不十分であっても生着可能なことは、家兎耳を使用して、すでに証明してきた。しかしながら、どの程度の大きさの通過静脈皮

弁が生着可能かについて検討された報告はない。このため静脈皮弁は臨床的には小皮弁として用いられる場合がほとんどであり、その生着には周囲からの血行による影響も否定できない。今回、家兎耳に作製した通過静脈皮弁を用いて周辺血行の違いによる生着率の検

Key words: flow-through, venous flap

Address for reprints: Toshiyuki Hirai, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Nara Medical University, Kashihara, Nara 634, Japan.

討を行った。

## 方 法

成熟白色家兎 20 羽、40 耳を使用し、耳の軟骨面を移植床とする  $3 \times 3\text{ cm}$  の皮弁を作製した (Fig. 1-a)。次にこの皮弁、および皮弁周辺血行の循環動態を変えることにより次の 4 group を作製した (Fig. 1-b)。Group 1 は、周辺血行不良群として、皮弁近傍を通る中心動脈を耳介基部、末梢で結紮した。このうち Group 1-A：皮弁内にはいるすべての血管を結紮切離した群 (composite graft) Group 1-B：皮弁辺縁部に 1 本の通過静脈のみ温存した群 (flow-through venous flap) を作製した。次に Group 2 を周辺血行良好群として、耳介移植床には操作を加えず中心動脈を温存したままとし、composite graft を Group 2-A、flow-through

venous flap を Group 2-B として作製した。皮弁生着の状態については 2 週間後に判定し、検索は肉眼的所見、microangiography、および組織学的検索を行った。

## 結 果 (Table 1) (Fig. 2-a, b, c)

Group 1-A は全例 100% 壊死となったが、Group 2-A では中心動脈側にわずかながら生着する部分が認められ、統計学的に有意差を認めた flow-through venous flap では Group 1-B は通過静脈に沿って約 1 cm の幅で生着、Group 2-B においても同様の生着を示した。統計学的には両群間で生着面積には有意差を認めなかった。皮弁生着幅をその最大部と最小部の和の  $1/2$  として表すと、両群間に有意差を認め、Group 1-B に比べ Group 2-B にて生着幅が大きくなかった。microangiogram では Group 1-A で皮弁に一致した avascularity を示した。Group 2-A では Group 1-A に比べて中心動脈からの新生血管の増生を認めた。Group 1-B, 2-B においては、ともに通過静脈から周囲に向かう拡張した血管を認めた。また皮弁の近位および遠位端では既存血管との吻合が認められるが中心動脈側からの新生血管像は乏しかった。組織学的には Group 1-A, 2-A とともに広範な壊死を認めた。Group 1-B, 2-B では通過静脈近傍では真皮層内の膠原線維は良く保たれているものの、通過静脈から離れるにつれて真皮層の膠原線維の線維化傾向は増し、壊死へと

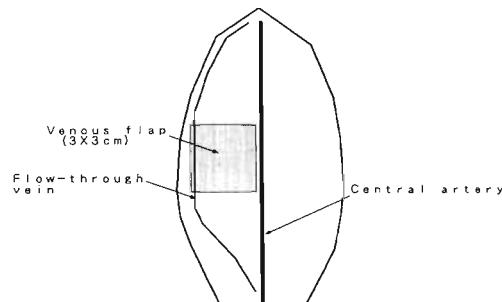


Fig. 1-a Design of experimental model

	Composite graft	Flow-through venous flap
Poor surround circulation	ligation        ligation               Group 1-A	Flow-through vein               Group 1-B
Good surround circulation	Central artery               Group 2-A	             Group 2-B

Fig. 1-b Experimental models

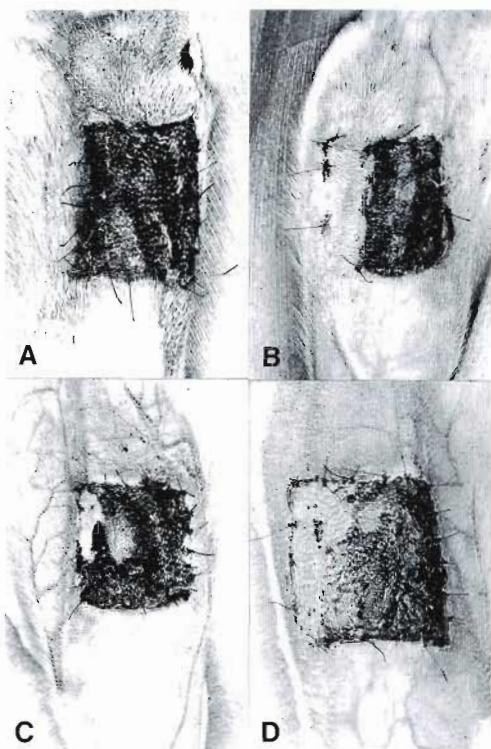


Fig. 2-a Macroscopic findings

A : Group 1-A   B : Group 1-B  
C : Group 2-A   D : Group 2-B

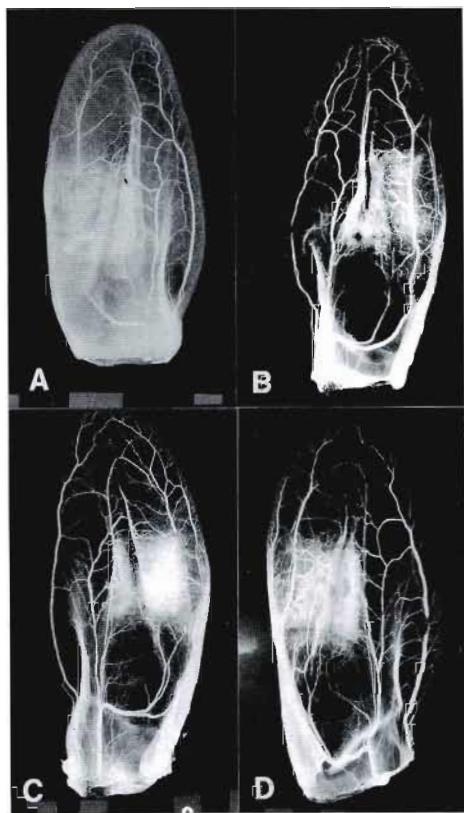


Fig. 2-b Microangiogram

A : Group 1-A   B : Group 1-B  
C : Group 2-A   D : Group 2-B

Table 1

Group	Count	Survival rate Mean $\pm$ SD (%)	Survival length Mean $\pm$ SD (mm)
1-A	10	0 $\pm$ 0	—
1-B	10	44.3 $\pm$ 18.5 *	11.0 $\pm$ 4.5
2-A	10	20.5 $\pm$ 24.6	—
2-B	10	59.0 $\pm$ 25.2	18.1 $\pm$ 6.2

\* p < 0.05

移行していく。

### 考 察

Flow-through venous flap については、これまで Beak<sup>1)</sup> らが犬の saphenous venous flap を、Sasa<sup>4)</sup> らが犬の Cephalic venous flap を、Tsai ら<sup>5)</sup> が家兎胸腹壁静脈を使った flap を報告しており、またわれわれも家兎耳に作製した通過静脈皮弁を報告している<sup>2)</sup>。しかし、これらの実験モデルは Survival length を計測するモデルとしては適当ではない。これに対しわれわ

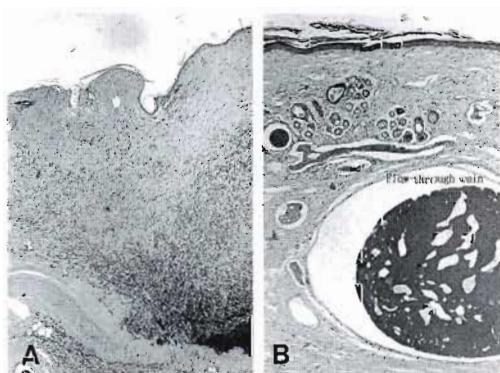


Fig. 2-c Histological findings

A : Group 1-A   B : Group 1-B

れは意図的に皮弁の生着部位と壊死部が明瞭に識別できる実験モデルを作製した (Group 1-B)。この実験モデルを使用することにより静脈皮弁の生着面積に影

響を及ぼす因子、また静脈皮弁の生着機序に関する新たな知見を得ることができると考えている。今回、その第一段階として皮弁周辺血行の皮弁生着に及ぼす影響について定量的に解析、検討を行った。その結果は、まず retrospective にではあるが Group 1-A に比較して Group 2-A の生着面積が有意に高く、Group 1において中心動脈を末梢、中枢で結紮する操作によって、皮弁周辺血行を阻害することができたと考えられる。Group 1-B と Group 2-B の生着面積に有意差はない、生着幅において有意差を認め、周辺血行良好群である Group 2-B で生着幅は大きかった。しかしながら、Group 2-B は Group 2-A と比較してみると、皮弁辺縁部（中心動脈側）においては当然生着すると考えられた部分が、逆に壊死に陥っていた。ではなぜ、このように通過静脈皮弁の中心動脈側は周辺血行が良好にもかかわらず壊死に陥つたのであろうか。1つには通過静脈からの離れた辺縁部では通過静脈から拡散した静脈血が行き場を失った形でうっ血状態を呈したいために周辺からの Neovascularization を阻害したとも考えられる。しかし、中山ら<sup>3)</sup>は微細な血流がある程度残されていると考えられる有茎皮弁遠位部で、このような血液のうっ滞が皮弁の生着に特に害を与えるものでないと報告している。けれども中山らの実験モデルは動脈血の流入する有茎皮弁モデルの場合であり静脈皮弁の辺縁部のうっ血状態とは状況が異なる。詳細については、なお不明であるが、今回得られた知見は謎の多い静脈皮弁の生着にとって1つの指標を得るものと考えている。

### ま と め

家兎耳を使用して通過静脈皮弁を作製し、周辺血行を阻害した場合としない場合との皮弁生着面積、お

よび皮弁生着幅の比較を行った。その結果、両群の間で皮弁生着面積には有意差はなく、皮弁生着幅において周辺血行良好群が有意に生着幅が大きかった。

### 参 考 文 献

- Beak, S. M., et al.: Experimental studies in the survival of venous island flaps without arterial inflow. *Plast. Reconstr. Surg.*, 75: 88-95, 1985.
- Inada, Y., et al.: Experimental studies of skin flaps with subcutaneous veins. *J. Reconstr. Microsurg.*, 5: 249-261, 1989.
- 中山創夫 他: 皮弁が生存しうる阻血時間—有茎皮弁遠位部と島状皮弁との比較-. 形成外科, 28: 368-374, 1985.
- Sasa, M., et al.: Survival and blood flow evaluation of canine venous flaps. *Plast. Reconstr. Surg.*, 82: 319-325, 1988.
- Tsai, T. M., et al.: Venous flaps in digital revascularization and replantation. *J. Reconstr. Microsurg.*, 3: 113-119, 1987.

**質 問** 聖マリアンナ医科大学整形外科 松下 和彦  
Group 1-A, 1-B で、どの位周辺血行が障害されるのか。肉眼的には周辺組織の viability に差はないように見えるが。

**回 答** 奈良県立医科大学整形外科 平井 利幸  
中心動脈を結紮した群にて周辺血行が障害されるることは Control である Group 1-A と Group 2-A においてその生着面積に有意差を見たことにより証明できた。

周辺血行不良群と良好群で肉眼的には周辺組織の viability に差は生じていない。差が生じたのは移植皮弁の中心動脈側の辺縁部においてである。

## 血管柄付同種関節移植の実験的研究

—第7報：Cyclosporin A 短期投与群における、移植肢生着に及ぼす

主要組織適合抗原 (RT1) 亜領域相違の影響—

北海道大学医学部整形外科学教室

糸賀英也・三浪明男

小林昌幸

北海道大学医学部付属病院登別分院整形外科

高原政利

Experimental Studies on Vascularized Allogeneic Joint Graft  
—7th. Report: Effects of the Difference of Histocompatibility Antigen  
on Grafted Joint Treated with Cyclosporin A—

Hideya Itoga, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine

Our previous experimental studies were designed to investigate the influence of subregions of major histocompatibility (RT1) antigen in rat on survival of grafted joint. These studies suggested that the success of the vascularized allogeneic joint transplantation was depend on the low antigenicity of the transplanted joint.

But even if one or two subregions of RT1 were matched between donor and recipient rats, the grafted joint finally rejected. So in this paper the effect of subregions of RT1-on rat joint transplant prolongation is investigated under the short-term and low-dose administration of Cyclosporine.

Four strains of an inbred rat were used for vascularized joint transplantation. The rats were classified into three groups according to the difference of subregions of the RT1 antigen between donor and recipient rats;

Group I : RT1-A, B, D barrier (from WKA to LEJ rats),

Group II : RT1-B, D barrier (from TO to LEJ rats),

Group III : RT1-Abarrier (from BUF to LEJ rats).

Cyclosporin was solubilized (25 mg/ml) using 20% Tween 80 in anhydrous ethanol, and was given 10 mg/kg/day for 14 days posttransplantation by s. c. injection.

Appearance of the transplanted limb; survival, edema or necrosis was observed macroscopically. Histological studies were also performed.

The transplanted limb in Group I became edematous at an average of 22 days and followed limb necrosis at 41 days after the transplantation. On the other hand, in Group II and Group III the transplanted limbs became edematous at 41 days and 40 days, but necrosis was not observed.

Histologically, osteocyte became partially nonviable at 5 weeks after the transplantation in Group I. However, in Group II and Group III osteocytes and chondrocytes were viable at 12 weeks

---

**Key words :** vascularized joint allograft, major histocompatibility antigen, rejection, microsurgery, Cyclosporin A

**Address for reprints :** Hideya Itoga, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Hokkaido University School of Medicine, Kita-14, Nishi-5, Kita-ku, Sapporo 060, Japan.

posttransplantation.

These studies suggest that, If one or two subregions of RT1 was matched between the donor and recipient rats, transplanted joint survival was markedly prolonged by short-term and low-dose administration of Cyclosporin.

## 緒 言

外傷、変形性関節症、および関節近傍に発生した腫瘍などにより関節が高度に破壊されたり、広範囲な欠損を生じた場合に、人工関節を用いずに同種関節移植術により関節再建を行う試みが、実験的あるいは臨床的になされている。しかし、その成績や移植関節の骨、軟骨、韌帯の抗原性については不明な点が多い<sup>9)</sup>。一方、同種関節移植を成功させるためには、移植関節への血行を温存する、免疫抑制剤などの使用により宿主の免疫能を低下させる、また物理的、科学的処理により移植関節の抗原性を低下させる、そして donor と recipient 間の主要組織適合抗原 RT1 亜領域を一致させることなどが考えられる。そこで筆者らは以前から近交系ラットを用いて血管柄付同種関節移植実験を行い、HLA に対応するラット主要組織適合抗原 (RT1) 亜領域のどの部分を donor と recipient 間で一致させることができ移植関節生着に有利かであるかを検討してきた。その結果、1) RT1 亜領域が全て異なる組合せは、一部が一致している組合せより拒絶反応は強かった。2) class I 抗原である RT1-A のみが異なる組合せの方が、class II 抗原である RT1-B, D が異なる組合せよりも拒絶反応は強く出現した。3) F1 動物を用いた同種関節移植においても、RT1-A 1/2 が異なる組合せの方が、RT1-B, D 1/2 が異なる組合せより拒絶反応は早期に出現し、class I 抗原の方が拒絶反応に強く関与していたことなどを報告してきた<sup>4)5)6)7)</sup>。

一方近年、Cyclosporin A (CyA) に代表される優秀な免疫抑制剤の出現により、腎臓や心臓などの臓器移植の成績は飛躍的に進歩した。ラット同種関節移植実験においても、CyA を用いた報告が散見され、移植関節生着の大転車輪延長が得られている<sup>1)2)3)11)</sup>。しかし、報告されている実験ラットの donor と recipient 間の組合せは minor mismatch 群 (RT1 が一致し non-RT1 が一致しない組合せ) と、major mismatch 群 (RT1 も non-RT1 も一致しない組合せ) を用いたものが多く donor と recipient 間の RT1 亜領域の相違による CyA の効果の差異は明らかではない。そこで今回は、

免疫抑制剤として、CyA を関節移植後短期間投与した群を用いた。CyA 投与中および投与中止後の移植関節生着状態が、donor と recipient 間の RT1 亜領域の相違により異なるか否かを検討する目的で以下の実験をおこなった。

## 実験材料および方法

実験動物として体重 350 から 400 g の 3 系の近交系ラットを用いた。移植方法は、donor の片側下肢を足部の皮膚を残し、大腿動脈を付けたまま大腿中央部から切断する。これを recipient の大腿骨に K-wire で固定後、大腿動脈を吻合し、足部以外の下肢は recipient の皮膚で被った。実験群は、1 群 : RT1-A, B, D barrier 群 (RT1-A, B, D が異なる組合せ) (n = 8), 2 群 : RT1-B, D barrier 群 (RT1-B, D が異なる組合せ) (n = 8), 3 群 : RT1-A, barrier 群 (RT1-A が異なる組合せ) (n = 8) である (Table 1)。CyA 投与方法は、移植後 2 週間、CyA 10 mg/kg/day を連日皮下投与した。CyA は 20% Tween 80 と無水エタノールにて 25 mg/ml となるように溶解した。これら 3 群について、以下の分析を行い各群の差異について検討を行った。

- 1) 移植肢足部の皮膚の肉眼的变化を観察し、正常、浮腫、壞死 3 段階に分けた。
- 2) 1 群は移植後 5 週以降 8 週まで実験ラットを屠殺し移植関節の骨、軟骨の組織学的検索を行った。2 群、3 群については 8 週、10 週、12 週で屠殺し観察した。

## 結 果

### 1) 移植肢の肉眼的所見：浮腫および壞死は CyA

Table 1 Experimental Groups

Groups	Donor	Recipient	Barrier of RT1	N
1	LEJ	WKA	RT1-A, B, D	8
2	TO	LEJ	RT1-B, D	8
3	BUF	LEJ	RT1-A	8

投与中の 14 日間はいずれの群にも認められず、生着状態は良好であった。投与中止後、1 群 (RT 1-A, B, D 群) では、浮腫は移植後平均 22 日で出現した。移植肢足部の皮膚は移植後平均 41 日で壊死に陥った。2 群 (RT 1-B, D 群) と 3 群 (RT 1-A 群) では、浮腫は前者が平均 41 日、後者が平均 40 日と差はなかった。壊死は両群とも観察を得た移植後 12 週まで認めず、発赤と表皮剥離にとどまっていた (Table 2)。

2) 移植関節の組織学的所見：経時的に観察した移植関節の組織学的变化をみると、1 群では、移植後 5 週で骨細胞の部分壊死を認め、7 週では骨窩の細胞は一部消失していた。軟骨細胞は移植後 6 週以降になるとその配列は不整となり部分壊死を認めた。一方、2 群と 3 群では、軟骨細胞、骨細胞とともに移植 12 週にても良好に保たれており、拒絶反応による壊死は認められなかった (Fig. 1)。

## 考 察

種々な免疫抑制剤の開発により、腎、心、肝臓などのヒト臓器移植は飛躍的な進歩を遂げている。なかでも、CyA は骨髄抑制作用が弱く、また副作用が少なく、優れた免疫抑制効果を示し主要臓器移植領域では既に臨床応用されている。その作用機序の詳細は明らかではないが、T 細胞に強く作用し、helper T 細胞の活性化を阻害し、また killer T 細胞の interleukin-2 に対する反応性を抑制して killer T 細胞の誘導を阻害するとされている。一方 suppressor T 細胞には抑制作用はない<sup>8)</sup>。

同種関節移植においても、国内外で CyA を用いた実験的研究が報告されている。CyA 短期投与の報告を

みると佛淵らは、donor ラットとして BN (RT 1<sup>a</sup>)、recipient として F 344 (RT 1<sup>b</sup>) を組合せ、major mismatch 群とし、CyA 25 mg/kg/day を 16 日間皮下投与し、移植肢足部の皮膚は平均 44.9 日で壊死に陥ったと報告している<sup>3)</sup>。また重富らは、donor として DA (RT 1<sup>a</sup>)、recipient として LEW (RT 1<sup>b</sup>) を用い、CyA 10 mg/kg/day を 14 日間筋内投与すると、移植後 4 週以降より移植骨の拒絶反応が始まると報告している<sup>11)</sup>。一方 Hewitt らは major mismatch 群において CyA 投与量を変化させ移植肢皮膚の生着日数を比較している。CyA を 4 mg/kg/day から 28 mg/kg/day まで 4 mg 毎に增量した群をつくり移植後 20 日間投与すると、8 mg/kg/day までは投与量に比例して生着日数は延長するが、それ以上の量ではほぼ plateau に達し、8 mg/kg/day 投与群では移植後約 40 日で移植肢皮膚は拒絶されると報告している<sup>2)</sup>。以上のように、もっとも強い拒絶反応を示すと思われる major mismatch 群を対照とした報告が多い。

著者らの実験では、major mismatch 群に相当する I 群 : RT 1-A, B, D barrier 群では、CyA 非投与の場合には移植肢足部の皮膚は移植後平均 10 日で壊死に陥り、組織学的には移植後 1 週より骨、軟骨細胞の部分死を認めたが<sup>5)</sup>、今回の CyA 短期投与群では、移植肢足部の皮膚は移植後平均 41 日で壊死に陥り、組織学的には移植後 6 週より骨、軟骨細胞の死を認め、CyA 短期投与により今までの報告と同様に移植肢の生着延長をみた。しかし、RT 1-A, B, D barrier 群では CyA の投与を中止するといずれは拒絶反応により移植関節は拒絶され、恒久的に生着させることはできない。

そこで著者らは、RT 1 亜領域の一部が一致している組合せに注目し、CyA を用いた。RT 1-B, D barrier 群と RT 1-A barrier 群では CyA 非投与の場合には移植肢足部の皮膚は移植後それぞれ平均 17.5 日、15.0 日で壊死に陥り、組織学的には、RT 1-B, D barrier 群では移植後 5 週より、RT 1-A barrier 群では移植後 3 週より骨、軟骨細胞の部分壊死を認めた<sup>5)</sup>。しかし今回の CyA 短期投与群では、移植肢足部の皮膚は CyA 投与中止後も壊死には陥らず、また組織学的には移植後 12 週まで骨、軟骨細胞は温存され、生着状態は良好であった。このことから、機序は明らかではないが、RT 1 亜領域の一部が一致している組合せにおいては、CyA 短期投与により免疫学的寛容が成立する可能性が示唆された。

Table 2 Macroscopical Findings

Groups	Edema	Necrosis
1	22 days	41 days
2	41	(-) only erosion
3	40	(-) only erosion

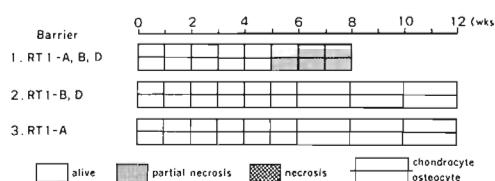


Fig. 1 Histological Findings

## 結 語

- 1) Cyclosporin A 投与中は全ての群で移植関節の拒絶反応は認められなかった。
- 2) RT 1-A, B, D 全てが異なる組合せでは、CyA 投与中止後約 4 週で拒絶反応が出現した。
- 3) RT 1 亜領域の一部が一致している組合せでは、CyA 投与中止後も移植関節の骨、軟骨細胞の死は認めず、移植後 12 週まで移植関節の生着を確認した。

## 文 献

- 1) 土井一輝 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究。中部整災誌, 32: 492-494, 1989.
- 2) Hewitt, C. W., et al.: Composite tissue (limb) allografts in rats. Transplantation, 39: 360-364, 1985.
- 3) 佛淵孝夫 他：サイクロスボリンを用いたラットの肢同種移植。日手会誌, 2: 21-24, 1985.
- 4) 糸賀英也 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究(第3報)。日手会誌, 4: 234-238, 1987.
- 5) 糸賀英也 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究(第4報)。日手会誌, 5: 641-644, 1988.
- 6) 糸賀英也 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究(第5報)。日手会誌, 6: 177-180, 1989.
- 7) 糸賀英也 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究(第6報)。日手会誌, 7: 201-204, 1990.
- 8) 菊池浩吉 他：医科免疫学, 南江堂, 東京, 290-291, 1990.
- 9) Lipson, R. A., et al.: Vascularized limb transplan-

tation in the rat. Transplantation, 35: 293-299, 1983.

- 10) 名取 孝：ラットの MHC、免疫防御の遺伝的背景と免疫病の発見(山村雄一編集)。同文書院、東京, 1986.
- 11) 重富充則 他：血管柄付同種関節移植の実験的研究(免疫抑制下での移植骨の運命)。日手会誌, 7: 194-197, 1990.

**質 問** 山口大学整形外科 村松 慶一

①組織所見で、CyA 非投与群と 2 週間投与群で bone marrow tissue の像にちがいはないか。あれば、その原因について。

②rejection の定義をどう定めたか。

③2 週間の prolonging survival の原因は何か。

- i) cellular factor
- or ii) antigen modulation
- or iii) unknown origin

**回 答** 北海道大学整形外科 糸賀 英也

①CyA 非投与群の RT 1-A, B, D barrier 群では、早期(移植後 1 週)で壞死に陥っている。CyA 投与群では CyA 投与中止後も 2 週以上長く bone marrow cell は残存するようです。

②rejection は骨、軟骨組織所見にて評価している。

③CyA 投与中止後も生着する理由は、短期投与による Donor Specific tolerance の成立が考えられるが、機序は不明である。

## 超冷凍保存法による軟部組織同種移植 (第1報)

東京慈恵会医科大学形成外科学教室

平瀬 雄一・児島 忠雄

武石 明精・黄貴興

同 第一病理学教室

田中 貢

### Experimental Study on Allo-tissue Graft by Cryopreservation

Yuichi Hirase, et al.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine

Next step in the reconstructive surgery has been thought the allo-tissue transfer by some authors.

But, in comparison with allo-organ transfer, long-term storage of tissue is the bigger problem in the soft tissue allo-graft, because it is not realistic to wait for the donor coming in order to transfer the small volume of soft tissue. We have reported the method of permanent storage of soft tissue including skin, vessels, nerve by cryopreservation. In this study, we report the allo-skin graft, skin transfer with vascular anastomosis and leg replantation using allo-vessels and nerves.

The abdominal skin as skin graft and cutaneous flap, the femoral artery & vein, the sciatic nerve were taken from Lewis rats for storage.

Cryopreservation was done in the stepwise fashion to -70 degrees by automatically and stored in the tank of the liquid nitrogen of -196 degrees in centigrade permanently. Three weeks later allo-transfer was done to BN rats which had the most different MHC to the Lewis rat.

In the Group 1, the skin graft was done to the back of BN rats. In the Group 2, the abdominal cutaneous flap was transferred to the abdominal regeon with vascular anastomosis of femoral vessels. In these groups FK-506 was used as the immunosuppressive agent with 10 mg/kg immediately after surgery and 3 mg/kg in each 4 days for 8 weeks. Allo-skin in both groups was taken perfectly except one case of abdominal flap and observed non-eventfully for 8 weeks.

In the Group 3, the leg of BN rat was amputated at the mid-level of femur and replantation was performed with allo-femoral vessels and sciatic nerves as the interposition by the microsurgical technique. In spite of non-use of the immunosuppressive agent, legs were replanted successfully and the very good recover of sciatic nerve was observed in function and the pathological check three months later.

#### はじめに

再建外科が急速な発達をとげた現在、われわれが次に挑むべき課題の1つが同種移植であることは明らか

である<sup>⑤</sup>。しかし、皮膚をはじめとする軟部組織の同種移植では臓器移植の場合と異なり脳死を前提とする必要はないものの、「組織の長期保存」が大きな問題となる。われわれは今までに皮膚をはじめとする軟部組織

Key words: allo-graft, cryopreservation

Address for reprints: Yuichi Hirase, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishi-shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

を超冷凍保存法(cryopreservation)により、その viability を保ちつつほぼ永久的に保存できることを示してきた<sup>1)-4)</sup>。しかも凍結により組織の免疫原性の低下と拒絶反応の遅延がおこっていることが強く推察された。本報では免疫抑制剤を併用した皮膚・皮弁移植および免疫抑制剤を使用しない同種血管・神経によるラット後肢再接着術について考察する。

### 実験方法

Lewis rat(オス、250 g)と組織適合性の最も異なる BN rat(オス、250 g)へ移植した。凍結の手順は Fig. 1 に示すとおりであり、組織を 1, 4 モルグリセリンに浸漬・灌流後、われわれの作成した凍結プランにしたがって段階的に凍結させた (Fig. 2)。-70°Cまでの凍結はコンピュータープログラミングフリーザー (SY-LAB, Ice Cube 1610) を用いて自動的に行った。-70°Cまで凍結した後は、液体窒素タンク (-196°C) 内にて永久保存とした。解凍は水浴により急速解凍とした。

実験群は以下の 3 群に分けて行った。

- 1) 皮膚移植群：3週間以上保存された Lewis rat 腹部の皮膚片 (5×5 cm) を BN rat 背部へ移植した。
- 2) 皮弁群：Lewis rat 腹壁を両側の大腿動脈を茎として挙上・採取 (5×5 cm)，3週間以上凍結保存し、BN rat の大腿動脈に吻合して遊離移植した。
- 以上の 2 群には免疫抑制剤として FK 506 (藤沢薬品) を術直後に 10 mg/kg、以後は維持量として 4 日間に一度 3 mg/kg を投与し、術後 8 週間経過を観察し

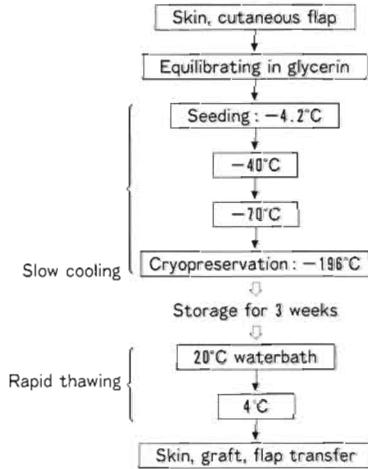


Fig. 1 Planning of cryopreservation in our system.

た。

3) 同種血管・神経移植群：Lewis rat より採取した 2 cm の大腿動脈血管束と 1.5 cm の坐骨神経を

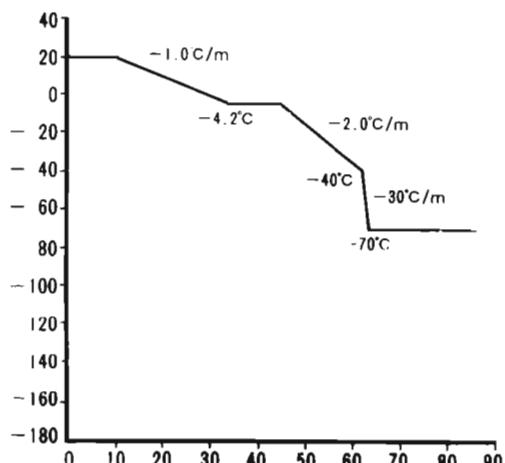


Fig. 2 Cooling rate to -70°C by the computed programming freezer. After this, the tissue is permanently preserved in the liquid nitrogen at -196°C.

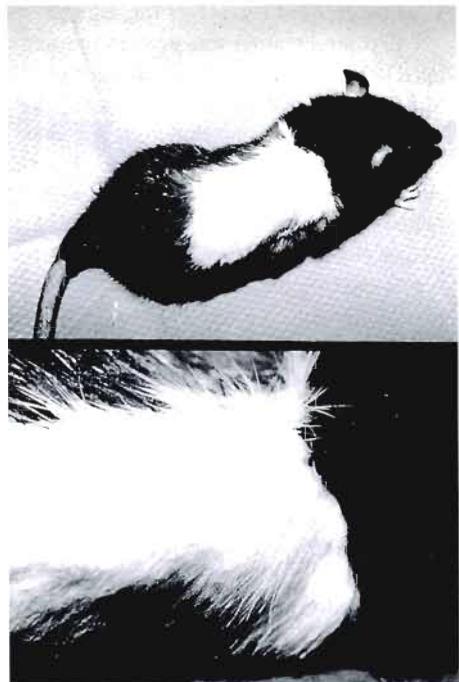


Fig. 3 Skin graft was taken perfectly and kept for 8 weeks by using FK506.

3週間以上凍結保存し、大腿骨中央レベルで完全切断されたBN rat の大腿動脈、坐骨神経へinterpositionとして移植して、rat 後肢の再接着術を行った。骨はキルシュナー鋼線による髓内固定とし、筋束も縫合再建した。免疫抑制剤は使用せず、術後3ヵ月、経過を観察した。

### 結 果

皮膚移植群は15匹に行い、全例生着し、皮弁群では10匹に行い9皮弁が生着した(1皮弁で血栓形成)。FK 506 を使用し8週間以上のきわめて自然な長期生着が観察され、脱毛・浮腫などの拒絶をおもわせる所見は見られなかった(Fig. 3, 4)。

免疫抑制剤投与中止後、移植皮膚は拒絶されたが真皮層は脱落せず、ほぼ全層で残存していた。

血管・神経移植による後肢再接着を計6匹に行い、全例が生着した。神経回復状況は術後3ヵ月観察したがきわめて良好で toe spread, gait foot 解析を行った。gait foot 解析では、再接着肢をわずかにひきずるもののはば等しい歩幅での歩行がみられた(Fig. 5)。坐骨神経移植部末梢端より1cm末梢の部を切除して病理組織学的検索を行ったところ、きわめて良好な軸索再生が確認された(Fig. 6)。

### 考 察

組織を長期に保存しようという試みは古くから行われ、凍結保存自体はこれらの中でも比較的古くより報告されている。また凍結による免疫原性の低下も同時に観察されていた。しかし、当時は凍結技術の未熟さゆえに、免疫原性は落ちても組織の viability も共に低

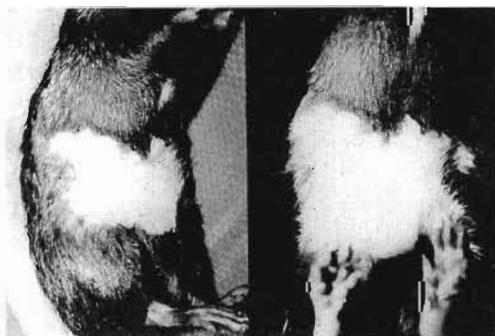


Fig. 4 Abdominal flap survived without trouble and was observed for 8 weeks using FK506.

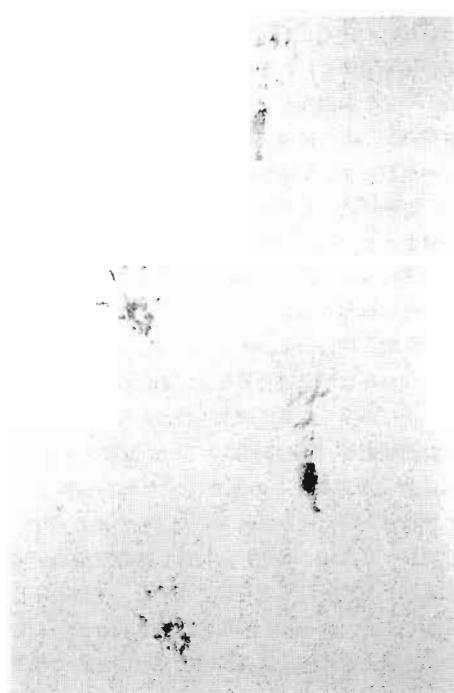


Fig. 5 Gait foot analysis at 3 months after re-plantation. The replanted leg is a little dragged but the distance between each step is same and almost normal.

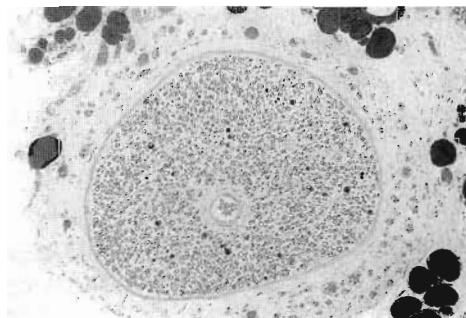


Fig. 6 Sciatic nerve was taken at 1 cm distally to the allo-nerve for pathological check. Recovery of sciatic nerve axons is observed very well.

下してしまうという問題が残されていた。

一方、受精卵の凍結保存は急速な発展をみせ、1972年にWilmut<sup>6)</sup>とWhittinghamら<sup>7)</sup>が別々に行った実験が現在の cryopreservation の基礎となった。この技術はさらに改良されて臨床応用され、今ではすでに

世界中で 100 人以上の出生が報告されている。

われわれが開発した超冷凍保存法はこの凍結受精卵の保存法を参考に、軟部組織用に改良を重ねたものである。今までの研究結果として、通常は Lewis rat の皮膚を BN rat へ移植すると 6 日目頃には拒絶されるにもかかわらず、凍結保存された皮膚は 2-5 週間脱落せず、拒絶反応が発現後も真皮層は広範囲に残ることが観察された。これと同様の所見が今回の実験でも免疫抑制剤投与中止後に観察され、表皮層と真皮層の抗原性の違いが明らかになるだけでなく、真皮層の凍結による免疫原性の低下が強く示唆された。この結果から、われわれは自家培養表皮と同種保存真皮を組み合わせた新しい人工皮膚の概念を持つに至った。

また同種血管・神経移植による rat 後肢再接着では、さらに劇的な結果をしめした。すなわち移植された動・静脈は長期に保存されていたにもかかわらず、血栓形成もなく良好に機能し、神経は細胞形態の破壊もなく導管として軸索再生を促進させた。術後 2 カ月過ぎより toe spread, gait foot 解析の著明な改善をきたし、予想以上にほぼ正常な歩幅で歩行するまで改善した。今後は長い血管・神経を移植し、さらに長期間の観察をすべきであると考える。

### ま　と　め

皮膚同種移植の発展は熱傷などによる手の皮膚欠損例の再建に新たな展開をみせるかもしれない。また血管・神経は同種移植材料として最も臨床応用の可能性が高いとおもわれ、凍結することで viability を失わず抗原性を低下できれば再接着術などへの応用が期待できる。

### 参　考　文　献

- 1) 平瀬雄一, 児島忠雄, 武石明精, 黄貴興: 超冷凍保存法 (cryopreservation) による軟部組織同種移植に関する実験的研究—第 1 報・同種組織移植を前提とする軟部

組織の長期保存, 日形会誌, 11: 441-452, 1991.

