

昭和60年12月3日第4種郵便物認可 平成2年2月25日印刷 平成2年2月28日発行 ISSN 0910-5700

第6卷・第6号

Vol. 6 No. 6, 1990

# 日本手の外科学会雑誌

The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand



日 手 会 誌

日本手の外科学会

J. Jpn. Soc. Surg. Hand

手の痛みと腫れに



# 経皮複合消炎剤 モビラート<sup>®</sup>軟膏

## 〔組成〕

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

## 〔効能・効果〕

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

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

# 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年間会費を認めない者は、退会と認める。  
すべて、既納会費は還付しない。

## 第3章 役 員

第9条 本会に次の役員を置く。会長、副会長各1名。監事2名。

評議員若干名。必要により書記を置くことができる。

第10条 会長は、本会を代表し、会務一切を統括する。

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

第3項 監事は本会の会計を監査する。

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

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

## 第4章 総 会

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

第13条 翌年度総会と期日は、次期会長がこれを定める。

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

第15条 学術集会における、発表は次項によるもの他は会員に限る。

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

## 附 則

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

第17条 本会の事務局は、九州大学医学部整形外科学教室内におく。

## 附 則

本会則は、昭和59年5月9日より適用する。

## 附 則

本会則は、昭和61年5月9日より適用する。

## 「日本手の外科学会雑誌」投稿規定

- 1) 本誌は年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) 原稿の長さは、およそ下記制限内とする。  
    原著、総説……………400字詰、35枚以内  
    症例報告、その他……………400字詰、20枚以内  
    ◎ 学術集会発表論文…………本文、図、表、写真、文献を含めて、400字詰、12枚以内(原則として当日会場で提出すること。また、図、表、写真は1個につき400字詰1枚と数えるものとする。)
- 5) 論文は、和文もしくは英文とする。英文論文は、タイプライター、ワープロを用い、ダブルスペースとする。題は冠詞、接続詞、前置詞はすべて小文字、名詞、動詞、形容詞の頭文字は大文字とする。論文は、常用漢字、新かなづかい、新医学用語を用い、かつ「整形外科用語集」にできるだけ従うものとする。数量を示す文字は、cm, ml, ℥, gなどを使用する。文中の欧語はタイプライター使用のこと。文中の数字はアラビア数字(1, 2, 3……)を使い、人名はできるだけカナ書きを避け、横文字で記載すること。  
    例 Heberden 結節, Volkmann 拘縮  
    なお、別刷は改版後は原則として受けないので、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。
- 8) 図および写真是正確、鮮明なものとし、それらの説明文および表はすべて英文とする。(挿入位置は、本文原稿の欄外に指定しておくこと。)図、表の番号は、Fig. 1, Fig. 2, ……, Table 1, Table 2, ……などを使用する。

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

参考

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

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

16) 事務局

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

### Key word をつける前に

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

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

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

## 目 次

### —教育研修—

微小血管吻合手技および血栓とその対策	玉井 進	983
S. Tamai : Techniques of Microvascular Anastomoses, Thrombosis and its Prevention/Treatments		
四肢血管損傷の取り扱い	村上恒二	986
T. Murakami : Treatment of Vascular Injury in Limbs		
肢・指再接着	吉村光生	990
M. Yoshimura : Replantation of Digits and Extremities		
足から手への組織移植	土井一輝	994
K. Doi : Free Tissue Transfers from the Foot to the Hand		
遊離筋肉移植術		
一腕神経叢麻痺の機能再建を中心に	赤坂嘉久	998
Y. Akasaka : Free Muscle Transplantation — Reconstruction of Delayed Cases in Brachial Plexus Injury —		
マイクロサージャリーの基本手技上肢への骨移植	大久保 康一	1006
K. Okubo : Free Vascularized Bone Grafts in Surgery of the Upper Extremity		
血管茎付自家第2趾関節移植の手術手技	吉津孝衛	1011
T. Yoshizu : Surgical Technique of Vascularized Autogenous Whole Toe Joint Transfer		
—原 著—		
振動誘発反射と臨床応用	小立 健・他	1015
K. Kodachi, et al. : Vibration-induced Reflex and its Clinical Applications		
肘部ガングリオンと橈骨神経麻痺	荻野利彦・他	1024
T. Ogino, et al. : Radial Nerve Palsy and Ganglion at the Elbow		
Delta phalanx の X 線像と手術治療	加藤博之・他	1031
H. Kato, et al. : Delta Phalanx : Roentgenographic Findings and Surgical Treatment		
末梢神経伸長損傷に関する実験的研究		
—電気生理学的変化と形態学的変化について—	土居宗算	1041
M. Doi : An Experimental Study on Elongation Injury of Peripheral Nerve — Electrophysiological and Morphological Changes —		

抄 錄 .....	1053
第 32 回日本手の外科学会昭和 63 年度第 3 回運営委員会議事録 .....	1058
第 33 回日本手の外科学会平成元年度第 1 回運営委員会議事録 .....	1059
第 6 卷人名総索引 .....	1061
第 6 卷 KEY WORDS INDEX .....	1067
日本学術会議だより No. 16 .....	1075
お知らせ .....	1077

—教育研修—

## 微小血管吻合手技および血栓とその対策

奈良医科大学整形外科学教室

玉井 進

### Techniques of Microvascular Anastomoses, Thrombosis and its Prevention/Treatments

Susumu Tamai

Department of Orthopedic Surgery, Nara Medical University

The author's microsurgical techniques of vascular end-to-end, end-to-side anastomoses and autogenous vein graft are briefly described.

The key points for successful anastomosis are as follows:

1. Application of operating microscope, fine micro-instruments, and adequate suture materials.
2. Application ofatraumatic handling of vascular wall, especially intima.
3. Adequate and minimum adventitectomy.
4. Frequent intraluminal irrigation with diluted heparin.
5. Application of eccentric stay sutures.
6. Wall-to-wall coaptation in artery and intima-to-intima in vein.
7. Interrupted square knots with accurate bites.
8. Relatively few stitches, with relatively loose knots.
9. Avoid vascular kinking, especially in vein.
10. Avoid too much or too less tension.

Thrombosis at the anastomosis is unavoidable, when it was made with sutures. The anastomotic maneuver itself causes more or less damages on the vascular intima and adhesions of platelets followed by aggregation. With activation of the endogenous and exogenous coagulation systems, the formed fibrin covers the aggregated platelets. White thrombi may mainly occur in artery and red thrombi in vein. Some of thrombi may be solved by the activation of fibrinolytic system and some develop to mixed thrombi which obstruct the vascular lumen completely. The smaller the vessels, the faster and relatively larger the thrombi.

To prevent thrombus formation and obtain patent anastomoses, we must use several kinds of antithrombotic agents prior to re-establishment of circulation following the completed anastomosis. Because of hemorrhagic side effect, systemic heparinization is less frequently used in recent years, but urokinase of 240,000 U/day and prostaglandin E<sub>1</sub> of 120-160 µg/day or lipo~PGE<sub>1</sub> of 10~20 µg/day for 7 to 10 days are preferably prescribed.

In the daily applications of several free composite tissue transplantations, we sometimes face the ischemia-induced no-reflow phenomenon and reperfusion tissue injury by oxygen free-radicals, which are quite difficult conditions to overcome and generally the graft may fail. These conditions should be investigated more precisely in the future.

---

**Key words:** microsurgery, microvascular anastomosis, thrombosis, vascular intima, antithrombotic agents

**Address for reprints:** Susumu Tamai, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Nara Medical University, Kashihara, Nara 634, Japan.

Jacobson & Suarez (1960) が『microvascular anastomosis』に関する最初の小論文を発表してからほぼ 30 年近い年月が経過して、この間、動物実験から臨床応用まで実に目まぐるしく進歩し、昨今では微小血管外科は手の外科におけるもっとも基本的な手技の一つとなっている。

### 1. 微小血管吻合に必要な手術器具

手術用顕微鏡は不可欠なもので、実験用としては一人用の簡単なものでよいが、臨床用としてはやはり二人用の機種が便利である。Zeiss 社の OPMI-6 や -7 がよく用いられているが、最近では ZMS-401 や -403 が最新式の装備を誇っている。もちろん本邦でも永島医器やオリンパス光学などからよいものが発売されているので、予算に応じて購入すればよい。フットコントロールによる焦点調節、6~25 倍 (40 倍) のズーム変倍機構を備えた天井懸垂型が便利である。対物レンズの焦点距離は 20~27 cm がよい。顕微鏡と連動する電動椅子も市販されている。

吻合に用いる持針器、剪刀、鋸子などは全長 12~15 cm で、いずれも先端は細くデリケートなものを選ぶ。吻合血管を止血、把持し、吻合に適した距離に両断端を近接させるにはダブルクリップが必要である。

縫合材料としては針付きモノフィラメントナイロン糸がもっともよく用いられる。血管の径に応じて 8~0 から 11~0、ときに 12~0 まで使い分ける。

これらのほか、血管内腔洗浄用の鈍針付き注射器、ヘパリン加生理的食塩水 (1000 U/dl)、吻合部に用いるバックグラウンド、双極電気凝固器などが必要である。

### 2. 微小血管吻合法

顕微鏡の目の位置、椅子、術野の高さなどを調節して背すじを真直にして座る。あらかじめ顕微鏡の取り扱い方を十分にマスターしておくべきことは言うまでもない。両前腕部を台または折り疊んだ布の上において、手指を安定させること (stable hand) がきわめて重要である。器具はペンを握るように把持して、指による回転動作が基本である。

#### 1) 端々吻合法 End-to-end anastomosis

1.0 mm の動脈を例にとって説明する。顕微鏡の倍率は 10~16 倍を用いるが、ズーム顕微鏡では適宜弱拡大から強拡大まで自由に使い分ける。吻合すべき血管の両断端を顕微鏡の視野の中心に置く。血管にダブルクリップをかけたのち最小限度に外膜切除を行い、血

管内腔をヘパリン液で洗い流す。外膜が内腔に捲れ込んだり、凝血が残っていたりすると血栓の原因となりやすい。10~0 ナイロン糸を用いて 120~150 度の 2 点に支持糸をかける (eccentric stay suture)。支持糸を把持しながらその間に順次結節縫合を加える。前面の縫合が終ればクリップとともに血管を 180 度回転して、後面も同様に縫合する。1.0 mm の動脈周囲に 6~8 針の縫合を加えることになる。動脈吻合に当たっては壁と壁とが適合するように心掛ける (wall-to-wall coaptation)。静脈は壁が薄いので内膜どうしが適合したほうがよい。外径の異なる血管を吻合せねばならないときは、二分の一までなら、細いほうの血管内腔に鋸子を挿入して管腔を広げたのち、必ず 180 度の二点に支持糸をかけてから、均等な幅で結節縫合を加えればよい。二分の一以上の径差があれば端側吻合のほうがよい。

#### 2) 端側吻合法 End-to-side anastomosis

太いほうの血管にダブルクリップをかけてその間をちぢめて血管の緊張をとりのぞいた後、その側壁に細いほうの血管の径にあった側孔を作製して、ここに吻合する。上下両極に支持糸を掛けた後、漸次結節縫合を加えてゆく。後面の吻合は反転しにくいために難しいことがあるので、内腔側から後面を連続縫合していくのち前面の縫合をおこなうこともある。吻合が終ってダブルクリップを除去すると、吻合部に長軸方向に緊張がかかつて側壁の孔径が広がり、狭窄が起りにくい。細いほうの血管を採取するとき、その母血管から cuff 付で切り取ってくれば、吻合はより容易となり、吻合後の開存率もよい。

#### 3) 自家静脈移植 Autogenous vein graft

通常は動脈への静脈移植である。血流のある状態でほぼ動脈と同径の静脈を採取して、その内腔をヘパリン液で洗浄した後、静脈片の末梢を動脈の中枢端に吻合する。移植静脈が短いときは一個のダブルクリップを用いてその間で二ヵ所の吻合を行い、長い静脈片を移植するときは二個のクリップを用いる。両側の吻合が終れば、移植片側のクリップを除去して内腔にヘパリン液を満たしたのち、血流を再開する。静脈移植にさいしては、径差が少なく、ねじれのないように注意し、かつ長すぎたり短すぎたりしないように注意する。血管壁の厚さが薄いので、血圧によって静脈は次第に拡張する傾向があるから、移植時にはやや細いめの方がよい。太すぎると ballooning をきたすのでよくな。

### 3. 血栓とその対策

#### 1) 血管吻合と血栓形成

Virchow 以来血栓形成には血管壁の障害、血流の異常、血液成分の変化の三つの要因が関与するとされてきた。血管の内皮細胞には抗血栓性と血栓形成性の相反する二面性がある。血管壁こと内皮障害の原因としては、流体力学的なものとして、血流の停滞、流れの剥離、渦流、乱流などの血流異常がある。これらは外傷や外科的侵襲なしにも起こりうるもので、これらの血流異常によって血管の内膜が剥離され、そこには必ず血小板が沈着して血小板血栓を形成する。血管の断端近くにクリップをかけ、内腔を洗浄したのち、縫合糸を用いて吻合する操作には多かれ少なかれ血栓形成を伴うものである。太い血管に比べると微小血管においてはより血栓を形成しやすく、またより早く起こり、簡単に内腔の閉塞を招く。血管の吻合操作はすなわち血管損傷であるから、血管が切断された時点において vasoconstriction が起こって局所の血流は著明に遅くなる。血小板自体に serotonin のごとき vasoconstrictive agent が含まれており、また全身的にも出血を少なくするように何らかの hormonal agent が関与するため、ますます血栓形成の危険が大きくなる。血管内皮細胞の破綻部では内皮下のコラーゲンに血小板が粘着し、放出反応と凝集が起こって血小板血栓となり、外因系、内因系凝固機転が活性化されてフィブリリンが形成され凝集した血小板血栓を覆い、『白色血栓』を形成する。これは動脈に多くみとめられるものである。一方、流れのよどんだところでは赤血球の凝集とフィブリリン析出によって血小板の少ない『赤色血栓』が形成される。静脈血栓の多くはこれである。流れの早い血管では、形成された血栓もじき

に流されてしまうが、血流の停滞があれば、そのままの位置で次第に大きく成長して、完全に内腔を閉塞させてしまう。これらは『混合血栓』と呼ばれ、白色血栓と赤色血栓が重なりあったものである。微小血管吻合には常にこのような血栓形成の危険が付き纏っているので、吻合操作にあたっては、極力内膜を損傷しないように『atraumatic handling』に徹することが大切である。針付き縫合糸を血管壁に刺入・出すれば必ずその部位に内皮の損傷が起こり、そこには血栓が形成される。さらに縫合糸という異物に対する組織反応としての炎症細胞浸潤、瘢痕形成、仮性内膜による縫合糸の被覆に至る変化が3日目から4週目まで続く。一方、上に述べた血栓形成とは逆の血栓溶解機転である線溶系も活性化され、一部の血栓は自然に溶解されてゆく。

#### 2) 血栓形成の防止ならびに治療

いかに微小血管吻合の名人が atraumatic に吻合したとしても、血栓形成をゼロにすることは不可能であるから、血流再開前より抗血栓薬を投与し始め、術後も7から10日間持続投与する。最近では、ヘパリンを用いることはきわめて少なくなり、専らウロキナーゼ 240,000 U/day、プロスタグランдин E<sub>1</sub> 120～160 μg/day を用いている。さらに最近はより安定性を有し、持続効果のあるリポー PGE<sub>1</sub> 10～20 μg/day に代わりつつある。

#### 3) その他の問題

単なる微小血管吻合ではまったく問題とはならないが、その応用としての遊離複合組織移植のさいに当面する ischemia induced no-reflow phenomenon, oxygen free-radicals (superoxide radicals) による再灌流組織障害などはいまだ不可解なものであるが、今後解明されてゆくべき分野であろう。

## 四肢血管損傷の取り扱い

広島大学医学部整形外科学教室

村上恒二

### Treatment of Vascular Injury in Limbs

Tsuneji Murakami

Department of Orthopaedic Surgery Hiroshima University School of Medicine

Time factor is very important for the injury of blood vessel. Particularly in fresh arterial traumas, immediate hemostasis and early recovery of circulation by reconstructive surgery is indispensable for survival of the patient and recovery of limb function. Although diagnosis is easy by palpation of pulse, skin observation and other means in many cases, it is often difficult to make a diagnosis when the damage is due to a blunt trauma. If a clinical finding strongly suggests the injury of artery, surgery must be performed without delay to confirm the presence or absence of damage of artery by directly exposing the blood vessel. It is said that circulation must be recovered within 6 to 8 hours after the accident in the case of arterial damage; the stronger the symptoms by ischemia, the earlier the reconstruction for the blood circulation must be important.

Some interesting cases are presented, with special mention of basic surgical techniques and keys to successful surgery.

### はじめに

血管損傷は、刃物による切創のみでなく、プレスなどによる圧挫や骨折に合併していることがよくあり、これが、とり返しのつかない筋肉の拘縮、末梢組織の壊死、そして四肢切断の原因となることがある。また、開放創において、たとえ血管損傷があっても必ずしも組織の壊死を引き起こすものではないが、十分な血流がない場合には寒冷時に疼痛を訴えたり、縫合された神経の回復速度が遅延したり、あるいは指尖部の萎縮などの機能障害をきたす原因となるので可能なかぎり血行の再開に努力すべきことはいうまでもない<sup>1)</sup>。以下、血管損傷を受ける機会の多い上肢、手を中心に入置の実際について述べてみたい。

### 症状と診断

完全に離断された場合あるいはこれに準ずる不全切

断のような場合には問題とならないが、開創骨折や挫滅創に合併する血管損傷では、損傷部位の診断のために検査を要することもある。

一般に血行障害の発生したごく初期には、損傷部を含めた末梢部に激痛を訴えるが、長時間は持続せず知覚障害に移行する。この知覚障害の特徴は末梢神経の走行と一致せず、手では glove 状、足では stocking 状となり、皮膚の色調は血液量と赤血球の酸素飽和度によって左右される。すなわち動脈損傷により流入血液量が少なくなれば蒼白 (pallor) となり、血液が保たれているが速度が遅くなるとチアノーゼを呈する。

皮膚表面の温度も血流状態の把握には便利である。しかし、皮膚温は環境の温度など種々の因子の影響を受け、また実際の血流の変化にかなり遅れて変動するので、これのみを血流状態の指標とするには難点である。

他の検査法としては、サーモグラフィ、容積脈波な

**Key words:** vascular injury, extremity

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

どがあるが、簡便で実用度が高いのは超音波のドップラー効果を利用した血流計である。しかしながら、一般に動脈損傷の診断は容易であり、脈拍の触診、皮膚の視診、触診でこと足りることがほとんどである。

一般に損傷部の末梢における動脈拍動の減弱ないし消失、あるいは阻血症状があれば、血管損傷が疑われる。血管造影は確定診断に有用ではあるが、血压下降時には経皮的血管穿刺が困難なことが多い。臨床所見から見て血管損傷が強く疑われれば、直ちに手術を行って血管を直接露出して確かめることが重要である<sup>1)</sup>。

### 血管損傷の分類

動脈損傷についてみると、急性動脈損傷と慢性動脈損傷とに分けられる (Fig. 1)。急性動脈損傷は、不完

#### Acute injury

- 1. Incomplete injury
  - 1) Spasm
  - 2) Contusion
  - 3) Thrombosis
- 2. Complete injury
  - 1) Perforation, Penetration
  - 2) Rupture, Laceration

#### Chronic injury

- 1) Traumatic aneurysm
- 2) Traumatic arterio-venous fistula

Fig. 1 Classification for the injury of artery

全損傷と完全損傷とに分けられ、不完全損傷には痙攣、挫滅、血栓 (Fig. 2) が含まれる。一方、完全損傷については、穿孔と断裂に分けることができ、慢性動脈損傷では、動脈瘤 (Fig. 3) と動静脉瘻とに分類可能である。

### 治療

骨折に合併した血行障害は、骨折の整復によって改善がみられることがよくある。したがって、もし骨折部に、転位があって血行障害が認められれば早急に骨の整復固定が試みられるべきである。損傷組織の修復は原則として深部に位置するものから順に行うが、骨、筋、腱、神経、血管、皮膚の順に行うのが一般的である。創の状態によっては適当に前後しても良い<sup>1)</sup>。

血管損傷が疑われる新鮮外傷例においては、可及的早期に血管を露出して修復をおこなわなければならぬが、血管の損傷部位を発見したならば、この部位から中枢および末梢に分離し、健常な部位を確実に露出

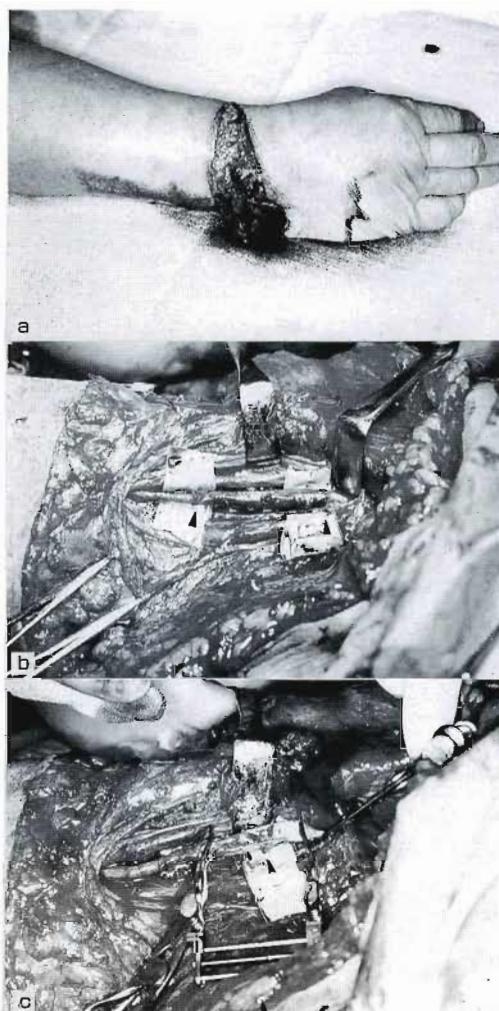


Fig. 2-a 56-year-old female sustained avulsion injury of the rt-wrist.  
Right upper extremity showed circulation disturbance.

Fig. 2-b Axillary artery was exposed and thrombosis formation was found. (arrow)  
Fig. 2-c Longitudinal section of axillary artery. Intima was lacerated and detached from the wall of vessel

する。血管の分離が不十分であれば、血管固定鉗子がかけられなかつたり、損傷部位を見落としたりする危険性がある。以上の操作については上腕中枢に止血帯を装用したまま行い、骨折がある場合にはこれを整復、固定しておく。血管が十分に分離されたらブルドック鉗子、あるいは double microclamp をかけたのち止

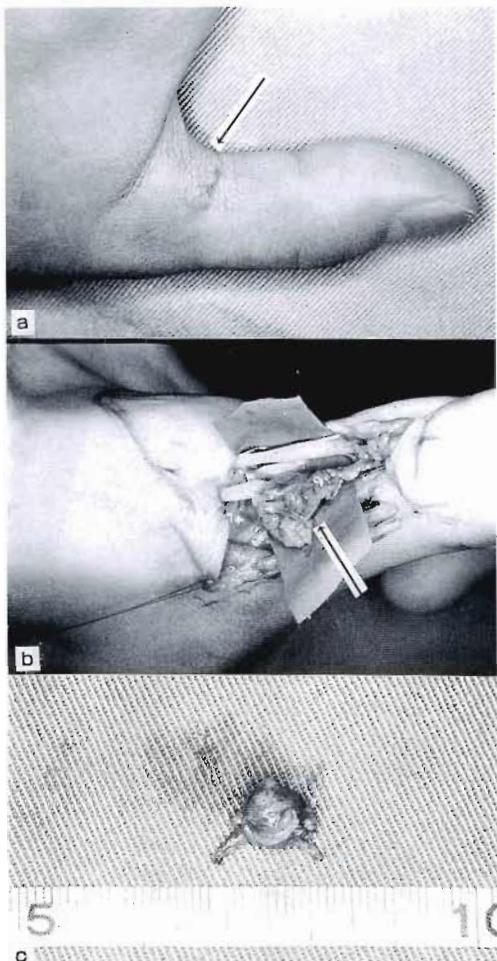


Fig. 3-a 17-year-old boy complained of pain and swelling of the right thumb. (arrow)

Fig. 3-b The digital artery and nerve were dissected.

Aneurysm formation was found on the digital artery. (arrow)

Fig. 3-c Resected aneurysm.

血帯のガスを抜いて血管断端からの出血状態を観察する。血管の縫合にさいしては、ズーム装着のついている手術用双眼顕微鏡を用いることが望ましく、ことに外径3mm以下の血管縫合ではこれらは必須と考えられる。

#### 1. 端々縫合

縫合する血管の後面に幅0.5~1cmくらいのゴムシート（われわれはゴム風船を消毒して使っている）を敷き、縫合する血管の中枢および末梢断端が同一平

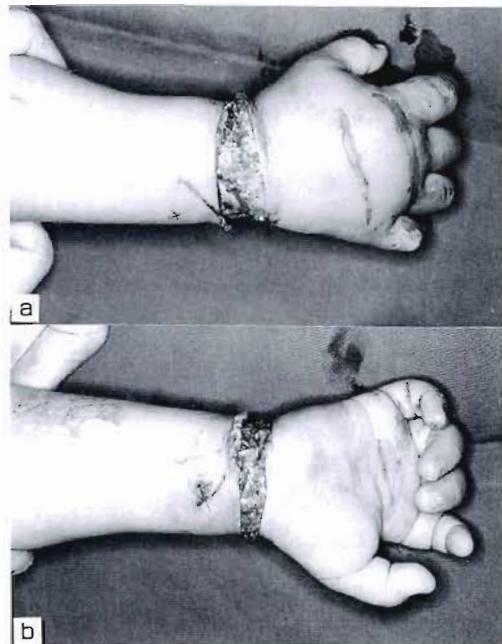


Fig. 4-a,b 3-year-old boy sustained wringer injury on the right wrist.

Veins in the subcutaneous tissue were lacerated and right hand shows remarkable swelling.

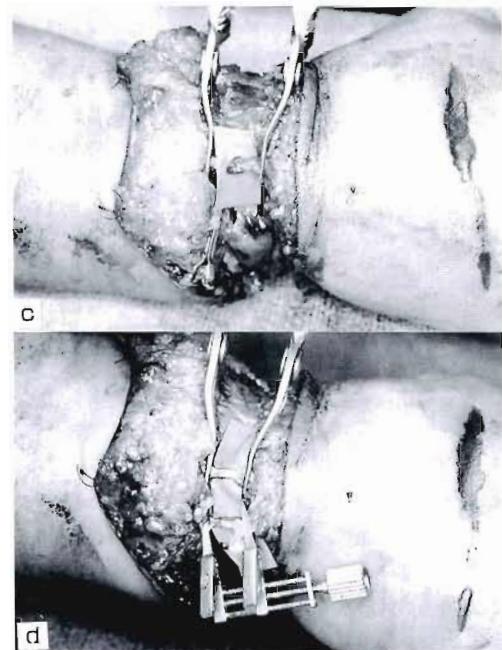


Fig. 4-c,d Vascular clamps were placed on the lacerated veins and anastomosis of veins were done.

面となるごとくとする (Fig. 4). 縫合断端部を直剪刀で鋭利に切断したのち断端部血管内腔をヘパリン加生食水(10 単位/1 ml 生食水)で洗浄し、血液を洗い流す。内膜が剝離したり、出血しているなど血管内腔の状態がわるい場合、断端の切り直しが必要である。また、断端部には外膜が内腔に垂れ下がっているので、これを鉗子で軽く引っ張り、切断部よりはみだした部分を切除する。血管縫合の原則は漏れない程度にできるだけ針数を少なくすること、正確に内膜と内膜が合うように縫合することである。縫合の間隔は血管壁の性状によって異なるが、血流再開後の血液の漏れを最小限にするためには、縫合間隔をできるだけ等間隔にすることが大切である<sup>3)</sup>。もっとも注意すべきことは、針を通してときには丁寧かつ円滑に行うことであり、粗暴な手技では血管壁が損傷され、血行再開がおぼつかないこととなる。

### 2. 端側縫合

血管断端の外径差があまりに大きい場合や、末梢側の血行を温存する必要がある場合に行われる。

### 3. 静脈移植

閉塞範囲が広いものや、断裂による欠損のあるもの、あるいは広範な内膜損傷のあるものでは、自家静脈移植が血行再開術として最初に選ばれる。ことに、四肢末梢動脈損傷のうち径 5~6 mm 以下のものでは人工血管を移植するには細く、むしろ口径も似かよっている静脈片を上下反転し逆転状態で移植する reversed free graft が選ばれ、静脈末梢端を中枢側動脈に、静脈中枢端を末梢動脈に吻合する (Fig. 4)。移植静脈の長さについては、縫合部に強い緊張がかからぬよう十分な長さの静脈を移植することが大切であり、これに関節部に移植を行うにあたっては関節運動に伴い反復牽引力が生じ、このため吻合部仮性動脈瘤を生ずることがある<sup>4)</sup>。

## 術後管理

術後の管理に万全を期することはいうまでもない。とくに血行再開までに時間をついやした四肢の不完全切断例などでは replantation toxemia の問題もあり注意を要する。また、血行再開後の 3~4 日間は "critical period" と呼ばれてもっとも血行障害の生じやすい時期である。術後の血栓防止のために抗凝固剤の投与が問題となるが、一般に静脈や最小血管縫合の場合を除いてヘパリンなど抗凝固剤は必要ない。しかし、動脈壁に病変の強いもの、血行の悪い症例については低分子デキストラン、抗凝固薬あるいは血栓溶解剤を適宜用いる。

## まとめ

血管損傷の処置について基本的手技を述べるとともに血行再建術についても述べた。しかし、手術手技のコツについては、言葉で表現しにくい部分があり、基本的手技に慣れるためには動物を用いての血管縫合練習を行い、その手技に習熟することが大切である。

## 文 献

- 1) 生田義和：上肢特に血管系の損傷、整形外科 Mook, 15 : 149-158, 1980.
- 2) 青山和義：骨折の合併症と処置、整形外科 Mook, 47 : 98-114, 1986.
- 3) 村上恒二、生田義和：開放性血管損傷、創傷処置のファーストエイド、骨折・外傷シリーズ, 7 : 135-141, 1987.
- 4) Wilber, R. G., Shaffer, J. W. and Field, B. A.: The effect of redundancy and tension on microvascular vein grafts, J. Hand Surg., 9-A : 649-652, 1984.

## 肢・指再接着

福井医科大学整形外科学教室

吉 村 光 生

### Replantation of Digits and Extremities

Mitsuo Yoshimura

Department of Orthopedic Surgery, Fukui Medical School

Replantation surgery for severed limbs and digits had been rather popular and the survival rate for replantation has improved to about 90%. The indication of operation, replantation technique, postoperative management and complications were discussed.

The procedure is carried out in the following approximation of the bone sequence: tendons, nerves, arteries, veins, and finally closure of skin. Bone shortening is required to allow apposition of soft tissues. The extensor tendons are jointed with 4-0 nylon mattress sutures. The flexor tendons is completed by intratendinous 4-0 roop nylon suture. Both digital nerves are repaired by epineurial method using 10-0 nylon suture.

The vessels are trimmed of their damaged ends. Interrupted sutures are sufficient for the anastomosis. The two arteries are repaired, if possible, to improve the chance of survival. Two or three dorsal veins are anastomosed. If a vessel deficiency exists a vein graft or cutaneous vein graft from the volar aspect of the wrist or the dorsum of the foot is inserted. Cutaneous vein graft is applied to the replantation of amputated digits to allow vein and skin grafts to be performed simultaneously. The dorsal and volar skin is closed loosely, without tension, to avoid compressing the vein.

Administration of heparin and lowmolecular-weight dextran is commenced during surgery and continued for three days to one week. Skin color, phlethysmographic findings and skin temperature at the finger tip are monitored to check the state of circulation. Even if the least circulatory disturbance develops, a second operation should be performed as soon as possible rather than reverting to such conservative measures as milking.

Replantation of an amputated major limb should be attempted whenever it is feasible. Many anastomoses of vessels should be undertaken for successful revascularization. Replantation of injured upper extremity is achieved more successfully by end-to-end anastomosis of vessels by shortening of the bone than by vein graft. Too much shortening of the bone (over 10 cm) is a relative contraindication of lower limb replantation. In replantation of the major limbs, motor function tended to be poor because of crushing or insufficient reinnervation into the muscles.

切断指再接着術の手技、術後管理はかなり確立され、  
生着率も90%前後と向上したが、良好な機能回復を得  
るのはなかなか困難である。切断肢・指再接着の手技  
を中心に、適応や問題点などについて述べる。

#### I. 切断指再接着術

##### 1. 適応

再接着指の機能回復に限界がある現在、再接着術の

**Key words:** replantation, hand surgery, microsurgery

**Address for reprints:** Mitsuo Yoshimura, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Fukui Medical School, Shimoaizuki, Matsuoka, Fukui 910-11, Japan.

目的を手の機能面におくか、美容面におくかある程度明確にする必要がある。本手術に対するわれわれの適応は次のとくである。

### 1) もっとも良い適応

母指 IP 関節より中枢での切断、3 指以上の切断、小児

### 2) 比較的適応

母指 IP 関節より末梢での切断、2 指切断、女性

### 3) 適応でないもの

かなりの短縮を要する症例、静脈修復不能例、母指以外の切断で神経修復不能例

肢・指を切断するような労働災害の発生件数は 15 年前と比較して半減している。多発していた頃は、再接着の適応は比較的厳選されていたが、患者数の減少と再接着術を行える病院の増加により、適応も拡大し、それまで適応が無いとされてきた DIP 関節付近より末梢での切断や、かなり挫滅の強い症例も再接着術が試みられることが多くなった。

### 2. 麻酔

小児以外は原則として伝達麻酔で行う。鎖骨上窓腕神経叢ブロックまたは腋窓腕神経叢ブロックを行うが、前者を好んで用いている。鎖骨上窓部でも 23 G の短針を用いれば、気胸の危険性はきわめて少ない。一方、腋窓部では血管からの出血をきたしやすく、この部に血腫を作れば、前腕から手への動脈圧が低下し、再接着部の血行を減少させ、血栓も生じやすくなる。

1 指の損傷では、2%エピレナミン入りリドカイン 20 cc を、2 指以上では、1%エピレナミン入りリドカイン 10 cc に、0.25%または 0.5%マーカイン 15 cc を加えてブロックする。

### 3. 手術の準備

#### 切断された指の処置

(1) 4°C 前に冷却する。ビニール袋に入れ、氷水中に入れるが、内に水が入らないように注意する。

(2) 中枢断端の血管は結紮をせず、圧迫包帯にて止血する。

(3) 切断された指はヒビテン液で洗浄し、デブリードマン後無菌的に冷却保存する。

(4) microscope 下に、切断面において、骨・神経・血管・腱を確認し、皮膚の損傷状態を観察し、手術法を組み立てる。

### 4. 手術

(1) 骨：皮膚をはじめ各組織の欠損や挫滅状況を考えし、可能なかぎり移植しないで各組織を修復でき

るように、すなわち一番損傷の強い組織の修復を基準にして、骨を短縮する。骨接合は 2 本の crossed K-wire で行うが、斜骨折では micro-screw が便利である。

(2) 伸筋腱・屈筋腱：断端を新鮮化し、4-0 ナイロン糸で端端縫合する。次いで屈筋腱を縫合する。引き抜き損傷の場合、長掌筋腱や他指の浅指屈筋腱などを移行して再建することもある。小児とくに幼児の指の腱縫合には、7-0 または 6-0 ナイロン糸を用い、micro-scope を使用した方が、肉眼的修復よりもより確実である。

(3) 指神経：microscope 下に 10-0 ナイロン糸にて 2~3 針 epineurial suture する。指神経は両側共縫合するよう努める。中枢または末梢に長く引き抜かれている場合は、長い皮切を追加することは、再接着指の循環を傷害するので、マークしておき、二次的に神経移植を行う。

(4) 血管吻合：動脈吻合を静脈吻合より先に行うが、出血量は大して問題にならず、早期に血流が再開できること、効果的に出血している静脈を容易に発見できることなどの利点がある。動脈はまず口径が大きく、挫滅の少ない一側を吻合し、次いで静脈を吻合する。静脈環流が悪かったり、吻合した動脈の挫滅が強く、血栓形成の危険性がある症例では、さらに他側の動脈吻合を追加し、より確実を期す。動脈に欠損があれば、静脈移植または他指よりの移行で修復する。

a) 指動脈：断端を新鮮化し、血管外膜を切除し、血管腔内にまくれ込まないようにする。ヘパリン加生食水にて内腔を洗浄しつつ、10-0 ナイロン糸で単純結節縫合する。糸は全層にかけ内膜同士を正確に合わせる。吻合動脈数は 2 本が理想的であるが、条件が良ければ 1 本でも良い。吻合終了直前、ヘパリン 3,000 単位を全身投与し、動脈のクランプを除去し、血流を開する。

b) 静脈：指背で良好な backflow のある静脈を選択し吻合する。良好な静脈なら 1 本でもよいが、通常 2~3 本吻合する。

(5) 血管移植・移行：血管の内腔が挫滅されていれば、その部はすべて切除し、欠損が生じた場合は、血管移植や血管の移行、cutaneous vein graft で再建する。血管移植や静脈付き皮弁は、口径の一一致した皮下小静脈を前腕部から採取する。血管の移行は、動脈では同一指の対側の指動脈を指腹で交叉して吻合したり、他指から移行したりする。

(6) 皮膚：出血点を双極凝固器にて止血した後、吻合した動・静脈に圧迫のかからぬように、皮膚を粗に縫合するが、吻合した血管付近は microscope 下での皮膚縫合が望ましい。皮膚欠損が残存すれば、遊離植皮か venous skin graft を行う。

#### 5. 皮膚付静脈移植

挫滅組織を新鮮化したり、再接着後の皮膚の壊死や血栓形成部の切除後、皮膚や動・静脈に欠損が生じる。血管移植と共に露出した組織の被覆に静脈皮弁が有用で種々の使用法がある。

- (1) 静脈欠損+皮膚欠損
- (2) 動脈欠損+皮膚欠損
- (3) 皮膚欠損のみ
- (4) 皮下組織の移植

切断指再接着術に際して指動・静脈の再建に前二者が利用される。皮下静脈を含めて、皮下脂肪や皮膚組織を一塊として移植する。移植片の採取部位は前腕末梢部や手背、足背部である。欠損した指血管の口径と長さに一致した皮靜脈に、必要な大きさの皮膚を付け、表層筋膜上で剝離挙上する。静脈の枝は凝固止血し、主として皮弁の中梢側および末梢側に各一本の静脈のみとする。静脈再建では末梢側を末梢側へ、中枢側を中枢側へと、移植静脈を指静脈と吻合する。一方、動脈再建では reverse 方向に両端を指動脈と吻合する。

#### 5. 術後管理

術後、再接着指の色調が良好なことを確認し、bulky dressing 施行後、シーネ固定し、患肢を挙上位に保つ。局所の圧迫がかかるないようにとくに注意する。吻合部血栓形成の予防剤として、ヘパリン 10,000~20,000 単位、低分子デキストラン 500~1,000 ml を 3~5 日間持続点滴する。

色調、皮膚温、指尖容積脈波などにより、循環状態を把握し、何らかの循環障害が発生したら、milking や fish mouth などの姑息的な手段に頼らず、可及的早期に再手術する。

## II. 切断肢再接着

#### 1. 適応

上肢切断は再接着術の最も良い適応とされてきた。しかし、挫滅が強く、引き抜き損傷が多いこと、筋腱の直接の挫滅や脱神経による変性、術後の関節拘縮などにより、とくに中枢部での切断例では機能回復の不良な例が少なくない。しかし、かなりの短縮を要しても、肘や手関節の機能回復が期待できる症例は、年令

その他に関係無く、再接着の適応がある。

#### 2. 阻血時間

切断肢再接着の場合、臨床経験上室温では 6 時間の阻血が安全域とされ、4°C にまで冷却すれば、8~10 時間位までが再接着可能と考えられるが、阻血時間の延長した症例では replantation toxemia に注意を要する。代謝産物の抑制あるいは筋肉組織の不可逆性変化の進展を遅らせるべく、術中も冷却を行うことが望ましい。また、注意すべきことは、不全切断の症例では、皮膚その他の組織の連続性があるため、かえって冷却が不完全となりやすいことである。

#### 3. 手術

手術時間を短縮させるためには 2 組に分れ、一組は切断肢の débridement、ヘパリン加生食水による 1~2 回の灌流、修復すべき骨、筋腱、動・静脈、神経の分離・確認を 2~3 倍のルーペを用いて行う。他の一組は駆血帶使用下に断端部の débridement および修復すべき組織の同定を行う。可能な限りすべての組織の一次的修復を行い、早期より後療法を開始する。

(1) 挫滅された組織を切除後、健康な部位で修復するため骨の短縮を多くし、すべての組織をそのまま移植しないで修復する方が良い。プレートやキュンチャータン内釘、crossed K-wire を用いて強固に内固定する。

(2) 重要な筋および腱を修復する。

(3) 神経断端は可能な限り良好な funiculus が見えるところまで新鮮化し、9-0 または 8-0 ナイロン糸にて、神経外膜縫合する。

(4) 動・静脈は挫滅部を切除した後に吻合するが、動脈と静脈のどちらを先に吻合するかは意見の分かれることである。

吻合する際の血管の固定には、血管の太さに応じて、いくつかのサイズのブルドック鉗子やサテンスキー鉗子から選択する。

まず 1 本の静脈を吻合し、そのままクランプをかけておく。次に動脈を吻合し、動脈のクランプだけをはずし、血流を再開させる。阻血による代謝産物が体循環に入らないようにしばらく切断面から出血させる。その後吻合しておいた静脈のクランプを除去し、他の出血している静脈にクリップをかける。次いでできるだけ多くの静脈吻合を追加する。

#### 4. 術後管理

術後良肢位に外固定し、患肢を挙上位に保ち浮腫を予防する。術後 3 週より温浴中にて、自動運動を開始

し、5週で dynamic splint による拘縮除去と抵抗運動を開始する。

#### 5. 上腕部切断

- ・骨接合は上肢の重量に耐え得るようにプレートにより強固に内固定する。
- ・挫滅された筋および血流不良な筋は切除し、血流の良好な筋を縫合する。
- ・神経縫合は橈骨・正中・尺骨神経共に行う
- ・上腕動脈および伴行静脈、橈側皮靜脈を、その口径に応じて 6-0 から 8-0 ナイロン糸にて吻合する。
- ・皮膚は粗に縫合し、欠損部には遊離植皮をする。

#### 6. 前腕部切断

前腕部切断再接着術および機能回復は、切断部位および挫滅の程度により大きく異なる。

- ・動脈吻合は橈骨および尺骨動脈を行う。
- ・静脈吻合は皮靜脈および伴走静脈について、できるだけ多い方が良い。

・神経は橈骨・正中・尺骨神経ともに縫合する。神経に欠損のあるときは、腓腹神経を用いて一次的に移植することもある。

・術後の腫脹と筋膜の絞扼による Volkmann 拘縮や吻合血管への圧迫を防止するために、切断部位を中心に約 10 cm にわたり筋膜を切開する。

#### 7. 手掌部切断

手掌部での再接着では、術後著明な腫脹とその後の拘縮と共に MP 関節の伸展位拘縮をきたすことが多い。

- ・中手骨あるいは手根骨にて短縮後骨接合する。
- ・腱縫合は総指伸筋腱および深指屈筋腱、母指では伸筋腱・屈筋腱・外転筋腱を縫合する。
- ・Common digital nerve をすべて縫合する。
- ・動脈吻合は手掌中枢では主として手掌動脈弓、手掌部末梢では各指への common digital artery を吻合する。深部に位置しているため、縫合しにくく、骨接合の前に吻合することもある。
- ・静脈は手背皮靜脈を 3~4 本吻合する。

術後、手関節背屈曲位、母指対立位、示～小指 MP 関節屈曲位にて外固定する。術後 4 週にて dynamic splint を装用し、拘縮の除去と抵抗運動を開始する。

#### 8. 下肢切断

再接着した下肢による起立・歩行を考慮すると、骨短縮にはおのずと限界があり、10 cm を越える短縮では高度の障害が残り、再接着の適応はないだろう。下腿の短縮や足関節の機能障害に対しては、靴で補正することが多いが、自分の足で歩けるという満足感は何ものにも換えがたい。

再接着部位別にみると、下腿上 1/3 の筋肉部での切断では、足関節機能障害が高度であるが、下腿下 1/3 では足関節機能および足底部の知覚回復が比較的良好で、有用な足となる。足関節にわずかの運動性でも残っていることが、歩行に際し重要であり、足関節強直をきたすような骨接合法は避けるべきである。

### 文 献

- 1) Brunelli, G.: Textbook of Microsurgery, Masson, Milano, 1988.
- 2) Chen, Z. W., et al.: Microsurgery, Springer-verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982.
- 3) Honda, T., et al.: The possible application of a composite skin and subcutaneous vein graft in the replantation of amputated digits. Br. Plast. Surg., 37: 607-612, 1984.
- 4) 生田義和：微小外科。南江堂, 1977.
- 5) O'Brien, B. M., et al.: Reconstructive Microsurgery, Churchill Livingstone, Edinburgh and London, 1987.
- 6) Pho, R. W. H.: Microsurgical Technique in Orthopaedics, Butterworths, London, 1988.
- 7) 玉井 進：整形外科 Mook. 整形外科マイクロサーチャリー。金原, 1987.
- 8) 吉村光生 他：Deglloving injury に対するマイクロサーチャリーの応用。整形外科, 33: 503-510, 1982.
- 9) 吉村光生：手指皮膚欠損に対する新修復法—venous skin graft 法。形成外科, 27: 474-478, 1984.
- 10) 吉村光生 他：手の重度損傷：血管の処理。日手会誌, 2: 22-25, 1986.

