昭和60年12月3日第4種郵便物認可　平成15年11月20日印刷　平成15年11月25日発行　ISSN 0910-5700

第 20 巻・第 5 号　Vol. 20 No. 5, 2003

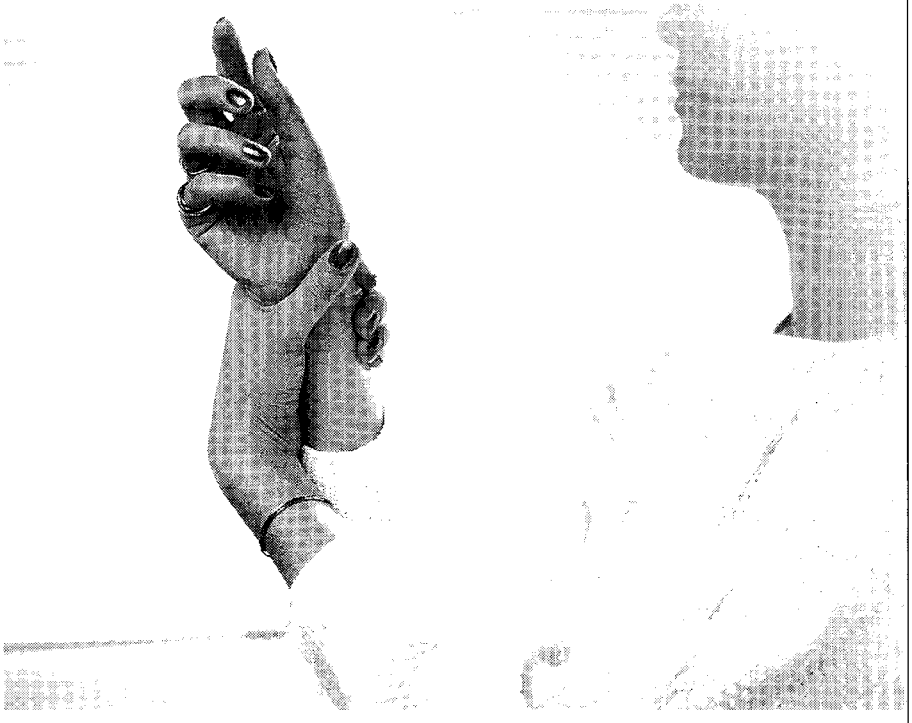
日本手の外科学会雑誌

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

薬価基準収載

手の痛みと腫れに



経皮複合消炎剤

モビラート®軟膏

〔禁忌(次の患者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)のある患者〔本剤に含まれるヘパリン類似物質は血液凝固抑制作用を有し、出血を助長するおそれがある〕
(2)僅少な出血でも重大な結果を来すことが予想される患者〔本剤に含まれるヘパリン類似物質は血液凝固抑制作用を有し、出血を助長するおそれがある〕
(3)サリチル酸に対し過敏症の既往歴のある患者

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

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

〔使用上の注意〕
1.副作用
総投与症例3133例中、24例(0.77%)に副作用が認められ、主なものは発赤7件(0.22%)、瘙痒7件(0.22%)、発疹7件(0.22%)、皮膚炎7件(0.22%)、皮膚刺激2件(0.06%)等であった。(再評価結果)

その他の副作用

	0.1～5%未満	0.1%未満
過敏症(注)	発赤、瘙痒、発疹、皮膚炎	皮膚刺激等

注)症状があらわれた場合には使用を中止すること。

2.適用上の注意
投与部位:潰瘍、びらん面への直接塗擦を避けること。
眼には使用しないこと。

〔包　装〕
チューブ:10g、50g、10g×10、25g×10、25g×40
50g×10、50g×40

●詳細は添付文書をご参照ください。

製造販売 maruho
〔資料請求先〕
マルホ株式会社
大阪市北区中津1-5-22

(2003.2作成)

目　次

—神　経—

神経因性疼痛に対する治療—手術療法の立場から—……堀　内　行　雄・他…… 461

Y Horiuchi, et al.：Treatment for Causalgia（CRPS）in Upper Limb from the Standpoint of the Operation

ガラス化法により凍結保存した末梢神経組織内 Schwann 細胞の viability の検討 ……谷　野　善　彦・他…… 466

Y Tanino, et al.：Evaluation of Schwann Cell Viability in the Vitrified Peripheral Nerve

末梢神経緩徐伸張時のナトリウムチャネルの動態……市　村　晴　充・他…… 471

H Ichimura, et al.：Clustering of Sodium Channel in Demyelinating Rat Sciatic Nerve Following Gradual Elongation

有連続性神経損傷に対する神経バイパス法による軸索再生……川　島　秀　一・他…… 475

H Kawashima, et al.：An Axonal Regeneration after Nerve Bypass Graft for Neuroma-in-continuity

HVJ-リポソーム法による逆行性軸索内輸送を介した神経組織への連続遺伝子導入の有効性について……加　藤　直　樹・他…… 479

N Kato, et al.：Successive Gene Delivery into Nervous Systems Via Retrograde Axonal Transport Using HVJ-liposome Method

ハイブリッド型人工神経のための神経栄養因子遺伝子導入 Schwann 細胞の作製 ……栃　木　弘　和・他…… 484

H Tochigi, et al.：Genetical Modification of Schwann Cells for Tissue-engineered Peripheral Nerve

—絞扼性神経障害—

回内筋症候群の原因について……松　崎　昭　夫・他…… 488

A Matsuzaki, et al.：Causes of the Pronator Syndrome

胸郭出口症候群の治療経験……岡　本　秀　貴・他…… 493

H Okamoto, et al.：Experience in Treatment for Thoracic Outlet Syndrome

—再接着—

指尖部切断再接着術—静脈吻合の重要性—……服　部　泰　典・他…… 497

Y Hattori, et al.：Significance of Venous Anastomosis in Fingertip Replantation

新しい再接着—指尖爪部切断に対する graft on flap 法の実際— …平　瀬　雄　一・他…… 501

Y Hirase, et al.：A New Reattachment Procedure for Fingers Amputated at the Nail Bed Level

—先天異常—
母指形成不全に対する母指化術の成績……荻　野　利　彦・他…… 505
T Ogino, et al.：Results of Pollicization for Hypoplastic Thumb

母指多指症—術後長期経過例の検討—……渡　　捷　一・他…… 509
S Watari, et al.：Thumb Polydactylia—Results of Long-term Follow-up after Surgery—

対立可能な三指節母指に対する過剰指節骨切除術……石　垣　大　介・他…… 516
D Ishigaki, et al.：Excision of the Accessory Phalanx for Opposable Triphalangeal Thumb

—腫　瘍—
骨変化を呈した手指軟部腫瘍症例の検討……橋　本　典　之・他…… 521
N Hashimoto, et al.：Soft Tissue Tumor with Bone Lesion in the Hand

中手骨骨腫瘍に対し再建術を要した2症例についての検討　……奥　　賢　一・他…… 524
K Oe, et al.：Reconstructive Surgery for the Bone Tumor of the Metacarpal Bone

上肢に発生した神経鞘腫の病態および術後成績の検討……高　瀬　勝　己・他…… 529
K Takase, et al.：Clinical Pathology and Therapeutic Results of Neurinoma which in the Upper Extremity

手の良性腫瘍に対するリン酸カルシウム骨セメントの使用経験…成　川　功　一・他…… 533
K Narikawa, et al.：Using Calcium Phosphate Cement for Treatment of Benign Tumors of the Hand

—マイクロサージャリー—
爪母レベルでの切断指再接着指の爪変形……住　田　篤　紀・他…… 537
A Sumita, et al.：Nail Deformity in Cases of Replanted Digits of Finger-tip Amputation at the Nail Matrix Level

指背部皮膚・腱・関節複合損傷の治療　……井　上　五　郎・他…… 541
G Inoue, et al.：Abrasion Injuries of the Dorsum of the Finger

—画像診断—
Dynamic MRI による手根骨血流動態の評価　……高　橋　勇　次・他…… 545
Y Takahashi, et al.：Evaluation of Vascular Supply to the Carpal Bones with Dynamic MRI

Δ hand CT を用いた舟状骨 humpback および月状骨，舟状骨の
位置関係の計測……阿　達　啓　介・他…… 550
K Adachi, et al.：Measurement of the Scaphoid Hump and the Relationship between Scaphoid and Lunate by ΔHand CT

上腕骨外上顆炎の超音波診断……西　岡　英　次・他…… 554
E Nishioka, et al.：Ultrasound Examination in Lateral Epicondylitis of the Humerus

—麻　痺—
頚髄症による上肢機能障害に対する再建法の検討……野　口　政　隆・他…… 560
M Noguchi, et al.：Reconstruction of Upper Extremity Function in Cervical Myelopathy

脳血管障害例の手指変形，ボタン穴，白鳥頚変形発生の考察……島　津　　晃・他…… 564
A Shimazu, et al.：Studies of the Stroke Hand, Flexion Contractures, Swan-neck Deformities, Boutonnière Deformities and Intrinsic Plus Deformities

—その他—
TJ screw system を用いた靱帯再建術 ……田　中　寿　一・他…… 570
J Tanaka, et al.：A Technique of Tendon Graft Reconstruction and Tenodesis Using Tendon Junction Screw System（TJ system）in Hand Surgery

私見：手の外科専門医制度の必要性……土　井　一　輝　…… 576
K Doi：Personal View：Necessity of Hand Surgery Specialty

関業医からみた手の外科専門医制度……麻　生　邦　一・他…… 581
K Aso, et al.：Certificate of Added Qualification for Hand Surgeons in Japan from the Point of Practioner's View

1 人開業医における day surgery ……麻　生　邦　一　…… 584
K Aso：Day Surgery in the Clinic of a Practioner

会　告　日本手の外科学会役員ならびに学術集会次々期会長選挙公示…… 587
会　告　JSSH-ASSH Traveling Fellow 募集のお知らせ…… 590
会　告　日本手の外科学会・香港手の外科学会 Exchange Traveling Fellow について　…… 591

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　461-465，2003

神　経

神経因性疼痛に対する治療
—手術療法の立場から—

川崎市立川崎病院整形外科
堀内行雄・菊地淑人
慶應義塾大学医学部整形外科学教室
高山真一郎・仲尾保志
池上博泰

Treatment for Causalgia（CRPS）in Upper Limb from the Standpoint of the Operation

Yukio Horiuchi, Yoshito Kikuchi
Department of Orthopaedic Surgery, Kawasaki Municipal Hospital
Shinichiro Takayama, Yasushi Nakao, Hiroyasu Ikegami
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Treatment for complex regional pain syndrome（CRPS）is too confused and difficult. In these cases we worry about the deterioration and often avoid the operation. However, if the case is chosen, we have an opportunity of decrudescence to CRPS by the operation of the damaged peripheral nerve itself. Between 1993 and 2002, surgical treatment of the injured peripheral nerve has been performed for 15 patients with prolonged burning pain after the injury of the upper extremity. There were 8 males and 7 females, and their age ranged from 24 to 67 years. Injured nerves were two brachial plexuses at axillary region, 4 median nerves, 3 ulnar nerves, 3 radial nerves and 3 digital nerves, respectively.

Before operation, we performed regional block with lidocaine on 11 patients for examination. In 11 patients, this burning pain was temporarily disappeared.

At operation, we found the scar formation in 8 cases, adhesion in 4, perineurial window, ligature of the nerve and perineurial window & lateral neuroma in one each. The latest operations were neurolysis in 7 cases, resection with or without nerve graft in 4, nerve suture in 3 and neurolysis & suture in one.

We evaluated the results of these cases according to 4-stages evaluation ; 6 were excellent, 3 good, 5 fair and one poor, respectively.

When it tried to apply these cases to diagnostic criteria, our 7 cases were correspondent to CRPS and 8 were doubtful（Table 4）. The results in the doubtful cases were not all good ; 5 were excellent, 2 fair and one poor, respectively. We think all these patients are classified as type 2 CRPS, clinically.

The factors for the excellent results were limited pain, limited Tinel's sign, unchanged symptoms and no problems related to psychological and social aspects. The operative findings clarify the conditions of injured nerve in most cases. It is considered that operative treatment is also one of alternatives to type 2 CRPS. Therefore, surgery of the causalgia for patients with the above factors should be performed with informed consent as soon as possible.

Key words：neurogenic pain（神経因性疼痛），causalgia（カウザルギー），reflex sympathetic dystrophy（反射性交感神経性ジストロフィー），complex regional pain syndrome（複合性局所疼痛症候群），surgical treatment（手術療法）

Address for reprints：Yukio Horiuchi, MD, Department of Orthopaedic Surgery, Kawasaki Municipal Hospital, 12-1 Shinkawa-dori, Kawasaki-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 210-0013, Japan.

緒言

末梢神経損傷後に灼熱痛を訴えて来院する患者の多くは，患者の強い疼痛の訴えや過剰な反応のため，なかなか正確な診断ができず，悪化を懸念し手術を敬遠してしまうことが多い．しかし，末梢神経損傷後に灼熱痛を主訴とする患者の中には，症例を選べば損傷神経自体の手術で症状を軽減させることができる可能性がある．我々は，過去9年間に末梢神経損傷後に上肢の灼熱痛を訴えて来院した症例のうち15例に手術を施行し，半数以上に疼痛の軽減をみた．それらの症例の診断ならびに最終結果を検討し，若干の考察を加えた．

対象および方法

1993年から2002年までの9年間に上肢の末梢神経損傷後に灼熱痛を訴えて来院した15例15肢に神経損傷部の手術を行った．その内訳は，男性8例，女性7例，右5例，左10例，年齢は24～67歳（平均43.9歳）であった．受傷から最終手術までの期間は6ヵ月～13年（平均3.1年）であった．受傷原因は，刺創5例（注射針4例），挫創4例，術中・術後発症4例，切創2例であった．損傷神経は，正中神経4例（掌側枝2例），尺骨神経3例（背側枝1例），橈骨神経（浅枝）3例，指神経3例（示指1例，小指1例），腋窩部腕神経叢2例であった．すでに15例中7例は最終手術より前に他医または当院で灼熱痛に対する手術を受けていた．15例中11例は術前に損傷部またはその近位で1%リドカインを用いた局所ブロックを行い，症状が軽減したものを手術対象とした．

手術中に得られた所見としては，1 cm以上にわたる周囲との高度な癒着4例，広範囲にわたる高度瘢痕による絞扼2例，周囲との癒着は少なく神経幹自体が硬い神経幹内瘢痕2例，1 cm未満の狭い範囲での瘢痕による絞扼2例，神経断裂と断裂部断端の瘢痕による絞扼2例，糸で結紮されていたもの1例，神経周膜が傷つき神経実質がヘルニアのように飛び出したperineurial window 1例，2つの神経束の1つがperineurial windowでもう1つが側方神経腫になっていたもの1例とさまざまであった．最終的に行った手術は，神経剝離術7例，神経切除4例（移植3例），神経縫合3例，神経剝離＋神経縫合1例であった．

術後観察期間は4ヵ月～7年6ヵ月（平均2年11ヵ月）であった．術後は症例により，ギプス・スプリントなどによる固定・安静，熱可塑性素材や装具などによる保護（プロテクターとして使用），ノイロトロピン，メチコバール，消炎鎮痛剤の投与などを行った．

術後評価は，堺らの評価を参考に，疼痛なしを優，疼痛は軽減しADL上支障なく仕事が可能なものを良，疼痛は軽減したがADL上に支障が残るものを可，疼痛が不変か悪化したものを不可とした[3)9)]．

結果

結果は，15例中優6例，良3例，可5例，不可1例であった．優と良を合わせると9例60%であった．

手術法別では，神経剝離術7例中優4例，良1例，可2例，神経切除術4例中良1例，可2例，不可1例，神経縫合術3例中優2例，良1例，神経剝離術＋縫合術1例は可であった．

手術所見と結果の関係は，癒着4例は優2例，可2例，高度の瘢痕2例は可1例，不可1例，神経内瘢痕2例は良2例，狭い範囲の瘢痕による絞扼2例は優2例，神経断裂2例は良1例，可1例，糸による結紮1例は優，perineurial window 1例は優，perineurial windowと側方神経腫1例は可であった．