- 2) 平瀬雄一, 児島忠雄, 黄貴興: 超冷凍保存法による軟部組織同種移植に関する実験的研究—第 2 報: 同種異系間の植皮・遊離皮弁移植と人工皮膚の可能性について, 日形会誌, 11: 453-461, 1991,
- 3) 平瀬雄一, 児島忠雄, 黄貴興: 超冷凍保存法による軟部組織同種移植に関する実験的研究—第 3 報: 免疫抑制剤を併用した同種皮膚移植, 日形会誌, 11: 462-470, 1991,
- 4) Hirase, Y., Kojima, T. et al. Transplantation of long-term cryopreserved allo-cutaneous tissue by skin graft or microsurgical anastomosis: Experimental studies in the rat. Plast. Reconstr. Surg. (in press).
- 5) Serafin, D. & Buncke, H. J. Microsurgical composite tissue transplantation. The C. V. Mosby Company, St. Louis - Tronto - London, 772-774, 1979.
- 6) Wilmut, I.: The effect of cooling rate, warming rate, cryoprotective agent and stage of development on survival of mouse embryos during freezing and thawing. Life Science, 11; 1071-1079, 1972.
- 7) Whittingham, D. G., Leibo, S. P. and Mazur, P.: Survival of mouse embryos frozen to -196 and -269 C. Science 178; 411-414 1972.

質問 東京医科歯科大学整形外科 伊藤聰一郎  
Cryopreservation で生存した Schwann 細胞線維芽細胞などに抗原抗体反応は生じないか。

これらの細胞の生存する比率が少ないと Group 4 でも神経回復が良好だったのではないか。

回答 東京慈恵会医科大学形成外科 平瀬 雄一  
Cryopreservation で細胞構造の破壊がきわめて少ないと、皮膚を使った電顕検索では確認してあります。しかし長期保存された神経の拒絶の有無とその過程については、未だ不明の点が多くあります。元来、皮膚と比べて低抗原性の神経が、凍結によってさらに抗原性の低下が起き、拒絶されにくい導管として残存するのではないかでしょうか。

## 切断肢のエネルギー代謝に関する実験的研究 (第 4 報) —骨格筋内の ATP 値, 尿酸値の変動について—

東京慈恵会医科大学整形外科学教室

高 橋 文 人・室 田 景 久  
富 田 泰 次・渡 辺 一 夫  
宮 川 忠 彦

Experimental Study on Energy Metabolism of Amputated Limb  
—Changes in Skeletal Muscle ATP and Uric Acid Levels—

Fumito Takahashi, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, The Jikei University, School of Medicine

ATP and uric acid levels in skeletal muscle contained in amputated limbs were determined to examine whether these levels might be used as indices for skeletal muscle injuries caused by ischemia. The upper limbs of dogs were amputated with brachial A. & V. left. Immediately, the vascular pedicles were clipped for 8 hrs to cause ischemia and then the clip was removed for recirculation of blood flow. The amputated limbs were stored by dividing into two groups: room temperature storage group (18°C) and cool storage group (4°C). In each of these groups, muscle samples were collected and then ATP and uric acid levels were measured.

Since ATP levels and uric acid levels decreased and increased respectively, with passage of time after amputation, it is considered that both ATP levels and uric acid levels may be useful as indices to show degree of anoxic injuries of the skeletal muscle caused by ischemia. From the fact that further increase in uric acid levels was observed after recirculation of blood flow, it is postulated that reactions, which occur with xanthine oxidase as the catalyst, progressed after recirculation, with production of radicals such as O<sub>2</sub><sup>-</sup> in tissues. These findings indicate that uric acid levels after recirculation of blood flow may be used as an index for reperfusion injuries after recirculation of blood flow.

### はじめに

阻血による骨格筋傷害には無酸素傷害と再灌流傷害とがある。従来、これらの傷害程度を知るために病理組織学的な検索法が用いられてきたが、この方法では、阻血時間が短い場合の変化を把握することが困難である。そこで、組織が阻血状態におかれた場合エネルギー代謝障害をおこすことに着目し、細胞の生存にとって

最も重要な化合物である骨格筋内の ATP、およびこの最終代謝産物である尿酸を定量し、これらが阻血による骨格筋傷害の程度を示す指標となるか否かについて検討した。

### 実験材料および方法

平均体重 12.4 kg の雑種成犬 8 頭を使用した。動物に pentobarbital sodium (20~30 mg/kg) を静注後、

**Key words:** ATP, uric acid, ischemia, reperfusion injury

**Address for reprints:** Fumito Takahashi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, The Jikei University, School of Medicine, 3-25-8 Nishi-shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

室温下(18°C)で以下の実験を行った。動物の両側、上腕を上腕動・静脈のみを温存して中央部で切断。直ちに血管柄をクリッピングし、これらの血管柄付き切断肢を冷却保存群(4°C)と室温保存群の2群に分け保存、8時間後にクリッピングを解除して血行を再開させた。これら2群の切断肢の尺側手根屈筋から、クリッ

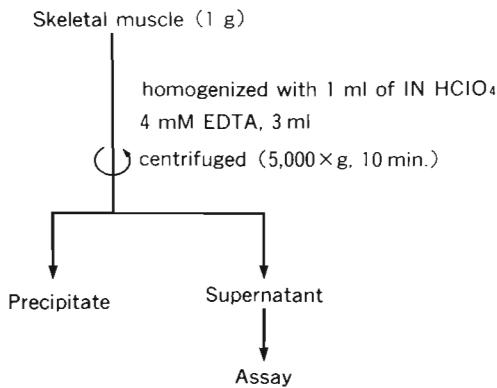
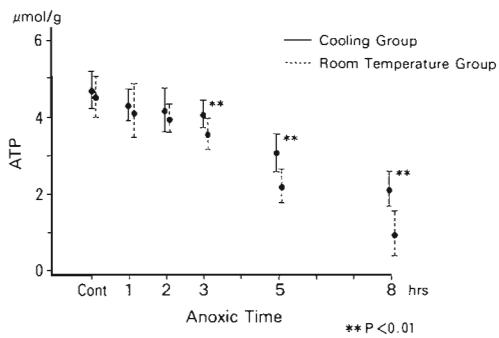
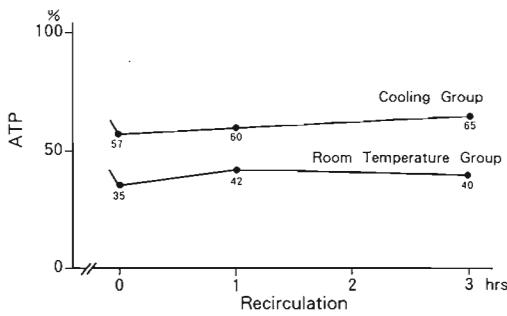


Fig. 1 Flow sheet of the preliminary treatment procedure for extraction of ATP and uric acid.



2-A) Changes in ATP level from amputation to recirculation



2-B) Changes in ATP level after recirculation

Fig. 2 ATP levels

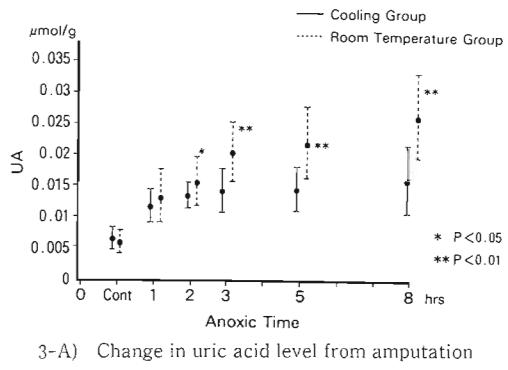
ピング施行直後、施行1, 2, 3, 5, 8時間後、およびクリッピング解除1, 3時間後の8回にわたって検体を採取し、直ちに液体窒素で凍結させた後、-80°Cで凍結保存した。

試料の抽出はFig. 1に示したような方法で行い、凍結検体の重量測定後、あらかじめ液体窒素で冷却した乳鉢で粉末状にし、骨格筋1gあたり1NのHClO<sub>4</sub>1mlを加えて除蛋白し、さらにEDTAを3ml加えて5000回転で10分間遠心沈殿を行い、その上清液を定量に供した。

ATP値の測定にはBoehringer Mannheim社のキットを用い、酵素反応の結果を分光光度計で340nmの吸光度から求め、骨格筋湿重量当たりのATP値を求め、酵素的定量法を用いた。

尿酸値の測定は高速液体クロマトグラフィー・電気化学検出法(HPLC-ECD)で行った<sup>2)</sup>。

なお、冷却保存群と室温保存群の間でnon-pair t-testを行い、P<0.05を有意差の限界とした。



3-A) Change in uric acid level from amputation to recirculation

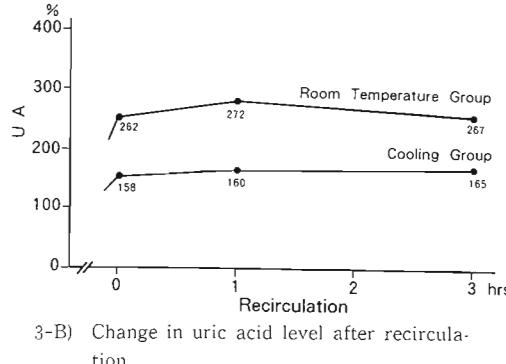


Fig. 3 Uric acid levels

## 成 績

切断肢の血管柄をクリッピングした直後の ATP 値は  $4.58 \mu\text{mol/g}$  湿重量で、以後、両群とも経時に減少し、切断 8 時間後には冷却保存群では切断直後の 57%，室温保存群は 35% にまで低下していた。冷却保存群と室温保存群との間には、切断後 3 時間より有意差 ( $P < 0.01$ ) が現われ、冷却保存群は室温保存群よりも高値を保っていた (Fig. 2-A)。血行再開後の ATP 値は 3 時間後では両群とも増加していたが、その増加率に両群間の有意差は認められなかった (Fig. 2-B)。

切断直後の尿酸値は  $0.006 \mu\text{mol/g}$  湿重量で、以後、両群とも経的に増加し、冷却保存群と室温保存群の間では、切断 2 時間後より有意差 ( $P < 0.05$ ) が生じ、室温保存群は冷却保存群よりも高値を示した (Fig. 3-A)。また、尿酸値は血行再開後も増加し、室温保存群は冷却保存群よりも著明に高値を示していた (Fig. 3-B)。

## 考 察

筋組織を多く含む部位での切断、すなわち major amputation を再接着する場合、術前に阻血による骨格筋の傷害程度を判定出来れば、再接着術の成績を予測することが可能である。骨格筋傷害の程度を知る方法には、形態学的な検索法と生化学的な検索法があるが、形態学的検索法は阻血時間が短い場合には、そ

の変化を把握することが困難であり、定量化することも不可能である。そこで、著者らは阻血状態が持続した場合、筋組織に代謝障害がおこることに着目し、細胞の生存にとって最も重要な化合物である ATP、およびエネルギー代謝の最終産物である尿酸の定量を行い、これらが阻血による骨格筋傷害、すなわち無酸素傷害や血流再開後の再灌流傷害の程度を示す指標となるか否かを検索した。なお、その指標とするには測定値が経時的な増加および減少を示すもの、および保存方法、すなわち保存した温度が測定値に反映するものが適していると考えた。

今回の実験結果で、切断後から血行再開までの ATP 値は、冷却保存群、室温保存群とも経的に減少し、両群間で切断後 3 時間より有意差が出現し、冷却保存群は室温保存群よりも高値を示していた。また、尿酸値は両群とも経的に増加し、両群間で切断 2 時間後より有意差が現われ、室温保存率は冷却保存群よりも高値を示していた。これらの実験結果は、切断後から血行再開までの ATP 値、尿酸値は切断肢内骨格筋の無酸素傷害の程度を示す指標となることを示すものである。

阻血による組織傷害には、無酸素傷害の他に阻血再灌流後の活性酸素による傷害があり、整形・形成外科領域においても皮弁の壊死や骨格筋の阻血性壊死に活性酸素が関与することが報告され<sup>1,3,6</sup>、その重要性が認識され始めている。阻血後、血流再開により活性酸素

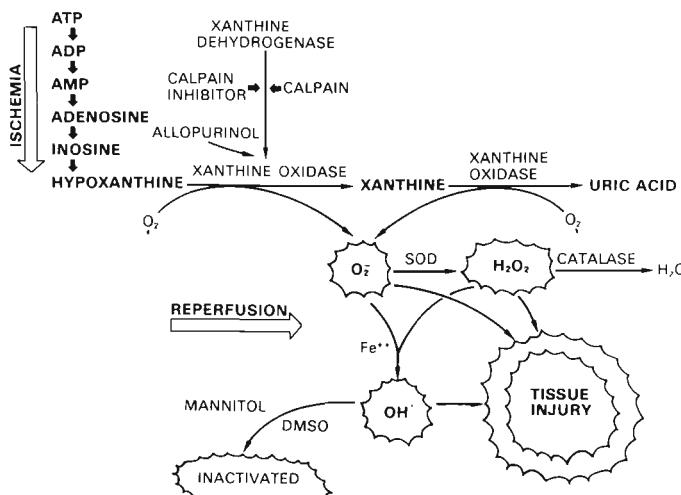


Fig. 4 Mechanism of free radical generation in ischemic tissue at reperfusion (Modified from Granger DN., Rutili G., Mccord J. Superoxide radicals in feline intestinal ischemia. Gastroenterology 82: , 1982)

が産生される経路としては、McCord<sup>7)</sup>により提唱された xanthine oxidase 系が代表的である(Fig. 4)。すなわち、阻血状態の持続により ATP が ADP, AMP, adenosine, inosine を経て hypoxanthine に変わる。一方、xanthine dehydrogenase は ATP の枯渇によりカルシウムイオンが増加するためにカルシウム依存性蛋白分解酵素(calpain)の作用で xanthine oxidase に変わる。その後、血流再開により酸素が供給されると hypoxanthine は xanthine oxidase の作用で xanthine に変化する。この時 superoxide が産生され、xanthine が尿酸に変わる過程でも、同様に superoxide が産生される。

今回の実験結果で、血行再開後、尿酸値は両群とも増加していたが、虚血再灌流による xanthine oxidase 系が McCord らの提唱した通りだとすれば、著者らの実験結果は、阻血再灌流により組織に活性酸素が產生したことを間接的に証明したものであり、筋肉の阻血性壊死にも活性酸素による組織傷害が関与するという Korthuis<sup>4)</sup>, Lee<sup>5)</sup>, Walker<sup>6)</sup> の報告と一致するものである。また、血行再開後の尿酸値は室温保存群で冷却保存群よりも高値を示していたことより、血行再開後の尿酸値は再灌流傷害の程度を反映する指標と推測される。

### 結語

1. ATP 値、尿酸値は切断後より血行再開まで経時にそれぞれ減少、増加したことより、ATP 値、尿酸値は阻血による骨格筋の無酸素傷害の程度を示す指標として有用であると考える。

2. 尿酸値は血行再開後増加し、室温保存群で冷却保存群より高いことより、血行再開後の尿酸値は再灌流傷害の程度を反映する指標と推測される。

### 文献

- 1) Angel, M. F., Narayanan, K., Swatz, W. M., et al.:

The etiologic role of free radicals in hematoma-induced flap necrosis. *Plast Reconstr. Surg.*, 77: 795-801, 1986.

- 2) Aoki, T., et al.: Postmortem changes of uric acid in various rat tissues-Determination of uric acid chromatography with electrochemical detection. *Anal. Biochem.*, 143: 113-118, 1984.
- 3) Im, M. J., Shen, W. H., Pak, C. J., et al.: Effect of allopurinol on the survival of hyperemic island Skin flaps. *Plast Recomstr. Surg.*, 73: 276-278, 1984.
- 4) Korthuis, R. J., Granger, D. N., Townsley, M. I., et al.: The role of oxygen derived free radicals in ischemia-induced increases in canine skeletal muscle vascular permeability. *Cir. Res.*, 57: 599-609, 1985.
- 5) Lee, K. R., Cronenwett, J. L. and Shlafer, M.: Effect of superoxide dismutase plus catalase on  $\text{Ca}^{2+}$  transport in ischemic and reperfused skeletal muscle. *J. Surg. Res.*, 42: 24-32, 1987.
- 6) Manson, P. N., Anthenelli, R. M., Im, M. J., et al.: The role of oxygenfree radicals in ischemic tissue injury in island skin flaps. *Ann. Surg.*, 198: 87-90, 1983.
- 7) McCord, J. M.: Oxygen-derived free radicals in postischemic tissue injury. *New Eng. J. Med.*, 312: 159-163, 1985.
- 8) Walker, P.M., Lindsay, T. F., Labbe, R., et al.: Salvage of skeletal muscle with free radical scavengers, *J. Vasc. Surg.*, 5: 68-75, 1987.

**質問** 大分医科大学整形外科 中村 太郎

ATP を指標にしていますがこれはふさわしくないのではないかでしょうか。

無機リン酸を指標にすべきです。

**回答** 東京慈恵会医科大学整形外科 高橋 文人

現在は無機リン酸について検討しておりません。

## 微小動脈吻合後の一過性血流停止が吻合部の 血栓形成に与える影響に関する研究

徳島大学医学部整形外科学教室

高井 宏明・井形 高明  
森田 哲生

The Influence of Temporal Hemostasis on Thrombus Formation after Microarterial Anastomosis

Hiroaki Takai, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Tokushima University School of Medicine

In the case of multiple digital amputation, it is difficult to complete required neurovascular repair on a single inflation of a tourniquet. Although microsurgery is a popular procedure now, it is still controversial as to whether or not the use of the tourniquet after vascular repair is safe. This experimental study was performed to investigate the influence of temporal hemostasis on thrombus formation after microarterial anastomosis.

Mature Wistar strain rats were used in this study. The femoral arteries were divided and anastomosed with 7 or 8 interrupted sutures of 10-0 nylon thread. Patency was subsequently confirmed with radical patency test. Following division and repair, the arteries were observed for 30 minutes. In the first group (non-hemostasis), after 30 minutes of observation, the artery was cut distal to the anastomosis and pulsative bleeding was confirmed. Then, an anastomosed site was resected and immediately fixed in 10% buffered formalin.

In the second group (hemostasis), after 30 minutes of observation, a femoral artery was occluded proximal and distal to anastomosis with double clip. The period of occlusion was 30 minutes. After cut distal to the anastomosis and pulsative bleeding was confirmed. Samples of anastomosed site was collected and immediately fixed in 10% buffered formalin. A series of transverse section of anastomoses were investigated histologically, and the rate of area of thrombus to lumen were measured.

Thrombi were formed to varying degrees in all specimen. We did not find a two layer thrombus formation in the hemostasis group. A large thrombus was related to large defects or overlaps of the vessel wall. The rate of area of thrombus to lumen was  $32.08 \pm 32.70\%$  in the non-hemostasis group, and  $54.41 \pm 23.79\%$  in the hemostasis group. There was a trend toward the rate of area of thrombus to lumen to be bigger in the hemostasis group than non-hemostasis group but no significant difference between these groups. These results indicates that the period of tourniquet should be used carefully after vascular repair.

---

Key words : microsurgery, hemostasis, thrombus.

Address for reprints : Hiroaki Takai, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Tokushima University School of Medicine, 3-18-15 Kuramoto-cho, Tokushima 770, Japan.

## はじめに

多数指切断再接着などに際して、微小血管吻合後に再びターニケットを使用せざるを得なくなる状況は少くない。ターニケットの再使用を安全とするか否かについてはなお意見の一一致がなく、根拠を与える実験的研究も少ない。本研究においてわれわれは、微小動脈吻合後の一過性の血流停止吻合部での血栓形成に与える影響について、以下の方法にて検討した。

## 対象と方法

体重400gから450gのWistar系ラットを用い、大腿動脈を切離した後、10-0ナイロン糸を用い、7ないし8針縫合した。クリップはS&T静脈用クランプを使用した。第一群では、血流再開後30分で吻合部を含む大腿動脈を採取し、ホルマリン固定した。第二群では血流再開後30分で、吻合部の近位と遠位をクリッピングし、30分血流停止の後クリップを外し、30分経過した後、吻合部を含む大腿動脈を採取し、ホルマリン固定した。採取した標本の連続横断切片を作製し（各切片の厚さ4ミクロン、4枚に1枚を染色した。）、HE染色、Elastica Von Gieson染色を行った。吻合部の写真撮影を行い、管腔断面積に占める血栓の割合をnac 200のデジタイザーシステムを用いて計測した。なお、血管の開存の確認は、吻合完了時にはRadical patency testで、標本採取時には吻合部末梢からの拍動性の出血で行った。

## 結果

第一群、第二群の吻合部はすべて開存を確認した。第二群の、クリッピング部は、停止した血液柱が、動脈壁を透かして、しだいに暗紫色調を呈した後、クリップの解除とともに速やかに淡赤色にもどった。

吻合部の血栓の割合は、第一群（n=7）、平均 $32.08 \pm 32.70\%$ であった。血管吻合後に一過性の血流停止を加えた第二群に管腔断面積に占める血栓の割合が大きい傾向を示したが、統計学的有意差（t検定、P>0.1）は認められなかった（Fig. 1）。

## 組織学的所見

血管壁内の血栓は、横断切片上、血管壁の途絶部や血管壁の重なった部分から生じており、その幅の広いものほど血栓が大きい傾向があった。第二群において、血栓が二層性に生じた所見、つまり、血流停止後に血

栓が追加されたという明かな所見は認められなかつた。

第一群の標本1:7針縫合されており、血管壁の途絶や重なりがなく、血栓の管腔内に占める割合は0%と評価された（Fig. 2）。

第一群の標本5:矢印で示す部分に血管壁の重なりがあり、その部分から管腔内に半島状に白色血栓が突出していた。3カ所に小さな血管壁の途絶が認められた。

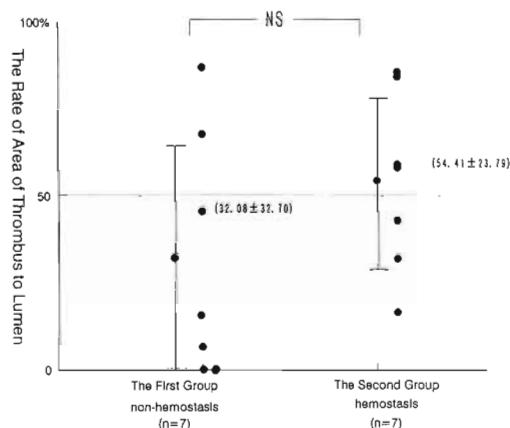


Fig. 1 Difference in the rate of area of thrombus to lumen between the first group (non-hemostasis) and the second group (hemostasis). N is seven in both group and Mean and standard deviation were 32.08 32.70 for group 1 and 54.41 23.79 for group 2, respectively.

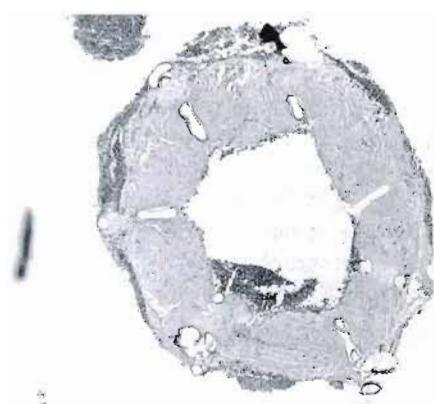


Fig. 2 Microphotography shows a transverse section of the specimen of the first group. The vessel wall is smooth and no thrombus occupies the lumen.



Fig. 3 Microphotography shows a transverse section of the specimen of the first group. The overlapping of the arterial wall causes thrombus which occupies 45.89% of the area of the lumen.



Fig. 4 Microphotography shows a transverse section of the specimen of the second group. Large thrombus is formed in and out of the lumen across the defect of the arterial wall. Thrombus occupies 59.36% of the lumen.

るが、白色血栓で滑らかに充填されていた。血栓の管腔内に占める割合は 45.89% であった (Fig. 3)。

第 2 群の標本 4 : 矢印で示す部分に血管壁の途絶があり、それを挟んで血管腔の内外に血栓の形成が認められる。血管腔内にはおもに白色血栓が形成されており、血管腔外には白色血栓と赤色血栓が混在していた。血栓の管腔内に占める割合は 59.36% であった (Fig. 4)。

## 考 察

多数指切断の血管吻合時に、再度にわたりターニケットを使用せざるを得なくなる。この際、すでに吻合し、開存の得られた血管の閉塞が危惧される。血管吻合後のターニケットの安全性に関しての文献は、われわれの渉猟し得た範囲では少なかった。Urbanikak は、臨床の結果よりターニケットは血管吻合に技術的問題なく行われていれば、個々の血管吻合に安全に使用できるであろうと述べている<sup>1)</sup>。

現実には、吻合部には種々の程度に形態的異常が生じ、渦流や乱流など血流の異常からの血栓形成が一過性血流停止により助長される可能性は否定できない。Fernandez らは、動脈吻合後 15 分後に、15 分、30 分、60 分間の一過性血流停止を課し、2 時間後の Forceps strip test による開存は、15 分で 100%，30 分で 80%，60 分で 40% であったと述べている<sup>2)</sup>。われわれの組織学的検討を加えた実験結果では、Radical patency test で開存を確認し、かつ吻合部の末梢で拍動性の出血を認めた血管の吻合部にも、最大で管腔断面積の 90% に近い血栓を形成していた。このことから、一過性の閉塞の血栓形成におよぼす影響は、Fernandez らの結果より大きく、血管吻合後、再度にわたりターニケットの使用は慎重でなければならないと考える。

## ま と め

1. Wistar 系ラットの大腿動脈の吻合の 30 分後から 30 分間の血流停止群と非停止群それぞれ 7 個作成した。
2. 血管腔内に占める血栓の割合を横断面積で計測し比較し、組織学的にも検討を加えた。
3. 血流停止群に血管腔内に占める血栓の割合が大きい傾向はあったが、統計学的有意差はなかった。
4. 血管吻合後のターニケットの使用は慎重でなければならないと考察する。

## 参考文献

- 1) Urbanikak, J. R., et al.: Operative Hand Surgery. 2nd ed., Churchill Livingstone. New York, Edinburgh, London Melbourne, 1105-1126, 1988.
- 2) Fernandez, E. J., et al.: The effect of stasis on a microvascular anastomosis. Microsurgery, 4: 176-177, 1983.

質問 新潟手の外科研究所 森 清

①血圧と同等の圧を加えない状態で標本を採取すると内腔の面積は約1/3位に縮小してしまい、血栓との比率が実際とかなり異なるものになるのではないでしょうか。

②自分の経験では微小血管吻合後にターニケットを使用しても開存率は全く変わらないと思われますが、いかがお考えでしょうか。

回答 徳島大学整形外科 高井 宏明

①血管壁の収縮はありうる。このことが血栓の占める割合を大きくしている可能性はある。

②安全であるという結果を期待して行ったが、今回の結果からは慎重にといわざるを得ない。

発言 大阪大学整形外科 川端 秀彦

臨床例では内膜損傷のある血管での血管吻合となる場合も少なからずあるのでこの結果を直ちに臨床例と結びつけるのは危険だと思います。

マイクロサージャリー—臨床—

上腕骨偽関節に対する血管柄付腓骨移植術の経験

富山県立中央病院整形外科

宮崎憲太郎・樋口雅章

岩井義信・橋本二美男

吉村整形形成外科

吉村光生

Non-union of Humeral Shaft Fractures Treated by Vascularized Fibula Graft

Kentarou Miyazaki, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Toyama Prefectural Central Hospital

Four patients who had traumatic non-union of the humeral shaft were treated by free vascularized fibula graft (FVFG) between 1976 and 1990. The age of the patients ranged from forty three (43) to sixty (60) years (average age: 53). The type of fractures were transverse in one patient and comminuted in three. The initial treatment had been surgical, with screws in one patient, plates in two and external fixation in one. The time period between the fracture and FVFG ranged from 2.5 months to 33 months (average time: 11 months). The average length of fibula was 12 cm. FVFG was placed as an onlay graft in three cases and inserted into the medullary canal in one. The graft was fixed with screws.

In two cases, plate and external fixator were used together respectively. The peroneal artery was anastomosed end-to-side to the brachial artery in three cases. Posterior circumflex humeral artery was used in one case. All four patients achieved union primarily, but in one patient union was delayed. After 16 months, additional cancellous bone graft and re-fixation of screws had been required because of inadequate fixation of the original screws proximally. In a patient who has a long standing non-union, long segment of the sclerotic or osteopenic bone and segmental bone loss, FVFG has an advantage in that the cortical bone of the graft enhances the intrinsic stability of the site of non-union as well as the blood supply to it. A characteristic of the humeral shaft is that it tends to be exposed to rotational force, but not to compressive force. In conclusion, the FVFG proved successful in mending areas of non-union, but the rotational force of the humeral shaft must be neutralized to allow the healing process to occur.

はじめに

上腕骨骨幹部骨折は初回の保存的治療、観血的治療により多くは良好な骨癒合を得ることができるが、まれに偽関節となると治療に難渋することがある。今回、上腕骨偽関節に対し血管柄付腓骨移植術（以下

FVFG）を施行したので経過を報告し、適応と問題点について検討を行った。

対象

1976年から1990年7月までに当科で経験した外傷性上腕骨骨幹部偽関節は15例で男12例女3例であ

Key words: non-union, humeral shaft, vascularized fibula graft

Address for reprints: Kentarou Miyazaki, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Social Insurance Katsuyama Hospital, 1-1-52 Kohrimati, Katsuyama, Fukui 911, Japan.

る。FVFGを行ったのは内4例で、年令は43才から60才(平均53才)であった。偽関節例の骨折型は横骨折4例、斜骨折6例、粉碎骨折5例で、内横骨折の1例、粉碎骨折の3例にFVFGを施行した。偽関節全体の初期治療は保存療法3例、手術療法12例で、用いた内固定材料はplate4例、screw4例、髓内釘3例などであった。FVFG施行例は全例手術例でplate固定2例、screw、創外固定がそれぞれ1例であった。初回手術よりFVFGまでの期間は2.5ヵ月から2年9ヵ月で、用いた腓骨は平均12cm、3例をonlay graft、1例はinterpositionとした(Table 1)。

### 症例

症例1、49才、男、中1/3の横骨折で、4穴プレートを用い固定したが、骨折部にはGapを認めた。8ヵ月後、骨折部にirritation callusが見られ、プレートはlooseningを来し偽関節となった。Küntscher nailによる再固定と骨移植術を行った。しかし1年5ヵ月のレ線では髓内釘周囲にlooseningを認め、骨癒合は得られなかった。初回手術より2年9ヵ月後、FVFGを行った。まず、移植腓骨と上腕骨が癒合し、その後偽関節部の癒合へと進展した(Fig. 1)。

Table 1 Non Union of Humeral Shaft Fractures

Case	Age Sex (Yrs.)	Initial Fracture Pattern	Previous Procedures	Duration of Non-Union (mos.)	Length, Type and Location of FVFG	time to Union (mos.)	Complication
1	49 M	Transverse	(1) ORIF, plate (2) Intramed. nail, graft 8mos. after	33	12 cm onlay med. side	4	Hemothorax
2	60 M	Comminuted	(1) ORIF, screw, cast	7	13 cm onlay med. side	16	Finger contracture
3	60 F	Comminuted	(1) ORIF, plate graft	2.5	10 cm onlay ant. side	3	Radial nerve palsy
4	43 M	Comminuted	(1) External fixation	2.5	13 cm inter-position	4	Type III open fracture ulnar nerve injury

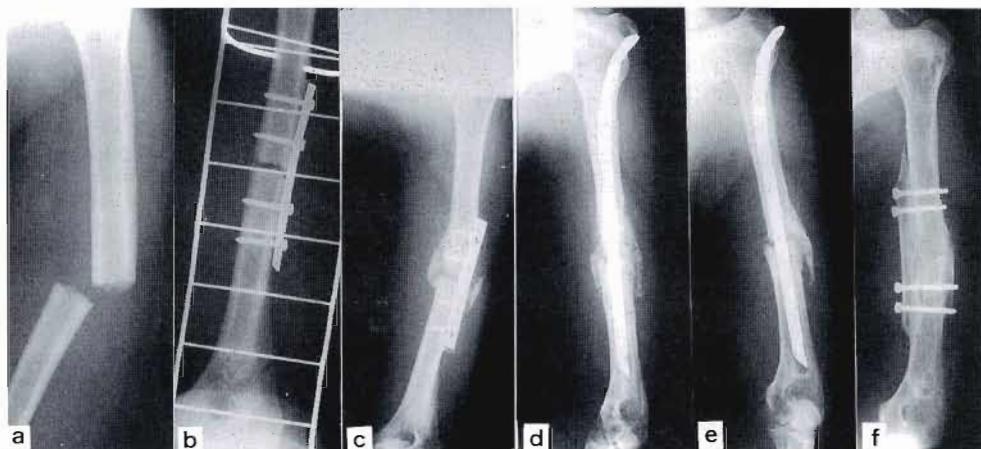


Fig. 1 Case #1 49 years-old male. a) Transverse fracture. b) Immediately after operation. Gap was seen at fracture site. c) 8 months after operation, irritation callus was seen. d) 1 month after medullary nailing and cancellous bone graft. e) 17 months after medullary nailing, loosening zone was shown around the nail.

症例2、60才、男。近医でscrewによる固定を受け、7ヵ月後当科を紹介された。断層撮影では骨幹部が約6cmにわたって粉碎され、仮骨形成も乏しい所見であり、FVFGを施行した。腓骨はscrew4本で固定したが、腓骨近位端は骨折部にかかっていた。1年4ヵ月後、腓骨と遠位骨片の骨癒合は得られたが、近位端ではscrewのlooseningを認め、近位骨片と腓骨、偽関節部の癒合は得られなかった。3回目の手術としてscrewの再固定と腸骨より遊離骨移植を行った。2カ

月目に腓骨と近位骨片の間で骨癒合が見られ、7ヵ月では偽関節部も完全に骨癒合した。4年2ヵ月後では移植腓骨近位端に軽度の骨吸収が見られた(Fig.2)。

症例3、60才、女。中下1/3の粉碎骨折で、橈骨神経麻痺を合併していた。AO Broad DCP Plate 7穴、とlag screwを用い固定し、早期に可動域訓練を開始した。術後2ヵ月他動訓練後、上腕の腫張、熱感、疼痛が出現し、レ線ではplate遠位端の2本のscrewのlooseningが見られた。同時に、血沈も117/150と亢進

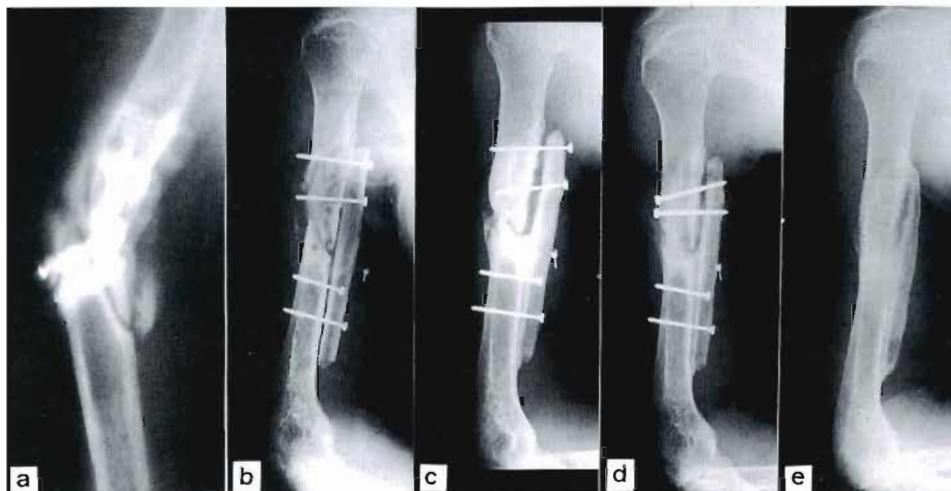


Fig. 2 Case #2 60 years-old male. a) Tomogram, 7 months after primary operation. Long segment of shaft was comminuted and sclerotic. b) 2 weeks after FVFG. c) 16 months after FVFG proximal screws loosened. d) 2 months after third operation that screws were fixed again and cancellous bone was grafted. e) 4 years and 2 months after third operation.

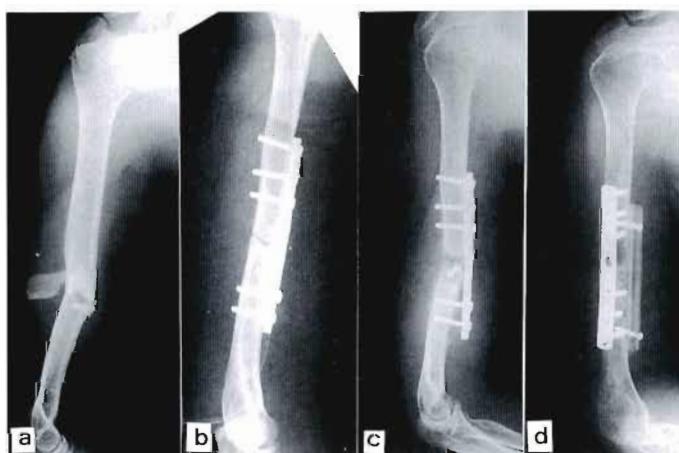


Fig. 3 Case #3 60 years-old female. a) Comminuted fracture with radial nerve palsy. b) Immediately after operation. c) 2.5 months after operation. Marked irritation callus was seen. d) 5 months after FVFG.



Fig. 4 Case #4 43 years-old male. a) Sever comminuted fracture with bone and soft tissue defect. b) External Fixation was performed after debridement. c) Angiogram. d) 6 cm of bone defect was filled with FVFG. e) 6 months after FVFG.