## 足から手への組織移植

山口大学医学部整形外科学教室

土 井 一 輝

### Free Tissue Transfers from the Foot to the Hand

Kazuteru Doi

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

The foot represents a veritable storehouse of spare parts which can be transferred for specific and sophisticated reconstructive needs throughout the body. The foot supplies many composite grafts, for example, toe, skin flaps, toe joints, nail, tendons and so on. These grafts are nourished from the dorsalis pedis arterial system. The second toe or the wrap-around flap with the nail from the great toe offer the replica of missing thumbs and their hemipulpas with or without nails, and provide unique innervated glabrous skin for digital reconstruction. Toe joints, tendons, nerves and nails with the skin flaps can be transferred, keeping their vascularity by vascular anastomoses, when required. Since there are troublesome delayed wound healing and scar contracture, these skin flaps may not be used for simple closure of skin defect of the upper extremity. These grafts are best suited for thumb reconstruction, sensory restoration of finger tips and composite tissue grafts.

#### はじめに

手と足は解剖学的に類似しているためと、日常生活上における手と足に対する機能的・美容的需要度の差から、従来より、手の機能的および美容的再建に足からの組織移植が用いられてきた。とくに、マイクロサーボジャリーの発達に伴って、手の再建に多くの足からの組織移植が開発され、臨床応用されてきた。マイクロサーボジャリーを用いた最初の足から手への組織移植（足趾移行術：Cobbett 1969）が行われてから、すでに 20 年を経過しており、この間に行われた足から手への組織移植によって、手の再建術式は大きな変革を遂げ、新しい治療体系ができあがったと言っても過言ではない。また、その臨床症例は国内外を問わず、莫大な数にのぼるものと予想される。しかし、その代償と言わざるを得ない合併症も明らかになってきた。筆者は 1976 年より、足部からの組織移植を行っており、とくに、手の再建に関しては、足部からの組織移植を第

1 選択として用いてきた。本稿においては、遠隔成績にもとづいた、足部から手への組織移植の絶対的適応とその手術手技の要点について、総論的に述べる。

#### 足部から手への組織移植の種類

手の再建のために、足部から採取される複合組織は足指（第 1, 2 足趾）、皮弁（いわゆる足背皮弁と土踏まず皮弁）、関節（足趾 PIP, MP 関節）、神経（深腓骨神経）、筋肉（短趾伸筋）や腱（EHL, EDL）が報告されている。これらの複合組織移植は土踏まず皮弁を除けば、総て、前脛骨動脈—足背動脈—第 1 背側一中足動脈—足趾動脈のいわゆる足背脈系を移植組織の血管茎として使用している。

中でも、手の再建には足趾移行術と足背皮弁移行術の使用頻度が高いので、両方法による手の再建術について述べる。

足趾移行術には第 1 足趾と第 2 足趾を単独で移行する方法と第 2 足趾と第 3 足趾を同時に移行する方法が

**Key words:** microsurgery, free flap, toe transfer, thumb reconstruction

**Address for reprints:** K. Doi, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University, School of Medicine, 1144 Kogushi, Ube 755, Japan.

## Free Tissue Transfer From The Foot

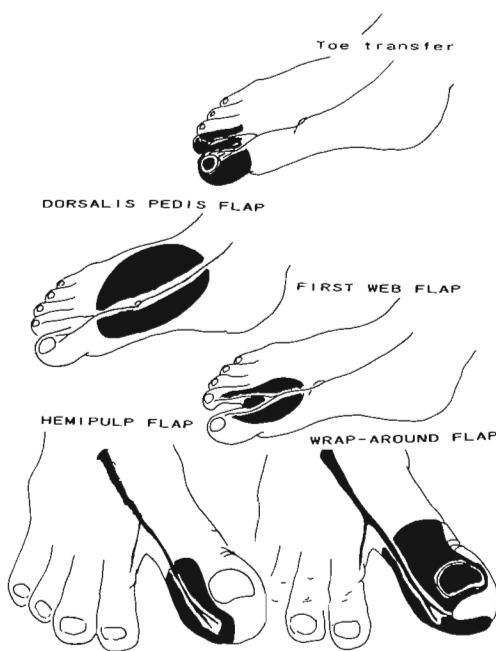


Fig. 1 Variations of free composite graft from the foot to the hand.

ある。

いわゆる広義の足背皮弁とは足背動脈系を血管茎とする足背から採取される皮弁のことである。

Dorsalis pedis flap (DP皮弁), First web flap (F皮弁), Hemipulp flap (H皮弁), Wrap-around flap (WRAP皮弁)と血管柄付き爪移植(爪移植)が広義の足背皮弁に含まれている(Fig. 1)。

## 適 応

足から手への足趾, 足背皮弁移行術の適応としては, 母指再建, 指再建, 知覚の再建, 複合組織移植, 皮膚欠損の閉鎖などがあげられる。

母指再建: 切断母指の再建には足部から第2足趾, WRAP皮弁, DP皮弁, H皮弁, 爪移植が使用される。各方法の選択は性別, 職業も考慮されるが, 切断レベル, 母指以外の状態, 年令によって決められる。母指IP関節以遠での切断では, 爪移植と知覚皮弁(H皮弁)が用いられ, MP関節部ではWRAP法か, 時にDP法が使用される。母指中枢部切断は足趾移行術の適応である。

指再建: 母指以外の再建も多数指切断の症例では機能的に重要な方法であり, 通常, 対立指の再建が, 第2足趾の単独移行術か, 第3足趾との複合移行術が行われる。機能的適応以外にも, 単独指切断に対する足趾移行や爪欠損に対する爪移植術も美容的目的で行われることがある。

知覚の再建: 指先部の知覚再建も重要であり, H皮弁移行術が行われる。

複合組織移植術: 先天性母指形成不全の母指CM関節再建や外傷性のMP, PIP関節破壊に対して, 第2足趾MP, PIP関節の移植が行われる。また, 特異な状況下では足背動脈を血管茎とする深腓骨神経の血管柄付き神経移植やEHLやEDL腱の血管柄付き腱移植がもちいられることがある。

皮膚欠損の閉鎖: 足背皮弁は血管茎が太くて, 長いことより, 一次, 単なる皮膚欠損の閉鎖に盛んに用いられたことがあったが, 皮弁採取後のドナー側の合併症が少なからず認められることと他にも適当な皮弁が開発されたことより, 現在では, 足背皮弁は単なる皮膚欠損の閉鎖目的だけには使用されない。

## 手術手技の要点

足指移行術も足背皮弁移行術でも, 同じ足背動脈を移植組織の血管茎として使用しているため, 各々の再建術式に付随する手技に若干の差はあるが, 移植組織の挙上手技, 血管吻合は同じである。中でも, 移植組織の挙上に際しては, 第1背側中足動脈(FDMA)の剥離・同定が本手術手技のポイントである。

FDMAの走行変異: FDMAは第1, 2中足骨底間で足背動脈から分枝し第1骨間を走行するが, この部で走行には変異が多く, 第1背側骨間筋の表層を走行するGilbertのType Iaは少なく(10%以下), 大部分の症例は第1背側骨間筋の下層を走行するType IIである(60%)。いずれにしても, 足背動脈分枝部からFDMAを丁寧に末梢に向かって剥離・同定していくなければならない。

足趾移行術: 足趾移行術による手指再建の手術手技のポイントは骨接合法と腱縫合法の工夫である。レシピエント側での皮膚閉鎖を容易にするため, 採取する足趾基部の背側, 底側の皮膚を十分含めるようにデザインすることも念頭においておく。足趾MP関節は手指関節と比較して過伸展するので, 移行後, 過進展予防のため, 中足骨頭での斜めの骨切り術をし, かつ, 掌側板の縫縮術を併用する。足指移行後, PIP, DIP関

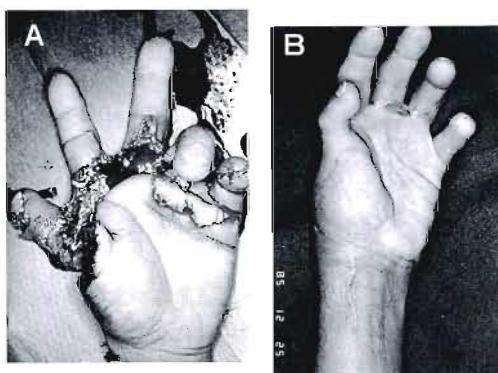


Fig. 2 Thumb reconstruction with toe transfer.  
A: preoperative appearance, B: 6 months  
after ope.

節の屈曲拘縮が起こりやすいので、腱縫合に際しては、屈筋腱、伸筋腱だけでなく、lateral band の再建も不可欠である。必要なら隣接指からの腱移行術を行って、lateral band の再建を行う。

Wrap-around flap 法：WRAP 皮弁による母指再建術の遠隔成績より、移植骨の吸収、再建母指の萎縮、ドナー側の合併症が問題となってきた。これらの問題点を解決するためには、皮弁のデザイン、挙上手技、骨移植の工夫がなされている。皮弁は第1足趾の指腹の皮膚は少なく、指基部の皮膚を大きく含めるようにデザインし、移植骨は皮弁に過緊張を来さない範囲ができるだけ大きなものを使用する。第1足趾末節骨の背側半分を皮弁の爪と一緒に採取し、爪の変形と移植骨の吸収を予防する。

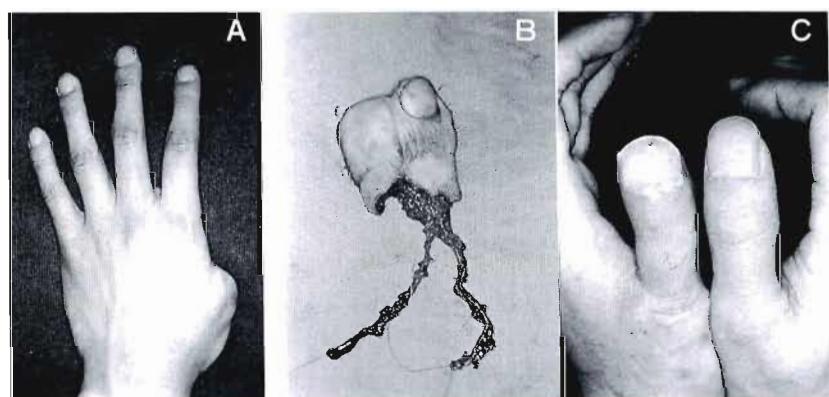


Fig. 3 Thumb reconstruction with wrap-around flap transfer. A: preoperative appearance, B: A wrap-around flap just after harvesting from the foot, C: 6 months postoperatively.

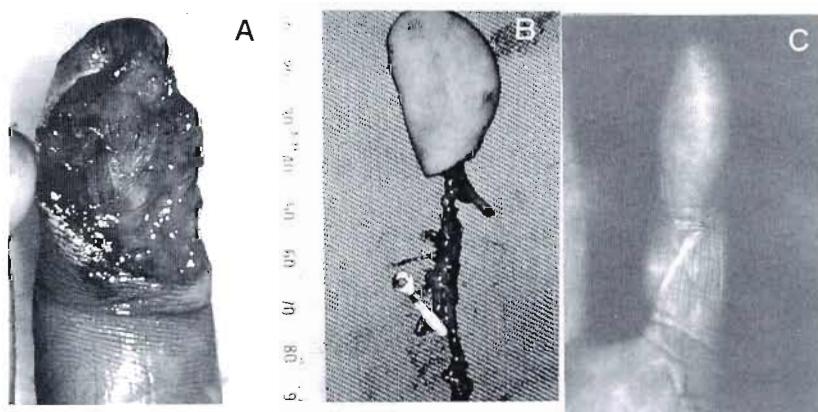


Fig. 4 Sensory reconstruction of the index finger tip with hemipulp transfer. A: preoperative appearance, B: Hemipulp flap just after harvesting. C: 5 years postoperatively.

Hemipulp-flap 法：H 皮弁による指先部の知覚再建は皮弁の血管茎は short pedicle とし、確実な神経縫合を行うことがポイントである。

#### ドナー合併症の対処

足部から皮弁の採取後には創治癒遅延や晚期潰瘍形成、瘢痕拘縮、胼胝形成などの皮膚合併症を起こしやすいので、注意を要する。皮弁採取後の皮膚欠損の閉鎖は初回はスponジグラフトなどで仮閉鎖を行っておき、良好な肉芽組織が増生してきた段階で2次的に分層植皮で閉鎖した方が合併症が少ない。WRAP 皮弁採取後の皮膚欠損の閉鎖はとくに慎重を期すべきで、足指交叉皮弁と分層植皮により閉鎖をする。第1足指間の皮膚を採取すると術後の瘢痕拘縮は免れないで、できればこの部の皮膚は採取しないように配慮する。難治性の皮膚潰瘍を生じたり、広範な創治癒遅延を生じそうな時は、peroneal flap などの遊離皮弁で覆った方が確実である。

#### 知覚の再教育

足趾移行術や知覚皮弁移行術の後、知覚の再教育訓練を行うことの意義については論議のあるところだが、筆者らの経験では、知覚の再教育訓練を施行した方が、早期に高度の知覚回復が得られ、また、長期間、

paraesthesia の残存する成績不良例が少ないなどの利点が認められている。

知覚の再教育としては術後早期の振動による感覚受容器の萎縮の予防と位置覚の獲得と表在性知覚の回復後の識別覚の獲得法に分けて行っている。

#### 絶対的適応

マイクロサージャリーの進歩、普及により、多くの新しい上肢再建方法が開発され、また、多くの遊離皮弁も開発された今日においては、足から手への組織移植は以前ほど、その適応は広くなく、また、ドナー側の問題点を考慮すると、その適応は以下のとく限られてくる。まず、母指再建が最も良い適応であり、次いで、指再建と指先の知覚再建があげられる。適応はそう多くないが、関節、爪、腱、神経などの複合組織移植も特別の条件下では用いられる。単なる皮膚欠損の閉鎖にはもはや足背皮弁の適応はないと言える。

#### 文 献

- 1) 土井一輝：整形外科最近の進歩、7、血管柄付組織移植術。整・災外、30：1187-1203、1987。
- 2) 土井一輝：遊離組織移植による母指再建。整形外科 Mook、48：167-182、1987。

## 遊離筋肉移植術

—腕神経叢麻痺の機能再建を中心に—

東京船員保険病院整形外科

赤坂嘉久

Free Muscle Transplantation  
—Reconstruction of Delayed Cases in Brachial Plexus Injury—

Yoshihisa Akasaka

Department of Orthopaedic Surgery Tokyo Seamen's Insurance Hospital

Functioning free muscle transplants for the extremities are technically feasible based on the use of microvascular anastomosis and nerve repair. Free muscle transplantation should be considered if there is muscle loss as a result of direct trauma to the forearm or in delayed cases of nerve palsy where simpler techniques like tendon transfer are unavailable. This article introduces the operative technique of free muscle transplantation as used in the surgical treatment of delayed cases of complete brachial plexus palsy.

As the muscle for grafting, we use the rectus femoris or the gracilis with its overlying skin flap. Since the nerves of the affected arm were all paralyzed and could not be used, two intercostal nerves were chosen as the motor nerves. Neurovascular anastomoses are carried out under the surgical microscope, beginning with the artery and following with the vein. Technically perfect anastomoses are vitally important.

The nerve repair is one of the most decisive factors of the procedure in determining muscle function. The two intercostal nerves are sutured directly to the motor nerve of the transplanted muscle with precise apposition, without tension, and without the use of a nerve graft. The anastomosis should be placed as close as possible to the neuromuscular junction. The muscle must be positioned at an optimum tension, so as to make use of the most beneficial portion of its length-tension curve. Careful skin closure must then be carried out using the overlying skin flap of the transplanted muscle. Use of this flap not only reduces tension on the skin but also avoids pressure on the anastomosed vessels.

All of the steps of the procedure are equally important, and failure to carry out any one of them adequately can result in non functioning of the transplant.

The arm is splinted for about five weeks. When adequate contraction of the transplanted muscle is observed in concert with the respiratory rhythm, which may occur around six months after operation, muscle contraction is voluntarily strengthened at the time of deep inspiration. When the muscle contraction reaches M-3, maintenance of elbow bending and muscle strengthening are emphasized. A year or two after operation, it is possible for a patient to gain voluntary and continuous contraction of the transplanted muscle separate from the respiratory rhythm, and to hold up a weight of two to four kilograms.

Success depends on precise operative technique and a vigorous program of postoperative exercises.

---

Key words: free muscle transplantation, intercostal nerve crossing, brachial plexus injury

Address for reprints: Dr. Yoshihisa Akasaka, Dept. of Orthopaedic Surgery Tokyo Seamen's Insurance Hospital  
10-11 Takanawa 3-chome, Minato-ku, Tokyo 108 Japan

## I. はじめに

筋肉移植の目的は、1)神経、血管、骨などの組織を被覆、防御する。欠損部の充填、創の閉鎖。2)骨髓炎などで、病巣部の血行の改善をはかる。3)広範な筋肉の欠損や、陳旧性神經麻痺などに対する機能再建への応用などが挙げられる。移植の方法として、1)遊離筋肉移植(移植片を移植床周囲の組織間液で栄養しようとしたもの)、2)有茎移植、3)神經・血管柄付き遊離筋肉移植とがある。

1960年、Jacobsonらによりマイクロサーチャリーの手技が確立され、切断指再接着、各種の組織移植に試みられてきた。今回は、機能再建を目的とした神經・血管柄付き遊離筋肉移植について、腕神經叢麻痺の機能再建を中心述べる。

1970年、玉井はイヌの大腿直筋を用い、筋肉移植を試み70%に成功をみ、その組織学的、筋電図学的検索を報告し、久保(1975)は移植後の筋肉機能回復状態を報告している。

臨床例では、波利井(1976)が顔面神經麻痺に薄筋を用いた症例を、生田(1976)はフォルクマン拘縮に大胸筋、薄筋を用いた症例を報告している。さらに、上海第6人民病院(1976)、Schnch(1977)、Manktelow(1978)などの報告がある。

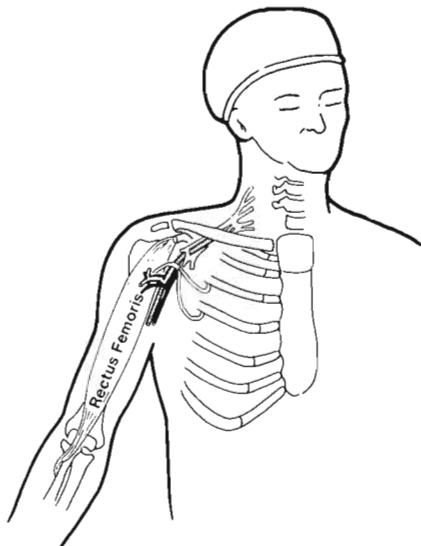


Fig. 1 Schema of the method of elbow flexor reconstruction by the combination of free muscle transplantation with intercostal nerve crossing.

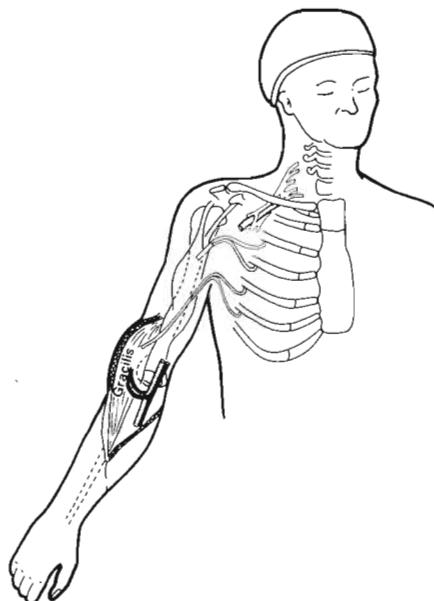


Fig. 2 Schema of the method of the wrist extensor reconstruction by the combination of free muscle transplantation with intercostal nerve crossing in addition to the reconstruction of the elbow flexor by intercostal nerve crossing.

腕神經叢全型麻痺のうち、引き抜き損傷例の機能再建において、肘屈筋再建のための肋間神經移行術は、受傷後6ヵ月以上経過した症例では良い結果が得られない。このような陳旧例に対する解決策として導入したのが、遊離筋肉移植である。

腕神經叢麻痺に対する筋肉移植の報告は、O'Brien(1973)や生田(1978)らが、薄筋と肋間神經を用いた肘屈筋の再建を行ない、筋電図では収縮が認められたが、機能的な動きは得られなかったようである。

われわれは1978年9月より、運動神經源に肋間神經を用い、移植筋に大腿直筋を用いた肘屈筋の再建を17例、1983年より、薄筋を用いた手根伸筋の再建を29例に行ってきた。この中には肘屈筋と手根伸筋の再建を、筋肉移植で同時に行った症例が2例ふくまれ、また肘伸筋再建が1例あり、合計45例47筋の遊離筋肉移植を行ってきた。

## II. 遊離筋肉移植の適応

一般に遊離筋肉移植の適応は、1)フォルクマン拘縮や外傷による、筋肉自体の広範な損傷や、陳旧性の神

経麻痺による運動障害があり、通常の腱移行による機能再建の可能性がない症例で、2)再建しようとする運動の拮抗筋の機能が残存していること、3)関節の拘縮がないこと、4)移植部の皮膚、移植床の状態がよいこと、5)知覚が温存されていることなどがあげられる。

一方、患者の選択も大切で、年令は40才以下が望ましく、頭部外傷、血管損傷などの合併症がない症例で、患者の手術（術後の機能訓練）に対する意欲がある症例が望ましい。

遊離筋肉移植は、まったく画期的、魅力的な機能再建法ではあるが、本法の短所は、1)筋肉を犠牲にしなければならない。2)筋肉の神経再支配が得られるまでに、長期間を要する。3)熟練したマイクロの手技を要する。4)手術に長時間と、多数のスタッフを要するなどである。したがって腱移行などによる機能再建が可能なら、これを用いるのが第一選択と考え、複雑で、失敗の可能性がある筋肉移植は行うべきでない。

### III. 手 法

1) 術前のプランニング、2) 移植床の準備、3) 移植筋の採取、4) 筋肉の移植、5) 皮膚の縫合の5段階に分けられる。

#### 1) 術前のプランニング

- 移植筋への動脈、静脈は、どれが使えるのか、
- 移植筋への運動神経は、なにを用いるか、
- 移植筋の起始部、停止部を、どこにするか、
- 移植筋として、どの筋肉を採取するか、
- 皮切は、どのようにおくか、
- 体位はどうするか、

などに関して細かく検討し、手術の計画をたてる。

術前の動脈造影は、移植床の血管の選択、走行異常、損傷の有無、確認のために、たいへん有用である。

採取する筋肉の選択に際しては、解剖学的、機能的

Table 1 OPERATIVE PROCEDURE of FREE MUSCLE TRANSPLANTATION

- Preoperative Planning
- Preparation of the Recipient Area
  - Origin of transplant muscle  
Insertion of transplant muscle
  - Mobilization of artery and vein
  - Mobilization of motor nerve
- Removal of Transplant Muscle  
(neurovascularised musculocutaneous flap)
- Free Muscle Transplantation
  - Fixation of the muscular origin
  - Vascular anastomosis
  - Nerve suture
  - Tendon adjustment  
(tendon fixation)
- Wound Closure

適合を考慮して決定しなければならない。

解剖学的因子としては、a) 大きさ（長さ、容積）、b) 起始部、停止部の形態、c) 神経、血管系の構造（位置、大きさ、構成）などがあげられる。

機能的適合としては、a) 筋力、b) 移動域が問題となる。

また移植された筋肉の筋力回復は、Terzis 25%、生田ら 60~80%までと報告している。

以上のことから、採取する筋肉の条件としては、

① 移植部位によく合致した筋肉の形態、長さ、期待される筋力を有すること。

② 筋肉を栄養する血管と運動神経が、解剖学的に単純で、かつ縫合操作が比較的容易であるといでの直徑を有すること。

③ 摘出しても、その部位に重大な機能障害を残さないこと。

④ 採取部位の瘢痕が目だちにくいこと。

などが挙げられ、一般には薄筋、広背筋が使われて

Table 2 PREPARATION OF THE RECIPIENT AREA

	ELBOW FLEXOR	WRIST EXTENSOR
Artery	A. circumflexa humeri post. (A. profunda brachii)	A. radialis
Vein	V. cephalica Vv. brachiales	V. cephalica antebrachii Vv. radialis
Motor Nerve	3rd, 4th intercostal nerve	5th, 6th intercostal nerve (3rd, 4th I.C.N. …Musculocutaneous n.)
Origin Insertion	Coracoid process Tendo m. bicipitis	Shaft of humerus E. C. R. B.

いるが、われわれは筋力、形態の点から、大腿直筋をよく使っている。

実際の手術にあたっては、いろいろなステップがあり、長時間をするので、2チーム以上で行うのが理想である。これは手術時間を短縮し、疲労の軽減と集中力の減退を防ぐことにつながる。

## 2) 移植床の準備

体位は仰臥位で、肋間神経を出来るだけ長く、とくに後方(中枢)まで剥離できるように、患側の背中に枕などを入れて拳上する。移植筋は血管、神経の解剖学的関係から、大腿直筋を患側から、薄筋は健側から採取する。

a) 皮切：皮切は移植床の血管、神経、起始部、停止部を十分に展開でき、さらに筋肉を移植したあと創を閉じる際に、移植筋腱がスムーズに滑動できるよう、移植筋の下半分が皮弁で緊張なく被覆できるようデザインする。また患肢は筋肉の萎縮により、筋肉移植後、創を直接閉じることがむずかしく、遊離皮膚移植をするか、筋肉に皮弁を付けて採取するので、それらも加味してデザインを考慮する。

肘屈筋の再建では、鳥口突起より上腕二頭筋の内側に沿って下降し、上腕二頭筋の橈骨付着部で、ゆるくカーブした皮切をくわえる。

手根伸筋の再建では、移植筋の起始部を、上腕骨の骨幹部に置くため、上腕外側のほぼ中央より下降し、外頸部を通り、前腕橈側より掌側に回り、橈骨動脈に沿って下降し、手関節部で再び背側に回す。

b) 動脈・静脈の剥離：移植筋への動脈は肘屈筋の再建では、前(後)上腕回旋動脈または上腕深動脈を剥離する。静脈は橈側皮静脈、上腕静脈の枝を剥離して用いる。手根伸筋の再建では、橈骨動脈と前腕橈側皮静脈、橈骨静脈を剥離して用いる。

c) 移植筋の起始部、停止部の確保：肘屈筋の再建では、鳥口突起を移植筋の起始部とし、末梢の上腕二頭筋腱を停止部とする。

手根伸筋の再建で、起始部は上腕骨外頸部ではなく、上腕骨骨幹部で、運動神経となる肋間神経と移植筋の運動神経とを直接縫合できる高さの所とし、停止部は短橈側手根伸筋腱にする。

d) 運動神経の剥離：全型の腕神経叢麻痺において、患肢の末梢神経はすべて麻痺しており、移植筋の運動神経源としては利用できない。考えられる神経として、副神経、肋間神経、頸神経叢、横隔神経などが挙げられる。われわれの考えは、副神経はのちに肩関

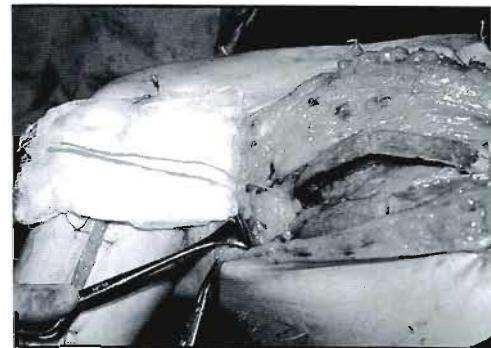


Fig. 3 The third and fourth intercostal nerves are mobilized by meticulous dissection as long as possible; at that time the ribs are cut temporarily.

節を固定し上腕を内転して腋窩に物を狭む際、僧帽筋の働きで肩甲骨を内転させるのに必要があるので使わず、肋間神経を用いている。肋間神経は肘屈筋の再建では2本、手根伸筋では4本剥離する。後者では2本を筋皮神経に縫合して肘屈筋を再建し、残りの2本を移植筋に用い、手根伸筋を動かそうとするものである。

肋間神経は出来るだけ長いに、傷つけないように、そして出来るだけ長く採取する。そのためには肋骨をそのほぼ中央でいったん切断し、肋骨後面の展開をよくし、細心の注意をはらいながら神経を剥離する。この時、拡大鏡は有用である。肋間神経の末梢は肋軟骨移行部くらいまで、中枢は出来るだけ深く、腋窩の肩甲骨の外側縁で、これ以上剥離が進められないところまで追求する。

肋間神経の剥離が終わったら、肋間神経は末梢(胸骨側)で切断し、腋窩に向かって反転し、胸部から上腕内側に向かって腋窩に皮下トンネルを通して、剥離した肋間神経を上腕内側に引き出す。

切断した肋骨は約1cm切除し、テフデックで骨縫合後、肋間筋、大胸筋、皮下、皮膚と各層を縫合する。

## 3) 移植筋の採取

移植に用いる筋肉は、その大きさ、形態、神経・血管系の解剖学的問題、手術の手順、体位などの関係から、肘屈筋再建には患側の大腿直筋を、手根伸筋再建には健側の薄筋を採取する。そして患肢は長期の神経麻痺による萎縮があるため、移植後、創閉鎖の際、皮膚の緊張が強くなるので、移植筋は神経・血管柄付き筋肉皮弁の型で採取する。

筋肉の採取にあたり、まずその筋肉の緊張度の指標



Fig. 4 The rectus femoris is removed together with the overlying skin flap and the neurovascular pedicle.

として、安静状態で5cm間隔でマークをつける。さらに筋肉皮弁として採取する際、皮弁は筋肉から剥がれやすいので、皮弁を筋膜、筋肉にところどころ固定しながら剥離する。それには筋肉末梢の腱を出し、腱を引きながら筋肉全体の輪郭をマークしたのち、すこしづつ(約10cm)皮切を加えては皮弁を筋肉に固定しながら筋肉の遊離化を進める。

大腿直筋や薄筋の栄養血管は、一組の主要血管と数組の小さな血管がある。この主要血管は中枢に剥離を進めると、太さは1.5~2mmとなり、マイクロでの縫合に問題ない太さに達する。静脈は動脈に随伴したものが2本有るのが普通であるが、2本とも縫合に適しているとは限らないので、皮弁にある静脈が確保できればこれも確保しておく。

神経は大腿神経、閉鎖神経からの枝が1~2本はいているが、これらは肋間神経との縫合に問題ない太さである。

血管茎の長さは約5~6cm、神経は約7~11cm採取できる。

筋肉を完全に摘出するのは、移植床の動脈、静脈、起始部、停止部、肋間神経の準備が出来てからにする。これは阻血時間を短くするためである。

#### 4) 筋肉の移植

a) 移植筋起始部の縫着：まず採取した移植筋が移植床の起始部、停止部、血管、神経と適合するか位置関係を検討する。血管・神経の縫合に先だって、筋肉がマイクロでの縫合操作中に移動しないよう固定する。肘屈筋の場合、大腿直筋の起始部を鳥口突起にテフロテックで縫合し、さらに筋肉を移植する形に置き、綱糸で数カ所固定する。手根伸筋の場合、起始部は上

腕骨の骨幹部に固定し、さらに数カ所、綱糸で縫合する。

Manktelowは起始部も仮固定とし、血管、神経の縫合後に起始部、停止部を固定している。

b) 血管縫合、神経縫合：血管、神経の縫合は手術用顕微鏡下に行い、動脈1本、静脈2本以上を原則としている。血管・神経縫合の細かな手技に関しては割愛するが、血管の内径を拡大したり、断端を斜めに切って径を合わせ、また縫合部に過度の緊張がかからないように留意している。

神経縫合は出来るだけ移植筋の神経入口部に近い所で行うようとするが、手根伸筋再建の場合、肋間神経は上腕のほぼ中央くらいまでしか達しない、移植筋の起始部を外頸部とし、あいだに神経移植をおき、縫合部が2カ所になるより、移植筋の運動神経ができるだけ長く採取して(約8~11cm)、直接神経縫合できる所まで移植筋の起始部をあげて、神経の縫合部を1つにしている。縫合部には緊張がかからないように注意する。最近、筋皮神経への縫合はその運動枝のみに行なっている。

最後に移植筋、皮弁の血行をチェックする。

c) 移植筋停止部の縫合：移植筋の末梢(付着部)を、肘屈筋再建では上腕二頭筋腱、手根伸筋再建では短橈側手根伸筋腱に縫合する。

この段階で問題になるのが移植筋の緊張度であるが、われわれもまだ試行錯誤の段階である。現段階で

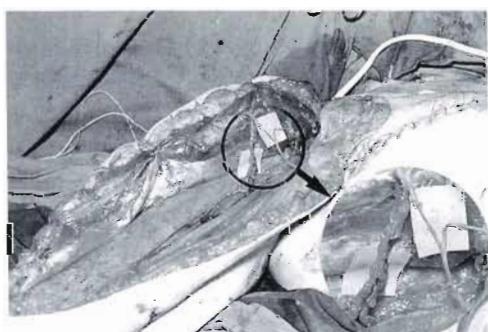


Fig. 5 After the origin of the transplanted muscle is attached, neurovascular anastomosis is carried out under the surgical microscope.

は、移植筋を安静時の長さ(緊張度)で、肘屈筋再建では、肘関節70度屈曲位で、手根伸筋再建では、肘関節50~70度屈曲位、手関節最大背屈位で固定してい

る。固定はおもにインターレイシング法を用いている。

Manktelow は移植筋を伸展位で採取し、この長さで移植部を伸展位にして固定位置を決めている。

5) 皮膚縫合：移植部の創は、上半分—三分の2は移植筋の皮弁を使い、下部の筋腱およびその縫合部は移植部の皮弁を用いて覆う。血管縫合部に緊張、圧迫がかかるないよう、止血、血管の位置、移植筋の走行、皮膚の緊張に注意をはらいながら創を閉じる。

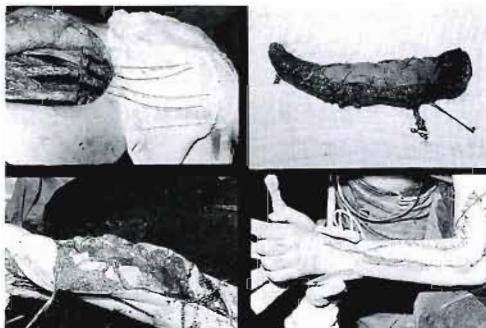
術後は肘関節90度屈曲位、肩関節30度外転位、やや前方拳上、手関節背屈位でギブスシーネ固定後、弹性包帯で体幹に固定する。

術後、ヘパリンなどの抗凝固剤はとくに必要ないが、万全を期すため、低分子デキストラン、ウロキナーゼ、PGEなどを使い、必要に応じて輸液の調節、輸血を行ない末梢の血液循環をよい状態に保つ。

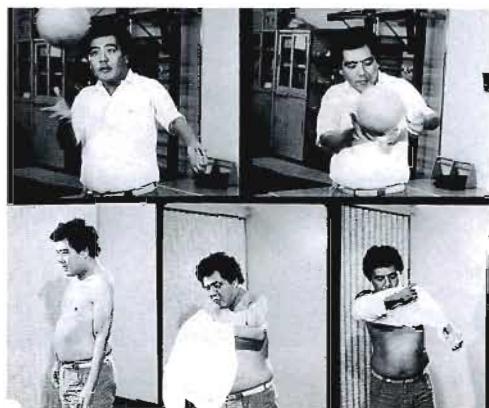
肋間神経を4本採取した場合、胸水の貯溜、血氣胸を起こすことがしばしば有るので、これらに留意し術後の管理をする。

術後、皮弁の色、温度に十分気を付けて観察するが、ともにあてにならないことがある。血栓形成の早期発見はむづかしいので、血管縫合は完璧な手技で、正確に行うように心がける。

術後機能訓練のプログラムは、5週は体幹に固定し、8週までは三角布で伸展のみを制限し、その後、固定



**Fig. 6** Free muscle transplantation for the wrist extensor reconstruction. Four intercostal nerves are prepared for the motor nerve of the elbow flexor and wrist extensor. Gracilis muscle is attached to the shaft of the humerus in order to ensure end-to-end anastomosis of the motor nerve of gracilis with the intercostal nerves without the use of a free nerve graft. Neurovascular anastomosis is carried out under the surgical microscope.



**Fig. 7** A 21-year-old man suffered total paralysis of the left upper limb. He had surgery at another hospital, where intercostal nerve transfer and trapezius transfer were performed. However, neither of these procedures was effective, and he was referred to us six years after the original injury, in 1979. We carried out free muscle transplantation using the 5th and 6th intercostal nerves to supply the transplant. Figures show the patient 46 months postoperatively. The movement of the elbow joint was from 20-80 degrees and muscle strength was M-3 by manual muscle testing.



**Fig. 8** A 23-year-old male patient suffered a fracture of the left humerus, complete paralysis on the left arm and rupture of the subclavian artery. Ten months after the accident, he was referred to us, and we performed free muscle transplantation. The photographs show the patient 26 months postoperatively. The range of motion of the elbow joint was 25-135 degrees and he could suspend a weight of 4 kg from his forearm.



**Fig. 9** A 21-year-old male patient was injured in a motorcycle accident, and suffered a complete brachial plexus injury on the left arm. He was referred to us three months later, at which time there was no sign of recovery from the level of C-5 to Th-1. The brachial plexus was exposed five months after the accident and it was found that levels C-5 to C-8 were avulsed. Six months after the accident, we performed reconstruction of the wrist extensor by free muscle transplantation, plus reconstruction of the elbow flexor by intercostal nerve crossing. The obtained function three years after the surgery are shown in the photograph. With the attachment of an opponens splint, he can pick up a 2~3 cm block.

**Table 3 Postoperative course**

Operation	immobilization shoulder: slight abduction elbow: 90° flexion
5 weeks	limitation of elbow extension (arm sling)
8 weeks	remove the flexion contracture of the elbow joint
6 months	training of the muscle contraction separate from the respiratory rhythm

を除去して肩、肘の拘縮をとっていく。

4~6ヵ月経って筋電図で移植筋に収縮が認められたら、Audio-Visual Biofeedback Exerciseを行い、筋力[2]になった時点より筋力増強訓練を行う。筋力[3]以上になるのにおよそ1年かかり、その後2~3年は筋

力増強の可能性があるので訓練を続ける。

以上、遊離筋肉移植術の手術手技を述べてきたが、本法において重要な点は、術前の周到な手術計画、ていねいで正確な手技、術後の根気強い機能訓練である。

術後筋力回復の不良因子として、年令、合併損傷、技術的問題などがあげられる。40才以上の症例では筋回復の経過が遅い。血管損傷や、頭部外傷を伴い1週間以上の意識喪失があった症例では筋力の回復が悪い。

技術的な問題としては、血管縫合、神経縫合、移植筋の緊張度などがあげられる。これらはすべて同等に重要で、どのステップの失敗も機能的失敗につながる。血管縫合は筋肉の生着に必須のものであり、神経縫合は移植された筋肉に神経の再支配が起こり、筋肉の収縮のためになくてはならないものである。

手根伸筋の再建で筋力の回復の悪い症例は、ほとんどが神経縫合に問題(緊張)のあった症例であった。

移植筋の緊張度は、移植筋に神経の再支配が起こっても、筋肉の緊張度が適切でないと効果的な関節運動がみられない。術後、筋収縮を示しても効果的な関節運動のみられない症例に、移植筋を短縮することにより、関節運動の改善が得られた症例がある。

この手術では運動神経源に肋間神経を使っているため、術後の機能訓練は非常に大切で、訓練を根気強く続けることにより筋力が上がり、呼吸運動から分離した随意的な運動が出来るようになる。

#### IV. まとめ

1. 神経・血管柄付き遊離筋肉移植術は、機能再建への利用が可能である。

2. 本法は、陳旧性神経麻痺、広範な筋肉の欠損があり、通常の腱移行術では機能再建の可能性がない症例に適応がある。

3. 本法の施行には、術前十分に計画を練り、移植筋の選択には、解剖学的、機能的に適したものを選ぶ。

4. 正確な血管縫合、神経縫合、適切な筋緊張度、積極的な術後機能訓練などが、移植筋の機能回復に必須である。

#### 文献

- 1) 赤坂嘉久 他：外傷性腕神経叢麻痺に対する神経血管柄付き遊離筋皮弁移植の経験。形成外科, 27: 573-580, 1984.
- 2) 赤坂嘉久 他：腕神経叢麻痺に対する遊離筋肉移植の成績。整形外科 Mook, 48: 271-284, 1987.

- 3) 生田義和：遊離筋肉移植，微小外科，南江堂，1977.
- 4) 生田義和：遊離筋肉移植術とその展望。整形外科，35：469-476，1984.
- 5) Ikuta, Y., et al: Long term follow up and evaluation of free muscle graft in the upper extremity, Hiroshima J. Medical Sciences, 33: 643, 1984.
- 6) Kubo, T., et al.: Free Muscle Transplantation in Dogs by Microneurovascular Anastomoses. P. R. S., 57: 495-501, 1976.
- 7) Manktelow, R. T.: Free muscle transplantation to provide active finger flexion, J. Hand Surg., 3: 416, 1978.
- 8) Manktelow, R. T.: Microsurgical composite tissue transplantation, Serafin, D., Buncke, H. J., editors: St Louis, 1979. The CV Mosby Co.
- 9) Manktelow, R. T., et al: Functioning free muscle transplantation, J. Hand Surg., 9A: 32, 1984.
- 10) Manktelow, R. T.,: Functioning microsurgical muscle transfer, Hand Clinics, 4: 289, 1988.
- 11) O'Brien, B. Mc.,: Microvascular reconstructive surgery, Edinburgh, 1977. Churchill Livingstone Inc.
- 12) Tamai, S., et al: Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomoses, Plast. Reconstr. Surg., 46: 219, 1970.
- 13) Terzis, J. K., et al: Recovery of function in free muscle transplants using microneurovascular anastomoses, J. Hand Surg., 3: 37, 1978.
- 14) Schenck, R. R.,: Rectus femoris muscle and composite skin transplantation by microneurovascular anastomoses for avulsion of forearm muscles: A cases report, J. Hand Surg., 3: 60, 1978.

## マイクロサージャリーの基本手技上肢への骨移植

慈恵医科大学整形外科学教室

大久保 康一

Free Vascularized Bone Grafts in Surgery of the Upper Extremity

Koichi Okubo

Department of orthopaedic Surgery, Jikei university School of Medicine

Vascularized bone grafts, which are also called living bone grafts because of their being implanted while retaining a circulatory connection through an attachment, are an excellent operative procedure having many advantages over conventional bone grafts.

The clinical application of this operative procedure may be traced back to Taylor, who, in 1975, first reported on the use of a vascularized fibula graft. Furthermore, the same author, in 1978, described iliac vessels as a pedicle and subsequently, in 1979, those utilizing deep circumflex iliac vessels as a pedicle. Since then, vascularized bone grafts have made a rapid progress and now find their widespread use in pseudoarthrosis with bone defect, avascular necrosis of the femoral head and congenital pseudoarthrosis of the tibia.

This operative procedure has lesser indications for use in the upper extremity than it does in the lower. This is largely because pseudoarthrosis with traumatic bone defect is of less frequent occurrence in the upper extremity and also because, in the case of pseudoarthrosis of the forearm with a wide bone defect, one can reconstruct the forearm fairly satisfactorily by the use of one bone forearm technique.

In this paper, after first giving a brief account of the history, advantages and indications of vascularized bone grafts as well as of preoperative considerations, a detailed explanation was made of how to take vascularized fibula and iliac bone grafts, precautions to be exercised in making a skin flap, operative techniques required for the treatment of pseudoarthrosis with a wide bone defect of the humerus or with bone defect of the elbow joint by this particular surgical procedure as well as of basic operative manipulation entailed in vascularized fibula head transfer or so-called epiphysis transfer.

### はじめに

血管柄付骨移植は、移植骨自体が保有する血行を温存して移植できることから、生きた骨移植とも呼ばれている。移植骨の血行を温存したまま骨の移植は、1942年 Hellstadiusら<sup>2)</sup>の報告を初めとし以後、いろいろの筋肉付骨移植法が考え出されてきたが、骨への血行が不十分なためか、必ずしも良好な成績ではなかったようである。1971年になり Stnau<sup>10)</sup>は始めて血管柄

付肋骨移植の実験的研究に成功、続いて 1974 年に Ostrup<sup>8)</sup>は血管吻合術を用いた遊離肋骨移植の成績について報告している。しかし何と申しても、斯界に大きく貢献した人物は Tayler である。彼は 1975 年<sup>11)</sup>に血管柄付腓骨移植について報告し、1978 年<sup>12)</sup>に浅腸骨回旋動脈を血管柄とする腸骨移植を、続いで 1979<sup>12)</sup>年には深腸骨回旋動脈を血管柄とする腸骨移植を報告した。以後本法は急速に世界中に拡がり現在では、骨欠損性偽関節、先天性下腿偽関節、内反手<sup>13)</sup>、大腿骨

**Key words:** vascularized bone grafts, microsurgery, upper extremity

**Address for reprints:** Koichi Okubo, M. D., Department of Orthopaedic Surgery, Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishi-Shinbashi, Minatoku, Tokyo 105, Japan.