症例

症例は，現在41歳，男性で左尺骨神経障害後カウザルギーの診断のもと神経切除後神経移植術を行い，ほぼ軽快した症例である．高校3年生（18歳）であった1981年3月，柔道の授業中に左橈・尺骨骨幹部骨折を生じた．近医で骨折の治療（プレート固定，1年後に抜釘）を受け，その後は特別な症状はなかった．6年後（1987年）に前腕から手の尺側にしびれが出現し，神経剝離術を受けた．その後も症状は寛解せず，1991年に肘部管症候群の診断で皮下前方移行術を受けた．一時軽快したが，1年後には再悪化し1993年3月当科を受診した．初診時，前腕から手にかけての強い灼熱痛と前腕近位1/3部に約3 cmにわたり強いTinelサインが存在した．運動神経障害はなかった．Gibbonsスコア[1)]は4点であった．1993年6月に当院の初回手術を行った．尺骨神経は神経幹自体が約6 cmの範囲で硬くなっており周囲筋との癒着はあるものの，著明な絞扼はなく，神経剝離後に皮下脂肪組織でおおった．一時的に軽快したが，半年後には再発し強い灼熱痛を訴えた．神経損傷部に局麻剤を浸潤させると約3時間は疼痛が寛解した．1994年12月（32歳）に手術を行った．術中，尺骨神経のinternal neuro-

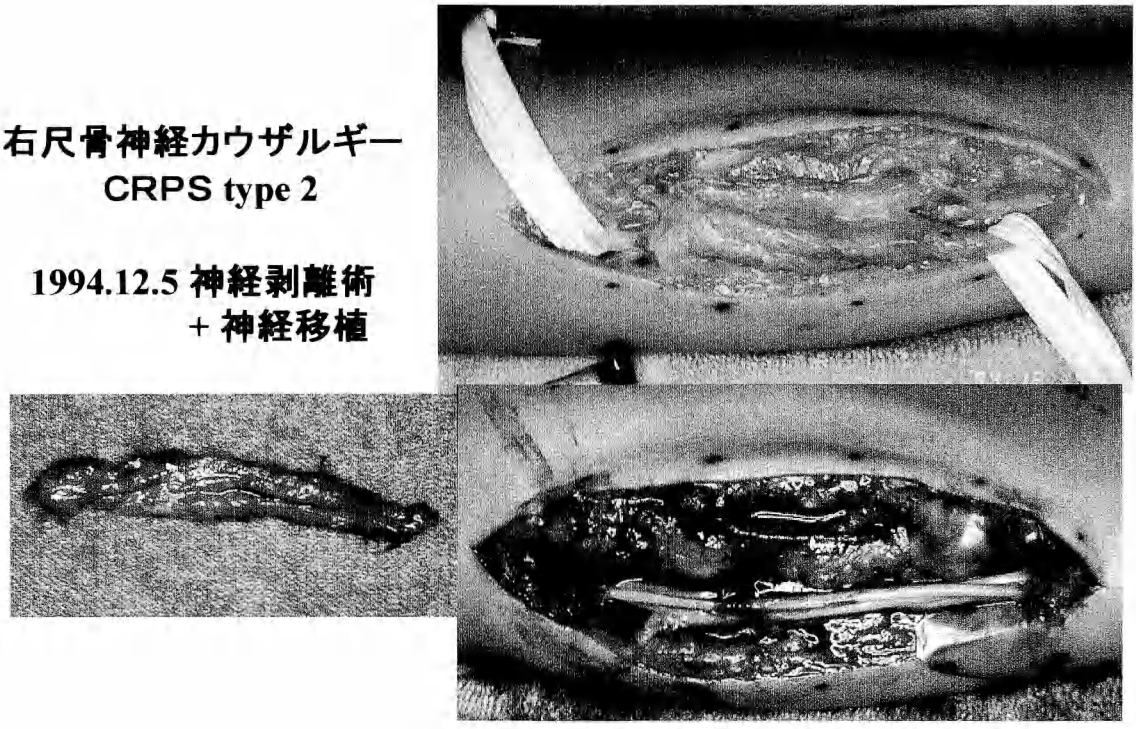


図1　症例1：32歳，男性

lysis を試みたが，知覚運動の識別は不能で，尺骨神経の障害部を切除した．切除により生じた 8 cm の神経のギャップを腓腹神経 3 本で架橋した（図 1）．術後，尺骨神経は完全麻痺に陥り，尺骨神経支配の手内筋に高度の筋萎縮が生じた．しかし，疼痛が消失したことに本人は大いに満足した．Tinel サインの伸長につれて疼痛の再燃が危惧されたので，約 3 ヵ月間熱可塑性素材のプロテクターを常時着用させ外的刺激から神経移植部を守った．8 年後の現在，尺骨神経は M3S4 程度の回復であるが，疼痛はなく結果は良である．

考　　察

多くの手の外科医にとって RSD（reflex sympathetic dystrophy，反射性交感神経性ジストロフィー）は，異常な交感神経反射が基盤に生じるとする Lankford の説[2)4)6)]が支持され，信じられている．彼は RSD の 3 要素として，持続性の痛み，本人のもつ素因，異常な交感神経反射をあげ，これらが悪循環を形成し，典型例では疼痛，浮腫，関節拘縮，色調の変化など RSD の特徴的な変化が生じるとしている．しかし，異常な交感神経反射と関係なく同様な症状を呈し，交感神経ブロックが無効な症例が存在することから，この名称に問題が生じた．世界疼痛学会は 1994 年これらの疾患を CRPS（complex regional pain syndrome，複合性局所疼痛症候群）と呼ぶことを提唱した[7)8)]．さらに，このうち神経損傷の存在するいわゆるカウザルギーを type 2 に分類した．

神経損傷を伴うカウザルギーの病態[2)]については，人工シナプス説（Doupe），ノイロキニン説（Chapman），サブスタンス P 説，神経腫説（Korenman ら）などがある．Doupe の人工シナプス説は，混合神経損傷の病態をわかりやすく説明している．これは，交感神経の遠心性刺激が神経損傷部のシナプスから知覚神経に伝わり，中枢へは順行性に伝わり痛みとして感じるとともに，末梢では発痛物質を放出し痛覚閾値を下げるという説である．しかし，損傷部位を切除しても改善しない例が存在することが問題となる．山下ら札幌医大グループのサブスタンス P 説[4)10)]は，頑固な遷延性疼痛で末梢の神経切除を必要とするような症例の説明には最適である．それは，変性神経終末からサブスタンス P が放出され隣接する健常神経終末に疼痛信号として伝達され中枢に伝達されるととも

Table 1 Gibbons' RSD score

case	allodynia	Burning pain	the others	Total	RSD
1	+	+	sweat, bone atrophy	4	possible
2	+	+	—	2	doubtful
3	+	+	swelling, cool, bone atrophy	5	probable
4	+	+	swelling, color change, cool, bone atrophy	6	probable
5	+	+	—	2	doubtful
6	+	+	cool, bone atrophy	4	possible
7	+	+	—	2	doubtful
8	+	+	—	2	doubtful
9	+	+	—	2	doubtful
10	+	+	cool, bone atrophy, thermograph	5	probable
11	+	+	swelling, bone atrophy	4	possible
12	+	+	—	2	doubtful
13	+	+	—	2	doubtful
14	+	+	—	2	doubtful
15	+	+	swelling, bone atrophy	4	possible

Table 2 Kozin's clinical criteria

case	pain	vasomotor instability	swelling	tropic change	RSD group
1	+	+	−	+	II (probable)
2	+	−	−	−	V (doubtful)
3	+	+	+	+	I (definite)
4	+	+	+	+	I
5	+	−	−	−	V
6	+	+	−	−	II
7	+	−	−	−	V
8	+	−	−	−	V
9	+	−	−	−	V
10	+	+	−	+	II
11	+	−	+	−	II
12	+	−	−	−	V
13	+	−	−	−	V
14	+	−	−	−	V
15	+	−	+	+	II

Table 3 IASP (CRPS type II)

case	nerve injury	Allodynia or hyperalgesia	vasomotor instability	other disorder	diagnosis
1	+	+	+	−	CRPS
2	+	+	−	−	doubtful
3	+	+	+	−	CRPS
4	+	+	+	−	CRPS
5	+	+	−	−	doubtful
6	+	+	+	−	CRPS
7	+	+	−	−	doubtful
8	+	+	−	−	doubtful
9	+	+	−	−	doubtful
10	+	+	+	−	CRPS
11	+	+	+	−	CRPS
12	+	+	−	−	doubtful
13	+	+	−	−	doubtful
14	+	+	−	−	doubtful
15	+	+	+	DM	CRPS

に，放出されたサブスタンスP自体が血管拡張，ヒスタミン放出などで炎症を惹起するというものである．

しかし，神経損傷を伴うカウザルギーの病態はいまだ明らかにはなっておらず，症状が似ているものの，いろいろな病態を含んでいる可能性がある．過去9年間に灼熱痛を訴えた15症例に行った手術経験から，これらの症例を分析して現行の診断基準と治療結果について検討した．

今回，我々の症例をおのおのの診断基準に当てはめてみた．GibbonsのRSDスコア[1]では，probable 3例，possible 4例，doubtful 8例であった（Table 1）．Kozin[5]のclinical criteriaでは，definite 2例，probable 5例，doubtful 8例であった（Table 2）．世界疼痛学会のCRPSタイプ2の診断基準[8]においてもCRPSと診断できるもの7例，疑わしいもの8例であった（Table 3）．

これら3つの診断基準の結果は，おのおのの症例ごとにみるとほぼ一致していた．したがって，我々の症

Table 4 Diagnosis & Result

case	Gibbons	Kozin	IASP	Operative method	Results
1	possible	probable	CRPS	neurectomy＋graft	G
2	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	E
3	probable	definite	CRPS	neurorrhaphy	E
4	probable	definite	CRPS	neurectomy	F
5	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	E
6	possible	probable	CRPS	neurolysis	G
7	doubtful	doubtful	doubtful	neurectomy＋graft	P
8	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	E
9	doubtful	doubtful	doubtful	neurorrhaphy	E
10	probable	probable	CRPS	neurolysis, suture	F
11	possible	probable	CRPS	neurectomy＋graft	F
12	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	F
13	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	E
14	doubtful	doubtful	doubtful	neurolysis	F
15	possible	probable	CRPS	neurorrhaphy	G

例のうち8例はCRPSではないということになる．しかし，CRPSまたはCRPSの可能性のある7症例とCRPSが疑わしい8症例のおのおのの結果を比べてみると，必ずしも2つのグループ間の結果が診断とは一致していないことがわかった（Table 4）．しかし，doubtfulに優が5例と多いのが目立った．

CRPSの診断は，overdiagnosisしてでも早期治療することが推奨されている．CRPSとしての診断は正確でなくとも，これらの類似した症状を有する症例の中には神経の手術で疼痛を軽減することができる症例が含まれている可能性がある．術中所見から明らかになったことは，挫滅，瘢痕，癒着，断裂などのほかに，結紮糸やperineurial windowなどもその原因になっていたことである．これらの病態は手術によりはじめて明らかになるので，手術をしなければ改善されることはない．前回の報告[3]でも示したが，既往や症状から明らかに局所の神経損傷があり，術前に著明な手指拘縮がなく，中枢の感作が完成していない場合は，疼痛とTinelサインも限局し，症状の進行が止まり，局所のブロックがある程度有効で，精神・社会的問題（労災，交通事故の関連など）のない例の結果は良好であった．術中所見では，より末梢部の神経損傷で狭い範囲のときは適切な手術が可能で成績も良好であった．

結　　語

神経損傷後に上肢の灼熱痛を訴えた15例15肢に手術を行い，約半数に症状の軽減をみた．CRPS（RSD）としての診断にはやや問題はあるものの，手術を行ってはじめて判明した病態もあり，症例を選べば，疼痛軽減に手術的療法も1つの選択肢であると考える．

文　　献

1) Gibbons JJ, Wilson PR：RSD score：Criteria for the diagnosis of reflex sympathetic dystrophy and causalgia. Clin J Pain, 8：260-263, 1992.
2) 堀内行雄：反射性交感神経性ジストロフィー（RSD），内西兼一郎編，手の外科学，第1版．東京，南山堂：389-407, 1995.
3) 堀内行雄，高山真一郎，池上博泰　ほか：神経損傷後に灼熱痛を訴えた10症例の手術経験．日手会誌，16：509-513, 1999.
4) 生田義和，戸田克広：反射性交感神経性ジストロフィーの基礎と臨床．整形外科，51：347-351, 2000.
5) Kozin F, McCarty DJ, Genant HK, et al.：The reflex sympathetic dystrophy syndrome（RSDS）III；scintigraphic studies, further evidence for the therapeutic efficacy of systemic corticosteroids, and proposed diagnostic criteria. Am J Med, 70：23-30, 1981.
6) Lankford LL：Reflex sympathetic dystrophy, In：Everts CM, ed. Surgery of the Musculoskeletal System, 2nd ed. New York, Churchill Livingstone Co：1265-1296, 1990.
7) Merskey H, Bogduk N：Classification of Chronic Pain, 2nd ed. Seattle, IASP Press：40-43, 1994.
8) 西浦康正，落合直之：反射性交感神経性ジストロフィーの症状と診断．整・災外，45：1319-1326, 2002.
9) 堺　　慎，石井清一，薄井正道　ほか：手部Causalgiaに対する損傷神経全切除術．日手会誌，6：78-81, 1989.
10) 山下俊彦，石井清一：反射性交感神経性ジストロフィーに対する手術療法．MB Orthop, 8：53-57, 1995.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　466-470，2003

ガラス化法により凍結保存した末梢神経組織内 Schwann 細胞の viability の検討

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

谷野善彦・仲尾保志
斎藤治和・戸山芳昭

川崎市立川崎病院整形外科

堀内行雄

Evaluation of Schwann Cell Viability in the Vitrified Peripheral Nerve

Yoshihiko Tanino, Yasushi Nakao, Harukazu Saito
Yoshiaki Toyama

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Yukio Horiuchi

Department of Orthopedic Surgery, Kawasaki Municipal Hospital

We have previously studied the viability of peripheral nerve cryopreserved by vitrification since 1999, and demonstrated 10% of viability of Schwann cells in the cryopreserved peripheral nerve by the previous culturing evaluation. In this study, we utilized nuclear activity to investigate the viability of Schwann cells. 1.5 cm of nerve segment was harvested from the sciatic nerve in neonatal Wistar rat. Prior to the freezing procedures, nerve segment was immersed for 30 seconds in FCS with a mixture of 25% ethylene glycol and 25% dimethyl sulfoxide at 4°C. Subsequently, nerve segment was dipped into liquid nitrogen, and then preserved for an hour. Ultra-thin section of the mid-portion of the nerve segment was observed by light microscopy. The one evaluation involved immersing vitrified nerve segments in culture dishes containing 2-bromo-5-deoxyuridine (BrdU) for one week and staining viable cells with anti-BrdU immunoassay (N=10). Another method investigated continued production of proliferating cell nuclear antigen (PCNA) in the nucleus by immmunostaining (N=22). The number of stained cells in the section from the vitrified nerve segment was compared with that from fresh sciatic nerve segment by each method. The survival rate of Schwann cells was also examined by the previous culturing method (N=50).

The cell culture study indicated 14.1% of survival rate of Schwann cells in the vitrified nerve, but several survived cells might be destructed by enzyme through the evaluating process. In contrast, anti-BrdU immunoassay showed nuclear activity in 26.9% and anti-PCNA immunoassay in 26.4%. These higher surviving rates in the evaluation of nuclear activity may be due to tissue assessment, not cellular evaluation using enzyme.

はじめに

近年の tissue engineering の進歩により，保存した組織を用いて損傷組織を再建する技術が臨床においても実用化されつつある．そのため，構成細胞の viability を維持したまま組織を保存する技術の開発が，tissue engineering の重要な課題となってきた．これまで我々は，氷点を急速に通過させて細胞を冷却し，細胞液を氷結させることなく凍結する「ガラス化法」という技術を，末梢神経組織の凍結保存に応用し，

Key words：Schwann cell（シュワン細胞），peripheral nerve（末梢神経），vitrification（ガラス化），cryopreservation（凍結保存）
Address for reprints：Yoshihiko Tanino, MD, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinano-machi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan.