し、2.5週のレ線では loosening も進行し、骨折部や plate 周囲に異常仮骨が認められ感染も疑われたので FVFG を計画した。前外側侵入で plate を抜去したが、pus はなかった。3ヵ月で腓骨と上腕骨は骨癒合し、5ヵ月では骨折部も癒合した (Fig. 3)。

症例 4、43 才、男。機械に巻き込まれ受傷。上腕二頭筋、三頭筋を含め筋はこの部位ですべて断裂していたが、神経血管束と皮膚が全周 1/2 で連続し、末梢の血行は保たれていた。上腕骨は高度に粉碎され骨欠損を伴っていた。debridement を行い遊離骨片を除去し、筋肉を可及的に縫合し Hoffman の創外固定を用い固定した。血管造影では近位部に太い後上腕回旋動脈が見られたが、上腕中央では細い分枝した見られなかつた。2.5ヵ月後 FVFG を施行した。6 cm の欠損を 13 cm の腓骨で bridging し screw で固定し、引き続き創外固定を併用した。2ヵ月で創外固定を除去し 6ヵ月では十分な骨癒合が得られ、ADL に良く使用している (Fig. 4)。

## 考 察

外傷性上腕骨骨幹部偽関節の治療は AO compression plate に海綿骨移植を併用する方法で良好な成績が報告されているが<sup>1,2)</sup>、骨折部の血行が乏しく、骨萎縮の強い例には難治例もある。これらの偽関節に対して、Decortication の併用、骨萎縮部の短縮、Tibia span の onlay graft など種々の工夫が報告されてい

るが、FVFG は骨折部への血行と支持性を同時に得る方法として確立され、上腕骨においても適応があると思われる。われわれの症例 1 は plate 固定に引き続き、髓内釘固定も失敗し、髓内外の血行が障害され、長期間の偽関節の状態であった。症例 2、3 は粉碎骨折で dead bone fragment が介在していた。また症例 3 では感染も疑われた。症例 4 は広範囲軟部組織損傷を伴う欠損性偽関節であったが、4 例全例に骨癒合を得た。手技上の問題として、手術侵入路は既に前外側侵入で手術されており、特に橈骨神経には注意を要する。Jupiter ら<sup>3)</sup>は手術瘢痕と橈骨神経を避け内側より神経血管束と同時に上腕骨骨幹部を展開し前面に plate、内側に腓骨を置く方法を報告している。今回、症例 1 はこの内側侵入を、症例 2 は前外側侵入で抜釘し創内より血管束を展開した。症例 3 は前外側侵入で抜釘し、新たに内側侵入で血管束を展開したが、一過性に橈骨神経麻痺が悪化した。症例 4 は上腕動脈が瘢痕内にあり、前外側侵入で骨幹部を展開し、血管は瘢痕を避け近位部の後上腕回旋動脈を展開した。腓骨の固定は screw を用いたが、plate 固定や創外固定を併用した 2 例は、術後早期より肩、肘関節の運動が可能であり有用であった。症例 2 は small cancellous screw 固定のみで、また腓骨の近位端は骨折部に掛かっており、骨癒合が遷延し再手術を要した。上腕骨は下肢長幹骨と異なり、compression が加わりにくく、rotation が加わりやすいという特徴があり、FVFG

の固定には工夫を要し、骨折部を越えて十分橋渡しすることが重要と思われた。血管吻合においては、上腕動脈の分枝は近位部の、前、後上腕回旋動脈、中央部の上腕深動脈、上尺側副動脈などがあるが、腓骨動脈と吻合可能な十分な太さの血管は少く3例に上腕動脈と端側吻合を要した。静脈は主に伴走静脈を用いたが、可能なら橈側皮靜脈も用いれば安全である。

### ま　と　め

1. 外傷性上腕骨骨幹部偽関節の4例にFVFGを行な全例に骨癒合を得た。
2. 骨萎縮の強い例や欠損性偽関節には良い適応と思われた。
3. 腓骨の固定には工夫が必要であった。
4. 腓骨動脈は多くは上腕動脈と端側吻合を要した。

### 文　　獻

- 1) Barquet, A., et al.: A Combined Therapeutic for Aseptic Nonunion of the Humeral Shaft: A Report of 25 Cases. *J. Trauma.*, 29: 95-98, 1989.
- 2) Healy, W. L., et al.: Nonunion of the Humeral Shaft. *Clin. Orthop.*, 219: 206-213, 1987.
- 3) Jupiter, J. B., et al.: Complex Non-Union of the Humeral Diaphysis. Treatment with a Medial Approach, an Anterior Plate, and a Vascularized Fibular Graft. *J. Bone Joint Surg.*, 72-A: 701-707, 1990.

**質問** 石切生喜病院整形外科 山田 純司  
腓骨をonlay graftとして用いておられる症例の中に、適切なplate固定と遊離骨移植で対応できたものがあるように思われますが。いかがでしょうか。

**回答** 富山県立中央病院整形外科 宮崎憲太郎  
多数回手術で骨の萎縮も強い場合は、確実な方法としてFVFGを行っても良いと考えます。

**発言** 札幌医科大学整形外科 薄井 正道  
上腕動脈の分枝として用いられるものは、後上腕回旋

動脈と上腕深動脈があるが、私は移植片をおくレベルにより両者を使いわけている。なお、深上腕動脈を用いる場合には、後方アプローチを用いて有用を感じている。

**質問** 奈良医科大学整形外科 矢島 弘嗣  
偽関節に対してFVFGを行う際に、1)偽関節部をそのままにしてonlay graftする方法、2) Segmental resectionする方法がありますが、上腕骨の場合、2)の方がbone unionが得られやすいと思っております。先生は、3例に1)の方法を施行されておられるようですが、その理由をお聞かせ下さい。

**回答** 富山県立中央病院整形外科 宮崎憲太郎  
術中に偽関節部の骨の状態をみて判断し、onlay graftとしました。腐骨であれば切除し、interpositionでも良いと思われますが、やはり上腕骨より細いので、できるだけ既存の骨は残しました。

**質問** 札幌医科大学整形外科 薄井 正道  
Approachのことについてですが、end-to-sideでやられるということですがmedial approachされるのでしょうか。

**回答** 富山県立中央病院整形外科 宮崎憲太郎  
そうです。症例により抜釘も必要な場合、内外側両方のapproachも行いました。

**質問** 座長 玉井 進  
後方アプローチの場合、on-layに移植するとradial nerveがその上をのる訳ですね。

**回答** 札幌医科大学整形外科 薄井 正道  
私の場合はin-layで髓内にさしみますので問題はありません。

**発言** 座長 玉井 進  
On-layであればantero-lateralの方がradial nerveと関係ないのでよいのでしょうか。

## 指末節切断再接着例の爪変形

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・中 野 幸 雄  
久保田 雅 仁

### Nail Deformity in a Cases of Replanted Digit of the Finger-tip Amputation

Genzaburo Nishi, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Aichiken Koseiren Kainan Hospital

Nail regeneration in 46 replanted digits in cases of the finger-tip amputation was presented. Patients included 30 men and 11 women, ranging from 1 to 68 years of age, 6 digits had clean cut amputation, 37 digits had crush type of injury and 3 digits had avulsion type.

27 digits were injured at the zone I and 19 digits were at the zone II.

There were 16 digits at the zone I in which venous anastomosis was impossible, but only 2 digits at the zone II.

14 digits at the zone II had almost normal nail regeneration, but only 8 digits at the zone I.

In the replantation surgery of the finger-tip amputation, main attention at the operation may usually be paid to the reattachment of the digits themselves, and much less to the repair of the nail bed or nail matrix, resulting in nail deformity. Meticulous repair of the nail bed or nail matrix using operating microscope would efficiently prevent severe nail deformity.

### はじめに

指末節切断再接着後の爪床の再生については、爪床や爪母の損傷に加えて、再接着指の循環動態なども関係し、指尖部切断や末節骨骨折などに伴う爪床損傷例での爪床の再生などとは異なり、種々の爪甲変形を引き起こす症例も認められる。私たちは、これまでに指尖部損傷や末節骨骨折に伴う爪床、爪母の損傷における爪床の再生については報告してきた<sup>1,2)</sup>が、今回は指末節切断再接着指の爪床の再生を知る目的で、指末節切断再接着例の損傷程度、切断レベル、再接着指の循環動態などと爪床の再生ひいては爪甲の変形との関係について検討をおこなったので報告する。

### 対象

昭和55年6月より平成2年12月までにおこなった指末節切断再接着例で、生着した41例46指を対象とした。性別は、男30例33指、女11例13指で、年令は1才より68才、平均36才であった。損傷側は右31指、左15指で、損傷指は、母指4指、示指12指、中指15指、環指8指、小指7指であった。損傷型は、完全切断34指、不全切断12指で、損傷程度は、鋭的切断6指、挫滅切断37指、引きちぎり切断3指であった。切断レベルは、玉井の分類で、Zone Iが27指、Zone IIが19指で、AllenのTypeでは、Type IIIが19指、Type IVが27指であった(Table 1A)。吻合血管につ

Key words: nail deformity, finger-tip amputation, replantation

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

いては、Zone I では、静脈の吻合ができなかったものが 16 指、静脈の吻合ができたものは 11 指で、Zone II では、静脈の吻合ができなかったものは 2 指で、17 指は静脈の吻合が可能であった (Table 1B)。なお爪床、爪母の修復は、4 指のみにおこなわれた。術後経過について、2 例は動脈血栓を起こし、1 例は静脈血栓を合併して、それぞれ再手術がおこなわれた。静脈吻合ができなかった例では、1 例を除き 3 日から 10 日間の milking をおこない、そのうちの 4 例には fish-mouth 切開がおこなわれた。

## 結 果

Zone I での再接着例 27 指で、ほぼ正常の爪が再生したものは 8 指、爪甲の長さや幅が正常よりやや減少しているものが 3 指、凹凸不正やわん曲や split nail などの強い爪の変形を伴うものが 9 指、痕跡的な爪しか再生しなかったものが 6 指、現在再生中のものが 1 指であった。凹凸不正、わん曲、split nail や痕跡的な爪を呈した例のうち 2 指には再接着術後強い循環障害を伴っていた。一方、Zone II での再接着例 19 指のうちほぼ正常の爪は 12 指、長さ、幅の減少しているもの

が 2 指、凹凸不正、わん曲、split nail などの強い爪変形を伴うものが 5 指であったが、痕跡的な爪変形を伴うものは認められなかった (Table 1C)。症例を供覧する。

症例 1. 53 才女。鉄のドアにはさまれて左中指を切断した。Zone I, Allen の Type III の症例で、動脈 1 本、静脈 1 本を吻合したが、爪床の修復はおこなわなかった。阻血時間は 4 時間 30 分で、術後経過は特に問題はなく、術後 11 週では爪床の再生を認め、術後 1 年 9 ヶ月では、ほぼ正常の爪が再生した (Fig. 1)。

症例 2. 27 才男。機械の間にはさまれて右中指を切断した。Zone I, Type III の症例で、動脈 1 本のみを吻合し、爪床の修復はおこなわなかった。阻血時間は

Table 1 B: Relationship of zone to artery-vein anastomosis ratio

Zone	Artery	Vein	No. of digits
I	1	0	16
	1	1	9
	1	2	1
	2	1	1
II	1	0	2
	1	1	5
	1	2	5
	2	1	4
	2	2	3

Table 1 C: Relationship of nail deformity to zone

Zone	No.	Nail deformity		
		Slight	Moderate	Severe
I	9	3	9	6
II	12	2	5	0

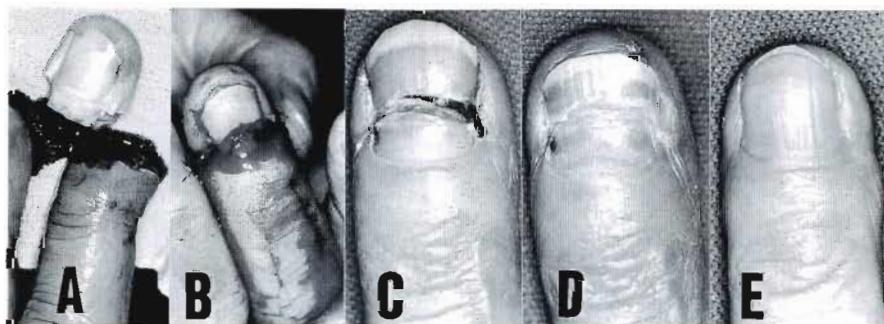


Fig. 1 Zone I. Type III.

A : Pre-op. B: Immediate post-op. Nail bed was not repaired. C: 2 months post-op. D: 3 months post-op. E: 1 year and 9 months post-op. Normal looking nail regenerated.

7時間で、術後は静脈性循環障害のため milking をおこない、術後2日目には fish-mouth 切開を追加した。術後4日で循環障害は改善し、生着したが、術後8ヵ月では強い爪の変形を残している (Fig. 2)。

症例3. 6才男。チェーンに巻き込まれて左示指を切断した。Zone I, Type IV の症例で、動脈、静脈それぞれ1本ずつ吻合した。爪母はその基部より剥脱し、かつ一部欠損を認め、可及的に爪母を整復した。術後経過は良好で、完全に生着したが、術後4ヵ月で爪は再生はしているが、痕跡的である (Fig. 3)。

症例4. 38才男。包装用機械にはさまれて右中指を

切断した。Zone II の症例で、動脈、静脈それぞれ1本ずつ吻合した。術後経過は良好で、術後9ヵ月でほぼ正常な爪を再生した (Fig. 4)。

## 考 察

指末節切断再接着指の爪の変形については、切断レベル、爪床や爪母の損傷程度、術後の循環障害の程度などが関与して種々の爪変形を起こす。一般的に爪床はその周辺組織の状態が良好ならば再生しうるが、爪母は再生の乏しい組織と考えられており、切断レベルがZone I の例でも爪床のレベルである Allen の

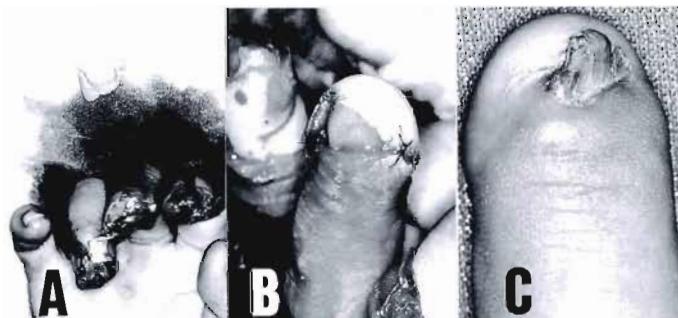


Fig. 2 Zone I. Type III.  
A : Pre-op. B : Immediate post-op. C : 8 months post-op. Severe nail deformity was caused.

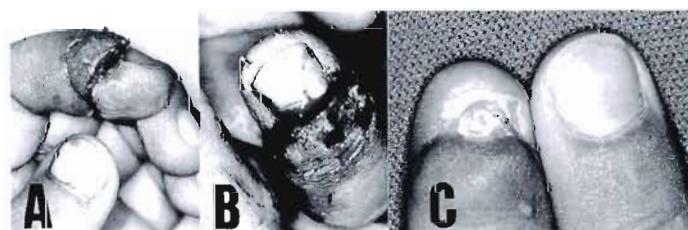


Fig. 3 Zone I. Type IV.  
A : Pre-op. B : Immediate post-op. C : 4 months post-op. Severe nail deformity was caused.

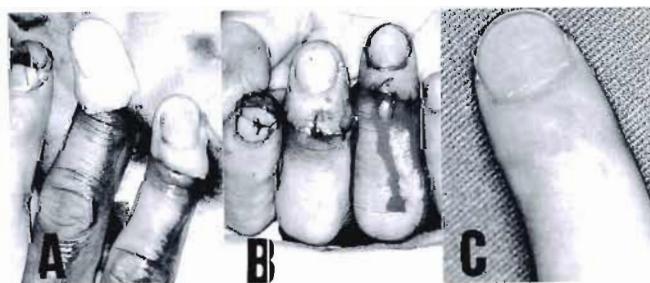


Fig. 4 Zone II.  
A : Pre-op. B : Immediate post-op. C : 9 months post-op. Normal looking nail regenerated.

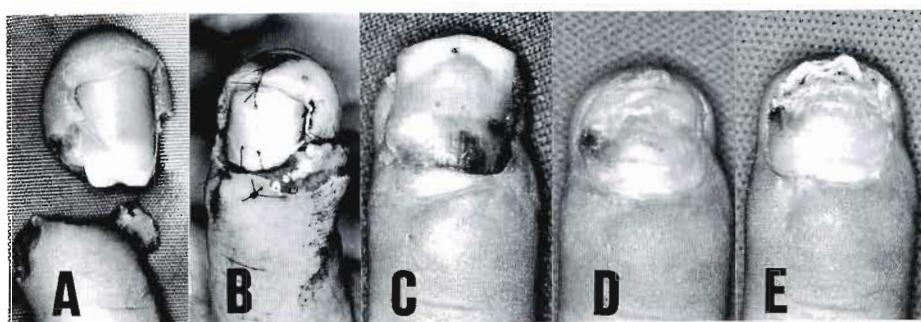


Fig. 5 Zone I. Type III.

A: Pre-op. B: Immediate post-op. Repair of nail matrix was done. C: 3 months post-op. D: 4 months post-op. E: 5 months post-op. Good nail regeneration was observed.

Type III のレベルの再接着指では爪の変形は少いと考えられる。しかし私たちの症例では 19 指のうち 7 指に強い爪の変形を認めたが、爪母は圧挫や挫滅で容易に損傷を受けやすく Type III の例でも損傷程度によっては爪母にもある程度の損傷が加わったり、術後の循環障害などにも影響され、爪の変形を起こしたものと考えられる。Zone II では爪母の損傷が加わるため山野<sup>3)</sup>も述べているように挫滅切断例では特に爪の再生が障害されるが、私たちの例で爪変形の例が少いのは、Zone II のかなり中枢の例が多いためと考えられる。切断レベルで問題の部位は Zone I と Zone II の境界部分である。爪床、爪母の修復については、爪床レベルでは修復は必ずしも必要ではないが、爪母のレベルではその再生力が弱く、手術用顕微鏡による正確な修復が必要と考えられる。この際爪甲は除去し、時には近位爪郭にも切開を加えて爪母の中中枢端を確認して確実に縫合し、除去した爪甲は Schiller 法で再固定をしなければならない (Fig. 5)。

### ま　と　め

Zone I, II における切断指再接着例 46 指の爪の変形について検討した。爪の変形に最も影響する因子は、損傷レベルと爪床、特に爪母の損傷程度である。爪母

が最も損傷される部位は、Zone I と Zone II の境界部で、爪母の損傷に対しては、顕微鏡による確実な修復が重要と考えられる。

### 文　　献

- 1) 西源三郎 他：爪床欠損を伴う指尖部損傷の検討、日災会誌、36：802-809、1988。
- 2) 西源三郎 他：末節骨骨折に伴う爪床損傷について、日手会誌、6：694-698、1989。
- 3) 山野慶樹：指末節切断と再接着後の爪形態、形成外科、31：113-122、1988。

**発　言** 川崎医科大学整形外科 山野 慶樹  
末節部切断の再接着を積極的になされていることに敬意を表します。

爪の変形は爪母の損傷の有無が最も関係しますので、Zone II でこの部が侵されやすい。Zone I 切断での爪床損傷では爪の変形は必ずしも起らない。Zone II 切断では爪母が最も血流を必要とするので、血流不全でこの部の細胞が侵される可能性がある。うっ血に対して抜爪を行い出血を促すのは、爪変形を起しやすくほとんど用いていない。fish mouth incision でよいのではないかと考えます。

## 橈骨遠位部への切断指異所性再接着 による把持機能再建の経験

安城更生病院整形外科

浦 田 士 郎・稻 垣 善 幸  
岩 瀬 敏 樹・宮 崎 芳 一  
杉 浦 博 基

### Ectopic Replantation of the Mutilated Digit to the Radius to Provide Prehension after Widespread Crushed Amputation of the Hand

Shiro Urata, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Anjo Kosei Hospital

We treated three cases of widespread crushed amputation of the hand by ectopic replantation of the mutilated digits to the radius.

Case 1. A 23-year-old righthanded man sustained widespread crushed injury of his dominant right hand. Whole hand except the thumb distal to MPjoint was completely crushed. Hand reconstruction seemed to be impossible. We decided to implant the thumb to the radius stump. Princeps pollicis artery was anastomosed to ulnar artery. Two dorsal cutaneous veins were repaired. Digital nerve was sutured to median nerve. FPL and EPL of the mutilated thumb were sutured to FDP and ECRB in the forearm respectively. The thumb survived but bone union delayed and active motion of the ectopically implanted thumb was not feasible. 3 months after injury, we transferred the thumb 5.5 cm proximal to the stump in order to restore prehension between the thumb and the forearm stump. The tension of the flexor and extensor tendons was revised. 7 months after injury flexor tenolysis was performed, and mobility of the thumb improved. The functional outcome 2 years after injury remains good. Static-2 point discrimination measures 5 mm. The patient can maintain grasp and pinch on various objects.

Case 2. A 45-year-old righthanded housewife was involved her dominant right hand with rolling blades. Her wrist was completely amputated, and whole hand was highly crushed and only the little finger including 5th metacarpus was reserved. We performed primary reconstruction by implanting the little finger to the radius to provide prehension between ectopically implanted little finger and forearm stump. 11 months after injury, static-2 point discrimination measures 5 mm, but pinch motion is restricted and not practical because dorsal subluxation of MPjoint has occurred. The patient accepts the appearance and does hope further operation in order to improve function.

Case 3. A 27-year-old righthanded man sustained widespread crushed injury of his dominant hand. Primary ectopic implantation of the preserved little finger was performed to restore prehension between ectopically implanted little finger and ulna stump. 10 months after injury, he can hold small object with good sensation. Static-2 point discrimination measures 6 mm. Satisfactory functional result has been achieved.

It is still a difficult problem to reconstruct prehension after traumatic total loss of the hand.

---

**Key words:** wrist amputation, replantation, ectopic implantation, primary reconstruction, microsurgery

**Address for reprints:** Shiro Urata, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Anjo Kosei Hospital, 12-38 Miyukihon-machi, Anjo, Aichi, 446, Japan.

Prosthesis, Krukenberg operation, microsurgical free toe transfer to the radius are available. If patient selection is proper, primary ectopic reimplantation of the mutilated digit to the distal radius is worthwhile to provide prehension in widespread crushed amputation of the hand.

## はじめに

われわれは手関節部、前腕遠位部の広範囲重度挫滅切断症例において廃棄組織中の挫滅を免れた単指を橈骨遠位部に異所性に再接着して前腕断端とのピンチ機能再建を試みた症例を3例経験したのでその成果と問題点について検討し報告する。

## 症例

〈症例1〉 23才男性、工員、右利き。1988年10月12日、プレスによる右手関節部挫滅切断。MP関節部より末梢の母指のみが圧挫を免れていた。長母指屈筋と長母指伸筋は中枢より引抜かれていた。挫滅組織を切除し、完全に遊離した母指を橈骨断端部に異所性に再接着した。第一中手骨遠位3分の1を橈骨断端に固定

した上で、母指主動脈およびその伴行静脈を、尺骨動脈とその伴行静脈に吻合した。母指指背の皮靜脈2本を前腕の皮靜脈と吻合した。母指指神経はTopogramに注意して母指球筋運動枝を避けるように正中神経本幹に縫合した。浅指屈筋は前腕部での挫滅が著しかったため長母指屈筋腱は深指屈筋腱に縫合した。長母指伸筋腱は短橈側手根伸筋に縫合した。母指は完全生着し知覚回復も認められたが可動性は認められず骨接合部の骨癒合も遅延した。そこで再接着し得た母指と前腕断端とのピンチ機能を再建する方針とし、受傷3ヵ月後に母指を橈骨断端より5.5cm中枢に移行した。母指を神経、血管、長母指屈筋、長母指伸筋、および背側に作製した幅2cmの橋状皮弁のみで連続を保った状態にして橈骨断橋より5.5cm中枢に作製した骨溝に移行し、キルシュナー鋼線で固定した。長

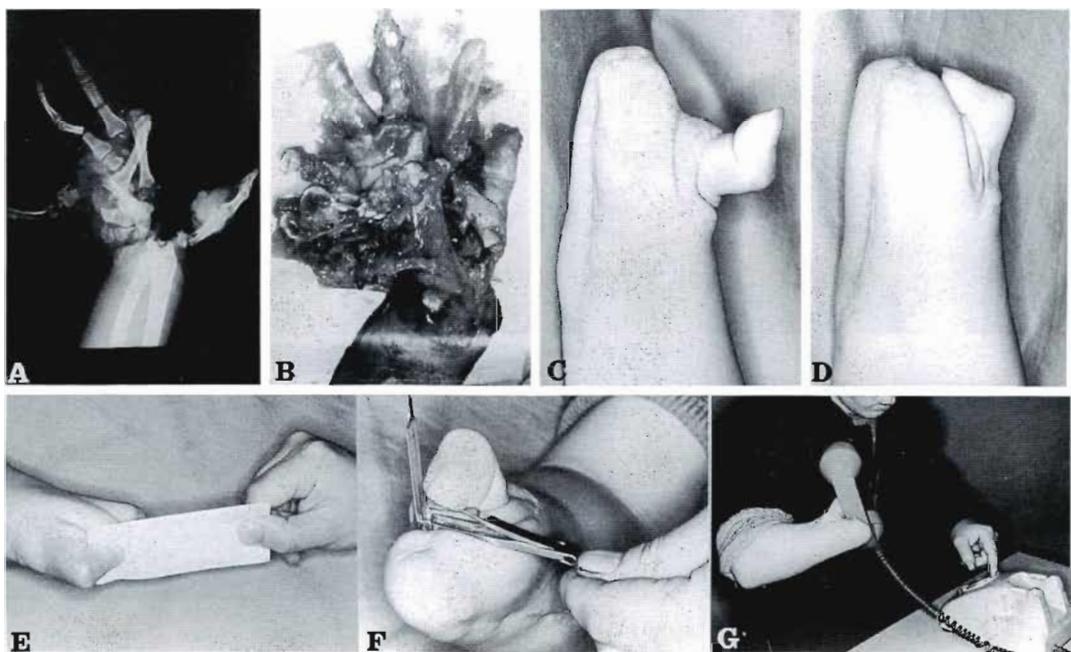


Fig. 1 Case 1 23-year-old righthanded man

A)(B) : widespread crushed injury of his dominant right hand.

C)(D) : thumb motion, 14 months after injury.

E)(F)(G) : functional outcome, 2 years after injury.

母指屈筋は深指屈筋との腱縫合部での癒着と瘢痕化が著明だったので尺側手根屈筋腱と腱縫合し直した。短橈側手根伸筋に縫合した長母指伸筋には弛みが生じたので縫縮した。術後3週間のギブス固定の後自動運動を開始。術後7ヵ月目で屈筋腱剥離術を追加して可動性が向上した。受傷後2年の可動域は最大伸展時、母指指尖と前腕断端との開大距離5cm。ピンチ力は4kg、健側母指間(8kg)の50%相当である。母指の知覚回復は、static-2 PD: 5mm, Semmes-Weinstein知覚テスター:#4(緑)の知覚可能。paresthesia, cold intoleranceはない。紙片など薄い物の把持、爪きりの使用、衣服の着脱の補助、スプーン、フォークを使用しての食事、受話器の保持、ビールの栓ぬきなどが可能で、日常生活での有用な補助機能を果たしている。冠婚葬祭など改まった場への出席に際しては装飾用義手の装着も可能である。仕事においては小さな部品の取扱作業に患肢も使用するが、重量物の運搬に際しては、必要に応じて作業用義手を使用している。本人の精神的受容は良好で、形態的にも機能的にも満足して

おり、日常生活で有用な補助手となっている。(Fig. 1)

〈症例2〉 45才女性、主婦、右利き。自営業の手伝い中、裁断機により右前腕遠位部を挫滅切断した。術前に本人および夫に十分説明を行い理解をえたので、異所性再接着を試みた。橈骨骨幹部の分節状骨折あり、骨接合して橈骨長を再建したうえ、末梢廃棄組織中、唯一利用可能であったMP関節を含む小指を橈骨断端より5cm中枢寄りの位置に固定し、浅掌動脈弓尺側部を橈骨動脈に、小指指背皮静脈を橈側皮静脈に吻合、総掌側指神経を正中神経に縫合、深浅指屈筋腱を修復、伸筋腱は短橈側手根伸筋腱に縫合した。知覚回復は良好で、static-2 PD: 5mmであり、10mm以上の厚みのあるものなら把持可能となったが、現時点では実用的ではない。受傷時のMP関節包損傷のため、徐々に背側脱臼が進行したため受傷後10ヵ月にてMP関節固定術実施した。外観に対する患者の精神的受容は良好で、なお機能回復訓練に励んでおりピンチ動作改善のための追加手術も希望している。(Fig. 2)

〈症例3〉 27才男性、工員、右利き。プレスによる

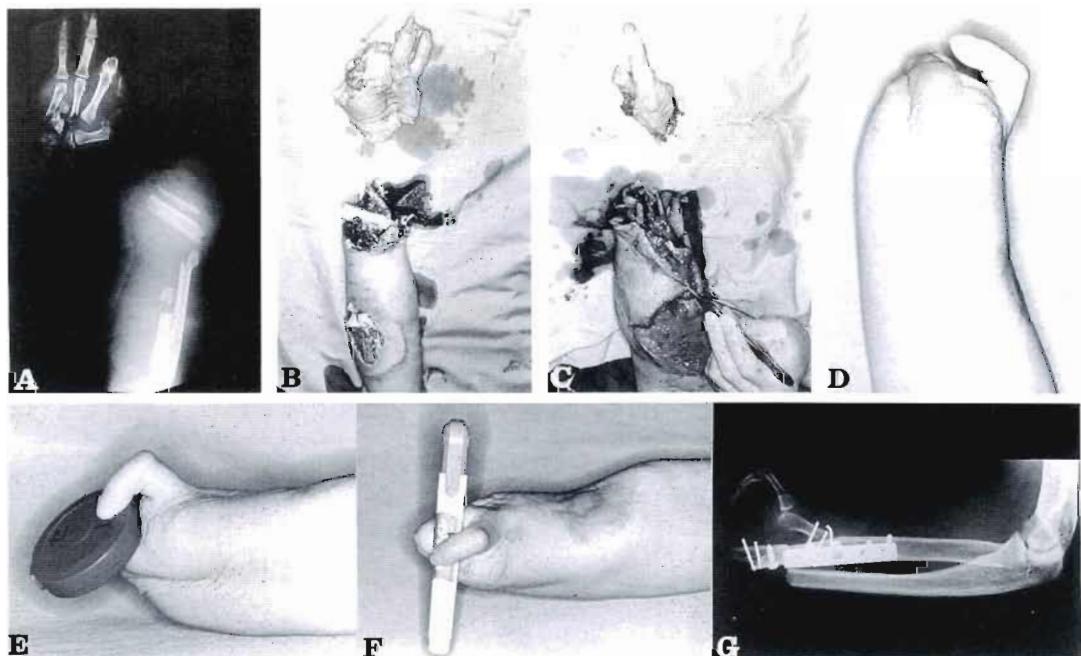


Fig. 2 Case 2 45-year-old righthanded housewife

- A)B) : whole right hand was highly crushed. X-ray showed MP joint injury of the little finger.
- C) : little finger including 5th metacarpus was reserved.
- D) : severed little finger was ectopically replanted to the radius.
- E)F) : prehension, 10 months after injury.
- G) : active motion is restricted due to MP joint subluxation.

右前腕遠位部挫滅切断、橈骨遠位部の骨欠損があった。術前に本人および職場の上司の理解が得られたので、唯一挫滅を免れたMP関節を含む小指を橈骨断端部に異所性再接着し尺骨遠位端とのピンチ機能再建を試みた。橈骨断端に第5中手骨を固定し、浅掌動脈弓とその伴行静脈を橈骨動脈とその伴行静脈に、小指指背皮静脈を橈側皮静脈に吻合、総掌神経を正中神経に縫合、深指屈筋腱を修復、小指伸筋腱は長母指伸筋腱に縫合、掌側骨間筋を腕橈骨筋に、小指外転筋を短橈側手根伸筋に縫合した。術後3ヵ月で橈骨との骨接合部に骨移植を追加した。受傷後10ヵ月の現在、ピンチ力は2kgで、知覚回復もstatic-2PD: 6mmと良好である。衣服の着脱の補助となり、軽量物の保持も可能で患者の満足度は高い(Fig. 3)。

### 考 察

マイクロサージャリーが普及して、切断指再接着術は日常的に行われているが、前腕遠位部、手関節部切断で広範囲挫滅、組織欠損のため再接着が不能な例、あるいは陳旧例において、把持機能を再建することは

なお困難な課題である。

能動義手、筋電駆動義手をもちいれば手術は最小限で済むが、知覚がないので細かな操作には使用しにくい。

Krukenberg手術の絶対的適応は戦時下の両眼失明両手切断患者とされているが、義手に比べて特別訓練を要さず、知覚のある、強力で巧緻性のある把持力が再建できる優秀なものであることが示されている<sup>2)</sup>。

一方、マイクロサージャリーの進歩により手指の再建に足趾からの遊離組織移植が可能になった。Yular<sup>3)6)</sup>は前腕断端上に設置した金属製手根に複数の足趾を移植してピンチ機能を再建している。Furnas<sup>1)</sup>、伊原<sup>2)</sup>らは第一足趾移植例を報告し、Vilkki<sup>4)</sup>は第二足趾を橈骨上に移植して、複数の足趾移植を行うよりも手術を簡略化しKrukenberg手術に代り得る方法であると述べている。

切断指を橈骨遠位部に異所性再接着する場合、外観に対する患者の精神的受容がえられるか、断端形成－義手装着や他の二次的再建と同等以上の有用性が獲得されるかの二点が問題となる。症例1では術後に本人

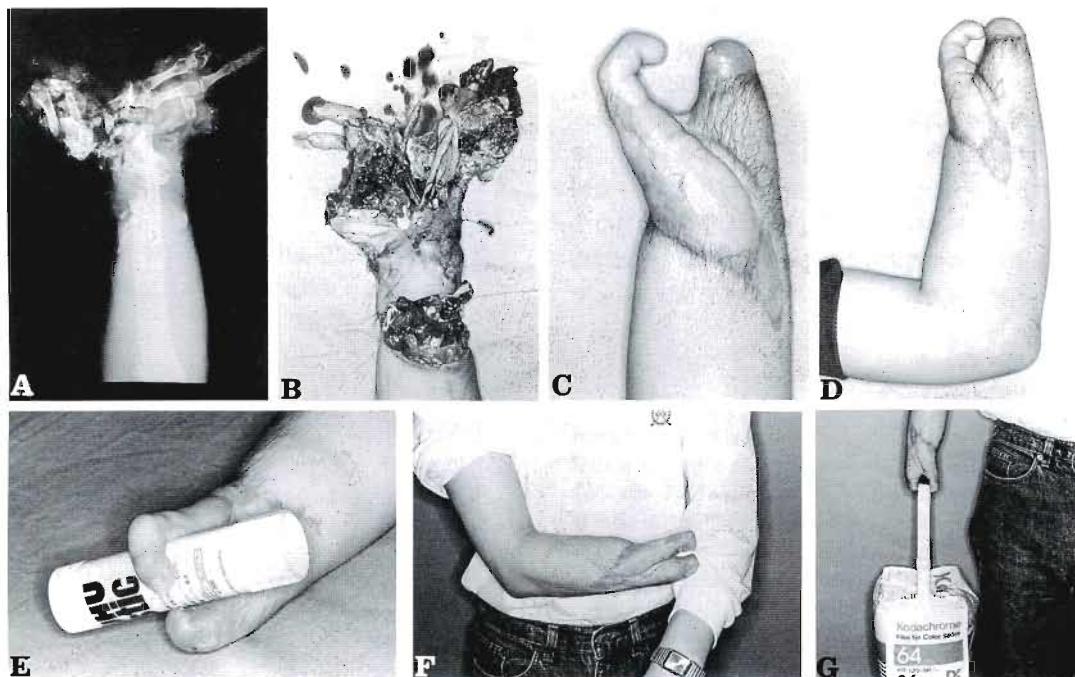


Fig. 3 Case 3 27-year-old righthanded man

A)B) : widespread crushed injury of his dominant hand.

C)D) : active motion, 9 months after primary ectopic replantation.

E)F)G) : functional outcome.

に対して、症例2,3では術前から本人、家族や職場の上司に対して十分な説明を行い、理解と治療への積極的な参加がえられ、外観に対する精神的受容も良好であった。症例1と症例3ではピンチ力は各々4kgと2kgでありKrukenberg手に於いて報告されているピンチ力にはおよばないが、Vilkkiの報告とほぼ同等で良好な把持機能が再獲得され日常生活での有用な補助手となり得た。症例2では受傷時的小指MP関節損傷の評価が不十分であったため術後背側脱臼を来し、現時点では実用的な機能回復に至っていない。緊急手術に際して、利用する廃棄組織の損傷度と中枢の力源の正確な評価が必要であった。Vilkkiは第二足趾の移植に際して骨間筋の再建も行っているが、新鮮外傷例で廃棄組織を利用する場合、骨間筋虫様筋の再建が十分に行いえず、屈筋腱伸筋腱のみでMP, PIP, DIPの3関節をコントロールするには困難がある。母指以外の切断指を利用する場合にはMP関節より末梢部を利用する方が良いと考えている。

### 結語

義手(能動、筋電駆動)、Krukenberg手術、橈骨への遊離足趾移植などが選択可能でそれぞれに満足すべき成果が得られている現在、緊急手術の場で廃棄組織を利用した一次的再建をおこなうか否かは、得られる結果の優劣と、患者の個人的背景を十分考慮して決定されなければならない。患者選択が適切であれば前腕遠位部、手関節部広範囲重度挫滅切断の再接着不能例において、廃棄組織中の利用可能な単指を橈骨遠位部に異所性に再接着することにより前腕端での把持機能が再建可能であり、試みるに値する方法であると考える。

### 文献

- 1) Furnas, D., et al.: Microsurgical transfer of great toe to the radius to provide prehension after partial avulsion of the hand. J. Hand Surg., 8: 453-460, 1983.
- 2) 伊原公一郎 他:両手切断例の橈骨への第一足趾移植術. 日手会誌, 2: 701-704, 1985.
- 3) 木野義武 他:Krukenberg手の機能. 別冊整形外科, No 9 対立する整形外科治療法 2:p 81-83, 1986.
- 4) Vilkki, S. K., et al.: Freie Zehenübertragung auf den Unterarmstumpf nach Handgelenkamputation-

eine moderne Alternative zur KRUKENBERG-Operation. Handchirurgie, 17: 92-97, 1985.