頭無腐性壊死などの手術において応用されるようになった。

血管柄付骨移植の特徴は、移植母床の条件が悪い広範な骨欠損例でも、移植骨の吸収がきわめて少なく、確実な骨癒合が得られること、腓骨、腸骨いずれを利用しても、骨の欠損部と同時に軟部組織、とくに皮膚の欠損部も補填でき、また移植骨の血行は始めから温存されているので、感染に対しても抵抗力が強いことなどが挙げられる。その他、血管柄付腓骨移植の場合には、移植骨に骨折が生じても、直ちに旺盛な仮骨形成が生じ、肥大が生ずること、骨端線の残存する Epiphysis transfer、血管柄付腓骨頭移植により、成長に伴う肢長の短縮をある程度補正することなども大きな利点である。

### 1. 上肢における本法の適応

著者の教室で施行した遊離血管柄付骨移植は、104例であるが、そのうち上肢への適応はわずかに5例である。この事実からしても、上肢への適応はきわめて少ない。5症例の内訳けは、骨髓尖を併発した難治性上腕骨欠損性偽関節が2例、小児の前腕骨未梢端欠損により生じた前腕の短縮に対する Epiphysis transfer が2例、肘部の side swipe injury によって生じた肘関節部欠損に対するもの1例である。その他現在までに、橈骨の巨細胞腫で、手関節の温存を目的とした血管柄付腓骨頭移植、内反手に対する血管柄付腓骨頭移植、上腕骨に生じた骨腫瘍に対する広範囲切除後に生じた骨欠損部の補填に血管柄付腓骨移植を利用したものなどが報告されている。このように上肢への本法の適応が少ないとされる理由は、もともと上肢の外傷性欠損性偽関節が、下肢に比べて少ないと、前腕における広範囲欠損性偽関節の場合には、本法によらなくとも、One born forearm 法によって比較的良好な前腕を再建できることがあげられる。また、Epiphysis transfer では、腓骨頭の剥離や管再建が困難であることが考えられる。

### 2. 術前検査

手術に6時間以上を必要とする症例が多いため、術前の全身状態の検査は重要である。とくに糖尿病患者、愛煙家、そして65才以上の高令者などは、血管自体の変性や動脈硬化が進行し、血管再建がむずかしいので、あまり良い適応ではない。糖尿病があればこれを十分にコントロールし、喫煙しないように指導すべきである。

術前に血管再建法を考える場合には、移植床の血管

の状態を確実に診断把握しておく必要がある。しばしば移植床の主幹動脈が外傷により閉塞しているからである。疑わしい症例に対しては、術前少なくとも1週間前に、動脈撮影を行うことが必要であるが、この際造影剤注入用の針を刺入する場所が問題となる。この場合、鼠径部における大腿動脈に動脈針を刺入するのが一般的であるが、移植床として腸骨を利用するような場合には、必ず反対側から針を刺入すべきである。これは同側から行うと、刺入部の付近の血腫と瘢痕形成により、深腸骨回旋動脈の分岐部での剥離がきわめて困難となるからである。

### 3. 血管柄付腓骨採取法

患者の体位は一般に仰臥位とするが、できるだけ長い血管柄を必要としたり、慣れない術者の場合には、腹臥位をするとよい。

術前に腓骨動脈からわかれて皮膚に向う皮枝が下腿筋膜を貫く場所をあらかじめ確認しておく必要がある。皮枝の数は5~6本あると報告されている<sup>5)</sup>が、多くは、筋肉内を貫通して皮膚に向うものであり、手術の実際には剥離が容易で茎として利用できるのは多くても3本までである。これらの皮枝を温存して剥離するとかなり大きな皮膚を骨に付けることが可能となる。著者の経験では10×15cmの皮弁を腓骨に付けることが可能であった。これらの太くて剥離の容易な皮枝が、後下腿筋間中隔を通り下腿筋膜を貫通する点は、腓骨の未梢側2/5、3/5境界部で腓骨から1cm後方附近にあるので、これを一応の目安として島状皮弁をデザインする。この点をドブラー血流計で確認するのもよい方法である。止血帯を装着するが、エスアルヒ24バンドを用いて駆血操作を行うと、細い血管内の血液が駆血され、その確認が困難となるので、下肢を拳上し、重力をを利用して駆血する程度にしておいた方が便利である。

外果から腓骨頭の下方2cm<sup>7)</sup>に至るゆるい弧状皮切を加える。皮弁を採取するにあたっては、まず皮弁を後方より前方に向かって反転しながら、下腿筋膜を貫通する皮枝を確認し、これが皮弁の中央部にくるようデザインを工夫する。次に、下腿筋膜を切開し、後下腿筋間中隔を通る皮枝を確認し、ヒラメ筋を下方に、短腓骨筋を上方に推し、長母趾屈筋の起始部と腓骨の間を通る皮枝を深層に向かって剥離し、腓骨動脈からの起始部を確認する。次に、下腿筋膜の切開をさらに皮切下に拡げ、腓腹筋、ヒラメ筋を内側によけ、両筋の起始部の一部を切離すると、腓骨後面よりおこ

る長母趾屈筋、腓骨動脈、後脛骨動脈、脛骨神経などの主幹動脈が認められる。次に、腓骨の中枢側を骨膜下に露出して骨切りを行い、その部位から所定の長さに末梢側の骨切りを行う。このように術中早期に骨切りを施行すると、以後の剥離操作が容易となる。次に、皮枝を損傷しないように長母趾屈筋を腓骨につけながらこれを切離し、この深層を通る腓骨動脈の中枢側と末梢側を確認し、腓骨動脈の末梢側を先に結紮する。

ついで、外側の剥離に移るが、筋膜に切開し、長短腓骨筋を露出、これを腓骨に付着させたまま剥離すると、深層に腓骨神経が認められる。この神経よりも腓骨側寄りで長、短腓骨筋を腓骨にわずかにつけて切離する。この際、前脛動脈がすぐ近くを走行しているので、これを損傷しないように注意する必要がある。さらに深層を剥離すると下腿骨間膜が認められるが、これを切離し腓骨を挙上すると、腓骨後面に付着する後脛骨筋が現れる。これを約1cm腓骨につけて切離する。この操作により、腓骨動脈をつけた腓骨の周囲組織からの剥離が終了する。次に、腓骨動脈を後脛骨動脈との分岐部まで剥離後、止血帯をゆるめ、周囲からの出血を十分に止血し、骨髓腔からよく出血することを確認後、血管柄を切離する。残された長母趾屈筋を筋膜に縫着し、吸引パックを留置、筋膜を縫合のうえ皮膚を閉じる。

#### 4. 血管柄付腸骨採取法

腸骨翼の栄養動脈は、浅ならびに深腸骨回旋動脈の2つであるが、いずれも骨への真の栄養血管というよりも、腸骨翼に付着する筋肉への筋枝が腸骨内に侵入し、これを栄養するものである。浅腸骨回旋動脈は、上前腸骨棘の付近で腸骨の上部を被う骨膜と、周囲の筋肉へ分布しているが、腸骨稜に分布する領域も狭い。口径も細く、また、解剖学的変異も多いので、一般には深腸骨回旋動脈の方が利用される。この動脈は血管径が2~3mmと太く、血管柄も6cmまでの長さのものが得られ、腸骨稜全体を栄養し、10×30cmの皮弁と10×5cm程度の骨片の採取が可能である。

深腸骨回旋動脈を利用して腸骨に皮弁をつける場合に留意すべき点は、皮枝には2つの経路があるということ、ひとつは上前腸骨棘から後方7~9cm部位で、腸骨筋肉を通って皮膚に向うものであり、もうひとつは上前腸骨棘の内側面で、縫工筋の起始部周囲の筋肉を穿通し、浅腸骨回旋動脈と交通する交通枝で

ある。横幅が10cm以上にもおよぶ大きな皮弁をデザインする際には、とくに注意しなくとも、2つの皮枝が、自然に皮弁内に含まれることになる。しかし、吻合血管開存を調べる目的で8×5cm程度の大きさの島状皮弁をデザインする際には、腸骨稜上ではなく、上前腸骨棘を頂点とし、大腿動脈寄りに皮弁をデザインし、上前腸骨棘付近にある浅腸骨回旋動脈との交通枝を温存するために、深腸骨回旋動脈の剥離と同時に、浅腸骨回旋動脈も温存、剥離すべきである。このように浅と深、両方の血管を温存した方が、皮弁の血行にとっては安全である。しかし、もちろん、血管吻合は、深腸骨回旋動脈のみで十分である。

深腸骨回旋動脈付腸骨の採取に際しては、前述の諸点に注意してまず皮弁をデザインする。腸骨稜に沿い、その1cm内側部で外腹斜筋、内腹斜筋および腹横筋を腸骨稜につけて切離すると、後腹膜腔に致達する。脂肪組織を内側に排除し、腸骨窓を探ると、腸骨筋筋膜の下層を走る深腸骨回旋動脈を容易に発見することができる。この動脈が腸骨に対して走行する高さを確認後、これを損傷しないように深層の腸骨筋を腸骨から剥離する。

次に、腸骨殿筋面の剥離に移るが、これに付着する大腿筋膜張筋、中殿筋、大殿筋を剥離し、腸骨をノミで骨切りする。次に、骨片からこれに付着する外腹斜筋、内腹斜筋および腹横筋を骨切りと同じ高さで切離、骨片を挙上しつつ、深腸骨回旋動脈を中枢に向かって剥離する。ここで、外側大腿皮神経が出現してくるからこれも切離する。次に浅腸骨回旋動脈を露出、中枢に向かって剥離し、これとの交通枝を温存すべく、上前腸骨棘に付着する縫工筋、腸骨筋および半径靭帯の一部を腸骨に2mm程度つけて切離し、2つの血管束を外腸骨動脈の分岐部まで追跡する。深腸骨回旋動脈が外腸骨動脈から分岐する周辺では、複雑に細い血管が分岐しているので、必ず顕微鏡を使用して剥離、バイポーラー凝固装置を用いて焼却する。このときには本幹を傷つけないように十分に注意することが大切である。腸骨とこれにつけた皮弁からの出血を確認後、創からの出血を十分に止血することが大切である。腸骨とこれにつけた皮弁からの出血を確認後、創からの出血を十分に止血し、顕微鏡下に血管茎を切り離す。腸骨を採取後、腹壁ヘルニアが合併しないように、腹横筋、内腹斜筋を腸骨、殿筋、そして大腿筋膜張筋などに太い黒綱糸で緊密に縫合する。

#### 5. 上腕骨欠損性偽関節に対する遊離血管柄付腓骨

## 移植法

骨髓炎を合併した上腕骨欠損性偽関節の症例では、すでに数回の手術を受けているため、上腕の軟部組織は広範囲に瘢痕化し、橈側皮靜脈も閉塞している事が多い。したがって、上腕の前外側面には、太い腓骨靜脈と吻合できるような適当な太さの血管が無いのが問題となる。そこで、体位は腹臥位とし、上腕の後方縦皮切で進入、上腕三頭筋を縱割して上腕骨に達する。偽関節部を露出、新鮮化した後に、血管柄付腓骨を髄内移植し、螺子でこれを固定する。血管再建法は、上腕骨の内側を剥離すると容易に上腕動静脈が露呈するので、靜脈は腓骨靜脈と上腕靜脈と、動脈は腓骨動脈と上腕深動脈と吻合する。このように後方進入路を利用すると、血管吻合は容易となる。

### 6. 肘関節部の広範囲欠損性偽関節に対する遊離血管柄付腸骨移植法

Side swipe injury によって生じた肘関節の広範囲欠損性偽関節症例に対しては、皮弁付腸骨移植を施行した。後方進入路により偽関節部を開設し、欠損部に血管柄付腸骨片を挿入、上下端を上腕骨ならびに尺骨の骨折端に螺子で固定し、皮弁を縫合した。この際肘関節後面には太い動静脈が存在しないのが問題となつた。そこで血管吻合を肘関節の前面で施行すべく、深腸骨回旋動静脈を肘の前面に誘導し、深腸骨回旋動脈は上腕動脈と端側吻合、深腸骨回旋靜脈は橈側皮靜脈と端々吻合した。このような場合には、吻合血管が緊張しすぎたり、また弛緩して搖れが生じないように注意することが必要である。

### 7. 遊離血管柄付腓骨頭移植、いわゆる Epiphysis transfer について

骨端線を含んだ移植骨が、術後成長を続けるか否かということが問題となるが、吉田、Donski、Zaleske<sup>11)</sup>、Brown<sup>12)</sup>、Netleblad<sup>13)</sup>、吉崎<sup>14)</sup> 富田らの動物実験の成績からすると、骨端核に血管柄を付けて移植することにより、骨端線は閉鎖することなく骨は成長するということが証明されている。

本法の適応は、外傷性の前腕下端の骨欠損による手動搖関節、先天性内反手、骨腫瘍などによって骨端線が閉鎖した症例などである。

血管柄付腓骨頭移植の最初の報告は、1979年 Weiland<sup>15)</sup> と Kleinert<sup>15)</sup> が外傷によって尺骨の遠位端の骨端核が破壊されて生じた手の尺屈変形例に対して応用したものである。1981年には玉井らが内反手<sup>16)</sup>に対して本法を応用し、1982年大久保らが手動搖関

節<sup>4)6)</sup> に応用している。

腓骨頭周辺の血管の解剖に関しては、1989年 Restrepo により詳細に報告されている。それによると、主として骨端動静脈としての外側下膝動静脈、骨幹動静脈としての前胫骨動静脈、そして骨髄内上行動静脈としての腓骨動静脈が存在する。骨端線と骨端核を温存する移植腓骨頭がほぼ正常に近い骨成長を営むためには、外側下膝動静脈の存在が必要でありさらにもう1つの血管系として前胫骨動静脈あるいは腓骨動静脈のいずれかが必要となるが、短い腓骨頭を採取し、これを前腕の骨欠損部に移植するためには、前胫骨動静脈を利用する方が便利である。

#### (1) 腓骨頭の採取法

患者の体位は腹臥位とし、腓骨頭をめぐる外側凸の弧状皮切で进入する。まず総腓骨神経を確認し、続いて腓腹筋の起始部を切離反転し、さらにヒラメ筋の腓骨頭起始部を腓骨に一部残して切離すると、膝窩動静脈とこれから分岐した外側下膝動静脈の一部が認められる。ここで外側副靱帯を腓骨頭付着附近で切離すると、その深層に外側下膝動静脈の全貌が認められる。次に腓骨を骨頭の直下で骨切りし、前胫骨筋を排して前胫骨動静脈を展開する。この部には細い動静脈や神経が錯走しているので顕微鏡下での剥離が必要である。腓骨頭の軟骨を Surgi Air Tome でけずり、骨切り部と両端からの出回を確認し、前胫骨動静脈と外側下膝動静脈を切離する。切離した外側副靱帯は、胫骨にしっかりと縫着する。

血管再建法は、前述のように graft 側の 2 つの血管柄を吻合しなければならないが、移植床の血管が足りないことが問題となる。そこで、橈骨動脈や、二叉に分岐した橈側皮靜脈を利用し、これに靜脈移植を応用したり端側吻合を応用して、血管を再建する。このように本法における血管再建法は、困難なものである。

遊離血管柄付腓骨頭骨端軟骨移植を臨床に応用する場合に残された問題がある。腓骨頭の成長に関与する因子は、手術時年令、移植床の瘢痕化の程度、手の機能の回復の程度、再建すべき腓骨頭栄養動静脈の数および腓骨頭の固定肢位である。手術時年令は、少なくとも 10 才以下が望ましい。移植床の瘢痕化の程度は、当然軽い方が好ましい。移植床の瘢痕化が著しい場合には、周囲の瘢痕組織が腓骨頭の成長を阻害し、前腕には変形を発生するおそれを生ずることになる。手の機能との関係に関しては、回復機能障害の程度により腓骨頭の成長が影響を受けるものと考えられる。腓骨

頭は下肢に位置していれば、体重負荷によって刺激が働いているが、これが一度、前腕に移植されると、この刺激が減少していくことになる。手の機能が良好な場合には、移植した腓骨頭に加わる刺激もそれ程減少せず、ある程度の成長が期待できるものである。再建すべき血管の数に関しては、腓骨頭の正常に近い成長を期待する場合、外側下脛動脈のみではなく前脛骨動脈の再建を必要とする。腓骨頭を移植する際の固定肢位に関しては、一般に尺骨の長軸に対して平行になるように固定する。

### ま　と　め

遊離血管柄付骨移植法は、従来の骨移植法と比べて幾つかの利点をもつすぐれた手術法であり、手の外科領域においても今後益々その適応が拡大されていくものと思われる。

### 文　　献

- 1) Brown, K., et al: Epiphyseal growth after free fibula transfer with and without microvascular anastomosis. *J. Bone Joint Surg.*, 65: 493-501, 1983.
- 2) Hellstadius, A.: On the ability of bone tissue to survive in pedicle bone graft. *Acta Chir. Scand.*, 86: 85-109, 1942.
- 3) Nettelblad, M., et al.: Free microvascular epiphyseal plate transplantation. *J. Bone, Joint Surg.*, 66: 1421-1430, 1984.
- 4) 大久保康一 他: 骨欠損に伴う手動指關節に対する血管柄付腓骨頭軟骨移植の経験。整形外科, 33: 1645-1647, 1982.
- 5) 大久保康一 他: 皮膚を付けた遊離血管柄付腓骨移植について。整・災外, 26: 577-585, 1983.
- 6) 大久保康一 他: 血管柄付腓骨頭骨端軟骨移植の経験。第2報。日手会誌, 3: 367-372, 1986.
- 7) 大久保康一 他: 遊離血管柄付骨移植の手技。手術, 42: 245-256, 1988.
- 8) Ostrup, L. T., et al: Distant transfer of a free living bone graft by micro-vascular anastomosis. An experimental Study. *Plast. Reconstr. Surg.*, 54: 274-285, 1974.
- 9) Res-trepo, J., et al: Arterial vascularization of the proximal epiphysis and the diaphysis of the fibula. *International Journal of Microsurgery*, 2: 49-54, 1980.
- 10) Strauch, B., et al.: An experimental approach to mandibular replacement: Island vascular composite rib grafts. *Brit. J. Plast. Surg.*, 24: 334-341, 1971.
- 11) Tayler, G.I., et al.: The free bone graft A clinical extension of microvascular techniques. *Plast. Reconstr. Surg.*, 55: 533-544, 1975.
- 12) Tayler, G.I., et al: Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps. *Plast. Reconstr. Surg.*, 64: 745-759, 1979.
- 13) 玉井 進 他: 内反手に対する血管柄付腓骨頭移植の経験。整形外科, 32: 1645-1647, 1981.
- 14) 菅田 厳 他: 幼若犬における骨端軟骨を含んだ骨成長に関する実験的研究。整形外科, 29: 1314-1316, 1978.
- 15) Weiland, A. J., et al: Vascularized bone grafts in the upper extremity, In Serafin, D&Buncke, HJ: *Microsurgical composite tissue transplantation*, Mosby, St. Louis, 1st Ed., 605, 1979.
- 16) 吉崎克文 他: 骨成長帯を含んだ血管柄付腓骨移植の成長に関する実験的研究—自家同所移植実験について。日整会誌, 58: 813-828, 1984.
- 17) Zaleske, D., et al: Growth plate behavior in whole joint replantation in the rabbit. *J. Bone Joint Surg.*, 64: 249-256, 1982.

## 血管茎付自家第2趾関節移植の手術手技

新潟手の外科研究所

吉 津 孝 衛

Surgical Technique of Vascularized Autogenous Whole Toe Joint Transfer

Takae Yoshizuka

Niigata Hand Surgery Foundation

The PIP joint of the second toe is suitable as the donor to reconstruction for all poor functional joints from the functional or aesthetic point of view. MTP joint must be used only for those cases in which PIP joint does not fulfill the needs. One or two dorsal cutaneous veins are proximally dissected with as long a pedicle as possible and distally up to the dorsal island skin flap which must be preserved just over the PIP joint for the purpose of examination of circulatory condition and replacement of scarred skin. After identification of metatarsal arteries at the first inter-digital space, a dominant artery had better be distally dissected to save the operating time, because decision of a dominant artery is very difficult preoperatively and a long arterial pedicle is not necessary. After severance of the branching artery to the big toe, non dominant metatarsal artery and digital nerve to the second toe, arterial dissection is performed up to DIP joint area, and this artery is cut off with the accompanying digital nerve at this level. The lateral neuro-vascular bundle must be detached from the PIP joint. PIP joint is osteotomized distally at the distal part of the middle phalanx or just at the DIP joint and proximally at the middle or the more proximal site of the proximal phalanx after extensor tendon is cut with the length that is sufficient to be sutured.

Thereafter, this flexor sheath is cut longitudinally and flexor digitorum brevis tendon is cut just distal to the PIP joint. As to the recipient side, a destroyed joint must be completely removed including remaining volar plate and lateral band must be preserved to preservation of function of DIP joint, if possible.

The following improvement of the operative procedure can minimize these poor result in extension:

- 1) Strengthening of the tension of the extensor tendon to be repaired.
- 2) Appropriate reconstruction of the preserved lateral band.
- 3) A four weeks immobilization with K-wire in extension.
- 4) Transfer of the shorter donor joint. If a segment of the same size or slightly larger is taken to replace this space, the joint would be naturally pushed into flexion by the tension of the flexor muscle.

Finally, a good splinting program using a dynamic splint with limiting MP joint extension and assisting IP extension is important.

### I は じ め に

先天性あるいは外傷性の指関節自体の機能障害に対

する再建法の1つとして、自家趾関節を用いた血管茎付趾関節移植法が確立した手術法として位置づけられている。今回はこの移植手術のうち、趾PIP関節を手

**Key words :** joint transfer, microvascular surgery, tissue transfer, autogenous graft

**Address for reprints :** Takae Yoshizuka, M. D., Niigata Hand Surgery Foundation 1-18 Shinko-cho Niigata 950, Japan

指PIP関節に移植する手術手技を中心に述べる。

## II 手指PIP関節の展開

背側切開で展開するが趾PIP関節背側に作製される島状皮弁を、その位置する部位がいかなる場所に移動しても手指側の皮膚に横切開を入れることにより対応できるように中節中央部より基節中央部までの縦切開で入る。

この関節移植を必要とする関節は多くの場合背側からの損傷例であるためその伸展機構は強い障害を受けていることが多い。したがって、できるだけ残存している指伸筋腱をより損傷しないように操作する。とくにlateral bandはDIP関節の機能に重要であるため、瘢痕化していない限りできるだけ温存する。

Central slipは骨切離部よりやや近位部で切離し、遠位部はtriangular lig.部で切離する。Lateral bandが温存できない場合は、近位部はcentral slipと同一部位で切離し、遠位部は骨切離部に一致して切離する。骨の切離部は趾PIP関節の切離長より2~3mmやや長めに行なうことが大切である。これは同じ長さの切除を行なった場合には、屈筋腱の緊張により移植された関節を排除しようとする方向すなわち関節は屈曲することからより屈曲方向に力が作用するためである。関節切除時volar plateも含めて瘢痕組織はできるだけ切除する。同時に切除部より屈筋腱の癒着状態を確認する。このさい確認のみにとどめ、腱剥離を行う必要はない。これは腱剥離をたとえ行っても関節移植後3~4週間固定するため再癒着を起こし、むしろ癒着状態を悪化させこととなるためである。静脈はMP関節のやや近位背側部の皮下静脈を用いるため、その部に2cmほどの縦切開を加え静脈を剥離する。次に前述の関節部展開部との間の皮下を十分剥離する。剥離の範囲は広い方が安全であり、その範囲はいかなる細い線維も残さないように剥離することが大切である。これは、この皮下を通す静脈の血圧は低いため、わずかな線維状組織での圧迫あるいは方向転換は致命的な血流障害を併発するからである。動脈は総掌指動脈と吻合するためMP関節部掌側に縦切あるいはZig-Zag切開で動脈を剥離温存する。静脈側と同様に皮下トンネルの作製が必要で、背側部よりlateral bandの表層に沿わせてモスキートを挿入し十分剥離する。

## III 趾PIP関節の展開

PIP関節背側に幅約1cm以内の島状皮弁を作製す

る。この島状皮弁を作製する目的は術後の血流状態の確認、関節背側に発生しやすい瘢痕性伸展拘縮の予防および手背側からの外傷時に認められる瘢痕性皮膚の置換のためなどである。皮弁のデザインは横長および縦長の二種類が考えられる。指背部の縦切開を考えれば、縦長の皮弁が皮膚弛緩の観点からは有利に思われる。しかし多くの症例では指の短縮が多少なりとも認められることから、指背の縦切開に横切開を加えた方がより適切な皮膚弛緩が獲得される。さらに第2趾は細いため、縦長の皮膚を切除した場合その皮膚縫合を行うとさらに細くなりその部への骨移植に支障を来すこと、横長であればその皮弁の幅だけ趾短縮を行うことにより骨移植には何ら支障を来さない利点がある。著者は以上の理由から横長の島状皮弁を使用している。

皮切は島状皮弁より遠位部は背内側部にDIP関節部まで縦切開を、近位部は皮弁中央部か、やや内側部より第1趾間MP関節部まで斜切開を入れ、より近位部は中足骨に平行にCM関節部まで縦切する。底側部は第1趾間部を縦切し必要な長さまで第1MP関節部の膨脹部を避けるようにややカーブした皮切を用いる。

まず静脈剥離を行うが皮弁より近位方向に剥離する。基節部では数本の細い静脈が認められるが、中足骨中央部では1~2本の太い静脈となるためその1本を吻合のため確保する。動脈の剥離はその吻合動脈が総掌指動脈であるため、血管の長さは5cm前後で十分である。このため第1趾間部より近位方向へ剥離を行う方が便利である。すなわちこの剥離方法は、静脈剥離のための皮切に直交する皮切を趾間部より底側方向に入れるため、中足動脈が第I趾および第II趾への固有趾動脈にわかる分岐部の確認が比較的容易であること、したがって背側あるいは底側中足動脈の優位の血管を簡単に識別できその走行を容易に確認できること、必要最小限の血管剥離でよいなど多くの利点がある。すなわち、必要とされる中足動脈の欠損はきわめてまれであることから、優位の血管の確認およびその深さの推測が難しい術前の血管造影は必ずしも必要ではない。

さて、この中足動脈から固有趾動脈への分岐部の確認あるいは固有趾神経の確認が、その周囲の脂肪あるいは静脈叢のため予想外に手間取ることがある。そのような場合には第2趾内側固有趾神経・血管束の剥離が必要な手術であるため、むしろ最初にその神経・血

管束を確認した方が容易で逆行性に剥離を行えばより容易に手術が進行する。第1背側あるいは底側中足動脈剥離後、その後の操作は第1趾間を拡大しながらの操作が多くなるため、第1趾への固有趾動脈を早い時間に切離し、拡大することでの血管への緊張による血管損傷を回避した方が賢明である。なお静脈、動脈の剥離は指の皮下という狭い部位を走行させるため、またさらに浮腫などのため、その腔が圧迫されるためだけその軟部組織の量が少ない方がよいことから、血管周囲の軟部組織はできるだけ残さないように剥離した方がよい。

以上の操作後第2趾の内側固有神経・血管束を、周囲軟部組織とともに関節側に温存しながらDIP部まで皮膚から剥離する。このさい島状皮弁遠位部も皮下静脈を温存しながら同時に剥離する操作が必要となる。固有趾神經温存のための剥離は、伴走静脈あるいは固有趾動脈を損傷する危険性があるため著者はあえて剥離分離せず、近位部は固有趾動脈分岐部、遠位部はDIP関節部で血管と同様切離する。反対側の神経・血管束は第2趾温存のため皮膚側によって剥離する。このさい中節骨および基節骨への横走動脈が手指と同様にあるため注意深い切離が必要である。長趾伸筋腱は必要な長さで切離するが、ほとんどの場合基節骨近位部で切離することとなる。遠位部はDIP関節部でterminal tendonを切離する。

次に底側部の操作に移る。外側固有趾神経・血管束側から趾底側を剥離し、靭帯性腱鞘を縦切するがこの操作は必ずしも容易でないため、底側部をある程度剥離した後中節骨頸部、あるいは中節骨が短かすぎるならばDIPで関節離断を行い趾末節部を底側に引きながら剥離すると比較的容易であり腱鞘も中央部での縦切が容易となる。腱鞘の縦切で長趾屈筋腱を温存すると同時に、短指屈筋腱付着部はPIP関節部では移植後の浅指あるいは深指屈筋腱の滑走面となること、およびその切除は関節への血行に影響を与える可能性があるため、*vincula breva*の近位部で切離することにより温存する。以上の操作後必要な長さで基節骨を切離する。近位部は基節骨の近位1/3あるいは1/2で切離する。指関節欠損が少ない場合でもできるだけ十分な長さの趾関節を採取し、関節血行が十分保たれるように留意する。

以上の操作で動脈および静脈のみで近位側と連続が保たれるだけとなる。この時点では駆血を解除し関節および第2趾への血行を確認し十分な止血を行う。この

後最初に動脈を切離し次に静脈を切離するが、このさい大切なことは血管茎の回旋の防止である。著者はメチレンブルーにより同一面を染色し、回旋してもその回旋方向が確認できるようにしている。

#### IV 移植

移植関節の遠位部は中節骨が短くDIP関節で離断した場合は関節軟骨を最少限切除し指の中節骨と骨接合を行う。キルシュナー鋼線によるcriss-cross法あるいはintraosseous wiring法により固定した後、lateral bandが欠損しているならばDIP関節に対する腱固定を目的として、関節側のterminal tendonと残存するlateral bandあるいはtriangular lig.と縫合する。次に近位部の骨接合を行うが、関節がその欠損部に容易に入るよう骨欠損を再度調節することが大切で長過ぎる移植関節の挿入は注意を要する。骨固定を行ったさい、必ず他動的に全指を伸展・屈曲させ隣接指との交叉現象の有無を確認することが大切である。

以上の操作後、静脈は回旋に注意しながら皮下トンネルを通してMP関節背側の切開部へ引き出す。動脈はlateral bandの外側の皮下トンネル内を介してMP関節掌側に引き出す。骨接合部の骨膜を縫合後伸筋腱を縫合する。このさいPIP関節が完全伸展に近い位置を推持できるような強い緊張下で縫合する。この後にPIP関節を完全伸展位でキルシュナー鋼線で一時的に固定する。これらの操作はいずれも術後に発生する伸展不足をできるだけ予防しようとするためである。

Lateral bandが連続性があるならば、屈曲時に掌側移動をしないように伸筋腱と数針縫合する。移植関節の靭帯性腱鞘の両側附着部と手背側の残存する靭帯性腱鞘、あるいは滑走面の外側部と縫合し屈筋腱の掌側移動を防止する。島状皮弁が移植される部位を確認の後、その部の皮膚に横切開を入れ背側部の皮膚縫合を行う。もし皮膚欠損が生じたならば全層植皮を追加する。そのさいは圧迫を加えることはできないため、やや強い緊張下で植皮を行うことにより十分生着させることができる。しかしこの皮膚移植のみは血管吻合終了後の血行に問題がない時点で行う。

血管吻合は動脈・静脈いずれを先に吻合してもさしつかえないが著者は組織移植はとくに異常がない限り静脈吻合を優先している。趾側の欠損部には手指側からの置換されるべき関節か、あるいは腸骨を皮膚が一次縫合できるようにやや短縮して移植する。

### V 趾 MP 関節利用について

趾 MP 関節の解剖学的特徴よりこの関節は主に母指 CM 関節として利用される。さらに足背部の皮膚も広範に同時に移植することができるため、例えば母指形成不全症に利用すればその母指球も同時に再建できる利点がある。しかし反対に足部の欠損は大きく皮膚欠損も広範であるため、後に骨移植し遊離皮弁で被覆することが現在は可能だとしても大きな欠点となろう。一方、母指 CM 関節再建には Buck-Gramcko 法のように近位部は骨癒合を起こさせる必要はないため、この点から考えると、趾 PIP 関節を利用し母指球は対立筋形成をかねて短小指外転筋を移行する Huber-Littler 法を行うことにより十分に再建するこ

とができる。手の MP 関節に対する趾 PIP 関節の移植はその大きさに大きな差があることから、MP 関節の解剖学的特徴を利用し背掌側を逆にして移植する可能性もあるが、静脈あるいは伸筋腱の操作に種々の問題があり非実際的と考える。以上より MP 関節移植の適応はきわめて限られていると考える。

### 文 献

- 1) Tsai, T, M., et al.: Vascularized autogenous whole joint transfer in the hand—A clinical study. *J. Hand Surgery*, 7 : 335-341, 1982.
  - 2) 渡辺政則 他：血管茎付趾関節移植による指関節の再建。整形外科 Mook, 48 : 129-143, 1987.
  - 3) 吉津孝衛 他：手における血管茎付き自家趾全関節移植術の問題点。整・災害, 26 : 613-620, 1983.
-

一原 著一

## 振動誘発反射と臨床応用

東京慈恵会医科大学形成外科学教室

小立 健・内田 満  
本宮 由貴・遠藤 陽一  
児島 忠雄

Vibration-induced Reflex and its Clinical Applications

Ken Kodachi, et al.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine

There are two types of reflexes induced by vibration. In one of them, the receptors are the muscle spindles. This reflex is called the 'tonic vibration reflex' (TVR). In the other reflex, the receptors are skin mechanoreceptors, and this reflex is called the 'vibration-induced flexion reflex' (VFR). The TVR is considered to be a monosynaptic spinal reflex, while the VFR is considered to travel via a reflex center involving a long loop. Diagnostic and therapeutic aspects of these two reflexes have been discussed in a number of articles. Abnormalities are seen in the TVR in patients with a variety of motor disorders, including cerebellar disease, spinal cord lesions and Parkinson's disease. In addition, the TVR has an effect upon motor performance in some patients with rigidity and spasticity. The VFR is reduced in patients with peripheral neuropathy, including carpal tunnel syndrome and cubital tunnel syndrome. Further, the VFR may have some usefulness as a tool for use in rehabilitation after the repair of the finger flexor tendons and peripheral nerves.

### はじめに

膝蓋腱をハンマーでたたくと、大腿四頭筋の収縮が起り、膝関節が伸展する。この膝蓋腱反射は伸張反射(stretch reflex)の代表であり、神経系の異常を捉える検査法として広く知られている。受容器は筋紡錘中の一次終末であり、Ia 求心性神経を求心路、アルファ運動神経を遠心路とする単シナプス性脊髄反射である。一方、ヒトの骨格筋の筋腹に振動刺激を加えると、その筋の持続的収縮が起こる。この現象は緊張性振動反射(tonic vibration reflex, 以下 TVR と略す)と呼ばれ、腱反射と同様に筋紡錘中の一次終末を受容器とする単シナプス性脊髄反射であると考えられている。その後、ヒトの指中節の掌側皮膚に振動刺激を加

えると、その指に不随意性の屈曲が生じることが示された。この現象は皮膚の機械的受容器を介する反射であり、外受容性振動誘発屈曲反射(vibration-induced flexion reflex, 以下 VFR と略す)と呼ばれている。われわれは、TVR と VFR という 2 つの振動誘発反射の電気生理学的特性について検討してきた。これら 2 つの反射について、今までのわれわれの実験結果について述べるとともに、その臨床応用として神経系障害の評価法ならびに治療法への有用性とその将来展望について述べる。

### 方 法

22 才～38 才の正常健常人 20 名および 32～58 才の手根管症候群による末梢神経障害患者 10 名を対象と

**Key words:** vibration reflex, skin mechanoreceptor, finger tip skin, muscle spindle, carpal tunnel syndrome

**Address for reprints:** Ken Kodachi, M. D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei University School of Medicine, 3-25-8 Nishi shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

した。周波数と振幅を任意に設定できる電磁コイル型の振動器を2台用い、1台はその振動素子を指尖部の皮膚にあて、1台は前腕屈側で浅指屈筋の筋腹上の皮膚にあて刺激を加える。振動刺激の振幅は1mmとして、周波数は20Hz～120Hzの各周波数および30Hz～80Hzのランダム周波数を用いる。刺激時間は20秒とする。指屈曲力は指尖部の振動素子を取り付けた圧トランスデューサーからストレインゲージを経てデーターレコーダーに記録する。正常人については同時に浅指屈筋の活動を同心針電極で記録した(Fig. 1)。Cross-correlation法を用い、ランダム周波数の振動刺

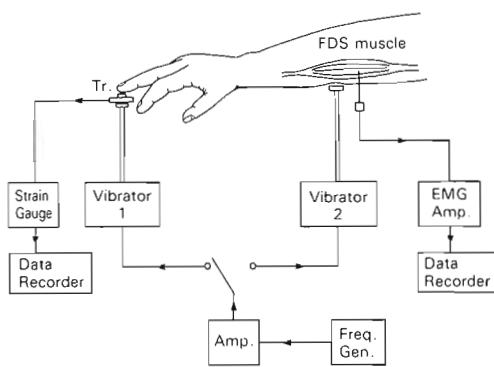


Fig. 1 Scheme of experimental arrangement. Vibrator 1 is applied to the finger tip to induce VFR, and vibrator 2 is applied to the belly of the flexor digitorum superficialis to induce TVR. Finger flexion force is measured by a pressure transducer. EMG activity of the flexor digitorum superficialis is recorded using a coaxial needle electrode and a data recorder.

激と浅指屈筋の単一筋放電活動との相関関係をシグナルプロセッサーで解析した。

### 実験結果

#### 1. 正常人の緊張性振動反射 (TVR) と指尖部振動誘発屈曲反射 (VFR)

1) ヒト指尖部の振動刺激により誘発される反射 指尖部の皮膚に振動刺激を加えると、浅指屈筋の活動が生じ、指屈曲反射が起こる(Fig. 2)。これは、指尖部皮膚の機械的受容器と浅指屈筋の間に促進性の反射弓が形成されていることを示す。

##### 2) TVR と VFR の反射時間の測定

振動刺激の周波数を30Hzから80Hzのランダム

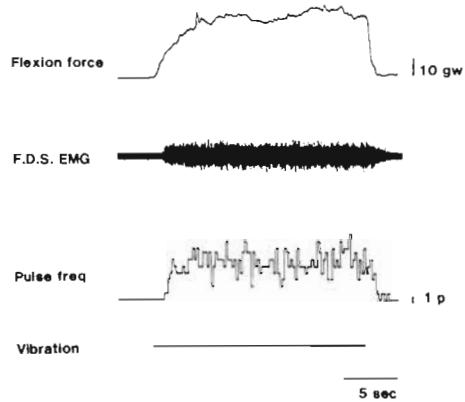
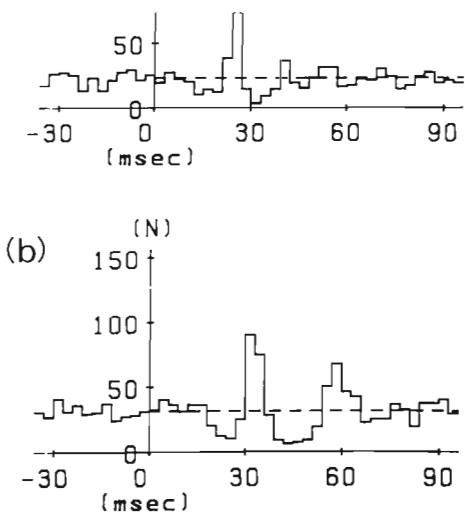


Fig. 2 Finger flexion reflex induced by finger tip vibration. Upper trace: finger flexion force. Middle trace: EMG activity of the flexor digitorum superficialis. Lower trace: Pulse frequency of that activity. Horizontal bar indicates the duration of vibration. Abscissa: time; calibration 5 s. Ordinate: Force; calibration 10 g. Pulse frequency; calibration 1 pulse per 200 ms.

周波数として、振動刺激と浅指屈筋の単一筋放電活動との相関関係を解析した(Fig. 3a)。図において、TVRのスパイクは2種類に分類される。1つは振動刺激により発生した興奮性シナプス後電位(Excitatory postsynaptic potentiation)の加重に連結して発射する“locked spike”であり、他の1つは振動刺激に連結していない“unlocked spike”である。前者は図中の山(mode)として示され、後者の平均値は破線とした示されている。TVRにおいては、刺激後21msの潜伏時間で、ただ1つのmodeが形成されている。10例の平均をとると、潜伏時間は $24.00 \pm 3.74$ ms(mean $\pm$ SD)であり modeの幅は $5.40 \pm 3.74$ msである。一方、VFRにおいて同様の解析を行うと刺激後30ms、および54msにて2つのmodeが形成されているのが観察される(Fig. 3b)。10例の平均をとると、primary modeは潜伏時間 $31.30 \pm 4.32$ ms、幅 $6.30 \pm 1.34$ msであり、secondary modeは潜伏時間 $50.40 \pm 3.24$ ms、幅 $12.103 \pm 2.23$ msである。

#### 2. 指尖部振動誘発屈曲反射 (VFR) の臨床例

手根管症候群による末梢神経障害患者10名において指尖部のVFRを測定した。症例は男2名、女8名で、年令は32才から58才で、平均43.0才である。手



**Fig. 3a** Cross-correlogram between unitary EMG activity in the FDS muscle and random vibration applied to the belly of the FDS muscle. The mean number of spikes not locked to the stimulus is shown by the horizontal dashed line. One mode is seen with a time lag of 21 ms after a vibratory stimulation.

**Fig. 3b** Cross-correlogram between unitary EMG activity in the FDS muscle and random vibration applied to the finger tip. The horizontal dashed line as described in Fig. 3a. Two modes are seen at 30 and 54 ms after a vibratory stimulus.

根管症候群により正中神経支配領域、すなわち、示指、中指および環指の橈側に知覚障害が存在する症例を対象とした。健側と比較すると、全例、知覚障害の存在する指での屈曲反射の減弱がみられた。10例の平均をとると、障害側の指屈曲力は健側に対して、示指で $29.4 \pm 35.9\%$ 、中指で $32.6 \pm 27.5\%$ 、環指で $49.2 \pm 27.9\%$ であり、3指とも危険率5%以下で有意に減弱している。一方、知覚障害の存在しない小指の指屈曲力は健側の $89.6 \pm 58.4\%$ であり、健側との間に統計学的に有意差を認めなかった (Fig. 4)。

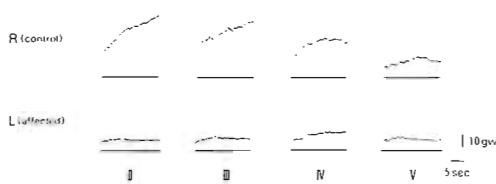
## 考 察

### 1. 振動刺激により誘発される反射

#### 1) 緊張性振動反射 (TVR)

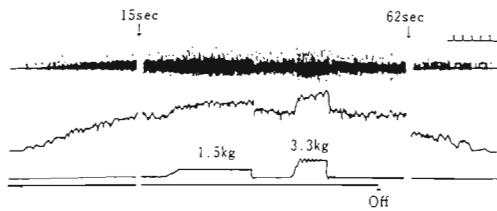
筋の長さ、および張力の変化を感じる伸張受容器は、筋紡錘の一次終末、二次終末および腱器官の3種

### *c*-carpal tunnel syndrome



**Fig. 4** VFR in a patient with carpal tunnel syndrome. R: right hand. L: left hand. Upper trace: finger flexion force. Lower bars: vibration. I: index finger, II: long finger, III: ring finger and V: little finger. Note: finger flexion forces are depressed in the index, long and ring finger of the affected side.

類に分類されている。筋紡錘は錐外筋と平行に並んでおり、錐外筋の伸展に応答する。一次終末は伝導速度の速い Ia 求心性神経の終末であり、二次終末はより遅い II 求心性神経の終末である。腱器官は錐外筋と直角に並んでおり、錐外筋の収縮に応答する。筋の伸張受容器が振動刺激に反応することは 1956 年、Granit ら<sup>12)</sup>により初めて示された。ネコの腓腹筋を用いて、筋紡錘からの求心性インパルスを直接測定した Crowe ら<sup>4)</sup>の実験によると、振動刺激に敏感に応答するのは筋紡錘中の一次終末である。その後、ヒトにおいては、顔面の表情筋を除く全ての骨格筋が振動刺激により不随意性に収縮することが示され、緊張性振動



**Fig. 5** TVR of the muscle tibialis anterior. Upper trace: EMG activity of the muscle tibialis anterior. Middle trace: integrated EMG activity. Lower trace: stretch power applied to the muscle. Lower bar indicates vibratory stimulation. Note: TVR is increased by muscle stretch (Hagbarth et al., 1966).