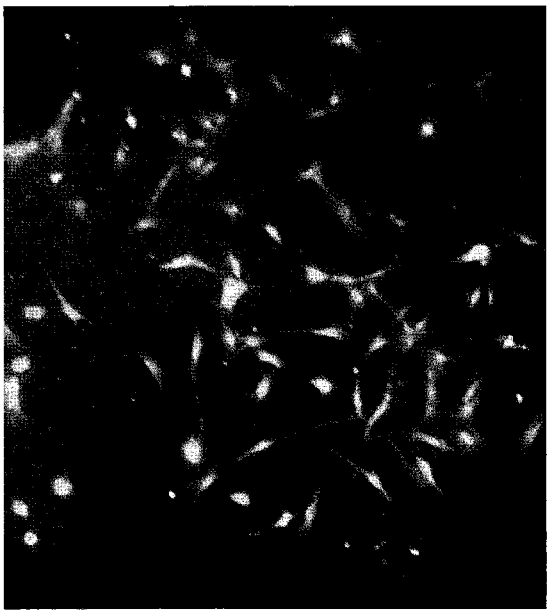


図1　ガラス化凍結した神経片から分離培養した Schwann 細胞（抗 S100 抗体）
多数の双極性細胞が観察される．

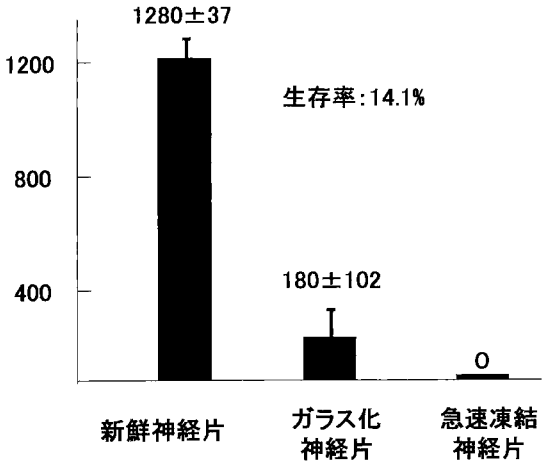


図2　培養評価による Schwann 細胞の生存率

Schwann 細胞の viability が凍結解凍後も約 10% は維持されることを報告してきた[6)7)]．しかしながら，従来用いていた viability の評価法は，解凍した神経組織を酵素処理によって細胞に分解培養して生存細胞をカウントするものであったため，Schwann 細胞の生存率が低い原因として，分解酵素が生存する Schwann 細胞に評価の段階でダメージを与えている可能性が危惧されていた．そのため今回の実験では，神経組織を構成する細胞の viability を個々の細胞に分離することなく，組織のまま評価する方法を用いて，ガラス化凍結保存した神経内の Schwann 細胞の生存率を検討した．

材料および方法

実験には生後 7 日の Wistar 系ラット（体重約 15 g）の坐骨神経片を使用した．採取した 1.5 cm 長の坐骨神経片を凍結保護剤（25% dimethyl sulfoxide＋25% ethylene glycol＋50% fetal cow bovine serum）に 4℃で 30 秒間浸透させて凍結保護処理を行い，容器ごと液体窒素内に移して急速凍結した．1 時間の凍結保存後，37℃恒温槽で急速解凍した凍結神経片の viability について，以下 3 種類の方法で評価検討した．

実験 1：細胞の分離培養による viability の検討

解凍した神経片から 5% collagenase/dispase を用いて細胞成分を酵素的に分離し，培養液で洗浄後，5% CO_2 incubator（37℃）内で培養した．48 時間培養後，位相差顕微鏡で細胞の viability や生存細胞の形態を観察した．Schwann 細胞の同定には，抗 S100 蛋白抗体を用いた免疫染色を用いた．Schwann 細胞の生存率は，（保存坐骨神経片からの培養細胞数/新鮮坐骨神経片からの培養細胞数）×100 の計算式より算出した（n＝50）．

実験 2：BrdU（2-bromo-5-deoxyuridine）を用いた viability の検討

解凍した神経片を BrdU 含有培養液（25 μM）に入れて 5% CO_2 incubator（37℃）内で 1 週間かけて浸透させた後，10% ホルマリンによって組織固定した．横断切片は神経片の中央部で作製し，抗 BrdU 抗体を用いて免疫染色した．生存活性のある細胞は褐色に染まることを利用し，陽性細胞をカウントした．また，コントロールである新鮮坐骨神経片からの切片についても同様の染色を行い，陽性細胞数を比較した（n＝10）．

実験 3：PCNA（proliferating cell nuclear antigen）を用いた viability の検討

解凍した神経片を 10% ホルマリンで組織固定し，横断切片を神経片の中央部で作製して，抗 PCNA 抗体を用いて免疫染色を行った．生存活性のある細胞は褐色に染まることを利用し，陽性細胞をカウントしてコントロールの新鮮坐骨神経片と比較した（n＝22）．

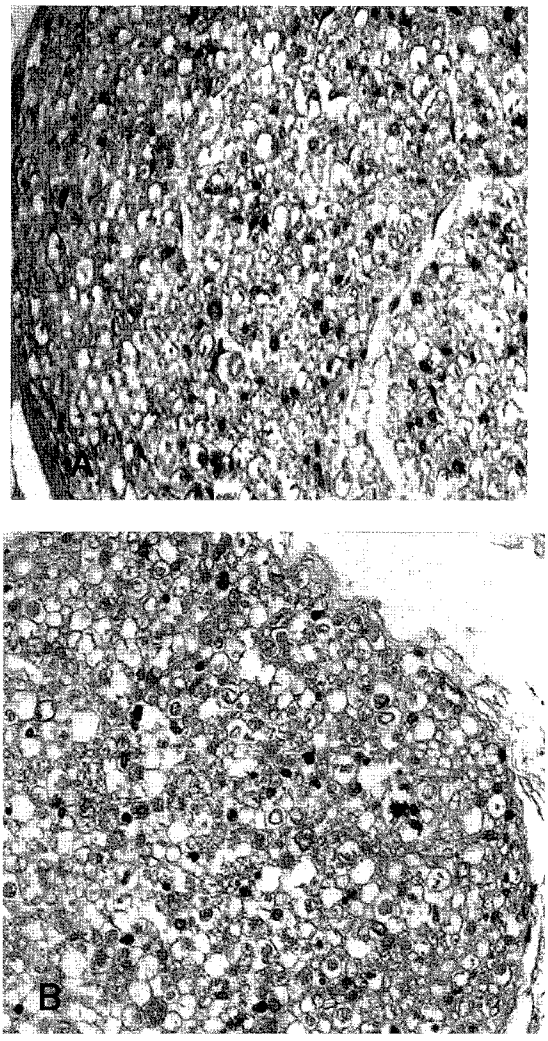


図3　BrdU 陽性細胞（×200）
A：新鮮坐骨神経片．
B：ガラス化坐骨神経片．
核が濃染しているものが陽性細胞である．

結　　果

実験 1：ガラス化法を施行し解凍した神経片からは，抗 S100 抗体陽性の Schwann 細胞が多数培養された（図 1）．培養された Schwann 細胞数は，新鮮坐骨神経片からは 1,280±37（平均±SD：n=23），ガラス化凍結神経片では 180±102（平均±SD：n=50）個観察された．生存率は 14.1%であった（図 2）．凍結保護処理を行わなかった急速凍結神経片からは，培養細胞は

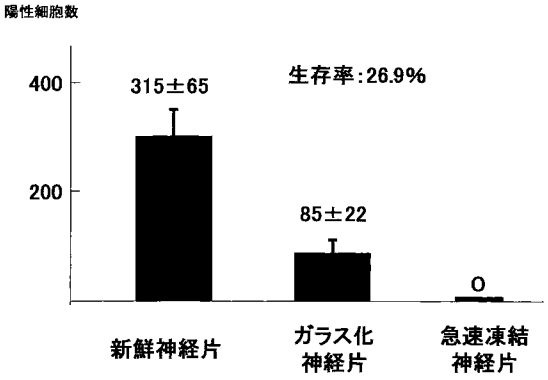


図4　BrdU 陽性細胞の生存率

確認できなかった．

実験 2：凍結保存した神経の横断切片では核へ BrdU の取り込みを認める細胞が多数観察された（図 3）．BrdU 陽性細胞総数は，新鮮坐骨神経片からは 315±65（平均±SD：n=23），ガラス化凍結神経片からは 85±22（平均±SD：n=50）個観察され，生存率 26.9%であった（図 4）．

実験 3：PCNA 発現陽性の細胞も横断切片上に多数確認された（図 5）．横断切片内における PCNA 陽性細胞は，新鮮坐骨神経片からは 349±114（平均±SD：n=23），ガラス化凍結神経片からは 92±43（平均±SD：n=50）であり，生存率 26.4%であった（図 6）．

考　　察

保存した組織を損傷された組織の再建にドナーとして応用する場合，その構成細胞の viability が維持されていることは重要である[1)2)]．ガラス化法は，Rall ら[5)]がマウス胚の保存に成功して以来，単一細胞の凍結保存法として普及した技術で，解凍後の viable な細胞の回収率や受精率が高いことで評価されている．従来，これらの凍結保存法は，細胞の保存には有用であるが，細胞の集合体である組織に応用することは困難と考えられてきた．しかしながら，神経組織の場合，その細長い形状から他の組織や臓器に比べて凍結保護剤の浸透性が容易であり，解凍操作においてもより短時間で処理することが可能であるため，凍結保存法を応用するうえで有利と思われた[6)7)]．これまで，ガラス化法を神経組織の凍結保存に応用し，構成細胞を分解酵素で細胞片に分離培養して viability を評価してきたが，細胞の生存率は 10～15%と低く，臨床応用に有用

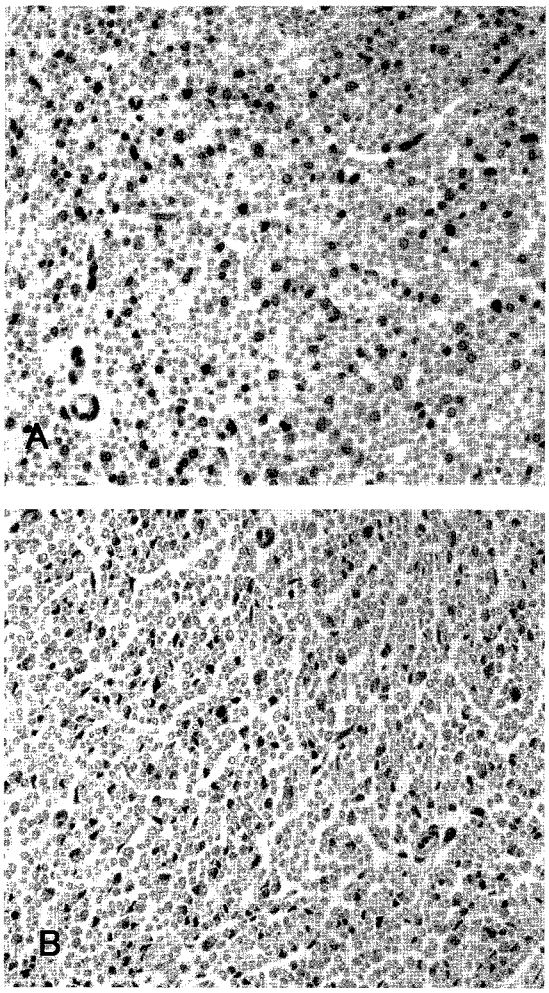


図5　PCNA 陽性細胞（×200）
A：新鮮坐骨神経片．
B：ガラス化坐骨神経片．
核が濃染しているものが陽性細胞である．

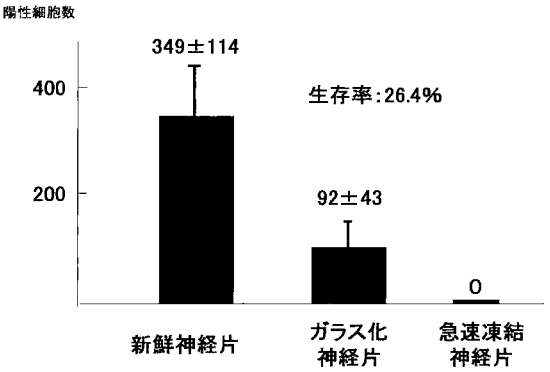


図6　PCNA 陽性細胞の生存率

と思われる細胞の viability を獲得できなかった．しかしながら，従来の分離培養による評価では，解凍後も生存していた細胞が酵素で分離培養される過程で死滅する可能性があり，実際の生存率より低く評価している可能性が考えられた．そのため今回の実験では，組織片から Schwann 細胞を分離せずに核の活動性を利用して viability を判定する評価方法を応用した．BrdU は thymidine 誘導体であり，あらかじめ組織や細胞内に投与することで細胞周期の S 期に核の中に取り込まれる．塩酸処理や加熱，DNase I 処理などで DNA を 1 本鎖化すると，抗 BrdU 単クローン抗体が増殖細胞期である S 期の核に特異的に反応する．一方，PCNA は DNA polymerase の活性発現に必須の補助蛋白で，細胞周期の late G1 から S 期の状態にある増殖細胞の核に出現している．これら 2 つの物質は，増殖細胞のマーカーとして知られ，ホルマリン固定パラフィン切片上でも判定が可能である．今回の実験における BrdU と PCNA を用いた評価では，従来の培養評価による生存細胞数の約 2 倍の生存率を示し，凍結解凍した神経片には従来考えられた以上の Schwann 細胞が viability を有して維持されている可能性が示唆された．また，凍結保存した神経片の中に実際に生存している Schwann 細胞数は，増殖期にない Schwann 細胞の存在を考慮すると，生存率はさらに高い可能性が考えられた．凍結保存した神経片に含まれる viability を維持した Schwann 細胞は，将来の保存神経を用いた移植医療において，軸索伸長に有利な影響を及ぼすものと推定している．

ま　と　め

ガラス化法によって凍結保存した神経組織片の viability を細胞核の活動性を利用して評価した．従来の細胞を分離培養する方法で評価した結果よりも，多くの viability を有した Schwann 細胞が生存している可能性が示唆された．

文　　献

1)　石井聖佳，仲尾保志，堀内行雄　ほか：凍結保存した末梢神経における Schwann 細胞の viability の検討．日手会誌，14：739-742，1997.
2)　石井聖佳，仲尾保志，堀内行雄　ほか：凍結保存した末梢神経の微細構造と Schwann 細胞の生存率．日手会誌，15：563-566，1998.

3) 石井聖佳，仲尾保志，堀内行雄 ほか：Program Freezer を用いた末梢神経の長期凍結保存．日手会誌，16：479-483，1999.
4) 石森久雄：エチレングリコールとジメチルスルフォキシドを用いたマウスおよびウシ胚のガラス化低温保存．SNOW BRAND R & D REPORTS, 106：115-152, 1996.
5) Rall WF, Fahy GM：Ice-free cryopreservation of mouse embryos at −196℃ by vitrification. Nature, 313：573-575, 1985.
6) 谷野善彦，仲尾保志，石井聖佳 ほか：ガラス化を用いた末梢神経組織の超急速凍結保存に関する研究．日手会誌，17：367-370，2000.
7) 谷野善彦，仲尾保志，斎藤治和 ほか：末梢神経のガラス化凍結保存に関する研究―凍結保護剤の浸透時間が細胞の viability に与える影響―．日手会誌，18：653-657，2001.
8) Trumble TE, Whalen JT：The effect of cryosurgery and cryoprotectants on peripheral nerve function. J Reconstr Microsurg, 8：53-58, 1992
9) Wilmut I, Rowson LEA：The successful low-temperature preservation of mouse and cow embryos. J Reprod Fertil, 45：409-411, 1973.
10) Whittingham DG：Survival of rat embryos after freezing and thawing. J Reprod Fertil, 43：575-578, 1975.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻 第5号 471-474，2003

末梢神経緩徐伸張時のナトリウムチャネルの動態

筑波大学臨床医学系整形外科

市村晴充・安部伊知朗
原友紀・辻野昭人
落合直之

Clustering of Sodium Channel in Demyelinating Rat Sciatic Nerve Following Gradual Elongation

Harumitsu Ichimura, Ichiro Abe, Yuki Hara
Akihito Tsujino, Naoyuki Ochiai

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

Leg-lengthening has been used for treating dwarfism and leg length discrepancy. In this treatment, peripheral nerves are injured by nerve elongation. A number of studies have investigated the physiological and morphological changes in gradual elongation of peripheral nerve. But there is no report about distribution of sodium channels in nerve elongation. We investigated peripheral nerve injury after gradual elongation of rat sciatic nerve by progressive stretching. Indirect nerve elongation was produced by leg lengthening at a rate of 3 mm/day by 15 mm (group of 15 mm) and by 30 mm (group of 13 mm). At the 7th day after leg lengthening was finished, electrophysiological properties of the nerve and axonal distribution of voltage-dependent sodium channels at Ranvier nodes was examined. In control nerves, most sodium channels are localized to the nodes of Ranvier in myelinated axons, providing the physiological basis for saltatory conduction. In elongated nerves, the amplitude of compound nerve action potential decreased, and sodium channels became diffuse or disappeared in the nodes of Ranvier. These deficits were more prominent in group of 30 mm than group of 15 mm. We conclude that diffuse and/or disappearance of sodium channels plays an important role in the pathological changes of compound nerve action potential by nerve elongation.