- 5) Yu, Z., et al.: Reconstruction of the "Hand"-a case report. Nation. Med. J. China, 59: 593-595, 1979.
- 6) Yu, Z., et al.: Hand reconstruction. Chinese Medical J., 96: 243-246, 1983.

### 質問 壱マリアンナ医科大学整形外科 別府 諸兄

①女性症例のcosmeticな意味での満足感等について、もうすこし詳しく教えていただけますか。  
②右手、左手、利き手などを、手術の際に、考慮しますか。

### 回答 安城更生病院整形外科 浦田士郎

①精神的苦痛が大きいなら再切断も可能である旨を説明し、治療法の選択に巾をもたせた。  
患者は患肢の状態を前向きに受けとめ治療への参加も積極的であった。患者のキャラクターに救われた面もあると考えている。  
②利き手、非利き手の区別なく実施しうるものと考えます。

### 質問 札幌医科大学整形外科 薄井正道

①Dr. Vilkkiの症例を見せていただく機会がありました。彼は移植指に対向する部分の知覚も再建するように皮弁をつけた足趾移植をデザインしている。先生の症例でもそのような配慮をされたのか教えて下さい。

②Case 1で移植指を中枢側に後日移動していますが、ExtensorとFlexorはどのように処置されましたか。

### 回答 安城更生病院整形外科 浦田士郎

①再接着指の皮膚に余裕があれば対向面に廻すようにしたが対向面をすべてcoverすることはできなかった。前腕の本来の知覚のみでもPinchに際しての支障はなかった。

②初回手術でのFPL-中枢FDPの腱縫合部は癒着と瘢痕化が著しくFCUと腱縫合し直した。伸筋腱については中枢移行によって生じた弛みを縫縮した。

## 遊離筋肉移植術による上肢機能再建

### —手術手技上の問題点について—

山口大学医学部整形外科学教室

伊原公一郎・土井一輝  
酒井和裕・金子和生  
河合伸也

### Functioning Free Muscle Transplantation Applying to the Upper Extremity: with a Focus on the Surgical Procedure

Koichiro Ihara, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

In the 33rd meeting, we reported the clinical results of free muscle transplantation, emphasizing that several factors such as donor nerves and postoperative vascular complication clearly affected the reinnervation of muscles. Further experience and longer observation of cases allow us to analyse other factors affecting results of the procedure such as the selection of donor muscles and degree of muscle tension.

Since 1985, we have performed 36 free muscle transfer procedure for the reconstruction of upper extremities in 28 cases, which consisted of 21 brachial plexus injuries, 4 muscle losses, and 3 severe peripheral nerve palsies. These cases include 23 male and 5 female patients, and their ages range from 5 to 53 years old, with an average of 26 years old.

Donor muscles were 21 gracilis, 8 rectus femoris, and 7 latissimus dorsi muscles and the motor nerve of each muscle was anastomosed to 19 spinal accessory nerves, 11 intercostal nerves and 6 radial nerves.

5 gracilis and a latissimus dorsi muscles, which were reinnervated by radial nerve, were used as an extensor for wrist or digits. In this type of reconstruction, the procedure is not complicated so that satisfactory results can be expected, unless associated injury or joint contracture is complicated.

On the other hand, simultaneous multi-joint reconstruction is a much more complicated procedure, and several points should be emphasized to obtain satisfactory functional results. Concerning the selection of donor muscle, length, volume and excursion should be taken into account. Firstly, muscle has to be long enough to connect a vicinity of the shoulder and midportion of the forearm to reconstruct elbow and digits function. Secondly, muscle needs to be large enough to provide powerful contraction to mobilize multi-joints, lastly excursion must be as long as possible to simultaneously control several joints.

From these points of view, latissimus dorsi is an ideal donor, if it has a long muscle belly. However, the length is often not long enough, especially in recent young patients whose built has recently changed. On the contrary, rectus femoris does not have sufficient excursion, although it has large and long muscle belly. This is why an application of gracilis has been increasing in spite of its relatively small volume.

---

**Key words:** muscle transplantation, upper extremity, microsurgery, brachial plexus palsy

**Address for reprints:** Koichiro Ihara, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, 1144 Kogushi, Ube, Yamaguchi 755, Japan.

The other factor affecting results is the precise control of muscle tension. To resolve this specific problem, several tension has been trying, and the adequate one is pending.

## はじめに

第33回手の外科学会において著者らは筋肉移植術による四肢機能再建について、主として移植筋肉の神経回復を左右する因子について報告した<sup>3)</sup>。今回はさらに移植筋肉の種類や再建方法別の獲得機能を検討し、筋肉移植の治療成績に影響を与える手術手技上の問題点について報告する。

## 対象および方法

対象は筋肉移植により上肢機能再建を行った28例36筋肉である。症例の内訳は腕神経叢麻痺21例29筋肉、筋肉欠損4例4筋肉、非回復性の末梢神経麻痺など3例3筋肉である。腕神経叢全型麻痺18例中8例では2つの拮抗する筋肉を用いた再建術を行った<sup>1)</sup>。男性23例、女性5例で平均年齢は26才であり、術後期間は平均16ヵ月で1年以上経過したもののが約半数の17例、2年以上が9例であった。

移植筋肉のドナーは薄筋が21例と多く、次いで大腿直筋8例、広背筋7例であった。これらについて年次別にその推移をみると、初期には広背筋を多用していたが、徐々に大腿直筋を使用するようになり、さらに最近では薄筋を用いる機会が多くなっている。これは最近の患者の体型の変化や、症例数が増加するにつれてドナーの特徴や欠点が理解されてきたことがその主な理由である。作動神経は副神経が19例、肋間神経が11例、橈骨神経が6例であり、肋間神経は第3・4あるいは5・6の2本を使用したものが7例で、4例ではさらに1本を追加して3本を使用した。

移植筋肉によって再建した機能は、筋肉の起始部が肩関節周囲で停止部が前腕にあり多関節再建を目的としたものが30例と多くを占め、この中には対象症例の性格上利用可能な神経が体幹にしか無く、目的は単関節再建でも結果的に多関節筋として用いたもの12例を含んでいる。また筋肉欠損など6例では手関節あるいは手指伸展の単関節再建を行った。

## 結果

1) 術後合併症：36筋肉中9例に術後早期の合併症を認めた。移植筋肉別にその内訳を示すと、まず薄

筋では3例に皮弁の部分壊死を認め、このうち2例は皮弁のみの障害で筋肉の血行は良好であり残りの1例にのみ静脈血栓が認められた。大腿直筋では3例で皮弁の部分壊死が認められたが、いずれも移植筋肉自体の血行は良好であった。広背筋では遠位部筋肉の循環不全とそれに伴う創治癒遅延を2例に認め、また1例で有茎血管茎にもかかわらず静脈の圧迫による還流不全が術後しばらく続いた。本例では追加手術により最終的に皮弁は生着したが、圧迫を除去するまでの間筋肉の循環障害が続いていたと思われる。したがって移植筋肉の血行障害を合併したものは2例で、その継続時間はおよそ薄筋が5時間、広背筋が24時間であった。

2) 神経回復時期：筋電図を術後1～2ヵ月毎に施行し移植筋肉のほぼ全体にmotor unit potentialが出現した時点を回復時期として判定した。後骨間神経(6例)は平均3.4ヵ月、副神経(15例)は3.6ヵ月、肋間神経(6例)は6.1ヵ月であった。すなわち運動神経線維の割合の少ない肋間神経の回復経過は遅く、後骨間

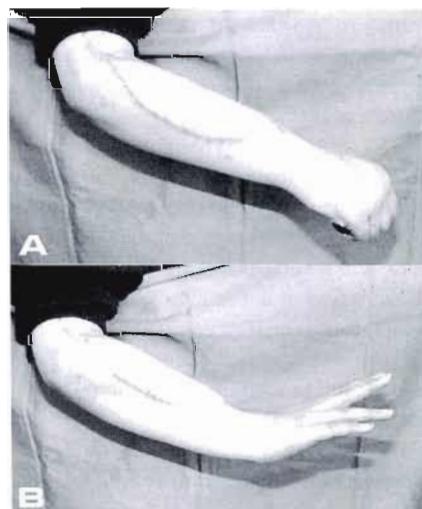


Fig. 1 A case of single-joint reconstruction: A gracilis muscle was transferred for the extension of digits, after complete excision of dorsal compartment due to synovial sarcoma in a 16 year-old girl (A: flexion, B: extension).

神経と副神経の比較では MUP の出現は両者ともほぼ同時期であったが前者の平均年令が高いことも考慮すると回復経過は後骨間神経の方が優れているようである。

なお肋間神経を用いた場合の移植筋の収縮パターンは呼気、あるいは吸気優位のものが 3 例ずつで両相とも同等に認めたものが 1 例であった。

3) 筋力および可動域: 単関節筋として移植した 6 例の機能回復は良好で、1 年以上経過観察できた 3 例のうち筋力欠損や神經麻痺以外に合併損傷や重度の拘縮のない 2 例では手指の完全伸展が可能となった (Fig. 1)。これに対し多関節再建例ではドナーや作動神経の種類、あるいは機能障害の程度が異なっておりその成績は様々であるが、副神経を運動神経とする場合の筋力の回復経過は 1 年で 3, 2 年で 4 度程度の MMT を獲得していた<sup>1)</sup>。このうち 1 年以上経過観察できた広背筋 5 例、大腿直筋 6 例、計 11 例について筋力の滑走路距離を比較するため肘関節の ROM を計測した。まず広背筋では血行障害合併例を除く 4 例の平均可動域は 77.5° と満足すべき結果が得られている。これらは初期の例で肘関節部での滑車は再建しておらず、また強制肢位、すなわち肘関節 90° 屈曲で手関節、手指を移植筋肉の作用方向に強制した肢位での縫合、固定を行ったにもかかわらず肘屈曲拘縮はほとんどないかごくわずかであった (Fig. 2)。

これに対し大腿直筋を用いた 6 例では平均可動域は

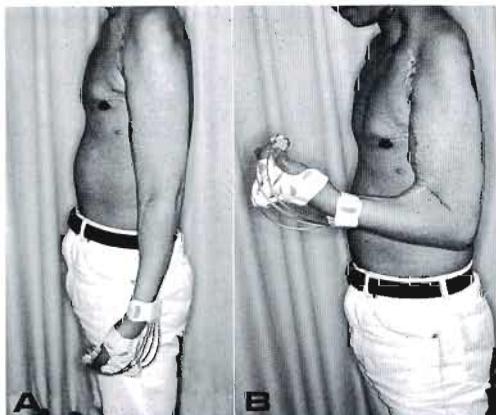


Fig. 2 A case of multi-joint reconstruction: A latissimus dorsi was applied for the flexion of both elbow and digits in a traumatic brachial plexus palsy of a 22 year-old man (A: extension, B: flexion).

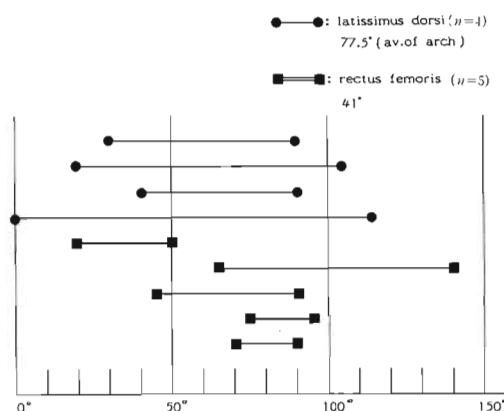


Fig. 3 Range of motion of elbow joint

41° と広背筋に比較して約 35° 劣っているとともに、高頻度に肘関節屈曲拘縮を合併していた。すなわち滑走路距離の少ない大腿直筋に対し強制肢位での縫合、術後固定を行ったことが成績不良の原因であると推測されると同時に、大腿直筋は多関節再建のドナーとしては不適当と思われた (Fig. 3)。

薄筋をドナーとする場合は術後経過がまだ短期間で滑走路距離の比較はできないが、肘関節の屈曲拘縮は合併していない。

## 考 察

Manktelow らも多数の臨床例を報告しているように、筋肉移植による手関節あるいは手指の単関節再建はほぼ安定して好結果が期待出来るいわば確立された機能再建手技であり、自験例の成績もおおむね良好であった<sup>4)</sup>。一方、多関節再建では術後成績が移植筋肉の種類や筋緊張の調節に大きく左右されやすきめ細かい手術計画および操作が要求される<sup>2)</sup>。すなわち筋肉の選択に関しては滑走路距離、筋容積の点からは広背筋が最も適しているが最近の青年層の体型の特徴から長さが不十分であることが多く、また採取に体位変換を要することが欠点である。それに対し大腿直筋は容積、長さの点では優れているが羽毛状のため滑走路距離が短いのが欠点であり、今回の結果からも多関節再建には不適であると考えている。したがって、筋容積が小さいことを除けば滑走路距離の点で薄筋が優れており、長さも遠位部の腱性部分まで含めると十分前腕まで届き最近の症例では多用している。つぎに筋緊張の調節に関しては、移植筋肉の滑走路距離には限界があり肘・手

指とも最大可動域を獲得することは困難で、resting length 再現時の肘・手関節および手指の肢位に工夫を要すると思われる。最近では薄筋応用例で肘関節の屈曲角度を症例によって多少変更しているが、至適緊張に関しては今後の経過観察が必要である。

その他多関節再建として注意すべき点をあげると、移植筋肉の限られた滑走距離を有効に作用させるため肘関節部での bowstring 防止のための滑車再建が大切であり、伸筋群あるいは屈筋群の起始部を利用してその下層を通すようにしている。さらに手指伸展あるいは屈曲筋として効果的に作用させるための中軸関節の安定化を目的とした肘伸展再建は不可欠であり全例で上腕三頭筋への肋間神経交差縫合を行うことを原則としている。

### ま　と　め

上肢機能再建における筋肉移植術の手術手技について、おもに多関節再建の問題点について検討し、移植筋肉の選択、筋緊張の調節が良好な機能を獲得する上で重要であることを強調した。

### 参 考 文 献

- 1) 金子和生 他：筋肉移植と神経移行術による腕神経叢麻痺（全型・引き抜き損傷）の手指機能再建、第2報。日手会誌、7: 355-358, 1990.
- 2) Elfman, H.: Biomechanics of muscle with particular application to studies of gait. J. Bone Joint Surg., 48-A: 363-377, 1966.
- 3) 伊原公一郎 他：四肢機能再建における機能的筋肉移植術の検討。日手会誌、7: 252-255, 1990.
- 4) Manktelow, R. T.: Operative Hand Surgery. 2nd ed., by Green D. P., Churchill Livingstone, New York, Edinburgh London, and Melbourne, 1215-1244, 1988.

**質問** 奈良県立医科大学整形外科 矢島弘嗣  
副神経の方が肋間神経よりも成績が良かったと報告されておられますか、その理由として考えられる事を御教え下さい。

肋間神経移行術を行った際、2本を使用した例と3本を使用した例に結果の差がみとめられましたか。

**回答** 山口大学整形外科 伊原公一郎  
副神経と肋間神経とで回復経過に差があるのは運動神経線維の数や割合に両者間で差があるための結果と考えている。

**質問** 東海大学整形外科 岡義範  
末梢部の運動回復に対してすばらしい成績と思いますが知覚が重要だと思いますが、この再建はどうしていますか。

**回答** 山口大学整形外科 伊原公一郎  
基本的に全例に正中神経の知覚再建を行っており、経過のよいものでは手掌部の protective sensation が得られている。

**質問** 東京船員病院整形外科 赤坂嘉久  
伊原先生の結果では大腿直筋では動きがよくなく、広背筋ではよいというのは、筋の緊張によるものなのか、神経によるものなのか。

**回答** 山口大学整形外科 伊原公一郎  
大腿直筋は Excursion が短いため、肘屈曲のみの単関節再建には問題ないとしても肘・手指同時再建には不適であり、拘縮を合併しやすい。

## Wrap-around flap 法による再建母指の知覚の検討

広島三菱病院整形外科

林 淳二・宮下 裕行

田中 信

広島大学医学部整形外科学教室

生田 義和・木森 研治

### Sensory Analysis of the Reconstructive Thumb with Wrap-around Flap

Junji Hayashi, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima Mitsubishi Hospital

We examined our cases whose thumbs were reconstructed with the wrap-around flap to be clarified whether the reconstructed thumb attains a higher sensibility than the donor great toe.

Subjects were nine cases, six males and three females, who were operated on in the Hiroshima University between 1982 and 1989. Six cases were given ipsilateral grafts and three contralateral grafts, age ranged from 20 to 47 years, with a mean value of 29 years. Reconstruction was achieved at the metacarpal to MP joint in one case, at the proximal phalanx to IP joint in five, and at the distal phalanx in three. The postoperative follow-up ranged from ten months to seven years and ten months, averaging two years and eight months. In eight cases bilateral toe planter nerves were sutured each to bilateral digital nerves of the thumb, while the dorsal branch of the deep peroneal nerves was sutured to the radial nerve. Sensory recovery in this eight cases were followed. Sensibility was assessed at the tip, pulp, radial and ulnar aspect of the reconstructed thumb and, for comparison, at the pulp and dorsal aspect of the opposite great toe, by three sensory tests: static-two-point discrimination test (static-2PD), moving-two-point discrimination test (moving-2PD) and Semmes-Weinstein monofilament test for the threshold of touch sensation.

The mean static-2PD values of the reconstructed thumb was 11.1 mm on the pulp, 8.8 mm on the dorsal side, and that of the opposite great toe was 9.6 mm on the pulp, 10.4 mm on the dorsal side. (Fig. 1a) In each two cases had lower static-2PD values on the pulp of the reconstructed thumb than on the pulp of the great toe, three had same values and the other three high values. The mean moving-2PD values of the reconstructed thumb was 8.0 mm on the pulp, 6.7 mm on the dorsal side, and that of the opposite great toe was 8.5 mm on the pulp, 9.1 mm on the dorsal side. (Fig. 1b) When the threshold of touch sensation is divided in to four grades, all reconstructed thumbs and opposite great toes were in the diminished light touch or diminished protective sensation. Two reconstructed thumbs were more sensible than the opposite toes, four thumbs equally sensible and two less sensible.

It seems that several reconstructed thumbs have attained higher sensibility than the donor great toes, particularly on moving-2PD the reconstructed thumb was higher sensible than the opposite great toe in four of five cases more than one year and nine months after operation. Dellen described the correlation of moving-2PD with tactile gnosis. Our results indicate that tactile gnosis, though not

---

**Key words:** thumb, wrap-around flap, transplantation, toe-to transfer, surgical flap

**Address for reprints:** Junji Hayashi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Hiroshima Mitsubishi Hospital, 4-6-20 Kannonshinmachi, Nishi-ku, Hiroshima 733, Japan.

essential for the foot, was regained by reconstructed thumbs through re-educational effect in daily life.

外傷性母指欠損に対し、足よりの組織移植により再建された母指の知覚が元の足趾の知覚より鋭敏となることが、三浪、Foucherなどにより報告されている。今回、wrap-around flap 法により再建された母指の知覚と、元の足趾の知覚と同等と考えられる非ドナー側母趾の知覚との比較を行い、かつ2例の再建母指より得られた皮膚標本の組織学的検索を行った。

#### A) 再建母指と非ドナー側母趾との知覚の比較

##### 1. 症例および方法

対象症例は、昭和57年12月より平成元年12月までに広島大学整形外科にて手術が行われた男6例、女3例、計9例であった。再建側は右5例、左4例で、ド

ナーを同側より採取したもの6例、反対側3例であった。年令は20~47才、平均29才で、再建高位は、中手骨-MP関節1例、基節骨-IP関節5例、末節骨3例で、術後経過期間は7年10ヶ月から10ヶ月、平均経過期間は2年8ヶ月で、全例直接検査を行った。神経縫合は、症例1では母指固有指神経の縫合は1本のみであった。症例2から9は両側底側趾神経2本をそれぞれ母指両側固有指神経に、深腓骨神経足背枝を橈骨神経知覚枝に縫合した。後者の8例の知覚評価の報告を行う。

調査は、各症例で再建母指の指尖、指腹、指背および両側面（ドナー母趾の脛骨側、腓骨側として考慮）の知覚を、非ドナー側母趾の趾腹、趾背と比較した。

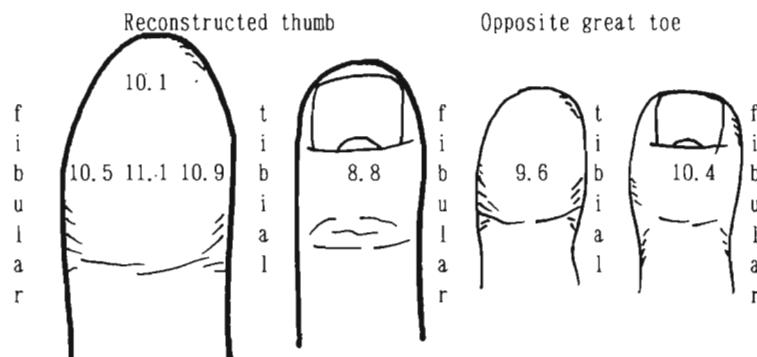


Fig. 1a Static-2 PD

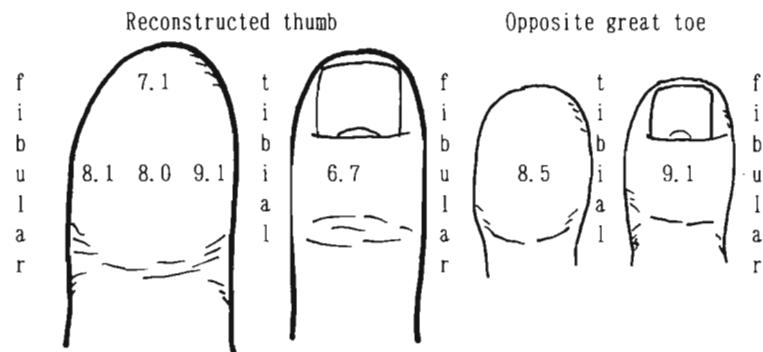


Fig. 1 Comparison of sensibility between the reconstructed thumb and the opposite great toe

比較項目は、static-2PD, moving-2PD, Semmes-Weinstein 触覚計による触覚閾値の3項目である。

## 2. 結 果

Static-2PD の平均値は、再建母指は指腹 11.1 mm, 指尖 10.1 mm, 脊骨側 10.5 mm, 胫骨側 10.9 mm, 指背 8.8 mm, 非ドナー側母趾は趾腹 9.6 mm, 趾背 10.4 mm であり、再建母指の掌側はどの部位でも非ドナー側母趾よりわずかに高値であったが、指背では非ドナー側母趾より低値であった。個々の症例において比較すると、指腹にて再建母指が非ドナー側母趾より低値、つまり知覚鋭敏であった症例は2例であり、同等が3例、鈍麻が3例であった。鋭敏の2例は術後2年5ヵ月以上経過した症例であった(Fig. 1a)。

Moving-2PD の平均値は、再建母指は指腹 8.0 mm, 指尖 7.1 mm, 脊骨側 9.1 mm, 胫骨側 8.1 mm, 指背 6.7 mm, 非ドナー側母趾は趾腹 8.5 mm, 指背 9.1 mm であり、再建母指の値は掌側、背側とともに非ドナー側母趾より低値であった。各症例別の比較では半数の4例が再建母指が非ドナー側母趾より知覚鋭敏であり、同等が2例、鈍麻が2例であった。術後1年9ヵ月以上経過した5症例中4例が知覚鋭敏であった(Fig. 1b)。

Semmes-Weinstein 計を用いて触覚閾値を計測し、Levin らの方法に準じて分類すると再建母指、非ドナー側母趾ともすべて diminished light touch あるいは diminished protective sensation に属した。再建母指が非ドナー側母趾より鋭敏な症例は2例であり、同

等4例、鈍麻2例であり、この結果は static-2PD の結果に類似していた。

再建母指での腓骨側と脛骨側との知覚の比較をおこなうと、s-2PD では同等な症例が4例(腓骨側が鋭敏2例、脛骨側が鋭敏1例)と多かったが、m-2PD では腓骨側が鋭敏な症例が6例であった。

日常生活では全例満足してよく使うとの回答を得たが、5例が冬になると健側に比べ冷たくなるとの訴えがあった。再建母指掌側の一部に角化層肥厚部がありこの部の知覚低下を訴えた症例が4例あり、うち3例は脛骨側に、1例は腓骨側に局在していた。

### B) 再建母指掌側皮膚の組織学的検討

Wrap-around flap 法術後に、再建母指が太いため形成を希望した2例に形成術を行い、その時得られた掌側皮膚より厚さ 100 micron の連続切片を作成し、触覚受容器のうち HE 染色にて識別可能かつ表皮に近接して存在する Meissner 小体を検索し、1 cm<sup>2</sup>あたりの個数を算出した。対象として、arterial embalming 方式による保存屍体より母指および母趾の掌側の皮膚を採取し同様の方法にて Meissner 小体を観察した。

Fig. 2 は症例8、21才男性で、知覚回復の十分得られていない術後8ヵ月に採取された皮膚組織標本であるが、皮膚乳頭は老人変性と同様の偏平化が認められ、Meissner 小体は 1 cm<sup>2</sup>あたり 13 で保存屍体の母趾より少なかった。

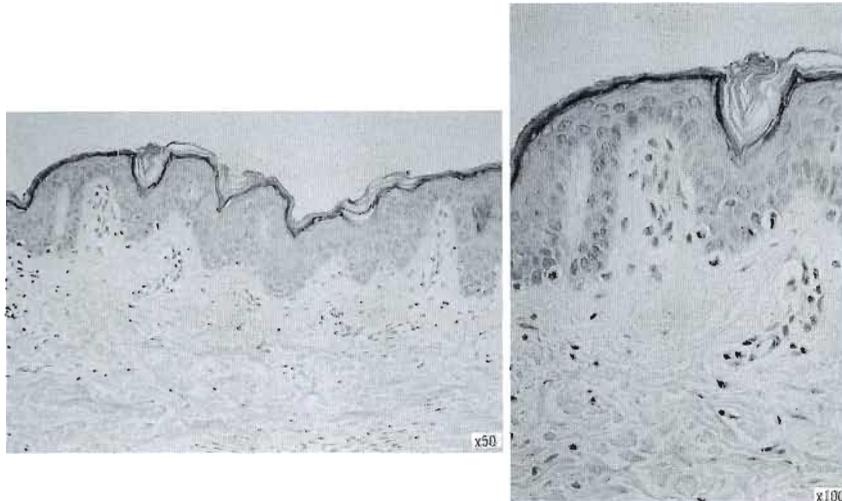


Fig. 2 Case 8 21 years old male, 8 months after reconstruction

Fig. 3 は症例 6, 21 才女性で、術後 1 年 static- 2PD が 15 mm であった時期に採取された皮膚組織標本であるが、皮膚乳頭の形成は正常であり、Meissner 小体は上皮様細胞のまつかさ状配列は完全ではないが、数は  $1 \text{ cm}^2$ あたり 55 で保存屍体の母趾より多かった。対象の老年男性の保存屍体の皮膚組織標本の Meissner 小体は  $1 \text{ cm}^2$ あたり母指で 125、母趾で 21 であった。

## 考 察

足趾よりの移植による再建母指の知覚に関する報告のうち、知覚再教育を採用している施設の成績は採用していない施設の成績より優れており、三浪は第 2 足趾移植 3 例の static-2PD が平均 3.7 mm, Foucher は部分足趾移植 7 例の static-2PD が平均 7.5 mm との報告を行っている。われわれの施設では知覚再教育を行っていないためか、9 症例のうち母指両側固有指神

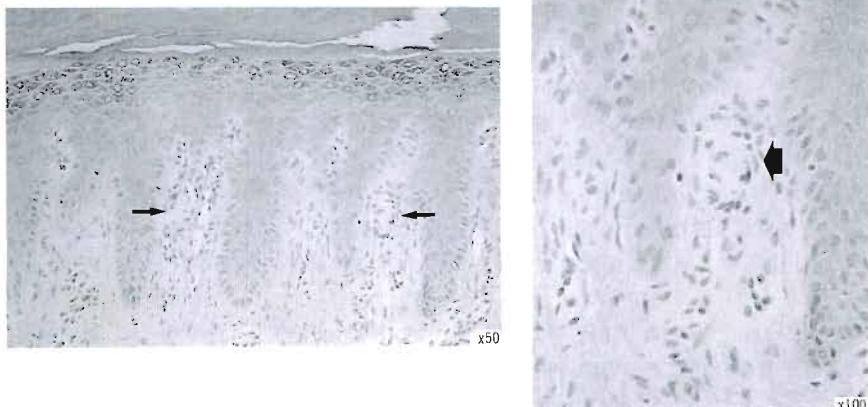


Fig. 3 Case 6 21 years old female, one year after reconstruction, an arrow is the Meissner corpuscle

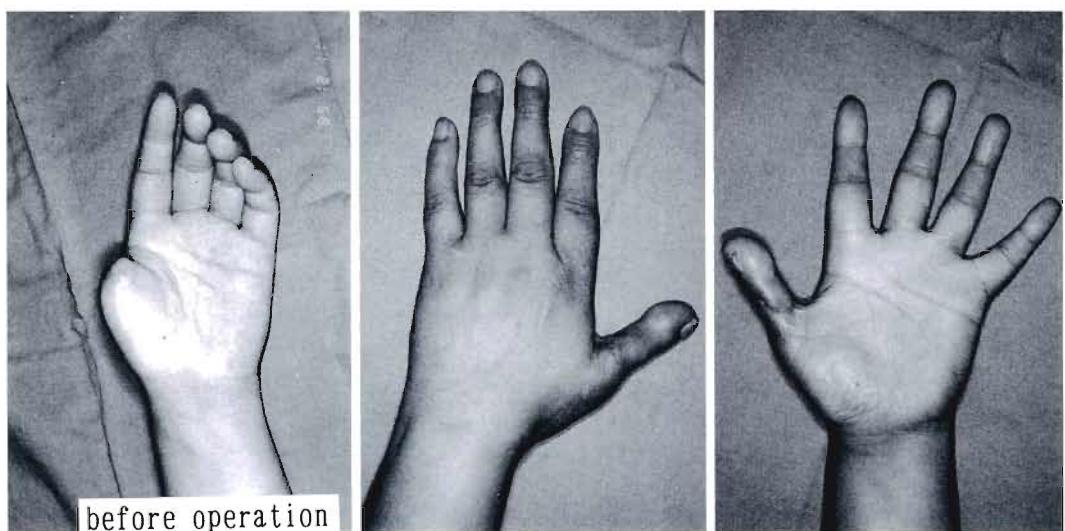


Fig. 4 Case 9 41 years old female, ten months after reconstruction

経および橈骨神経知覚枝を縫合し、かつ術後2年以上経過した4例のstatic-2PD, moving-2PDの平均値は、9.3 mm, 7.5 mmであり前述の2施設より劣り、今後知覚再教育の採用を考慮すべきであろう。

皮膚の知覚受容器のうち、触覚受容器としては受容野の小さいMeissner小体、Merkel触板、Ruffini小体、受容野の大きいPaccini小体、Ruffini小体があり、温覚受容器、痛覚受容器には自由神經終末がある。そのうち、比較的観察の容易なMeissner小体を検索した。Meissner小体の成人正常値は1cm<sup>2</sup>あたり指尖部で140、手掌部で70あり、対象としての老年男性の保存屍体では、母指指腹で125、母指趾腹で21であった。症例6、術後1年、static-2PD 15 mmの再建母指指腹では55であり、症例8、術後8ヵ月知覚の十分えられていなかった再建母指では、わずか13にすぎなかった。わずか2例の観察のため推論の域を脱しないが、Meissner小体はdenervationにより一度は減少するものがreinnervationにより再生され、かつドナーの神經密度により増加するのではないかであろうか。実際に、Meissner小体の対象母趾趾腹より多かった症例6は術後1年9ヵ月現在、moving-2PDは6 mmで非ドナー側母趾8 mmより鋭敏となっていた(Fig. 4)。

#### 参考文献

- 1) Dellen, A. L.: Sensory recovery in replanted digits and transplanted toes; a review. *J. Reconstr. Microsurg.*, 2: 123-129, 1986.
- 2) Foucher, G., et al.: Microsurgical free partial toe

transfer in hand reconstruction; a report of 12 cases. *Plast. Reconstr. Surg.*, 65: 616-626, 1980.

3) Minami, A., et al.: Thumb reconstruction by free sensory flaps from the foot using microsurgical technique. *J. Hand Surg.*, 9B: 239-244, 1984.

4) Morrison, W. A.: Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. *J. Hand Surg.*, 6: 575-583, 1980.

質問 川崎医科大学形成外科 光嶋 熊

新しく出現したと思われるマイスナー小体の形態学的特徴はどうだったか。

回答 広島三菱病院整形外科 林 淳二

確かに、形が完全でない(正常にかなり近いが)の多かった。ただし、組織は回復初期の時期のため、もっと後の組織知覚をみれば、より完全な形態になっていた可能性がある。

質問 新潟手の外科研究所 牧 裕

WAFの知覚が母趾より良くなった原因としては、マイスナー小体の数が増加したためと言うよりは、数が増加せずとも手指に移して、本来の指神經近位端に縫合したため、知覚獲得後、脳の知覚領野での代償が働いたためと考えた方がよいのではないか。

回答 広島三菱病院整形外科 林 淳二

2例と少数であるがマイスター小体の数は、知覚回復時に多くなっているのは事実である。

## 再接着における虚血時間、血管運動反応 および知覚回復の関連性

東京大学医学部整形外科学教室

黒島 永嗣・黒川 高秀

Relationship among Ischemia Time, Vasomotor Function  
and Sensory Recovery in Replantation

Nagatsugu Kuroshima, et al.

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

The replants were studied with admittance plethysmography to clarify the relationship between the duration of ischemia and the postoperative recovery of finger sensory and vasomotor function. The study included 10 replanted fingers, 1 replanted arm and 9 contralateral normal fingers of 8 patients who underwent finger or arm replantation.

Replanted fingers were divided into three groups based on vasomotor reactions; normal reaction group, vasodilation group and vasoconstriction group.

Ischemia time (time from amputation to reperfusion) did not correlate with static two-point discrimination (2PD), while total warm ischemia time (obtained by subtracting the duration of cold storage of amputated finger from the ischemia time) correlated well with static 2PD ( $r_s=0.766$ ).

The finding of various types of vasomotor reactions in the replants suggests that normal vasomotor function cannot be restored by recovery of vasoconstrictor nerves alone, and that vasodilator nerves might be also present in hands and fingers.

1990 年の本学会で、再接着後の血管機能をアドミックタンスプレチスマグラフを用いて観察し、健側と異なる血管反応を示す例があることを報告した<sup>3</sup>。しかし、その意義や要因については未検討である。

一方、再接着は長時間の虚血があっても可能であることは、多くの報告で示されているが、機能回復に対する虚血の影響についての検討は少ない<sup>2,3</sup>。

そこで今回は、再接着された指肢の血管運動機能と知覚に対する、虚血時間の影響を検討し、さらに再接着指が健側と異なる血管運動反応を示したことの生理学的意義を考察した。

### 症例と研究方法

1984 年～1985 年にかけて一定の手術方針に基づいて再接着した 13 症例の中から、追跡調査が 1 年未満の例や乳幼児を除いた、平均 2 年 10 ヶ月（1 年 1 ヶ月～3 年 10 ヶ月）経過した、平均 35 才（10～59 才）の 8 症例 11 指を対象とした。1 例の上腕切断と 2 例の母指節レベル切断以外は、PIP 関節から中節にかけての切開である。健側の 9 指を対照とした。指再接着は、動静脈とも各 1 本の吻合、指神経は動脈吻合側の 1 本のみの縫合を原則としたが、3 例 5 指は神経の損傷が強く修復できなかった。

再接着指の機能として今回、血管運動反応と知覚の

Key words: replantation, ischemia, vasomotor nerve, arteriovenous anastomosis, plethysmography

Address for reprints: Nagatsugu Kuroshima, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.