反射 (tonic vibration reflex: TVR) と呼ばれている (Fig. 5)<sup>13)</sup>。Eklund ら<sup>8)</sup>は、小型モーターの軸に偏心の錐りをつけた振動器を上腕二頭筋の筋腹上の皮膚に

あてて同筋の TVR を誘発した。錘りの重量とモーターの回転数を変化させることにより、振動刺激の振幅と周波数を変化させ、ストレインゲージで測定した肘関節の屈曲力を指標として TVR を測定した。振幅を 0.6 mm から 1.8 mm、周波数を 20 Hz から 200 Hz まで変化させて、各振動刺激に対する肘屈曲力を測定した結果より、ヒトの骨格筋に対する振動刺激としては、振幅は 1 mm 程度、周波数は 100 Hz 前後が適当であるとされている。TVR の反射経路に関しては、基本的には腱反射のそれと共通であると考えられている<sup>12)</sup>。しかしながら、反射の立ち上がりが非常にゆっくりであること<sup>25)</sup>、麻酔に対して敏感であり、バルビツールの投与によりヒト<sup>24)</sup>でもネコ<sup>25)</sup>でも反射が消失することより、上位中枢の関与も示唆されている。また、TVRにおいては、主動筋の収縮と同時にその拮抗筋の弛緩が生じる<sup>12)</sup>ことが知られている。

TVR を日本へ初めて紹介したのは、Homma, S. ら<sup>18)</sup>である。その後、本邦における本反射の研究は生理学の分野で行われているが、われわれは昭和大学医学部第 2 生理学教室との共同研究を行ってきた。Endo ら<sup>10)</sup>は周波数と振幅を任意に設定できる電磁コイル型の振動器を開発した。この装置は、周波数と振幅の微調整が可能であるとともに、加振部の大きさや形を自由に変えることが可能である。したがって、手内在筋などの小さな筋肉においても TVR の測定が可能となり、本反射の研究は大きく進歩した。本宮<sup>27)</sup>はこの新しい振動器を用いて、ヒトの前腕掌側で浅指屈筋の筋腹上の皮膚に振動刺激を加えて、同筋の TVR を誘発した。反射の指標として、指屈曲力を用いた。振幅を 1 mm に固定して、周波数を 60 Hz から 160 Hz まで変化させた結果、100 Hz の振動刺激で最大の指屈曲力を得た。また、振動刺激を加える筋腹上の皮膚を冷却して皮膚の影響を除去すると、TVR が減弱した。さらに、冷却により最大の屈曲力を得る周波数は 120 Hz にまで上昇することより、皮膚の要素を取り除いた純粋な TVR の至適周波数は、120 Hz 前後ではないかと述べている。われわれはヒトの TVR の反射経路に関して、cross-correlation 法を用いて解析した。この方法は刺激の前後の一定時間に生じたインパルス発火の数を各時間ごとに加算していくものであり、刺激の間隔をアトランダムとすることにより、反射時間を測定することが可能である。浅指屈筋の筋腹にランダム周波数の振動刺激を加え、TVR により発生する同筋の単一筋放電活動との相互相関を解析すると、21 ms の

潜伏時間においてただ 1 つの mode が得られた (Fig. 3a)。この時間は TVR と同じく筋紡錘の一次終末を受容器とする筋伸張反射の反射時間と一致する。したがって、TVR の反射経路は、筋伸張反射と同じく、I a 求心性神経を求心路、アルファ運動神経を遠心路とする单シナプス性脊髄反射であると考える。

## 2) 外受容性振動誘発屈曲反射 (VFR)

手の皮膚は豊富な感覚神経終末を有し、われわれがもっているもっとも鋭敏で、もっとも信頼しうる情報を集める器官の 1 つである<sup>28)</sup>と考えられている。手の掌側皮膚に分布する感覚神経終末は、現在、RA (rapidly adapting fiber), PC (pacinian corpuscle), SA I (slowly adapting fiber I) および SA II (slowly adapting fiber II) の 4 種類に分類されている<sup>22)</sup>。その終末器官は、それぞれ、Meissner 小体、Pacini 小体、Merkel 細胞・神経複合体および Ruffini 小体であり、いずれも機械的刺激に反応する受容器であることより総称して、皮膚の機械的受容器 (skin mechanoreceptor) と呼ばれている<sup>19)</sup>。Johansson ら<sup>20)</sup>は微小神経電図を用いて手掌部の皮膚の機械的受容器の分布について解析し、4 種類とも、指尖部にもっとも多く存在することを示した。四肢の皮膚の機械的受容器に強い刺激が加わると、その肢の屈筋が収縮する反射が生じる。これが屈曲反射 (flexion reflex) であり、侵害性刺激から四肢を遠ざける働きを有しているので防御反射 (protective reflex) とも呼ばれている。この反射は单シナプス性の筋伸張反射とは異なり、その反射弓内に複数の介在ニューロンを有する多シナプス性反射の代表である。Eklund ら<sup>9)</sup>は、ヒトの指中節の掌側皮膚に振動刺激を加えると、その指に不随意性の屈曲が生じることを示した。この現象は振動刺激を加える皮膚の冷却や局所麻酔により消失することより、反射の受容器は皮膚に存在する。したがって、筋紡錘を受容器とする TVR とは反射経路が異なるとされ、外受容性振動誘発屈曲反射 (vibration-induced flexion reflex, VFR) と呼ばれている (Fig. 6)。また、VFR は皮膚の機械的受容器を介した逃避反射の 1 つであり、その反射経路は多シナプス性であると考えられている。Endo らは指中節の掌側皮膚に加える振動刺激の周波数を 20 Hz から 140 Hz まで変化させて指屈曲力を指標として VFR の周波数特性を解析した。その結果、60 Hz の振動刺激にて最大の指屈曲力を得たことより、皮膚の機械的受容器に対する振動刺激の至適周波数は 60 Hz 前後であるとしている。Homma, I. ら<sup>17)</sup>は呼吸生

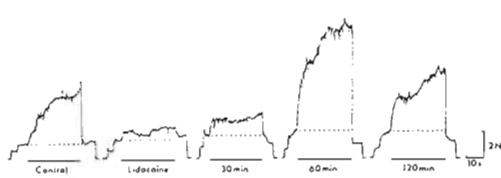


Fig. 6 Effect of local anesthesia on VFR. Upper traces: finger flexion force. Lower bars: duration of vibration. The reflex is significantly suppressed by local anesthesia (Ek-lund et al., 1978).

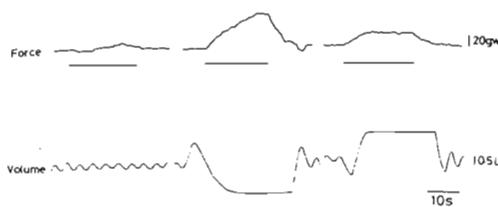


Fig. 7 Effect of forced respiration on VFR. Left: during spontaneous breathing. Middle: during forced expiration. Right: during forced inspiration. Upper traces: finger flexion force. Lower traces: respiratory volume. Upward deflection shows inspiration and lower deflection shows expiration. Horizontal bars: duration of vibration. The reflex increases during forced expiration and inspiration (Homma et al., 1983).

理学的立場から、呼吸とVFRとの関係に着目した。VFRが、努力性吸気および努力性呼気において増大することより、その反射経路は上位中枢と深く連結していると考えた (Fig. 7)。われわれは皮膚の機械的受容器が最も密に存在する指尖部に振動刺激を加えてVFRを誘発し、その特性を、電気生理学的に解析した。振動刺激をランダム周波数として浅指屈筋の単一筋放電活動との相関関係をcross-correlation法を用いて解析すると、VFRの相互相関図においては、TVRのそれと異なり、2つのmodeが得られた (Fig. 3b)。この第1のmodeがTVRのmodeより約10 ms遅れて生じていることより、皮膚からのより遅いII求心性神経を求心路とする单シナプス性脊髄反射の反射時間を見出すものと考える。また、第2のmodeについては、その幅が広くなっていることより、脊髄より上位の反射経路を経て戻ってきたインパルスの反射時間を示すものと考える。皮膚の機械的受容器からの4種類

の求心性神経線維 (RA, PC, SAI, SAII) のうち、いずれがVFRに関与しているかは、まだ明らかでない。内田<sup>28)</sup>はVFR同時に2点識別覚検査 (Two-point discrimination test, 以下2PDと略す) および、動的2点識別覚検査 (Moving two-point discrimination test, 以下m2PDと略す) を行い、VFRとm2PDとの間に高い相関が存在することを示した。そして、Dellon<sup>6)</sup>が指摘するように、2PDがSAの、m2PDがRAの機能を反映するとすれば、VFRはRAと深く関与していることを示すものであると述べている。

## 2. 振動誘発反射の臨床応用

### 1) TVRの臨床応用

TVRの臨床応用としては、神経系の異常をとらえる検査法としての応用と、神経系の障害により上位中枢からの命令では収縮不可能であった筋肉をTVRを用いて収縮せしめることによるリハビリテーションとしての応用の2つがある。

#### a) 検査法としてのTVR

Hagbarthら<sup>14)</sup>は、脳血管障害による片麻痺患者においてTVRを測定した。麻痺側にてこの反射が減弱していることより、TVRを用いることにより中枢神経障害の診断が可能であることを示唆した。また、de Gailら<sup>5)</sup>は脊髄損傷患者においてTVRを測定し、損傷部位以下のレベルにおいてはTVRが消失していることを示した。さらに、Hagbarthら<sup>15)</sup>は被検者に随意運動を命じつつ、拮抗筋に振動刺激を加えた。麻痺筋では、拮抗筋のTVRによる反射性収縮に抗しきれず、収縮力の低下が見られた (Fig. 8)。これは、軽度の運動麻痺の早期診断に有用な検査法であるとしている。Gillesら<sup>11)</sup>はネコを用いた実験により、上位中枢においてTVRに対して促進性に働いている領域および抑制性に働いている領域の同定を試みた。ネコの腓腹筋のTVRを測定中に中枢神経系の各部位を電気刺激して、反射量の変化を観察した。同側の脊髄側索核、橋網様核、小脳および反対側の赤核の刺激により反射の促進がみられた。一方、大脳の外側十字皮質の刺激により反射の抑制がみられた。彼らは、これらの領域が同定されたことより、中枢神経系障害の部位別診断法としてTVRが有用になるであろうと述べている。その後、Burkeら<sup>3)</sup>はParkinson病患者およびHuntington舞踏病患者においてTVRを測定した。振動刺激により、Parkinson病患者においては振戦が、Huntington舞踏病患者においては舞踏様症状が誘発されたことより、これらの疾患の早期診断として振動

のことは、中枢神経系障害の早期診断法としては、腱反射より TVR の方が有効である可能性を示していると考える。さらに、前述のごとく振動装置も Endo ら<sup>10</sup>が新しい方式のものを開発した。したがって、今後、より簡便な装置が開発されれば、TVR が一般的な検査法として普及していく可能性も高いと考える。

#### b) 治療法としての TVR

従来、振動刺激の効果としては、低頻度の振動刺激(50 Hz 以下)による末梢循環血液量の増大、鎮痛、鎮静などが知られており、物理療法における基本的な手技の一つとして古くから確立している。その後、高頻度の振動刺激により TVR が発生することが示されると、運動機能の回復に、この反射を応用することが試みられるようになった。前述のごとく、治療法としての TVR の応用の原理は、神経系の障害により上位中枢からの命令では収縮不可能であった筋肉を TVR を用いて反射性に収縮せしめようとする運動療法である。さらに、筋腹への振動刺激によりその拮抗筋の弛緩が生じることも応用されている。TVR を治療法として初めて臨床応用したのは Hagbarth ら<sup>14</sup>である。彼らは、脳血管障害または脳腫瘍による片麻痺患者において TVR を検索した。その結果、リラックスした状態では麻痺筋の TVR は著明に減弱していた。ところが、随意運動を命じつつ麻痺筋に振動刺激を加えると、TVR により麻痺筋の筋放電活動の増加が得られた。しかも、その効果は振動刺激を中止してもすぐには消失せず、数分間持続した。したがって、この反射は麻痺患者の運動療法として有用であると考えた。その後、Hagbarth ら<sup>15</sup>は上位運動中枢障害患者 75 例において麻痺筋に振動刺激を加えて TVR を誘発した。その結果、振動刺激により麻痺筋の筋放電活動の増加および関節可動域の増大が得られた。しかも、長時間(5 分間)の振動刺激を繰り返し加えることにより残留効果が生じ、運動促進効果の階段状増強が得られるとしている。また、TVR における拮抗筋の弛緩作用を用いることにより Parkinson 病などによる不随意運動の治療として応用できるのではないかと述べている。山中ら<sup>30</sup>は脳性麻痺によるアテー病患者の随意運動の改善に TVR を用いた。罹患肢の随意運動中の筋電図発射を記録すると、手指の運動の際に拮抗筋や上腕筋群の同時発射が見られ、これが随意性の阻害因子として働いていると考えられた。とくに屈筋である上腕二頭筋の発射が著明であったため、その拮抗筋である上腕三頭筋に振動刺激を加えた。周波数は 130 Hz で 1

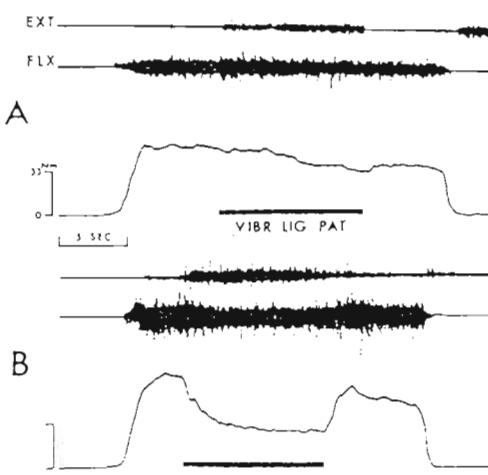


Fig. 8 Patient with very mild signs of an upper motor neurone lesion. The patient makes a maximal effort to flex his knees (A the right, B the left). The EMG traces are from the quadriceps muscle (EXT) and from the bicepssemitendinosus (FLX). The resulting torques measured isometrically (knee angle 90) are shown below the EMG traces. Bar indicates vibration of the patellar ligament. In the left limb there was marked reduction of flexor power during extensor vibration, a temporary paresis which was easily felt by the examiner (Hagbarth et al., 1968).

刺激が有効であると述べている。このように 1960 年代後半から 1970 年代前半にかけて、各種の中枢神経障害患者において TVR の検索が行われ、「将来、振動装置はハンマーと同じ位、一般的な検査道具となるであろう」<sup>21</sup>と考えられるまでになった。しかし、その後、神経障害患者における TVR の検索は腱反射ほど普及することはなかった。この原因は振動器とハンマーでは装置の手軽さが圧倒的に違うからであろう。したがって、TVR が普及するためには、検査法として腱反射よりも優れていることが必要である。TVR と腱反射とを比較した研究としては、Abbruzzese ら<sup>11</sup>の論文がある。彼らは片麻痺患者、脊髄小脳変性症による運動失調患者および汎性脳萎縮患者において上腕二頭筋の TVR を検索し、腱反射の減弱がみられない軽度の患者においても TVR の減弱をみた。彼らは TVR と腱反射は本質的にはともに、単シナプス性脊髄反射であるが、その反射弓に対する上位中枢からの関与の量あるいは経路の違いによるものであろうとしている。こ

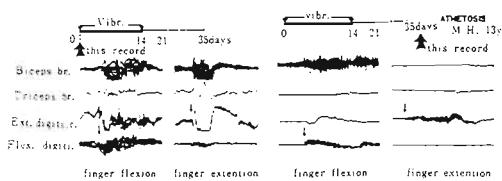


Fig. 9 EMG Activities of the biceps brachii, triceps brachii, extensor digitorum communis and flexor digitorum superficialis during finger flexion and finger extension. After the two weeks of vibration therapy (right), activities of the antagonists and the brachii were reduced (Yamanaka, 1971, Japanese).

回5分、1日2回を2週間続けた。治療後、手指の運動に際しての拮抗筋や上腕二頭筋の発射は減少し、随意性の改善が得られた(Fig. 9)。これは、TVRにおける拮抗筋の弛緩作用が、手指巧緻訓練の補助手段として有用であることを示している。

## 2) VFRの臨床応用

### a) 検査法としてのVFR

VFRを手指の神経系の評価法として初めて応用したのは Endo ら<sup>10)</sup>である。彼らは、VFRは皮膚の機械的受容器を介した反射であるため、受容器を含めた、手指の末梢神経系の障害によりこの反射が変化すると考えた。そこで、手根管症候群および肘部管症候群などの絞扼性神経障害の患者においてVFRを測定した。手根管症候群においては、知覚障害の存在する示指、中指および環指において、また、肘部管症候群においては環指および小指においてVFRの減弱がみられた。その後、本宮<sup>27)</sup>は手指掌側に遊離全層植皮を施行した症例において、植皮部に振動刺激を加えて、VFRを測定した。植皮を行ってある指のVFRは著明に減弱していた。これは遊離全層植皮の過程で植皮片に存在する機械的受容器が虚血状態におかれ、変性、消失するためであろうと述べている。また、内田<sup>28)</sup>は頸腕症候群の患者においてVFRを測定したところ、症状を訴える手指において反射の亢進を認めた。頸腕症候群では何らかの機序により、この反射弓に対する興奮作用がおよんでいるか、あるいは、反回抑制の機序が抑制されているのであろうと述べている。しかしながら、VFRの誘発には個人差があり、なかには末梢神経系に異常がないにもかかわらず、全く反射が誘発されない被検者がいるという欠点があった。われわれはこの欠点を補うべく、機械的受容器がもっとも密に

存在する指尖部の皮膚に振動刺激を加えてVFRを誘発した。この方法により、正常人においてはほぼ全例でVFRの誘発が可能となり、知覚障害の存在する指でのVFRの減弱がより明確に促されるられるようになった (Fig. 4)。手の末梢神経系の評価法としては、2PD, m2PD, 振動覚検査などが一般的である。しかし、これらの知覚検査は被検者の主觀に基づくものである。また、神經伝導速度測定などの電気生理学的検査法は神經線維の機能検査法であり、受容器の機能までは評価できない。したがって、VFRによる神經系の評価は、受容器を含めた手指の末梢神経系の機能を客観的に評価できる点で優れていると言える。現在までのところ、神經系の検査法としてのVFRにおいて評価の指標として用いられているのは指屈曲力のみである。われわれは正常人においては、cross-correlation法を応用することによりVFRの反射時間の測定に成功した。したがって、この方法を臨床例に応用することにより、検査の指標として反射時間の変化も加えることが可能となるであろう。従来の電気生理学的検査法においても、求心性神経および遠心性神経のそれぞれの伝導速度を測定することは可能である。しかしながら、VFRの反射時間の変化を指標とすれば、受容器、神經線維、さらに反射中枢をも含めて、手の神經系の機能を全体的に捉えることが可能である。これは、一つの器官としての手の機能を評価するうえで重要な役割を果たすことになるであろう。

### b) 治療法としてのVFR

今まで、治療法としてVFRを応用した報告はない。しかし、VFRによって生じる反射的かつ持続的な指屈曲運動は、運動療法の手段として有用であると考えられる。現在、屈筋腱再建後の後療法としては Kleinert ら<sup>21)</sup>による早期の dynamic traction 法が広く応用されているが、この療法も幼少児においては協力を得るのが困難であるという欠点がある。Hazarika<sup>16)</sup>は手背の副木と爪に電極板を装着し、訓練によりランプが点滅する装置を開発した。この装置により、幼少児が楽しみながら積極的に訓練を行い、良好な術後経過をとったと述べている。しかしながら、その後、自動運動を開始した時期以後の訓練の問題が残る。VFRはこの時期の運動療法の補助手段として有用であると考える。さらに、VFRは末梢神経損傷後の手指の知覚回復の訓練としても有用ではないかと考える。手指の知覚の再教育 (re-education) という概念は Wynnparry<sup>29)</sup>により初めて示された。その後、Dellon

ら<sup>2)</sup>は re-education の症例をかさね、知覚の回復にも運動機能と同様に訓練が有効であることを示した。彼らは、re-education のメカニズムは、神経損傷により一旦遮断された受容器と知覚中枢との連結を回復させることであるとしている。これは、物理的に神経の再生を促進するものではなく、神経損傷により以前と違う形で入力してきたインパルスを、従来のインパルスと同じものとして捉えさせることであり、意識的な知覚中枢の再教育である。一方、VFR は末梢の受容器が振動刺激を感じることにより生じ、その求心性のインパルスは上位中枢を経て、手指の屈筋群に遠心性のインパルスを送る。手指掌側の皮膚の受容器からの求心性のインパルスがフィードバック機構を介して手指の運動制御に重要な役割を果たしている<sup>26)</sup>とすれば、知覚再建後の早期に振動刺激を加えることにより、無意識のうちに re-education の道づくりができる可能性が考えられる。

### ま　と　め

骨格筋中の筋紡錘一次終末を受容器とする固有反射である緊張性振動反射 (TVR) の生理学的特性はかなり解明されてきた。しかし、上位中枢の関与については不明な点が多い。中枢神経系に障害のある患者における TVR の出現様式は、この点において示唆に富むと共に、診断法としての本反射の有用性を示している。中枢性運動障害患者の可動域の改善法としての TVR の応用は基本的である。TVR における拮抗筋弛緩作用を応用した不随意運動の抑制は、本反射の治療法としてのさらなる可能性を示している。皮膚の機械的受容器を介する外受容性振動誘発屈曲反射 (VFR) は防御反射の 1 つであり、その反射経路は多シナプス性であると考えられている。VFR と 4 種類の機械的受容器との関連は明らかではないが、特に、RA と深く関与している可能性が示されている。手指の知覚に関しては、受容器、求心性神経、中枢、さらにその re-education などについて多くの問題が存在する。VFR は知覚の客観的かつ総合的な指標であるという点において、これらの諸問題の研究に大きな役割を果たすと共に、検査法および治療法としての応用の可能性に富むものと考える。

稿を終えるにあたり、御指導を賜った昭和大学第二生理学教室本間生夫教授に深謝いたします。

本稿の要旨は昭和 61 年 6 月、第 29 回日本形成外科学会総会、および昭和 62 年 3 月、第 9 回国際形成外科

学会 (International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery) において発表した。

### 文　献

- 1) Abbruzzese, G., et al.: Contribution of tonic vibration reflex to the evaluation and diagnosis of cerebellar disorders. *J. Neurol Neurosurg. Psychiat.*, 45: 526-530, 1982.
- 2) Bishop, B.: Vibration stimulation as an evaluation tool. *Phys. Ther.*, 55: 28-34, 1975.
- 3) Burke, D., et al.: Tonic vibration reflex in spasticity, Parkinson's disease and normal subjects. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 35: 477-486, 1972.
- 4) Crowe, A., et al.: Further studies of static and dynamic fusimotor fibres. *J. Physiol.*, 174: 132-151, 1964.
- 5) de Gail P., et al.: Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 29: 1-11, 1966.
- 6) Dellon, A. L.: The moving two-point discrimination test: Clinical evaluation of the quickly adapting fiber/receptor system. *J. Hand Surg.*, 3: 474-481, 1978.
- 7) Dellon, A. L., et al.: Re-education of sensation in the hand following nerve injury. *Plast. Reconstr. Surg.*, 53: 297-305, 1974.
- 8) Eklund, G., et al.: Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp. Neurol.*, 16: 80-92, 1966.
- 9) Eklund, G., et al.: Exteroceptive vibration-induced finger flexion reflex in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 41: 438-443, 1978.
- 10) Endo, Y., et al.: Characteristics of vibration-induced finger flexion reflex and its clinical applications. *Jikeikai Med. J.*, 28: 187-192, 1981.
- 11) Gillies, J. D., et al.: Tonic vibration reflex in the cat. *J. Neurophysiol.*, 34: 252-261, 1971.
- 12) Granit, R., et al.: Gamma control of dynamic properties of muscle spindles. *J. Neurophysiol.*, 19: 356-366, 1956.
- 13) Hagbarth, K. E., et al.: Motor effects of vibratory muscle stimuli in man. Muscular afferents and motor control Nobel symposium 1, Stockholm: Almgvist and Wiksel, 177-186, 1966.
- 14) Hagbarth, K. E., et al.: Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Res.*, 2: 201-203, 1966.
- 15) Hagbarth, K. E., et al.: The effects of muscle vibration in spasticity, rigidity and cerebellar disorders. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 31: 207-213, 1968.
- 16) Hazarika, E. Z.: An inducement to exercise after flexor tendon repair. *Br. J. Plast. Surg.*, 41: 187-189, 1988.

- 17) Homma, I., et al.: Reinforcement of tonic vibration reflex and exteroceptive vibration-induced flexion reflex in finger flexion muscles by forced respiration. *Neurosci. Lett.*, 38: 41-44, 1983.
- 18) Homma, S., et al.: Optimal frequency of muscle vibration for motoneuron firing. *J. Chiba Med. Soc.*, 43: 190-196, 1967.
- 19) Johansson, R. S.: Tactile sensibility in the human hand: receptive field characteristics of mechanoreceptive units in the glabrous skin. *J. Physiol.*, 281: 101-123, 1978.
- 20) Johansson, R. S., et al.: Tactile sensibility in the human hand: relative and absolute densities of four types of mechanoreceptive units in glabrous skin. *J. Physiol.*, 286: 283-300, 1979.
- 21) Kleinert, H. E., et al.: Primary repair of flexor tendons. *Orthop. Clin. North Am.*, 4: 865-876, 1973.
- 22) Knibestol, M., et al.: Single unit analysis of mechanoreceptor activity from the human glabrous skin. *Acta physiol. scand.*, 80: 178-195, 1970.
- 23) 児島忠雄 他: 手の皮膚一含, 付属器官一. 整形外科 MOOK, 39: 11-23, 1985.
- 24) Lance, J. W., et al.: Tonic and phasic spinal cord mechanisms in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.*, 29: 535-544, 1966.
- 25) Matthews, P. B. C.: The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration to its tendon. *J. Physiol.*, 184: 450-472, 1966.
- 26) Moberg, E.: Fingers were made before forks. *Hand*, 4: 201-206, 1972.
- 27) 本宮由貴 他: 緊張性振動反射と外受容性振動誘発指屈曲反射の基礎的、臨床的研究, 慈恵医大誌, 99: 725-733, 1984.
- 28) 内田 満 他: 振動誘発反射による末梢神経損傷の評価. 整形外科, 34: 1654-1656, 1983.
- 29) Wynn-Parry, C. B.: Rehabilitation of the hand, 2nd ed., Butterworths London, 107-108, 1966.
- 30) 山中 力: 緊張性振動反射の臨床応用. 臨床脳波, 13: 464-469, 1971.

## 肘部ガングリオンと橈骨神経麻痺

北海道大学医学部整形外科学教室

荻野利彦・三浪明男

加藤博之・高原政利

小林昌幸・高畠智嗣

### Radial Nerve Palsy and Ganglion at the Elbow

Toshihiko Ogino, et al.

Department of Orthopedic Surgery, Hokkaido University, School of Medicine

Clinical features and operative findings of six cases of ganglion at the elbow joint associated with radial nerve palsy were compared with four cases without nerve palsy. Mechanism of radial nerve palsy and usefulness of diagnostic imaging techniques for detecting occult ganglion was discussed. In the paralytic group, the type of nerve palsy was posterior interosseous nerve palsy in two cases, neuropathy of the radial sensory nerve in one case and neuropathy of both nerves in three cases. There was provocative cause for the nerve palsy in four cases and there were four cases in which the nerve palsy improved by rest or worsened by hard manual work. Ganglion was clearly detected by palpation in two cases, not clearly detected in three cases and not detected at all in one case. In the non-paralytic group, ganglion was detected by palpation in all cases. Surgical extirpation of the ganglion was performed in nine of the cases. Operative findings showed that ganglion arose from the anterolateral capsule of the elbow joint and pushed up the motor and sensory branches of the radial nerve and compressed them against the brachioradialis in all cases. There was no difference of operative findings in paralytic group compared with those in non-paralytic group. Radial nerve palsy is considered to be caused not only by compression of the ganglion but also by contraction of the brachioradialis. Diagnostic imaging methods, such as ultrasonography, computerized tomography and magnetic resonance imaging scan were able to reveal the location of a ganglion in all cases. Ultrasonography was the most valuable test when it was difficult to detect a ganglion clearly by palpation and it gave useful information for decisions about surgical approaches.

### 緒 言

後骨間神経麻痺の原因として、腫瘍による神経の圧迫、Arcade of Frohse での絞扼性神経障害、神経炎など種々のものが報告されている。その中で、肘関節前面に発生したガングリオンにより後骨間神経麻痺をきたした症例の報告は比較的まれなものである。とくに欧米での報告は本邦のそれと比較してきわめて少ない<sup>2)4)6)11)</sup>。しかし、肘関節部に発生したガングリオンに

よる橈骨神経障害の報告例の中には、後骨間神経麻痺のみならず、橈骨神経浅枝の麻痺あるいは後骨間神経と浅枝の両方の麻痺をきたした症例が存在している。今回はこれら橈骨神経麻痺の発現機序を検討する目的で、著者らが経験した肘関節部前面に発生したガングリオン症例を橈骨神経麻痺を呈した例と麻痺のない例に分けて臨床像と手術時所見を分析した。また、画像診断の所見についても併せて報告し、本症の診断に対する画像診断の有用性を検討した。

**Key words:** ganglion, radial nerve, posterior interosseous nerve, elbow

**Address for reprints:** Toshihiko Ogino, M. D., Department of Orthopedic Surgery, Hokkaido University, School of Medicine, Kita-15, Nishi-7, Kitaku, Sapporo 060, Japan.

### 症例と方法

対象症例は1984年以後当科と関連病院を受診した肘関節部前面に発生したガングリオン10例である。これらの症例を橈骨神経障害の存在する麻痺群と、橈骨神経障害を伴わない非麻痺群に分けると、麻痺群6例、非麻痺群4例である。

両群について性別、罹患側、初診時年令、臨床症状と所見、手術時所見を調べた。麻痺群では麻痺の誘因、麻痺の範囲と程度についても調査した。また、画像診断を行った例について、その所見を分析した。

### 結果

#### 1. 臨床像と手術時所見

##### 1) 橈骨神経麻痺合併例

麻痺群の症例の性別内訳は男1例、女5例であり、罹患側は右3例、左3例であった。初診時年令は

27~56才であり、平均40.7才であった(Table 1)。

まず、麻痺の発症前になんらかの誘因があったか、否かを調べた。なんらかの誘因があり発症したもののが6例中4例であった。誘因の内訳はドライバー、はさみの使用が各々1例、重量物挙上が2例であった。一方、麻痺の発症後の経過観察中に、安静による麻痺の改善あるいは、上肢の使用による麻痺の増悪が認められたものは4例であった(Table 1)。

橈骨神経麻痺の範囲を筋力低下のみが認められた後骨間神経麻痺、知覚障害のみが認められた橈骨神経浅枝麻痺、それに、運動麻痺と知覚障害の両方が認められた橈骨神経麻痺に分けると、橈骨神経麻痺が3例、後骨間神経麻痺が2例、浅枝麻痺が1例であった。

一方、各症例の筋力低下の分布と程度をみると、いずれも橈側手根伸筋の筋力は正常であつた。橈骨神経の支配を受ける筋で橈側手根伸筋より末梢の筋には、種々の程度の筋力低下が存在した。しかし、同一症例

Table 1 Clinical features ganglion arising from anterior aspect of the elbow joint.

#### 1. Ganglion at the elbow associated radial nerve palsy

Case	Sex	Age	Side	Provocative cause	Improvement or aggravation	Type of nerve palsy	Dullness of the elbow	Pain	Tinel sign	Detection of ganglion
1	M	56	R	Use of driver	+	PIN+SRN	+	+	-	±
2	F	39	R	Use of scissors	+	PIN+SRN	+	-	+	±
3	F	43	L	Lift of heavy object	+	PIN	+	-	-	±
4	F	27	L	-	+	PIN+SRN	+	-	-	+
5	F	36	L	Lift of heavy object	-	PIN	+	-	-	+
6	F	43	R	-	-	SRN	+	-	+	-

#### 2. Ganglion at the elbow without radial nerve palsy

Case	Sex	Age	Side	Dullness of the elbow	Pain	Tinel sign	Detection of ganglion
7	F	30	L	-	+	-	+
8	F	40	L	+	-	-	+
9	F	47	R	-	+	-	+
10	F	60	R	-	-	-	+

Note: M, male; F, female; R, right; L, Left;

PIN, posterior interosseous nerve

SRN, superficial radial nerve

Table 2 Muscle weakness in each case of radial nerve palsy due to ganglion.

Case	ECR	EDC	EDM	ECU	EPL	EPB	EIP
1	5	4	4	4	4	4	4
2	5	1	1	1	1	1	1
3	5	2	2	2	2	2	2
4	5	4	4	4	4	4	4
5	5	1	1	2	1	1	1
6	5	5	5	5	5	5	5

の各筋の麻痺の程度にはほとんど差がみられなかった (Table 2)。

麻痺以外の症状と所見としては、肘のだるさが 6 例、肘の疼痛が 1 例、上腕骨外上顆炎の症状が 1 例、Tinel 徴候が 2 例に認められた。皮膚の上からの触診による腫瘍の触知については、可能なものが 2 例、不明確なものが 3 例、不可能なものが 1 例であった。

手術は全例に行ったが、ガングリオンは全例で橈骨頭前面の関節包から発生しており、橈骨神経の浅枝、深枝を下から押し上げていた (Fig. 1)。ガングリオンの基部が付着している関節包の表層をそぐようにして、ガングリオンを摘出した。術後の経過期間は 10 カ月から 20 カ月 (平均 15 カ月) であるが、いずれも麻痺は完全に回復し、愁訴はすべて消失している。

## 2) 麻痺非合併例

非麻痺群 4 例は全例女性であり、罹患側は右 2 例、左 2 例であった。初診時年令は 30~60 才であり、平均 44.3 才であった。ガングリオンの存在に気付く以前になんらかの誘因があったか否かをみた。4 例中 1 例で肘の伸展による肘関節部痛が存在し、その後ガングリオンの存在に気付いていた。

症状と所見としては、全例でガングリオンの触知が可能であった。その他、肘のだるさが 1 例、肘関節部痛が 1 例、手関節背側への放散痛が 1 例で認められた。上腕骨外上顆炎の症状、Tinel 徴候が認められたものはなかった。

手術は 3 例に行ったが 3 例ともガングリオンは肘関節の橈骨頭の前面の関節包から発生しており、麻痺群と同様に橈骨神経の浅枝、深枝を下から押し上げていた。麻痺群と同様の方法でガングリオンを摘出した。

## 2. 画像診断所見

画像診断としては超音波画像診断を 8 例、CT を 4 例に、MRI を 2 例に行った。超音波画像診断を行った 8 例ではいずれも、橈骨頭の前面に低エコーを示す陰影が認められた。これらの陰影の内部が、比較的均一であることと周囲軟部組織との音響抵抗の差が大きいことからガングリオンが最も疑われた (Fig. 2)。CT を行った 4 例は超音波画像診断も行った例であるが、CTにおいても橈骨頭前方に周囲との境界が明瞭で、内部が均一で CT ナンバーが 30~40 前後の low density の陰影が認められた (Fig. 3)。一方、MRI を行った 2 例では T1 強調画像で腕橈骨筋と橈骨頭の間に内部が均一な low signal の腫瘍様陰影が認められた。この陰影は T2 強調画像では high signal の陰影として認

められた (Fig. 4)。

## 考 案

著者らの検索し得た範囲では肘関節部のガングリオンによる橈骨神経障害の報告は、1958 年の高野の報告以後 38 例みられる。この中で臨床像の詳細が記載されているのは 24 例である (Table 3)。これら 24 例と今回の報告例を併せて 30 例で麻痺の範囲をみると、後骨間神経のみの麻痺：20 例、浅枝のみの麻痺：2 例、それに後骨間神経と浅枝、両方の麻痺：8 例であった。肘関節の前面のガングリオンによる橈骨神経麻痺では、後骨間神経が最も麻痺を起こしやすい。しかし、今回の症例の術中の所見では全例で、橈骨頭の前面に発生したガングリオンが橈骨神経の浅枝と深枝を押し上げて、神経を伸展圧迫していた。非麻痺群においても同様の手術時所見が観察された。肘関節の前面にガングリオンが発生した場合、橈骨神経の浅枝と深枝のいずれもが障害を受ける可能性がある。

ガングリオンによる橈骨神経麻痺の発生機序については、一般的には腫瘍による神経の圧迫が主因であると考えられている。今回の症例でみると、麻痺のない例では全例で腫瘍形成を自覚していた。また、麻痺群のなかには腫瘍の存在が外から触れづらい例が多く存在していた。このことはかならずしも腫瘍の大きい例で麻痺が起こるわけではないことを示している。腫瘍による神経の圧迫以外に筋の緊張などの動的因素が麻痺の発症に関与することを指摘している報告もある<sup>14)</sup>。報告者によつては、過度の筋収縮の後に発症する後骨間神経麻痺はいわゆる絞扼性神経障害の特徴であると考えている<sup>15)16)</sup>。しかし、自験例と報告例で、発症の誘因と症状の変化をみると、橈骨神経の麻痺を伴った 30 例中 9 例で上肢の過度の使用後に麻痺が出現している。また、報告例の 7 例と自験例の 4 例で上肢の使用により麻痺が増悪したか、あるいは安静による麻痺が改善したと考えられた。このことは、本症における麻痺の原因がガングリオンの腫大による単なる神経の圧迫だけでなく、上肢の使用という動的因素が関与している可能性を示唆している。肘関節の前面に発生したガングリオンは、橈骨神経を下から圧迫伸展する。その際、橈骨神経の表層に存在する腕橈骨筋の収縮がガングリオンに向かって神経を圧迫することになり麻痺が発生すると考えることができる。このように考えると、上肢の使用により麻痺が増悪し、安静で改善すること、あるいは、同じ部位に発生した、同じ位の大

きさのガングリオンであっても必ずしも麻痺を起こさないことが容易に理解できる。

ガングリオンが橈骨神経を圧迫した場合、後骨間神経が障害を受けやすい理由としては、森本らの述べているごとく橈骨神経の深枝がArcade of Frohseに入る部で筋に固定されているため、深部から神経が圧迫された場合、浅枝にくらべて深枝に圧迫力がより強く加わるためと考えられる。また、前腕の回内回外運動による橈骨神経深枝への伸展力が麻痺の発生に関与している可能性も考えられる。

麻痺以外の症状と所見を麻痺群と非麻痺群で比較してみると、肘のだるさが麻痺群で全例に認められており、Tinel徵候が陽性の例はすべて麻痺例であった。このように麻痺を伴った症例でしばしばみられる肘の

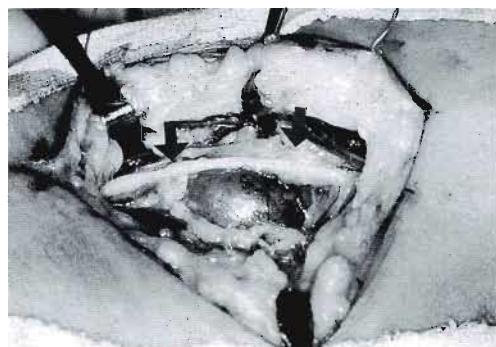


Fig. 1 Operative findings: A ganglion arose from the anterior capsule in front of the radial head. Arrows identify the radial nerve.

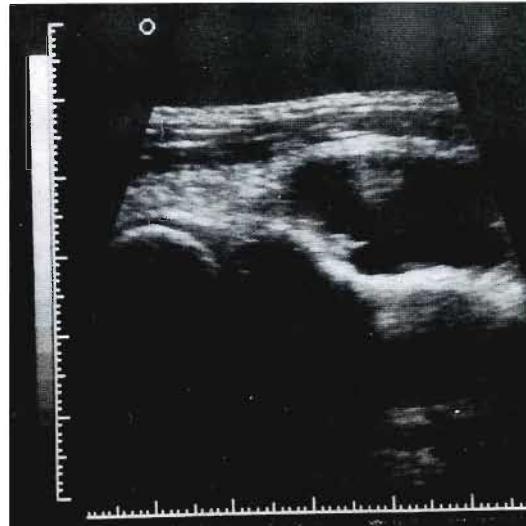


Fig. 2 Ultrasonography,

Right: longitudinal section, Left: transverse section.

A ganglion arose from the anterior aspect of radial head.

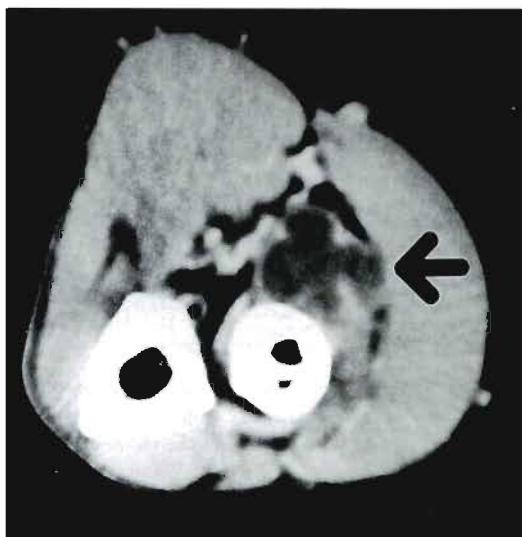
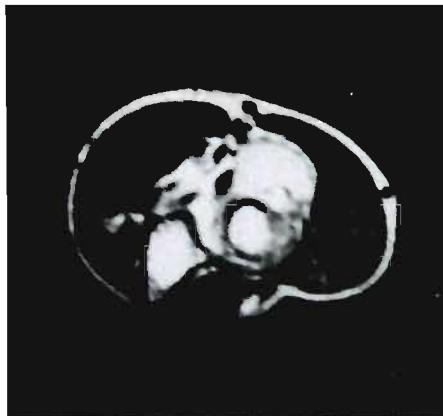


Fig. 3 Computed tomography revealed a cystic shadow at the anterior aspect of the radial head.



だるさと疼痛の発現機序については、橈骨神経深枝に含まれる関節枝の関与、腫瘤による炎症、筋の緊張、橈骨神経浅枝の関与が指摘されている<sup>5,9</sup>。一方、非麻痺群の中にも肘のだるさを訴えたり、手関節背側への放散痛を感じている症例が存在していた。これらの症例では subclinical な橈骨神経麻痺あるいは通常の検査では検出不能な軽度の橈骨神経麻痺が存在した可能性も否定できない。

ひるがえって、本症の診断に際して、腫瘤の触知が不可能な場合は他の原因による麻痺との鑑別が必要である。後骨間神経の原因の究明は、従来、麻痺の発症の誘因、発症およびその後の経過を参考にしてなされる場合がほとんどであった。このような方法では皮膚の外から触知が困難であった occult ganglion は見過ごされ、その診断は神経炎や絞扼性神経障害とされる可能性が高い。しかし、皮膚の外から触れづらいガングリオンによる橈骨神経麻痺に対して、術前に画像診

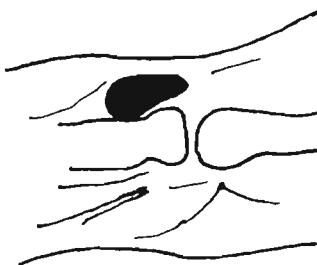
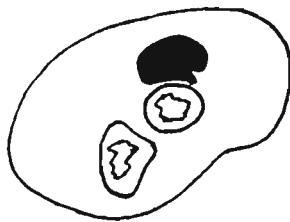


Fig. 4 T2-weighted magnetic resonance imaging scan,  
Right: longitudinal section, Left: transverse section.  
There was a high signal round shadow at the anterior aspect of the radial head.

Table 3 Reported cases of radial nerve palsy due to ganglion at the elbow

Author	Year	Sex	Age	Affected side	Provocative cause	Improvement or aggravation	Type of nerve palsy
Takano	1958	F	24	L	—	+	PIN
Miyagi	1959	F	35	L	—	+	PIN
Azuma	1965	F	23	L	+	—	PIN
Bowen	1966	M	57	L	+	NR	PIN
Yamahiro	1966	F	21	R	—	—	PIN+SRN
Yamahiro	1966	F	43	R	—	—	PIN+SRN
Matsuzaki	1971	F	46	R	—	+	PIN
Nagamine	1973	F	38	L	—	—	PIN
Inoue	1975	M	40	R	—	—	PIN
Inoue	1975	M	28	R	—	+	PIN
Inoue	1975	M	45	R	—	—	PIN
Inoue	1975	F	41	L	—	+	PIN
Machida	1978	F	30	R	—	—	PIN+SRN
Machida	1978	F	32	R	—	—	PIN
Matsuishi	1979	M	31	L	—	—	PIN
Suka	1981	F	27	R	—	+	PIN
Suka	1981	M	50	R	—	—	PIN+SRN
Mass	1982	F	41	L	+	+	PIN
Morimoto	1982	F	28	L	—	+	PIN
Morimoto	1982	M	67	L	—	—	PIN
Hermannsdofer	1986	F	30	L	+	—	SRN
McCollam	1988	M	16	R	—	—	PIN
McCollam	1988	F	40	L	+	—	PIN
McCollam	1988	F	52	L	—	—	PIN+SRN

M, male; F, female; R, right; L, left; NR, not recorded; PIN, posterior interosseous nerve; SRN, superficial radial nerve

断を行い障害部位を明らかにした報告はほとんどみられない。今回の結果をみると、超音波画像、CT、MRIとともに全例で病変の描出が可能であった。画像診断がガングリオンの存在を明らかにする方法として優れていることが分かる。McCollam ら<sup>11</sup>は本症に対する CT の有用性を強調している。しかし、各画像診断法の長所、短所を比較すると、超音波画像診断は大きな検査装置を必要とせず、容易に行える検査であり、real-time で観察が可能である。また、患者の負担が軽いなどの点から、ガングリオンの存在をスクリーニングする方法としては本検査法が有用である。

一方、後骨間神経麻痺に対して手術を行う場合は Derkash らが述べているごとく、神経の障害部位が Arcade of Frohse の部位であるのか、回外筋の遠位であるのかによって、手術進入路が異なる。画像診断により腫瘍の局在を明らかにすることは、単に麻痺の原因を明らかにするのみでなく、手術の際の進入路を決定するため有力な情報を与える。

## 結語

1. 肘部ガングリオン症例 10 例の臨床像、手術所見と画像診断の所見を分析した。
2. 橡骨神経麻痺を合併した例が 6 例あり、その内訳は後骨間神経のみの麻痺：2 例、浅枝のみの麻痺：1 例、両方が障害を受けたもの 3 例であった。
3. 画像診断はガングリオンの存在を明らかにする方法として有用であった。
4. ガングリオンによる神経の圧迫伸展と、腕橈骨筋の収縮による圧迫が麻痺の原因に関与している可能性を推察した。

## 謝辞

御指導、御校閲いただきました北海道大学医学部整形外科、金田清志教授、ならびに本研究に御協力いただきました帯広厚生病院、小森吉夫先生、苫小牧王子病院、岩崎公彦先生に感謝致します。

## 文 献

- 1) 東亨：関節ガングリオンによる橈骨神経麻痺の1症例。外科, 27: 102-104, 1965.
- 2) Bowen, T. L., et al.: Posterior interosseous nerve paralysis caused by a ganglion at the elbow. J. Bone Joint Surg., 48B: 774-776, 1966.
- 3) Derkash, R. S., et al.: Entrapment of the posterior interosseous nerve by a fibrous band in the dorsal edge of the supinator muscle and erosion of a groove in the proximal radius. J. Hand Surg., 6: 524-526, 1981.
- 4) Hermansdorfer, J. D., et al.: A case report of a compressive neuropathy of the radial sensory nerve caused by a ganglion cyst at the elbow. Orthopedics, 9: 1005-1006, 1986.
- 5) 井上和郎 他：肘関節部ganglionによる橈骨神經深枝麻痺について。整形外科, 26: 43-48, 1975.
- 6) Mass, D. P., et al.: Compression of posterior interosseous nerve by a ganglion-Case report. J. Hand Surg., 7: 92-94, 1982.
- 7) 町田正文 他：肘関節部ガングリオンによる橈骨神經麻痺の2例。臨整外, 13: 870-872, 1978.
- 8) 松石頼明 他：橈骨神經深枝麻痺の4例。整形外科と災害外科, 28: 238-241, 1979.
- 9) 松崎昭夫 他：最近経験さる橈骨神經深枝麻痺の6症例。整形外科と災害外科, 20: 34-36, 1971.
- 10) 宮城恒夫 他：肘関節部ガングリオンによる橈骨神經麻痺の一症例。久留米医誌, 22: 1665-1667, 1959.
- 11) McCollam, S. M. et al.: Posterior interosseous nerve palsy caused by ganglion of the proximal radioulnar joint. J. Hand Surg., 13A: 725-727, 1988.
- 12) 森本兼人 他：肘部ガングリオンによる橈骨神經深枝麻痺をきたした2症例。整形外科と災害外科, 31: 96-98, 1982.
- 13) 長嶺隆徳 他：肘関節部ガングリオンによる橈骨神經麻痺の1例。整形外科と災害外科, 22: 102-104, 1973.
- 14) 成田俊介 他：ガングリオンによる上肢末梢神經麻痺の治療経験。整形外科, 39: 1694-1698, 1988.
- 15) 佐藤勤也 他：肘部における非外傷性橈骨神經麻痺。日手会誌, 4: 82-85, 1987.
- 16) 須賀哲夫 他：肘部ガングリオンによる橈骨神經深枝麻痺の2例。整形外科, 32: 263-269, 1981.
- 17) 高野昭郎：橈骨神經麻痺を来たした結節腫の一例。日整会誌, 52: 100-103, 1958.
- 18) 屋宣公 他：後骨間神經麻痺について。整形外科, 30: 1552-1554, 1979.
- 19) 山広健三：肘関節部ガングリオンによる橈骨神經不全麻痺の2症例。整形外科, 17: 743-749, 1966.