緒　　言

脚延長は四肢短縮や脚長不等，骨折後の変形治癒などに対する治療として Codivilla により 1905 年に報告されて以来[4]，Ilizarov らにより改良され[7]，現在では整形外科臨床に広く用いられている．これらの治療中，脚の延長に伴い末梢神経は緩徐に伸張され，速すぎる伸張や過大な伸張では末梢神経障害が生じる．これまで，末梢神経緩徐伸張に伴う電気生理学的な変化や形態学的な変化についての研究が報告されている[2)3)5)7)~9)12)]．我々はこれまでの研究で末梢神経緩徐伸張時における形態学的な変化は paranodal demyelination であることを報告した[1]．しかし，神経の活動電位伝導の要因の 1 つであるイオンチャネルの動態に関する研究はされていない．今回我々は末梢神経緩徐伸張により生じる電気生理学的変化と，イオンチャネルのうち Ranvier 絞輪部に集中して存在するナトリウムチャネルの動態について検討を行った．

材料および方法

Wistar 系 rat（12 週齢雄，体重約 400 g）計 20 匹を用いた．神経伸張方法は創外固定器を用いた大腿骨骨延長による間接的坐骨神経伸張とした．1 日 3 mm の伸張速度で 15 mm（15 mm 群），30 mm（30 mm 群）まで伸張した（各群 n=5）．延長終了後 7 日目にラットを pentobarbital sodium の腹腔内注入にて深麻酔下

Key words：peripheral nerve injury（末梢神経損傷），nerve elongation（神経伸張），sodium channel（ナトリウムチャネル），immunohistochemistry（免疫染色），electrophysiology（電気生理学）

Address for reprints：Harumitsu Ichimura, Department of Orthopaedic Surgery, Institute of Clinical Medicine, The University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8575, Japan.

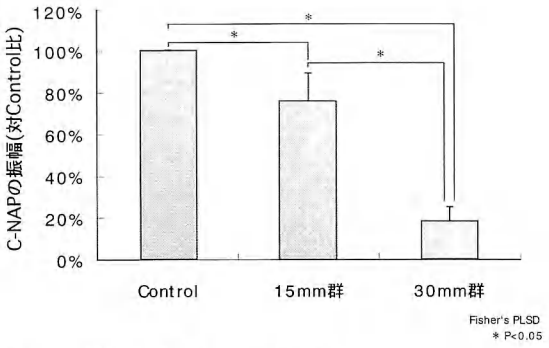


Fig. 1 神経伸張による C-NAP の変化
神経伸張距離の増大に伴い，C-NAP は低下した．

とした後，電気生理学的ならびに免疫組織学的評価を行った．非伸張側をコントロールとした．

1．電気生理学的評価

坐骨神経を坐骨結節から腓骨神経の長趾伸筋の入口部まで摘出した．摘出した坐骨神経をチャンバー内で生体内での長さを保持した状態で，酸素化した 37°C の Locke's solution（NaCl 154 mM，KCl 5.6，$CaCl_2$ 2，D-glucose 5.6，Hepes 10，pH 7.4）にて潅流を行った．刺激部位は坐骨神経の坐骨結節部とし，腓骨神経の遠位端にて記録した．刺激は 100 μsec の矩形波を用い，1 Hz の周期で最大上刺激を行った．記録は複合神経活動電位（C-NAP）の振幅を 8 回の加算平均にて測定した．

2．免疫組織学的評価

ナトリウムチャネルに対する免疫染色を行った．4%paraformaldehyde を含む 0.1 M phosphate buffer（PB）を用いて潅流固定を行った後，腓骨神経を摘出し，神経解きほぐし標本を作製した．2% normal goat serum と 0.1% Trion X-100 を含む 0.1 M PB（PBTGS）で 2 時間反応させた後，1 次抗体として抗ナトリウムチャネル抗体（PAN）（SP19）（1：100 in PBTGS, Sigma）を用いて 4°C で 40 時間反応させた．これ以降，特に断りなければすべての行程で 10 分 3 回の洗浄を 0.3% Triton と 0.9% NaCl を含む PB にて行い，抗体の希釈は PBTGS によって行った．2 次抗体として Alexa 555（1：100, Molecular Probes）を用いて 1 時間反応させた．洗浄後，ゼラチンコートスライドガラス上に神経解きほぐし標本を展開し，共焦点レーザー顕微鏡（Leica TCS SP2）にて観察した．透過光観察で Ranvier 絞輪を確認し，その部位でのナトリウムチャネル染色域を評価対象とした．評価項目として①ナトリウムチャネル染色域長（ナトリウムチャネル染色域の長軸方向の距離）と②染色消失 Ranvier 絞輪率（染色消失 Ranvier 絞輪数/観察総 Ranvier 絞輪数）を検討した．

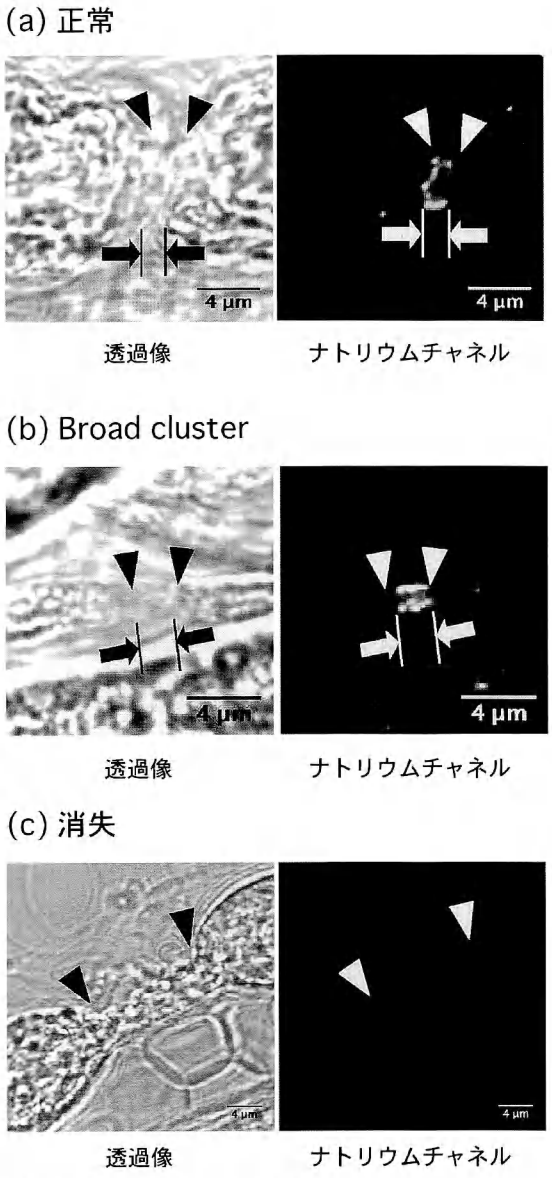


Fig. 2 神経伸張時のナトリウムチャネル分布
コントロールでは Ranvier 絞輪長とナトリウムチャネル染色域長は短い（a）．神経伸張により Ranvier 絞輪長の拡大とナトリウムチャネル染色域の長軸方向への拡大 "broad cluster"（b）やナトリウムチャネル染色域の消失（c）がみられた．

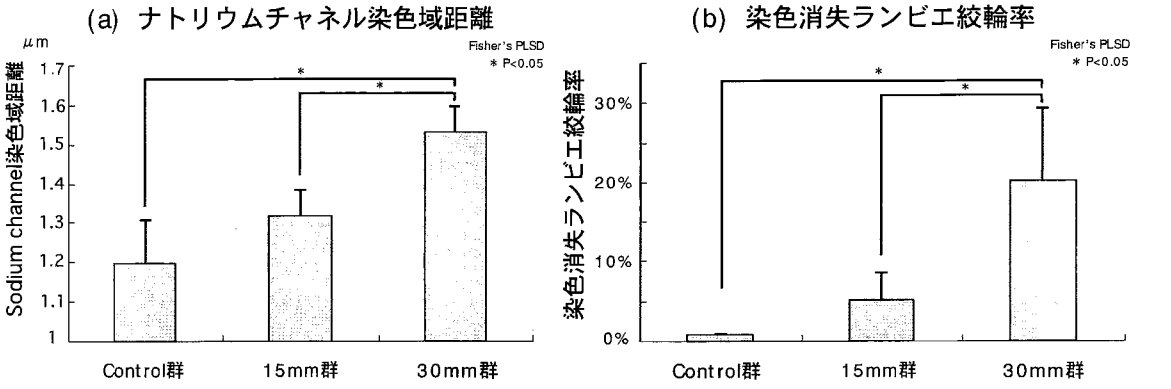


Fig. 3　神経伸張に伴うナトリウムチャネル染色域の動態
神経伸張距離の増大に伴いナトリウムチャネル染色域の長軸方向への拡大 (a) および Ranvier 絞輪部におけるナトリウムチャネル染色の消失 (b) が増大する傾向が認められた.

結果は平均±SD で表わし，統計学的評価として一元配置分散分析を行った後，post hoc test として Fisher PLSD を用い，$p<0.05$ を有意差ありとした.

結　　果

1．電気生理学的評価

C-NAP の振幅はコントロールに比べ 15 mm 群で 75.9±13.1%，30 mm 群で 18.3±6.8%に低下していた (Fig. 1)．また，コントロールと 15 mm 群，30 mm 群の各群間で有意差を認めた.

2．免疫組織学的評価

コントロールではナトリウムチャネルは Ranvier 絞輪部に狭く局在していた (Fig. 2a)．神経伸張により，透過光観察で Ranvier 絞輪長の拡大が認められた (Fig. 2b, c)．ナトリウムチャネルの分布はナトリウムチャネル分布が長軸方向へ拡大した状態の "broad cluster"[11]を示す Ranvier 絞輪 (Fig. 2b 矢頭) やナトリウムチャネルに対する染色が消失する Ranvier 絞輪 (Fig. 2c 矢頭) が出現した.

ナトリウムチャネル染色域長は，コントロール群で 1.20±0.11 μm，15 mm 群で 1.32±0.07 μm，30 mm 群で 1.53±0.07 μm と，伸張距離の増大に伴い延長する傾向を認めた．コントロールと 30 mm 群，15 mm 群と 30 mm 群の間で有意差を認めた (Fig. 3a).

染色消失 Ranvier 絞輪率はコントロール群で 0.8±0.4%，15 mm 群で 5.1±3.4%，30 mm 群で 20.3±9.3%と伸張距離の増大に伴い増加し，コントロールと 30 mm 群，15 mm 群と 30 mm 群の間で有意差を認めた (Fig. 3b).

考　　察

末梢神経緩徐伸張における電気生理学的変化は，神経活動電位の振幅の低下や伝導速度の低下，筋電図での脱神経所見の出現などが報告されている[2)3)5)7)~9)12)]．これらの神経の電気生理学的性質を変化させる要素としては，軸索径，髄鞘の絶縁性，イオンチャネルの分布などがある．我々は先の形態学的研究において末梢神経の緩徐伸張によって軸索径の狭小化と paranodal demyelination が生じることを示した[1)]．また，電子顕微鏡による形態計測では，髄鞘の terminal loop の直線化や軸索からの剥離が報告されている[5)8)]．これらの研究から軸索径の狭小化や髄鞘の絶縁性の低下，特に terminal loop 部での絶縁性の低下が電気生理学的変化の要因であることが示唆されてきたが，これまでイオンチャネル分布の動態についての研究は皆無であった.

Ranvier 絞輪周辺に存在するイオンチャネルには，ナトリウムチャネルやカリウムチャネルがある．特にナトリウムチャネルは Ranvier 絞輪部に集中し，髄節部に比して 20~50 倍もの高密度で存在することで，跳躍伝導の形成や維持に関与している．このため，Ranvier 絞輪部におけるナトリウムチャネル分布の変化は末梢神経緩徐伸張時における神経活動電位の変化に関与していると考えられる．Novakovic らは薬剤性脱髄の免疫染色による研究において，Ranvier 絞輪部のナトリウムチャネル分布が broad cluster を形成することや，ナトリウムチャネルに対する染色が消失することを示し，ナトリウムチャネル分布の動態が C-

NAP の変化の要因であると報告している[10)11)].

本実験では末梢神経緩徐伸張時における電気生理学的変化とイオンチャネルのうち Ranvier 絞輪に集中して存在しているナトリウムチャネル分布の動態について検討した．電気生理学的変化としてはこれまでの報告と同様に我々のモデルでも伸張距離が増大するとともに C-NAP の振幅の低下を認めた．また，神経伸張距離の増大とともに，ナトリウムチャネル分布が broad cluster を示す Ranvier 絞輪の増加やナトリウムチャネルに対する染色が消失する Ranvier 絞輪の増加を示した．今回用いた抗ナトリウムチャネル抗体はイオンを通過させるチャネル細孔を形成するαサブユニットの 3，4 ドメイン間の 19 peptide を抗原とするものであり，この抗体に対する染色が消失することはそのナトリウムチャネルの不活性化を示すものと考えられる．したがって，神経伸張距離の増大によりナトリウムチャネルが不活性化する Ranvier 絞輪数が増加することで，伝導ブロックを生じる神経線維が増加し，それを総体で評価する C-NAP では振幅の低下を生じたと考えた．しかし，本実験で認められた broad cluster については Novakovic らによる薬剤性の脱髄における broad cluster とは異なる現象である可能性もあり，本実験で示した broad cluster と電気生理学的変化との関係についてはさらなる研究が必要である．

結　　論

末梢神経緩徐伸張時における電気生理学的変化にナトリウムチャネル分布の動態が関与している可能性が示唆される．

文　　献

1) Abe I, Tsujino A, Hara Y, et al.：Paranodal demyelination by gradual nerve stretch can be repaired by elongation of internodes. Acta Neuropathol (Berl), 104：505-512, 2002.
2) Abe Y, Doi K, Katoh Y, et al.：The limit of low speed peripheral nerve elongation；neurological and circulatory aspects. J Neurol Sci, 140：61-66, 1996.
3) Chuang TY, Chan RC, Chin LS, et al.：Neuromuscular injury during limb lengthening：a longitudinal follow-up by rabbit tibial model. Arch Phys Med Rehabil, 76：467-470, 1995.
4) Codivilla A：On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. Am J Orthop Surg, 2：353-369, 1905.
5) Ikeda K, Tomita K, Tanaka S：Experimental study of peripheral nerve injury during gradual limb elongation. Hand Surg, 5：41-47, 2000.
6) Ilizarov GA：Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. Clin Orthop, 250：8-26, 1990.
7) Lee DY, Han TR, Choi IH, et al.：Changes in somatosensory-evoked potentials in limb lengthening. An experimental study on rabbits' tibiae. Clin Orthop, 285：273-279, 1992.
8) 森下　裕：末梢神経慢性伸張における神経障害に関する基礎的研究．金沢大学十全医会誌，103：857-869，1994.
9) 中山博文：末梢神経慢性伸張障害後の回復に関する実験的研究．金沢大学十全医会誌，104：483-491，1995.
10) Novakovic SD, Koszowski AG, Levinson SR, et al.：Clustering of Na^+ channels and node of Ranvier formation in remyelinating axons. J Neurosci, 15：492-503, 1995.
11) Novakovic SD, Deerinck TJ, Levinson SR, et al.：Clusters of axonal Na^+ channels adjacent to remyelinating Schwann cells. J Neurocytol, 25：403-412, 1996.
12) Shibukawa M, Shirai Y：Experimental study on slow-speed elongation injury of the peripheral nerve：electrophysiological and histological changes. J Orthop Sci, 6：262-268, 2001.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　475-478，2003

有連続性神経損傷に対する神経バイパス法による軸索再生

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

川　島　秀　一・高　山　真一郎
中　村　雅　也・戸　山　芳　昭

東京専売病院整形外科

彦　坂　一　雄

An Axonal Regeneration after Nerve Bypass Graft for Neuroma-in-continuity

Hidekazu Kawashima, Shinichiro Takayama, Masaya Nakamura
Yoshiaki Toyama

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Kazuo Hikosaka

Department of Orthopaedic Surgery, Tokyo Senbai Hospital

While end-to-side neurorrhaphy is commonly used as a new strategy for massive nerve defects unsuitable for conventional nerve grafting, it can be applied to neuroma-in-continuity in combination with nerve grafts which bridge over the injured segments using two end-to-side sutures. We proposed it as "nerve bypass graft" and reported that a significant number of axons regenerated through the bypass segment when this method was applied to a rat sciatic nerve crush/ligation model.

To investigate an axonal regenerating pathway through the bypass segment, we conducted the immunohistological study.

Materials and Methods：Fifteen Wistar rats were used. The sciatic nerve was damaged by double ligation with 6-0 nylon sutures and subsequent crushing. This served as an incomplete nerve injury model. A bypass graft segment consisting of 10 mm median nerve was bridged over the damaged site and sutured to the sciatic nerve proximally and to the posterior tibial nerve distally in the end-to-side fashion. At the suture sites, perineurial windows were created. Ten weeks after surgery, immunohistological staining of neurofilaments, macrophages and an anterograde neurotracer：biotinylated dextran amine（BDA）was carried out. Pressure injection of BDA was administered to the sciatic nerve 1 cm proximal to the proximal suture site at eight weeks after surgery.