回復に着目した。血管反応は、両側の指にアドミッターンスプレチスマグラフを装着し、血管の収縮や拡張を誘発する深呼吸と暗算を行わせ、左右同時に測定した<sup>3)</sup>。知覚は静的2点識別覚により評価した。2点識別覚のない場合は、便宜上18mmの値を与えた。このため閾速度の評価に、相関比やSpearman順位相関係数( $\gamma_s$ )を用いた。従来の温虚血時間は、受傷から冷却開始までの時間のことである。さらに受傷時だけでなく術中の温虚血の状態も捉るために、切断部分の冷却保存時間を虚血時間から差し引いた全温虚血時間を算出した。

### 結果と考察

切断から血流再開までの虚血時間と静的2点識別覚との間に、相関を認めなかった(Fig. 1:  $\gamma_s = -0.07$ )。これは従来の報告とかわらない<sup>2)4)5)</sup>。

しかし、症例の中には今回の切断受傷前に神経損傷の既往のある1例と10歳の若年者1例が含まれていた。そこでこの2例を除外し、さらに虚血時間から冷却保存時間を差し引いた全温虚血時間を評価に使用すると、静的2点識別覚との相関は $\gamma_s = 0.766$  ( $n=9$ ,  $P_{\text{Pr}}(\gamma_s \geq 0.75) = 0.013$ )となり、温虚血が知覚回復に影響を与えていていることを示すことができた(Fig. 2)。

昨年報告したように<sup>3)</sup>、健側の血管反応との比較から再接着指を3群に分類した。健側と患側の血管反応に差のない3例4指は、正常反応群とした。2例3指の血管拡張群は、健側では常に血管収縮反応のみを示

す一方、再接着側で刺激に対して血管拡張反応を認めた群である。4例4指の血管収縮群は、再接着指の血管収縮反応が健側指よりも長く続いた群である。これらの血管運動反応分類と虚血時間との相関比は0.36、血管運動反応分類と全温虚血時間とでは0.23であった。前述の2例を除外した場合でも、相関比は各々0.20と0.38で有意な関連を認めなかった。虚血と血管運動反応分類との間に関連が認められなかったのは、血管反応を決めている因子が複数あり、各々の虚血に対する抵抗性や感受性が異なるためと考えられる。すなわち、血管運動神経も血管収縮神経以外の関与の可能性があると考えられる。

### アドミッターンスプレチスマグラフの観察結果の重要性

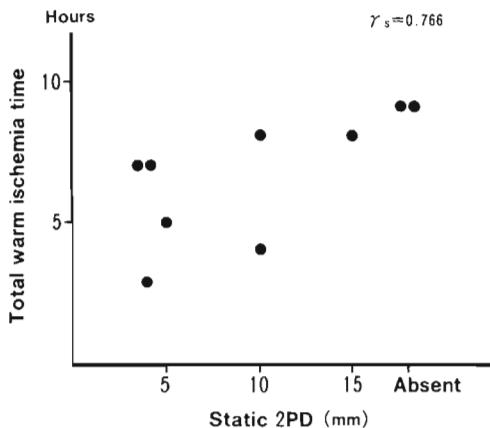


Fig. 2 Relationship between total warm ischemia time and static two-point discrimination. Two cases were excluded from Fig. 1. See text for details.

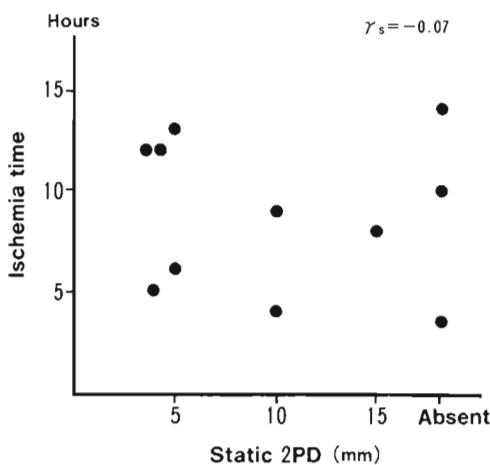


Fig. 1 Relationship between ischemia time and static two-point discrimination.

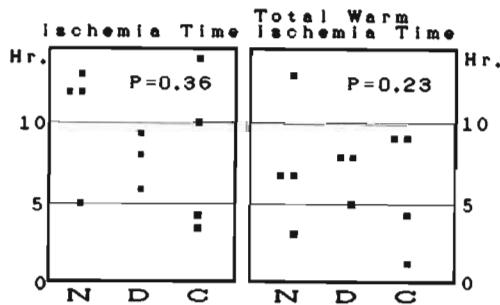


Fig. 3 Relationship between ischemia time and vasomotor reactivities of the replants: P, correlation ratio; N, normal reaction group; D, vasodilation group; C, vasoconstriction group.

なポイントは、健側と患側（対照を対側にしたので実際は左右）で異なる血管反応を認めたことにある。血管運動神経について生理学では、血管拡張神経は上肢の近位に分布しているが手・指には存在せず<sup>①</sup>、血管収縮神経の單一支配になっているとされてきた。したがって、切断後、再接着により血管収縮神経が再生するだけであれば、その血管反応の程度に差はあってもその性質が健側と患側で異なることはありえない。一方、血管拡張作用をもつβ受容器が指に存在するとの報告もあるが、神経支配はなく循環するカテコールアミンに反応するといわれ<sup>②</sup>、したがってこれも左右同じ性質の反応を引き起こすことになる。

ところが再接着指で観察された反応は、例えば血管収縮群では、深呼吸に対する血管収縮反応が回復しているので血管収縮神経も再生していると考えられる。しかし刺激に対する血管収縮群の血管反応は、正常反応群や健側の指と異なり、いったん血管が収縮すると刺激停止後の元の状態への復帰が遅れる。これは正常な指血管機能回復には、単なる血管収縮神経の再生だけでは不十分で、別の血管調節機構があることを示していると考えることができる。

また血管拡張群では、明瞭な血管拡張反応を患側のみに認めた<sup>③</sup>。とくに深呼吸に誘発される血管拡張反応は、深呼吸開始と共に始まる非常に早い反応なので、遠隔部で分泌されたカテコールアミンが循環して手指に到達して起こした反応とは考えにくい。したがってこの反応は神経性のもので、しかも指容積の急速な増大が起こることから、その作用点は動脈吻合部にあると考えられる。以上から、これまでその存在を証明されていない血管拡張神経が指にも分布していて、神経が回復する際、血管収縮神経と血管拡張神経の再生に差が生じるために、左右で異なる血管反応が観察されたと考えると、この現象を説明できる。

### 結論

虚血時間は再接着指の機能回復に影響を与えないといわれているが、全温虚血時間と知覚成績は相關する

ことがわかった。

再接着指と健側指の血管反応の違いは、血管収縮神経の回復だけでは血管運動機能は正常とならないことと、手・指にも血管拡張神経が存在する可能性を示している。

### 文 献

- Cohen, R. A., et al.:  $\beta$ -adrenergic vasodilator mechanism in the finger. *Cir. Res.*, 49: 1196-1201, 1981.
- Gelberman, R. H., et al.: Digital sensibility following replantation. *J. Hand Surg.*, 3: 313-319, 1978.
- 黒島永嗣、他：*Admittance Plethysmography*による再接着指の血管運動神経回復の観察. 日手会誌, 7: 491-494, 1990.
- Lee Dellon, A., et al.: Sensory recovery in replanted digits and transplanted toes: A review. *J. Reconstr. Microsurg.*, 2 (2): 123-129, 1986.
- Manke, D. A., et al.: Hemodynamic studies of digital and extremity replants and revascularizations. *Surgery*, 88: 445-452, 1980.
- Roddie, I. C., et al.: The contribution of constrictor and dilator nerves to the skin vasodilation during body heating. *J. Physiol. London*, 136: 489-497, 1957.

**質問** 琉球大学整形外科 金谷 文則  
報告の中で神経縫合を行わなかった3例5指が含まれていますが、これらの例を、温虚血とs-2 PDの回復を比較するのに使うのは不適当だと思いますがいかがでしょうか。

また神経を1本しか縫合していない場合、どこの2PDを計測したのでしょうか。

**回答** 東京大学整形外科 黒島 永嗣  
神経を縫合していない群と指神経一本縫合群を静的2点識別覚についても比較してあるが、今回のような指PIP関節から中節にかけての再接着例では、神経縫合の有無の影響は認められなかった。

その他—基礎—

## 豆状三角関節軟骨面における解剖学的検討

聖マリアンナ医科大学整形外科学教室

津田敦彦・別府諸兄  
長尾悌夫・三好邦達

東京慈恵会医科大学第一解剖学教室

小杉一夫

### An Anatomical Study for the Pisotriquetral Joint

Atsuhiko Tsuda, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, St. Marianna University School of Medicine

Pisiform bone is still functionally unknown as compared with other carpal bones. The degenerative change of the pisotriquetral joint is thought to be one of the causes for the chronic wrist pain on the ulnar side of the palm. But no anatomical precise report has been found. We performed anatomical study for the cartilage surface of pisotriquetral joint.

#### Materials and Methods

This study consisted of 125 wrist joints from 74 cadaveric specimens. The 84 males and 41 females ranged from 18 to 97 years old (average 68 yrs. old). Radiological examination (Fig. 1), macroscopical evaluation (Grade 0 to III : Fig. 2) were performed. The cartilaginous surface was divided eight sections (division 1 to 8 : Fig. 3)

#### Results

- 1) Radiological examination and macroscopical evaluation showed that degenerative change of joint surface increased with age and females had stronger degenerative changes than males.
- 2) The degenerative change of the joint surface was greater on the pisiform bone than on the triquetral bone. Especially, divisions of pisiform bone (No.: 1, 2, 3, 8) were the most common degenerated area.
- 3) Comparative study of the bilateral wrist joints from 51 cadaveric specimens showed that the degenerative change of the pisiform bone was more often in the right hand than in the left hand.

#### I. はじめに

豆状骨の可動性は他の手根骨とは異なり、その機能的意義に関しては不明な点が多い。また、日常臨床において、手関節掌尺側に慢性の疼痛を訴える病因として豆状三角関節の関節症変化も考えられるが、その詳

細な報告はない。そこで、われわれは遺体標本を用いて豆状三角関節軟骨面の解剖学的検討を行ったので報告する。

#### II. 対象

東京慈恵会医科大学の系統解剖用遺体標本 74 体

Key words : pisotriquetral joint, pisiform bone, triquetral bone

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

125 手を対象とした。内訳は男性 49 体 84 手、女性 25 体 41 手、右 64 手、左 61 手で年齢は 18~97 歳（平均 68 歳）であった。51 体 102 手に関しては両側を比較観察した（Table 1）。

### III. 方 法

①単純 X 線撮影を行い 30° 回外位での斜位像

（semisupine view）<sup>1)</sup>より豆状三角関節の退行性変化を、正常、関節面の狭小化、骨硬化像、骨棘形成の 4 つに分類した（Fig. 1）。②豆状三角関節を掌橈側より展開し、豆状骨および三角骨各軟骨面の変性の程度を、Grade 0（正常）・Grade I（表面の変色・粗糙）、Grade II（軟骨内にとどまる潰瘍）、Grade III（軟骨下骨の露出）に分類し（Fig. 2），更に病変部位の検討（豆状骨

Table 1 Distribution of cadaveric specimens

Age of subject	No. of subject	Sex		Side	
		M	F	R	L
1st decade	1 (1.3)	0	1	1	1
2nd decade	1 (1.3)	0	1	1	1
3rd decade	2 (2.6)	2	0	2	2
4th decade	7 (9.3)	5	2	6	5
5th decade	10 (13.3)	9	1	10	9
6th decade	11 (14.8)	11	0	10	8
7th decade	20 (26.7)	11	9	15	16
8th decade	19 (25.4)	10	9	15	15
9th decade	4 (5.3)	2	2	4	4
Total	75 (100%)	50	25	64	61
mean age	(68 yrs.)	(67 yrs.)	(71 yrs.)		

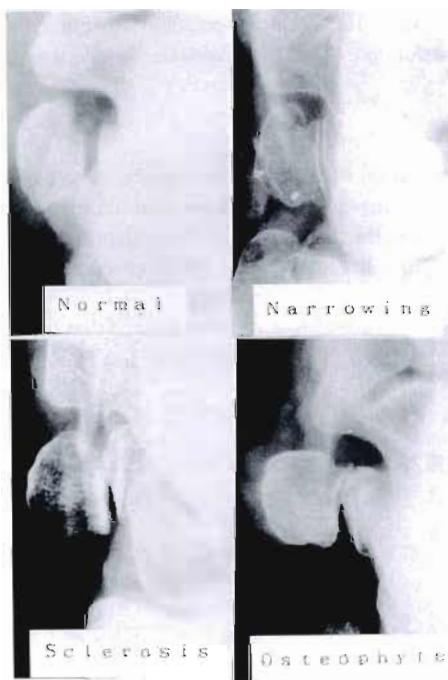


Fig. 1 Radiological classification of pisotriquetral joint

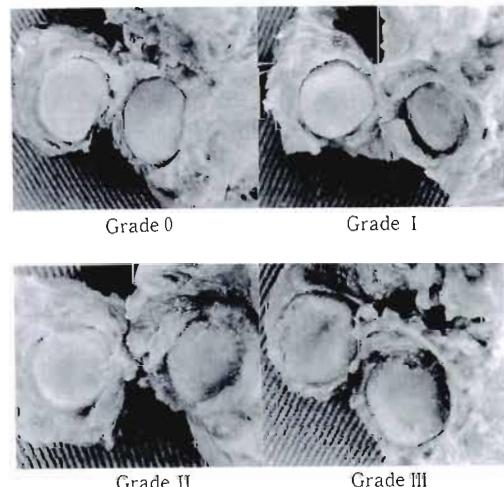


Fig. 2 Macroscopic classification of pisotriquetral joint surface

左は時計回り、右は反時計回りに遠位より橈側方向に  
関節面を8分画し、三角骨左は反時計回り、右は時計  
回りに分画した。)を行った(Fig. 3)。以上の検索項目  
について、年令、性差、左右差も含めてそれぞれの相  
関の有無を検討した。

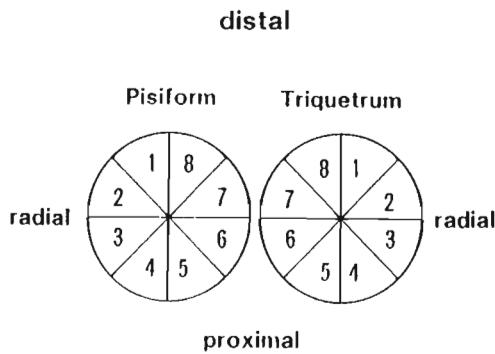


Fig. 3 Division of cartilaginous surface (right wrist joint)

#### IV. 結 果

①単純X線所見：年齢に伴って変性は進行する傾向にあり、性差に関しては、関節裂隙の狭小化、骨棘形成において著明な差は認めないが、骨硬化は女性31.7%，男性26.2%と女性に多い。②Grade別年令分布：豆状骨、三角骨とともに加令により軟骨変性的程度は強くなった。関節症性変化の程度をみると、男性は半数近くがGrade 0にとどまったのに対し、女性はGrade I, IIに進行するものが多い傾向が見られた。③豆状三角関節の軟骨面においては、豆状骨の第1, 2, 3, 8分画に程度の高い変化を認めた(Fig. 4)。④豆状三角関節軟骨変性のType別分類：軟骨面変性の形状を、Type 1 正常、Type 2 辺縁型、Type 3 中心型、Type 4 混合型、の4つに分類した。辺縁型、混合型においての性差は認めないが、女性豆状骨では中心型が多く認められた(Fig. 5)。⑤性差では、女性豆状骨の第1, 2分画に強い軟骨変性を認めた( $P < 0.05$ )。三角骨では女性の第6分画に強い変性を認めた( $P < 0.01$ )。⑥51体102手に関する関節症性変化の左右差では、豆状骨の右側にGrade I, IIIの割合が多いが、

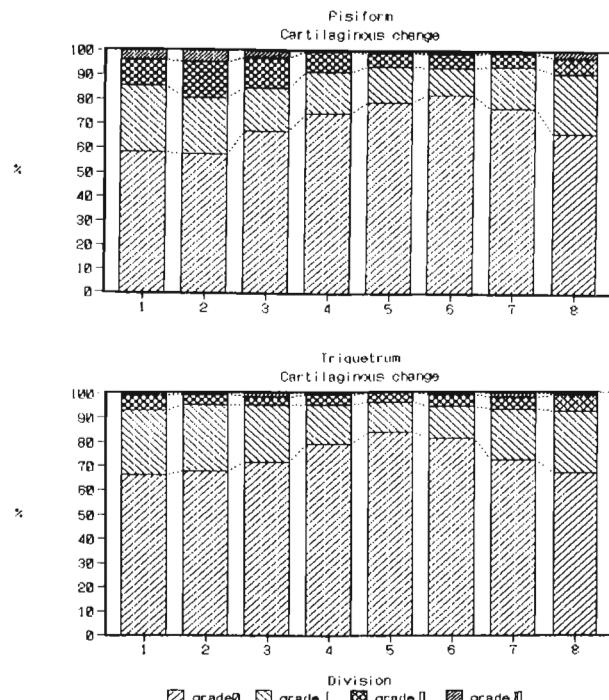


Fig. 4 Division of cartilaginous change

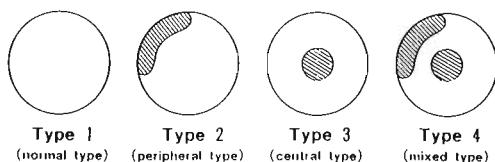


Fig. 5 Classification of cartilaginous change

三角骨では著明な左右差は認めなかった。

### 考 察

豆状骨は手根骨の安定性において重要な役割を果たし、その安定性を保つために豆状骨には7つの韌帯、腱と豆状三角関節包が付着している<sup>2)</sup>。豆状三角関節の変性は単純X線上では女性の豆状骨に多い傾向にあり剖検所見と一致する。これは個々の関節について女性は男性に比べ関節が柔らかい傾向にあり、豆状三角関節に関しても女性は可動性が大きいため変性が生じやすいとも考えられた。両側を比較検討し得た51体102手では、右側に変性が多い結果となった。溝口ら<sup>3)</sup>によれば、書く手を利き手とした場合、日本人では右利きが96.7%と圧倒的に多く、そのため右側に変性が多いのではと考える。また、透視下にて豆状骨の動きを確認したところ、掌屈では近位に移動しつつ掌側に浮き上がり、背屈時には遠位に移動しながら三角骨を圧迫する傾向がみられた。握り動作においても背屈と同様の動きを確認した。このような縦の動きにより軟骨面に部分的な圧が加わる結果変性が生じるのではないかと考えるが今後更に究明して行く所存である。

### ま と め

- 1) 解剖用遺体74体125手を対象に豆状三角関節軟骨面の変性状態を観察した。
- 2) X線所見、肉眼所見とともに、関節変性は年令に伴い進行するが、その頻度および程度は女性に著明であり、また三角骨より豆状骨に多かった。
- 3) 豆状骨軟骨面の変性は、第1, 2, 3, 8分画に多く、女性の第1, 2分画、三角骨の第6分画に有意な差を認めた。
- 4) 変性の形状分類では、女性豆状骨にType 3の中心型が多く認められた。
- 5) 両側を比較検討し得た51体102手では、変性は右側豆状骨に多い傾向を認めた。

### 文 献

- 1) Vasilas A., Grieco R. V., Bartone N. J.: Roentgen aspects of injuries to the pisiform bone and pisotriquetral joint. *J. Bone Joint Surg.*, 42-A : 1317-1328, 1960.
- 2) Paley, D., et al.: Pathologic condition of the pisiform and pisotriquetral joint. *J. Hand Surg.*, 12-A : 110-119, 1987.
- 3) 溝田優司：左ききの話し。こどもの科学教室, 1987.

**追 加** 熊本整形外科病院 田嶋 光  
OA変化のないchondromalaciaとも言える例がある。完全寛解は少なく、この部に圧がかからないよう手を使っているようである。

## 有鉤骨鉤の役割に関する一考察

産業医科大学整形外科学教室

古川英樹・鈴木勝己  
南芳樹・鶴野寿一  
増田郷史

### The Roll of the Hook of the Hamate

Hideki Furukawa, et al.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine,  
University of Occupational and Environmental Health

Fracture of the hook of the hamate frequently fails to unite. In symptomatic nonunion, surgical excision of the hook has generally provided relief of pain. But grip power is often diminished after excision secondary to the loss of the pulley effect of the hook on the flexor profundus to the ring and little finger.

We describe a new axial radiographic view of the carpus that permits excellent visualization of the hamate hook. It seems that this film indicates the hamate hook is important to assist the power grip as the outer block in the ring and little finger in addition to the pulley effect of the flexor profundus.

### はじめに

保存的治療により骨癒合が得られなかった有鉤骨鉤骨折に対する観血的治療については、現在骨片摘出術が主流をなし成績も安定している。しかし power grip を要求されるプロスポーツ選手などにおいては有鉤骨鉤摘出により握力の低下をきたしスポーツ復帰に失敗した例などもあり、安易な骨片摘出に対する批判も散見される<sup>3,5)</sup>。われわれは有鉤骨鉤の役割について検討するために新しく考案した X 線撮影を行った。

### 撮影方法

有鉤骨鉤の X 線による読影は、通常の手関節 2 方向撮影では困難であり、これまで手根管撮影や手関節回外、橈屈位撮影<sup>4)</sup>などの工夫を必要とした。正確な描出が困難であった有鉤骨鉤を撮影するためには、母指お

よび母指球部を排除した小指球部の側面像が必要であり、bar を grip することにより、これを表現した。

カセットに垂直に固定した直径 3 cm のアクリルパイプを Fig. 1 のごとく手関節をやや背屈位にて power grip させ小指球部をパイプに密着させた後、パイプの中心軸に X 線を照射し有鉤骨鉤の側面像を描出した。その結果、今まで描出することが困難であった有鉤骨鉤の側面像が一律に正確に描出できた (Fig. 2)。

また grip をカセットに密着させると小指球部の尺側膨隆のため手関節が橈屈し power grip しづらくなることを考慮し、Fig. 3 のごとくパイプの固定台を 25 度屈曲させた。これにより手関節は正中～軽度尺屈位となるため power grip が可能となり有鉤骨鉤は、より基部まで観察できた。

**Key words:** fracture, hook of hamate

**Address for reprints:** Hideki Furukawa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807, Japan.

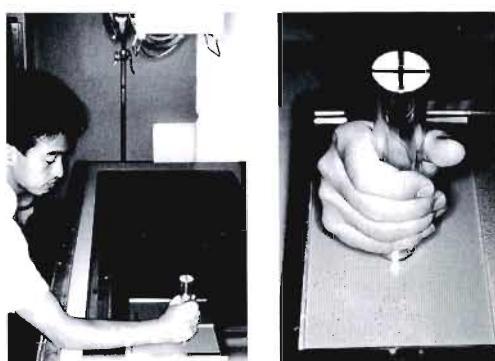


Fig. 1 A new axial radiographic view of the hook of the hamate.

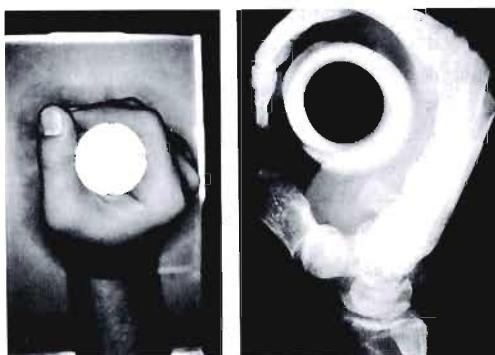


Fig. 2 A precise lateral view of the hook of the hamate.

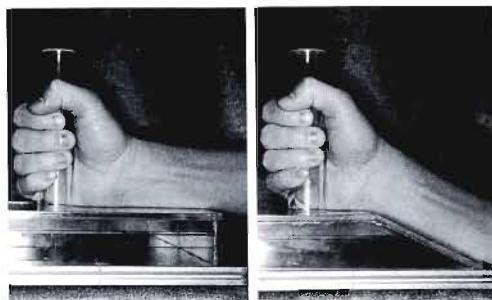


Fig. 3 Left: The wrist is radial deviated. Grip power is diminished in this position.  
Right: A new axial radiographic view of the hamate. It is possible that one can grip powerfully in ulnar deviation of the wrist.

## 考 察

有鉤骨鉤の役割について成書には

①手根管の尺側壁形成

②短小指屈筋・小指対立筋の起始

③尺骨神経・動脈の保護

の3つの記載がある。しかし有鉤骨鉤自体がgripの補助をしているとの記載は、どの成書にも見られない。

有鉤骨鉤骨折に対して鉤摘出術を施行した報告<sup>1)2)4)6)</sup>では多くの場合、grip powerの回復は比較的早く、特に術後、問題はなかったとしている。しかし、Watsonら<sup>5)</sup>は有鉤骨鉤摘出後、手関節尺屈時には4・5指深指屈筋腱のブーリー効果の減弱が見られ、4・5指のgrip powerは、試算によると約11%の減少すると述べている(Fig. 4)。従って、4・5指のgrip powerの減少は、母指と内側4指の対向力で計測する握力計では、データとして現れない例が多いと思われる。

以上のブーリー効果に加え、有鉤骨鉤は手の尺側の縦のアーチ上に存在しており4・5指の屈筋力に対して物理的対向力となっている(Fig. 5)。

小指球部の皮膚は母指球部に比べ有意に肥厚し、この部位にはKaplanが、“the most mysterious muscle”と述べている短掌筋(Palmaris Brevis)が停止している。成書においては短掌筋の機能として“小指球部にシワを作る”などの表現をされているが、本来の機能は、有鉤骨鉤を含む深部組織と皮膚を固定し強い圧力によっても支持性が失われないように作用していると思われる(Fig. 6)。

以上の考察より若年者および一流スポーツ選手においては、安易に骨片の摘出を図るべきではなく、とく



Fig. 4 An MRI through the flexor tendons demonstrates the significance of the hook of the hamate as a pulley mechanism.

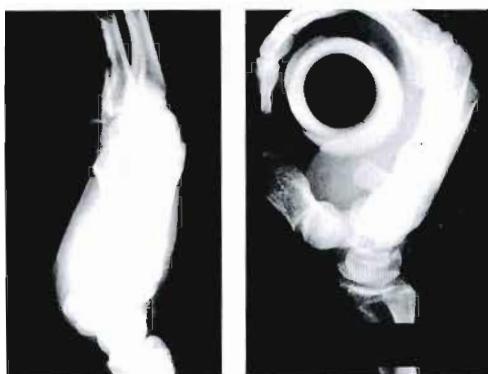


Fig. 5 The hook of the hamate is situated at the longitudinal arch of the hand.

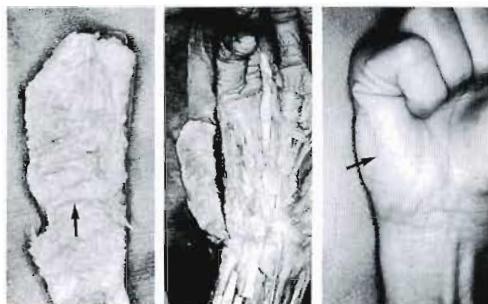


Fig. 6 Palmaris brevis muscle is embedded in the hypothenar fat pad. It seems that the hypothenar eminence is fixed by this muscle when contracted.

に新鮮骨折においては出来るだけ骨癒合を図るべきであると思われる。

### ま　と　め

I. 有鉤骨鉤の側面像を一律に描出できる、新しい撮影法を考案した。

### II. 有鉤骨鉤の欠損は

- ①4・5指に対する小指球部の対向力の低下
- ②手関節尺屈時の4・5指深指屈筋腱の滑車効果の減弱

の2つの理由により grip power の減弱をきたすことが危惧される。

### 文　献

- 1) Bishop, A. T.: Fracture of the hamate hook. J. Hand Surg., 13A : 135-139, 1988.

- 2) 伊藤恵康: 有鉤骨鉤骨折の手術的治療. OS NOW., 1 : 80-85, 1991.
- 3) Khan, M. I.: Fracture of the hook of the hamate. [Letters to the editor]. J. Hand Surg., 11A : 146-147, 1986.
- 4) Papillion, J. D.: Radiographic evaluation of the hook of the hamate: A new technique. J. Hand Surg., 13A : 449-451, 1988.
- 5) Watson, H. K.: Nonunion of the hook of the Hamate: An argument for bone grafting the non-union. J. Hand Surg., 14A : 486-490, 1989.
- 6) Smith, P.: Excision of hook of the Hamate: A retrospective survey and review of the literature. J. H. Surg., 13A : 612-615, 1988.

**質問・発言** 江川整形外科形成外科 江川 雅昭  
有鉤骨鉤側面像を描出するための優れたアイデアと思う。ただ、骨折の好発部位である基部を描出すること、斜骨折を描出することは困難であろう。実際の症例に応用された御経験があれば御教示願いたい。

**回答** 産業医科大学整形外科 古川 英樹  
実際に hook に骨折があった場合、小指球部をパイプに圧着させることが困難となり基部が見えにくいことも考えられます。その際は、bar の形状を逆円錐型に上方を太くすると回外効果が出て、見やすくなると考えます。

**質問** 聖隸浜松病院整形外科 須川 熊  
①Watson がプロゴルファーの摘出例で復帰不能であったという報告があるが、ゴルフの場合は尺側2指で強く、しかも尺屈して握るので上記のことは起り得るが、野球 grip では必ずしも問題は表面化しないのではないか。

②橈屈で握力が出ず、尺屈で強力となるという記載があるが power grip は前腕回内位では橈屈背屈位、中間位及び回外位で手関節尺屈位で力が出るものと考える。Grip power は前腕回旋位で、橈、尺屈どちらになるか決まると思います。

**回答** 産業医科大学整形外科 古川 英樹  
①ゴルフクラブのように bar の直径が 2 cm 位になりますと 2・3 指の握力は、ほとんどなくなり 4・5 指のみで grip しているようになるため、影響が出やすいと考えます。従ってグリップの直径が 3 cm 位になるバットの場合は、影響が出にくいくと思われます。

②御指摘のように前腕回内位においては橈屈の方が power grip しやすいと思います。われわれの場合は中間位でしたので固定台を 25° 尺屈させましたが、実際

には小指球部の膨隆があり、手関節は正中～軽度尺屈位にしかなっていないと思います。

## 指伸筋の解剖学的検討

### 第 1 報：筋腹の分裂について

成羽病院整形外科

小倉 丘

赤堀整形外科

赤堀 治

### An Anatomical Study of the Extensor Digitorum Muscle —1. The Split of The Muscle Belly—

Takashi Ogura, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Nariwa Hospital

Isolated extension of the MP joint of middle and ring finger is restricted due to 1) fusion of the muscle belly of the extensor digitorum and 2) intertendinous junction of the muscle.

We examined the fusion of muscle belly of the extensor digitorum.

77 forearms were examined out of 52 cadavers at Okayama University during 1989. The split point of the muscle belly was measured as the distance from the distal end of the ulna. The distal end of the muscle belly (musculotendinous junction) for each finger was also measured in the same way. "The split index" that represents the free extension mobility of each finger was then calculated from these data as below. Split index = (split length)/(full length of belly) × 100; split length of belly = (split point) - (distal end of belly for each finger), full length of belly = (proximal end of belly) - (distal end of belly for each finger).

The mean split index of the 77 forearms was 54 for the index finger, 22 for the middle finger, 12 for the ring finger, and 26 for the little finger; giving an order of the index > little > middle > ring finger. This order was the same as the mobility of fingers observed clinically.

Further investigation of the intertendinous junction is necessary to discuss mobility of the extensor digitorum muscle.

#### 目的

筋腹の分裂-癒合状態について検討したので報告する。

#### 方 法

1989 年に岡山大学医学部で学生系統解剖実習に供された 52 体（男 30 女 22）の上肢において指伸筋を観察し、うち計測値の得られた 77 上肢（右 39 左 38）において、指伸筋筋腹各指成分の分裂点（各筋束を遠位側から無理なく分離しうる最も遠位の点）と筋腱移行

指 MP 関節の伸展は隣接指の影響を受け、特に中指と環指は単独伸展が制約されている (Fig. 1)。この原因として、指伸筋近位部での筋腹癒合、遠位部での腱間結合の存在などが挙げられるが、その詳細に関しては必ずしも明確でない。そこでわれわれはそのメカニズムを解明するための第一歩として、今回は指伸筋筋

Key words: anatomy, extensor digitorum, muscle belly, split index

Address for reprints: Takashi Ogura, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Nariwa Hospital, 301 Shimohara-a, Nariwa-cho, Kawakami, Okayama, 716-01, Japan.



Fig. 1 Difference of isolated active extension of each finger at flexion of other fingers.

点(筋線維の観察できる最遠位点)を尺骨遠位端を起點とした距離として計測した(Fig. 2)。ただし環指成分と小指成分が筋腱とも全長にわたり癒合している7肢は除外した(上記77上肢に含まれない)。

この結果から筋腹各指成分の自由度を表す一つの指標として、筋腹長に占める分裂長の百分率を求め、「分裂指数(split index)」とした。すなわち分裂指数=(分裂長/筋腹長)×100。ただし分裂長=分裂点-筋腱移行点。筋腹長=筋腹近位端-筋腱移行点。屍体肘関節が必ずしも完全伸展しないため、筋腹近位端は尺骨近位端とした(Fig. 2)。

## 結 果

1. 各指の分裂点をTable 1(A~D)に示す。大きい方から示指一中指、中指一環指、環指一小指、小指一小指伸筋間の順であった。

2. 各指の筋腱移行点を同じくTable 1(a~d)に示す。大きい方から、中指、環指、示指、小指各成分の順で、中指成分は最も長い腱を持つ。

3. 筋腹各指成分の分裂長はTable 2(A-a~D-d)のように、示指、小指、中指、環指の順であった。

4. 各指の分裂指数を表2に示した。77上肢の平均値は、示指54、中指22、環指12、小指26であった。

## 考 察

指MP関節の屈曲は各指が比較的自由であるのに対して、伸展は隣接指の影響を受けやすい。すなわち他指MP関節を最大屈曲させた場合の単一指の自動伸展を「単独伸展」とし、この可動域を「単独伸展域」と定義すれば、示指と小指は単独伸展が可能であるが、中指は困難で、環指はほとんど不可能であり、各指単独伸展域は大きい方から示指>小指>中指>環指の順である(Fig. 1)。これらの差は1)筋腹の癒合、2)腱間結合の存在、さらに3)示指と小指には固有伸筋があるためであるとされるものの、解剖学的に詳細に検討した報告は見られない。われわれは各指単独伸展域の

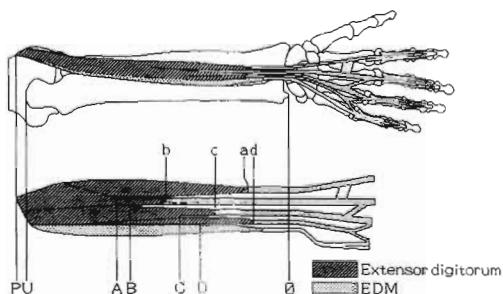


Fig. 2 Method of measurement and calculation of "split index". Measurement was taken from the distal end of the ulna (0) to each point below.

A ; split point of extensor digitorum muscle belly between the elements of the index and middle fingers.

B ; split point of the belly between the middle and ring finger.

C ; split point of the belly between the ring and little finger.

D ; split point between the extensor digitorum muscle for the little finger and the extensor digiti minimi muscle.

a ; distal end of the extensor digitorum muscle belly for the index finger (musculotendinous junction).

b ; distal end of the belly for the middle finger.

c ; distal end of the belly for the ring finger.

d ; distal end of the belly for the little finger.

U ; proximal end of the ulna.

P ; proximal end of the extensor digitorum muscle belly.

Split length of each belly = (A, B, C, D)-(a, b, c, d)

Full length of each belly = P-(a, b, c, d) = U -(a, b, c, d)

Split index = (split length)/(full length) × 100

差に筋腹の癒合がどのように関わっているかを検討するため、解剖学的観察と計測を試みた。

指の可動域は腱の移動距離に比例するが、上羽によれば、腱の移動距離は筋収縮距離により決定され、生理的筋収縮距離は筋線維の長さに比例するとされる<sup>11</sup>。指伸筋の筋腹は近位では互いに癒合するが、遠位

Table 1

		Distance from distal end of ulna to split point of muscle belly				Distance from distal end of ulna to distal end of each belly				Length of the ulna
	n	A	B	C	D	a	b	c	d	U
Male Right	22	159.4 cm	153.3	102.6	93.1	48.5 cm	118.5	83.4	33.2	252.1 cm
Left	22	160.5	150.8	107.6	89.0	49.2	121.6	82.6	34.7	250.7
Female Right	17	148.7	143.4	95.4	80.7	57.3	122.7	81.7	36.2	225.3
Left	16	142.8	134.6	91.8	80.8	53.6	111.9	73.6	29.1	225.9

Table 2

		Split length of each belly				Split index for each finger			
	n	A-a	B-b	C-c	D-d	Index	Middle	Ring	Little
Male Right	22	110.9 cm	34.8	19.2	60.0	54.2	24.9	11.6	27.6
Left	22	111.3	29.2	25.0	54.2	55.0	22.2	14.4	24.7
Female Right	17	91.4	20.7	13.7	44.5	54.1	19.1	9.9	23.1
Left	16	89.3	22.7	18.2	51.7	51.4	19.4	12.7	26.2
Mean	77					53.9	21.7	12.3	25.5
± sd						±9.3	±10.0	±9.9	±9.7

では分裂して各指成分に分かれる。この分裂点は各成分間で異なり、筋腱移行点も各成分により異なっている。すなわち指伸筋の線維の長さは各指成分により異なるのみならず、隣接指成分に拘束されない分裂部分の長さ（分裂長）もまちまちである（Fig. 3）。この分裂長が各指単独伸展域の差に影響を与えると考えられるが、分裂長のみの比較では筋腹長の違いが反映されない。そこで筋腹長に占める分裂長の百分率を「分裂指数」として、筋腹各指成分の自由度を代表する一指標とした。

筋腹の分裂点・筋腱移行点の計測値は、男女間で差はあるものの、おのの左右差は僅少であった。分裂長も同様で、男女・左右とも示指成分はその他に比して大きい。この結果、分裂指数は大きい方から示指>小指>中指>環指の順であった。これは生体における各指の単独伸展域の大きい順位と同様である。このことから、各指の単独伸展域には筋腹各指成分の自由度が関与していると言える。

### 結語

1. 解剖屍体 52 体の指伸筋筋腹を観察し、77 上肢で筋腹各指成分の分裂点と筋腱移行点を計測し、分裂長、分裂指数を求めた。
2. 分裂指数は、大きい方から示指>小指>中指>環指の順であった。

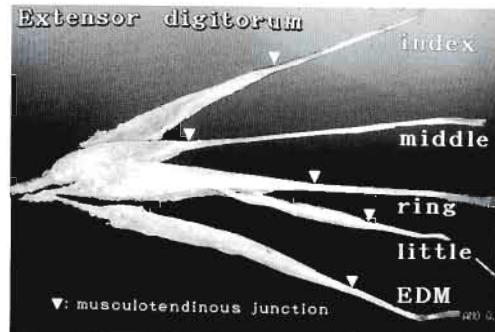


Fig. 3 Splitting of the extensor digitorum for each finger and the extensor digiti minimi.