## Delta phalanx の X 線像と手術治療

北海道大学医学部整形外科学教室

加 藤 博 之・荻 野 利 彦  
三 浪 明 男

厚生連新町病院整形外科

杉 本 良 洋

信州大学医学部整形外科学教室

中 土 幸 男

### Delta Phalanx : Roentgenographic Findings and Surgical Treatment

Hiroyuki Kato, et al.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine Hokkaido University

Twelve patients with a total of 16 delta phalanges in the hands or feet were reviewed. Unilateral involvement was found in nine patients. Bilateral involvement was found in three patients with clinodactyly of the little finger or brachydactyly of the middle finger. In all of three patients with thumb polydactyly a delta phalanx was found in the proximal phalanx of the thumb. In four patients with cleft hand or central polydactyly a delta phalanx involved the proximal phalanx of the ring finger.

Sixteen delta phalanges were classified into two types according to findings on posteroanterior roentgenographs. Eight phalanges were classified into D type because they resembled like the English letter "D" on roentgenographs. The remaining eight phalanges were classified into Sigma type because the lateral surfaces showed concavity and the shape as similar to the Greek letter " $\Sigma$ ". There was a relationship between the type of delta phalanx and the associated anomaly. When a delta phalanx was classified into the D type, it was associated with thumb polydactyly, central polydactyly, or cleft hand. When a delta phalanx belonged to the sigma type, it was associated with clinodactyly of the little finger or brachydactyly with hyperphalangism. Based on these findings two different etiological explanations for delta phalanx are suggested. Those delta phalanges classified into D type may be manifestations of failure of finger ray differentiation, and those of Sigma type may be due to an ossification abnormality.

The natural history of delta phalanx was studied in five patients with a total of six delta phalanges. The average age at initial visit was 12 months and the average follow-up period was 54 months. In all patients longitudinal growth of the delta phalanx was less than that of the adjacent normal phalanx. In all digits involving a delta phalanx the degree of finger deviation had decreased spontaneously or remained unchanged during the follow-up period. An increase in angular deformity was not found in any case.

We reviewed five patients who had undergone corrective osteotomies for finger deviation caused by delta phalanx. In four patients treated with closing wedge osteotomy, opening wedge osteotomy, or reverse wedge osteotomy, recurrent angular deformity was noted. In one patient treated with

---

**Key words :** delta phalanx, congenital hand anomaly, osteotomy, clinodactyly, ossification abnormality

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

opening wedge osteotomy using fat interposition graft, the angular deformity was improved.

## 緒 言

骨端線が骨の長軸方向に存在し形態が三角形あるいは台形を示す指節骨は delta phalanx と呼ばれる<sup>4)</sup>。先天奇形手の中で、delta phalanx の出現は非常にまれであり、中央列多指症、裂手症、母指多指症、小指斜指症、それにある種の奇形症候群に合併して認められると言われている<sup>2)3)4)11)12)13)</sup>。しかしこれらの疾患と delta phalanx の関係について検討した報告はわずかであり、delta phalanx の成因については不明な点が少くない。

Delta phalanx が存在すると指には側方偏位や成長障害を生じることが知られている。そのため delta phalanx は longitudinally bracketed diaphysis<sup>2)</sup>あるいは longitudinal epiphyseal bracket<sup>5)</sup>などの名称で呼ばれることがある。しかし側方偏位や成長障害の自然経過を追跡した報告はみあたらない。一方、偏位や短縮が強い場合は手術的治療が必要となることがある。側方偏位を矯正するための骨切り術には各種の方法が報告されているが、いずれが優れた方法であるかは意見の一一致をみていない。

今回はこれらの問題点を検討するために、delta phalanx のX線像を分析し、矯正骨切り術の結果を報告する。

## 症 例 と 方 法

信州大学および北海道大学整形外科で経験した

delta phalanx を有する症例は12例であり、男：9例、女：3例である。これら症例の14手と1足の16指節骨に delta phalanx が認められた。疾患別の内訳は、母指多指症：3例3手、裂手症：3例3手、中央列多指症：1例1手、小指斜指症：2例4手、短指症：2例3手、そして足の symbrachydactyly：1例1足であった。

これらの症例を対象に、1)罹患指節骨と原疾患の関係、2)X線像、3)delta phalanx の成長を調査した。さらに4)delta phalanx に対する矯正骨切り術の結果を検討した。

## 結 果

### 1. 罹患指節骨と原疾患の関係

Delta phalanx の罹患指と罹患指節骨の内訳は、母指あるいは第1足指の基節骨：3手1足、中指の基節骨：2手、環指の基節骨：4手、環指の基節骨：1手、そして小指の中節骨：5手であった。各疾患と罹患指節骨の関係をみると、母指多指症、指列分離異常症候群、そして足の symbrachydactyly 例では、多指あるいは合指の変化を示す母指あるいは環指の基節骨に delta phalanx が認められる点が共通していた。一方、斜指症と短指症例では中指、環指、小指に delta phalanx が認められ、斜指あるいは短指変形の主要因となっていた。しかも斜指症と短指症例ではこれらの変化が両手に対称性に認められていた (Table 1)。

### 2. Delta phalanx のX線像

Table 1 Data on twelve patients with delta phalanges

Case	Sex, Age at diagnosis(mos.)	Anomalies associated with delta phalanx	Site of delta phalanx			Roentgenographic Type
			Hand or Foot	Digit	Phalanx	
1	Male, 11	Polydactyly of the thumb	Right hand	Thumb	Proximal	D type
2	Male, 10	Polydactyly of the thumb	Right hand	Thumb	Proximal	D type
3	Male, 11	Polydactyly of the thumb	Left hand	Thumb	Proximal	D type
4	Male, 9	Typical cleft hand <sup>a</sup>	Left hand	Ring	Proximal	D type
5	Female, 2	Typical cleft hand <sup>a</sup>	Right hand	Ring	Proximal	D type
6	Male, 2	Typical cleft hand <sup>a</sup>	Right hand	Ring	Proximal	D type
7	Male, 9	Central polydactyly <sup>a</sup>	Right hand	Ring	Proximal	D type
8	Male, 56	Symbrachydactyly	Left foot	First toe	Proximal	D type
9	Female, 69	Clinodactyly	Both hands*	Little	Middle	Sigma type
10	Male, 144	Clinodactyly	Both hands*	Little	Middle	Sigma type
11	Female, 24	Brachydactyly	Both hands*	Middle	Proximal	Sigma type
12	Male, 59	Brachydactyly	Left hand	Ring	Proximal	Sigma type
				Little	Middle	Sigma type

<sup>a</sup>: They are classified into failure of differentiation of finger rays according to our classification<sup>6)</sup>.

\*: Both hands are affected.

Delta phalanx の正面X線像において、関節面を形成している骨成分を骨端成分、関節面を形成していない成分を骨幹成分として<sup>5)</sup>骨端成分の形態により、delta phalanx のX線像を2つの型に分類した。骨端成分が指節骨の中央で外側に弓状に張り出している場合は、形態が英文字の“D”に似ているためD型と定義し、骨端成分が指骨中央で内側に陥凹している型は、ギリシア文字の“Z”に類似しているためシグマ型と定義した。D型とシグマ型の数はともに8指節骨ずつであった。次にD型とシグマ型の各delta phalanxにおいて骨端成分と骨幹成分の大きさを比較した。D型では8指節骨のうち7指節骨で骨幹成分の方が骨端成分より大きく(Fig. 1-A)，逆にシグマ型では8指節骨のうち7指節骨で骨幹成分より骨端成分の方が大であった(Fig. 1-D, E)。両成分の大きさがほぼ等しい例がD型とシグマ型に1指節骨ずつ認められた(Fig. 1-B, C)。そこでdelta phalanx を骨幹成分の大きい順にならべてみると、delta phalanx はD型とシグマ型の両極に分けられるが両型の移行型と思われる例もあり、X線像の変化は連続した一連の変化として捉えられた(Fig. 1)。

次にdelta phalanx の各typeと原疾患名の関係をみると、D型は母指多指症、指列分離異常症候群、symbrachydactyly に認められ、シグマ型は小指斜指症あるいは短指症例に出現しており、X線像と罹患疾患の間に特定の関係が存在した(Table 1)。

### 3. Delta phalanx の成長

Delta phalanx の長軸方向の成長と指の側方偏位について自然経過を調査した。対象は2年以上経過観察可能であった5例6指節骨で、正面X線写真よりdelta phalanx の絶対的骨縦径、隣接指節骨と比較した相対的骨縦径、そして側方偏位角を計測した(Fig. 2)。経過観察期間は2年10ヵ月から6年8ヵ月で平均4年8ヵ月である。これらの期間における骨縦径の変化をみると、絶対的骨縦径はすべての指節骨で増加していたが相対的骨縦径は6指節骨中5指節骨で減少していた。この結果は、delta phalanx の長軸成長は健常の指節骨に比べて劣っていることを示していた(Table 2)。

側方偏位角の経過をみると、側方位角の減少が認められた指が2指、不变が3指であり、側方偏位が増大した指はなかった(Table 3)。

### 4. 矯正骨切り術の成績

Delta phalanx による指の側方偏位に対し矯正骨切

り術を行った症例は6症例である。これらのうち術後成績を調査可能であった5症例について、側方偏位角の推移を調査した。術後経過期間は最短9ヵ月から最長9年で、平均5年11ヵ月である。初回手術の内訳はclosing wedge osteotomy が1例、骨移植を行わないopening wedge osteotomy が1例、opening wedge osteotomy に骨移植を行った例が1例、opening wedge osteotomy 後に生じた間隙に脂肪移植を行った例が1例、そしてdelta phalanx を中央で楔状に骨切りし中央成分を翻転して移植骨に用いたreverse wedge osteotomy が1例であった。Opening wedge osteotomy に脂肪移植を併用した症例以外の4例では、全例に変形の再発がみられ、そのうち3例では骨切り部の骨端線に早期閉鎖が生じていた。初回手術後変形の再発がみられた3例に対しては、再度の骨切り術を行った。2度目の骨切り術の内訳は、closing wedge osteotomy が2例と骨移植を行わないopening wedge osteotomy が1例であった。2度目の骨切り術後、2例は満足すべき矯正角度を得たが、1例はまたも変形の再発がみられ経過観察中である(Fig. 3)。

### 5. 症例

症例1. 男児、中央列欠指症をともなった母指多指症である。基節骨はD型のdelta phalanx であった。3才2ヵ月で、尺側母指の切除とdelta phalanx のclosing wedge osteotomy を行い、母指の橈側偏位は76度から16度に改善された。術後に変形の再発が認められたため、6才4ヵ月時にclosing wedge osteotomy を行い、母指の橈側偏位は46度から8度に改善された。その後変形の再発はなく12才の経過観察時の橈側偏位は10度である(Fig. 4)。

症例5. 女児、右裂手症である。生後2ヵ月のX線像をみると、環指の基節骨にD型のdelta phalanx があり環指は89度尺側偏位を示していた。3才時まで経過観察を行ったが、尺側偏位の角度は不变であったためreverse wedge osteotomy を行い偏位角を13度に改善した。しかし術後に変形の再発が徐々におこり、12才時の現在側方偏位角は78度となっている(Fig. 5)。

症例9. 女児、両小指斜指症例である。両手小指の中節骨にシグマ型のdelta phalanx があり、小指は橈側へ偏位していた。5才9ヵ月時、左側のdelta phalanx に対し骨端成分の中央でopening wedge osteotomy を行い間隙に脂肪を移植した。術後側方偏位角は

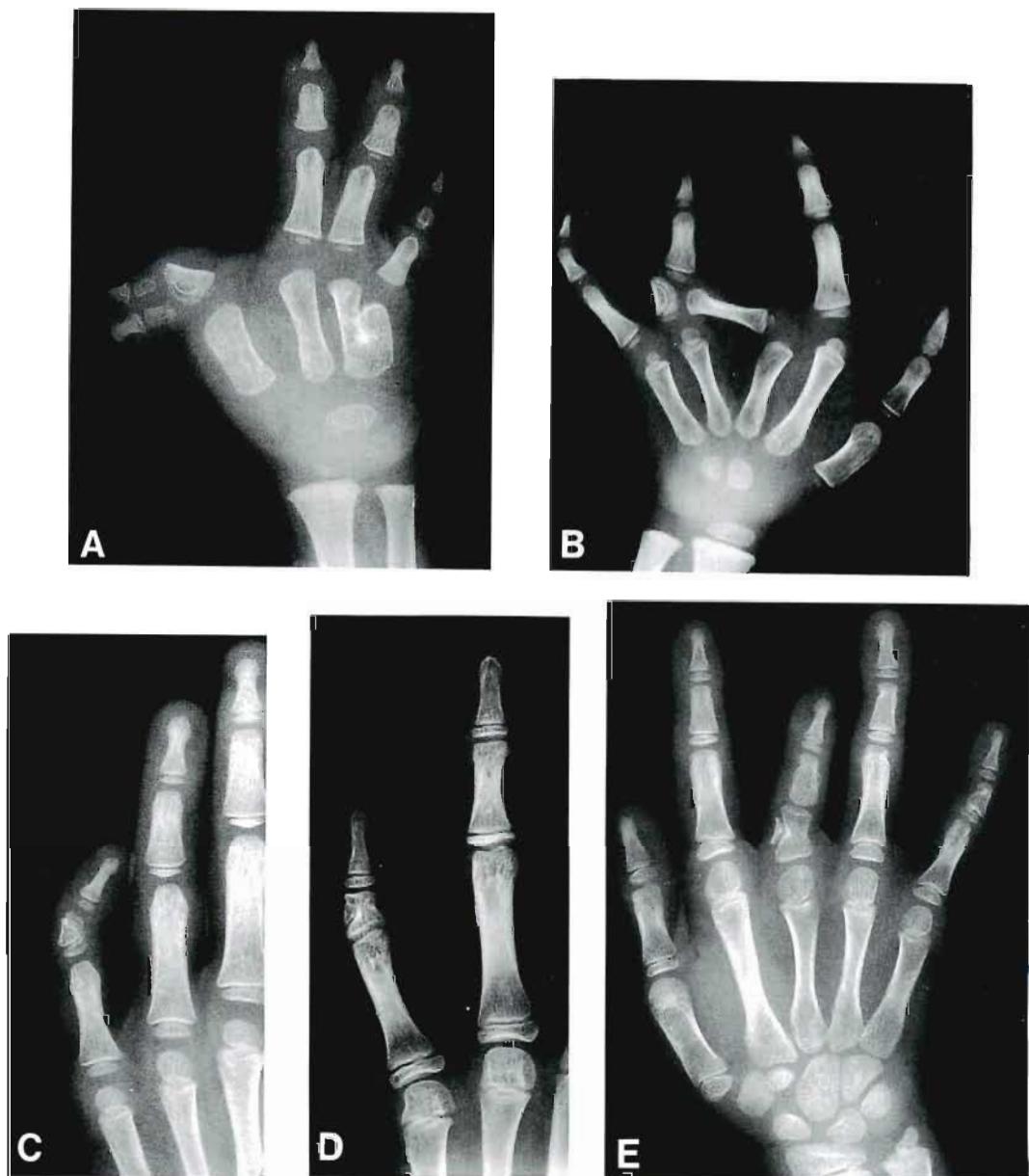


Fig. 1 Type of delta phalanx.

A : D type. An 11-month-old boy with polydactyly of the thumb demonstrating delta phalanx of the proximal phalanx of the thumb (case 1).

B : D type. A nine-month-old boy with central polydactyly demonstrating delta phalanx of the proximal phalanx of the ring finger (case 7).

C : Sigma type. A five-year-old girl with clinodactyly of the little finger demonstrating delta phalanx of the middle phalanx of the same finger (case 9).

D : Sigma type. A 12-year-old boy with clinodactyly of the little finger demonstrating delta phalanx of the middle phalanx of the same finger (case 10).

E : Sigma type. A six-year-old girl with brachydactyly with hyperphalangism demonstrating delta phalanx of the proximal phalanx of the middle finger (cases 11).

Table 2 Roentgenographic changes in longitudinal length of the delta phalanx

Case	Age at initial visit(mos.)	Length of follow-up (mos.)	Site of delta phalanx (side)	Absolute longitudinal length(mm)		Relative longitudinal length(mm)	
				Initial visit	Last follow-up	Initial visit	Last follow-up
4	9	64	Ring finger (L)	10.0	12.0	0.56	0.50
5	2	28	Ring finger (R)	14.0	20.0	0.80	0.71
7	34	34	Ring finger (R)	20.0	23.5	1.05	1.02
8	20	52	First toe (L)	10.8	13.6	0.86	0.77
11	2	80	Middle finger (R)	8.5	12.5	0.57	0.47
			Middle finger (L)	9.0	13.0	0.56	0.48

Table 3 Roentgenographic changes in degree of finger deviation

Case	Age at initial visit(mos.)	Length of follow up(mos.)	Site of delta phalanx (side)	Degree of finger deviation	
				Initial visit	Last follow-up
4	9	64	Ring finger (L)	40	44
5	2	28	Ring finger (R)	89	88
7	34	34	Ring finger (R)	46	43
11	2	80	Middle finger (R)	24	15
			Middle finger (L)	34	13

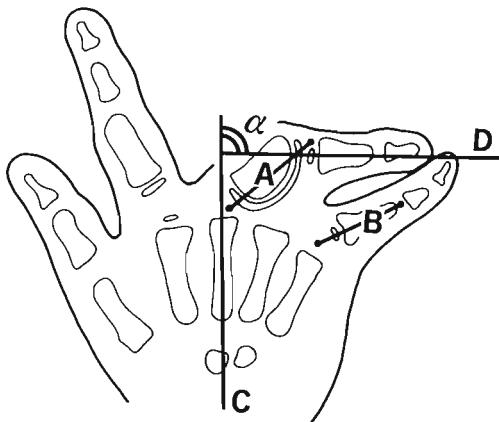


Fig. 2 Measurements used to determine growth of the delta phalanx and deviation of the finger. A : Absolute longitudinal length of delta phalanx. B : Longitudinal length of the adjacent phalanx. A/B : Relative longitudinal length of the delta phalanx. Lines C and D are drawn perpendicular to the longitudinal axis of the phalanges. The angle formed by lines C and D represents the degree of finger deviation.

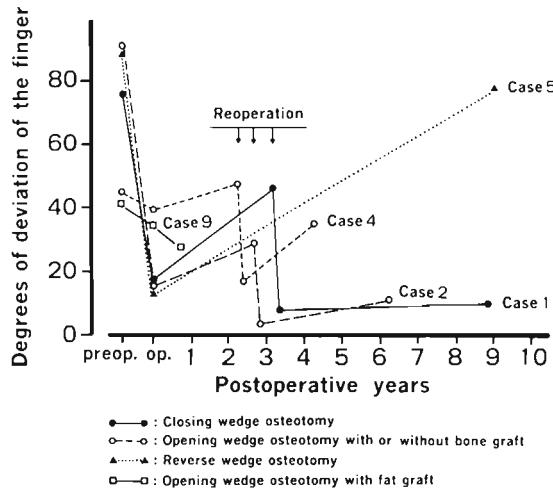


Fig. 3 Changes in degree of finger deviation after surgery. The plotted points show degree of finger deviation in each case treated by osteotomy. In all five cases the finger deviation was corrected by initial osteotomy, however, it recurred in four cases. In a case treated with opening wedge osteotomy with insertion of fat graft, recurrent angular deformity was not noted (case 9).

46 度から 34 度に矯正され、さらに術後 9 カ月で 27 度となり、偏位角が徐々に矯正されている (Fig. 6)。

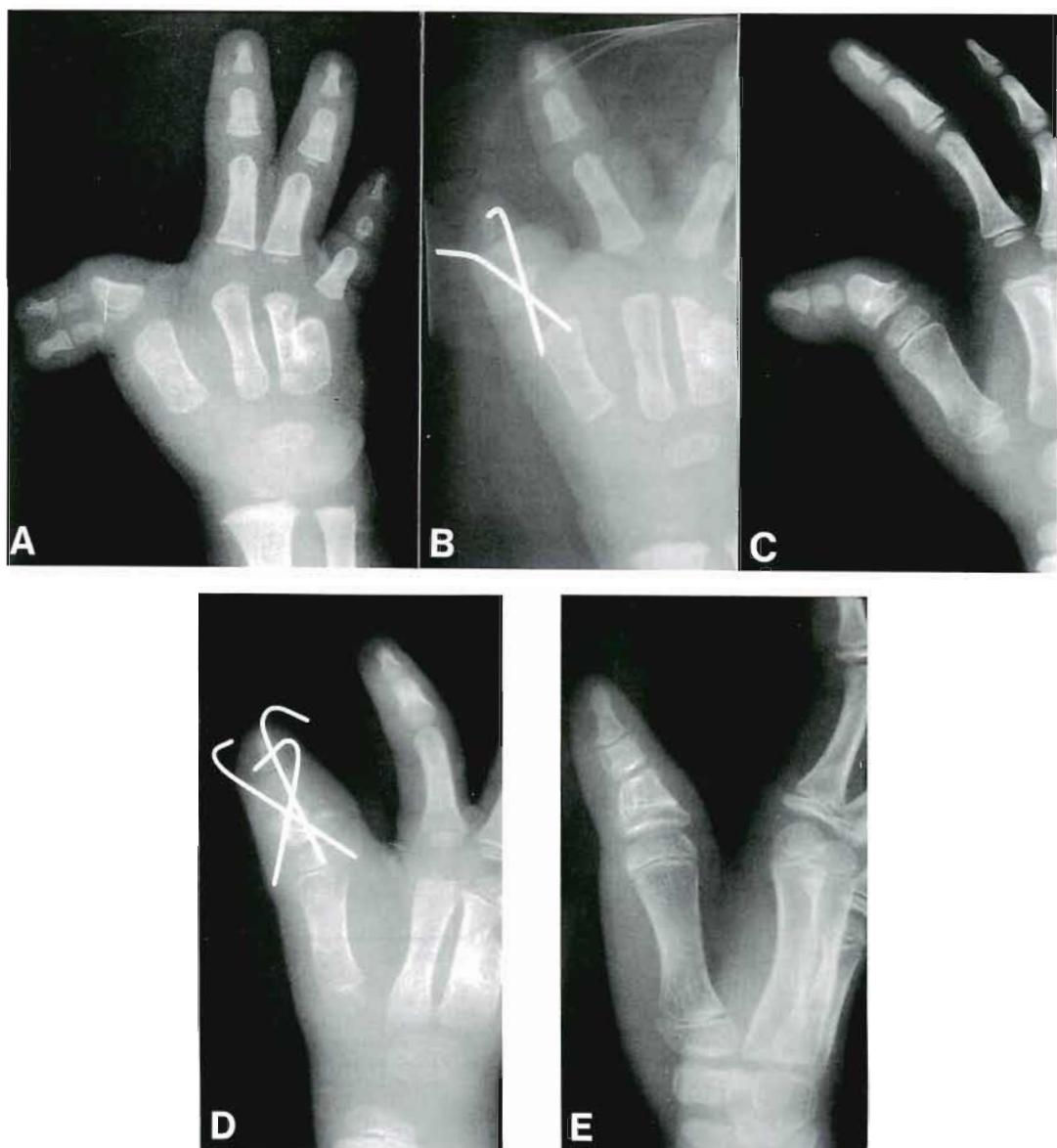


Fig. 4 Cases 4.

- A : A 3-year-and-2-month-old boy with thumb polydactyly demonstrating delta phalanx of the proximal phalanx of the thumb.
- B : Closing wedge osteotomy was performed.
- C : Radial deviation of the thumb recurred after surgery.
- D : Closing wedge osteotomy was performed at six years of age.
- E : Recurrent angular deformity was not found at twelve years of age.

考  
察  
Delta phalanx の X 線像を分析しその成因を検討し

た報告はわずかである。Watson らは、delta phalanx の X 線像には rectangular shape と triangular shape のものがあり、いずれの型も多指を示す指が癒合する

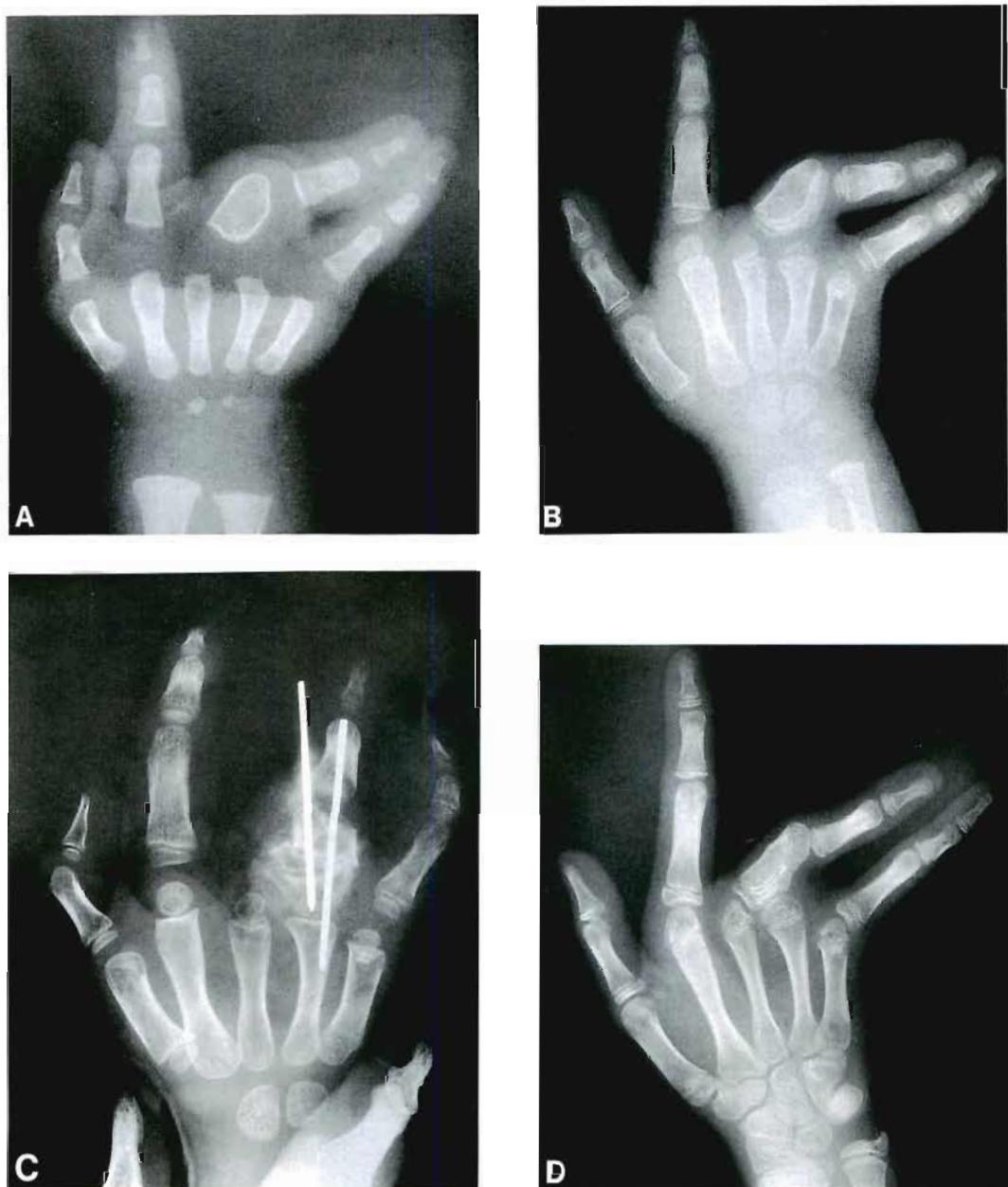


Fig. 5 Case 5.

- A : A 2-month-old girl with cleft hand showing delta phalanx of the proximal phalanx of the ring finger.
- B : The deviation of the ring finger had not changed at three years of age.
- C : Reverse wedge osteotomy was performed at three year of age.
- D : Nine years after surgery the finger deviation recurred and premature closure of the ulnar side of the physis is shown.

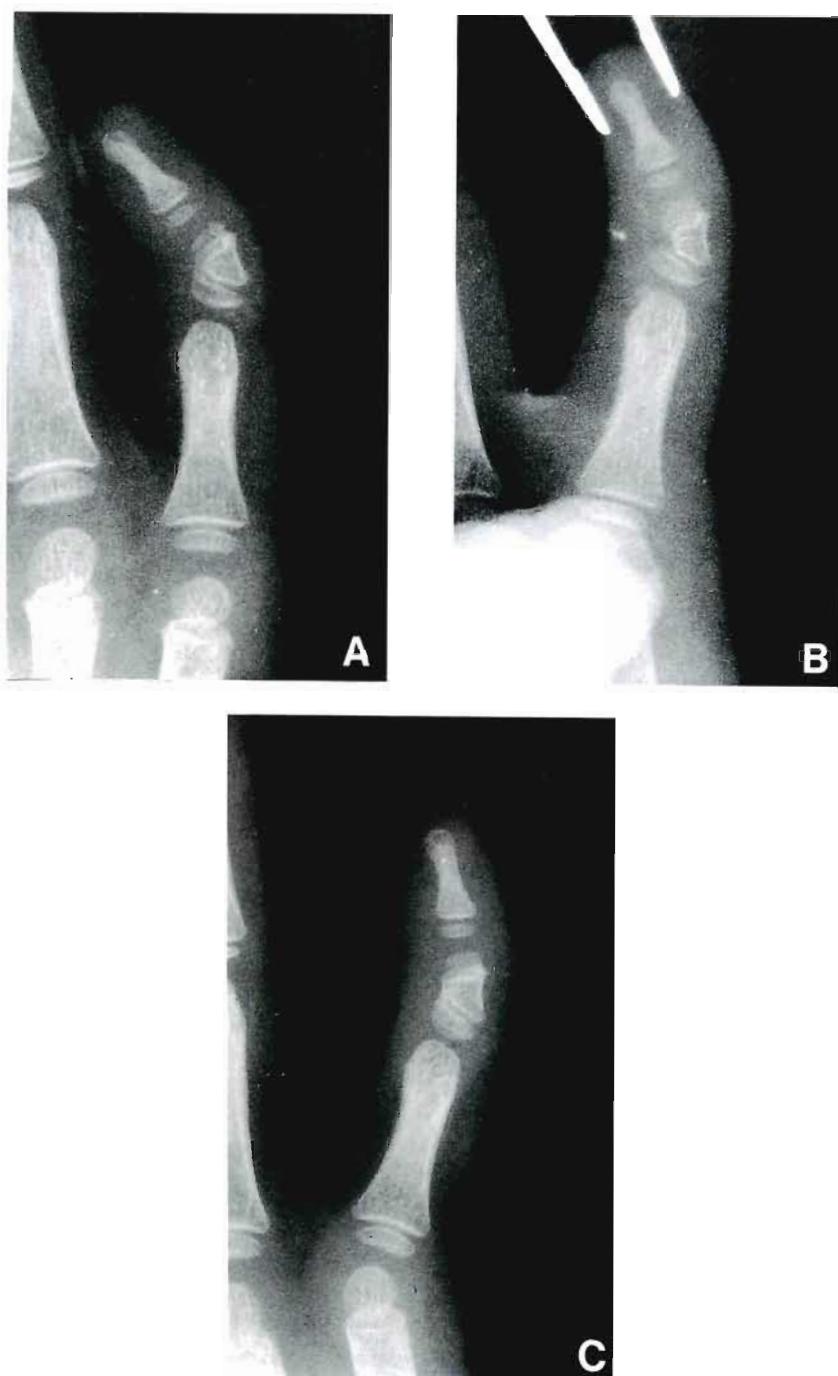


Fig. 6 Case 9.

A : A 5-year and 9 month-old-girl with clinodactyly of the little finger demonstrating delta phalanx of sigma type.

B : Opening wedge osteotomy with insertion of the fat graft was performed.

C : Nine months after surgery spontaneous correction of the angular deformity was noted. The degree of deviation decreased from 46 to 27 degrees.

過程で出現すると述べている<sup>11)</sup>。しかし Watson らは各型の X 線像の特徴を記載していないため、triangular shape が著者らのシグマ型と同一のものかどうかは不明である。Vickers は小指斜指症に認められる delta phalanx には trapezoidal phalanx と triangular phalanx があると報告している<sup>9)</sup>。Vickers の報告によると trapezoidal phalanx は骨幹成分が台形を示し骨成分の近位と遠位に存在する骨端の間には連続性がみられない。このような delta phalanx は著者らの症例には存在しなかった。

今回の結果によると、delta phalanx は D 型とシグマ型の 2 つに分類され、各型と原疾患の間には密接な関係が認められる点が特徴であった。D 型の delta phalanx は、中央列多指症、裂手症、母指多指症など指放線形成障害を基盤に出現する奇形に合併して生じていた。一方、シグマ型は小指斜指症と hyperphalangism を伴う短指症など骨端に異常がみられる奇形に合併して認められた。このような原疾患と X 線像の関係は、文献上の記載例のほとんどにおいて同様に認められる。しかし文献例の中には、D 型の delta phalanx が屈指症に存在した例<sup>9)</sup>、シグマ型の delta phalanx が多指症に認められた例<sup>5)</sup>、さらには D 型の delta phalanx が裂手症か短指症か診断困難な例に認められた例<sup>10)</sup>なども報告されている。さらに今回の分析結果では D 型とシグマ型の移行型と思われる例も存在しており、D 型からシグマ型に至る X 線像の変化が連続した一連の変化である可能性が示唆された。これらの事実から、D 型の delta phalanx が認められる奇形とシグマ型の delta phalanx が認められる奇形の間に発生学的に何らかの関連がある可能性、あるいは両奇形の発生過程で同一機序が指節骨に働き delta phalanx が成立する可能性が考えられる。

Delta phalanx の自然経過については、指の側方偏位が成長とともに増加するという説<sup>11)</sup>と growth spurt の時期に増加するという説<sup>12)</sup>がある。しかし X 線像による計測値は報告されていない。著者らの結果では delta phalanx に長軸成長は認められるがその程度は隣接健常指の指節骨に比べて劣っていた。指の側方偏位は不变か改善を示しており悪化した例は認められなかった。しかし症例数が少なく growth spurt の時期に偏位角の推移は観察していない。この問題についてはさらに今後の検討が必要である。

指の側方偏位に対する手術方法については、closing wedge osteotomy<sup>13)</sup>、opening wedge osteo-

my<sup>4)8)12)</sup>、reverse wedge osteotomy<sup>2)13)</sup>などの方法が推奨されている。しかしいずれの方法でも術後に変形の再発が報告されている<sup>4)13)</sup>。著者らの成績をみるとこれらの骨切り術を行った症例の全例に変形の再発がみられ、目標とする矯正角を得るには 2 度の骨切り術が必要であった。著者らの症例では骨切り部に生じた骨端線の早期閉鎖が術後変形の再発を生じた一因と考えられた。しかも 2 度の骨切り術を行った症例では骨端線の癒合が全体に及び長軸方向の発育は制限されていた。一方、Ogeden ら<sup>5)</sup>の方法に準じて opening wedge osteotomy 後に脂肪移植を行った 1 例では、骨端線癒合が起らざる偏位角が術後徐々に矯正され良好な結果を得ている。この方法は、とくにシグマ型の delta phalanx に対して優れた結果が報告されている<sup>9)</sup>。D 型の delta phalanx に対する骨切り術については、現在のところどのような骨切り術が良いかは不明である。しかし、D 型においても骨切り部の骨端線閉鎖を予防するための手技上の工夫<sup>5)8)</sup>が必要と思われる。

## 結語

- 1) 信州大学整形外科と北海道大学整形外科で経験した 12 例 16 指節骨の delta phalanx の X 線像と治療成績を検討した。
- 2) delta phalanx の X 線像は D 型とシグマ型に分けられ、D 型は指放線誘導障害例に出現し、シグマ型は短指症、斜指症例に認められた。
- 3) delta phalanx の自然経過で、罹患指の側方偏位が悪化する例はなかった。
- 4) シグマ型では opening wedge osteotomy と脂肪移植により良好な矯正が期待できる。

## 謝辞

本研究にご協力頂きました信州大学医学部整形外科教授寺山和雄先生に感謝いたします。

ご校閲頂きました北海道大学医学部整形外科教授金田清志先生に感謝いたします。

## 文献

- 1) Bell, J.: On brachydactyly and symphalangism. Treasury of Human Inheritance, ed. L. S. Penrose. London, Cambridge University Press, 5:1-30, 1951.
- 2) Carstam, N., et al: Surgical treatment of clinodactyly caused by longitudinally bracketed diaphysis("delta phalanx"). Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 9:199-202, 1975.

- 3) Jaeger, M., et al.: The congenital triangular deformity of the tubular bones of hand and foot. Clin. Orthop., 81:139-151, 1971.
- 4) Jones, G. B., et al.: Delta phalanx. J. Bone Joint Surg., 46-B: 226-228, 1964.
- 5) Ogden, J. A., et al.: Correlative roentgenography and morphology of the longitudinal epiphyseal bracket. Skeletal Radiol., 6:109-117, 1981.
- 6) 萩野利彦 他:当科における上肢先天奇形の分析。手会誌, 2:909-916, 1986.
- 7) Light, T. S., et al.: The longitudinal epiphyseal bracket: Implications for surgical correction. Journal of Paediatric Orthopaedics, 1:299-305, 1981.
- 8) Smith, R. J.: Osteotomy for "delta Phalanx" deformity. Clin. Orthop., 123:91-94, 1977.
- 9) Vickers, D.: Clinodactyly of the little finger: A simple operative technique for reversal of the growth abnormality. J. Hand Surg., 12-B: 335-342, 1987.
- 10) Watari, S., et al.: Sister cases of "delta Phalanx" which was difficult to differentiate from brachydactyly. Hiroshima Journal of Medical Sciences. 33: 747-754, 1984.
- 11) Watson, H. K., et al.: Congenital angular deformity of the digits. J. Bone Joint Surg., 49-A: 333-338, 1967.
- 12) Wood, V. E., et al.: Congenital triangular bones in the hand. J Hand Surg., 2:179-193, 1977.
- 13) Wood, V. E., et al.: Surgical treatment of the thumb in the Rubinstein-Taybi syndrome. J Hand Surg., 12-B: 166-172, 1987.

## 末梢神経伸長損傷に関する実験的研究 —電気生理学的変化と形態学的変化について—

大阪医科大学整形外科学教室

土居宗算

### An Experimental Study on Elongation Injury of Peripheral Nerve —Electrophysiological and Morphological Changes—

Munekazu Doi

Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College

The electrophysiological and morphological changes due to traction on nerves were investigated. The sciatic nerves of rabbits were stretched by means of femoral lengthening to avoid any direct treatment on the nerve.

#### 〈Materials and Methods〉

Adult rabbits underwent femoral lengthening of 10% or 20% by leg lengthener. The hip joint was maintained in 90° of flexion, the knee in 80° of flexion, and the ankle in 10° of plantar flexion. The following were investigated :

- 1) Percentage elongation of the sciatic nerve.
- 2) Segmental spinal evoked potentials following stimulation of the common peroneal nerve, recorded from the epidural space.
- 3) Morphological changes of the stretched nerves immediately after, 5 days after, and 3 weeks after femoral lengthening, which was maintained for 2 hours.
- 4) As a control study, the morphological changes of isolated nerves stretched by 5%, 8%, and 12% were determined.

#### 〈Results〉

1) The percentage elongation of the sciatic nerve was  $5.0 \pm 0.2\%$  after femoral lengthening of 10%, and  $11.9 \pm 0.5\%$  following lengthening of 20%. An 8% elongation of the nerve was lower limit of femoral lengthening of 20%.

2) No electrophysiological or morphological changes were observed for femoral lengthening of 10% (nerve 5%). In contrast, with lengthening of 20% (nerve 11.8%), disturbance of conduction and morphological changes were detected that combined the features of first and second degree injury as defined by Sunderland.

3) In the isolated nerves elongated 8%, the paranodal region of the nodes of Ranvier lost its natural contour under tension. In the nerves elongated 12%, the nodal gap was enlarged as seen in the nerves in rabbits having femoral lengthening of 20%. These changes were reconfirmed by electron microscopy and teased fiber preparations.

#### 〈Conclusions〉

- 1) The critical point for the development of acute traction injury of the sciatic nerve appeared to be 8% elongation of the nerve.
- 2) Morphological changes at the critical point of acute traction injury of the sciatic nerve were detected in the nodes of Ranvier.

**Key words:** peripheral nerve, elongation, stretch, spinal evoked potentials, morphology

**Address for reprints:** Munekazu Doi, M.D., Department of Orthopedic Surgery, Osaka Medical College, 2-7 Daigakuchō, Takatsuki, Osaka, 569, Japan.

## I はじめに

末梢神経に牽引力が加わって生じる神經伸長損傷に遭遇する機会は臨床上比較的多いものである。外傷に伴う伸長損傷のみならず、神經欠損に対する張力下の神經縫合、肢延長手術時の神經伸長なども臨床上の問題となるが、伸長損傷の病態に関する知見はいまだ充分に得られていないのが現状である。

過去の実験的研究では神經に伸長を加えるにあたり実験手技の上で、神經周囲の結合組織、微小血流を温存し得たものは少なく、末梢端の切断、圧迫などの他の障害要素が加わったものが多いと考えられる。臨床上とくに問題になるのは比較的穏やかな伸長損傷であり、実験操作において上記の諸要素の加わることは実験モデルとして好ましくない。著者は神經の生体内環境を可及的に温存し、神經細胞体から終末効果器までを機能単位として捉るために、家兎大腿骨を延長し、間接的に坐骨神経に伸長を加えるモデルを作製した。本モデルを用いて神經伸長損傷の電気生理学的臨界点と形態学的变化を観察し、神經伸長による障害の発現機序や様式を解明することを目的として以下の実験を行った。

## II 実験材料ならびに方法

### 1. 実験動物

体重 2.5 kg~3 kg の白色家兎 81 羽を用いた。

### 2. 大腿骨延長方法

自家考案の大腿骨延長器を用いた (Fig. 1)。この延長器は大腿骨の中枢、末梢側に各 2 本刺入した直径

1.8 mm Kirschner wire を把持し、ネジを回すことでき大腿骨を長軸と平行に 30%まで延長することが可能である。延長器の装着には外側筋間中隔からのアプローチを用いた。大転子中枢端から外側顆関節面までの距離を大腿骨長として実測し、この距離の 10%および 20%の延長を行った。延長速度は用手的に 10 mm/min とした。これらの操作により坐骨神経には直接侵襲を加えることなく神經の伸長が可能となった。家兎後肢の肢位を一定に保つため各関節は可動域の中間位で副子固定した。

### 3. 麻酔および管理

Sodium pentobarbital 0.4 ml/kg を経静脈的に投与し、GO 麻酔にて維持した。電気生理学的観察を行う際には気管切開のうち人工呼吸器に接続し、pancuronium bromide (以下 PC) を静注して筋を非動化した。動脈圧および直腸温を監視し体温を調節した。

### 4. 実験群の作製

家兎の大腿骨を 10%および 20%延長したのち 2 時間そのままの状態を保持し、以下の 3 群に分けて実験をおこなった。1) 2 時間群：延長状態を 2 時間保持したままのもの (n=44)。2) 5 日群：延長を 2 時間保持後、大腿骨を元の長さに戻して 5 日間経過したもの (n=10)。3) 3 週群：同様に 3 週間経過したもの (n=5)。

上記 3 群に加えて 4) 摘出神経伸長群：大腿骨延長によらず非処置家兎の坐骨神経を遊離、摘出し、用手的に直接 0, 5, 8 および 12%伸長したもの。これらに対して以下の検索を行った。

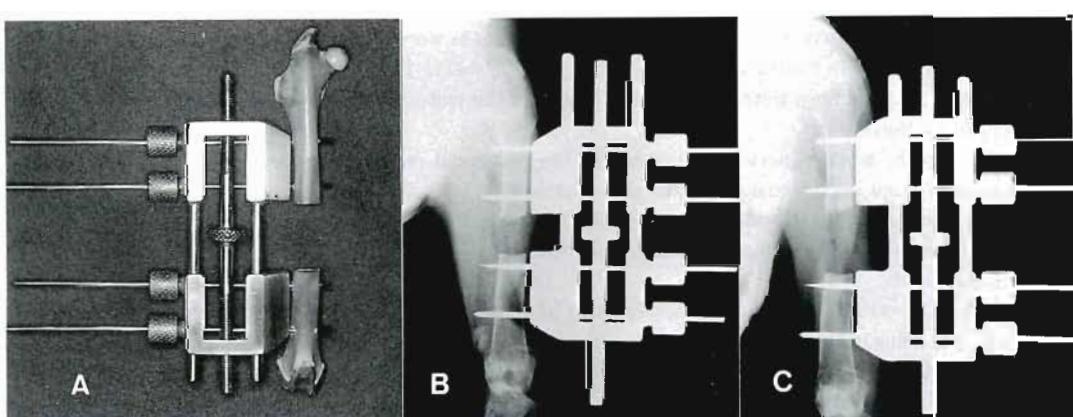


Fig. 1 A ; Femoral lengthener. Radiographs showing 10% (B) and 20% (C) lengthening of the femur. Note that lengthening occurs parallel to the long axis of the femur.