Results：Many regenerating axons were observed in the bypass segments. Some axons were also found in the epineurium proximal to the proximal suture site. Macrophages were seen around both suture sites, especially in the proximal suture site. These results suggest that the outgrowth of axons into the bypass segment took place not only at the coaptation site but also at the more proximal site. At the distal suture site, regenerating axon could go through the suture site without any significant impediments and join the posterior tibial nerve. Only a limited number of regenerating axons were labeled with BDA anterogradely. However, labeled axons were seen all along the bypass segment, indicating that at least some proportion of the axons in the bypass segment was donated by the sciatic nerve.

Conclusion：The present study has proved that the nerve bypass graft provides a good axonal regeneration in the bypass graft and the posterior tibial nerve, and also that there is an axonal regenerating pathway from the sciatic

Key words：nerve bypass graft（神経バイパス法），nerve graft（神経移植），neuroma-in-continuity（有連続性神経損傷），end to side neurorrhaphy（端側縫合），nerve regeneration（神経再生）

Address for reprints：Hidekazu Kawashima, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan.

nerve proximally through the bypass segment. Although clinical application of this procedure should be decided carefully at present, the nerve bypass graft can possibly give us an alternative strategy in the management of neuroma-in-continuity.

緒　　言

有連続性神経損傷の治療に際して，神経剝離にとどめるべきか，損傷部分を切除して神経移植を行うべきか判断に迷うことは少なくない．神経剝離では手術効果が不確実である一方，損傷部分切除を要する神経移植では損傷部に存在する残存軸索と再生軸索を犠牲にせざるをえない．特に高齢患者など神経移植での確実な軸索再生が期待できない場合には，残存機能を犠牲にすることは躊躇される．1997 年 Shah ら[6]は，このような症例に対し，損傷部分を温存したまま移植神経片で損傷部分をバイパスするように 2 ヵ所で端側縫合する方法を nerve bypass 法として提案した．本法の最大の利点は，神経剝離術により損傷部を経由した神経再生を促進する効果と移植神経片により損傷部近位から新たな再生神経を誘導する nerve augmentation 効果が損傷部分を温存したまま得られる点にある．我々は，これまでにラット坐骨神経を使用した神経損傷モデルを用いて神経バイパス法の基礎的検討を行い，有用な軸索再生が得られることを報告してきた[2]．今回，バイパス部分を経由した軸索再生経路を確認するため免疫組織学的検討を行った．

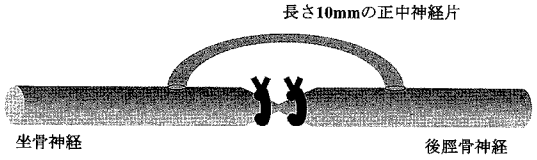


図 1　実験モデル
坐骨神経を 6-0 ナイロンで二重結紮後，その間を圧挫した．長さ 10 mm の正中神経片で坐骨神経損傷部を架橋するようにバイパス移植した．端側縫合部には perineurial window を形成した．

材料および方法

体重約 200 g の雌 Wistar 系 rat，計 15 匹を用いた．神経不全損傷モデルとして，坐骨神経の分岐部近位を 6-0 ナイロン糸で 2 回強く結紮後，その間を圧挫したモデルを作製した．その後，前腕より採取した長

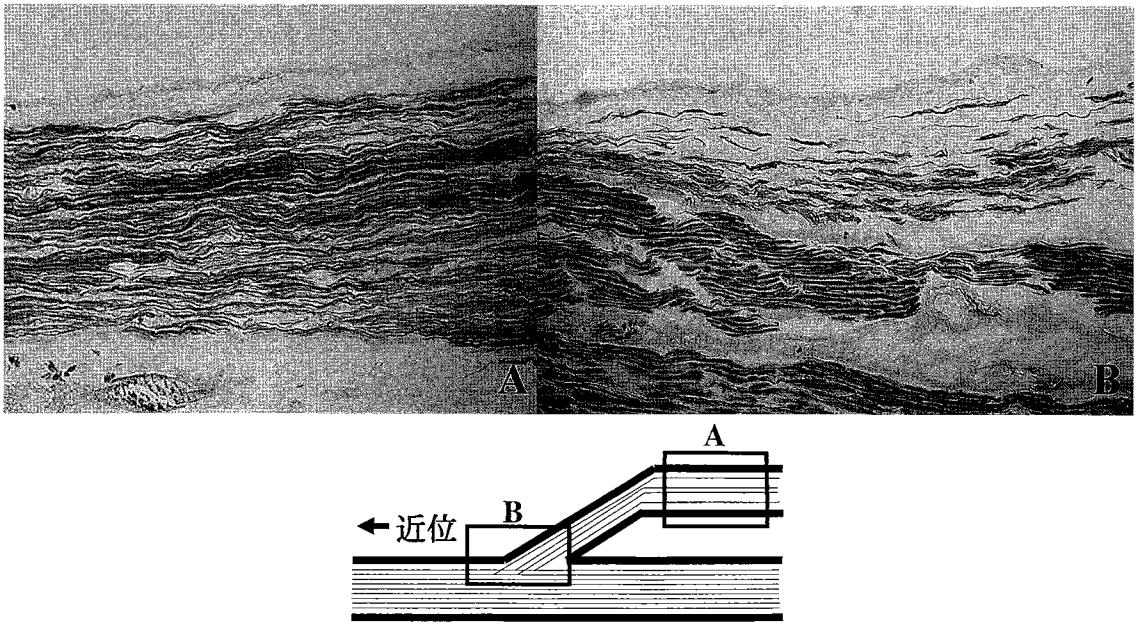


図 2　近位縫合部近傍の縦断切片，neurofilament 染色所見（×100）
A：バイパス移植片には良好な軸索再生が認められる．
B：縫合部より近位の epineurium 内にも再生軸索を認める．

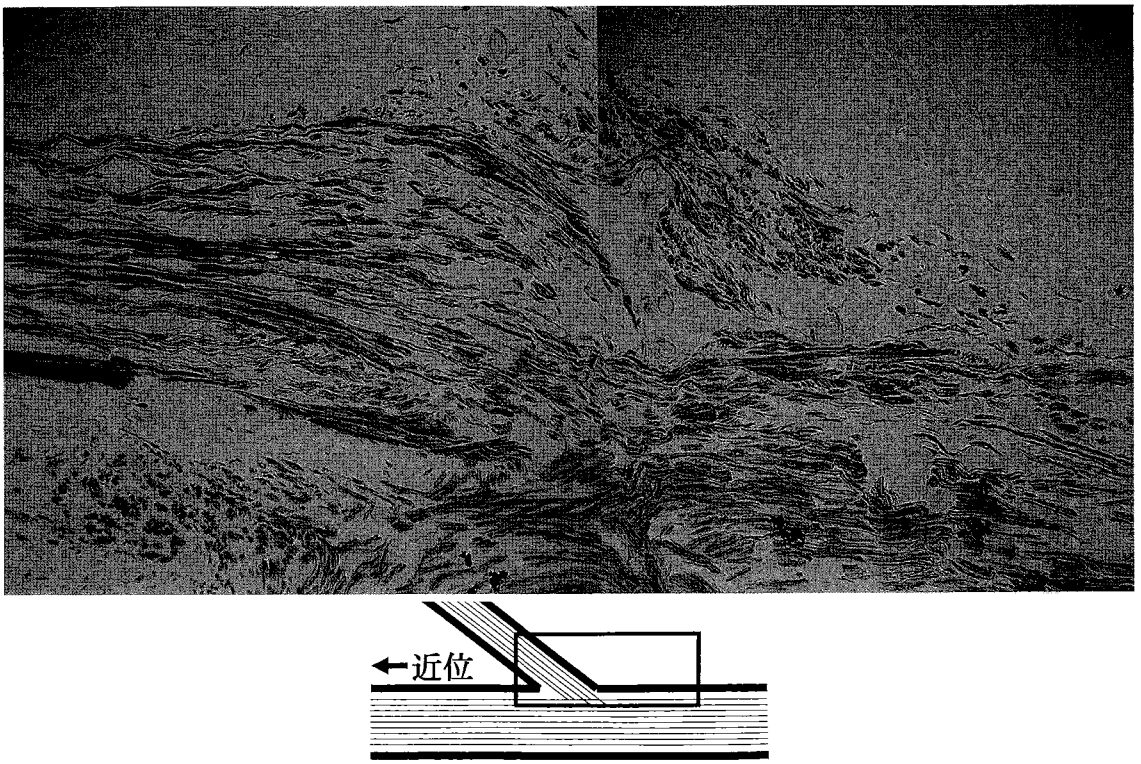


図3　遠位縫合部近傍の縦断切片，neurofilament 染色所見（×100）
バイパス部分からの軸索は障害なく縫合部を通過し，後脛骨神経内に合流している．

さ 10 mm の正中神経片で損傷部分をバイパスするように 10-0 ナイロン糸で 2 ヵ所を端側縫合した．端側縫合部には perineurial window を形成した（図 1）．

全例術後 8 週で坐骨神経を展開し，バイパス移植片近位縫合部の約 1 cm 近位にハミルトンシリンジを用いて biotinylated dextran amine（以下，BDA）約 5 μl を注入した．2 週間待機し，術後 10 週でバイパス移植部分とその近位，遠位を十分含めて坐骨神経を採取し，凍結薄切縦断切片を作製，抗 neurofilament 抗体，抗 macrophage ED1 抗体と神経トレーサーである BDA により免疫組織学的評価を行った．

結　　果

Neurofilament 染色では，バイパス部分に良好な軸索再生像が認められた．また強拡大像では，近位縫合部のみならず，より近位の epineurium 内にも再生軸索と考えられる陽性線維が存在しバイパス部分へ合流しているのが観察された（図 2A，B）．一方，遠位縫合部ではバイパス部分からの軸索は縫合部を通過し，脛骨神経内の軸索と合流する像が観察された（図 3）．Macrophage ED1 陽性細胞は，坐骨神経損傷部分近傍とその遠位側および移植神経片内に加え，端側縫合部の近傍，特に近位縫合部とその近位で多く認められた．BDA 染色では，染色される軸索数は限定的であったが，近位縫合部から遠位縫合部にいたるバイパス部分全長にわたって軸索がトレースされた（図 4A，B）．

考　　察

端側縫合の臨床応用では，損傷神経の遠位神経断端を自身の近位神経断端に縫合することが不可能な場合に，他の健常神経に端側縫合することで，ここから collateral sprouting による軸索再生を得ようとする概念が一般的である．しかし，神経移植片を用いて端側縫合法を 2 ヵ所で施行し神経バイパス法とすれば，有連続性神経損傷にも適用可能で臨床的応用の範囲は格段に広がる．これまでの我々の実験では，今回と同じ神経不全損傷モデルにおいて，神経バイパス法によりバイパス部分で通常の神経移植術の約 70%，遠位の脛骨神経で同約 80%の有髄再生軸索数が得られ，また全例で M 波が導出されるなど機能的再神経支配が

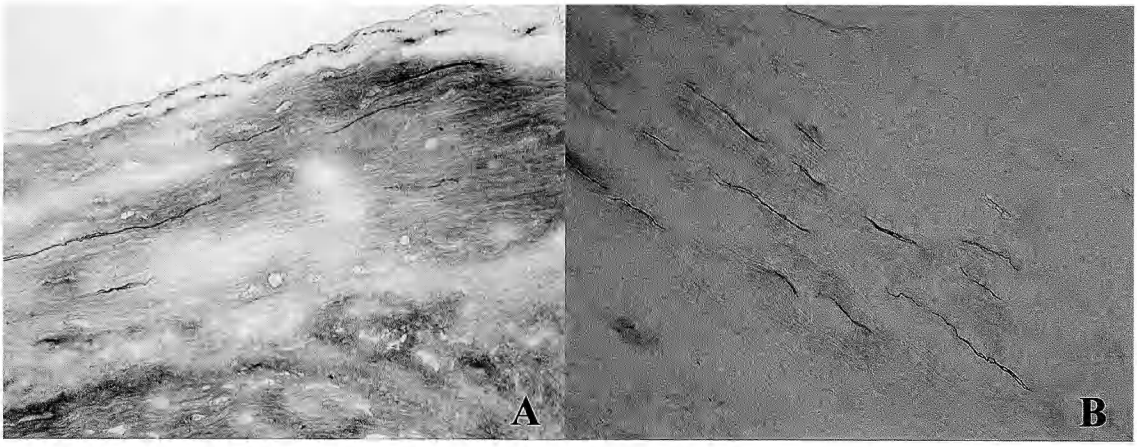


図4　BDA による軸索トレース所見（×100）
近位の坐骨神経内に注入された BDA は順行性に輸送され，バイパス移植片の全長にわたり軸索がトレースされた．
A：バイパス部分．
B：遠位縫合部近傍．

確認された[2]．今回，抗 neurofilament 抗体による検討から，バイパス部分および脛骨神経に良好な軸索再生が得られていることが確認され，これまで我々が報告してきた結果と一致した．また，近位縫合部では，そのさらに近位の epineurium 内に再生軸索と思われる線維が存在し，バイパス部分に再生した軸索の起源として端側縫合部のみならず，岡島らの報告[4]のようにより近位からの sprout が関与していると考えられた．Macrophage は不要構造物の貪食と同時に神経再生に関与すると報告[1)5)]されており，抗 macrophage ED1 抗体により近位縫合部およびその近位で macrophage が多く染色されることは同部での sprout を示唆している可能性がある．遠位縫合部ではバイパス部分から脛骨神経内へ比較的スムースに再生軸索が通過し，坐骨神経本幹の損傷部を再生してきた軸索と合流するのが観察された．一方，BDA による染色では，染色される軸索数は限定的であったが坐骨神経本幹からバイパス部分を経由して脛骨神経までトレースされる軸索が認められ再生経路が確認された．BDA は主に神経細胞体に取り込まれて軸索および樹状突起に輸送され，中枢神経系の順行性神経トレーサーとして有用な物質とされるが，軸索や樹状突起からの取り込みは少ないとされる[7]．また，Novikov ら[3]は，知覚神経節に BDA を注入して染色された軸索は最大で約 1/3 と報告しており，末梢神経では至適な条件下でも染色される再生軸索は多くないと考えられる．

今回，免疫組織学的検索によりバイパス移植神経片を経由した軸索再生経路が確認されたことで本法の有用性が裏づけられた．現時点では臨床例への応用は限られるが，今後有連続性神経損傷に対する有用な治療法の選択肢になる可能性があると考えられる．

ま　と　め

1．免疫組織学的検索によりバイパス移植神経片を経由した軸索再生経路が確認された．
2．本法は有連続性神経損傷に対する治療法の有用な選択肢の 1 つになりうる．

文　　献

1) Dahlin LB：Prevention of macrophage invasion impairs regeneration in nerve grafts. Brain Res, 679：274-280, 1995.
2) 川島秀一，高山真一郎，戸山芳昭　ほか：神経バイパス法に関する実験的研究．日手会誌，18：648-652，2001.
3) Novikov LN：Labeling of central projections of primary afferents in adult rats：a comparison between biotinylated dextran amine, neurobioin™ and phaseolus vulgaris-leucoagglutinin. J Neurosci Methods, 112：145-154, 2001.
4) 岡島誠一郎，白須幹啓，長岡孝則　ほか：末梢神経端側縫合における再生神経の微細構造．日手会誌，16：499-501，1999.
5) Perry VH, Brown MC：Role of macrophage in peripheral nerve degeneration and repair. Bioessays, 14：401-406, 1992.
6) Shah MH, Kasabian AK, Karp NS, et al.：Axonal regeneration through autogenous nerve bypass：an experimental study in the rat. Ann Plast Surg, 38：408-415, 1997.
7) Vercelli A, Repici M, Garbossa D, et al.：Recent techniques for tracing pathways in the central nervous system of developing and adult mammals. Brain Res Bull, 51：11-28, 2000.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　479-483，2003

HVJ-リポソーム法による逆行性軸索内輸送を介した神経組織への連続遺伝子導入の有効性について

防衛医科大学校整形外科学講座

加藤直樹・根本孝一
冨士川恭輔

Successive Gene Delivery into Nervous Systems Via Retrograde Axonal Transport Using HVJ-liposome Method

Naoki Kato, Koichi Nemoto, Kyosuke Fujikawa

Department of Orthopaedic Surgery, National Defense Medical College

Gene transfer into nervous systems has enormous therapeutic potential in a wide variety of disorders and has been performed in experimental animals using viral vectors such as adenoviral vectors, because of its high transfection efficiency. However, viral infection-associated toxicity, immunological compromise (which makes repeated *in vivo* gene transfer inefficient), and most importantly, deleterious side-effects, make its use potentially hazardous. Hence, there has been a great deal of interest in the development of a more efficient approach, and in the achievement of safe gene transfer (such as nonviral gene transfer). In this study, we evaluated the feasibility of gene delivery into nervous systems via retrograde axonal transport following injection of a nonviral HVJ (hemagglutinating virus of Japan)-liposome-DNA complex vector into an innervated muscle. Transfection efficiency was assessed by measuring luciferase activity, and was compared statistically with that achieved using a liposome-DNA control vector. High luciferase activity was observed in the injected muscle, the ipsilateral sciatic nerve, and the ipsilateral dorsal root ganglia on day 1 after gene transfer. The spinal cord also showed luciferase activity, although this was lower than in the other tissues. On the other hand, no activity was observed in the contralateral sciatic nerve or the contralateral dorsal root ganglia. In addition, we performed gene transfer twice, with a 1 week interval, to evaluate the feasibility of repeated therapeutic gene delivery. Again, a high transfection efficiency was observed immediately, even after the second gene transfer, and transfection efficiency was significantly higher at each defined time-point using the HVJ-liposome complex vector than using a control vector. These results indicate that this method could be used for repeated therapeutic gene delivery into muscle, nerve, dorsal root ganglia, and possibly spinal cord, without the need for a surgical approach, making it well suited to clinical applications.