3. 各指の単独伸展域には筋腹各指成分の自由度が関与している。

4. 今後は腱間結合について検討の予定である。

### 文 献

- 1) 上羽康夫：手、その機能と解剖。第 2 版、金芳堂、京都市、97-98、1985。

### 質問

解剖学書の中には腱間結合を切れば各指の伸展が可能になると書かれたものがあり、それには疑問があるが、どうか。

回 答 成羽病院整形外科 小倉 丘  
腱間結合を切れば単独伸展が可能となるという説には疑問があります。それは筋腹がこのように癒合しているためと思われます。示指成分は比較的独立しているので腱間結合を切ろうと切るまいと示指の単独伸展は可能と考えられますが、他指とりわけ中指と環指は腱間結合を切っても単独伸展は出来ないと考えます。各指の単独伸展を拘束する要因として腱間結合と筋腹のいずれが大きな役割をになうのかは今後の検討課題

と考えます。

#### 質 問

腱間結合を切ると腱が不安定になるのでは。

回 答 成羽病院整形外科 小倉 丘  
私にはそのような臨床経験がありませんが、外傷性に腱間結合に損傷を生じたために、指の屈曲時に腱が偏位して疼痛を生じたという報告があります。

## 損傷骨格筋の修復に関する実験的研究 —第 5 報 切断縫合部縦切片の組織化学的観察—

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

市川 亨・浦部 忠久  
森岡 英雄・山中 一良

慶友整形外科病院

伊藤 恵康

An Experimental Study on Recovery of Lacerated Muscle after Repair  
—Part 5, Histochemical Study of Longitudinal Sections—

Touru Ichikawa, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

In the 32nd Annual Meeting of this society, we had reported the good histological and histochemical recovery of the transected and reapproximated skeletal muscle. The above mentioned report was based on the observation of transverse sections of specimens just distal to suture site. This experimental study was designed to investigate longitudinal structural recovery of the lacerated skeletal muscle after repair with histological and histochemical techniques.

### Material and Method

The muscle chosen for this study was lateral head of gastrocnemius muscle of hamsters. Suture group: Midportion of the muscle belly of the right leg was half transected and immediately reapproximated with interrupted 8-0 nylon sutures under operating microscope. Medial head of gastrocnemius, flexor digitorum superficialis and soleus were left intact to prevent separation of suture site. No cast immobilization was applied.

Nonsuture group: As a control study, lateral head of left gastrocnemius was half transected at the same level as the suture group and left without suture.

The hamsters were sacrificed at 3 hours and 1, 4 days and 1, 2, 4, 8 and 12 weeks after operation. As a specimen, triceps surae and FDS were excised en bloc. Each series consisted of two animals. Frozen longitudinal sections were prepared from specimens and were stained with H-E, modified Gomori trichrome, NADH-TR and ATPase respectively.

### Results

Suture group: On the first day, necrotic segment observed in the central portion of the muscle, extending for 1.2~1.5 mm on either side of suture site (Fig. 1). On the fourth day, early regenerating fibers appeared at the depth of about 1~2 mm on both sides of the cut ends (Fig. 2).

By the fourth week, regenerating fibers had grown longitudinally and bridged the injury site (Fig. 4). After eight weeks, there was substantial repair of suture site with histochemical maturation of

---

Key words: skeletal muscle, muscle laceration, muscle repair, muscle regeneration, histochemistry

Address for reprints: Touru Ichikawa, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinano-machi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

them (Fig. 5).

Nonsuture group : After one week, granulation tissue occupied the gap of laceration site (Fig. 3). After two weeks, myoblasts and immature regenerating fibers were found within scar tissue. The subsequent changes were similar to suture group, but even after twelve weeks, the length of regenerating fibers remained shorter than those of suture group and their arrangement was irregular with some fibrous tissue.

This report is the first experimental study demonstrating a good recovery of longitudinal structure of the repaired muscle with histochemical technique.

## 目的

われわれは骨格筋の切断縫合末梢近傍部の横断切片について経時的な組織学・組織化学的な観察を行って、同部が変性・壊死に陥った後、再生筋線維によって修復され、fiber type も分化することを第 32 回本学会にて報告した<sup>2)</sup>。今回切断・縫合部の縦切片を作製し、変性・壊死の範囲、それに続く再生の範囲および切断・縫合部の修復過程を組織学・組織化学的手法により追跡し検討したので報告する。

## 方 法

9~10 週令で体重 100~130 g の雄ハムスター 16 匹を用い、右側腓腹筋外側頭の筋腹中央部を 1/2 切断し、直ちに 8-0 ナイロン糸で 5 個の結節縫合を行った（以下「縫合群」と略す）。腓腹筋内側頭、浅趾屈筋、ヒラメ筋は副子代わりに温存し、外固定は行わなかった。左側は対照として外側頭を同様に 1/2 切断し、3 mm の gap を開けて切り放しとした（以下「非縫合群」と略す）。術後 3 時間、1・4 日、1・2・4・8・12 週（各 n = 2）に同筋を採取して、肉眼的変化を観察すると共に、前額面における厚さ 10 μm の凍結縦切片を作製し、H-E, Gomori trichrome 変法、NADH-TR, ATPase の各染色を行い、筋線維の縦方向の変化を経時に観察した。

## 結果

### 1. 肉眼的所見

3 時間後、縫合群は切断という刺激が加わったことにより収縮しており、非縫合群は切断直後とほぼ同じ位の gap が開いた状態であった。1 日後、全体に浮腫状であるが、その変化は非縫合群に強く、切断部は離開しとくに浮腫が高度で軟化膨潤していた。1~2 週後、切断・縫合末梢部に筋萎縮を認め、切断部の陥凹は浅くなっていた。4 週後、縫合群末梢部の筋萎縮に

改善傾向がみられ、非縫合群の切断部の陥凹は不明瞭であった。8 週以後、切断縫合末梢部の筋萎縮は回復し、非縫合群の切断部の陥凹は消失したが、切断末梢側に軽度の筋萎縮を認めた。

### 2. 組織学および組織化学的所見

3 時間後、縫合群、非縫合群とも筋線維の切断部に近い部位では過収縮を起こして筋線維が太くなっていた。1 日後、縫合群は縫合部から中枢側、末梢側共に 1.2~1.5 mm 幅にわたって筋線維の segmental な壊死像がみられた。変性幅は末梢側の方がやや広かった (Fig. 1)。非縫合群は切断部が扇状に離開しており、その断端から 0.3 mm 幅にわたって全領域完全に壊死に陥っていた。術後 4 日、縫合群では中枢側と末梢側から縫合部に向かって大型の核と小さな好塩基性の胞体をもつ初期の再生筋線維 (myoblast, early myotube) の出現がみられた (Fig. 2)。

1 週後、縫合群では残存した筋線維に近い方から筋芽細胞が融合して筋管細胞を形成し、ATPase 染色で type 2C を示した。非縫合群では切断部の陥凹辺縁から 0.5~0.8 mm 幅は肉芽組織であるが、そこからさらに 0.7~1.4 mm 幅で多核、中心核で核鎖を形成する再生筋線維がまばらに出現していた (Fig. 3)。

2 週後、縫合群では筋芽細胞、筋管細胞が互いに融合し、中心核を有する再生筋線維に成長して、残存した元の筋線維と融合するもの、あるいは密に接するものが観察された。縫合部では一部で中枢側と末梢側の再生筋線維が架橋しかけているところもみられた。中心核の出現を基に考えると再生現象がみられた部位は縫合部から約 1.0~2.0 mm までの範囲であった。非縫合群の切断部には線維性結合組織の中に単核の筋芽細胞や 2~4 個の核を有する小さな未熟な再生筋線維がみられた。

4 週後、縫合群では残存した筋線維の側から fiber type の分化が進んでいるが、縫合部から約 0.5~1.0 mm 幅まではまだ type 2C に近い性質を残していた。

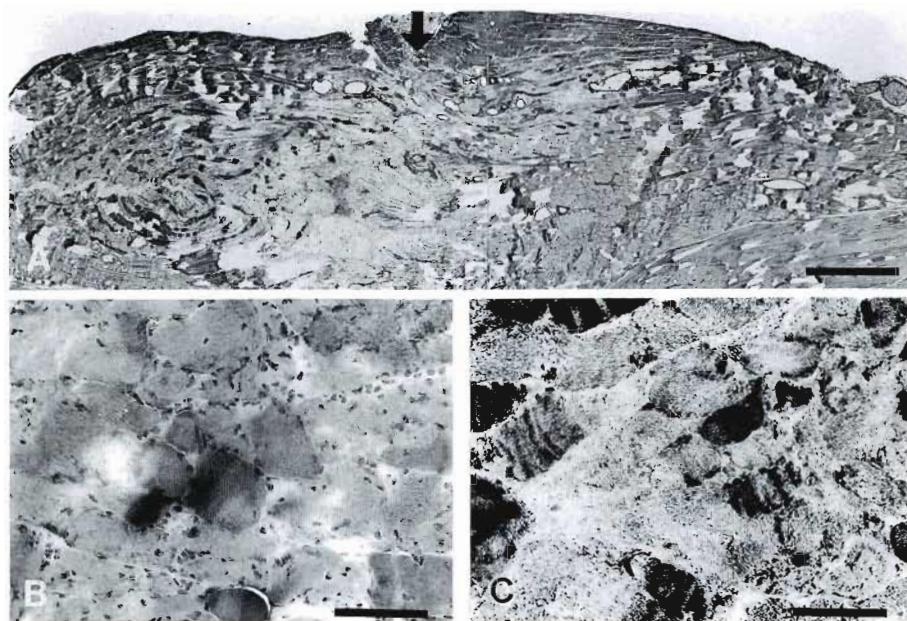


Fig. 1 Suture group muscle one day after operation.

- A. Necrotic segment is shown in the central portion of the muscle, extending for 1.2~1.5mm on either side of the lesion. Arrow: suture site. (ATPase stain pH 4.5, Bar: 1 mm)
- B. Damaged fiber segments have undergone necrosis with marked cellular infiltration. (H-E, Bar: 100 $\mu$ )
- C. Sarcoplasm of necrotic fibers is disorganized. (NADH-TR, Bar: 100 $\mu$ )

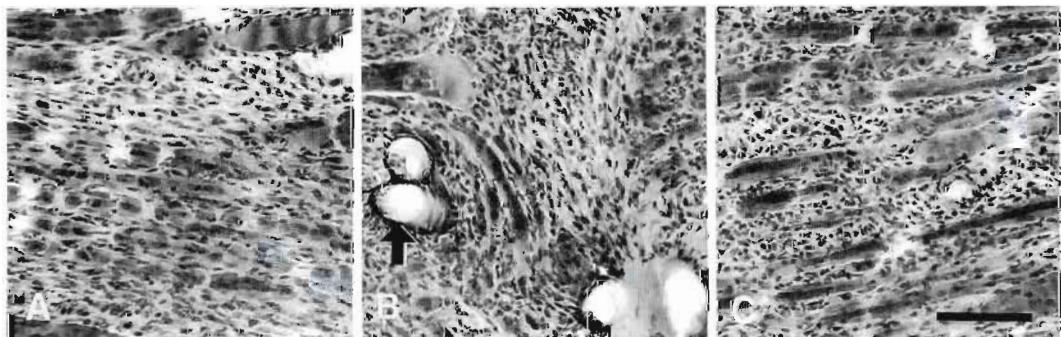


Fig. 2 Suture group muscle four days after operation. (H-E, Bar : 100 $\mu$ )

- A. Area just distal to suture site: Myoblast with vesicular nuclei have begun to form myotubes.
- B. Suture site: Suture material is indicated by arrow.
- C. Area just proximal to suture site: A number of chains of typical large myoblast nuclei are detected, which are situated centrally in newly developed fiber segments.

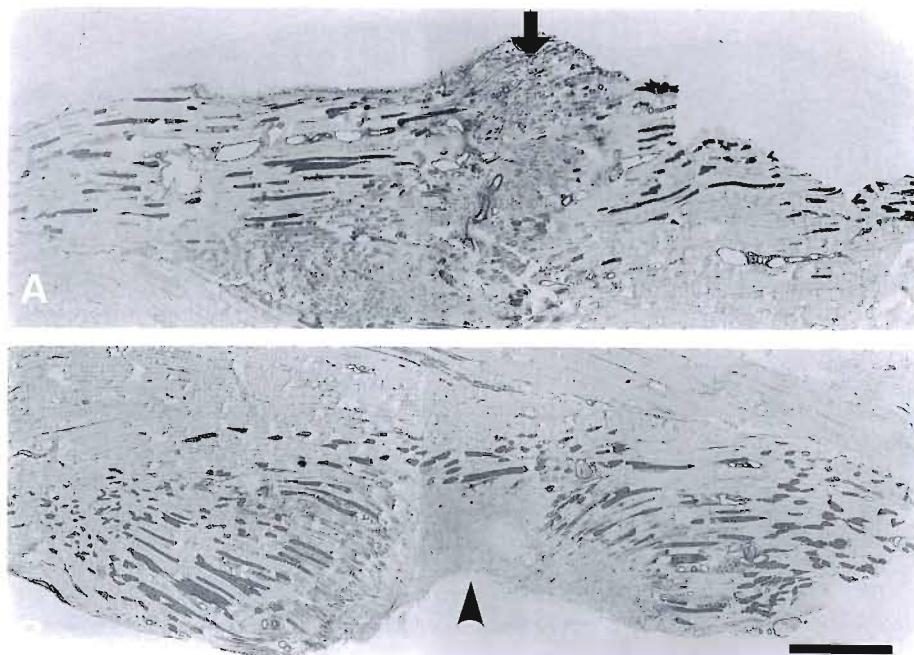


Fig. 3 One week after operation. (ATPase pH 4.5, Bar: 1 mm)

A. Suture group : Arrow indicates suture site. Myotubes identified as type 2C are abundant in center of muscle

B. Nonsuture group : Granulation tissue occupies the gap of laceration site (arrowhead).

縫合部は間質の結合織はやや多いが中枢側、末梢側から再生した筋線維が接する形で修復されていた (Fig. 4)。非縫合群の切断部は間質の結合織がかなり多く、短い再生筋線維が不規則に配列していた。

8週以後、縫合群では fiber type の分化も終わり、NADH-TR, ATPase の染色性はほぼ正常となった。縫合部はほとんどは比較的短い筋線維が長軸方向に規則正しく配列した状態で接していたが、一部には中枢側と末梢側とを架橋している筋線維も観察された。非縫合群の切断部位は縫合側の術後 4 週と同じ程度に修復されていたが、間質の結合織はやや多く、筋線維の長さは縫合群より短く、方向も不規則であった (Fig. 5)。

### 考 察

骨格筋の切断・縫合後の修復に関する実験的研究は意外に少なく<sup>1)2)3)4)5)</sup>、縦切片で ATPase 染色を用いて修復過程を経時的にみた実験は本実験が初めてである。

1984 年岩成は家兎のヒラメ筋を用いた切断・縫合実験において、縫合部は線維性組織で占められ、12 週経過しても筋線維の連絡による完全治癒はみられず、末梢側は経時に萎縮したと報告した<sup>3)</sup>。しかし、本実験から正確に縫合された骨格筋は縫合部を中心に一旦 segmental な変性・壊死に陥るが、その後中枢側と末梢側の双方から再生筋線維が出現して、最終的に切断縫合部は筋線維によって修復され、fiber type も分化することが判明した。したがって、Garrett 以前の実験<sup>1)3)5)</sup>で縫合部が瘢痕組織となって、末梢筋肉片の萎縮・変性をみる結果となったのは縫合不全に因るものと推察される。

### 結 語

1. 骨格筋を切断・縫合し、凍結縦切片を作製してその修復過程を組織学的、組織化学的に検討した。
2. 術後 1 日で切断・縫合部から中枢側、末梢側に向かって約 1.0~1.5 mm 幅にわたり変性・壊死をみた。術後 4 日、初期の再生筋線維は縫合部から約

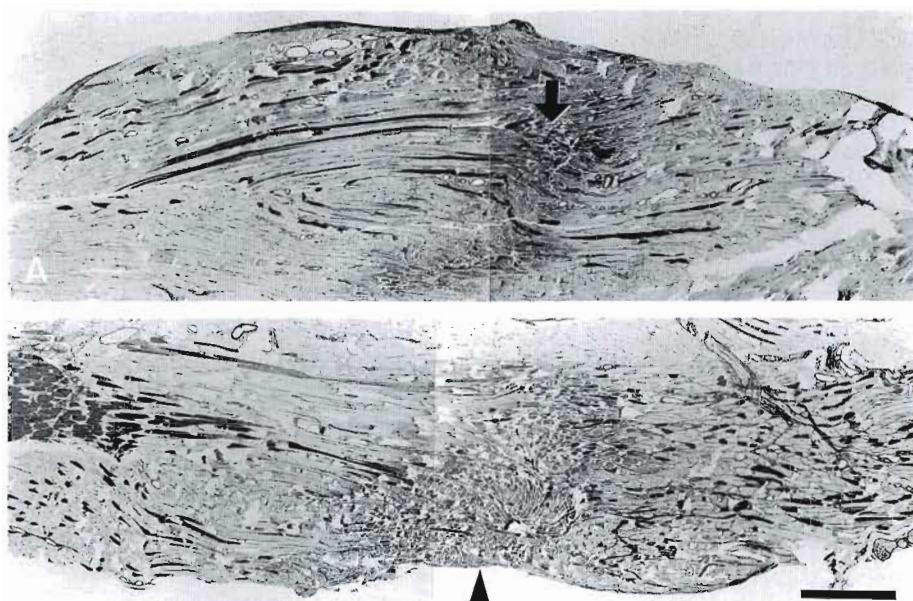


Fig. 4 Four weeks after operation. (ATPase pH 4.5, Bar : 1 mm)

- A. Suture group: Regenerating fibers have grown longitudinally and bridged the injury site. Arrow indicates suture site. Regenerating fibers neighboring suture site still tend to be of type 2C.
- B. Nonsuture group: At laceration site (arrowhead), short regenerating fibers are arranged irregularly with considerable interstitial fibrous connective tissue.

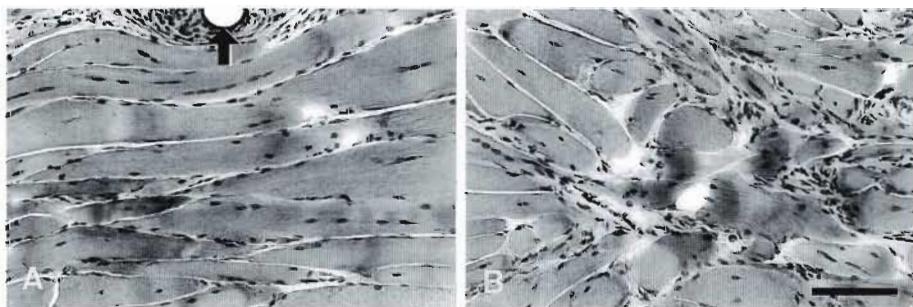


Fig. 5 Eight weeks after operation. (H-E, Bar : 100 $\mu$ )

- A. Suture group: Repair is satisfactory, with only regenerating fibers at suture site except at the vicinity of suture material (arrow).
- B. Nonsuture group: Irregular arrangement of regenerating fibers is observed.

1.0~2.0 mm の範囲まで出現した。

3. 術後1~4週の間に中枢側、末梢側の非損傷部から縫合部に向かって再生筋線維は伸長した。8週以後、間質の結合織はわずかとなり、縫合部は筋線維による良好な修復を示すが、短い筋線維が多くた。

## 文 献

- 1) Garrett, Jr. W. E., et al.: Recovery of skeletal muscle after laceration and repair. J. Hand Surg., 9A : 683-692, 1984.
- 2) 市川 亨 他: 損傷骨格筋の修復に関する実験的研

- 究一第3報、切断縫合部における組織化学的観察一。日本会誌、6:159-164, 1989.
- 3) 岩成進吉:骨格筋の外科的侵襲による機能と形態の変化—家兎ヒラメ筋切断縫合後の修復過程における筋収縮力と病理形態像について—。日大歯学、58:670-680, 1984.
  - 4) 滝部忠久:骨格筋の修復に関する実験的研究—切断後の修復について—。日整会誌、62:415-425, 1988.
  - 5) 吉岡 薫 他:整形外科領域における組織移植—その2. 実験的遊離筋肉移植について—。広島医学、36:1111-1115, 1983.

質問 新潟手の外科研究所 田島 達也  
Motor end-plate の位置と切断部位との関係は。

回答 慶應義塾大学整形外科 市川 亨  
腓腹筋外側頭のmotor end-plate は山型に分布しており、切断部位はその中央です。

質問 弘前大学整形外科 藤 哲  
臨床の場合、tendon graft など必要ですか。

回答 慶應義塾大学整形外科 市川 亨  
腱様組織があれば、それに糸をかけて縫合し、筋膜にも糸をかけて結節縫合します。もし gap が開くようであれば、palmaris longusなどの移植腱による補強を行い、断端を密着させる必要があります。

質問 広島大学整形外科 越智 光夫  
①白筋、赤筋の再生のスピード差はいかがでしょうか。  
②白筋、赤筋の再生距離の差の検討を行っておれば教えてください。

回答 慶應義塾大学整形外科 市川 亨  
①今回の実験材料の腓腹筋外側頭は赤筋・白筋がモザイク状に分布しているので、検討できませんでした。白筋・赤筋の再生スピードを比較するには、EDL(白筋主体)、ヒラメ筋(赤筋主体)を実験材料として同様の実験をする必要があると思います。  
②検討しておりません。

## 損傷骨格筋の修復に関する実験的研究第 6 報 部分損傷筋の機能的形態的修復

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

寺 田 信 樹・市 川 亨  
浦 部 忠 久・田 崎 憲 一  
内 西 兼一郎

An Experimental Study on Recovery of Lacerated Muscle: 6 th Report  
(Functional and Anatomical Recovery of Partially Lacerated Muscle)

Nobuki Terada, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Keio University School of Medicine

This is an experimental study on partially lacerated muscle about functional and anatomical aspects. The conclusion of this paper is the following. Gastrocnemius muscles of 30 rats were cut at half of the lateral head. After 1-12 wks, isometric contraction force, tensile strength and wet weight were measured, and macroscopic and microscopic studies were added. The isometric contraction force began to recover at the time of about 2 wks after injury and fully recovered about 6 wks after injury. The wet weight ratio decreased gradually and stayed 90% after the time of 6 wks after injury. On microscopic study, muscle regeneration was most activated during the time of 3-6 wks after injury. In this period many myoblasts were found at injured site.

### 目 的

筋肉の皮下断裂や骨折に合併する筋部分断裂はしばしば発生するにもかかわらず、臨床的にその機能障害の程度判定が困難なため、明かな治療指針が決定できず、漫然と治療されているのが現状である。しかし、不適切な治療による機能障害も数多くみられ種々の問題点があると思われる。今回ラット腓腹筋を用いた筋部分断裂のモデルを用いて、機能、形態の両面から修復過程での問題点につき検索を行った。

### 方 法

6~7 週令ウイスター系雄ラット 30 匹を用いた。腓腹筋外側頭を手術的に展開し、その外側 2 分の 1 を切

断した後筋断端を縫合せずに創を閉じた。外固定は加えず、0, 1, 2, 3, 6, 12 週間飼育した後に検索を加えた。反対側の筋に対しても剥離操作に至るまでの切断以外の操作を加えてコントロールとした。検索は、(1) 等尺性収縮力 (2) 筋凝重量 (3) 肉眼所見 (4) 組織学所見について行った。

#### (1) 等尺性収縮力

ラットの下腿骨、大腿骨を固定した後、腓腹筋に 15 g の初期荷重を加えた状態を基準点とし、その状態から 1 mm ずつ筋初期長をのばしながら、腓腹筋両側頭の静的張力と坐骨神経を刺激した際の単収縮時の等尺性筋収縮力を同時に計測した。神経刺激は坐骨神経本幹で supramaximal で行い、腓骨神経は切断した状態で行った。初期長は基準点から +7 mm までとした。

**Key words:** muscle regeneration, experimental study, isometric contraction force, microscopic study

**Address for reprints:** Nobuki Terada, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Keio University, 35 Shinano-machi, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan.

## (2) 筋湿重量

収縮力測定の後、腓腹筋を内側頭、外側頭を含めて取り出し、電子天秤を用いて全体の湿重量を計測した。

## (3) 肉眼所見

腓腹筋全体の形態について周囲組織との癒着、切断部分の状態について肉眼的な検索を加えた。

## (4) 組織学所見

腓腹筋全体の縦切片を作製し、筋切断部の組織所見について、H-E, Azan染色, Masson-Trichrome染色を用いて検索を行った。

## 結 果

## (1) 等尺性収縮力 (Fig. 1)

筋収縮力は個体差が大きく、またモデルの週数の違いにより筋の大きさも違うため絶対値を用いた比較は

不可能であり、収縮力と張力を患側と健側を比較することにより検討を行った。腓腹筋外側頭の2分の1を切断すると約100gの収縮力の低下を起こすが、損傷後2週目から明かな収縮力の回復が認められ、6週目には健側とほとんど同じ収縮力まで回復した。

静的張力は0~1週では低下したが、2週目以降は反対に張力の増大がみられた。これは、修復に伴い筋の硬化が起こったことを示している。

## (2) 筋湿重量 (Fig. 2)

部分損傷筋の湿重量は徐々に低下し、6週目以降は約90%に安定した。また1週目には100%以上の値を示すものもあった。

## (3) 肉眼所見 (Fig. 3)

切断により形成された欠損部は1週目では瘢痕により連続性が形成されたが、切断後2週目以降では切断

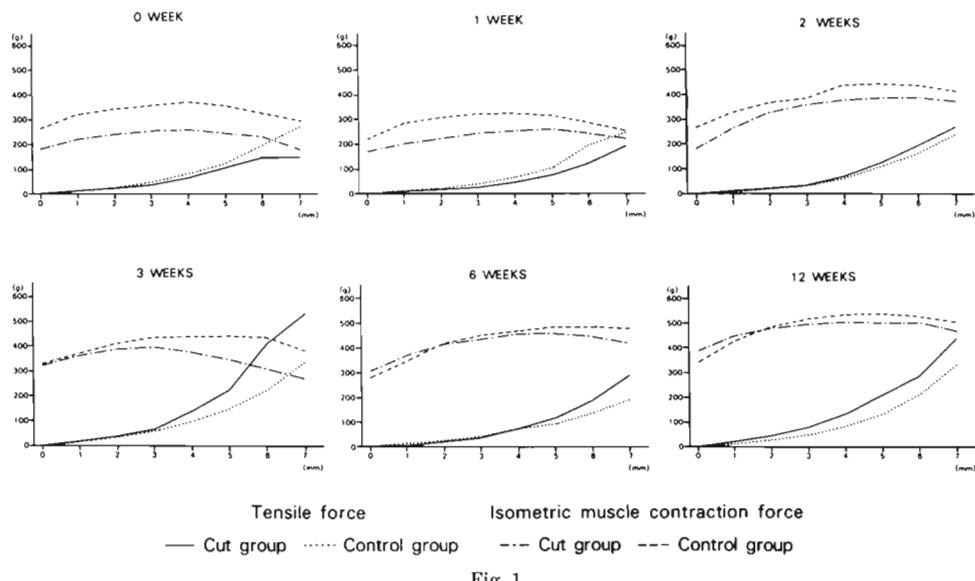


Fig. 1

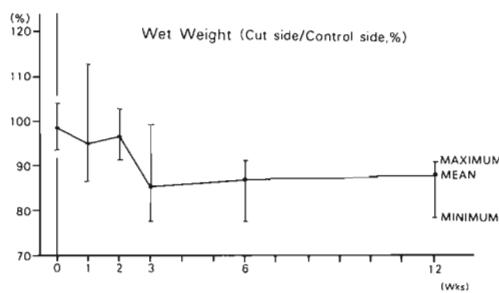


Fig. 2

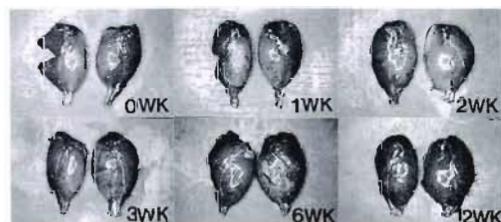


Fig. 3 Following 2 weeks after injury, the injured site isn't obvious on microscopic examination.

部分は不明瞭となり、筋肉全体に軽度の萎縮を認める以外は患側と健側の肉眼所見に明かな違いを認めなかつた。

周囲組織との癒着も1週目ではほとんど認められず若干の組織液貯留を認めたが、2週目以降は損傷部分を中心に明らかに癒着が認められた。

#### (4) 組織所見 (Fig. 4)

切断後すぐに、切断部に生じた血腫をもとにして多くの毛細血管を含む肉芽組織が形成された。1週目から断端部には大きな核と核小体を持つ筋芽細胞が出現し、活発な筋再生が行われていることをうかがわせた。筋芽細胞は3~6週を境に数多く認められ、さらにこの時期には筋表面から離れた離開の少ない部分では、瘢痕組織内にも筋芽細胞と横紋を持つ短い筋組織が散見されるようになった。12週目の組織では、切断筋断端は短縮し丸みを帯びていた。両断端間には瘢痕組織を認めたが筋断端の離開の少ない部分では筋芽細胞と共に再生筋線維を認めた。

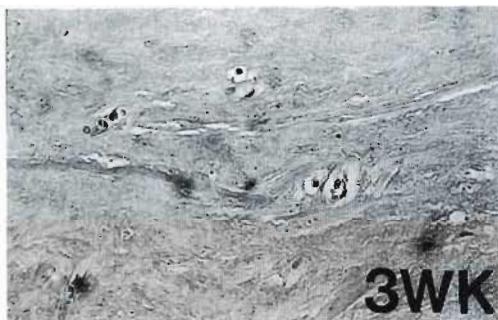


Fig. 4 Myoblasts and regenerated muscle fiber are found in the granulation tissue. (3wks, Azan × 400)

### 考 察

共同演者浦部<sup>2)</sup>、市川<sup>1)</sup>による切断骨格筋の修復に関する実験により、切片縫合後の機能的、形態的修復過程については明らかになったが、どの程度のギャップまで許容できるかは不明である。この点について今回部分断裂モデルを用いて検索を行った。

初期長0~7mmの全範囲において均等に収縮力の低下を来たしたことは、切断により筋断面積の低下が起り、切断部分の筋線維が収縮力に関与しなくなつたためであるが、その修復過程においても全範囲ではほぼ均等に収縮力が回復した。このことは切断部分の状態の如何にかかわらず損傷筋がひとつの収縮ユニット

として修復されることを示していると考えられた。修復に伴い静的張力が増強する時期は2週目以降であったが、これは組織学的に瘢痕内に多量のコラーゲン線維が形成される時期と一致していた。

筋湿重量は外固定を加えなかったにもかかわらず健側比約90%に低下しており、これは、切断部より末梢の筋の萎縮に起因するところが大きいと考えられた。第1週目に100%以上の値を示したものは浮腫や血腫によるものと思われる。

組織学的には3~6週をピークに筋芽細胞の出現と共に筋再生の活発な様子がうかがわれ、部分的ではあるが瘢痕組織内にも再生筋が認められた。

### 結 語

部分損傷筋の修復は機能的にも組織学的にも3~6週をピークに行われ、2週で筋の張力は十分になった。組織学的には、筋肉再生の程度は切断部全域において一定ではなく、筋表面から離れた離開の少ない部分では筋再生を認めたが、その他の離開の比較的大きい部分では切断部より末梢の筋萎縮が著明で再生はほとんど認められなかった。

### 文 献

- 1) 市川 亨 他：損傷骨格筋の修復に関する実験的研究第3報、切断縫合部における組織化学的観察。日手会誌、6：159-164、1989。
- 2) 浦部忠久 他：骨格筋の修復に関する実験的研究、切開後の修復について。日整会誌、62：415-425、1988。

**質問** 広島大学整形外科 越智 光夫  
ギブス固定による影響を検討されておれば、お教えください。

**回答** 慶應義塾大学整形外科 寺田 信樹  
今回の実験モデルでは、検討しておりません。

**質問** 札幌医科大学整形外科 横澤 均  
損傷をうけた筋の中でも、損傷をまぬがれた部位のmuscle fiberにhypertrophyの所見は見られなかつたでしょうか。

**回答** 慶應義塾大学整形外科 寺田 信樹  
他の部位は組織学的に正常で、hypertrophyも認められませんでした。

## 手関節作動筋群の MOMENT ARM の測定

王子総合病院整形外科

大 西 信 樹

Moment Arms of the Wrist Motors and  
Extrinsic Finger Motors at the Wrist

Nobuki Ohnishi

Department of Orthopaedic Surgery, Ooji General Hospital

Five fresh frozen cadaveric arms, amputated at the mid-humerus, were utilized to measure tendon excursion (TE) and moment arms (MA) for all tendon which crossed the wrist; prime wrist motors and extrinsic thumb and finger motors. TE and MA data were obtained in two planes; flexion-extension movement (FEM) and radio-ulnar deviation (RUD) moving the wrist passively in each plane. A computer-controlling data acquisition system was used including potentiometer-based transducers which measured tendon displacement, and custom-designed biaxial electrogoniometer which monitored angular displacement of the wrist throughout the range of motion continuously and constantly. For measurement in FEM, the wrist was fixed in 3 different radio-ulnar positions, and for measurement in RUD, the wrist was fixed in 5 different flexion-extension positions. Furthermore, date was collected in 3 different forearm positions; full pronation, neutral, and full supination.

Consistent and reproducible moment arm data was obtained. ECRL had a larger MA in RUD, but smaller MA in FEM than ECRB. ECU had minimum MA in FEM and maximum MA in RUD among prime wrist motors. FCR had a large MA in FEM, which became greater with the wrist radially deviated, and its MA in RUD was affected by the position of the forearm, minimum with the forearm in supination. FCU acted efficiently both in FEM and in RUD. All extrinsic thumb motors except FPL had large MAs in RUD, and acted as wrist flexor except EPL. Extrinsic finger extensors had slightly larger MAs in FEM than finger flexors. FDS for each finger had slightly larger MA than FDP in FEM. Finger flexors ulnar to index finger acted as ulnar deviators in the forearm neutral position. Findings obtained in this study were related to the spatial arrangement of the tendons around the wrist, and to the kinematics of the joint.

### 目 的

関節の運動はそれに作用する筋のベクトルの総和の結果として生じ、各筋のベクトルはその筋の筋力と回転軸からの距離、すなわち moment arm (以下 MA) により決定される (Fig. 1). MA は筋腱と関節との空間的位置関係により決まり、大きな MA を有する筋腱

はその関節の運動に対して力学的に大きな作用を有する<sup>23)</sup>. MA は力の伝達の上で重要な要素であり<sup>6)</sup>、それを測定することはそれぞれの筋の作用を把握するのに役立つばかりでなく、臨床的にも腱移行の際などに応用される。しかしながら、過去において手関節の MA に関する報告は少なく<sup>5)(6)(8)(9)(11)(20)(23)</sup>、その測定方法も一定ではない。

Key words: wrist, moment arm, biomechanics

Address for reprints: Nobuki Ohnishi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Ooji General Hospital, 2-4 Omotemachi, Tomakomai 053, Japan.

本実験の目的は、Tendon-joint displacement method を用い、手関節を交差するすべての腱、すなわち、手関節主動筋、外来母指作動筋、および外来手指作動筋の手関節における MA を測定することである。

## 方 法

上腕中央部より切断した新鮮凍結の 5 上肢を使用した。各標本手関節に病的変化がないことを理学的所見、およびレントゲン撮影にて確認した。室温下で解凍後、手関節の 5 cm より近位の皮膚、筋などの軟部組織を切除した。その際肘関節の関節包、靭帯を温存し、さらに手関節周囲の靭帯組織、伸筋支帯に損傷が加わらないように充分注意し操作を行った。手関節を交差する 24 のすべての腱を固定し、筋腱移行部で切断し、各腱の近位端に 28 ゲージ、非伸展性のワイヤーを縫着し

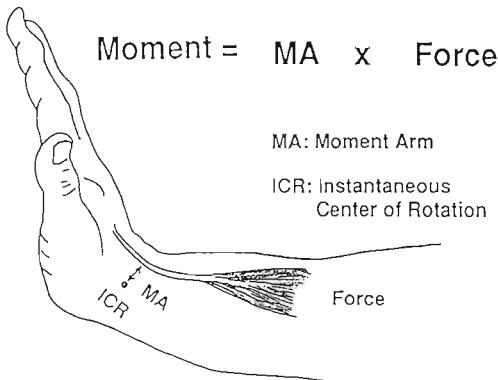


Fig. 1 The wrist is moved by summation of moments which act on the joint. The moment consists of moment arm and force applied to a tendon crossing the joint.