### III 検索項目および方法

#### 1. 坐骨神経の伸長率

大腿骨を延長したとき坐骨神経が均一に伸長されるか否かを知る目的で神経を小区域に分け伸長率を計測した。ナイロン糸のマーカーを神経周膜に7カ所設置し、大腿骨10%、20%延長時における坐骨神経各区域の真の伸長率をLundborg<sup>15)</sup>の方法により算出した。PC投与、非投与それぞれについて計測した。

#### 2. 電気生理学的検索

総腓骨神経刺激による所属髓節誘発電位<sup>17)</sup>を観察するためDantec社製Neuromatic2000M筋電計を用い、誘発電位の導出には双極電極を第6腰椎硬膜外腔背側に設置した(Fig. 2)。刺激電極としてはステンレス製双極電極を総腓骨神経の腓腹筋進入部より1cm中枢部に設置した。刺激条件は持続時間0.2msec矩形波、頻度は2Hz、強度は第一棘波域値の3倍(3T)および最大上刺激(Smax)の2種類を用い、20~200回加算した。

1) 大腿骨延長器の装着、大腿骨切断による手術侵襲の影響を知る目的でこれらの操作前後の電位変化および血圧を記録した。

2) 大腿骨を10%および20%延長したときの総腓骨神経の所属髓節誘発電位の変化を2時間にわたり記録した。

3) 電位変化の比較対照群として心停止による末梢神経急性阻血モデル<sup>12)</sup>を作製し、神経伸長モデルと比較検討した。KClを静脈内に急速静注すると数秒以内に心停止をきたすが、これを動脈圧モニターで確認し、このモデルにおける電位変化を上記の方法を用いて観察した。

4) 5日群、3週群は屠殺に先立ちnerve conduction velocity(NCV)を測定した。

#### 3. 形態学的検索

1) 2時間群および5日群はparaformaldehyde固定を行なったのち、脊髄から延長側および非延長側の下腿部までの神経を摘出し、paraffin包埋のちH.E.染色およびMasson's trichrome染色を加え観察した。

2) 全群に対しglutaraldehydeを用いて灌流固定を行いimmersion in situを加えたのち洗浄して、2%OsO<sub>4</sub>(PH 7.4, 0.1M cacodylate buffer)で固定した。

a) Glycerin処理のち、Dyck<sup>17)</sup>の方法に従い神経線維を実体顕微鏡下にときほぐし、teased fiber法により観察した。b) Epon 812包埋したのち薄切および超薄切片を作製し、toluidine blue染色、およびc)透過型電子顕微鏡で観察した。d)Desaki<sup>14)</sup>の方法にしたがい8N塩酸処理のち走査型電子顕微鏡で観察した。e) toluidine blue染色を行った2時間群の横断切片を用いて髓鞘外径および軸索直徑を計測し、histogramを作製した。画像解析装置によりDyck<sup>17)</sup>の提唱しているごとく軸索の面積を計測し、円相当直徑に換算した。髓鞘外径も同様に計測した。

3) 摘出神経伸長群をteased fiber法で観察した。

### IV 実験結果

#### 1. 神経伸長率

Pancuronium bromide投与時、坐骨切痕から総腓骨神経までの伸長率は10%延長群では4.5±1.5%(n=5)、20%延長群では11.7±2.0%(n=5)であり、1%以下の危険率で有意差を認めたが、分割した小区域間に伸長率の統計学的有意差を認めなかった(Fig. 3)。

一方、PC非投与時には坐骨切痕から大腿方形筋までの伸長率は10%延長群では2.2±3.4%(n=10)、20%延長群では6.5±1.1%(n=10)であり、大腿方形筋

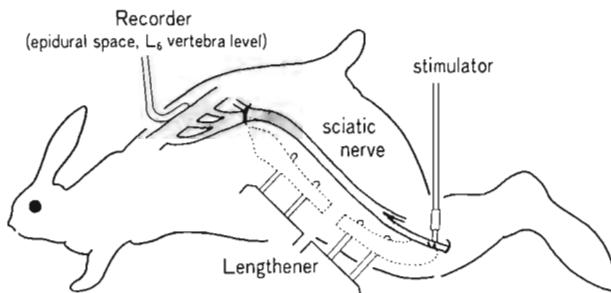


Fig. 2 A diagram showing the method of segmental spinal evoked potentials recording with nerve elongation.

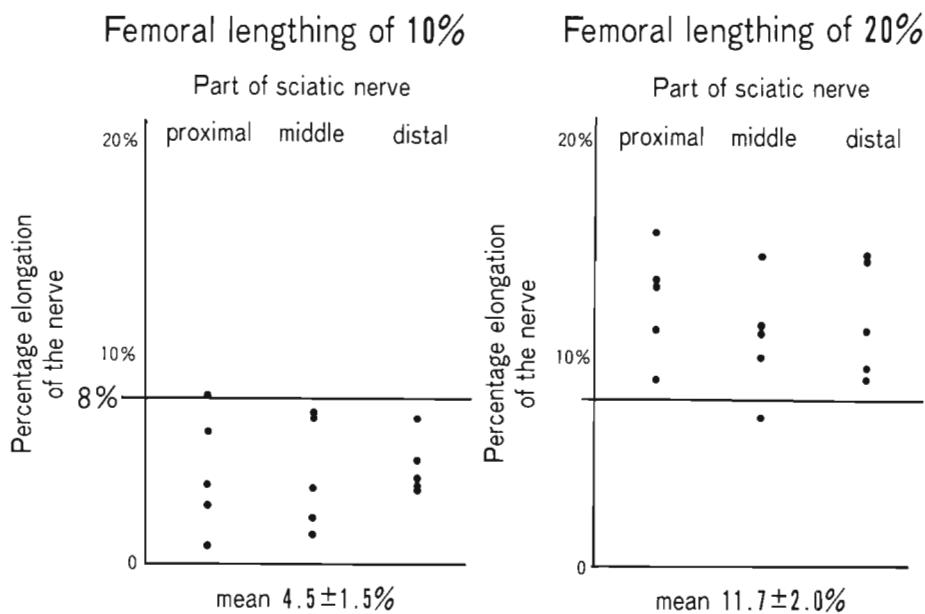


Fig. 3 The correlation between percentage lengthening of the femur and percentage elongation of the sciatic nerve in each division when pancuronium bromide was administrated. An 8% elongation of the nerve was the lower limit of femoral lengthening of 20%.

proximal ; the division between the sciatic notch and the quadratus femoris.

middle ; between the quadratus femoris and the bifurcation of the peroneal nerve and the tibial nerve.  
distal ; peroneal nerve distal to the bifurcation.

Table 1 Percentage elongation of the sciatic nerve at the thigh (the middle and distal division were combined).

PC*	Femoral lengthening 10%	Femoral lengthening 20%
+(n=5)	$4.5 \pm 0.7\%$	$11.7 \pm 0.9\%$
-(n=10)	$5.0 \pm 0.2\%$	$11.9 \pm 0.5\%$

\*Pancuronium bromide

筋から総腓骨神経の腓腹筋進入部までの伸長率は10%延長群では $5.0 \pm 0.2\%$ (n=10), 20%延長群では $11.9 \pm 0.5\%$ (n=10)であった(Table 1)。伸長率は末梢ほど大きい傾向にあり、大腿方形筋より末梢側において主に伸長されていた。両群の同部での伸長率は0.1%以下の危険率で有為差を認めた。また延長を48時間保持してもそれぞれ $5.0 \pm 0.2\%$ (n=10),  $11.8 \pm 0.5\%$ (n=10)とほとんど変化しなかった。

伸長率はPC投与、非投与群にかかわらず、10%延長群の神経伸長率はほぼ8%以下に、20%延長群の伸長率はほぼ8%以上に分布していた。

家兔大腿部では坐骨神経からのほとんどの分枝が大

腿方形筋の中枢部で分かれ大腿中央部で終るため、本モデルのように比較的軽度の伸長では分枝の存在によって坐骨神経の伸長率が影響を受けることはなかった。

## 2. 電気生理学的検索結果

1) 大腿骨延長器装着、大腿骨切断前後における所属髄節誘発電位の振幅の変化は5%以内であり、域値、潜時、波形および血圧には著しい変化はみられなかつた。

つづいて所属髄節誘発電位第一棘波の頂点潜時、振幅(peak to peak)を大腿骨延長後2時間にわたり観察し、延長前の値に対する百分率で表わした。

2) 大腿骨 10% 延長時 ( $n=5$ )、第一棘波の潜時は、120 分後 3T 刺激では  $109.6 \pm 1.8$  (以下 S.E.) %,

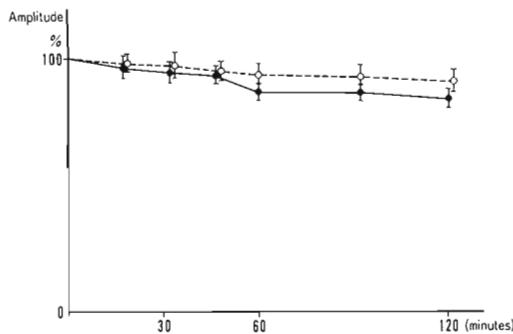


Fig. 4 Changes of the amplitude of segmental spinal evoked potentials with femoral lengthening of 10%. Solid symbols are the potentials evoked by supramaximal stimulation, and open symbols are the potentials by 3T stimulation.

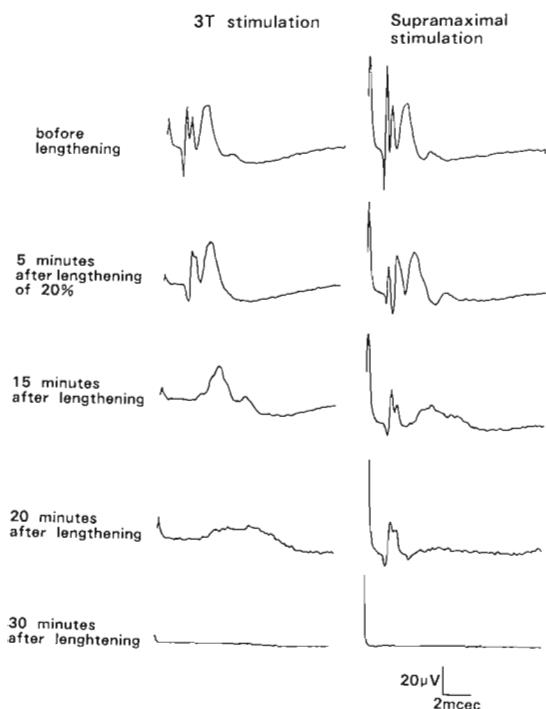


Fig. 5 Changes of segmental spinal evoked potentials with femoral lengthening of 20%. The amplitude decreased rapidly after lengthening, and the potentials could not be recorded at 30 minutes after lengthening.

Smax では  $104.0 \pm 2.9$  % であった。振幅は 120 分後 3T は  $94.0 \pm 4.3$  %, Smax は  $86.6 \pm 2.9$  % であり、硬膜外腔導出の波形としては著しい変化を認めなかった (Fig. 4)。

3) 大腿骨 20% 延長時 ( $n=6$ ) の潜時の変化は 3T 刺激で延長直後より著しく遅延し、5 分後には  $135.6 \pm 8.3$  % となり、30 分後には 6 例中 4 例において波形が消失した (Fig. 5)。他の 2 例の 120 分後の潜時はそれぞれ 118%, 145% と遅延していた。Smax も同様に 10 分後  $119.7 \pm 5.2$  % であり、60 分後には 4 例で波形が消失し、120 分後他の 2 例においてそれぞれ 114%, 133% と遅延していた。

振幅は 3T 刺激で 15 分後  $30.3 \pm 12.8$  %, 30 分後  $16.2 \pm 9.3$  %, 120 分後  $5.2 \pm 3.3$  % であり、Smax では 15 分後  $41.8 \pm 8.9$  %, 30 分後  $22.3 \pm 7.2$  %, 120 分後  $12.8 \pm 8.2$  % であった (Fig. 5, 6)。

4) 振幅については大腿骨 10% 延長群と 20% 延長群との間には、3T, Smax いずれの刺激を用いても延長後 15 分, 30 分, 60 分, 90 分および 120 分において、すべて 0.5% 以下の危険率で有意差を認めた。

以上の結果から、大腿骨 10% 延長と 20% 延長との間に急性神経伸長における損傷の電気生理学的臨界点があり、それは神経伸長率 8% 前後であることが推察された。

5) 同一検体から、ほぼ同時に記録した 3T 刺激と Smax 刺激とによる振幅の変化には、両者間に有意差を認めなかった。

6) 大腿骨 20% 延長群のうち波形が 2 時間後まで

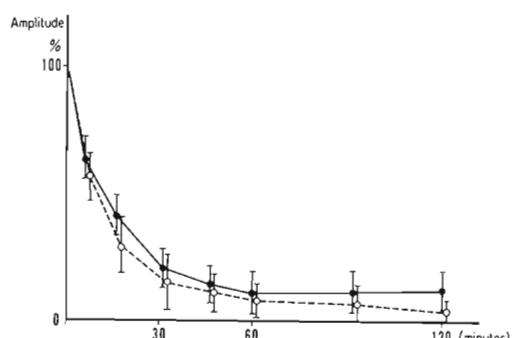


Fig. 6 Changes of the amplitude of segmental spinal evoked potentials with femoral lengthening of 20%. Solid symbols are the potentials evoked by supramaximal stimulation, and open symbols are the potentials by 3T stimulation.

観察された2例を除くと、振幅が半減するまでに要した時間は3Tでは $4.9 \pm 1.4\%$ (以下S.D.), Smaxでは $8.1 \pm 4.8\%$ であるのに対し(Table 2), kcl静注による心停止後の神経急性阻血モデルにおいては、3Tでは、 $20.3 \pm 3.8$ 分, Smaxでは $19.8 \pm 2.6$ 分(n=4)であり、両者は3Tでは1%以下, Smaxでは5%以下の危険率で有意差を認めた。

7) 5日群、3週群の大腿部における nerve conduction velocity は平均 73.6 m/sec であり振幅の低下はみたが、control(平均 80.4 m/sec) と著しい差を認めなかつた。

### 3. 形態学的検索結果

#### 1) 正常坐骨神経の微細構造

神経線維は神経束内で Clarke<sup>2)</sup> が観察したごとく undulation, うねり構造を呈しており、これらは関節周囲でとくに大きい。神経周膜外層の膠原線維は、神経根部から末梢にいたるまで Glees<sup>8)</sup> が観察している

ように主として2種類の方向に走行している。ひとつは縦走する線維であり、もうひとつは2重螺旋をなす斜走する線維である。これらは縦断切片において波状構造を呈している(Fig. 7-A)。神経周膜は関節近傍、とくに筋肉貫通部で厚く、神経上膜は周囲組織と密につながり固定されている。

#### 2) 大腿骨 10%延長 2時間後の変化

神経線維のうねり構造は振幅を減じ、一部直線化していたが、神経周膜の膠原線維は神経根部から下腿部に至るまで波状構造を失っていなかった。神経線維は2時間群、5日群、3週群のいずれにおいても変性をみなかつた。

#### 3) 大腿骨 20%延長 2時間後の変化

神経線維のうねり構造は大腿部、下腿部で消失していた。神経周膜の膠原線維は大腿部では波状構造を失い直線化していたが(Fig. 7-B), 神経根部、下腿部では振幅の減少はあるものの消失してはおらず(Fig. 7

Table 2 The time in which the amplitude of segmental spinal evoked potentials reduced to 50% of the value prior to treatment.

Stimulation	Cardiac arrest	Femoral lengthening of 20%
Supramaximal	$19.8 \pm 2.6$	$8.1 \pm 4.8$ (P<0.05)
3T	$20.3 \pm 3.8$	$4.9 \pm 1.4$ (P<0.01)

(minutes)

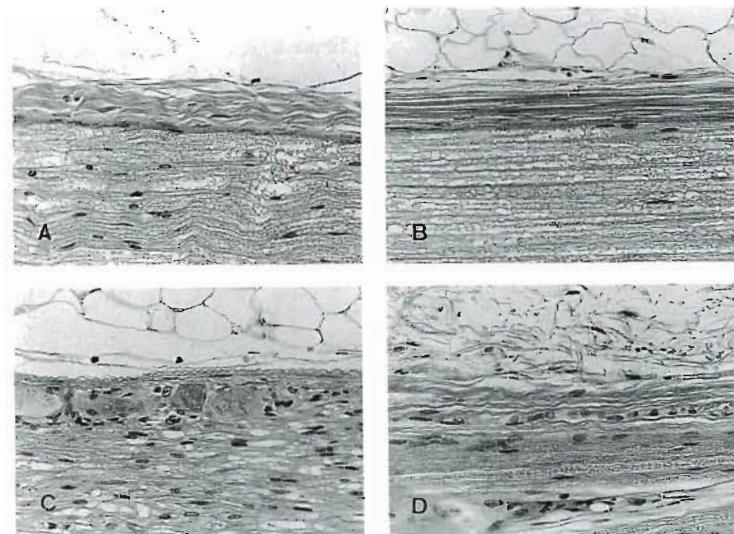


Fig. 7 A ; Longitudinal section of a normal nerve. Collagen fibers in the perineurium show a wavy pattern. B-C-D ; Longitudinal section of a nerve after 20% lengthening of the femur. Collagen fibers in the perineurium of the sciatic nerve (B) have been straightened out, while at the nerve root (C) and in the tibial nerve (D) they remain slack. (H-E,  $\times 200$ )

-C, D), 大腿部で神経周膜に加わった伸長は神経根部, 下腿部までは直接伝えられていなかった。

Teased fiber 標本では (Fig. 8), 大腿部坐骨神経の Ranvier 紋輪部は明らかに引き伸ばされていたが, 下腿部脛骨神経ではあまり引き伸ばされておらず, 膝関節部より末梢部での伸長は少なかった。

大腿部より採取した神経縦断切片を toluidine blue 染色して光学顕微鏡にて観察すると, 紋輪部は control 群と比較して明らかに引き伸ばされていた (Fig. 9). また紋輪部および輪間節部 (Ranvier 紹輪間部) で軸索および髓鞘が明らかに断裂していると思われる所見はみられなかった。

画像解析装置を用いて作製した神経横断切片の髓鞘直径および軸索直径 histogram では, control 群の髓鞘直径は  $3\sim4 \mu$  および  $15 \mu$  付近に peak を有する二峰性の分布を示したが, 大腿骨 20% 延長時には全体に左方に移動し, それぞれの peak も移動していた (Fig.

10). 一方, 軸索直径は control 群と 20% 延長群との間に明らかな変化がみられなかった。

Ranvier 紹輪の縦断像を透過型電子顕微鏡で観察すると, 紹輪部は引き伸ばされていたが, Axolemma の連続性は保たれていた (Fig. 11).

走査型電子顕微鏡においては control で明瞭に捉えられた Ranvier 紹輪のくびれは 20% 伸長群で不明瞭となっていた (Fig. 12).

#### 4) 摘出坐骨神経伸長による Ranvier 紹輪部の変化

摘出した坐骨神経を 5%, 8%, 12% 伸長した時の Ranvier 紹輪の形態学的变化を teased fiber 法を用いて観察した。Ranvier 紹輪の変化を以下の 5 段階に分類し検討した (Fig. 13).

I. 紹輪両端の myelin 辺縁は生理的な曲線を描き近接しているもの。II. 紹輪部間隙は引き伸ばされているが線維直径の 1/2 以下であり, myelin の辺縁は生

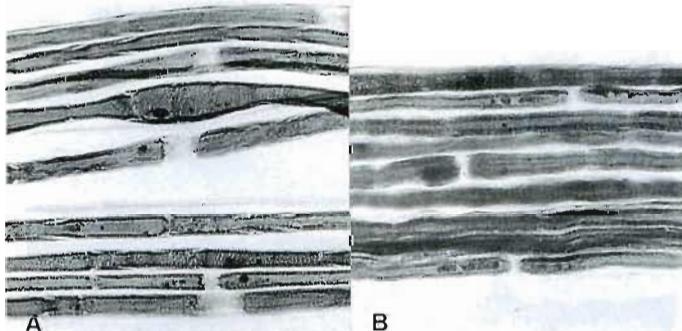


Fig. 8 Teased fiber preparations of nerves with femoral lengthening of 20%. A ; Nodes of Ranvier of sciatic nerve were stretched, while in the tibial nerve (from the lower leg, B) the nodal gaps were not enlarged so much. ( $\times 200$ )

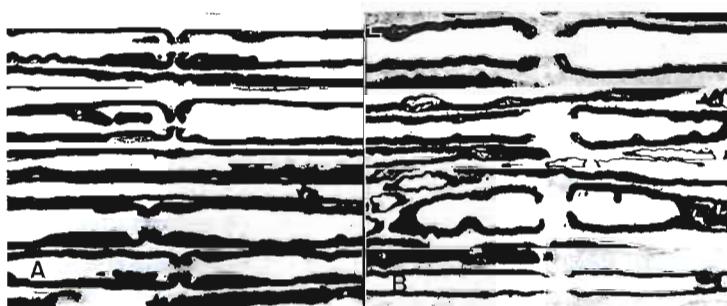


Fig. 9 Longitudinal section through nodes of myelinated fibers. A ; Control nerve. B ; Nerves stretched by femoral lengthening of 20%. Note that the nodes of Ranvier were elongated in continuity. (Toluidine blue.  $\times 400$ )

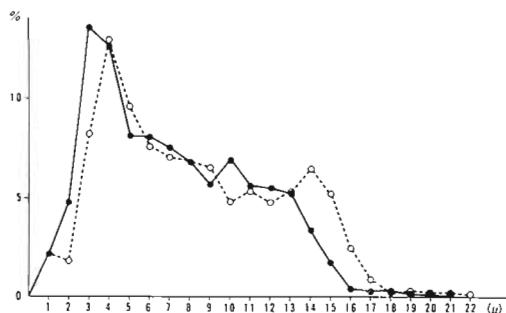


Fig. 10 Outer diameter histograms of myelinated fibers from control nerves (open symbols) and from nerves elongated by femoral lengthening of 20% (solid symbols). In the controls, two well defined peaks are seen. In nerves stretched by femoral lengthening of 20%, the myelins are reduced in size.



Fig. 11 Electron micrograph of a longitudinal section through a node of Ranvier from a nerve stretched by lengthening of 20%. Note that the nodal gap is enlarged, while the axolemma (arrow) maintains continuity. ( $\times 2000$ )

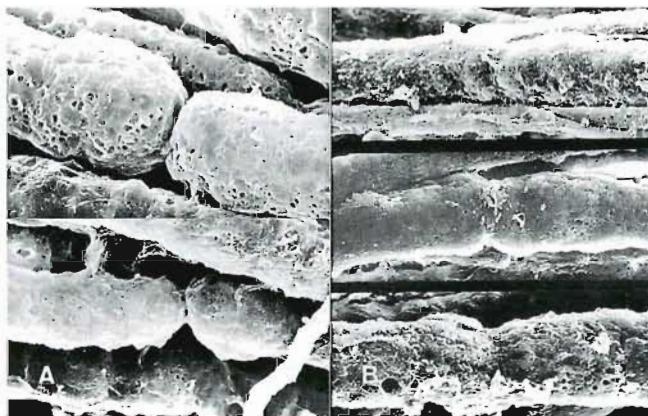


Fig. 12 Scanning electron micrograph of nodes of Ranvier. A; normal nerve. B; Femoral lengthening of 20% causes the node of Ranvier to become ill-defined. ( $\times 2000$ )

理学的な曲線を保っているもの、III. 紋輪部間隙は引き伸ばされているが線維直径の1/2以下であり辺縁は曲線を失い直線化したもの、IV. 紋輪部間隙が線維直径の1/2~1までの範囲で引き伸ばされたもの、V. 紋輪部間隙が線維直径以上に引き伸ばされたもの。

Control群(非伸長標本)ではTable 3のごとく、I型、II型が99.2%( $n=369$ )であった。5%伸長時はI型、II型90.5%( $n=220$ )であり、8%伸長時はIII型が89.7%( $n=136$ )、12%伸長時にはIV型、V型が86.7%( $n=220$ )であった。以上により電気生理学的臨界点と推定される8%の伸長からRanvier紋輪の形

態学的变化が生じ始め12%伸長ではより明瞭な变化をとらえることができた。

大腿骨20%延長2時間保持後の大腿部坐骨神経では、IV型68.8%、V型23.7%( $n=160$ )と摘出神経の12%伸長時とほぼ近似していた。

##### 5) 大腿骨20%延長5日群、3週群の組織学的観察

大腿骨20%延長を2時間保持しこれを解除後5日目のtoluidine blue染色標本では、Waller変性像をみないか、有ってもわずかなものが多かったが、一部の標本には神経束中、約半数の有髓線維に変性をみるものが存在した。脛骨神経と総腓骨神経との間には変

性の程度に差をみるものもあったが、一定の傾向は認めなかった。Teased fiber 法では (Fig. 14), ほぼ正常の線維と傍絞輪部に局限した demyelination を生じた線維とが混在していた。Waller 変性を生じた線維は全体からすれば少なかったが、endoneurial tube は

おおむね連続性を保っていた。

3 週後の組織像では (Fig. 15) 線維密度が減少し大径有髓線維および再生線維を思わせる小径の有髓神経が混在する標本がみられた。

## V 考 察

### 1. 坐骨神経の伸長率について

家兎の坐骨神経は坐骨切痕を出たのち大腿方形筋直上で急な角度で屈曲し、走行を変えるため、PC 非投与群では延長時、同部で比較的強固に固定され、また末梢側において脛骨神経ならびに総腓骨神経はいずれも腓腹筋貫通部で筋緊張のため末梢に牽引される。したがって大腿方形筋より末梢側で主として神経伸長が生じる。一方、PC 投与群では大腿方形筋ならびに腓腹筋は弛緩するため坐骨切痕から腓腹筋貫通部までほぼ均等に伸長される (Fig. 3)。これらにより PC 投与、非投与時の伸長率の様相は変化するが、坐骨切痕から大腿方形筋までの距離は短いため、大腿方形筋より末梢部の伸長率は PC 投与、非投与にかかわらずほぼ同じであり、本実験における筋弛緩の影響はきわめて少ないと考えられた。

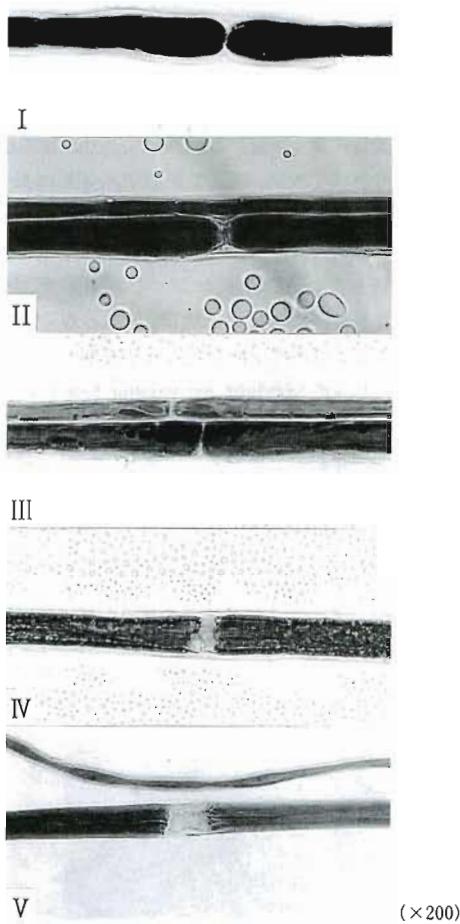


Fig. 13 Our classification of nodes of Ranvier in teased fiber preparations.

I : Normal appearance of a node of Ranvier.

II : Node is slightly elongated, but the paranodal region maintains the normal contour.

III : Node is stretched to less than half the thickness of the myelinated fiber and the paranodal region is straightened due to the tension.

IV : Node is stretched to longer than half but less than the full thickness of the myelinated fiber.

V : Node is stretched to longer than the thickness of the myelinated fiber.

Table 3 The results of classification of the nodes of Ranvier in the elongated nerves.

Percentage elongation	I	II	III	IV	V
Control	71.0%	28.2%	0 %	0.3%	0.5%
5%	32.3	58.2	4.5	5.0	0
8%	0	8.8	89.7	1.5	0
12%	0	0	13.3	56.2	30.5
20% femur*	0	0	7.5	68.8	23.7

\*femoral lengthening of 20%. The other nerves were isolated and elongated.

## 2. 伸長損傷の臨界点について

末梢神経伸長損傷において最も問題になるのは機能障害を生じ始める伸長率であるが、いまだ統一された見解は得られていない。Haftek<sup>9</sup>、Denny-Brown ら<sup>10</sup>は 50%以上の伸長で機能障害を生じるとし、Hight and Sanders<sup>11</sup>は 11%，Sunderland ら<sup>12</sup>は 6~20%と報告している。哺乳類を対象とした電気生理学的実験では、西尾<sup>13</sup>は 10%~13%で axonotmesis と neurotmesis が生じると報告し、山田<sup>14</sup>は平均  $8.3 \pm 2.4\%$  の低速伸張により活動電位が消失し、6%程度でも伸張を解除したのち電位の改善のなかったものがあるとしている。さらに Lundborg ら<sup>15</sup>は神経伸長

8%で細静脈の 50%以上に血流低下をきたしたため、これを lower stretching limit と呼んでいる。

伸長損傷に関してこの点について統一された結果が得られていないのは、1)伸長率計測上の基準長が曖昧であること、2)実験モデル作製過程において神経周囲の結合組織、微小血流を温存したものは少ないとこと、3)伸長損傷以外に手技上、神経末梢端の切断もしくは圧迫などの他の障害因子が加わったものが多いことの 3 点が大きく関与していると考えられた。これらの要素を除外するために後肢各関節を中心とした時の神経の長さを基準長とし、神経の生体内環境を可及的に温存し間接的に伸長を加えるモデルを作製した。

関節運動により神経には伸長が加わり、家兔後肢を膝関節伸展位で股関節を 90°屈曲すれば基準長の 5% 前後の伸長が加わる。またその時 Fontana の spiral band<sup>2</sup> は消失しており (Fig. 16)，これは神経線維がうねり構造を失い直線化したことを意味する。大腿骨 10%延長時神経の伸長率は約 5%であるが、電気生理学的变化および形態学的变化を認めなかつた。つまり他動的にヒトの straight leg raising test に類似した肢位をとらせても 5%前後の伸長は加わり得るが、それは生理的範囲の上限であり障害は生じない。一方、20%骨延長では神経伸長率 12%であり、電気生理学的にも (Fig. 5, 6) 形態学的にも変化が認められた (Fig. 8, 9, 11, 14, 15)。10%と 20%延長時のそれぞれの神経伸長率は Fig. 3 のごとく 8%で境界され、したがってこの値を伸長損傷の臨界点と推定した。臨床上経験する神経伸長損傷においても、最大の関節運動により加わる伸長の限界を越えたところに神経損傷発生の臨界

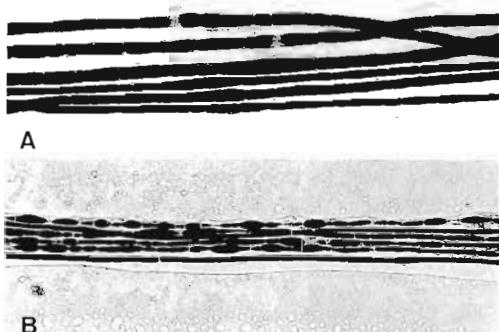


Fig. 14 Teased fiber preparations. The sciatic nerve 5 days after femoral lengthening of 20%, which was maintained 2 hours. A; Some fibers show paranodal demyelination. ( $\times 200$ ) B; The endoneurial tube is maintained in demyelinated fibers. ( $\times 100$ )

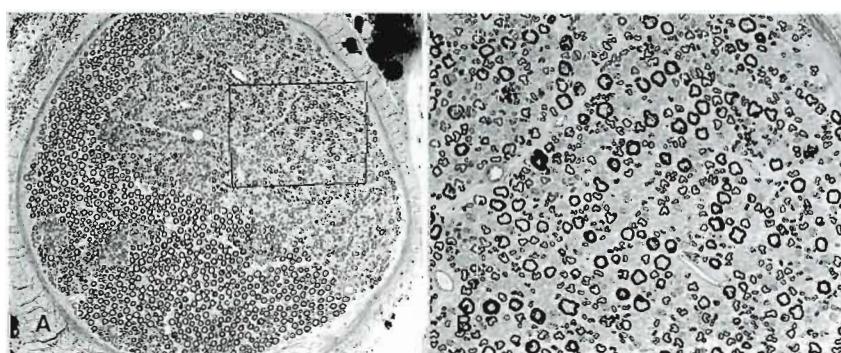


Fig. 15 Photomicrograph of a transverse section of the peroneal nerve 3 weeks after femoral lengthening of 20%, which maintained for 2 hours. A; There are two contrasting areas; one has a normal appearance and the other shows a mixture of large fibers and small fibers ( $\times 100$ ). The latter fibers seems to have regaenerated at high magnification in B (Toluidine blue.  $\times 400$ ).

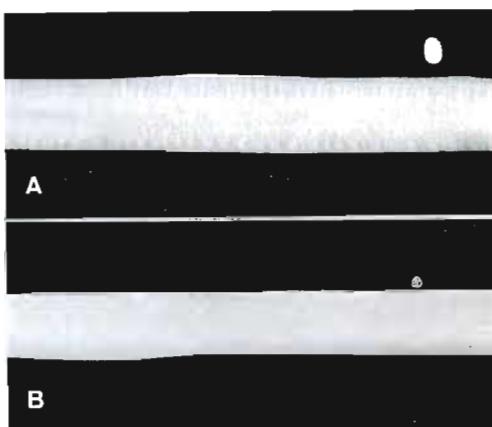


Fig. 16 A, Photograph of the spiral bands of Fontana. B, The spiral bands of Fontana disappeared when the nerve was elongated by 5%.

点があると考えられ、この値は臨界点として妥当であると思われた。

### 3. 神経伸長損傷の発現機序について

従来、伸長により神経に伝導遮断を生じているにもかかわらず明白な形態学的変化を同定することは困難であるとの意見が多かったが、Shneider<sup>19)</sup>はカエルの分離有髄神経を用いた実験から、輪間節（Ranvier 細輪間節）が伸長されたと報告している。

大腿骨 20% 延長により生じる神経伸長損傷では、心停止による神経の完全阻血群と電位変化を比較すると、より早く振幅低下を来たした（Table 2）。このことから急性伸長のきわめて早期に生じる電気生理学的変化の発現機序には、阻血因子よりも機械的因子がより大きく関与していると考えられた。

摘出神経の形態学的観察から神経を 8% 伸長したときに Ranvier 細輪部に緊張が加わり始め、12% 伸長時には細輪部が明らかに引き伸ばされていた。すなわち、Ranvier 細輪部の変化は電気生理学的臨界点と同じ伸長率で生じ始めており、形態学的臨界と電気生理学的変化が一致したことときわめて興味深い。

さらに 5 日群、3 週群において形態学的変化を認めたものでも、傍細輪部の変化が主体であり輪間節の変化はほとんど認めなかった。また histogram では髓鞘径の変化のみを認め、軸索径には変化がなかったことを合せて考えると、20% 伸長時の電位変化は Ranvier 細輪部の機械的变化が膜の興奮性を変化させたために生じたと考えられた。

### 4. 神経伸長損傷の様式について

大腿骨 20% 延長 2 時間群のほとんどの線維に Ranvier 細輪部の伸長をみたが、変性にいたる線維は少なく、大半は可逆的変化であった。神経伸長損傷の程度については個体間に差がありかならずしも一様ではなかったが、変性した線維でも endoneurial tube は保たれており、Sunderland 分類<sup>19)</sup>の I 度および II 度損傷の混在したものと考えられた。

伸長に対する大径線維と小径線維との易損性に関して、Sunderland<sup>19)</sup>は知覚障害は運動障害に先行するとして、小径線維の易損性を示唆している。20% 骨延長 5 日群、3 週群の大腿部における nerve action potentials は振幅の低下をみたが伝導速度はほぼ正常であり、形態学的にも大径線維は小径線維に比較して保たれているようであった。Landon<sup>14)</sup>は Ranvier 細輪間隙の線維直径に対する割合は小径線維ほど大きいとしている。伸長の主座が Ranvier 細輪部であると考えれば小径線維ほど障害を受けやすいと推察され、小径線維の易損性を裏付けるものである。

伸長の保持時間に関して、著者はすべての線維が変性に陥る前の状態を観察することを目的として 2 時間と設定したが、さらに持続した場合には、当教室長谷川ら<sup>10)</sup>は、20% 骨延長を 6~12 時間保持すると神経血液閥門が破綻し、さらに持続すれば Waller 変性が著明となり、このさいには阻血因子の関与が大きいと報告している。伸長損傷の程度は伸長率のみならず、保持される時間にも影響されると考えられた。

### 5. 急性伸長の安全域について

神経に加わった伸長は直接作用した部位にとどまらず広範囲に損傷を引き起こすとされている。しかし著者が行った比較的軽度の伸長では大腿部に加わった伸長は隣接関節を越えて神経根部、下腿部には直接影響を与えてはいなかった。神経周膜は関節近傍、とくに筋肉貫通部で厚く、神経上膜は周囲組織と密につながり固定されている。さらに関節周囲ではとくに大きい神経線維のうねり構造があるため、加えられた伸長力はこの部で減弱し、さらに伸長の加えられた部位のより中枢側および末梢側の伸びも加わることにより緩和されるが、主として隣接する関節近傍の固定部の間で作用すると考えられる。このため神経を直接取り扱う場合、各関節を可動域中間位に保つという前提があれば隣接関節間神経長の 8% 以下を急性神経伸長の安全域の指標とすることが出来ると考えた。

ヒトにおいても伸長という外力に対しては、関節近

傍にある entrapment point の大部分は構造上、固定点となりうるため類似の態度をとると推察された。

## VI 結 語

- 1) 末梢神経の急性伸長損傷における病態を解明する目的で家兎大腿骨を延長し、神経の周囲環境を可及的に温存しながら間接的に坐骨神経に伸長を加えるモデルを作製した。
- 2) 大腿骨 10% 延長時の神経伸長率は約 5% であり、20% 延長時の神経伸長率は約 12% であった。
- 3) 大腿骨 10% 延長時には電気生理学的および形態学的变化はみられなかったが、20% 延長時には伝導障害を認め、形態学的には Sunderland 分類の I, II 度損傷が混在したものであった。以上より大腿骨延長 10% と 20% との境界である神経伸長 8% を末梢神経損傷の臨界点と推察した。
- 4) 摘出神経の teased fiber 法による観察において、8% 伸長時から Ranvier 細輪部の形態学的变化が始まり、12% 伸長時には Ranvier 細輪部が引き伸ばされていたことより、電気生理学的変化と形態学的変化との相関を観察した。
- 5) 20% 延長における伸長早期の電気生理学的变化は、心停止による急性阻血群との比較から、阻血因子より機械的因素の関与が大きいと考えられた。
- 6) 5 日群、3 週群の電気生理学的ならびに形態学的観察から、伸長損傷においては大径線維より小径線維の易損性が高いと思われた。
- 7) 末梢神経は関節近傍で固定されていることが多いため、各関節を中間位に保った場合は、近接関節間神経長の 8% までを急性伸長の安全域のおおまかな指標とするとことができた。

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を頂いた小野村敏信教授に深謝いたします。また実験の細部にわたりご指導頂いた木下光雄講師に心からお礼を申し上げますとともに、終始ご鞭撻下さった阿部宗昭助教授に深謝いたします。さらに、こころよくご協力頂いた小田明彦先生ならびに研究室の方々に感謝の意を捧げます。

(本論文の要旨は第 1, 2 回日本整形外科学会基礎学術集会において発表した。)

## 文 献

- 1) 天谷信二郎：末梢神経牽引損傷に関する実験的研究 - 生体内牽引による神経外抵抗因子について。中部整災誌, 28 : 2199-2210, 1985.
- 2) Clarke, E., et al.: The spiral bands of Fontana. Brain, 95 : 1-20, 1972.
- 3) Denny-Brown, D., et al.: Effects of transient stretching of peripheral nerve. Arch. Neurol. Psychiat., 54 : 116-129, 1945.
- 4) Desaki, J.: The overall morphology of neuromuscular junctions as revealed scanning electron microscopy. J. Neurocytol., 10 : 101-110, 1981.
- 5) 土居宗算 他：末梢神経伸長損傷に関する実験的研究（第 1 報）。日整会誌, 61 : s 134, 1987.
- 6) 土居宗算 他：末梢神経伸長損傷に関する実験的研究（第 2 報）。日整会誌, 62 : s 164, 1988.
- 7) Dyck, P. J., et al.: Peripheral Neuropathy. 2nd ed., Saunders, Philadelphia, 789-823, 1984.
- 8) Glees, P.: Observations on the structure of the connective tissue sheaths of cutaneous nerves. J. Anat., 77 : 153-159, 1943.
- 9) Haftek, J.: Stretch injury of peripheral nerve. — Acute effects of stretching on rabbit nerve. J. Bone Joint Surg., 52-B : 354-365, 1970.
- 10) 長谷川利雄 他：末梢神経伸長損傷に関する実験的研究（第 3 報）。日整会誌, 63 : s 1130, 1989.
- 11) Hightet, W. B., et al.: The effects of stretching nerves after suture. Br. J. Surg., 30 : 355-369, 1943.
- 12) 飯塚 正：末梢神経誘発電位における阻血の影響—実験的ならびに臨床的研究。日整会誌, 58 : 307-322, 1984.
- 13) 石津恒彦 他：末梢神経伸長損傷に関する実験的研究（第 4 報）。日整会誌, 63 : s 1131, 1989.
- 14) Landon, D. N., et al.: Ultrastructure of the node of Ranvier. Nature, 199 : 575-577, 1963.
- 15) Lundborg, G., et al.: Effects of stretching the tibial of the rabbit. — A preliminary study of the intraneuronal circulation and the barrier function of the perineurium. J. Bone Joint Surg., 55-B : 390-401, 1973.
- 16) 真島英信：生理学。第 16 版、文光堂、東京, 76-84, 1973.
- 17) 中西孝雄 他編：臨床神経生理学入門。真興交易医書出版部、東京, 241-260, 1980.
- 18) 西尾昭彦：末梢神経の伸展性損傷に関する実験的研究。医学研究, 36 : 172-188, 1966.
- 19) Sunderland, S.: Nerves and Nerve Injuries. 2nd ed., Churchill Livingstone, New York, 151-157, 1978.
- 20) 山田 均：家兔坐骨神経の伸張と還元における電気生理学的ならびに形態学的变化に関する研究。日整会誌, 61 : 217-231, 1987.

## 抄録

### Laminin による再生神経の誘導

京都大学整形外科学教室

好井 覚・山室 隆夫  
北大路 正顕

Acceleration of Regenerating Nerve with Laminin

Satoru Yoshii, et al.

Department of Orthopaedic Surgery,  
Faculty of Medicine, Kyoto University

#### 目的と方法

切断された神経線維が再生する時その方向は細胞外に存在する神経軸索誘導性高分子により誘導される可能性がある。microspike と growth cone 近傍の物質との相互作用は再生軸索の方向と経路を決定する重要な因子である。切断された末梢神経線維は再生のために神経束の存在を必要とする。Schwann 細胞は macrophage に喰食されるが基底膜は筒状の足場として残る。再生軸索はこの足場を通って伸びる。基底膜の主要成分である糖蛋白、laminin が生体内で再生神経軸索を誘導することを確認するために以下の実験を行なった。10 μm 直径の polyethylene 線維 2000 本を一束とし長さ 10 mm、直径 1 mm の神経誘導子とした。室温下に polyornithine 溶液中に 24 時間おいた後、マウス EHS sarcoma より得た laminin 溶液中に 2 時間おいた。3 ヵ月齢の Wistar 系ラットの股部で坐骨神経を露出し、10 mm 同神経を切除した。上記の神経誘導子を坐骨神経の中枢及び末梢断端に 10—0 nylon 糸にて手術用顕微鏡下に端々吻合した。laminin 处理した誘導子を 6 匹に移植した。laminin 未処理の誘導子を 4 匹に移植し対照とした。4 週後屠殺し誘導子を摘出した。誘導子の中央部 1 mm を切除し透過電顕により軸索の再生状況を検討した。

#### 結果

Laminin 处理群では 6 匹中 5 匹で多数の有髓及び無髓の再生神経軸索を認めた。再生神経軸索の髓鞘は正常の髓鞘に比較して薄かった。対照群では 4 匹すべてで多数の collagen fibril, fibroblast, macrophage

を認めたが、再生神経軸索は全く認められなかった。

#### まとめ

今回の実験で laminin が再生神経軸索誘導に著しい効果を有する事実が明らかとなった。又マウスの laminin がラットの神経を誘導した点より一つの動物種の laminin が生体内で他の動物種の再生神経を誘導する可能性が示された。今回我々が作った新しい形の神経誘導子は末梢神経の長い欠損の架橋に応用が期待される。

### 神経変性および再生過程における神経細胞内

#### 骨格の経時的変化

筑波大学臨床医学系形成外科学教室

遠藤 隆志・光嶋 熨  
添田 周吾

Experimental Study of Neuronal Cytoskeleton:  
Its Change During

Takashi Endo, et al.