緒　　言

近年，種々の神経栄養因子が同定され，これらを遺伝子導入により発現させ治療に応用する試みがなされている．その試みの多くに用いられているアデノウイルスベクターは高い遺伝子導入効率を示す[3)~5)8)12)13)]が，その免疫原性が連続導入を困難にし，致死的な合併症の危険性も報告されている[9)]．また，投与方法についてはベクターの種類にかかわらず，その大半が神経内局所投与によって行われており，この方法では外科的手技が必要とされる．

HVJ (hemagglutinating virus of Japan)-リポソームは非ウイルスベクターにウイルスコンポーネントを取り入れたもので，ウイルス蛋白による優れた導入率と非

Key words：gene transfer (遺伝子導入), nerve (神経), HVJ-liposome (HVJ-リポソーム法), rat (ラット), retrograde axonal transport (逆行性軸索内輸送)

Address for reprints：Naoki Kato, MD, Department of Orthopaedic Surgery, National Defense Medical College, 3-2 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama 359-8513, Japan.

ウイルスベクターのもつ安全性を合わせもったハイブリッド型リポソームである[1)2)6)10)15)16)].

今回我々はこのHVJ-リポソーム法を用いて目的とする遺伝子を経皮的に筋肉内に注入し，この遺伝子の中枢および末梢神経組織への逆行性導入の有効性について定量的評価を行い検討したので報告する．

材料および方法

体重170〜190 gのWistar系雄ラット150匹を用いた．110匹は遺伝子導入効率の定量的評価のために用い，残りの40匹は遺伝子発現の局在を肉眼的および組織学的に評価した．ネンブタール腹腔内麻酔下(30〜50 mg/kg)に遺伝子を組み込んだHVJ-リポソームベクターもしくはコントロールベクターとして作製した，HVJを含まずに遺伝子を組み込んだリポソームベクターを前脛骨筋の近位1/3の筋肉内に27 G針を用いて経皮的に注射し導入した．

導入効率の定量評価：61匹に対しHVJ-リポソームベクターを用いて，49匹に対しリポソームベクターを用いて導入を行った．前者のうち45匹は1度のみ遺伝子導入を行い，導入後1，3，5，7，10，12日に各組織〔筋肉，坐骨神経，脊髄後根神経節(DRG)，脊髄〕のluciferase活性を測定した(導入後1，3，5日；n=8，導入後7，10，12日；n=7)．残りの16匹については初回導入後7日目に2回目の導入を同様に行い，2回目の導入後1，3，5日に各組織のluciferase活性を測定して連続導入の有効性について評価した(2回目の導入後1日；n=6，2回目の導入後3，5日；n=5)．後者の49匹は初回導入後7日目に2回目の導入を行い，各時点におけるluciferase活性を測定した(初回導入後1，3，5，7日，2回目導入後1，3，5日；n=7)．

遺伝子発現の局在：HVJ-リポソームベクターを用いて導入後，20匹についてはX-galactosidase染色を，残りの20匹については免疫組織化学染色を行ってβ-galactosidaseの発現を確認し，遺伝子発現の局在評価を行った．

Plasmid DNA：導入効率の定量的評価にはpcDNA/GL3 luciferase plasmid vector (Promega, USA)を，遺伝子発現の局在評価にはpSV-β-galactosidase plasmid vector (Promega)を用いた．

遺伝子組み込みHVJ-リポソームベクターの作製：過去に報告されている方法に準じて作製した[7)11)14)]．まず重量比1：4.8：2でphosphatidylserine，phosphatidylcholoneおよびcholesterolをtetrahydrofuran中に混合しリポソームを作製した．次に50 μlのHMG-1 (high mobility group 1)と200 μgのDNAを200 μlのBSS溶液中で溶解させ，これをすでに作製した10 mgのリポソームにボルテックス法と超音波処理により取り込ませてリポソーム-DNA-HMG-1複合体を作製した．これに紫外線照射(110 erg/mm^2/s)を直前に行い不活化したHVJと反応させてHVJ-リポソーム-DNA複合体を作製し，この複合体からショ糖密度勾配遠心によってfree virusを除去し，最終的に精製されたHVJ-リポソーム-DNAベクターを効率的に回収した．

遺伝子組み込みリポソームコントロールベクターの作製：上記の方法で最後にHVJを加えずに作製したリポソーム-DNA-HMG-1複合体をコントロールベクターとして使用した．

Luciferase活性の定量評価：各組織は採取後ただちに液体窒素下に凍結し均質化した後luciferase assay system (Promega)およびLumat LB9501 (Berthold Technologies, Germany)を用いてluciferase活性を測定し，これに蛋白補正を加えたものを最終的なluciferase活性として評価した．各組織の各時点におけるluciferase活性は平均値±標準偏差として算出し，two-tailed t-testを用いて統計学的処理を行い，$p<0.05$で有意差ありとした．

X-galactosidase染色：筋肉，神経，DRG，脊髄を連続して採取し4% PFAで後固定を行った後，37℃で一晩恒温培養して行った．

免疫組織化学染色：各組織は採取後4% PFAで後固定を3時間行い，30% sucroseでクリオプロテクションを6時間行った後OCT compoundに封入して−80℃に凍結した．この凍結標本から20 μmの切片を作製し免疫組織化学染色を行った．1次抗体として800倍に希釈したrabbit anti β-galactosidase polyclonal antibody (Chemicon, USA)を用い，2次抗体には200倍に希釈したdonkey anti-rabbit IgG biotinylated secondary antibody (Chemicon)を用いた．発現の同定はDAB chromogen (Santa Cruz Biotech, USA)で発色させ，光学顕微鏡下に観察した．

結　　果

Luciferase活性の定量評価：遺伝子導入を行った筋肉においては導入後1日，3日に10^6 relative light unit (RLU)/mg protein以上の高いluciferase活性を認め

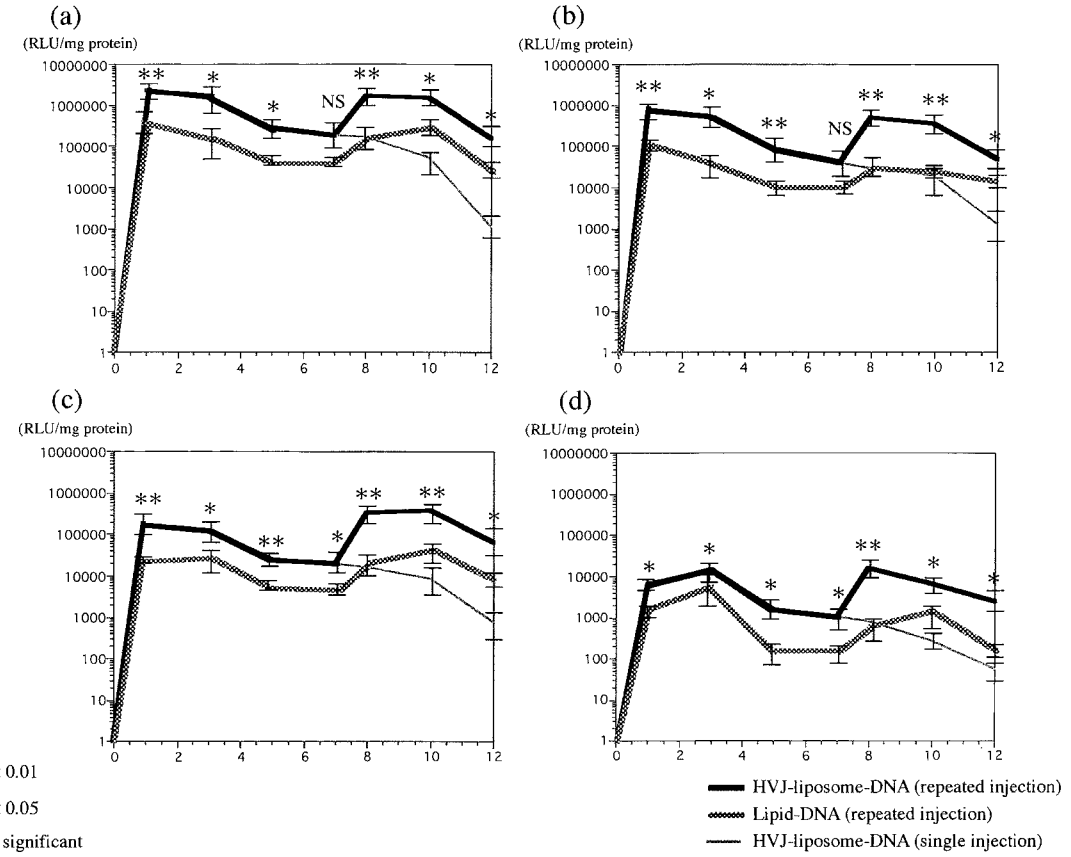


図1　導入した筋肉（a），導入側の神経（b），導入側のDRG（c），脊髄（d）におけるluciferase活性値
太い黒線はHVJ-リポソームベクターを用いて初回導入後7日目に連続導入した群の，太い灰色線はコントロールベクターを用いて同じく連続導入した群の，細い灰色線はHVJ-リポソームベクターを用いて初回導入のみを行った群の経時的変化を示す．

た．この筋肉を支配する神経，DRGにおいても同じく導入後1日，3日に10^5 RLU/mg protein以上の高いluciferase活性を認め，脊髄においては若干低下するものの導入後1日，3日に10^4 RLU/mg protein以上の高いluciferase活性を認めた．その後，各組織のluciferase活性は経時的に低下していったが，2回目の導入により再び1回目同様の高いluciferase活性を認めることができた．そこでベクターの違いによる遺伝子導入効率の違いについて検討するため，各時点においてHVJ-リポソームベクターとコントロールベクターのluciferase活性を比較したところ，HVJ-リポソームベクターを用いることによりすべての時点で有意差をもって高い遺伝子導入効率を得ることができた（図1）．

また遺伝子導入した反対側の神経，DRGについても同じようにluciferase活性を測定したが，すべての時点で10^2 RLU/mg protein以下であり遺伝子の導入は認められなかった．

X-galactosidase染色：HVJ-リポソームベクターを経皮的に注射した筋肉（前脛骨筋）から同側の支配神経，DRG，脊髄と連続して青色を呈し，β-galactosidaseの発現を認めることができた（図2）．

免疫組織化学染色：HVJ-リポソームベクターを注射した筋肉の横断面においてDABにより染色された多数の筋線維を認めた．また注射した筋肉の支配神経の軸索に沿っても同じく陽性所見を認め，より中枢のDRGにおいては神経細胞自体が濃く染まっていた（図3）．

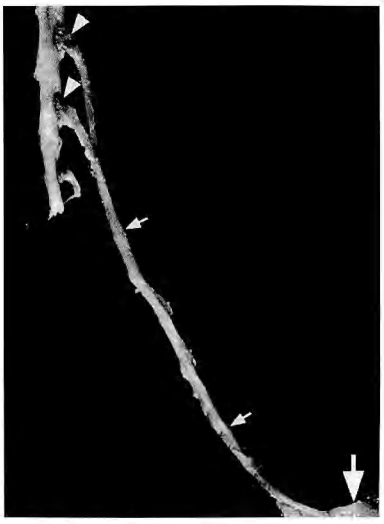


図2 HVJ-リポソームベクターを経皮的に注射した筋肉（大矢印）から同側の支配神経（小矢印），DRG（矢頭），脊髄と連続して青く染色されている．

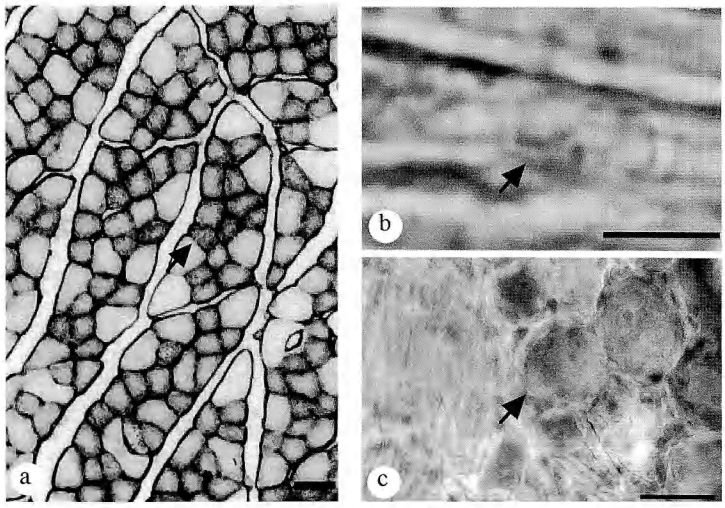


図3 HVJ-リポソームベクターを注射した筋肉の横断面においてDABにより染色された多数の筋線維を認めた（bar：100 μm）．また支配神経の軸索に沿っても同じく陽性所見を認め（bar：10 μm），より中枢のDRGにおいては神経細胞自体が濃く染まっていた（bar：50 μm）．矢印はDAB陽性所見を示す．

考　　察

種々の神経栄養因子が同定されるにつれ，これらの蛋白を神経損傷モデルに対して投与し，その後の神経再生に与える影響について検討した報告は過去多く存在する．しかし蛋白として投与しても，その半減期の問題，血液神経関門の存在などから神経組織内で有効な濃度を得ることが困難で，実際は期待したほどの結果が得られないことが多い．そこで新たな投与方法として，こうした神経栄養因子を遺伝子導入により神経組織内に発現させ治療に応用する試みがなされている．その試みの多くに用いられているアデノウイルスベクターは比較的長期にわたって高い遺伝子導入効率を示すとされているが[3)~5)8)12)13)]，その反面ウイルスベクター自体のもつ免疫原性を完全に排除することが困難であり，そのため連続導入を行うことが難しく，加えて致死的な合併症の危険性も過去に報告されている[9)]．

我々は臨床応用を考えるうえで安全性という要素は最も重視されるべきものであると考え，HVJ-リポソームベクターに着目し，神経組織内への遺伝子導入の可能性について検討した．

ウイルスベクターはウイルスゲノムの一部を発現させたい外来遺伝子に置換した組み換えウイルスであり，一般的にはウイルスの殻を産生するパッケージング細胞への組み換えウイルスゲノムの導入によって作製される．これに対し，我々が今回用いたHVJ-リポソームベクターはリン脂質とコレステロールからなるリポソームに導入遺伝子と核蛋白質を封入し，これにHVJウイルス由来の2つの糖蛋白（hemagglutinating neuroaminidase, fusion protein）を紫外線で完全に不活化した後に加えたもので，非ウイルスベクターの中でもハイブリッドベクターに属するものである．HVJウイルス由来の2つの糖蛋白はウイルス表層に存在し，細胞融合を惹起する働きをもつ．また核蛋白質は遺伝子の発現を高める作用をもつ．この方法によるとリポソームに封入された遺伝子はエンドゾームやリソゾームによる破壊を免れ，効率的に細胞質に導入される．

いままでに，この非ウイルスベクターを用いて種々の組織に遺伝子導入を行い，良好な結果が得られたとの報告は存在するが[1)2)6)10)15)16)]，末梢神経組織内へ筋肉を介して遺伝子導入を行い，特にその導入効率を測定し具体的に定量評価した実験は我々の渉猟しえた限り存在しない．