た。手指、および母指の関節の運動を防ぐ目的で、太さ 0.062 インチの Kirschner 鋼線を用い、中指節関節を 30° 屈曲位、指節間関節を伸展位で固定した。その後、上肢を測定用フレーム (Fig. 2) に設置した。その際、上腕骨、尺骨をそれぞれスタイマンピンでフレームに固定し、肘は 90° に屈曲し、前腕が水平になるよう設置した。さらに前腕の回旋を防止するために橈骨と尺骨を太さ 1.8 mm の Kirscher 鋼線 2 本で固定した。屈筋腱に縫着したワイヤーは上腕骨内上顆、伸筋腱に縫着したワイヤーは外上顆方向に牽引し、滑走距離測定用電位差計のドラムに連結した後、1.2 pounds 荷重した。手関節を他動的に掌背屈方向 (FEM), 機尺屈方向 (RUD) に動かし、その際の各腱の滑走距離と手関節の回転角度を同時に、連続的に測定した。腱の滑走距離は先に述べたようにワイヤー、ドラムを介し連結した電位差計を用い、また手関節の回転角度は Biaxial Electrogoniometer (Fig. 3) を用い測定した。この角度計は手関節の掌背屈、機尺屈運動の回転角度を同時に測定することができるが、その内部に制御棒を設置することにより、手関節を単軸方向にのみ可動させ、その際の回転角度を連続的に測定した。

MA は Radian concept を基に滑走距離 (TE) の回転角度 ( $\Phi$ ) に対する比 ;  $dTE/d\Phi$  をもって表した。この比は滑走距離を縦軸、回転角度を横軸とした図表において第 1 次多項式にて得られた直線の傾きに相当する。FEM における MA は手関節を 20° 機屈位、機尺屈中間位、さらに 20° 尺屈位で固定し掌背屈方向に運動させ測定した。一方、RUD における MA の測定は手関節掌背屈中間位、20°, 40° 掌屈位、20°, 40° 背屈位で固定し機尺屈方向に運動させ行った。さらに測定は前

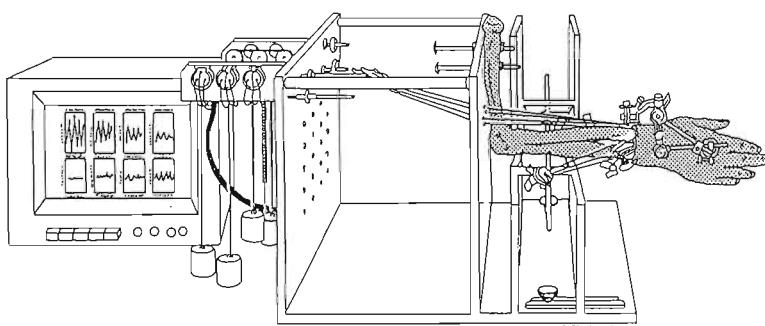


Fig. 2 An experimental set-up for measuring moment arms.

A specimen was settled in the fixing frame, and a computer-controlling data collecting system was used for continuous measurement of tendon excursion and angular displacement of the wrist.

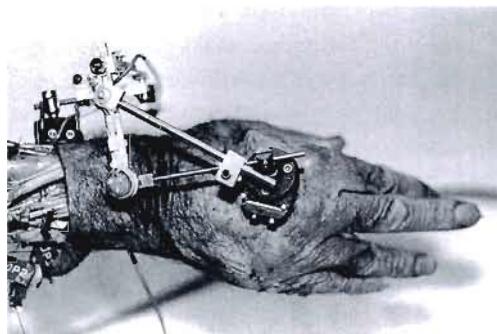


Fig. 3 Custom-designed biaxial electrogoniometer.

A metal bar was installed within the goniometer to ensure a planar motion.

Table 2 Moment arms (mm) in FEM with the forearm pronated position.

		Position of the Wrist		
		RAD-20	NEUTRAL	ULN-20
PRIME WRIST MOVER	ECRL	11.3	9.5	9.5
	ECRB	13.0	12.2	11.8
	ECU	6.3	4.1	2.4
	FCR	13.7	12.7	12.8
	FCU	13.1	14.6	14.5
	PL	14.8	15.4	15.6
EXTRINSIC THUMB MOVER	EPL	6.3	7.3	8.3
	FPL	11.0	10.7	10.7
	APL	6.1	5.4	4.8
	EPB	2.6	3.0	1.6
EXTRINSIC FINGER MUSCLE	EDC 2	14.4	14.1	13.7
	EDC 3	16.6	14.2	13.3
	EDC 4	16.3	13.1	12.4
	EIP	13.6	13.3	14.5
	EDM	13.0	10.7	9.2
	FDS 2	11.9	11.8	13.2
	FDS 3	12.1	12.5	12.8
	FDS 4	11.7	12.6	12.3
	FDS 5	10.3	10.8	9.5
	FDP 2	10.4	10.0	10.9
	FDP 3	11.1	11.0	10.6
	FDP 4	10.7	10.3	10.1
	FDP 5	9.9	10.3	9.3

Table 1 Moment arms (mm) in flexion-extension movement (FEM) with the forearm neutral position. The values are averages of 5 specimens. For measurement in FEM, the wrist was moved in FEM with 3 different radio-ulnar positions of the wrist. RAD-20; the wrist being 20° radially deviated, NEUTRAL; radio-ulnarily neutral position, and ULN-20; 20° ulnarily deviated position.

	Position of Wrist			
	RAD-20	NEUTRAL	ULN-20	
PRIME WRIST MOVER	ECRL	9.0	8.5	9.0
	ECRB	14.6	13.1	13.0
	ECU	11.4	5.4	4.0
	FCR	17.4	15.5	15.7
	FCU	13.0	15.0	14.6
	PL	18.2	17.4	17.7
EXTRINSIC THUMB MOVER	EPL	6.0	7.8	7.8
	FPL	14.3	14.2	14.6
	APL	8.2	6.0	7.6
	EPB	3.8	5.4	4.0
EXTRINSIC FINGER MUSCLE	EDC 2	15.6	15.0	14.7
	EDC 3	17.0	13.6	13.2
	EDC 4	18.0	14.1	12.7
	EIP	16.5	14.3	13.6
	EDM	16.1	12.6	10.6
	FDS 2	14.1	14.4	15.0
	FDS 3	13.4	14.2	14.5
	FDS 4	13.0	13.4	13.9
	FDS 5	12.3	12.9	11.7
	FDP 2	13.0	13.0	13.0
	FDP 3	13.0	13.4	12.7
	FDP 4	10.6	11.5	11.5
	FDP 5	10.3	10.3	9.5

腕を回内位、中間位、および回外位で固定し行った。

## 結 果

各腱に対して再現性のある MA の測定結果が得られた。その測定結果を Table 1 から Table 5 までに表した。Table 1, 2, 3 は手関節掌背屈運動時の、Table 4, 5 は橈尺屈時の MA を表したものであり、各数値は 5 標本の平均値である。腱滑走距離一回転角度の関係の 1 例を Fig. 4 に示す。

### 手関節作動筋

**Table 3** Moment arms (mm) in FEM with the forearm supinated position.

	Position of the Wrist			
	RAD-20	NEUTRAL	ULN-20	
PRIME WRIST MOVER	ECRL	8.0	9.1	9.3
	ECRB	14.5	14.3	13.0
	ECU	9.1	5.8	4.9
	FCR	16.8	16.2	16.8
	FCU	15.2	16.9	16.8
	PL	19.2	19.3	17.7
EXTRINSIC THUMB MOVER	EPL	4.0	6.1	7.5
	FPL	15.3	14.8	17.0
	APL	8.2	6.8	8.3
	EPB	4.6	5.3	5.0
EXTRINSIC FINGER MUSCLE	EDC 2	14.4	14.6	14.2
	EDC 3	18.5	17.7	15.6
	EDC 4	18.5	16.8	14.5
	EIP	17.1	16.5	14.1
	EDM	16.5	15.1	11.3
	FDS 2	13.2	13.7	14.3
	FDS 3	12.1	13.1	13.2
	FDS 4	10.0	9.7	10.9
	FDS 5	9.8	9.6	9.8
	FDP 2	11.5	11.2	11.7
	FDP 3	9.1	10.6	10.7
	FDP 4	9.0	9.5	9.0
	FDP 5	8.0	7.4	9.0

ECRL：掌背屈のMAは8.0～11.3 mmであり、前腕回内位、手関節20°橈屈位で最大値を示した。手関節中間位における橈尺屈のMAは17.5～19.0 mmであった。

ECRB：掌背屈のMAは17.5～19.5 mmであり、前腕回内位、手関節尺屈で値は減少し、橈屈位で増加した。手関節中間位における橈尺屈のMAは11.8～21.1 mmであった。

ECU：掌背屈のMAは2.4～11.4 mmで前腕の肢位により大きく変化した。すなわち回内位で減少、回外位で増大した。さらに手関節の肢位により変化し、橈屈位で増大し、尺屈位で減少した。橈尺屈のMAは22.5～25.0 mmと手関節主動筋中最大値を示し、前腕回内位で増大、回外位で減少した。

FCR：掌背屈のMAは12.7～17.4 mmであり、前腕回内位で小さな値を示した。また、手関節橈屈位で

**Table 4** Moment arms (mm) in radio-ulnar deviation (RUD) with the wrist flexion-extension neutral position.

For measurement in RUD, the wrist was moved in RUD with 3 different positions of the forearm; pronated, neutral, and supinated positions.  
Plus values mean radial deviators, and minus values mean ulnar deviators.

	Position of Forearm			
	PRONATED	NEUTRAL	SUPINATED	
PRIME WRIST MOVER	ECRL	19.5	17.5	19.3
	ECRB	11.7	11.9	12.1
	ECU	-25.0	-22.5	-22.8
	FCR	13.8	15.7	5.4
	FCU	-16.4	-17.3	-21.2
	PL	-0.8	2.9	3.2
EXTRINSIC THUMB MOVER	EPL	15.3	16.8	17.9
	FPL	3.0	2.2	0.9
	APL	23.6	21.7	21.2
	EPB	23.6	25.3	24.0
EXTRINSIC FINGER MUSCLE	EDC 2	3.4	5.9	3.7
	EDC 3	-3.2	-1.4	-1.4
	EDC 4	-5.4	-3.5	-4.5
	EIP	2.2	2.8	3.3
	EDM	-17.0	-15.7	-14.4
	FDS 2	1.8	1.6	-2.9
	FDS 3	1.7	-1.4	-6.2
	FDS 4	-3.9	-3.5	-7.6
	FDS 5	-4.1	-4.1	-8.1
	FDP 2	2.0	1.7	-0.4
	FDP 3	-0.9	-0.8	-4.3
	FDP 4	-3.8	-4.6	-9.0
	FDP 5	-7.4	-5.7	-9.2

は他肢位に比し増加した。橈尺屈のMAは5.4～15.7 mmであり、前腕の肢位により大きく変化し、回外位で著明に減少した。

FCU：掌背屈のMAは13.0～16.9 mmであり、前腕回外位で増加する傾向がみられ、手関節の肢位による変化は少なかった。橈尺屈のMAは16.4～21.1 mmであり、前腕回外位で大きな値を示した。

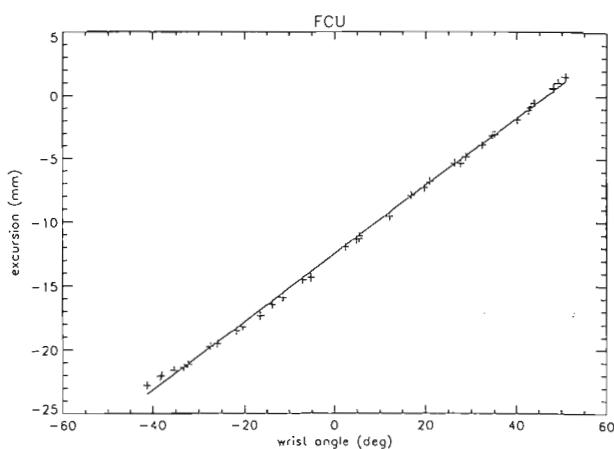
PL：掌背屈のMAは14.8～19.3 mmであり、手関節作動筋中最大であった。前腕回外位では回内位に比し値は増加した。橈尺屈のMAは小さく0.8～3.2 mmであり、橈尺屈として作動した。

**Table 5** Moment arms (mm) in RUD with the forearm neutral position.

The wrist was moved in RUD with 5 different flexion-extension positions of the wrist; 40° flexed, 20° flexed, neutral, 20° extended, and 40° extended positions.

Plus values mean radial deviators, and minus values mean ulnar deviators.

		Position of the Wrist				
		EXTEN-40	EXTEN-20	NEUTRAL	FLEX-20	EXTEN-40
PRIME WRIST MOVER	ECRL	18.8	18.4	17.5	16.8	16.6
	ECRB	12.6	13.4	11.9	12.3	11.4
	ECU	-14.5	-21.7	-22.4	-23.0	-25.6
	FCR	6.7	8.8	15.7	12.4	7.4
	FCU	-10.5	-13.7	-17.3	-14.8	-7.0
	PL	0.0	1.5	2.9	6.6	0.0
EXTRINSIC THUMB MOVER	EPL	16.8	14.6	16.8	17.6	17.2
	FPL	1.4	2.6	2.2	4.8	2.2
	APL	19.0	20.6	21.7	20.6	18.8
	EPB	20.4	23.5	25.3	25.3	21.8
EXTRINSIC FINGER MUSCLES	EDC 2	2.5	4.4	5.9	3.8	2.1
	EDC 3	0.0	1.3	-1.4	-2.7	-3.5
	EDC 4	0.0	0.0	-3.5	-5.6	-7.8
	EIP	6.8	5.6	2.8	4.4	2.1
	EDM	-13.1	-12.5	-15.7	-20.4	-20.0
	FDS 2	0.0	1.4	1.6	0.6	0.6
	FDS 3	3.6	-0.9	-1.4	0.4	0.0
	FDS 4	-3.4	-4.2	-3.5	-1.8	-0.5
	FDS 5	-4.4	-2.7	-4.1	-1.0	-9.0
	FDP 2	0.0	0.7	1.7	1.2	1.1
	FDP 3	0.0	-2.0	-0.8	-0.5	0.0
	FDP 4	-4.6	-5.9	-4.6	-2.5	-1.0
	FDP 5	-2.4	-5.1	-5.7	-3.6	-1.0



**Fig. 4** An example of the graphs obtained, showing the relationship of tendon excursion of FCU and angular displacement of the wrist in FEM. The slope of the straight line, fitted with polynomial of 1st order, represents the moment arm of the tendon in this plane.

外来母指作動筋

EPL：掌背屈のMAは小さく4.0～8.3 mmであり、前腕回外位で減少した。橈尺屈のMAは15.3～17.9 mmであり、前腕回外位では回内位に比し大きな値を示した。

FPL：掌背屈のMAは10.7～17.0 mmで、前腕回外位で増加し、回内位で減少した。手関節の肢位による変化は少なかった。橈尺屈のMAは小さく0.9～3.0 mmであった。

APL：掌背屈のMAは4.8～8.3 mmであり、手関節掌屈筋として作動していた。その値は前腕回内位で減少した。橈尺屈のMAは21.7～23.6 mmで、前腕回内位で大きな値を示した。

EPB：掌背屈のMAは1.6～5.4 mmであり、手関節掌屈筋として作動していた。前腕回内位で小さな値を示した。橈尺屈のMAは23.6～25.3 mmであった。

外来手指作動筋

手指伸筋腱の掌背屈のMAは12.4～18.5 mmであった。中、環、小指の伸筋腱のMAは前腕回外位、手関節橈屈位で大きな値を示した。橈尺屈のMAは、前腕、手関節中間位では示指への伸筋腱(EDC, EIP)は3.4～5.9 mmで橈屈、中、環、小指への伸筋腱は1.4～16.5 mmで尺屈作動筋として作用した。手指屈筋腱は伸筋腱に比し掌背屈のMAは小さく、さらに浅指屈筋腱は深指屈筋腱より大きな値を示した。環指、小指の屈筋腱は尺屈作動筋として作用し、前腕回外位にてその作用は増大した(7.6～9.2 mm)。

## 考 察

本実験の特徴の1つ手関節作動筋のみならず外来性の母指、手指作動筋を含め手関節を交差するすべて腱のMAを測定したことである。その理由は、手関節を交差する腱はすべて手関節の運動に関与し<sup>13)</sup>、その作用の大きさには各腱の手関節におけるMAの値が重要な要素と考えられるためである。一方、手関節の運動は外来性の母指、手指作動筋の長さ一緊張関係に影響をおぼし<sup>13)</sup>、その程度も各腱の手関節におけるMAによって決定される。これらのこととは臨床的には動的腱固定術、腱移行術などによる手の機能再建の際に重要な意味を持ち応用される。

現在、MAの測定には3つの方法、すなわちGeometric法、Direct load measurement法、そしてTendon-joint displacement法があり、各方法はそれぞれ長所、欠点を有し<sup>12)3)</sup>、目的に応じ使い分けられて

いる。今回使用したTendon-joint displacement法の最大の利点は、いまだ不定である手関節の回転軸の設定<sup>24)25)</sup>が不要な点である。この方法では腱の滑走距離と関節の回転角度を同時に測定することにより、動的に各腱の各運動方向におけるMAを容易に算出することが可能であり、腱の滑走距離と関節の回転角度の関係は必ずしも直線的である必要はない<sup>2)</sup>。しかしこの方法では軟部組織、とくに腱の粘弾性による誤差の発生を減ずる工夫が必要である。そのため本実験では手関節を緩徐に一定の速度で動かし、腱とそれに縫着したワイヤーが測定中にたわむことを防ぐ目的で1.2 poundsの荷重を加え緊張を与えた。さらに靭帯組織に過度の負荷が加わり関節の運動が非生理的にならないように、抵抗感のない範囲で手関節を他動的に可動し測定した。

腱の滑走距離一回転角度の関係、すなわちMAは腱と関節との空間的位置関係により決定される<sup>17)</sup>。今回の測定結果から前腕、手関節の肢位の変化により各腱のMAが影響されることが判明した。このことは回転軸が一定とすると、肢位の変化により手関節に対して腱の空間的位置が変化することを意味している<sup>10)</sup>。

前腕の肢位による影響に関しては、回旋運動に伴う前腕筋の走行方向の変化が腱の手関節における位置を変化させることができると考えられる(Fig. 5)。すなわち上腕

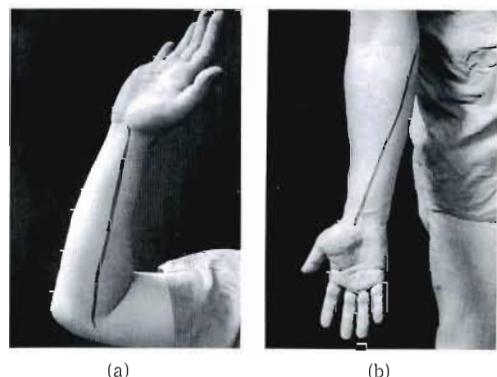


Fig. 5 Pulling direction of a forearm muscle is changed by the position of the forearm. A line was drawn on the course of FCR. In pronation (a), the line is parallel to the long axis, while in supination (b), the line runs obliquely, which means the direction of tendon-pull of the muscle is located more medially at the wrist, resulting in smaller moment arm in RUD.

骨内上顆に起始を持つ屈筋群は回外位では前腕を斜走し、その牽引力は尺側に向かうベクトルを生じる。そのため腱は回内位に比し尺側に移動することになる。その移動の程度は、それを制御する腱周囲の解剖学的構築により異なってくる。上腕骨外上顆に起始をもつ伸筋群では逆の現象がみられる。今回の測定結果を検討すると、前腕の肢位によるMAの変化はこれらの現象とほぼ一致するものであった。尺骨頭は前腕の回旋運動に伴い橈骨遠位端に対し掌背方向に移動する<sup>7)14)15)</sup>。そのため尺骨頭と固定された位置関係にある尺側手根伸筋腱<sup>18)</sup>は回内位に比し回外位で大きな掌背屈のMAを有しており、これは他の報告<sup>7)23)</sup>と同一の所見であった。

また、手関節の肢位によりMAも変化したが、これは手関節のKinematics<sup>4)12)13)16)19)21)22)</sup>と一致するものであった。すなわち手関節が橈屈するにしたがい舟状骨は屈曲し、尺屈時に伸展する。尺側において三角骨は手関節橈屈時に背外側に移動し、尺屈時に掌側に移動する。これらの手根骨の動きはその手根骨の直上、近位を走行する腱の位置を変化させる。この機序により橈側手根屈筋、尺側手根伸筋は手関節橈屈時に、尺側手根屈筋は尺屈時に大きな掌背屈のMAを有することになる。以上の点を検討すると、今回の測定結果は手関節の解剖学的、および運動学的所見と一致することが判明した。

大きなMAを有する腱はその関節の運動に対して力学的に有效地に作用すると考えられる。その意味で今回の実験により得られた測定結果は各筋腱組織の手関節運動における効果を明らかにしたものであり、手関節の生体力学的研究、臨床的応用に寄与すると思われる。

## 結 語

1. 手関節を交差するすべての腱の手関節掌背屈、橈尺屈運動におけるmoment armを測定した。
2. 再現性のある測定結果が得られ、その数値を表にあらわした。
3. 各腱のmoment armは前腕、手関節の肢位により変化した。
4. 今回得られた測定結果は手関節の解剖学的、および運動学的所見と一致していた。

## 文 献

- 1) An, K. N., Ueba, Y., Chao, E. Y. S., et al.: Tendon excursion and moment arm of the index finger muscles. *J. Biomechanics*, 16: 419-425, 1983.

- 2) An, K. N., Takahashi, K., Harrigan, T. P., et al.: Determination of muscle orientations and moment arms. *J. Biomechanical Engineering*, 1: 280-282, 1984.
- 3) Armstrong, T. J., Chaffin, D.: An investigation of the relationship between displacement of the finger and wrist joints and the extrinsic finger flexor tendons. *J. Biomechanics*, 11: 119-129, 1978.
- 4) Berger, R. A., Crownshield, R. D., Flatt, A. E.: The three-dimensional rotational behaviors of the carpal bones. *Clin. Orthop.*, 167: 303-310, 1982.
- 5) Boyes, J. H.: Bunnell's surgery of the hand. 5th ed., JB Lippincott Co., Philadelphia, 1970.
- 6) Brand, P. W.: Clinical mechanics of the hand. Mosby Co., St. Louis, 1985.
- 7) Brand, P. W.: Biomechanics of tendon transfer. *Orthop. Clin. North Am.*, 5: 205-230, 1974.
- 8) Brand, P. W., Cranor, K. C., Ellis, J. C.: Tendon and pulleys at the metacarpophalangeal joint of a finger. *J. Bone Joint Surg.*, 57-A: 779-784, 1975.
- 9) Kaplan, E. B.: Function and surgical anatomy of the hand. 2nd ed., JB Lippencott Co., Philadelphia, 1965.
- 10) Kauer, J. D.: Functional anatomy of the wrist. *Clin. Orthop.*, 149: 9-20, 1980.
- 11) Ketchum, L. D., Brand, P. W., Thompson, D., et al.: The determination of the moments for extension of the wrist generated by muscles of the forearm. *J. Hand Surg.*, 3-A: 205-211, 1978.
- 12) Lichtman, D. M., Schneider, J. R., Swafford, A. R., et al.: Ulnar midcarpal instability—Clinical and laboratory analysis. *J. Hand Surg.*, 6: 515-523, 1981.
- 13) Linscheid, R. L.: Kinematic considerations of the wrist. *Clin. Orthop.*, 202: 27-39, 1985.
- 14) Palmer, A. K.: The distal radioulnar joint. In: Lichtman DM eds. The wrist and its disorders. 220-231, Saunders, Philadelphia, 1988.
- 15) Palmer, A. K.: The distal radioulnar joint. *Orthop. Clin. North Am.*, 15: 321-335, 1984.
- 16) Ruby, L. K., Cooney III, W. P., An, K. N., et al.: Relative motion of selected carpal bones: A kinematic analysis of the normal wrist. *J. Hand Surg.*, 13-A: 1-10, 1988.
- 17) Smith, D. K., An, K. N., Cooney III, W. P., et al.: Effect of a scaphoid waist osteotomy on carpal kinematics. *J. Orthop. Res.*, 7: 590-598, 1989.
- 18) Spinner, M., Kaplan, E.: Extensor carpi ulnaris: Its relationship to the stability of the distal radioulnar joint. *Clin. Orthop.*, 68: 124-129, 1970.
- 19) Taleisnic, J.: Current concept review: Carpal instability. *J. Bone Joint Surg.*, 70-A: 1262-1268, 1988.

- 20) Tolbert, J. R., Blair, W. F., Andrew, J. G., et al.: The kinetics of normal and prosthetic wrists. *J. Biomechanics*, 18: 887-897, 1985.
- 21) Volz, R. G., Lieb, M., Benjamin, J.: Biomechanics of the wrist. *Clin. Orthop.*, 149: 112-117, 1980.
- 22) Weber, E. R.: Wrist mechanics and its association with ligamentous instability. In Lichtman eds. *The wrist and its disorders*. 41-52, Saunders, Philadelphia, 1988.
- 23) Youm, Y., Thambyrajah, K., Flatt, A. E.: Tendon excursion of the wrist movers. *J. Hand Surg.*, 9-A: 202-209, 1984.
- 24) Youm, Y., Flatt, A. E.: Kinematics of the wrist. *Clin. Orthop.*, 149: 21-32, 1980.
- 25) Youm, Y., McMurry, R. Y., Flatt, A. E., et al.: Kinematics of the wrist. I. An experimental study of radio-ulnar deviation and flexion-extension. *J. Bone Joint Surg.*, 60-A: 423-431, 1978.

## TFCC の神経支配に関する解剖学的検討

東京慈恵会医科大学形成外科学教室

福本 恵三・児島 忠雄  
木下 行洋・林 博之

An Anatomical Study of the Innervation of the  
Triangular Fibrocartilage Complex

Keizo Fukumoto, et al.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery,  
The Jikei University School of Medicine

Recently, many procedures were developed for the chronic wrist pain caused by the triangular fibrocartilage complex (TFCC) tears. On the other side, degenerative tears does not cause the wrist pain were reported. The relation of the TFCC tears and the wrist pain were not clarified and the innervation of the TFCC was not reported in detail. The purpose of this study was to obtain and clarify the innervation of the TFCC.

Materials and methods: Twenty preserved upper extremities were dissected under loupe magnification. Five wrist joints were examined histologically using hematoxylin and eosin, Bodian's and Gallyas's silver impregnation technique.

Results: Gross anatomical study. The dorsal branch of the ulnar nerve provided the articular branch to the TFCC in 14 of 20 extremities.

Histological study. Nerve fibers were observed penetrating from the subcutaneous tissue into the TFCC. Nerve fibers and nerve endings were observed ulnar third of the TFCC, but not in the radial part of the TFCC (articular disc).

Discussion: These findings coincide with that neural elements are not identified inner part of the meniscus of the knee joint and articular disc of the temporomandibular joint. Peripheral tears of the TFCC are typical of traumatic avulsions and central perforations are likely to be degenerative. We suspect that the distribution of the neural elements in the TFCC is the one of the reasons of the traumatic tears cause the wrist pain, but degenerative tears does not.

慢性の手関節痛は、われわれにしばしば治療上困難な問題をもたらす。近年、手関節の解剖学的検索が多く行われるようになり<sup>①</sup>、それに伴ってTFCCの損傷が手関節尺側部痛の原因として注目を集めてきた。

Colles'骨折、遠位橈尺関節脱臼などの手関節外傷後、あるいははっきりした原因がない手関節尺側部の疼痛、それに伴う握力の低下はTFCCの損傷が原因のひとつと考えられている。われわれはTFCCの神経支配

に関する解剖学的、組織学的検索が手関節尺側部痛の原因の解明、ひいてはより良い治療法の確立の一助となると考え、まだ報告をみないTFCCの神経支配に関する本研究を計画した。

### 方 法

保存屍体20手について手術用ルーペを用いた解剖を行い、TFCCに分布する神経の走行、径などの計測

Key words: triangular fibrocartilage complex, wrist joint, nerve fiber, nerve ending, anatomy

Address for reprints: Keizo Fukumoto, M. D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishishinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

を行った。観察した神経は尺骨神経、後骨間神経、内側前腕皮神経、前骨間神経である。それぞれの神経を前腕の上中 1/3 の部位で確認し中枢から末梢方向へ剥離し追及した。TFCC へ侵入する関節枝を観察し、分岐の位置、分枝の数、分岐部の径を計測した。

また、新鮮屍体 5 手について組織学的検索を行った。TFCC を尺骨、橈骨を含めて切除し、脱灰後 30  $\mu\text{m}$  に連続的に薄切した。H-E 染色、Bodian<sup>8)</sup>、Gallyas 法<sup>9)</sup>による渡銀染色を行い神経線維、神経終末を観察した。

## 結 果

解剖学的検索では TFCC への枝は尺骨神経の手背枝から分岐することがもっとも多く 20 手中 14 手 70% に認められ (Fig. 1)，尺骨神経の本幹からが 2 手 10%，後骨間神経、内側前腕皮神経からが各 1 手 5% であった。前骨間神経からの枝は認められなかった。また、2 手 10% は不明であった。

尺骨神経手背枝は豆状骨中枢端より平均 6.8 cm ( $SD=1.87$ ) で分岐し、しばらく尺骨神経と平行して末梢へ向かい、尺側手根屈筋腱と尺骨の間を通り、尺

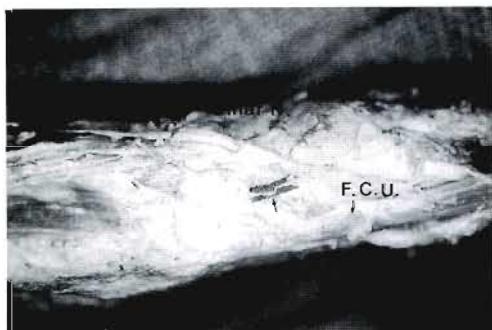


Fig. 1 The articular branch to the TFCC.

骨茎状突起より平均 3.3 cm ( $SD=0.93$ ) 中枢で尺側皮下に現れる。

尺骨神経手背枝からは通常 1 本の枝が TFCC へ分岐する (70%)。この枝は尺骨茎状突起より平均 1.8 cm ( $SD=0.92$ ) 中枢で分岐し、分岐直後の径は平均 0.65 mm ( $SD=0.155$ ) である。この枝は分岐後末梢へ向かい、尺側または掌尺側から伸筋支帯、尺側副副韌帯を貫いて TFCC に侵入する。1 例に尺骨神経背側枝から TFCC へ 2 本の枝を分岐するものを見た。

組織学的検索では神経線維は TFCC 周囲の結合組織から主として血管に伴って TFCC に侵入していた。神経線維、神経終末は冠状断面で TFCC の尺側約 1/3 まで分布することが確認された。Fig. 2 に meniscus homologue 内の神経線維 (Fig. 2a)，ulnar collateral ligament 内の自由神経終末 (Fig. 2b) を示す。TFCC の尺側約 1/3 には mechanoreceptor も認められた (Fig. 3)。TFCC の内側部分 (articular disc) には神経線維、神経終末は認められなかった。

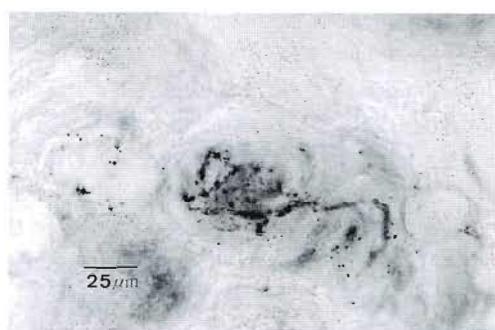


Fig. 3 The mechanoreceptor in the ulnar third of the TFCC (Gallyas).

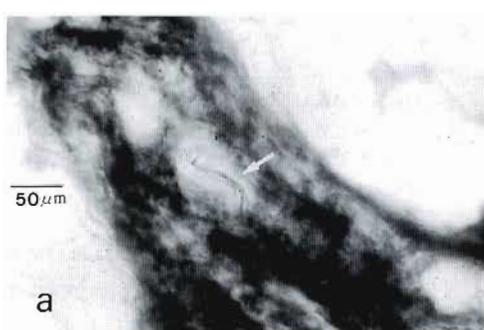


Fig. 2a Nerve fiber in the meniscus homologue (Gallyas).



Fig. 2b Free nerve ending in the ulnar collateral ligament (Gallyas).

## 考 察

TFCC自体が原因と考えられる手関節痛の症例に対し様々な治療法がおこなわれ、一定の除痛効果をあげている。一方、Mikicによって加令変化によるTFCCの穿孔が多いという報告がなされ<sup>3)</sup>、疼痛の原因とならないTFCCの穿孔が数多く存在することも知られており、TFCC穿孔と疼痛との関係は良く理解されているとはいえない。われわれの組織学的検索の結果は膝関節のメニスкусに関するZimny<sup>10)11)</sup>、頸関節のarticular discに関するHanssonらの報告<sup>3)</sup>と同様TFCCにおいてもその内側部分(articular disc)には神経線維、神経終末が認められなかつことを示している(Fig. 4)。TaleisnikによればTFCCの障害部位は、外傷による損傷ではわれわれが神経線維を確認した尺側部分に多いとされ<sup>7)</sup>、Mikicの報告をした加令による穿孔は神経線維を認めなかつた内側部分に多いとされている。この障害部位の違いと神経分布との関連が、疼痛の発現頻度に関与しているのではないかと考える。1966年、Wilhelmは解剖学的検索をもとに手関節のdenervation手術を発表した<sup>9)</sup>。以後、Buck-Gramckoを始めとする主としてドイツ語圏の手の外科医によって手関節痛の治療法のひとつとしておこなわれ満足する結果を得ており<sup>10)</sup>、われわれも現在まで20例に行って良好な結果を得ている<sup>4)</sup>。われわれは尺骨神経手背枝からのTFCCへの分枝や後骨間神経をdenervateすることにより手関節尺側部の除痛が可能ではないかと考え、今後臨床的に検討したいと考えている。

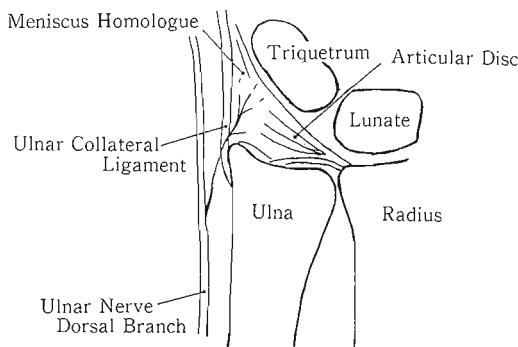


Fig. 4 Diagram showing the distribution of the articular nerve to the TFCC.

## ま と め

1. TFCCの神経支配に関する解剖学的検索を行った。
2. TFCCに分布する神経は尺骨神経手背枝から分岐するものがもっと多く70%に認められた。
3. TFCCの内側部分(articular disc)には神経線維、神経終末は認められなかつた。
4. TFCC内の神経分布の差が障害部位と疼痛の発現の頻度に関与すると考えた。

## 参 考 文 献

- 1) Buck-Gramcko, D.: Denervation of the wrist joint. *J. Hand Surg.*, 2: 54-61, 1977.
- 2) Gallyas, F.: Silver Staining of Myelin by Means of Physical Development. *Neurological Research*, 1: 203-209, 1979.
- 3) Hansson, T. L., et al.: Current concepts about the temporomandibular joint. *J. Prosthetic Dentistry*, 55: 370-371, 1986.
- 4) 児島忠雄 他:手関節痛に対するDenervationの症例と成績. *日手会誌*, 2: 636-639, 1985.
- 5) Mikic, Z.: Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint. *J. Anat.*, 126: 367-384, 1978.
- 6) Palmer, A. K., et al.: The triangular fibrocartilage complex of the wrist-Anatomy and function. *J. Hand Surg.*, 6: 153-162, 1981.
- 7) Taleisnik, J.: Pain on the Ulnar Side of the Wrist. *Hand Clinics*, 3: 51-68, 1987.
- 8) Weinzimer, S. H.: A Modification of the Bodian Stain for Neurofibrils. *Laboratory Medicine*, 5: 23-24, 1974.
- 9) Wilhelm, A.: Die Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen. Ein neues Behandlungsprinzip in der Handchirurgie zur Behandlung der Spätstadien der Lunatummalacie und Naviculare-pseudarthrose, *Hefte Unfallheilkunde*, Heft 86, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg and New York, 1-109, 1966.
- 10) Zimny, M. L.: Mechanoreceptors in Articular Tissues. *Am. J. Anat.*, 182: 16-32, 1988.
- 11) Zimny, M. L. et al.: Mechanoreceptors in the Human Medial Meniscus. *Acta Anat.*, 133: 35-40, 1988.

質問 大分医科大学整形外科 中村英次郎

① U.C.L.についての存在について議論されているところであるが、先生があえてU.C.L.といわれる理由をお教え下さい。

② TFCC周囲の神経をミクロで検索する際の限界については、いかがお考えでしょうか。

回 答 東京慈恵会医科大学形成外科 福本 恵三

① Ulnar collateral ligamentについては議論のあるところと思うが、PalmerのTFCCについての解剖学的記載に準じて用いた。

②関節枝は細く、ルーペを用いた解剖だけでは不充分となるので、組織学的検索を行っている。

質 問 聖マリアンナ医科大学整形外科 別府 諸兄  
臨床例で、この神経を局所麻酔剤でBlockして、痛みが消失した経験はござりますか。

回 答 東京慈恵会医科大学形成外科 福本 恵三

TFCC損傷によると考えられる手関節尺側部痛を有する患者で、尺骨神経手背枝をブロックすることにより疼痛の消失をみる症例の経験がある。

質 問 広島県身障者リハビリセンター 水関 隆也

クロスセクションでの観察は行っているか。

回 答 東京慈恵会医科大学形成外科 福本 恵三

クロスセクションの連続切片は行っていないが、冠状断面の連続切片による再構築を検討したいと考える。

## 手関節三角線維軟骨周辺の病理組織学的 免疫組織化学的検討

聖マリアンナ医科大学整形外科学教室

木村 元・別府 諸兄  
長尾 悅夫

同第一病理学教室

高木 正之

東京慈恵会医科大学第一解剖学教室

山下 広

### Pathological and Immunohistochemical Study of the Triangular Fibrocartilage of the Wrist Joint

Hajime Kimura, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, St. Marianna University School of Medicine

Triangular fibrocartilage (TFC) contributes to the stabilization of the distal radioulnar joint and is one of the most important structures in the wrist. By using cadavers, we investigated the degenerative changes in the ulnar components of the wrist joint pathologically and immunohistochemically. Also we studied about the possibility of the healing process occurring or not at the central portion of the TFC.

#### Materials and Methods

This study consisted of 50 wrist joints from 43 cadaveric specimens (5 fresh, 38 preserved). The 26 males and 17 females ranged from 18 to 88 years old (average 63 yrs.). Fifty wrist joints were examined pathologically, and 5 fresh ones chosen from among them were examined immunohistochemically. Evaluations were made using a light microscope.