Department of Reconstructive Surgery,  
Institute of Clinical Medicine,  
The University of Tsukuba

#### 目的と方法

神経の変性および再生過程におけるニューロフィラメント、チューブリンなどの神経細胞内骨格の変化に関しては、その詳細は不明な点が多い。今回我々は酵素抗体法をもちいてそれらを観察し興味ある知見を得たので報告する。実験にウィスター系ラットの坐骨神経をもちい変性モデルでは、脱神経術 12, 24, 48, 72, 96 時間後に末梢側線と中枢側の神経を採取、免疫組織光顕および電顕的に観察した。一方再生モデルでは、神経縫合後 1, 2, 3, 4, 5 ヵ月後に末梢側と中枢側の神経を採取、免疫組織光顕的に観察した。

#### 結果

変性モデルでは、光顕的には脱神経 48 時間でニューロフィラメント、チューブリンとともに染色性的低下が認められ脱神経 96 時間では、ほとんどの軸索が empty axon に移行していく。これを電顕的に観察すると脱神経 48 時間にてニューロフィラメント、

チューブリンとともに突然モザイク状の局在をしめす様になり、その局在は時間の経過とともに染色性が弱まっていくようである。

再生モデルにおいては縫合後1ヵ月より末梢側においてニューロフィラメント、チューブリンとともに染色性の出現が認められる。この染色野は縫合後2~3ヵ月において、その数は減少するものの一つ一つのスポットとしては大きいものとなってきており、中枢側と末梢側での染色性の差はなくなる。

### ま と め

神経変性過程における経時的变化に関しては、光顯的には脱神経後48時間より始まり脱神経96時間ではほぼ完了するようである。電顯的にも同じ時期に突然モザイク状の出現が始まり、やがてこれらが染色性を失うようである。しかしこのモザイク状態のメカニズムは不明であり、これらの解明が今後の課題である。一方、再生過程における観察では縫合後1ヵ月においてすでに再生軸索は認められるものの、まだ未熟な軸索であり、成熟した軸索になるのは、縫合後3ヵ月頃よりと思われる。

### Degloving Injury における術式の選択

北里大学形成外科学教室

石原秀一・黄金井康巳  
安富義哲・伊藤正嗣  
塩谷信幸

Choice of Treatment for Degloving Injuries

Shuichi Ishihara, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine,  
Kitasato University

労働災害に伴う外傷のうち、Degloving Injury はまれではなく、術後の機能障害を残すことも多く、初療時の術式の選択、治療に難渋する。今回我々の経験した Degloving Injury に対し、その問題点と治療方針の臨床的検討を行った。

昭和56年4月から昭和63年10月までに北里大学形成外科において初期治療を行った Degloving Injury は48例であり、3例を除いて他の45例はすべて手の Degloving Injury であった。45例の内訳は男性41例、女性4例、年令は16才から60才で平均35才

であった。症例は受傷の範囲を指部に限局するもの、手掌、手背に限局するもの、手掌、手背から指間をこえて指部に至るものとの3つのグループに分類した。①指部に限局するものは16例で、剥脱部皮膚は完全に遊離し、このうち血管神経束が温存されていたのは2例であった。二次的な知覚再建の必要となった症例もあった。②手掌、手背に限局するものは12例で手掌、手背に限局する例のうち手掌手背の両面におよんだものは1例のみで、他の症例はどちらかに限局していた。皮弁形成術を行った例では、剥脱皮膚の挫滅もつよく、骨や腱の露出を伴ったため皮弁による被覆を必要としたもので、二次的な再建手術が必要となった。③手掌手背から指間に及ぶものは17例だった。剥脱皮膚の挫滅がつよく、初療時に一度覆わなければいけない場合が多く見られた。

一般に Degloving Injury の初療時の問題点として、剥脱皮膚の挫滅の判定に戸惑うことが多い。我々は手掌に対しては皮弁形成術を第一選択とし、剥脱皮膚の処置に関しては血流の判定が不確実な部位は広範囲に切除すべきと考える。以上の結果から、当施設における Degloving Injury に対する治療方針と機能的予後の検討を若干の文献的考察を加え報告する。

### 微小血管吻合による自家静脈移植の血管径と

#### 血管長の変化について

近畿大学形成外科学教室

橋爪慶人・磯貝典孝  
上田吉生・福西健至  
上石弘

Changes in Diameter and Length of the Autogenous Vein Graft Following Microvascular Anastomosis

Keito Hashizume, et al.

Department of Orthopaedic Surgery,  
Kinki University School of Medicine

### 目的

微小血管外科では自家静脈移植が頻用されている。この自家静脈移植は動脈系へ移植されることが多く、その際に移植にともなって血管径が増大することは経験的に認められている。しかし、この血管径の増大の割合や血管長の変化については不明な点が数多く残さ

れている。今回はこの点に着目し、検討を加えてみた。

## 方 法

実験動物には 96 匹の WKY ラットを用いた。移植血管として右浅腹壁静脈を採取し、対側の大腿動脈へ移植した。吻合には 11-0 ナイロン糸を用いて手術用顎微鏡下に行った。自家静脈片の血管径と血管長の計測は、採取前と動脈へ移植し血行再開通後に 0.1 mm 単位で行った。

## 結 果

動脈への移植にともない自家静脈片の血管径は  $1.16 \pm 0.10$  mm から  $1.25 \pm 0.08$  mm へ拡張し、血管長は  $5.1 \pm 0.64$  mm から  $9.0 \pm 1.20$  mm へ伸展していた。血管径、血管長とも危険率 1% で有意差を認めた。

## 考 察

自家静脈片の動脈系への移植にともなう血管径、血管長の増大については、詳細な検討は今までなされていない。今回の実験では、われわれが開発した最小目盛り 0.1 mm のスケールを用いて詳細な計測を行い、移植にともなう血管径と血管長の変化について検討を行った。その結果、血管径、血管長とともに有意に増大していた。この増大する原因については、血圧、動脈の長軸方向への張力、血管壁の伸展性など種々の要因が関与すると考えられた。今回は、本実験の詳細を報告し、伸展した原因についてのわれわれの考えを文献考察とともに報告したい。

## 手関節動態撮影の工夫

高知赤十字病院整形外科

西山 徹・平井 信成

高知医科大学整形外科学教室

貞広哲郎・野並誠二

近森病院整形外科

技重恭一

Radiological Assessment of Axial Dynamic  
Change of the Wrist by a Strong Grip

Toru Nishiyama, et al.

Department of Orthopaedic Surgery,  
Kochi Red Cross Hospital

## 目的

われわれは、手関節レ線計測値の加令変化について検討し、ulnar variance は加令に伴い増大し、手根骨は橈骨上を掌側、橈側に移動することを第 31 回日本手の外科学会において報告した。手関節ではグリップ動作による症状の誘発が多く見られる。従来、手関節は非荷重関節と考えられてきたが、われわれは手部の運動時において手関節部にかかる屈筋と伸筋のバランス、手関節にかかる軸圧によって生じる手根骨、遠位橈尺関節の配列の変化がこういった症状に関係しているのではないかと考え、今回軸圧を考慮した動態撮影を試みたので報告する。

## 方 法

手関節部に症状がない 20 才から 25 才のボランティアの看護婦 9 名・18 手関節の健常者に対して軸圧を考慮した動態撮影を行った。撮影は前腕回旋中間位・手関節中間位で木の棒を握らせ、棒を軽くつかんだ状態（非負荷群）と、手が振るえない程度にできるだけ強く木の棒をつかんだ状態（負荷群）でそれぞれ正面・側面 2 方向撮影を行った。計測値はパソコンによる統計処理を行った。

## 結 果

手根骨に軸圧が加わると月状骨の掌背屈が強調されるが、全体としては舟状骨と月状骨が一定の角度を維持しつつそれぞれ掌屈する。さらに月状骨の掌屈の大きなものはほど舟状骨の掌屈が強く、舟状骨月状骨間角が小さくなる。また、手根骨は尺骨骨頭は橈骨に比し相対的に突出する。この変化は従来の ulnar variance の計測法よりも橈骨手根関節の軟骨の厚さを反映すると思われる Palmer's index において顕著に認められる。

## 考 察

軸圧が橈骨手根関節に対してかかると橈骨の見かけ上の短縮が生じ、この繰り返しが、前回報告したような加令によって観察された ulnar variance の plus 方向への推移の一成分ではないかと考える。

## 骨片を伴った mallet finger に対する

### 新しい治療法

福岡大学整形外科学教室  
 飯田博幸・尾上英俊  
 有永誠・田原敬士  
 高岸直人

### A New Procedure in Treating Mallet Finger with Bony Fragment

Hiroyuki Iida, et al.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine,  
 Fukuoka University

#### 目的

Mallet finger は日常よく見られる指の外傷である。その治療は一見容易であるが、かならずしも満足行く結果ばかりではない。とくに関節面の 1/3 以上を占める骨片を伴うものや骨片の転位があり亜脱臼傾向にあるものは手術の適応とされているが、その困難さを裏付けるかのごとく数多くの固定法が報告されている。pull-out wire 法や tension band wiring 法に代表される観血整復固定では手技の煩雑さ、患者への侵襲、爪の変形、術創による問題などの欠点を見られる。これに対し pinning 法では充分な整復が得にくいことや、関節固定用の pin による問題などの欠点がある。

演者らは経皮的 pinning を改良した新しい固定法を考察し 20 例に応用して良好な結果が得られたので報告する。

#### 対象および方法

digital block 下に末節を充分牽引屈伸し拘縮を取る。消毒後透視下に指背から 0.7~0.9 mm のキルシュナー鋼線を骨片にあて骨折部に押し込むようにして刺入し骨片と末節骨を固定する。この鋼線を刺入部から数 mm のところで少し曲げ中節背側の皮膚に紺創刀で固定する。鋼線のしなりとてこの作用で末節骨は適度の強さで伸展整復位に保持される。4~5 週でキルシュナー鋼線を抜去し自動運動を開始する。20 例に本法を行った。年令は 10 才から 53 才（平均 23 才）。受傷から治療までの期間は 3 日から 3 ヶ月（平均 24 日）であった。

#### 結果

比較的陳旧例が多くたにもかかわらず良好な結果であった。extension lag は 3 例に見られたがいずれも

10° 以下の可動域の平均は 57° であった。取り立てて合併症もなく患者の満足度は高かった。

本法は手技が容易で日常の診療に役立つと思われる所以報告する。

### Reflex Sympathetic Dystrophy の 神経ブロック療法

東京慈恵医科大学麻酔科学教室

若杉文吉

### Nerve Blocking Therapy for Reflex Sympathetic Dystrophy

Bunkichi Wakasugi

Department of Anesthesia, The Jikei University,  
 School of Medicine

ペインクリニックにおける手の痛みで、最も重要視しているのは reflex sympathetic dystrophy RDS である。それはひとたび完成された RSD はきわめて重症で治療困難である。最善の対策は RSD に進展しないための予防であって、それには神経ブロック療法、就中交感神経節ブロック療法が効果的だからである。とくに手の痛みに対しては、早期から星状神経節ブロック療法が積極的に行える点が大きな利点であり特徴である。

手の RSI は次のいくつかの原因で起こり得る。

①外傷、②切断、③注射、④手術、⑤帯状疱疹、⑥脳血管障害、⑦脊椎疾患などである。この中ペインクリニックで多いのは、外傷手術による、また疾患としては何といっても帯状疱疹によるいわゆる帯状疱疹後神経痛である。

RSD の発症機序は、末梢説から中枢説まであるがなお明らかでない。最近中枢説を考える研究者が多くなっている。

交感神経が RSD に関与していることは古くから知られている。事実痛みの悪循環から交感神経の過緊張、異常興奮が関与していることは否定できない。RSD の予防と対策：①痛みにも早期診断（RSD の可能性）、早期治療が必要である、②どんな外傷や手術でも、難治な RSD になり得ることを常に念頭におく、③痛みを無視せず、我慢させない

RSD の神経ブロック療法：①星状神経節ブロック療法、②硬膜外ブロック療法（一回法、持続法）、③胸

部交感神経節ブロック療法, ④局所静脈内交感神経グロック法, ⑤硬膜外電極埋め込み法

RSD の薬物療法 : RSD の発作痛には抗けいれん薬

が有効で, 持続痛に対して三環系抗うつ薬とマイナートランキライザーが用いられている.

## 第 32 回日本手の外科学会 昭和 63 年度第 3 回運営委員会議事録

- 会長：鈴木勝己 副会長：矢部 裕  
 日 時：平成元年 5 月 10 日（水）14:00～16:00  
 場 所：北九州プリンスホテル 1F 「うめ」の間  
 出席者：石井清一・生田義和・上羽康夫・杉岡洋一  
           田島達也・三浦隆行・室田景久・山内裕雄  
           （特別顧問）中野謙吾・野村 進  
           （監 事）高岸直人・鳥山貞宜
1. 鈴木会長より今会期の報告がなされた。  
 今会期は、学会の基調を「手と職業」ということで進めた。  
 演題採用状況、シンポジウム、特別講演等については前回の運営委員会にて報告した通りである。  
 また、第 31 回での試みの、モーニングセミナーは、アンケート等の意見により、引き継いで行うこととした。
  2. 杉岡委員より、日本手の外科学会、国際手の外科連合の昭和 63 年度庶務報告、決算報告、および日本手の外科学会の平成元年度予算案についての説明があり、高岸監事より監査報告が加えられた。
  3. 次期会長の承認と次期副会長選出の件  
 次期会長には現副会長矢部裕教授を候補に推薦し、次期副会長候補者としては、評議員から推薦のあった以下の 9 名（敬称略）について評議員会で諮詢することとなった。
    - 1) 渡辺好博 2) 小野啓郎 3) 石井清一 4) 生田義和 5) 上羽康夫 6) 小野村敏信 7) 杉岡洋一 8) 黒川高秀 9) 矢部裕
  4. 名誉会員、特別会員推薦の件  
 前回より検討のごとく、以下の名誉会員 4 名、特別会員 1 名の先生方を推薦することとする。  
 名誉会員：田島達也先生、野村進先生、中野謙吾先生、増原建二先生  
 特別会員：榎田喜三郎先生
  5. 各種委員会報告について  
**機能評価委員会**  
 経過報告と、今後の活動について説明がなされた。  
 今後の活動としては、炎症、先天異常等に関しての評価検討の他、手の機能の計測器具について整備し、会員に広く使用できるような「検査器具セッ

ト」を整備すること、また、評価案が決定された後は、日本国内の複数の施設に評価案のモニターを依頼し、検討してもらうことなどの提案が出された。

### 用語委員会

用語集発行については、何回かに分けて、日本手の外科学会誌に掲載し、会員全体への還元をはかり、単独用語集としては、予約制をとるなどして、希望者に有料で配布してはどうかなどの意見が出された。

そのほか、プログラム委員会、編集委員会、教育研修委員会について経過報告がなされた。

6. IFSSH 理事会(1988 年 9 月 15 日開催、1989 年 4 月 10 日開催)の報告と米国における手の外科専門(認定)医制度について、田島先生より説明がなされた。
7. 評議員選考について  
 前回までに検討されたごとく、平野英二先生と坂田惣教先生を新評議員として推薦することが確認された。  
 また、選出規定の検討については、委員会を作った方がよいかどうかの意見が出されたが、しばらくは運営委員会を中心に検討していくこととなった。
8. 評議員提出議題、総会提出議題について説明がなされ、打ち合せがおこなわれた。
9. 第 33 回日本手の外科学会予定について  
 会期：平成 2 年 5 月 17 日（木）学術集会  
           18 日（金）学術集会  
           19 日（土）教育研修会  
 場所：虎の門 国立教育会館  
 シンポジウム：麻痺上肢の機能再建  
 末梢神経の基礎的問題
10. その他
  - ・日本の外科学会会員名簿について  
 現在作成中で、初校正の段階である。
  - ・ハンドセラピィ学会設立について  
 第 1 会学術集会開催の案内と、学会発足趣意書の紹介がなされた。



## 第 33 回日本手の外科学会 平成元年度第 1 回運営委員会議事録

会長：矢部 裕 副会長：渡辺好博  
 日時：平成元年 7月 29日（土）16:00～18:00  
 場所：ホテルオークラ（東京）  
 出席者：生田義和・石井清一・杉岡洋一・鈴木勝己  
     三浦隆行・室田景久・矢部 裕・渡辺好博  
     （特別顧問）田島達也  
     （監事）高岸直人・鳥山貞宜

1. 第 33 回日本手の外科学会学術集会について

- 1) 学会予定  
 平成元年
 

6月	各種委員会委員、評議員委嘱状 発送
7月 29日（土）	第 1 回運営委員会 16:00～18:00（東京：ホテル オークラ）
11月 15日（水）	演題募集第 1 次締切
12月 15日（金）	演題募集第 2 次締切

 平成 2 年
 

1月 13日（土）	プログラム委員会 9:00～14:00 (東京：東京ステーションホテ ル)
	第 2 回運営委員会 16:00～18:00 (伊豆：修善寺温泉)
5月 16日（水）	第 3 回運営委員会 14:00～16:00 (東京：ホテルオークラ)
	評議員会 16:00～18:00 (東京：ホテルオークラ)
	日本ハンドセラピィ学会 (東京：国立教育会館)
5月 17日（木）	学術集会 9:00～18:00（〃）
5月 18日（金）	学術集会 9:00～18:00（〃）
5月 19日（土）	教育研修会 9:00～17:00（〃）
- 2) モーニングセミナー  
 アンケート調査では今後も続けてほしいとの意見  
が多いが、学会会場の都合により今回の実施は無理である。
- 3) シンポジウム：2題
  - A. 麻痺上肢の機能再建（座長：山内裕雄先生,

伊藤惠康先生)

- 山内先生より、5月 20 日～21 日に行われる国際シンポジウムと関連させてもよいのではないかとの意見もでている。
- B. 末梢神経の基礎的問題（座長：平沢泰介先生,  
内西兼一郎先生）
- 4) 外人招待講演  
 30 分～40 分程度で Dr. Milford 他 2～3 名程予定。
- 5) パネル  
 機能評価案の評価（座長 生田義和先生）
- 6) 特別講演  
 「日本手の外科学会のあり方、役割」（演者：田島  
達也先生）  
 学会として、学術面の向上を目指すだけでなく、  
 社会的面、専門医との兼ね合い、底辺の拡大、卒  
 後教育の問題などをふまえて、学会のあり方を検討。
- 7) 末梢神経を語る会  
 基礎的な問題
- 8) 腕神経叢に関する国際学会  
 日時：5月 20 日（日）～21 日（月）  
 場所：プレスセンターホール  
 参加費：3 万円程度

2. 第 32 回学術集会に関するアンケートについて

- モーニングセミナーについて、必要との意見が  
67% であったが、今回は前述の通り場所的な問  
題で実施しないことにする。
- 教育研修会については、新鮮外傷の処置、手の  
骨折・脱臼・捻挫、腱移行による再建、リハビ  
リテーションなどの希望が多いようなので、こ  
れをふまえて教育研修委員会に検討してもらう  
ことにする。

3. 各種委員会の委嘱について

- 運営委員会において、新しく渡辺好博先生に加  
わっていただき、また、特別顧問を田島達也先  
生にお願いした。
- 機能評価委員会で、二ノ宮節夫先生のかわりに、  
児島忠雄先生に入っていたいただいた。
- プログラム委員会には東京周辺の地区の先生 12  
名に依頼し、マイクロ神経関係 3 名、骨関節関  
係 3 名、その他の外科 3 名に入ってもらっている。
- その他の委員会は、例年どうりである。ただ、  
現在、教育研修委員会と、編集委員会には、運

営委員が入っていないが、運営委員とは日整会でいう理事のようなものであるので、この2つの委員会にも運営委員が入っていたほうが、連携プレーがとりやすいのではないかと考える。この点は今後の検討課題とする。

#### 4. 名誉会員、特別会員の推薦について

長崎大学難波雄哉先生を特別会員に推薦する予定である。

#### 5. 各種委員会について

##### 用語委員会

用語集を第33回学会まで出版できるよう計画をすすめている。

大きさはB6版で300ページ程度のもの。欧和編、和欧編、漢名語編、略語編で構成し、価格は1,000円～1,500円ぐらいを考えている。会員に目を通してもらう意味で、今年度2回ぐらいにわけて、欧和編だけを雑誌の巻末に掲載すると同時に、評議員の中から10名ぐらいの方を選んで、集中的に検閲をお願いする。

販売に関しては、日手会誌、日整会誌、日本形成外科学会誌に案内を出し、ある程度、予約制をとるようにする。

##### 機能評価委員会

今までにかなりのところまで評価案ができているが、今後は炎症、おもに、リウマチ、先天奇形、麻痺手、腕神経叢麻痺、循環障害などに対する評価案もつくるべきとの意見があるので、さらに検討を続けていく予定である。また、会員からの意見をきくために、日本手の外科学会機能評価委員会案として、チャートをつくって、各施設に送り、実際にモニターとして意見をうかがう。また、学会期間中に機能評価委員会の経過、意味、あるいは評価案そのもの提示して、討論の場を設けることを予定している。

#### 6. 評議員の選出内規について

定数150名というのは、日本医学会分科会全体の統計からみても、適當ではないかと考える。

現在のところは、150名までは、現基準を満たす者は推薦を受け付け、運営委員会で、所属、地区、業績などを考慮して検討することにする。しかし、この評議員選出基準の問題は、今後の日本手の外科学会の進むべき道にも関わってくる問題であるので、評議員選出内規検討のための小委員会をつくり、1年～1年半ぐらいかけて、じっくり検討していくことにする。

尚、この小委員会は、以下の先生方で構成する。

矢部 裕先生、三浦隆行先生、鈴木勝己先生  
渡辺好博先生、山内裕雄先生、杉岡洋一先生

#### 7. 本部からの報告

IFSSHへ会費および名簿送付、日手会誌第6巻1号～2号への掲載内容について報告がなされた。

また、日手会誌投稿規定第10条について、一部改訂することが認められた。

改訂：引用文献の雑誌標題のあと、単行書書名のあとは「、」から「.」とする。

#### 8. その他

・国際手関節シンポジウムについて  
三浦隆行先生より次の報告があった。

会期：平成3年3月6～8日

招待講演：代表的なひとと10名ぐらいを予定。

その他：一般演題、レクチャー、シンポジウムを予定。

・外国人の日本手の外科学会入会希望について  
現在、日本手の外科学会の会則には、入会資格として、医師であること、会員2名の推薦があることとしか定められていない。

「医師であること」は、「日本の医師免許をもつた医師」と解釈することとし、外国人の入会に関しては、ある程度基準をつくるべきであるとの意見が出された。

## 第6卷 人名総索引 (五十音順)

## 【ア】

青木光広 78, 485  
 赤坂嘉久 998  
 赤堀治 473, 913  
 秋野龍明 107, 185  
 梶山富太郎 437  
 浅井浩 377  
 浅井正大 524  
 薩田浩 266  
 東文造 569  
 麻生邦一 941  
 阿部正隆 26  
 阿部宗昭 401, 462  
 天野正文 202  
 天野力郎 884  
 新井堅 174  
 荒井孝和 21  
 新井健 1  
 新垣晃 228  
 荒巻哲夫 513  
 有賀毅二 189, 862  
 有沢信義 513, 667  
 粟国順二 351  
 安藤正 660  
 安藤則行 216  
 安藤義博 41

## 【イ】

一色信彦 170  
 飯島謹之助 546, 807  
 飯田伊佐男 817  
 飯野龍吉 573  
 生田義和 103, 145, 634, 842,  
               871  
 池上博泰 509  
 池田章 842  
 池田和夫 6  
 池田清 30  
 池田宏 335

池田全良 11, 417  
 石井清一 78, 140, 198, 481,

485

石川浩三 211  
 石黒隆 509

石突正文 21, 87, 253, 586  
 石橋昌則 582

市川亨 159  
 伊地知正光 759, 920

井手隆俊 884  
 井出千束 26

伊藤聰一郎 21, 87  
 伊藤惠康 159, 394, 509, 546,

629, 663

糸賀英也 177, 826  
 稲垣克記 49, 456

稻垣稔 888  
 稲田有史 220, 853

稻波弘彦 649  
 井上五郎 243, 713, 731, 745,

832

井上貞宏 727  
 井上猛 207

井上尚美 920  
 井上久 351

井上博 654, 722, 929  
 井上裕史 537

伊原公一郎 107, 193, 257, 406  
 井原成男 759

茨木邦夫 228  
 今井孝行 82

今井望 11, 417  
 今井春雄 364

今枝敏彦 243, 247, 713, 731  
 今給黎篤弘 355

今村宏太郎 437, 598  
 今村貴和 794

岩沢幹直 876  
 岩瀬六郎 569

岩田清二 663  
 岩田清二 663

## 【ウ】

植野満 386  
 薄井正道 78, 140, 198, 485,

924

内尾祐司 41  
 内田満 1015

内田芳雄 373  
 内西兼一郎 1, 386, 394, 509,

546, 663, 807, 888,  
               945

内山茂晴 494, 770, 779  
 梅藤千秋 453

浦部忠久 159

## 【エ】

江川雅昭 830

遠藤利彦 836  
 遠藤陽一 1015

## 【オ】

王享弘 784

大木恵 351

扇内幹夫 672, 689

大久保康一 234, 681, 1006

大塩至 798, 803

太田市郎 74

大滝長門 34, 238

大塚守正 211

大友正孝 499

大成浩征 590

大西秀樹 577

大野貴敏 524

大原義雄 537

大朏則子 390

大平卓 717

大森祐宏 606

岡島一郎 677

岡島行一 573

岡田邦彦 382

岡本仁志	11, 417	龜山真	663	郡家則之	598
岡義範	11, 417,	嘉陽宗俊	228		
岡義春	920	狩山憲二	111	【コ】	
小川祐一郎	224	河合栄藏	641	小嵐正治	355
小川豊	211	河合伸也	107, 185, 193, 257, 406	小池毅	382
小川亮恵	562, 590	河井秀夫	754	光嶋勲	54, 58
沖永修二	369, 422	川口幸義	437	柑本晴夫	468
荻荘則幸	448	川西弘一	181	黄文欽	181
荻野利彦	177, 750, 788, 798, 803, 826, 1024, 1031	川野壽	519	小酒井治	533
荻野洋	505	河野正明	111	児島新	562, 590
荻原義郎	577	川満政之	641	児島忠雄	82, 224, 836, 1015
奥江章	941			古瀬洋一	95
奥田敏治	694	【キ】		小立健	1015
奥田仁志	775	許田和義	867	小林明正	443
奥田良樹	377	木内哲也	115	小林晶	784
奥津一郎	331, 949	木口英子	867	小林茂夫	519
奥坊康士	207	木佐貫修	412	小林誠一郎	189, 862
小倉丘	473	木島秀人	34	小林昌幸	1024
落合直之	422, 426	北野継武	99, 505	小柳文人	722
越智隆弘	569	北山吉明	812	近藤喜久雄	905
小野村敏信	401, 462	木戸健司	406	近藤稔	941
【カ】		城戸正喜	335, 616	後藤博史	654
		木梨博史	335, 616	後藤三晴	335
		木下洋	82	後藤元徳	784
貝原信紘	174	木野義武	857, 905	【サ】	
垣淵正男	558	紀平昌保	857	崔浩生	390
笠井勉	857, 905	金吉男	660	斎藤覧	494, 770
梶彰吾	542, 740	【タ】		斎藤誠也	390
加地浩	924	久我哲也	920	斎藤則夫	87
梶原宗介	234	草野恒輔	238, 847	斎藤英彦	448, 528, 847
春日雅人	234	草野望	238, 847	酒井和裕	193, 406
片岡康文	920	草山毅	417	堺慎	78
勝見政寛	364, 528	楠正敬	95, 490, 594, 611, 641, 817	坂田悍教	606
勝見泰和	775	楠瀬浩一	533, 933	坂野真一	586
香月憲一	490, 594, 611, 817	工藤章裕	481	坂本和陽	468
加藤貞利	645	国府田稔	82	佐久間隆	177
加藤征	836	久保木芳徳	481	櫻井忠義	929
加藤隆史	649	久保田耕造	850	桜井実	339, 346
加藤博之	177, 750, 788, 798, 803, 826, 1024, 1031	隈部泰男	694	酒匂崇	638
金子信之	165	栗本砂里奈	224	佐々木齊	788
嘉村親芳	699	桑田喜紀	377	笹内信行	412
				佐々木孝	629, 663
				貞広哲郎	430

佐藤理 606  
 佐藤勤也 115, 359, 705  
 佐藤寿一 453  
 佐野圭二 355  
 澤泉雅之 140, 924

## 【シ】

Sidney B. J. 953  
 Syed S. A. 740  
 朱尚孝 41  
 庄野正生 181  
 重富充則 185  
 柴田圭一 369  
 柴田徹 99, 505  
 柴田大法 111  
 柴田実 238, 448, 847

柴田義守 694  
 嶋田隆夫 91  
 島田比呂志 641  
 島津晃 95, 594, 611, 817  
 清水泉 331, 649  
 清水浩 468  
 清水弘之 266  
 下村哲史 582  
 下村裕 468  
 下村義文 717  
 白石衛二 909  
 白石仁志 359, 705  
 白岡格 111  
 代田雅彦 850

## 【ス】

末永隆二郎 929  
 菅野博 562  
 菅又章 867  
 須川勲 850  
 杉岡宏 369  
 杉岡洋一 174, 373  
 杉原俊弘 266  
 杉本良洋 494, 1031  
 鈴木勝己 699, 763, 899  
 鈴木潔 243, 745  
 鈴木茂彦 170  
 鈴木孝宏 705

鈴木康 524  
 鈴木祐司 456  
 関田潤 382  
 【セ】  
 関口順輔 189, 862  
 関利明 34, 448, 909  
 瀬理純 775  
 瀬分厚 871

## 【ソ】

添田周吾 54, 58  
 添田晴雄 211  
 園田潤 577

## 【タ】

高橋定雄 660, 899  
 高橋智子 850  
 高橋信行 876  
 高橋文人 165  
 高橋雅足 390, 456  
 高橋正憲 386  
 高畑智嗣 1024  
 高原政利 788, 798, 826, 1024  
 高松浩一 247  
 高見博 660, 899  
 高山真一郎 1, 394, 546, 629  
 高山俊明 355  
 灑川宗一郎 689  
 灑森護 67  
 武内正典 228  
 武川幸男 234

武田修一 21  
 竹光義治 453  
 田崎憲一 386, 888  
 田嶋光 717  
 田島克巳 26  
 田島達也 34, 62, 448, 528,  
               909  
 多田浩一 99, 505  
 多田秀穂 770  
 多田博 453  
 館野勝彦 513  
 立花新太郎 422, 426

田中寿一 685  
 田中清介 554  
 田中宏明 699  
 田中吉政 120, 731  
 田尻康人 369  
 谷口泰徳 145, 871  
 谷口良樹 594  
 田原由子 537  
 玉井進 181, 220, 412, 853,  
               983  
 玉西利範 103  
 田丸幸一 107, 193, 257  
 田村守 17  
 植井隆 331, 649  
 湯錦波 485

## 【チ】

長文昭 26  
 千葉剛次 598

## 【ツ】

塙田貞夫 812  
 塙本行男 499  
 津下健哉 145, 565, 871  
 枝植哲 713  
 辻美智子 681  
 土屋一郎 513, 667  
 坪健司 202, 262, 727  
 露口雄一 74  
 鶴上浩 735

## 【テ】

寺嶋博史 67, 573  
 寺田歩 638  
 寺山和雄 779

## 【ト】

藤哲 202, 262, 727  
 遠山稿二郎 26  
 外川宗義 807  
 時岡孝夫 775  
 德永邦彦 847  
 德永純一 784  
 德橋泰明 115

富田泰次	17, 165, 681	鳴海篤志	867	林れい子	876
鳥山貞宣	519	南條文昭	879, 916, 937	林田賢治	569
土井一輝	107, 185, 193, 257, 406, 994	難波雄哉	542, 740	原徹也	49, 390, 456
土井田幸郎	477	【二】		原田征行	202, 262, 727
土井照雄	74	西源三郎	694	飯田剛	339, 346
土居宗算	401, 1041	西川真史	202, 262	朴修三	850
土肥恒夫	401, 462	西川正治	562	【七】	
【十】		西村龍彩	577	百武康介	722
Najam A.S.	884	西山徹	430	百武進	722
内藤貴文	198	二ノ宮節夫	331, 649	稗田寛	654
直野敬	941	【ヌ】		日高典昭	216
仲尾保志	1	沼本秀樹	45	飛弾進	394
中川種史	426	【ホ】		日野洋介	207
中川照彦	87	根来秀明	685	平澤精一	67
中島民治	763	根本孝一	582	平澤泰介	377, 775
中島幹雄	401	根元純一	115	平瀬雄一	224, 836
中土幸男	494, 770, 1031	【ノ】		平田仁	577
中野彰夫	554	野田好矩	542, 740	平野明喜	542
中野利彦	685	埜中征哉	11	平野英二	598
中原慶亮	727	野並誠二	430	平山隆三	453
中村潔	879	信田進吾	339, 346	廣谷速人	41
中村俊夫	629, 888	野村進	6	【フ】	
中村信之	17	野本栄	253, 586, 602	深沢直樹	667
中村正則	660	【ハ】		福居顯宏	220, 853
中村隆二郎	262	【八】		福井博雅	103
中村夢吾	243, 247, 713, 731, 745, 832	服部敏	694	福島賢三	490
中本俊毅	490, 611, 817	服部順和	857, 905	福島美歲	709
長岡孝恭	462	橋本節男	519	福田和彥	513, 667
長岡正宏	359, 705	橋本二美男	6	福田眞輔	477
長尾悌夫	266	長谷健司	91	福原千史	822
長沢謙次	822	長谷川淳一	34	福元敬二郎	784
長沢正彦	582	長谷川徹	216	福本恵三	82, 836
永嶋和男	672, 689,	畠野栄治	103	藤井徹	542, 740
長嶋和郎	803	羽鳥正仁	339, 346	藤川昌和	558
長谷芳文	598	浜田宣和	842	藤澤幸三	577
永田善之	672	浜田良機	884	藤田晉也	677
長野昭	422, 426	浜中一輝	331	藤田資文	477
長野芳幸	638	浜中宏	170	藤巻悦夫	49, 672, 689
名村臣夫	590	林淳二	634	二見俊郎	131, 443, 499
成澤弘子	62	林博之	224	舟波達	359
鳴嶋真人	490			古川昭栄	17
				古川英樹	763

古田 淳 876  
古屋 光太郎 21, 87, 253, 586

## 【ヘ】

別当 武治 681  
別府 諸兄 266

## 【ホ】

北條 晖幸 763  
外間 浩 228  
保坂 正人 494, 770  
細江 英夫 30  
細川 正人 91  
佛淵 孝夫 174  
堀 宗敏 857, 905  
堀内 行雄 1, 546, 629  
本田 敬宜 6  
本間 生夫 49  
本間 浩樹 924

## 【マ】

前田 登 731, 745  
前田 昌己 220, 412  
前田 求 558  
牧 信哉 638  
榎田 淳一 426  
牧野 惟男 867  
牧野 直樹 247  
牧 裕 62, 364  
政田 和洋 569, 754  
正富 隆 754  
舛田 和之 481, 485  
町田 拓也 382  
松井 猛 382  
松尾 清 876  
松尾 隆 433  
松崎 昭夫 335, 616  
松下 哲也 558  
松田 和浩 433  
松田 智夫 565  
松田 英雄 95  
松田 宗久 91  
松田 芳郎 111  
松永 隆信 30, 524

松峯 昭彦 74  
松村 崇史 807  
松本 圭司 477  
松本 忠重 689  
松元 司 351  
松本 昇 394, 807  
松本 維明 558  
馬淵 清資 443

## 【ミ】

三浦 隆行 243, 247, 713, 745,  
794, 832  
三浦 直彦 759, 763  
三浦 幸雄 355  
三上 容司 422  
三島 真一 759  
水関 隆也 565  
水本 茂 220, 412, 853  
三浪 明男 177, 750, 788, 798,  
803, 826, 1024,  
1031

## 【ム】

三浪 三千男 645, 750  
三原 公彦 551  
宮川 忠彦 165  
宮坂 芳典 339, 346  
宮沢 誠 513, 667  
宮島 茂夫 590  
宮島 良博 565  
宮地 良樹 170  
宮原 寿明 174

宗重 博 103, 634  
宗田 大 253  
宗友 和生 735  
村上 恒二 145, 634, 871, 986  
村上 元庸 477  
村島 隆太郎 456  
連 美知子 685  
村瀬 剛 99  
村田 英明 565  
村田 彌恵子 45  
村松 慶一 185  
室田 景久 17, 165, 234, 681

## 【モ】

馬渡 正明 174  
茂木 定之 822  
茂木 政和 67  
望月 由 634  
茂手木 三男 67, 573  
本宮 由貴 1015

森 清 62, 847  
森岡 英雄 159  
森澤 豊 430  
森須 正孝 573  
諸橋 政樞 70

## 【ヤ】

矢島 弘嗣 181, 412, 853  
保井 明泰 377  
安井 夏生 468  
安田 金蔵 735  
安野 義昌 924  
保脇 淳之 554  
柳田 雅明 582  
梁瀬 義章 554  
矢部 裕 159, 509  
山内 裕雄 45, 533  
山上 繁雄 672  
柳原 泰 533  
山口 和正 437  
山口 卓夫 351  
山口 利仁 884  
山崎 潤 645  
山崎 晴彦 554  
山下 仁司 685  
山下 元吉 198  
山田 純司 594  
山田 直人 699  
山中 一良 386, 888  
山中 健輔 654  
山野 廣樹 207, 216  
山本 浩司 754  
山本 精三 369  
山本 利美雄 754  
山本 仁 909  
山本 博司 430

山本 真 499  
 山本 学 257, 562  
 山脇 慎也 198

## 【ユ】

湯上 博 6  
 行岡 正雄 74

## 【ヨ】

横井 達夫 524  
 横田 良二 533  
 吉岡 伸高 170  
 吉田 建志 481  
 吉田 健治 654

吉田 研二郎 611  
 吉田 竹志 99, 505  
 吉田 昌司 641  
 吉田 芳信 211  
 吉津 孝衛 62, 364, 528, 1011  
 吉村 光生 91, 990  
 吉本 博 462  
 米本 光一 443

## 【ヲ】

頼 輝助 433  
 【リ】  
 龍 順之助 519

李 善介 95

## 【ワ】

若林 健 359  
 若林 伸之 131, 443, 499,  
 渡辺研二 238  
 渡辺宏之 677  
 渡辺博義 207, 216  
 渡辺政則 364  
 渡辺美由紀 189, 862  
 渡捷一 145, 822  
 和田栄二 30  
 和田秀敏 551

## KEY WORDS INDEX

[ A ]	axonal regeneration transport	17 54
ADL	562	
ADL disturbance	638	
APL tendon	443	
ATP	165	
ATPase	159	
abdominal pedicle flap	857	
abductor pollicis longus	448, 473, 763	
activities of daily living	634	
acute flexor tenosynovitis	382	
adhesion formation of digital tendon injuries	481	
adhesions	485	
allograft	26	
amelanotic melanoma	542	
amputated limb	170	
amputation	905	
of digit	67	
neuroma	70	
anatomical observation	131, 499	
anatomy	473, 763	
angiography	812, 924	
animal bite	740	
experiment	45	
anomaly of the hand	798	
anomaly/hand	45	
anterior interosseous artery	847	
nerve	82	
antithrombotic agents	220, 983	
arachnodactyly	826	
arthroscopic examination	253	
surgery	262	
arthroscopy	257	
of the wrist	262	
associated anomalies	788	
athetosis	437	
augmentation tenodesis	709	
autogenous graft	1011	
autoradiography	477	
avulsion	216	
[ B ]		
Beals syndrome		826
basal lamina		26
basement membrane		21
biomechanics		611
birth palsy		456
bite injury		740
bone and soft tissue tumor		198
graft		193, 754
scintigraphy		185
brachial birth palsy		394
plexus		417, 430
injury		390, 401, 406, 422, 426,
palsy		456, 998
brachydactyly		412
brachymesophalangia V		817
buckle transducer		586
burned hand		867
[ C ]		
cadaver specimens study		602
callotasis		462
callus distraction		468
calvarial bone		876
camptodactyly		826
carpal alignment		594
bone		722
canal pressure		331
instability		594
tunnel syndrome		331, 364, 369, 373, 382,
		386, 537, 638, 920, 949, 1015
carpometacarpal joint		562, 705, 722, 763
causalgia		78, 87, 913
treatment		103
cerebral palsy		433, 437
child		490

child's fracture	681	cytosine arabinoside	798
children	494	cytoskeleton	54
chipping hammer	929		
chronic ischemic disease	91		
cineradiography	594	Darrach procedure	569
classification	817	Darrach's procedure	565
cleft hand	822	Dupuytren's contracture	879
clinical study	386	deQuervain's disease	573, 937
symptom	822	definition	941
clinodactyly	1031	deformity of forearm	468
cold storage	174	degenerative findings	779
collagen types	481	delta phalanx	1031
comminuted Colles fracture	638	deltoid to triceps transfer	453
Smith fracture	638	denervated muscle	34
common digital nerve	369	denervation atrophy	58
comparative study	131	depressed fragment	663
compartment	54	developing hand plate	803
completely amputated thumb	207	development of joint	798
complications	202	of nerve	45
composite graft	211	diagnosis	262, 369
compression dressing	945	die punch fragment	638
computer simulation	884	digital arterial sympathectomy	70
tomography	243, 641	artery	836
congenital	832	sympathectomy	91
anomaly	817	flexor tendon rupture	524
fusion	798	ray formation	803
hand anomaly	788, 1031	disease subset	569
malformation	807	dislocation	832
conservative treatment	941	dislocation-fracture	722
constriction band syndrome	812	distal arthrogryposis	826
continuous passive motion	945	motor latency	949
intra-arterial infusion	220	phalanx	694
irrigation	582	radial fracture	606, 634
contracture	616, 862	radioulnar joint	629, 775
of finger joint	945	dislocation	713
conventional method	735	radius	641
nerve graft	17	sensory latency	949
crab-eating monkey	26, 131	dog bite	740
creeping substitution	185	dorsal tilt	606
crush injury	216	dynamometer	590
cubital tunnel syndrome	351, 355, 359		
cubitus valgus	355		
cumulative trauma disorder	916	early mobilization	509, 528
cyclosporine A	185	range of motion exercise	649

【 D ]

【 E ]

elbow	929, 1024	flexor tendon	528
flexorplasty	456	injury	485, 519
elderly patient	202	tendon/finger	533
electrophysiologic study	373	follow up study	867
elongation	1041	forearm lengthening	462
embryo	794	four elements as evaluation of painful digit	70
emergency	238	fracture	694
end plate	34	and subluxation	672
endothelium	54	non-union in the upper extremity	193
energy metabolism	165	of ulnar styloid process	629
entrapment neuropathy	41, 335, 359	fracture-dislocation	654, 660, 663
epi-perineurial tube	21	free flap	238, 406, 847, 994
epicondylitis	335	hand insertion	727
epidermoid cyst	546	muscle transplantation	998
epiphyseal-plate transplantation	181	vascularized fibula graft	198
etiology	916	flap	228
euro-collins solution	174	frozen autograft	6
evolusion	763	functional recovery rate	207
experimental study	41, 807	[ G ]	
extensor carpi ulnaris tendon	499	Galeazzi lesion	629
compartment	499	ganglion	1024
indicis proprius	505	glucocorticoid	95
pollicis brevis	473	graphic hand pattern	817
longus tendon	513	grip strength	590
tendon	509	groin flap	857
extremity	238, 986	guanethidine ointment	87
[ F ]			
5-bromodeoxy-2'-uridine	803	[ H ]	
5-fluorouracil	794	Herbert screw	727, 731
Freeman-Sheldon syndrome	826	hamate bone	722
fasciocutaneous flap	228	hand	99, 382, 437, 551, 558, 699, 735, 817, 842, 929, 933, 937
fibrofatty proliferation	537	anomaly	812
fibromatoses	879	function	759
finger	546, 685	injury	740
injuries	847	malformation	822
reconstruction	876	surgery	862, 888, 990
tip amputation	211	healthy subjects	331
injury	67	hemipulp flap	234
skin	1015	hemodialysis	377
replantation	216	hemophilia	888
first dorsal interosseous	448	hemophiliac hand	888
extensor compartment of wrist	473	homophilic arthropathy	888
flap	842		

hereditary multiple exostosis	468	【 K 】	
high pressure injection injury	899		
hiru	224		
histochemistry	159	Karnovsky staining 45	
histology	717	Kienböck's disease 120, 247, 257, 745, 750, 754	
human being	131	【 L 】	
humero-radial distance	784		laminin 1
hummer motion	598		lateral elbow pain 335
hyperextension injury	667	humeral epicondylitis 573	
hypogastric flap	857	latissimus dorsi musculocutaneous flap transfer	
hypoplastic capitulum	832	406	
【 I 】			
immunohistochemistry	803	leech 224	
impingement	713	ligament injury 645	
incing method	339	reconstruction 705	
technique	346	limb preservation 174	
independent index extension	505	lipofibromatous hamartoma 537	
index abduction	443	little finger 533	
indication of operation	941	load transmission 606	
infant	490	longitudinal deficiency 807	
infantile hand surgery	519	low energy laser 573	
infection	582	lyophilized dry nerve graft 21	
injury	699	【 M 】	
innervation of first thoracic root	422		M. flexor carpi ulnaris brevis 616
intercostal nerve	49		MRI 247, 266, 426
crossing	998	Mobergs method 453	
transfer	394, 401	macrodactyly 537	
internal neurolysis	351	major histocompatibility antigen 177	
intra osseous transposition	70	malformation 794	
intra-articular fracture	649, 672	malignant tumor 558	
intraosseous nerve transposition	74	mallet finger 667, 672, 677	
intravascular papillary endothelial hyperplasia	551	fracture 667	
intravenous regional anesthesia	107	malunion 629	
ischemia	165	medial epicondylectomy 355	
ischemic-reperfusion injury	170	plantar flap 228	
island flap	836	nerve 537	
【 J 】			
joint allograft	177	metacarpophalangeal joint 689	
transfer	1011	microneurosurgery 412	
junctura tendinum	505	microscopic architecture 770	
		microsurgery 58, 177, 181, 198, 211, 224,	
		983, 990, 994, 1006	
		microvascular anastomosis 983	
		surgery 1011	
		system 775	

minimum microarteriorrhaphy	216	non-suppurative	382
minor causalgia	74	numbness	369
misdirection	30, 394		【O】
modified King's method	351		
monoarthritis	577	Oligosyndactyly (Os)	794
morphology	1041	occupation	920
motoneuron	49	occupational therapy	107
motor neuron	30	open reduction	660, 672
recovery	34	operative treatment	727, 909, 941
mouse	794	option of treatment	941
multiple analysis	111	organ culture	477
muscle	170	ossification abnormality	1031
fiber	159	osteoarthritis	717
repair	159	osteoarthrosis	929
spindle	1015	osteochondroma	462
muscle-tendon unit	916	osteocutaneous flap	189, 853
musculocutaneous flap	228	osteotomy	660, 685, 1031
musculoskeletal	554	of the radius	745
myoblast	58		
myotube	58		
		【P】	
		【N】	
Neviaser method	443	pain	87, 390, 899, 905
Neviaser's tendon transfer	448	painful amputation stump of digits	70
nail bed injury	694	neuromas	74
nerve conduction study	339	paresthesia switching	850
test	346	passive tension	586
velocity	355, 369, 377	pathology	822
fiber size	62	percutaneous reduction	663
graft	11	perineuriam	21
growth factor	1, 17	peripheral circulatory disorders	924
implantation	34	nerve	6, 62, 78, 1041
injection injury	41	gap	1
injury	111, 430	injury	11, 115
regeneration	1, 11, 26, 30	neuropathy	339
repair	11	phalangeal bone fracture	663
suture (two stage procedure)	11	phalangization	871
neurectomy	78	phenoxybemzamine	103
neuroma	54	physical therapy	107
neurotization	401	pinch strength	590
neurotrophic factor	17	piso-triquetal joint	717
neurovascular island flap	140, 850	plexus injury	417
no man's land	528	plus variant	606
no roentgenographical change	717	pollicization	145, 871
		posterior interosseous artery	189
		nerve	82, 335, 1024

postoperative results	524	guanethidine	99
predegenerated autograft	6	rehabilitation	430
pressure distribution	611	rejection	177
sensitive film	611	replantation	207, 211, 990
prevention	916	of digit	220
of hand disorders	920	resection	709
primary repair	528	result of treatment	735
suture	524	results of surgical procedure	390
prognosis	355	retrograde axonal transport	49
proliferation kinetics	803	degeneration	62
pronation contracture	433	reverse flow flap	140, 189
pronator quadratus	754	island flap	853
proximal interphalangeal joint	645, 649, 654, 660, 663	vascular pedicle	836
phalangeal fracture	681	rheumatoid arthritis	509, 562, 569
sprouting	62	wrist	565, 569
psychogenic factor	107	rigid pollux	937
psychosomatic disease	933	risk factor	920
pyogenic tenosynovitis	582	root avulsion	390, 426
		rotation deformity	685
		rotational displacement	681
[ Q ]			
quadriplegia	453	[ S ]	
[ R ]			
Raynaud's phenomenon	91	SEP	115
radial forearm flap	853	Sauv'e-Kapandji operation	713
head	832	Schwann cell	6
nerve	1024	Semmes-Weinstein monofilament	364
ray deficiency	788, 807	Steindler procedure	456
shortening	754	Sudeck's atrophy	78, 103
radiocarpal arthroscopy	253	saline neurolysis	41
joint	606	sarcoidosis	554
radiographic parameter	634	scaphoid fracture	247, 727
radius fractures	611	scaphotrapeziotrapezoidal fusion	750
ratio of the radial to the ulnar length	784	sensory evaluation	111, 364
reconstruction of elbow and forearm	394	flap	853
of the hand	228	nerve conduction velocity	364
reconstructive procedure	422	recovery	234
recurrence	351	reeducation	850
reducible crosslinks	481	serve cases	359
reflex sympathetic dystrophy	78, 95, 99, 103, 107, 899, 909, 913	severe injury	735
regeneration	6	short ulna	832
regional intravenous block	95	shoulder-hand syndrome	913
		silicone tube	1
		site of injury results of operation	417
		skeletal muscle	159, 165