今回の実験結果よりHVJ-リポソームベクターを用

いることにより導入後1日目から高い遺伝子導入効率が得られ，また7日目に行った連続導入によって初回と同様の高い導入効率を再び得ることができた．この結果から定期的な投与により長期間の安定した発現が可能であることを確認した．さらに各時点におけるHVJ-リポソームベクターによる導入効率はコントロールベクターのものと比較して有意差をもって高かったことから，このHVJ-リポソームベクターは非ウイルスベクターの中でも特に優れたベクターの1つであると考えられた．

次に今回の神経組織への遺伝子導入は，反対側の神経，DRGには導入が認められなかったことから血行などを介した全身的なものではなく，支配神経の逆行性軸索内輸送を介して行われたことが示された．これはX-galactosidase染色の結果，導入した筋肉から神経，DRG，脊髄へと連続して遺伝子の発現を認めたことからも確認することができた．経皮的に筋肉内にベクターを投与することにより支配神経組織内への遺伝子導入が可能であることは，連続導入ごとに神経自身を展開するような外科的手技を必要とせず，臨床応用において大きな利点と考えられる．

結　　語

HVJ-リポソームベクターを用いることにより神経組織内への逆行性軸索内輸送を介した遺伝子導入が可能であること，連続導入が有効であり定期的な投与により長期間の安定した発現が可能であることを確認した．神経系の遺伝子治療において，この遺伝子導入方法は有効な方法の1つであると考えられる．

材料の提供，議論などで多大な協力を頂いた，防衛医科大学校第一病理学講座　中西邦昭講師，大阪大学大学院医学系研究科遺伝子治療学　森下竜一助教授，大阪大学大学院医学系研究科遺伝子治療学　金田安史教授に深謝いたします．

この論文はJournal of Neurochemistry, 85：810-815, 2003にて最初に報告した研究に基づくものである．

文　　献

1) Aoki M, Morishita R, Taniyama Y, et al.：Angiogenesis induced by hepatocyte growth factor in non-infarcted myocardium and infarcted myocardium：up-regulation of essential transcription factor for angiogenesis, etc. Gene Ther, 7：417-427, 2000.
2) Dzau VJ, Mann MJ, Morishita R, et al.：Fusigenic viral liposome for gene therapy in cardiovascular diseases. Proc Natl Acad Sci USA, 93：11421-11425, 1996.
3) Finiels F, Ribotta MG, Barkats M, et al.：Specific and efficient gene transfer strategy offers new potentialities for the treatment of motor neurone diseases. Neuroreport, 6：2473-2478, 1995.
4) Glatzel M, Flechsig E, Navarro B, et al.：Adenoviral and adeno-associated viral transfer of genes to the peripheral nervous system. Proc Natl Acad Sci USA, 97：442-447, 2000.
5) Haase G, Pettmann B, Vigne E, et al.：Adenovirus-mediated transfer of the neurotrophin-3 gene into skeletal muscle of pmn mice：therapeutic effects and mechanisms of action. J Neurol Sci, 160：S97-S105, 1998.
6) Hagihara Y, Saitoh Y, Kaneda Y, et al.：Widespread gene transfection into the central nervous system of primates. Gene Ther, 7：759-763, 2000.
7) Kaneda Y, Morishita Y, Dzau VJ：Prevention of restenosis by gene therapy. Ann N Y Acad Sci, 811：299-308, 1997.
8) Kuo H, Ingram DK, Crystal RG, et al.：Retrograde transfer of replication deficient recombinant adenovirus vector in the central nervous system for tracing studies. Brain Res, 705：31-38, 1995.
9) Marshall E：Gene therapy death prompts review of adenovirus vector. Science, 286：2244-2245, 1999.
10) Morishita R, Gibbons GH, Ellisoon KE, et al.：Single intraluminal delivery of antisense cdc2 kinase and proliferating-cell nuclear antigen oligonucleotides results in chronic inhibition of neointimal hyperplasia. Proc Natl Acad Sci USA, 90：8474-8478, 1993.
11) Oku N, Nojima S, Inoue K：Studies on the interaction of HVJ (Sendai Virus) with liposomal membranes. HVJ-induced permeability increase of liposomes containing glycophorin. Virology, 116：419-427, 1982.
12) Shy ME, Tani M, Shi YJ, et al.：An adenoviral vector can transfer lacZ expression into Schwann cells in culture and in sciatic nerve. Ann Neurol, 38：429-436, 1995.
13) Sørensen J, Haase G, Krarup C, et al.：Gene transfer to Schwann cells after peripheral nerve injury：a delivery system for therapeutic agents. Ann Neurol, 43：205-211, 1998.
14) Tsuboniwa N, Morishita R, Hirano T, et al.：Safety evaluation of hemagglutinating virus of Japan-artificial viral envelope liposomes in nonhuman primates. Hum Gene Ther, 12：469-487, 2001.
15) Ueki T, Kaneda Y, Tsutsui H, et al.：Hepatocyte growth factor gene therapy of liver cirrhosis in rats. Nature Med, 5：226-230, 1999.
16) Yamada K, Moriguchi A, Morishita R, et al.：Efficient oligonucleotide delivery using the HVJ-liposome method in the central nervous system. Am J Physiol, 271：R1212-R1220, 1996.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　484-487，2003

ハイブリッド型人工神経のための神経栄養因子遺伝子導入 Schwann 細胞の作製

慶應義塾大学医学部整形外科学教室

栃木弘和・仲尾保志
斎藤治和・池田　崇
戸山芳昭

Genetical Modification of Schwann Cells for Tissue-engineered Peripheral Nerve

Hirokazu Tochigi, Yasushi Nakao, Harukazu Saito
Mitsuru Ikeda, Yoshiaki Toyama

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University

Introduction：Recently we produced a tissue-engineered peripheral nerve by three-dimensional culturing of Schwann cells using the centrifugation technique. *In vivo* study, we reported that artificial nerve induced an excellent axonal bridge in rat sciatic nerve gap model. In order to induce axonal regeneration through the longer nerve gap, the genetical modification of Schwann cells（GMSCs）was performed with encoding the neurotrophic factor gene using adenoviral vector.

Materials and Methods：The primary Schwann cells were isolated from the 7 day old rat sciatic nerves and dorsal root ganglia. Recombinant adenoviruses were generated：The neurotrophic factor cDNAs（brain-derived neurotrophic factor：BDNF and ciliary neurotrophic factor：CNTF）were inserted into the multiple cloning site of shuttle vector pAd Track-CMV. The cDNA pAd Track-CMV was linearized with restriction enzyme and then mixed with adenoviral backbone vector plasmid（pAd easy 1）. The electocompetent E. coli BJ5183 cells were added to perform electorporation, and recombinant adenoviral plasmids were generated in E. coli BJ5183 by homologous recombination. The final adenoviral constructs（cDNA pAd Track-CMV pAd easy 1）were transfected into a packaging cell line（293 cells）. Transfected 293 cells were harvested then the resultant viruses were purified by CsCl banding and then added to the cultured Schwann cells for neurotrophic factor gene transfer. The rate of adenoviral transfection to the primary Schwann cells was evaluated by GFP reporter using the fluorescent microscope. The morphology of adenoviral transfected Schwann cells was also observed. The expression levels of neurotrophic factors（BDNF, CNTF）and S100 were analysed by Western blot.

Results and Disscussion：The rate of transfection to Schwann cells using the adenoviral vector was almost 100%, and GMSCs showed the original spindle shape. In the Western blotting, the GMSCs encoding BDNF or CNTF indicated higher expression of the neurotrophic factors compared to non-transferred control. The S100 expression was similarly observed on gene transferred and non-transferred Schwann cells.

緒　　言

近年，細胞生物学や組織工学の発展により，末梢神経再生に有用とされている Schwann 細胞や多分化能を有する骨髄間質細胞を生体吸収性材料と組み合わせた，ハイブリッド型人工神経の開発[1]が試みられている．我々も，生体吸収性のポリマーに Schwann 細胞を 3 次元培養した人工神経を開発し，ラット坐骨神経

Key words：Schwann cell（シュワン細胞），gene transfer（遺伝子導入），nerve regeneration（神経再生），adenovirus（アデノウイルス），artificial nerve（人工神経）

Address for reprints：Hirokazu Tochigi, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keio University, 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan.

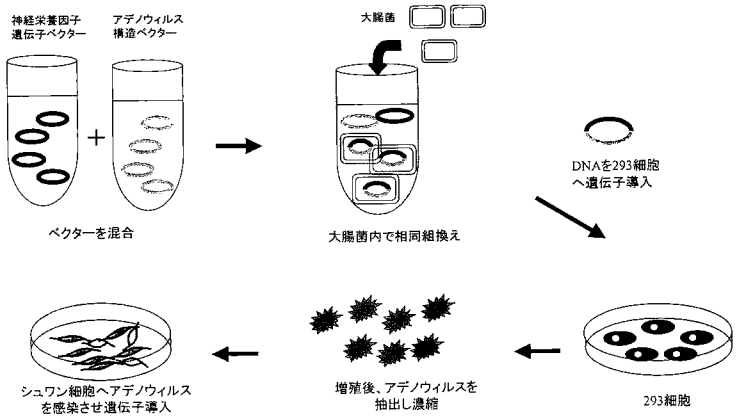


図1　遺伝子導入の方法
神経栄養因子を組み込んだアデノウイルスを増殖させ，これを Schwann 細胞に加えて遺伝子導入する．

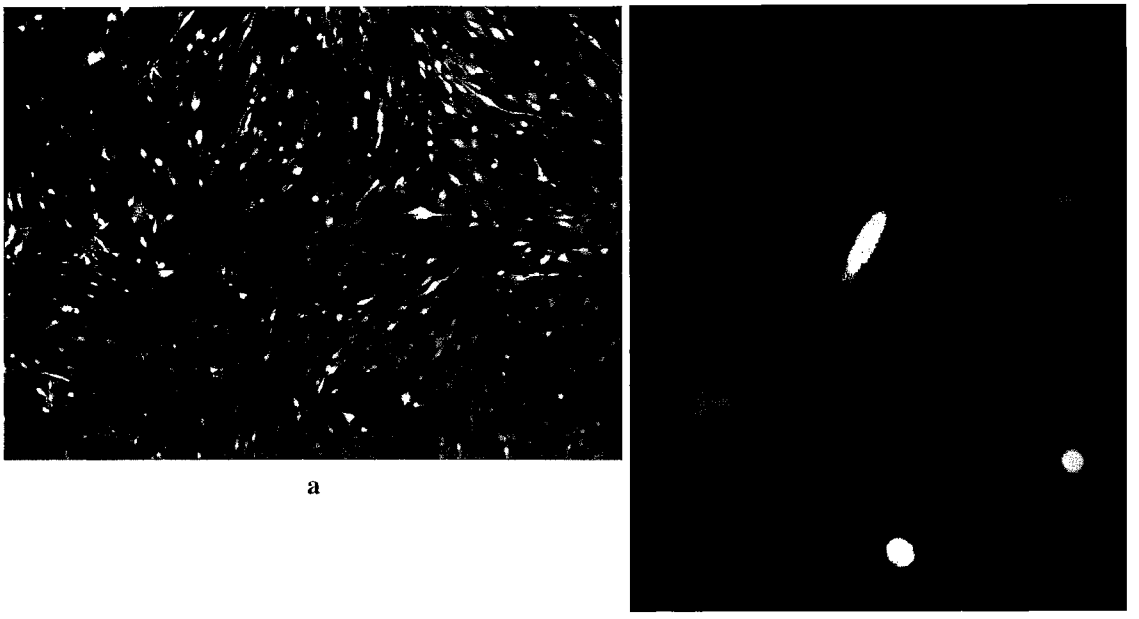


図2　蛍光顕微鏡下の遺伝子導入 Schwann 細胞
a：ほぼ 100％の細胞に遺伝子導入を認めた（×40）．
b：Schwann 細胞は，遺伝子導入後も紡錘形状を保持していた（×400）．

再建モデルで良好な軸索再生が得られることを報告[3]してきた．今回，このハイブリッド型人工神経の軸索誘導能を高める目的で，播種する Schwann 細胞に神経栄養因子遺伝子の導入を試みたので報告する．

材料および方法

使用する Schwann 細胞は，生後 7 日齢 Wistar 系ラット坐骨神経および背側後根神経節より採取した．最初に，神経片や神経節を 0.5% collagenase dispase

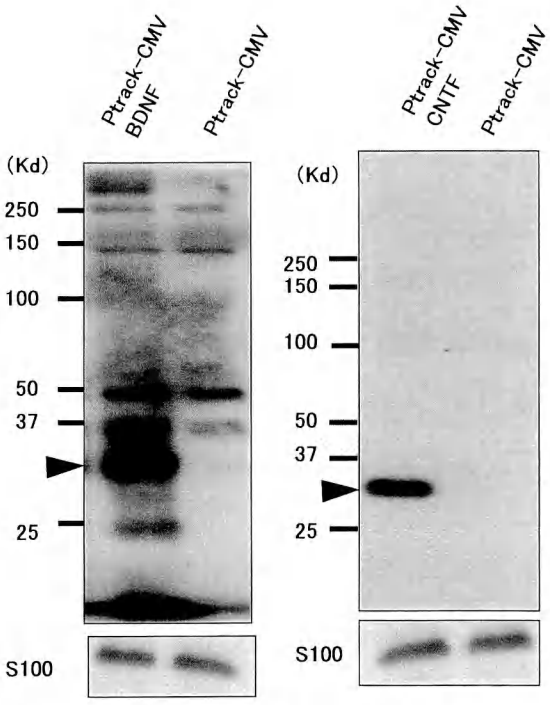


図3 ウェスタンブロット法による神経栄養因子とS100蛋白の発現
遺伝子導入群では，約30 Kdのレベルに神経栄養因子の濃いバンド（矢頭）がみえる．S100蛋白は，遺伝子導入による変化はみられない．

とBotein-Sato培地（以下，BS培地）で1時間培養して細胞を単離し（37℃，5%CO_2 incubator），その後，10%ウシ血清入りBS培地に移し（15分，37℃），遠心後（1,000回転/分×5分）にポリLリジン被覆の培養皿で2%ウシ血清BS培地を加えて継代培養した．

神経栄養因子遺伝子の導入にはアデノウイルスを使用した．まず神経栄養因子遺伝子（脳由来神経栄養因子：以下，BDNF，毛様帯神経栄養因子：以下，CNTF）の入ったベクターからcDNAを制限酵素で取り出し，シャトルベクターpAd Track-CMVのクローニングサイトに挿入した．次に，このシャトルベクターを，アデノウイルスの構造遺伝子を含んだpAd easy 1とともにBJ5183大腸菌内にエレクトロポレーションで導入し，相同組み換えを誘導することによってコンストラクト（pAd easy 1-cDNA）を完成させた．このpAd easy 1-cDNAは，制限酵素を用いて直鎖状DNAとし，さらにlipofectionでヒト胎児腎由来細胞株293細胞に感染させてウイルスを増幅させた．2～3日後に，凍結融解（−80°⇔37°）を3回繰り返して293細胞の細胞壁を破壊し，細胞成分を遠心にて除去した後（1,500回転/分×10分），塩化セシウム液の濃度勾配を利用した超遠心（35,000回転/分×3時間30分）によって高濃度ウイルスを抽出[4]した（図1）．なお，上記方法より得られた高濃度ウイルス液を継代培養したSchwann細胞に付加することで，Schwann細胞のウイルス感染を試みた．

感染効率の評価は，蛍光顕微鏡で緑色に発色したGFP陽性細胞数を確認することによって行った．また，神経栄養因子遺伝子導入Schwann細胞と神経栄養因子遺伝子の入っていない空ベクターで感染させたSchwann細胞の神経栄養因子の蛋白の発現とS100蛋白の発現の違いをウェスタンブロット法で比較した．

結　　果

蛍光顕微鏡下では，Schwann細胞のほぼ100%が緑色発色を示し，高率に感染が成立していることが判明した．またSchwann細胞の形態は，アデノウイルスによる遺伝子導入後も，紡錘形を維持していた（図2）．ウェスタンブロット法による神経栄養因子蛋白発現の観察では，遺伝子導入群が非遺伝子導入群に比べて有意に高い発現を呈していた．一方Schwann細胞の特異抗原であるS100蛋白は，両群で同様の発現を呈していた（図3）．

考　　察

近年，遺伝子導入技術をはじめとする遺伝子工学の発達によって，遺伝子治療の研究が盛んに行われるようになり，臨床の場での応用が検討されるようになってきた．神経損傷後に，遺伝子操作の技術を用いて神経再生を促す試みは，特に中枢神経系を中心に動物実験が行われており，さまざまな細胞への神経栄養因子遺伝子の導入が中枢神経系の再生，治療に有用であることが報告されている．遺伝子導入の対象となる細胞としては線維芽細胞の報告が多いが，グリア系のSchwann細胞や嗅粘膜細胞（olfactory ensheathing glia），肋間神経や胎児脳などの組織の細胞に遺伝子導入したもの，近年では幹細胞の分化制御を目的として神経幹細胞に遺伝子導入をしたものなど，さまざまな報告がされてきている．