#### Results

- 1) From the pathological results, the degenerative changes at first occurred from the ulnar side of the TFC, and they were much more severe than the carpal side of the TFC. Conversely, the cartilaginous changes were more severe in the carpal bones than in the ulnar head.
- 2) The central portion of the TFC was an avascular area in 49 joints, but only one joint showed numerous capillaries at the degenerated area.
- 3) The proliferation of premature fibroblast was not observed.
- 4) Aggregation of chondrocytes with plump nuclei were observed around the degenerated area of the TFC, which is a feature of chondrocyte metaplasia, and the S-100 protein was positive immunohistochemically.
- 5) Type I and type III collagens showed weak reaction on the ulnar side of the TFC, but strong

**Key words:** triangular fibrocartilage, pathology, immunohistochemistry

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

positive reaction was observed on the carpal side.

- 6) The distribution of fibronectin, factor XIIIa related to the healing of the tissue was sparse.

## はじめに

手関節の三角線維軟骨 (triangular fibrocartilage, 以下 TFC) は、その機能や解剖に関して、統一した見解が得られていない部分がある。一方、臨床においては、慢性の手関節痛を訴える症例に対して検査を施行しても、得られた所見が外傷性か加令的かの判断が困難な場合が多く、治療に関しても切除すべきか修復すべきか、確立されているとは言い難い。今回われわれは、屍体手関節を用いて TFC を中心に、病理組織学的、免疫組織化学的に検索し、その変性状態を観察すると同時に TFC の修復の可能性について検討した。

## 対象および方法

東京慈恵会医科大学の系統解剖用屍体 38 体 45 手関節と、聖マリアンナ医科大学における新鮮屍体 5 体 5 手関節を対象とした。年令は 18 才から 88 才（平均 63 才）で、男 26 体 30 手関節、女 17 体 20 手関節、右 33 手関節、左 17 手関節であった。なお、生前の利き手、生活歴、外傷の有無などは全例不明であった。まず病理組織学的検索を 50 関節について行い、そのうち新鮮な検体の 5 関節については、さらに免疫組織化学的検索を行った。50 関節中 33 関節は TFC のみ、17 関節は月状骨、三角骨、尺骨頭も含めて標本を作成した。48 関節は冠状面で、2 関節は矢状面で薄切した。染色法は hematoxylin eosin 染色、Masson trichrome 染色、elastica van Gieson 染色、PAS 染色、鍍銀染色を全例に行い、新鮮な検体 5 関節に関してはさらに、avidin-biotin peroxidase complex method (ABC 法) により、I 型・II 型・III 型コラーゲン、フィブロネクチン、活性型血液凝固第 XIII 因子（以下 XIII a 因子）、血液凝固第 VIII 因子（以下 VIII 因子）、S-100 タンパクの局在を検索した。観察は光学顕微鏡下に行った。

## 結果

TFC の細胞の構成は基本的に線維軟骨細胞であり、基質には膠原線維と弾性線維が認められた。辺縁部では細胞成分が多くなり、紡錘形の線維芽細胞が主体を占めていた。

TFC の変性は手根骨側よりも、尺骨頭側の面に強い

傾向が見られた (Fig. 1)。50 関節中、明らかに尺骨頭側に変性の強いもの 29 関節 (58.0%)、手根骨側と尺骨頭側が同程度に変性しているもの 17 関節 (34.0%)、手根骨側に変性の強いもの 4 関節 (8.0%) であった。軟骨面と骨の変性は、逆に手根骨側が高度である例が多く、TFC の変性部位の対向面に一致して、fibrillation からわゆる関節症変化まで認められた (Fig. 2)。骨・軟骨の標本を作成した 17 関節については尺骨頭よりも手根骨側に強い変性を認めたもの 11 関節 (64.7%)、同程度のもの 6 関節 (35.3%) であり、尺骨頭の変性が強いものはなかった。また、TFC 断裂部近傍には核の腫大した軟骨細胞の集簇が見られ、軟骨化生の像が認められた。これらの細胞は PAS 染色で細胞質内にグリコーゲン顆粒を多数認め、免疫組織学的に S-100 タンパクが強陽性であった (Fig. 3)。TFC 全体としては、I 型と III 型コラーゲンは TFC の尺骨頭側では反応が弱く、逆に、手根骨側に強陽性に反応した (Fig. 4)。II 型コラーゲンは軟骨化生の細胞に弱陽性であった。また、TFC 中心部は XIII a 因子に関しても反応が弱く、フィブロネクチンの分布も周辺部に比べ粗であった。

TFC 中心部は 49 関節で無血管野であったが、1 関節のみ、88 才男性の type 1 の TFC において、中央の変生部位に毛細血管の侵入を認めた (Fig. 5)。これら

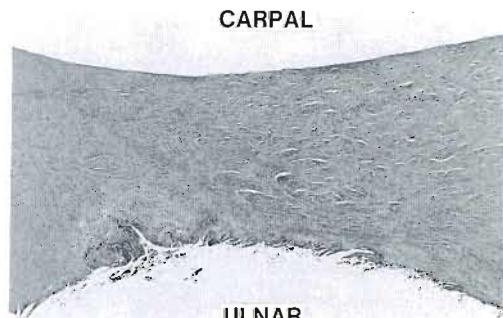


Fig. 1 Fibrillation and shredding on the ulnar surface of the type 1 TFC obtained from a 66 years old subject. The carpal side is quite well preserved. Coronal section, Hematoxylin-eosin stain ( $\times 4$ ).

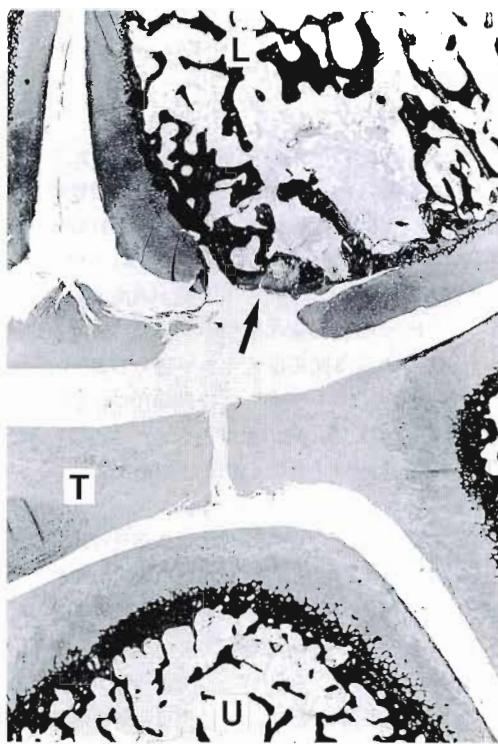


Fig. 2 Osteoarthritis change (arrow) is on the ulnar side of the lunate accompanying a type 2 TFC obtained from a 59 years old subject. Cartilage of ulnar head is well preserved. Coronal section, Masson's trichrome stain ( $\times 2$ ). L: lunate, T: triquetrum, U: ulnar head



Fig. 3 S-100 protein is positive in the chondrocytes near the TFC perforation. Coronal section of the type 2 TFC obtained from a 77 years old subject. Immunoperoxidase staining for S-100 protein (ABC method,  $\times 20$ ).

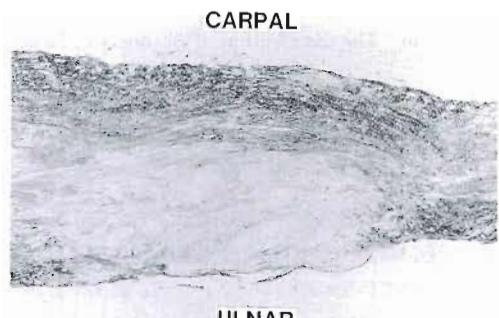


Fig. 4 Type I collagen is negative on the ulnar side of the TFC. Coronal section of the type I TFC obtained from a 76 years old subject. Immunoperoxidase staining for type I collagen (ABC method,  $\times 4$ ).

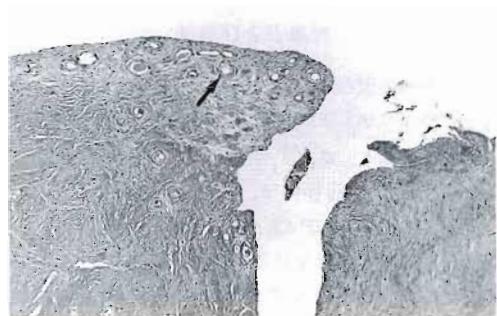


Fig. 5 Capillary vessel is seen (arrow) near the perforation of the type 1 TFC obtained from a 88 years old subject. Coronal section, hematoxylin-eosin stain ( $\times 10$ ).

はVIII因子が陽性であり血管であることが確認された。

## 考 察

TFCの変性の起こり方に関して、Mikic<sup>3)</sup>はまずTFCの尺骨頭側よりおこり、手根骨側は比較的長期保たれると報告している。免疫組織化学的に確認されたコラーゲンの局在は興味深いものであった。I型とIII型コラーゲンはTFCの尺骨頭側で反応が弱く、手根骨側で反応が強く見られたのは、変性の強い尺骨頭側において、コラーゲンの抗原性が低下したためと考えられる。また、軟骨化生細胞にII型コラーゲンが弱陽性に認められ、S-100タンパクが強陽性であることから、これらの細胞が明らかに軟骨細胞の形態的、および機能的性質を有していることがわかった<sup>10)</sup>。

TFC の血管分布は辺縁 15~20%のみで TFC 中心部は無血管野であるとされている<sup>6)</sup>。今回われわれが 1 関節に認めた TFC 中心部への毛細血管の侵入は非常にまれな所見である。冠状面での標本で、血管が限局して存在していることより、掌側あるいは背側縁よりのものと考えられる。矢状面での標本を作成することができなかつたため、この血管がどこから侵入してきたかは疑問を残すところである。

今回の検討から、損傷された TFC 中心部に修復過程が起こる可能性は低いと考えられた。その理由として、1) TFC 中心部は無血管野であること、2) 幼弱な線維芽細胞の増生が認められない、3) 組織の修復に関するフィプロネクチン<sup>3)</sup> XIII a 因子<sup>2)</sup> の分布が粗であること、などが挙げられる。したがって、TFC 断裂部近傍で認められた軟骨化生の像は、修復像ととらえるよりもむしろ、損傷に対する反応としてとらえた方がよいと考えられた。

### ま　と　め

- 1) 成人 43 体 50 手関節について TFC を中心に病理組織学的・免疫組織化学的検索を行った。
- 2) TFC の変性は尺骨頭側の面に強いものが多くたが、関節軟骨の変性は逆に、尺骨頭よりも月状骨、三角骨に強いものが多かった。
- 3) 1 関節にのみ、TFC 中心部の変性部位に毛細血管の侵入を認めた。
- 4) TFC 中心部の修復がおこる可能性は低いと考

えられた。

### 文　献

- 1) 畑隆一郎：コラーゲンーその機能と代謝—蛋白質核酸酵素, 31: 29-52, 1986.
- 2) 松田道生：創傷治癒と XIII 因子。日血会誌, 40: 995-1002, 1977.
- 3) Mikic, Z. D. J.: Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint. *J. Anat.*, 126: 367-384, 1987.
- 4) Mohr, W., et al.: S-100 protein in normal, osteoarthritic and arthritic cartilage. *Rheumatol. Int.*, 5: 273-277, 1985.
- 5) 關口清俊：フィプロネクチンーその細胞接着因子としての分子的基礎—。細胞工学, 4: 485-496, 1985.
- 6) Thiru, Pathi, R. G., et al.: Arterial anatomy of triangular fibrocartilage of the wrist and its surgical significance. *J. Hand Surg.*, 11-A: 258-263, 1986.

**質問** 大分医科大学整形外科 中村英次郎  
屍体を使用する際、染色性を向上させる工夫などございましたら、御教授下さい。

**回答** 聖マリアンナ医科大学整形外科 木村 元  
シラン処理するとはがれにくく、よい標本が出来ると思います。

なるべく新しいものを使用しましたが、3 年程度の保存期間であれば、とくに染色に問題は生じませんでした。

## 第15期最初の総会開催される

平成3年8月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議の第15期が7月22日から発足し、7月22日～24日の3日間、第15期最初の総会が開催されましたので、その総会等についてお知らせします。

### 日本学術会議第112回総会報告

7月22日の第15期の発足に伴い、内閣総理大臣による日本学術会議会員の辞令交付が行われた。第15期の会員は、選出制度が学術研究団体を基礎とする推薦方式になって、3回目の会員である。この第15期会員による最初の総会である、第112回総会が7月22日から24日までの3日間、本会議講堂で開催された。

第1日目（22日）は、午前は新会員への辞令交付式があり、午後総会が開会され、直ちに、会長及び両副会長の選挙が行われた。会員による互選の結果、会長には近藤次郎第5部会員が13期、14期に引き続き三選された。人文科学部門の副会長には、川田侃第2部会員、自然科学部門の副会長には、渡邊格第4部会員が選出された（渡邊副会長は再選）。選挙終了後、近藤会長から「新人の方が半数以上おられ、大きな抱負をもっておられると思う。挫折感を持つことのないようできるだけの努力をしたい。皆様にも御協力をお願いしたい」との就任のあいさつがあり、又、川田、渡邊両副会長からもそれぞれ就任のあいさつがあった。

会長、副会長選出後は、直ちに各部会が開催され、各部の部長、副部長、幹事の選出が行われた。（第15期の役員については、別掲を参照）

第2日目は10時に総会が開催され、近藤会長が14期の会長という資格で第14期の総括的な活動報告を行った。その報告の折には、国際交流とか、将来計画委員会、学術会議の予算等、会長の感慨、または感想をも交えてその所感を述べた。統いて、会員推薦管理会報告として、久保亮五委員長の代理として事務総長が、第15期会員の推薦を決定するまでの経過報告を行った。

引き続き、会長から3日目の総会で提案・審議する予定の「第15期活動計画委員会の設置について（申合せ案）」に関する各部での事前討議について、並びに各常置委員会の各部での委員の選出について、それぞれ各部へ依頼した。

総会終了後、各部会が開催され、前述の申合せ案の討議及び各常置委員会委員の選出等が行われた。

第3日目（24日）10時に総会が開会され、会長から「第15期活動計画委員会の設置について」の提案が行われた。

これは、第15期の活動の基本計画の立案を目的とする臨時の委員会を次の定例総会までの間、設置するということを内容としている。そしてこの提案は原案どおり可決された。

総会終了後、直ちに各部会が開会され、設置が決定された第15期活動計画委員会委員の選出等が行われた。

なお、この第15期活動計画委員会は、総会期間中に第1回の会議を開き、全会員を対象にした第15期の学術会議の活動に関するアンケートの実施を決めるなど、早速その活動を開始した。

また、運営審議会附置委員会、常置委員会、国際対応委員会等も活動を開始した。

### 第15期日本学術会議の辞令交付式等について

第112回総会に先立ち、第15期日本学術会議会員の辞令交付式が7月22日（月）11時から、総理大臣官邸ホールで行われた。辞令交付式は、海部内閣総理大臣、坂本内閣官房長官、大島、石原両官房副長官、稻橋総理府次長等の出席を得て執り行われた。

第1部から第7部までの会員1人ずつの名前が読み上げられた後全会員の最年長である渡邊格第4部会員が代表して海部総理から辞令を手渡された。この後、海部総理大臣から「会員の皆様には、創造性豊かな科学技術の発展、総合的観点に立った学術研究に係る諸活動に御尽力いただきたい」とのあいさつがあり、これに応えて第15期会員を代表して渡邊格会員が「微力ながら全力を尽くし、重要な責務を全うし、国民の期待に応えたい」とあいさつがあり、式は終了した。式には192名の会員が出席した。

また、総会2日目の夕方には、学術会議ホールで、坂本官房長官主催の第15期会員就任パーティーが開催された。パーティーは坂本官房長官のあいさつで開会し、日本学士院院長代理の藤田良雄幹事の祝辞があり、これに対する近藤会長の答礼のあいさつ、沢田敏男日本学術振興会会長の発声による乾杯の後、懇談に入った。ホールには溢れんばかりの人々で歓談が続き盛会であった。

## 第15期日本学術会議役員

会長	近藤 次郎 (第5部・経営工学)
副会長	川田 侃 (第2部・政治学)
副会長	渡邊 格 (第4部・生物科学)
<各部役員>	
第1部 部長	肥田野 直 (心理学)
副部長	弓削 達 (歴史学)
幹事	一番ヶ瀬康子 (社会学)
"	山本 信 (哲学)
第2部 部長	西原 道雄 (民事法学)
副部長	細谷 千博 (政治学)
幹事	正田 桢 (社会法学)
"	山下 健次 (公法学)
第3部 部長	大石 泰彦 (経済政策)
副部長	島袋 嘉昌 (経営学)
幹事	岡本 康雄 (経営学)
"	藤井 隆 (経済政策)
第4部 部長	中嶋 貞雄 (物理科学)
副部長	田中 元治 (化学)
幹事	竹内 郁夫 (生物科学)
"	樋口 敏二 (地球物理学)
第5部 部長	岡村 総吾 (電子工学)
副部長	市川 慎信 (計測・制御工学)
幹事	内田 盛也 (応用化学)
"	増子 翁 (金属工学)
第6部 部長	中川昭一郎 (農業総合科学)
副部長	水間 豊 (畜産学)
幹事	志村 博康 (農業工学)
"	平田 駿 (農芸化学)
第7部 部長	岡田 晃 (社会医学)
副部長	伊藤 正男 (生理科学)
幹事	渥美 和彦 (内科系科学)
"	金岡 祐一 (薬科学)

(注) カッコ内は、所属部・専門

## 平成4年(1992年)度共同主催国際会議

本会議は、昭和28年以降、学術関係国際会議を関係学術研究団体と共同主催してきたが、平成4年(1992年)度には、次の6国際会議を開催することが、6月7日の閣議で了解された。(カッコ内は、各国際会議の開催期間と開催地)

### ・第9回国際光合成会議

(平成4年8月30日～9月5日、名古屋市)

共催団体：日本植物生理学会

### ・国際地質科学連合評議会及び第29回国際地質学会議

(平成4年8月24日～9月3日、京都市)

共催団体：(社)東京地質協会外5学会

### ・第5回国際臨床薬理学会議

(平成4年7月26日～31日、横浜市)

共催団体：日本臨床薬理学会

## 第15期日本学術会議会員の概要について

この度任命された210人の第15期日本学術会議会員の概要を以下に紹介する。(カッコ内は前期)

1 性別	男子207人(207人)	女子 3人(3人)
2 年齢別	50～54歳 3人 60～64歳 105人 70～74歳 15人	55～59歳 29人 65～69歳 58人
		最年長 74歳(76歳) 最年少 54歳(51歳)
		平均年齢 63.5歳(63.1歳)
3 勤務機関及び職名別		
(1) 大学関係	国立大学 71人(78人) 公立大学 2人(4人) 私立大学 93人(88人) その他 3人(2人)	計 169人(172人)
(2) 国公私立試験研究機関・病院等	11人(9人)	
(3) その他	法人・団体関係 9人(10人) 民間会社 9人(6人) 無職 10人(13人) その他 2人(0人)	計 30人(29人)
4 前・元・新別	前会員 88人(109人) 元会員 3人(4人) 新会員 119人(97人)	
5 地方別(居住地)	北海道 4人(3人) 東北 8人(6人) 関東 133人(130人) 中部 20人(17人) 近畿 34人(42人) 中国・四国 5人(4人) 九州・沖縄 6人(8人)	

(注) 詳細については、日本学術会議月報7月号を参照

### ・第11回国際光生物学会議

(平成4年9月7日～12日、京都市)

共催団体：日本光生物学協会

### ・第14回国際平和研究学会総会

(平成4年7月27日～31日、京都市)

共催団体：日本平和学会

### ・第8回国際バイオレオロジー会議

(平成4年8月3日～8日、横浜市)

共催団体：日本バイオレオロジー学会

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

**日本手の外科学会雑誌 第8巻第3号** 平成3年11月25日印刷  
平成3年11月30日発行

編集兼発行者 九州大学医学部整形外科学教室  
杉 岡 洋 一

印 刷 所 〒 815 福岡市南区向野2丁目13-29  
秀巧社印刷株式会社

発 行 所 〒 812 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

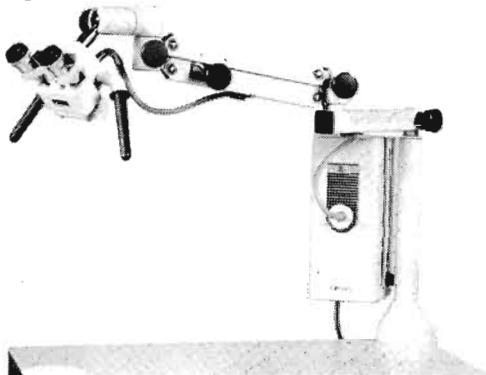
# KONAN

## 安全で確実な手術と 処置をお手伝い

小型手術用顕微鏡  
POM-50

- 微小血管吻合、皮膚縫合  
動物実験などに……

高性能をそのまま小型・軽量化しました。



- 使用目的に応じて簡単に直視  
斜視が切替られます
- 総重量 8kg
- 簡易キャリングケースがついて持ち運びができます

コナン オペレーションマイクロスコープ 700シリーズ

ご愛用いただきました  
『Kシリーズ』登場より15年、  
より使いやすく機能を充実しました。

- 使用目的に応じて
- 直視 ● 斜視
  - 撮影タイプ
  - フロアー ● テーブル ● 壁付
  - 手動、電動フォーカス等  
各種タイプをお選びいただけます。

発売元

株式会社 甲南カメラ研究所

〒662 兵庫県西宮市宮西町10-29 FAX.0798-26-1028  
TEL.0798-36-3456(代表) 0798-36-3455(営業部直通)



医学に貢献・社会に奉仕

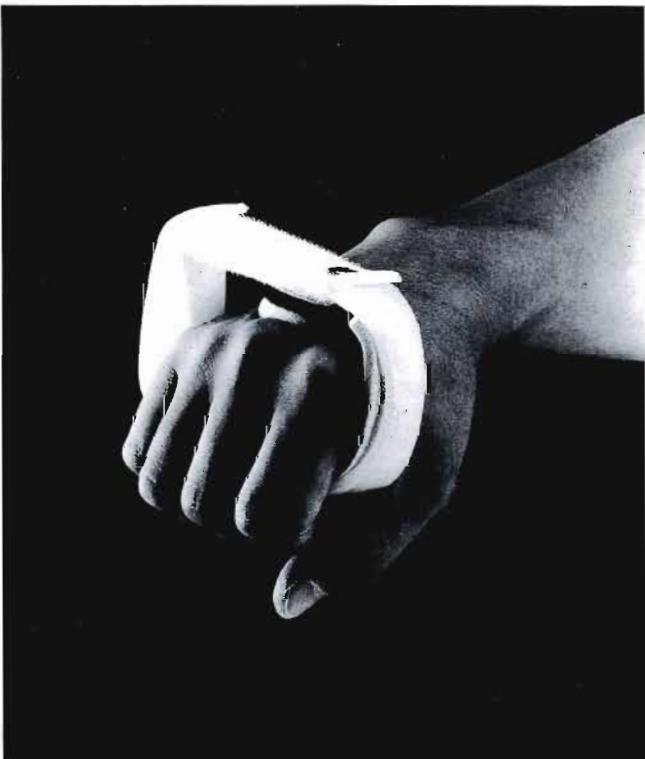
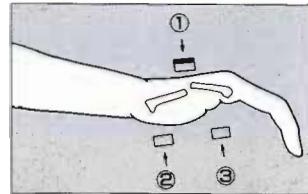
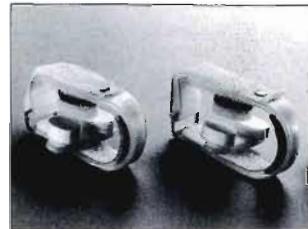
# ガルベストン 中手ブレース

(中手骨 骨折固定ブレース)

## 3点固定の 原理を採用

ガルベストン社のブレースは従来の治療法に比べて次の優れた利点を有しています。

- ◆3種類のブレース(スマール・ミディアム・ラージ)とも調節式パッドのため、左右を選ばず、手のサイズや種々の骨折に適合。
- ◆装着したままX線モニタリングがおこなえる。
- ◆ベルクロストラップのため腫脹が徐々に小さくなっても整復維持ができる。
- ◆ブレース固定をした状態でもIP、MPおよび手首関節の動きに制限を生じない。



米国 ガルベストン社

許可番号：阪用輸第1号

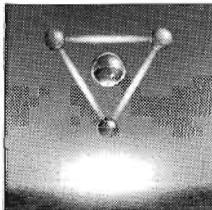
日本総代理店

株式会社  
**松本医科器械**  
MATSUMOTO MEDICAL INSTRUMENTS, INC.  
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) 727-0981 仙台 (022) 234-4511 横浜 (045) 423-3911  
名古屋 (052) 284-1481 金沢 (0762) 23-5221 広島 (082) 223-4571  
福岡 (092) 474-1191 浦和 (048) 825-2110

# 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  
（第2類医薬品）  
**フルマリン®**

静注用0.5g,1g

日抗基 注射用フロモキセフナトリウム 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。

■機能・効果 ブドウ球菌属、レンサ球菌属(腸球菌を除く)、肺炎球菌、ペプストレプトコッカス属、ブランハメラ・カターリス、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○咽頭炎、扁桃炎、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、骨盤膜炎、ダグラス腔癆○子宮付属器炎、子宮内感染、骨盤死腔炎、子宮結合織炎、バルトリノン腔炎○中耳炎、副鼻腔炎

■使用上の注意(一部抜粋)  
①一般的な注意 (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)ペ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、荨麻疹等のアレルギー症状を起こしやすい体质を有する患者 (3)高度の腎障害のある患者 (4)経口摂取の不良な患者又は非経口栄養の患者、高齢者、全身状態の悪い患者(ビタミンK欠乏症があらわれることがあるので観察を十分に行うこと) (5)副作用 (1)ショック まれにショック症状を起こすことがあるので観察を十分に行い、不快感、口内異常感、嘔吐、眩暈、便意、耳鳴、発汗等の症状があらわれた場合には投与を中止すること。(2)過敏症 発疹、荨麻疹、癢痒、発赤、発熱、顔面紅潮、皮膚感覺異常等の過敏症があらわれた場合には、投与を中止し適切な処置を行うこと。(3)腎臓 ときにBUN上昇、クレアチニン上昇、乏尿、蛋白尿等の腎障害があらわれることがあるので、尿の観察を十分に行い、乏尿、蛋白尿、血尿等の尿異常所見、BUN上昇、クレアチニン上昇等の腎障害が認められた場合には、投与を中止するなど適切な処置を行うこと。なお、他のセフェム系抗生物質で、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報告されているので、異常が認められた場合には、投与を中止するなど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便便を伴う重篤な大腸炎があらわれることがある。腹痛、頻回の大便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 大阪市福島区鶴洲5丁目12-4

'91.10.作成B51



シオノギ製薬  
大阪市中央区道修町3-1-8 〒541

# 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

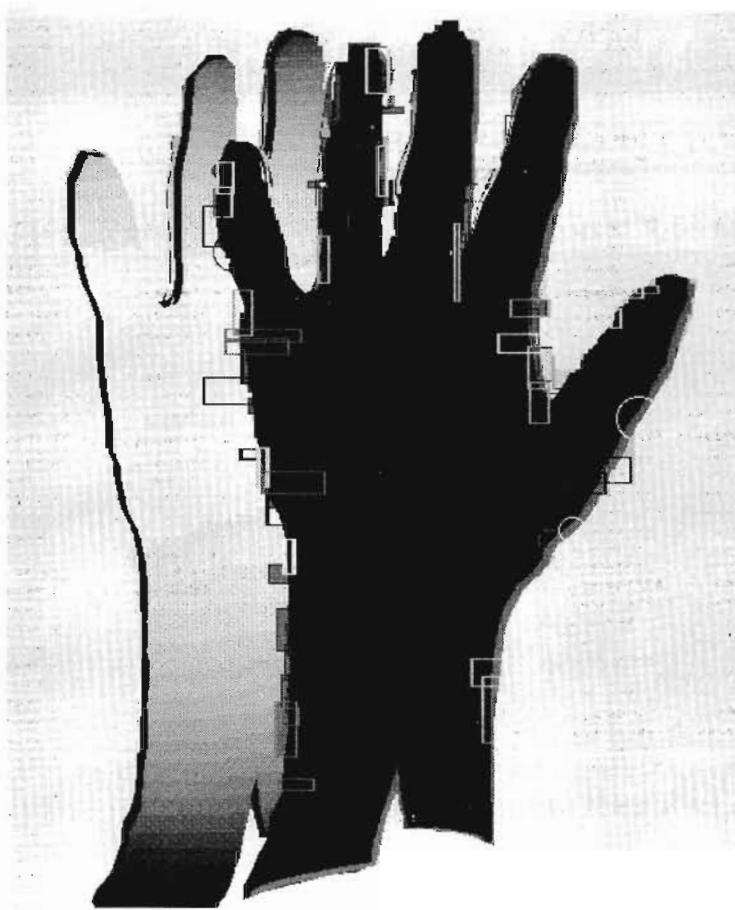
福岡市博多区千代4丁目30番4号

電話 (641) 7571~3

代表取締役社長 井藤信彌

# 神・経・修・復

メチコバールはエーザイが独自に合成・開発した、メコバラミン(メチル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

末梢性神經障害、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(末梢性神經障害の場合)：通常、成人は1日1回(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(アンプル/メコバラミンとして500μg)

を週3回、筋肉内または静脈内に注射する。約2カ月投与した後、維持療法として1～3カ月に1

回1アンプルを投与する。

## 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、恶心、下痢等があらわれることがある。②過敏症：まれに発疹があらわれることがある。

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

### 2. 注射剤

(1)副作用 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・硬結が、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、開封後直ちに使用するとともに、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。ワ) 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。

## 末梢性神經障害治療剤

**メチコバール®**

錠500μg・錠250μg・細粒・注射液500μg

メコバラミン製剤

〈薬価基準収載〉



エーザイ

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

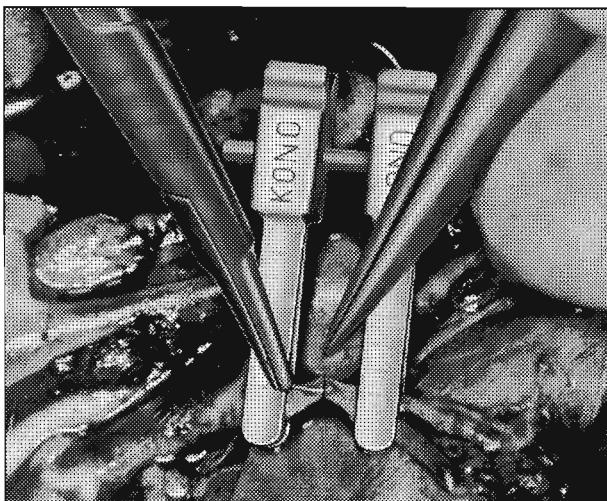
A-D<sub>2</sub> 9304

# "CROWNJUN" Brand

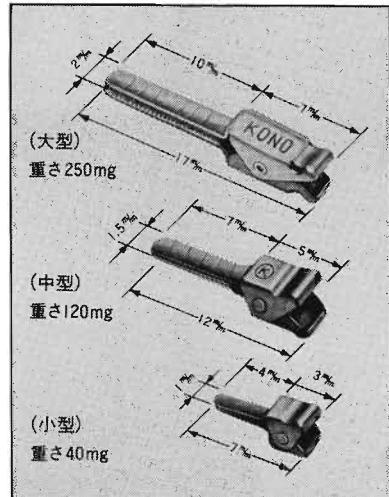


## マイクロサージャリー用クリップ

### ■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分以上不变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(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 千葉県市川市當古2-11-10

TEL: 0473(72)3281(代)

FAX: 0473(73)4515

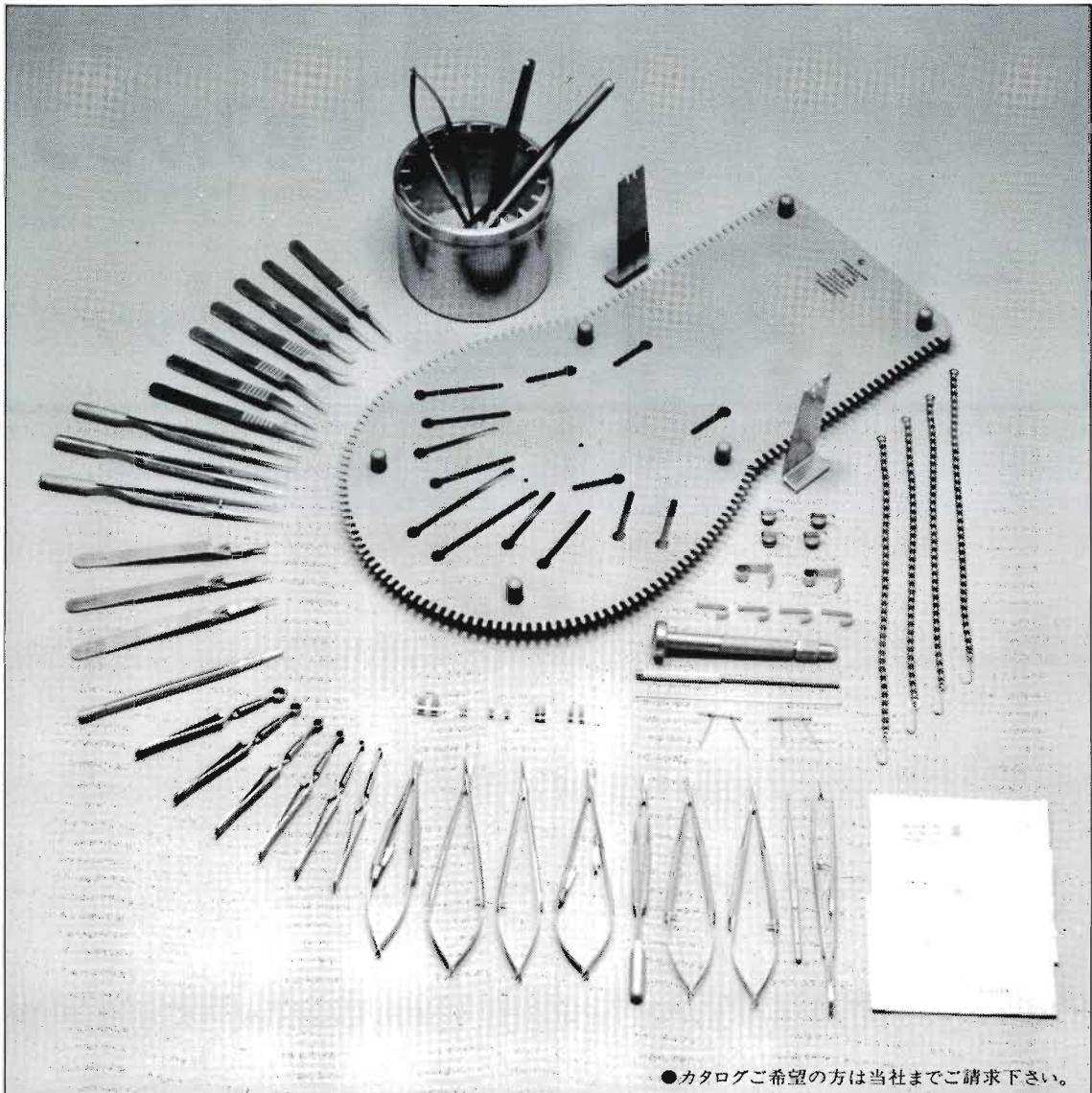
**SSC**

スイスSSC形成外科用マイクロ手術器械

# for Microsurgery

スイスSSC社製品

●マイクロ持針器 ●镊子 ●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 ●固定镊子 ●カウンターレープ ●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)

実績が物語る。

CZX  
Epocelin

CEZ  
Cefamezin

合成セファロスボリン製剤 指(要指)

工ホセリン®

静注用・筋注用・坐剤

〈日抗基:セフチゾキシムナトリウム〉 ■健保適用

合成セファロスボリン 指(要指)

セファメジン®

筋注用・注射用

〈日抗基:注射用セファゾリソナトリウム〉 ■健保適用

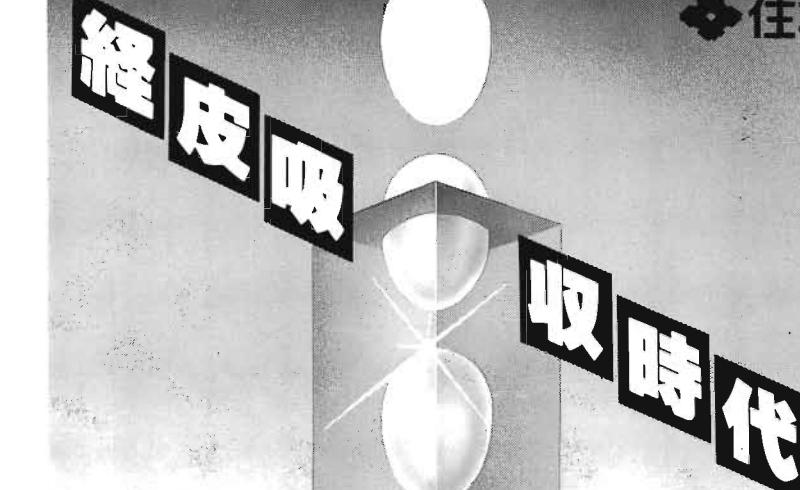
● 効能・効果、用法・用量、使用上の注意は  
製品添付文書をご参照ください。

フジサワ  
大阪市中央区道修町3-4-7 〒541

資料請求先:藤沢薬品工業(株) 医薬事業本部

R.Z.852

住友製薬



Inteban® Catlep®

### 住友製薬の外用NSAIDシリーズ

# (<sup>®</sup>) インテバン<sup>®</sup> クリーム 外用液 貼付剤 (カトレップ<sup>®</sup>)

NSAID : nonsteroidal antiinflammatory drugs

#### ●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) 皮膚の感染症を不顯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真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