		【 T 】
skin	842	
defect	836	
coverage	140	Tajima flap
flap	862	Tinel's sign
mechanoreceptor	1015	tactile gnosis
sling	945	tendon
small fragment	731	injuries
joint arthrodesis	731	sheath graft
snapping finger	494	transfer
thumb and fingers	937	tenorrhaphy
social role	390	tenosynovitis
soft tissue neoplasm	558	tension band wiring
tumor	558	reduced position
spinal evoked potentials	1041	teratogenic mechanism
splint therapy for the diseases of the wrist	884	terminal conduction time
splintage	677	the aged
splinting	494	three dimension imaging
spontaneous rupture	513	dimensional analysis
sports	699	thrombosis
stabilization of the ulna end	565	thumb
statistical analysis	120, 879	reconstruction
stellate ganglion block	99	rotation
stener lesion	689	tissue necrosis
stenosing tenosynovitis	937	transfer
tenovaginitis	499	toe transfer
stress distribution	884	tracking task
stretch	1041	transverse deficiency
stump	905	digital artery
pain	67	traumatic dystrophy
subcutaneous surgery	949	inclusion cyst
subepineurial hematoma	41	treatment
subluxation	667	follow up
subungual	542	of pseudoarthrosis
success rate	207	triangular fibrocartilage
supination contracture	394	triangular fibrocartilage complex
suppurative tenosynovitis	582	253, 257, 262,
surgical correction	433	266, 775
treatment	519, 689	trigger digit
sympathetic block	99	finger
symphalangism	798	point
synbrachydactyly	812	thumb
synovectomy	565	triscaphe arthrodesis
		tubed pedicle graft
		type A3 brachydactyly

		intima	983
		vascularity	842
		vascularized bone allograft	185
		graft	181, 189, 1006
		joint graft	177
		transfer	181
		muscle graft	58
		nerve graft	17
		periosteal graft	193
		tendon graft	853
		tissue transfer	202
		vein graft	91
		vibration disease	779, 924
		reflex	1015
		syndrome	929
		[W]	
		WGA-HRP	30, 49
		work load	759
		wrap-around flap	871
		wrist	243, 247, 257, 462, 577, 616, 779
		joint	131, 611
		pain	82
		motion	594
		wrist-moving muscle	586
		writer's cramp	933
		[V]	
VATER association	788		
vascular bundle implantation	181		
injury	412, 986		

# 日本学術会議だより No.16

## 公開講演会盛会裡に終了

平成2年2月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、平成元年度に主催の公開講演会を3回開催しました。今回の日本学術会議だよりでは、その公開講演会の概要に加えて、本会議が実施している国際的活動などについて、お知らせいたします。

### 日本学術会議主催公開講演会

本会議では、科学の向上発達を図り、行政、産業及び国民生活に科学を反映浸透させるという本会議の設置目的に沿うための活動の一環として、毎年、公開講演会を開催している。この講演会は、本会議会員が講師となり、学術的香気が高く、かつ、時宜にかなったテーマを選定して開催している。

今年度も3回の公開講演会を開催したので、その概要を以下に紹介する。

#### I. 公開講演会「人間は地球とともに生きられるか」

標記講演会は、去る平成元年10月27日（金）13時30分～17時に、本会議講堂で約280人の参加を得て開催された。

最初に、吉野正敏・第4部会員（筑波大学地球科学系教授）が、「地球の温暖化とその影響」と題して、大気中の二酸化炭素とフロン・メタンなどの増加による気温の上昇に伴う、農林水産業をはじめ人間の社会経済にもたらす大きな影響などについて述べた。

続いて、久馬一剛・第6部会員（京都大学農学部教授）が、「地球環境と農業のかかわり」と題して、人口の増加、消費水準の向上などが世界中で農業そのものの変貌を余儀なくしており、その中で土壤侵食や塩類化などによる生産力の退化（砂漠化）や、水質汚濁・土壤汚染などを引き起こしていることを指摘し、農業のあるべき姿について述べた。

最後に、藤井降・第3部会員（名古屋大学経済学部教授）が、「地球環境の経営と人間社会の発展」と題して、地球環境の経営は、地球環境の科学的研究に加えて、人間社会の運行との相関についての研究が必要であることを指摘し、人間社会の持続的発展を考えいくための視点について述べた。

#### II. 公開講演会「“人権の歩み”から何を学ぶか—フランス人権宣言200年を記念して—」

標記講演会は、去る平成元年11月18日（土）13時30分～17時に、本会議講堂で約250人の参加を得て開催された。

最初に、弓削達・第1部会員（フェリス女学院大学長）が、「“人権”以前の世界」と題して、人権思想のなかったギリシャ・ローマ時代における人権思想の萌芽とも言うべきものについて、同時代の一哲学者の奴隸等をめぐる精神的苦闘を例にとって述べた。／

次いで、大石嘉一郎・第3部会員（明治学院大学経済学部教授）が、「近代日本の人権思想—自由民権運動の人権論を中心に」と題して、主として、明治時代の自由民権運動における人権論について、その特徴、特徴の起因となった当時の社会的条件、それが与えた影響などについて述べた。

続いて、杉本大一郎・第4部会員（東京大学教養学部教授）が、「科学技術と人権」と題して、近年の著しい科学技術の発展によつてもたらされた、広い意味での「人権と自由」の様々な様相について、それらの事情と問題点などについて述べた。

最後に、南博方・第2部会員（一橋大学法学院教授）が、「人権の進化と創造」と題して、今までの人権の進化の跡を回顧するとともに、最近における人権立法や人権思想を紹介しながら、今日生成しつつある現代型の新しい人権について述べた。

#### III. 公開講演会「くらしと学問の近未来—これからのかくしと学問—」

標記講演会は、去る平成元年12月8日（金）13時～17時に、仙台市の勾当台会館で約70人の参加を得て開催された。

この講演会の開催に当たっては、東北大學、宮城県教育委員会、仙台市教育委員会、河北新報社の後援を受けた。

最初に、藤咲謙・第7部会員（東北大學名誉教授）が、「長寿社会の条件—長生きを支える医学と医療」と題して、健康を阻害する危険や長生きできるための条件を充足するには厳しい現実があることを指摘し、長生きを支える医学と医療にとっての問題点を指摘し、それらの解決策について述べた。

続いて、澤登俊雄・第2部会員（国学院大学法学院教授）が、「犯罪現象への多様な接近」と題して、犯罪抑止や犯罪者の社会復帰などのための施策の推進には犯罪や犯罪者をつくりあげていくプロセスの分析など多様な視点からの検討が不可欠であることなどについて述べた。

最後に、上飯坂實・第6部会員（東京農業大学農学部教授）が、「森とむらと都市の共生」と題して、健全な森林づくりのために都市の住民と山村の住民が連帯することは、新しい人間尺度の文化の創造につながることを、日本と外国との場合を対比させて述べた。

（なお、これらの講演会の講演要旨は、「日学双書」として、（財）日本学術協力財團から出版されます。）

## 地球環境問題における工学研究の在り方について—第5部報告

このたび、本会議の第5部は、標記報告をとりまとめ、本会議運営審議会の承認を得て公表した。

### (要旨)

近年における人間活動の大規模化は、地球環境に急速な変化をもたらし、その変化が人類の生存基盤そのものさえも脅かすようになってきた。そのため、次の世紀に向けて人類が総力を上げて取り組むべき、極めて重要な緊急の課題として地球環境問題が広く国際的な関心を集めているのは周知のとおりである。

元来、この問題は、時間的にも空間的にも極めてスケールが大きく、かつ、気圧・水圏・地圏及び生物圏全体にわたる相互干渉の結果として現れるものだけに、対応策を選択するに当たって、従来とは異なった長期的、学術的かつ国際的視野に立ち、持続的に取り組む必要がある。また、局所的な現象に目を奪われた一時的な対応や規制ではなく、地球全体における持続的な発展という観点から、地球を一つのシステムとして捉え、自然環境と人間活動とをいかなる価値観に基づいて調和させていくべきかという観点から、総合的に取り組むべき問題である。

地球環境問題が人間活動の結果として現出したことを考えると、今なすべきことは、地球環境に配慮した健全な人間活動のために新しい工学的基準を導入するなどにより、人間活動と地球環境の調和に役立つ広く新しい学問領域を開拓することである。

それは、地球環境と人間活動とを総合して一つのシステムとして捉え、そこにおける物質・エネルギー循環・エネルギー取扱いのるべき姿を定量的に評価できる手法を開発し、人類が生存し得る新しい技術体系を構築する学問領域である。このような地球システムの工学を「地球システム工学」と呼ぶことにする。

このような新たな学問領域創出と新たな技術体系確立のために、既往の学問分野からの協力により速やかに研究体制を構築する必要がある。このためには、当面、研究プロジェクトを設定することにより強力な研究推進を行う必要がある。我が国がかかる学問領域を率先して創造し、国内外の研究者とともに地球環境問題解決に取り組むことは、研究開発力、技術力に対する海外の期待というものを考えた時、我が国の責務と考えられる。

## 平成2年(1990年)度共同主催国際会議

本会議は、昭和28年以降おおむね4件の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2年(1990年)度には、2件増えて、次の6国際会議を開催する。

### ■国際土壤科学会議

開催期間 平成2年8月12日～18日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外1,000人、国内500人、計1,500人  
共催団体 (社)日本土壤肥料学会

### ■第22回国際応用心理学会議

開催期間 平成2年7月22日～27日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外450人、国内550人、計1,000人  
共催団体 日本心理学会

### ■第15回国際微生物学会議

開催期間 平成2年9月13日～22日  
開催場所 大阪城ホール外(大阪市)  
参加者数 国外2,000人、国内3,500人、計5,500人  
共催団体 日本微生物学会

### ■第11回国際数学連合総会及び第21回国際数学者会議

開催期間 平成2年8月18日～29日  
開催場所 神戸国際会議場(神戸市)外  
参加者数 国外1,500人、国内2,000人、計3,500人  
共催団体 (社)日本数学会外6学会

### ■第11回国際神経病理学会議

開催期間 平成2年9月2日～8日  
開催場所 国立京都国際会館(京都市)  
参加者数 国外600人、国内900人、計1,500人  
共催団体 日本神経病理学会

### ■第5回国際生態学会議

開催期間 平成2年8月23日～30日  
開催場所 横浜プリンスホテル(横浜市)  
参加者数 国外900人、国内1,000人、計1,900人  
共催団体 日本生態学会

## 二国間学術交流事業

日本学術会議では、二国間学術交流事業として、毎年2つの代表団を外国に派遣し、各訪問国の科学者等と学術上の諸問題について意見交換を行って、相互理解の促進を図る事業を行っている。

平成元年度には、①10月25日から11月4日まで、イタリア及びスイスへ、渡邊格副会長以下5名の会員から成る代表団を、②12月4日から12日まで、インドへ、大石泰彦副会長以下6名の会員から成る代表団をそれぞれ派遣した。

イタリア及びスイス派遣代表団は、イタリアでは、イタリア学術研究会議、大学・科学技術研究省、ローマ大学、ローマ日本文化会館など、スイスでは、スイス学術会議、連邦内務省教育・科学局、スイス科学財團、ベルン大学、チューリッヒ大学などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、それぞれの国の学術研究体制や科学技術政策などをめぐって意見交換が行われたが、特に、イタリアでは、研究行政の一本化を図るために、大学を文部省の管轄からはずして、大学・科学技術研究省を設置していることについて、また、スイスでは、連邦政府とともに、強い権限を持つ州政府が存在する同国の行政の仕組みと学術行政との関連について、それぞれ熱心に意見の交換がなされた。

インド派遣代表団は、インド国家科学アカデミー、科学産業研究会議、計画委員会、科学技術庁、ネルー大学、ティリー大学、タタ基礎研究所などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、科学技術振興方策及び両国間の今後の積極的な学術交流などをめぐって意見交換が行われ、また、政変の直後ということもあって、選挙の話から、経済力の向上、中産階級の躍進などの政治、経済の問題などについて熱心に意見の交換がなされた。

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(403)6291

## —第75回中部日本整形外科災害外科学会—

日 時：平成2年10月17日（水）、18日（木）

会 場：高知・県民文化ホール、三翠園ホテル、高知新阪急ホテル

第1次（演題申込）締切：平成2年5月31日

第2次（抄録）締切：平成2年6月30日

### 主 題

1. 腰椎椎間板ヘルニアの手術療法
2. 頸部神経根障害 ( $C_5$ ,  $C_6$  神経根を中心にして)
3. 足関節韌帯損傷
4. 下肢の骨折に対する創外固定
5. 壮年期変形性膝関節症に対する手術療法
6. 手関節障害
7. 高齢者手術に対する全身管理

連絡先：〒781-51 高知県南国市岡豊町小蓮  
高知医科大学整形外科学教室  
TEL (0888) 66-5811  
内線 2772, 2773  
FAX (0888) 66-2182

第75回中部日本整形外科災害外科学会

会長 山本博司

## 第20回 日本脳波・筋電図学会

会期：平成2年10月26日（金）～28日（日）

会場：日本都市センター

東京都千代田区平河町2-4-1 Tel. 03-265-8211

特別講演：中西孝雄「遠隔電場電位の発生機序と新しいcollision法による末梢神経伝導速度測定法について」

教育講演：木村 淳「電気生理学的診断法における最近の知見」

一般演題（公募）

演題締切：平成2年6月2日（土）消印有効

申込先：〒101 東京都千代田区神田駿河台1-8-13

駿河台日本大学病院整形外科医局内

第20回日本脳波・筋電図学会学術大会事務局

Tel. 03-293-1711（内線405）

第20回日本脳波・筋電図学会学術大会

会長 佐藤勤也

## 第17回整形外科バイオメカニクス研究会

第17回整形外科バイオメカニクス研究会を下記の通り開催いたしますのでご案内申し上げます。

会期：平成2年10月27日（土）、28日（日）

会場：名古屋市中小企業振興会館

〒464 名古屋市千種区吹上2丁目6番3号

TEL 052-735-2111

主題：I. 歩行分析

II. 人工関節の機能的デザイン

III. コンピューターシュミレーション

IV. 生体材料のインターフェイス

教育研修講演（国際セミナー）を予定しております。

演題募集：主題並びに一般演題を募集します。演題名、演者名、所属、連絡先、抄録（600字以内）を記入の上、下記事務局までお送り下さい。

演題締切：平成2年5月31日（必着）

事務局：〒461 名古屋市東区白壁1-45 白壁ビル5F

株式会社 セントラルコンベンションサービス内

TEL 052-971-5550

FAX 052-951-3600

第17回整形外科バイオメカニクス研究会

会長 丹羽滋郎

## 第10回整形外科セラミックインプラント研究会

日 時：平成2年12月8日（土）

場 所：大阪国際交流会館

- 主 題
- 1 生体活性セメント
  - 2 骨折治療におけるセラミクスの使用と適応
  - 3 セラミックインプラントの長期成績

演題第1次締め切り 平成2年7月14日（土）

官製葉書に演題名、所属、住所、氏名、電話番号を明記の上、下記に御送付下さい。抄録用紙をお送り致します。

演題第2次締め切り 平成2年8月18日（土）

送付先 〒589 大阪府大阪狭山市大野東

近畿大学医学部整形外科学教室内

第10回整形外科セラミックインプラント研究会事務局

TEL 0723(66)02221 内線3212, FAX 0723(66)0206

第10回整形外科セラミックインプラント研究会

会長 田中清介

## —第19回東日本リウマチの外科研究会—

会期：1990年8月25日（土）

会場：日本都市センター  
東京都千代田区平河町2-4-1 03-265-8211

特別講演：（教育研修講演予定）

「Total Knee Replacement in Rheumatoid Knees」  
Prof. V. M. Goldberg, M. D.  
University Hospital of Cleveland, U. S. A.

主題：I. リウマチ外科における新しい試み

II. リウマチ肘関節の治療

演題募集要項：主題並びに一般演題を募集します。

演題名、演者名、所属、連絡先および

- 1) 800字の抄録原稿 または
- 2) 400字の抄録原稿と図または表1点を下記までお送り下さい。

演題締切：1990年5月31日（木）必着

送り先：第19回東日本リウマチの外科研究会

会長 龍 順之助

〒173 東京都板橋区大谷口上町30-1

日本大学医学部整形外科学教室

TEL 03-972-8111 (ext) 2493~5

**日本手の外科学会雑誌 第6巻第6号** 平成2年2月25日 印刷  
平成2年2月28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

# 主要取扱品目

☆ 九大式整形外科器械全般製作

(天児式、神中式、宮城式各種)

☆ 株式会社 松本医科器械代理店

米国ハウメディカ社 人工骨頭外全製品

米国ストライカー社、気動式・電動式手術器械外全製品

スイスロバートマチス社 A O 骨接合用器具外全製品

英國スワンモートン社 替刃メス外

ドイツ、リッシュ社 バルンカテーテル・気管カテーテル外全製品

ドイツ、ストルツ社 膀胱鏡、冷光源装置外

☆ 酒井医療電機代理店

リハビリテーション器械器具全般

☆ 風雲堂全製品総代理店 整形・X線全般

☆ 病院設備全般

病室関係、手術室関係、検査室関係、消毒室設備

X線装置、理科学器械、薬局設備、外

☆ ☆ ☆

## 九州風雲堂販賣株式会社

福岡市博多区千代4丁目30番4号

電話 (641) 7571~3

代表取締役社長 井藤信彌

# 黄色ブドウ球菌に 抗菌力を強めた

均整のとれた 強い抗菌力

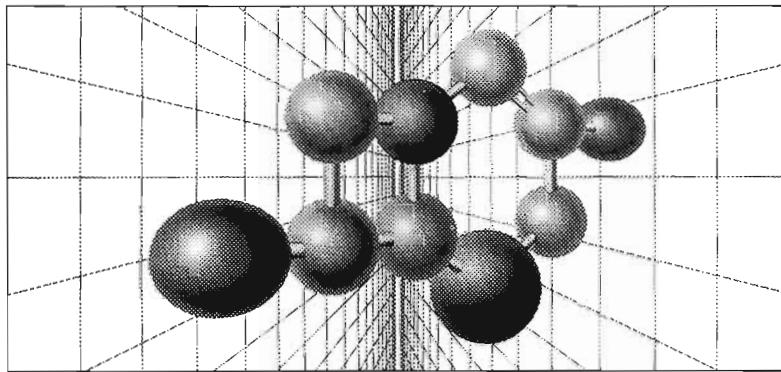
**FLUMARIN**

オキサセフェム系抗生物質製剤

(医  
業指)

# フルマリン® 静注用0.5g, 1g

日抗基 注射用フロモキセナトリウム 略号FMOX



1. 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。
2. PBP-2'を誘導しにくいため、黄色ブドウ球菌を耐性化しにくい。
3. 副作用は2.22%に発現し、その主なものはアレルギー症状と胃腸症状であった。

## ■ 効能・効果

ブドウ球菌属、レンサ球菌属(腸球菌を除く)、肺炎球菌、ペプトストレプトコッカス属、ブランハメラ・カタラーリス、淋菌、大腸菌、クレブシエラ属、プロテウス属、インフルエンザ菌、バクテロイデス属のうち本剤感性菌による下記感染症

- 敗血症、感染性心内膜炎
- 外傷・手術創等の表在性二次感染
- 咽喉頭炎、扁桃炎、気管支炎、気管支拡張症の感染時、慢性呼吸器疾患の二次感染
- 腎盂腎炎、膀胱炎、前立腺炎、淋菌性尿道炎
- 胆のう炎、胆管炎
- 腹膜炎、骨盤腹膜炎、ダグラス窩膿瘍
- 子宮付属器炎、子宮内感染、骨盤死腔炎、子宮旁結合組織炎、バルトリン腺炎

## ■ 使用上の注意

### 1. 一般的の注意

- ショック等の反応を予測するため、十分な問診をすること。なお、事前に皮内反応を実施することが望ましい。
2. 次の患者には投与しないこと  
フロモキセナトリウムによるショックの既往歴のある患者。
3. 次の患者には投与しないことを原則とするが、特に必要とする場合には慎重に投与すること  
本剤の成分又はセフェム系抗生物質に対し過敏症の既往歴のある患者
4. 次の患者には慎重に投与すること  
(1)ベニシリン系抗生物質に対し過敏症の既往歴のある患者

(2)本人又は両親、兄弟に気管支喘息、発疹、じん麻疹等のアレルギー症状を起こしやすい体質を有する患者

(3)高度の腎障害のある患者

(4)経口摂取の不良な患者又は非経口栄養の患者、高齢者、全身状態の悪い患者(ビタミンK欠乏症状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、喘鳴、眩暈、便意、耳鳴、發汗等の症状があらわれた場合には投与を中止すること。

(2)過敏症：発疹、じん麻疹、癢痒、発赤、発熱、顔面紅潮、皮膚感覺異常感等の過敏症状があらわれた場合には、投与を中止し適切な処置を行うこと。

(3)腎：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。

(4)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。



シオノギ製薬

大阪市中央区道修町3-1-8 〒541

【資料請求先】

塙野義製薬株式会社 製品部

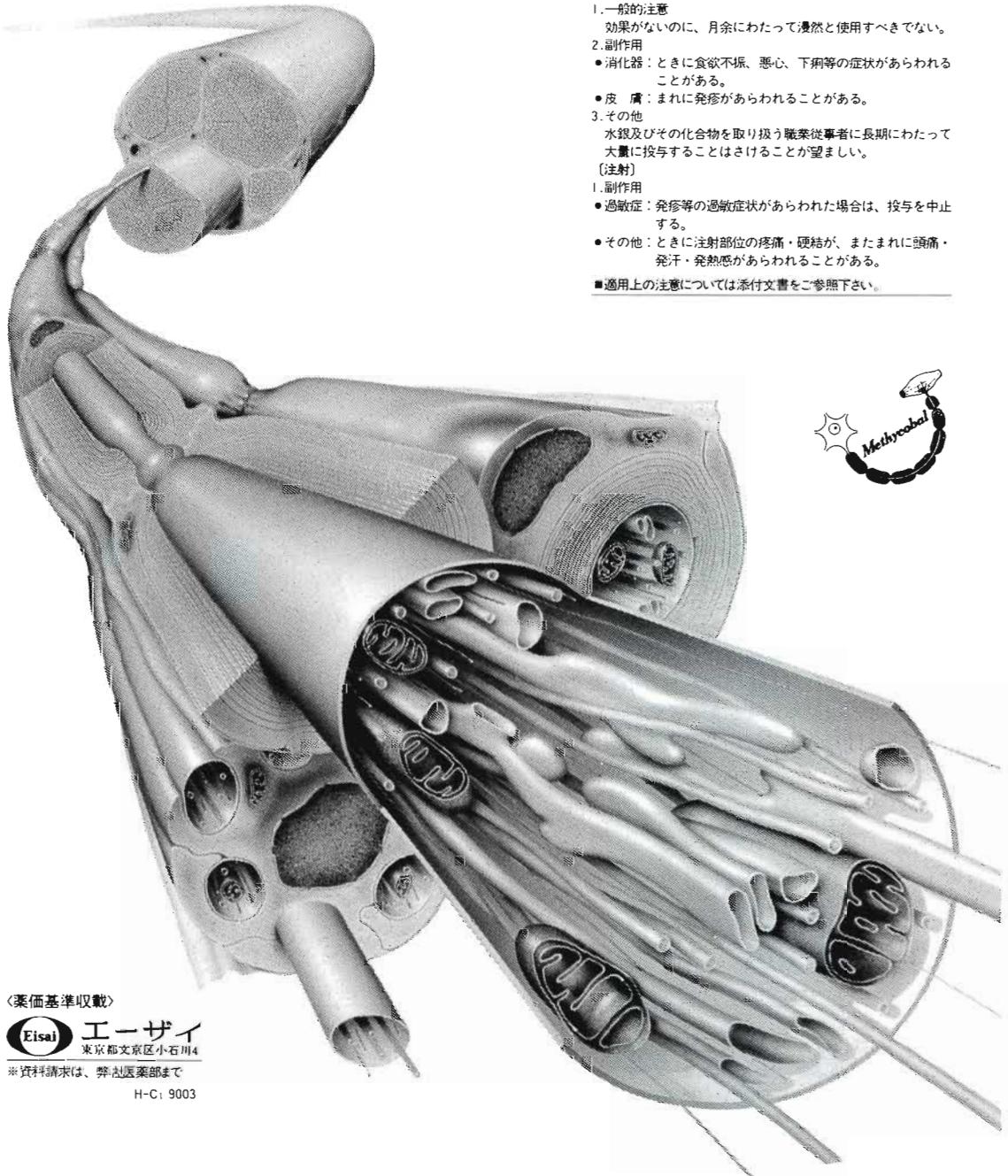
〒553 大阪市福島区弊糸5丁目12-4

■ 健保適用

■ 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。

**傷ついた神経を修復し  
しひれ・痛み・まひを改善する**  
**末梢性神経障害治療剤**  
**（メコバラミン製剤）**

**メチコバール®**  
錠500μg・錠250μg・細粒・注射液500μg



●メチコバールの神經修復作用

1. 神經細胞内小器官への移行がよい
2. 神經細胞内の核酸・蛋白の合成を促進する
3. 軸索内輸送を促進する
4. 髄鞘形成を促進する
5. 軸索再生を促進する
6. シナプス伝達を早期に回復させる
7. 筋電図の回復を促進する

●効能・効果

末梢性神經障害

ビタミンB<sub>1</sub>欠乏による巨赤芽球性貧血（注射液のみ）

●使用上の注意

〔内服〕

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  
・消化器：ときに食欲不振、恶心、下痢等の症状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從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。

〔注射〕

1. 副作用  
・過敏症：発疹等の過敏症があらわれた場合は、投与を中止する。
2. その他：ときに注射部位の疼痛・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。

■適用上の注意については添付文書をご参照下さい。

（薬価基準収載）

**Eisai** 工一ザイ  
東京都文京区小石川4

※資料請求は、弊社医薬部まで

H-C1 9003

医学に貢献・社会に奉仕

# 正確さが要求される小骨接合術に C-ワイヤーII ドリルシステム C-Serter II™ System

- コードレス/バッテリーパワー
- 超軽量(605g)
- ポータブル

手の外科、足の外科など正確さが要求される小骨接合手術に欠かせないワイヤードリルとして大変ご好評いただいておりましたC-ワイヤードリルは、より使い易く、さらに操作性を高めたC-ワイヤーIIドリルに生まれ変わりました。

- ドリル本体の重量を65g軽くしました。
- ロッキングレバーの位置をドリル本体の側面から後に移しました。これによって、片手だけでハンドピースが自在に操作できます。



**CONCEPT**  
INCORPORATED  
米国 コンセプト社

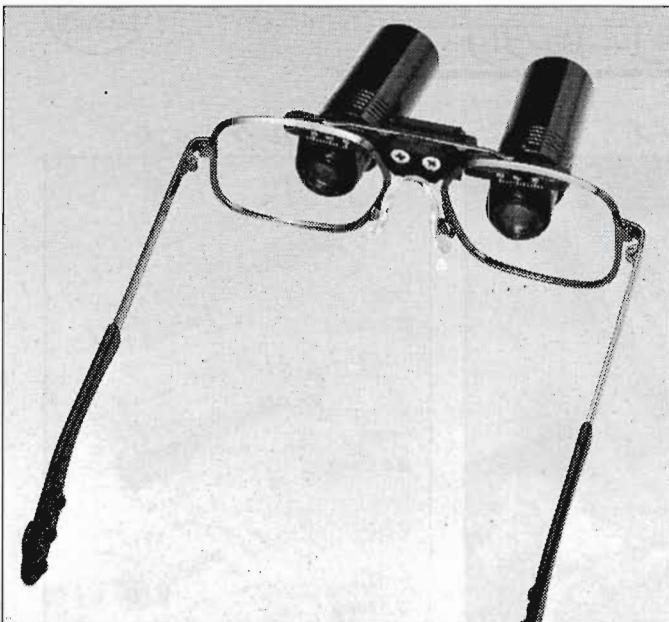
承認番号：1B輸第647号

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

113 東京都文京区本郷3丁目13-3 TEL(03) 814-6683  
001 札幌市北区北20条西6丁目20 TEL(011)727-8981  
981 仙台市青葉区柏木2丁目2-7 TEL(022)234-4511  
460 名古屋市中区千代田2丁目10-16 TEL(052)264-1481  
920 金沢市広岡2丁目4-2 TEL(0762)23-5221  
812 福岡市博多区博多駅南3丁目3-12 TEL(092)474-1191



## キーラーオペレーティングルーペ

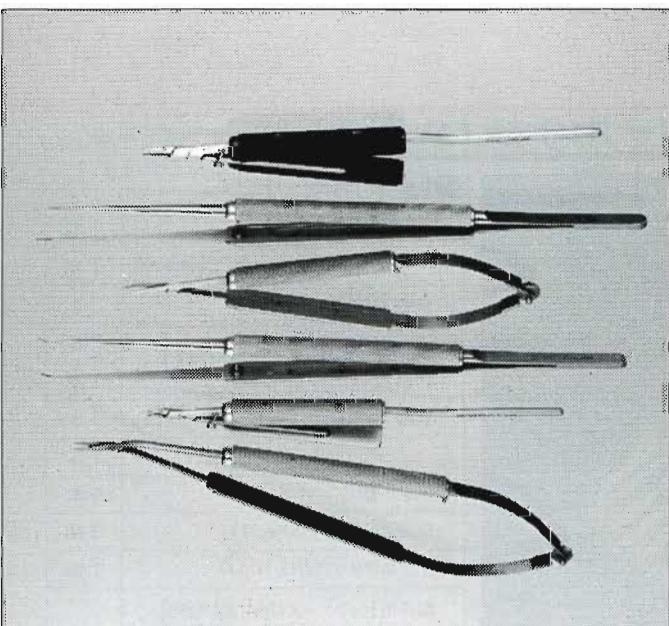


### 特長

- 深い焦点深度、広い視野。
- 瞳孔距離を左右独立して、調整できます。
- ルーペ部のみ、ハネ上げできます。
- ワンタッチで交換できます。
- フレーム式でも、ヘッドバンド式でも使えます。



## ヴィッカース・マイクロサージェリー・ユニクセット



### 特長

- オーエン博士のアイデアにより設計されました3種の器具です。
- マイクロ縫合針を傷めず、しっかりと保持する持針器。
- カウンターリングを先端に取り付けた縫合鏡子。
- すべり止めの付いた剪刀。
- いずれも保持部は半円柱型で両者を付けて円柱型となり操作し易くなっています。



## 甲南キーラー株式会社

大阪本社

〒550 大阪市西区靭本町3丁目10番26号

電話 06-441-5324(代)

FAX 06-443-9750

東京本社

〒113 東京都文京区湯島2丁目12番5号湯島ビル

電話 03-815-2306(代)

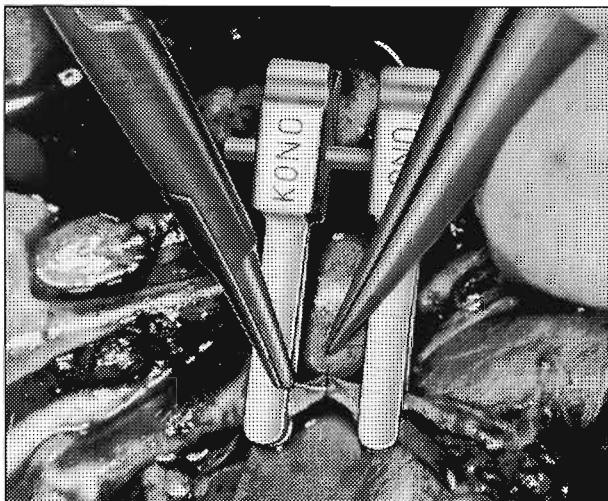
FAX 03-815-9856

# "CROWN JUN" Brand

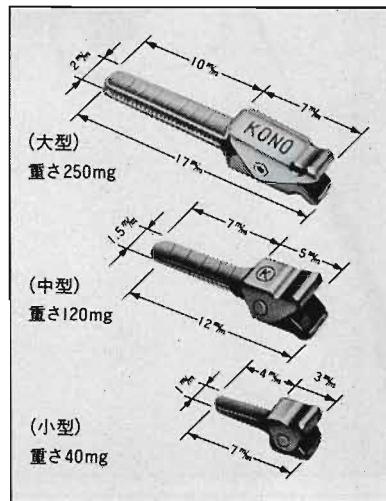


## マイクロサージャリー用クリップ

### ■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 千葉県市川市常盤谷2-11-10  
TEL: 0473(72)3281(代)  
FAX: 0473(73)4515

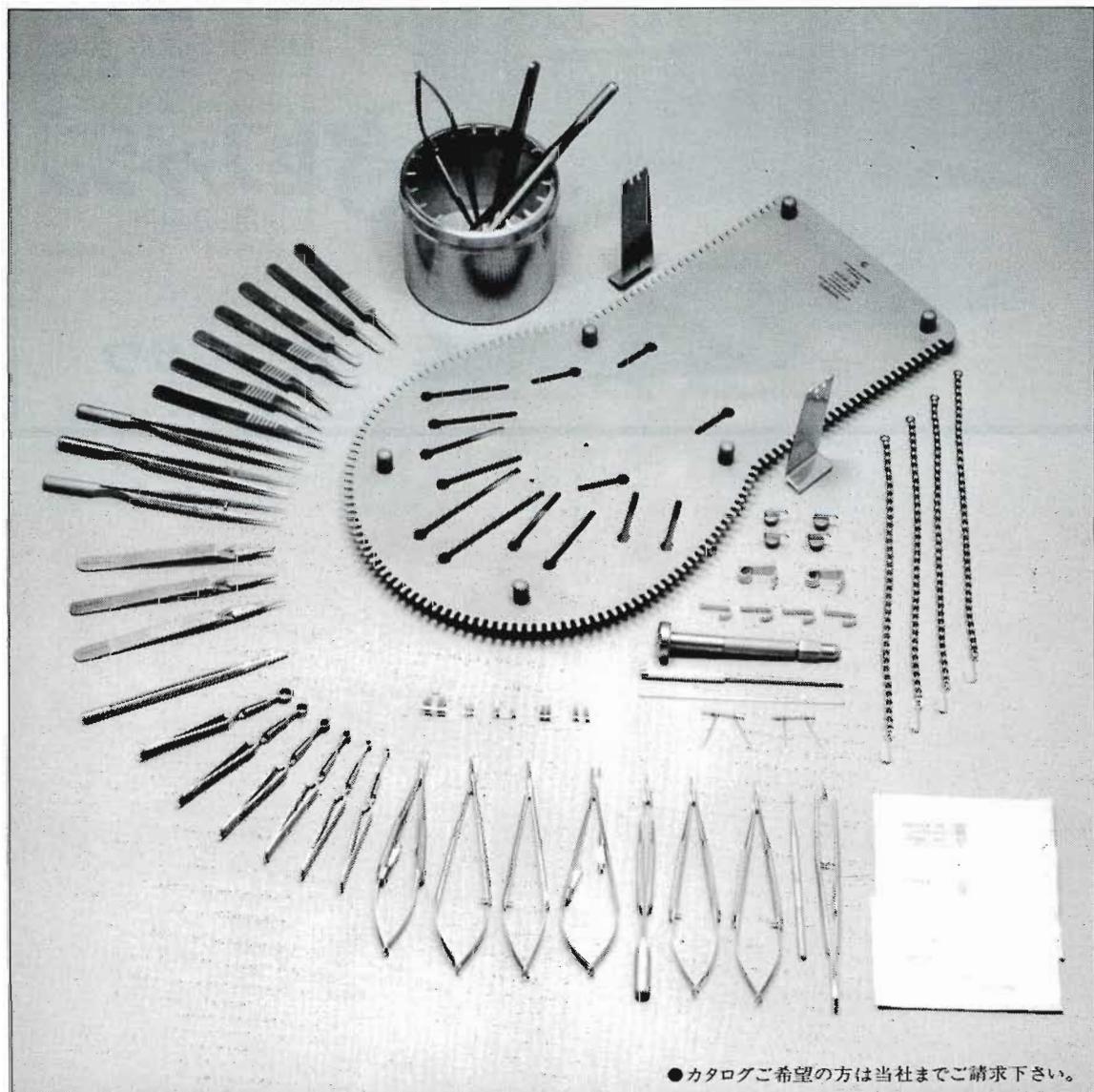
**SSC**

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



●カタログご希望の方は当社までご請求下さい。

発売元 (株) カキヌマメディカル  
輸入元 リード貿易株式会社

〒113 東京都文京区本郷3-9-3  
TEL.03(813)8485(代表)



実績が物語る。



合成セファロスポリン製剤 指・要添

（日抗基：セフチゾキシムナトリウム） ■ 健保適用



合成セファロスポリン 指・要添

（日抗基：注射用セファゾリジンナトリウム） ■ 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。



資料請求先：藤沢薬品工業（株）医薬事業本部

R.Z.B52

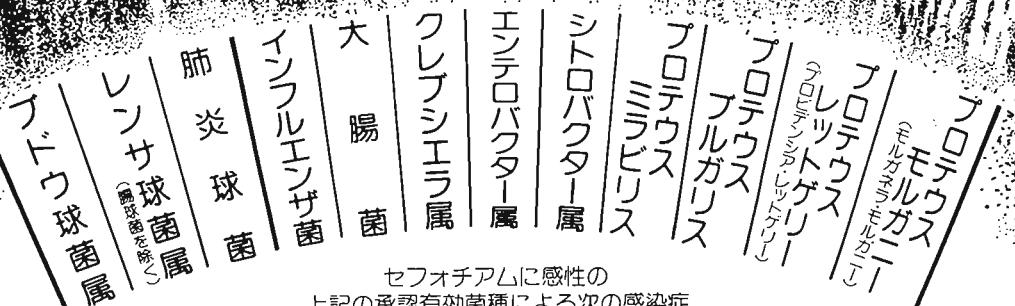
# 注射用セフェム系抗生物質製剤

指(要指)

# パンスボリン®

## 静注用0.25g・0.5g・1g / 筋注用0.25g

(曰抗基: 注射用塩酸セフオチアム) 「タケダ」



セフオチアムに感性の  
上記の承認有効菌種による次の感染症

- 敗血症
- 術後創・火傷後感染、皮下膿瘍、よう、癰、癰腫症
- 骨髄炎、化膿性関節炎
- 扁桃炎(扁桃周囲炎、扁桃周囲膿瘍)、気管支炎、気管支拡張症の感染時、肺炎
- 肺化膿症、膿胸
- 胆管炎、胆のう炎
- 腹膜炎
- 腎孟腎炎、膀胱炎、尿道炎、前立腺炎
- ・扁桃炎
- ・子宮内感染、骨盤死腔炎、子宮旁結合織炎、子宮付属器炎、パルトリン腺炎
- ・中耳炎、副鼻腔炎

### 使用上の注意 (静注用)

#### 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、十分な問診を行なうこと。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。  
(1)本剤の成分またはセフニム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、じん麻疹等のアレルギー症状を起こしやすい体质を有する患者。(3)高度の腎障害のある患者。(4)経口摂取の不良な患者又は非経口栄養の患者、高齢者、全身状態の悪い患者(ビタミンK欠乏症状があらわれることがあるので観察を十分に行なうこと)。

#### 4. 次の患者には慎重に投与すること

ペニシリソ系抗生物質に対し過敏症の既往歴のある患者。

#### 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なう、不快感、口内異常感、喘鳴、眩暈、便意、耳鳴、発汗等の症状があらわれた場合には投与を中止すること。  
(2)過敏症: 発疹、じん麻疹、紅斑、蕁麻疹、発熱、リンパ腺腫脹、関節痛等の過敏症状があらわれた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。  
(3)腎臓: まれに急性腎不全等の重篤な腎障害があらわれることがあるので、定期的に検査を行うなど観察を十分に行なう、異常が認められた場合には、投与を中止し適切な処置を行うこと。  
(4)血液: ときに赤血球減少、顆粒球減少、好酸球增多、血小板減少が、また、まれに溶血性貧血等があらわれることがある。  
(5)肝臓: ときにSGOT、S-GPT、AL-Pの上昇が、また、まれにビリルビン、LDH、γ-GTPの上昇があらわれることがある。  
(6)消化器: まれに偽膜性大腸炎等の血便を伴う重篤な大腸炎があらわれることがある。腹痛、頻回の下痢があらわれた場合には直ちに投与を中止するなど適切な処置を行うこと。  
(7)呼吸器: まれに発熱、咳嗽、呼吸困難、胸部X線異常、好酸球增多等を伴う間質性肺炎、PIE症候群等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。  
(8)中枢神経系: 腎不全の患者に大量投与すると痙攣等の神経症状を起こすことがある。  
(9)菌交代症: まれに口内炎、カンジダ症があらわれることがある。  
(10)ビタミンK欠乏症: まれにビタミンK欠乏症(低プロトロンビン血症、出血傾向等)、ビタミンB群欠乏症(舌炎、口内炎、食欲不振、神經炎等)があらわれることがある。  
(11)その他: まれにめまい、頭痛、倦怠感、しづれ感があらわれることがある。

#### 5. 妊婦への投与

妊娠中の投与に関する安全性は確立していないので、妊婦又は妊娠している可能性のある婦人には治療上の有益性が危険性を上まわると判断される場合にのみ投与すること。

#### 6. 未熟児、新生児への投与

未熟児、新生児に対する安全性は確立していない。

#### 7. 相互作用

類似化合物(他のセフェム系薬剤)とフロセミド等の利尿剤の併用による腎障害増強作用が報告されているので、併用する場合には腎機能に注意すること。

### ●薬価基準: 収載

・用法・用量、その他の使用上の注意および筋注用の使用上の注意は、添付文書をご参照ください。



# PANSPORIN®



〔資料請求先〕

武田薬品工業株式会社

大阪市中央区道修町2-3-6 (1989年10月作成:PAN B51-19)



住友製薬

# 経皮吸収時代

住友製薬の外用NSAIDシリーズ

## 指<sup>®</sup> インテバン<sup>®</sup> クリーム 外用液 貼付剤<sup>®</sup> 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。

Inteban<sup>®</sup> | Catlep<sup>®</sup>

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

使用上の注意

1. 一般的注意（インテバンクリーム・外用液、カトレップ）

（1）消炎鎮痛剤による治療は原因療法ではなく対症療法であることに留意すること。

（2）皮膚の感染症を不活性化するおそれがあるので、感染を伴う炎症に対して用いる場合には適切な抗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

本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：ときに発痒、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。

3. 副作用（カトレップ）

皮膚：ときに発痒、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