Schwann細胞へのアデノウイルスを用いた遺伝子導入に関する報告は，1995年Michaelらが*β-gal*遺伝

子をコードした非増殖性アデノウイルス（AdCMVLacZ）がラット Schwann 細胞に感染できたことを示したのが最初である[2]．彼らは，アデノウイルス感染後の培養系 Schwann 細胞は細胞毒性を示すことはなく，また正常坐骨神経への AdCMVLacZ の注入により，少なくとも 45 日間髄鞘形成 Schwann 細胞に LacZ の発現がみられ形態学的にも正常であると述べ，非増殖性アデノウイルスがアダルト Schwann 細胞に外来遺伝子を導入する方法として有用であると報告している．今回の我々の実験においても，アデノウイルスを用いて遺伝子導入した Schwann 細胞が，その特徴的紡錘形状と Schwann 細胞の特異抗原とされる S100 蛋白の発現を維持していることが明らかとなり，遺伝子導入に際し，細胞毒性を生じなかったと考えた．また Schwann 細胞への感染効率は，導入遺伝子に組み込まれた GFP が蛍光顕微鏡下でほぼ 100％の Schwann 細胞に認められたことから，外来遺伝子を Schwann 細胞に導入する方法としてきわめて有用であると考えている．アデノウイルスを正常および損傷坐骨神経に注入した後のレポーター遺伝子の発現は報告者により異なるが，2 週〜2 ヵ月間みられたと報告されている．今回報告したように，蛋白レベルで Schwann 細胞の機能をコントロールする技術が確立できれば，生体吸収材料に細胞を 3 次元培養する技術と組み合わせることによって神経誘導能に優れたハイブリッド型人工神経を作製できる可能性があると考えている．

結　　語

1．Schwann 細胞にアデノウイルスを用いて神経栄養因子遺伝子の導入を試み，神経栄養因子の発現が増強することをウェスタンブロット法で確認した．

2．遺伝子導入後も Schwann 細胞の特徴的な紡錘状形態と特異抗原 S100 蛋白の発現が維持されており，従来の Schwann 細胞の特性は遺伝子導入によって損失されていないと思われた．

文　　献

1) Hadlock T, Elisseeff J, Langer R, et al.：A tissue-engineered conduit for peripheral nerve repair. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 124：1081-1086, 1998.

2) Michael ES, Mari T, Yi-jun S, et al.：An adenoviral vector can transfer lacZ expression into Schwann cells in culture and in sciatic nerve. Ann Neurol, 38：429-436, 1995.

3) 栩木弘和，仲尾保志：シュワン細胞の 3 次元培養を応用した人工神経の開発．整・災外，46：247-251，2003.

4) Tong-chuan H, Shibin Z, Luis TC, et al.：A simplified system for generation recombinant adenoviruses. Proc Natl Acad Sci, 95：2509-2514, 1998.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　488-492，2003

絞扼性神経障害

回内筋症候群の原因について

福岡大学筑紫病院整形外科

松崎昭夫・塩田悦仁
松永和剛

Causes of the Pronator Syndrome

Akio Matsuzaki, Etsuji Shiota, Kazutaka Matsunaga

Department of Orthopaedic Surgery, Chikushi Hospital, Fukuoka University

The author reviewed the location and cause of nerve compression in patients with pronator syndrome.

Patients and Method：The subjects comprised 72 patients who underwent surgical treatment during the period from September 1998 to February 2003. The patients consisted of 14 males and 58 females, aged 18 to 87 years of age (mean：63.7 years). Pronator syndrome was observed in right-side extremities in 29 of the patients, in the left side in 25 patients, and in both sides in 18 patients. The location and cause of the nerve compression was investigated by examining surgical records and photographs taken intra-operatively. The level of compression was classified as follows：Level 1-the level of origin of the humeral head of the pronator teres；Level 2-the level of the bicipital aponeurosis；Level 3-the level of the peripheral region of the pronator teres；and Level 4-distal to the pronator teres.

Results：Of 145 extremities for which carpal tunnel syndrorne surgery was performed, 87 cases also involved surgery for pronator syndrome. The location of the nerve compression was at Level 1 in 35 cases, Level 2 in 89 cases, Level 3 in 12 cases, and at Level 4 in 17 cases. 22 cases showed compression at one level only, while the others showed compression at two or three levels. For the cases involving carpal tunnel syndrome, there was only one case that showed Level 1 compression. In 89 limbs the bicipital aponeurosis was found to constrict the humeral head of the pronator teres when the forearm was pronated passively. The causes of compression included：the pronator teres, the brachial artery and venae concomitants, the trochlea of the humerus, the brachialis, the bicipital aponeurosis, tendionous or aponeurotic portion of the pronator teres, and abnormal muscles and sublimis bridge.

Summary：1) In all cases, there was compression at the level of pronator teres. 2) In 98.9% of the cases, the bicipital aponeurosis was one of the main causes of compression, due to constriction of the humeral head of the pronator teres when the foream was pronated. 3) Abnormal muscles were seen in 21 cases and were a partial cause of pressure in 15 of these cases. 4) It was found that muscle contraction was closely associated with onset of the symptoms when the source of compression was at the level of the bicipital aponeurosis. 5) Compression at multiple levels was observed in 75.6% of the cases, and this figure increased to 98.95% when carpal tunnel syndrome was included. 6) Surgeons should suspect the possibility of nerve compression at the level of the pronator teres in failed carpal tunnel procedures.

はじめに

回内筋症候群の原因についてはたくさんの報告があり，著者も報告している．しかし原因をよく調べてみると，1 つの要素のみが原因といえず，複数の要素が合わさっていることがしばしばみられるため障害のレベルを分類して原因を検討し報告する．

症例および方法

症例は 1998 年 9 月～2003 年 2 月の期間に手術した 97 例より再手術例 7 例を除いた 90 例，72 名で男性 14 名，女性 58 名である．平均年齢は 63.7 歳（18～87 歳），右側 29 名，左側 25 名，両側 18 名であった．年齢構成は表 1 に示す．レベルを厳密に区別すること

Key words：median nerve（正中神経），entrapment neuropathy（絞扼性障害），pronator syndrome（回内筋症候群）

Address for reprints：Akio Matsuzaki, Department of Orthopaedic Surgery, Chikushi Hospital, Fukuoka University, 377-1 Oaza Zokumyoin, Chikushino-shi, Fukuoka 818-0856, Japan.

は不可能ではあるが大まかに筋起始部レベル，上腕二頭筋腱膜レベル，円回内筋末梢部，円回内筋より遠位に分類した．筋起始部レベルは起始部から上腕骨内上顆前面中央辺りまでとした．上腕二頭筋腱膜の形はさまざまで，その範囲を明確にはできないものがある．術中前腕を回内させると上腕二頭筋腱膜が下の筋を締める所見が認められる．その影響の及ぶ範囲を上腕二頭筋腱膜レベルとし，近位は滑車部位も含めた．円回内筋末梢部は上腕頭・尺骨頭二頭が合わさる部から出口までとした．円回内筋より遠位は腱膜様浅指屈筋近位縁が主であるが，上腕頭末梢側腱膜・橈側手根屈筋腱膜が浅指屈筋腱膜と癒合したものも含めた．各部でみられる圧迫とその原因と考えられる組織を症例の病歴，手術記録，術中写真を用いて調べた．同期間中の手根管症候群手術症例は145肢であり，そのうちの87例で回内筋症候群の手術が行われていた．

結　　果

筋起始部レベルに圧迫がみられたもの35例，上腕二頭筋腱膜レベル89例，円回内筋末梢部12例，円回内筋より末梢17例であった．異常筋は21例認め，うち15例が圧迫に関与していた．内訳は円回内筋上腕頭副頭13例，上腕筋副頭2例であった．各レベルで発症に関与していると考えた組織は以下のようなものであった．

筋起始部レベル：円回内筋上腕頭高位起始，円回内筋上腕頭（上腕骨内上顆前），上腕動・静脈，筋上を外側に走り神経・血管束を包む膜様組織，副上腕二頭筋腱膜，異常筋．

上腕二頭筋腱膜レベル：上腕二頭筋腱膜，前腕筋膜，円回内筋上腕頭，円回内筋上腕頭肥大，異常筋，上腕骨滑車，上腕筋腱膜様部，上腕骨内上顆，上腕動・静脈，腫瘤など．

円回内筋末梢部：円回内筋上腕頭・尺骨頭の腱・腱膜様組織，円回内筋二頭間アーチ．

円回内筋より遠位：浅指屈筋近位縁腱膜，円回内筋上腕頭・橈側手根屈筋腱膜などが浅指屈筋近位縁腱膜と癒合した部，浅指屈筋下入口部で神経を横切る血管束などであった．

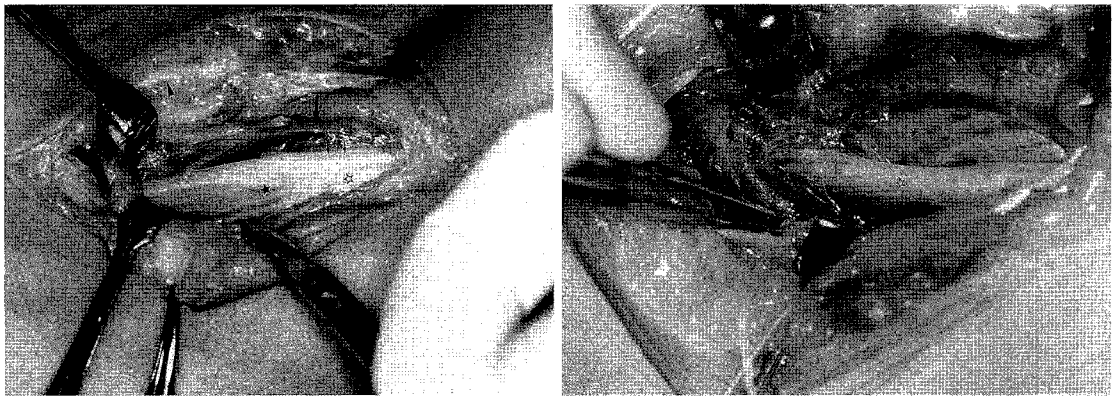
1レベルのみの圧迫はすべて上腕二頭筋腱膜レベルで22例，その他は2レベル52例，3レベル16例であった．同時に手術した手根管症候群を加えると1レベル1例，2レベル23例，3レベル50例，4レベル16例となった．上腕二頭筋腱膜が関与したものは88例であった．上腕二頭筋腱膜が他動的回内で回内筋を絞扼するもの89例で（主観的区別であるが，回外位でも軽く締めているもの11例，回内すると強く締めるもの22例，締めるもの41例，軽く締めるもの15例であった）回内でも締めないものは1例であった．なお，正中神経の走行は上腕骨内上顆前方から外側の上腕骨滑車前内側まで幅があり，上腕骨内上顆前方から上腕骨滑車遠位レベルまでの神経血管の位置的関係，円回内筋上腕頭末梢側腱膜様組織，円回内筋と浅指屈筋近位縁の距離，浅指屈筋近位縁神経交叉部など解剖学的変異が多くの症例でみられた．

表1　患者の年齢構成

年齢	人数
10〜19歳	1名
20〜29	3
30〜39	1
40〜49	7
50〜59	12
60〜69	14
70〜79	28
80〜	6

考　　察

回内筋症候群の原因については多くの報告があり，著者も本学会で報告した[6]．しかし上腕二頭筋腱膜部での圧迫をよくみると（図1）神経の圧痕は筋と血管の間にあってできたものである．この変化は腱膜部をはずれた前腕筋膜部でもみられるものがある．このような圧痕は肘部管症候群でもみられるが[7]，上腕二頭筋腱膜，筋膜で囲まれたコンパートの中で神経が隣接する血管・筋で圧迫され起こったことは明らかである．このような圧迫は外からの上腕二頭筋腱膜・前腕筋膜による圧迫以外に筋肥大，筋収縮でも起こりうる．さらに症例を検討すると神経の走行変異で滑車内前方を盛り上がるように走り，筋膜を通して神経がみえるものから，深部円回内筋上腕頭下にあるものまでみられた．前腕を伸展・回内するとこのような状態で前方からの筋膜・上腕二頭筋腱膜の圧迫が加わり，上腕二頭筋腱膜末梢部が滑車部末梢をさらに締め付けるように圧迫するものもみられた．滑車前方神経背側にある上腕筋前面が厚い腱膜でおおわれている例も血管とともに片方の壁として圧迫に関与していると判断したものもあった．上腕二頭筋腱膜も非常に厚く近位縁，遠



A B

図1 A：右が近位．☆正中神経の圧痕，★部が少し膨らみ近位にも同様な圧痕がある．反対側↓は静脈で動脈は膨らみの部で交叉して静脈の外側にある．↓↓は静脈に対する圧痕．＊上腕動脈，▲上腕二頭筋腱膜断端，圧痕手前円回内筋上腕頭を鉤・剪刀で手前に引いているので神経は手前にねじれた形となっている．
B：＊上腕筋，表面は索状の腱膜がおおい，上腕骨滑車内側部で盛り上がっている．円回内筋上腕頭を引いているため神経は手前に移動している．

位縁が明瞭なもの，何個かの索状のものの集まり，薄くどこを近位縁，遠位縁としてよいかわからないものまである．このような薄い例でも他動的回内で筋を締め付け圧迫原因となっていた．その他前腕筋膜もこれを助けていた．同様なことが上腕骨内上顆部筋起始部でもみられた．内側から筋表面をおおい，血管とともに神経を包み外側に走る膜様組織がある．この下で神経が筋の外側と血管の間にあることもあれば，筋の下を走ったり，血管の下を走ったりして下の硬い骨部との間や血管と筋の間で圧迫されるものがある．症例によってはこれらの表面をおおう副上腕二頭筋腱膜や異常筋も圧迫に関与しているものがあった．絞扼性症候群の手術所見について主観的な判断が入ることは避けえないことであるが[10]，このような状態での圧迫関与の判断は各組織を開いた時の離開，下の組織の飛び出す状態や圧痕の状態などで判断した．以上のような理由で原因として1つの組織のみをあげるのは適当でないものがあり，障害レベルと関与した組織をあげるのが適当と考えた．障害レベル別に分けてみると全例筋起始部から円回内筋二頭間までの円回内筋レベルでの障害をもっており，浅指屈筋入口のみのものはなかった．この円回内筋レベルでも1レベルでの圧迫は22例（24.4%）で，他は複数部位での圧迫をもっていた．1レベルでの圧迫は全例上腕二頭筋腱膜レベルのものであり，その他も大部分はこの上腕二頭筋腱膜レベルの障害を含み，この部の障害がないものは起始部レベルと上腕頭末梢腱様部，上腕頭末梢部・上腕頭末梢側腱膜と浅指屈筋近位縁腱膜腰部が癒合した例の2例のみであった．さらに同じ正中神経の圧迫である手根管症候群を加えると円回内筋1レベルのみのものは1.1%のみとなった．多くの症例で上腕二頭筋腱膜レベルが関与しているという所見は本症候群の診断が困難なことの重要な原因と考える．本症患者の訴えははっきりしない前腕の痛みや重い感じ，痛みのために書字を続けることができないなど，手・前腕使用で症状が増強することがあげられる[1)2)4)8)11)13)]．円回内筋収縮で内圧が増し，さらに前腕回内位での上腕二頭筋腱膜・前腕筋膜の緊張，血管うっ滞などの効果が加わり症状が出現または増強され，神経走行によっては肘伸展時の上腕骨滑車部での圧迫も加わる[2)]．しかし安静をとると内圧は下がり，症状は沈静化し，来院時には自覚症状が消失またははっきりしなくなる．そのため患者も症状をうまく訴えず，医師も意識して診察しないと見逃すことになる．また受診しようとしたら症状が軽快または消失しているのでよほど症状が強く，困らないと受診しないなどのことも考えられる．筋使用が症状発現に強く関与することをよく説明できる．本症候群で神経伝導速度に変化がないとの報告もあるがこのような理由も関係していると考える[9)13)]．異常筋は小さなものから大きなものまで21例認めたが，圧迫に関与したものは15例（71.4%）で大部分が円回内筋上腕頭副頭であった．圧迫機転としては直接

神経をおおうか上腕二頭筋腱膜とともに筋を締めていた．手根管症候群の術後不良の説明でよく変形性頚椎症があげられ，いわゆる double crush とされる[14]．しかし本研究の結果より頚椎部での障害より回内筋症候群の合併を考えたがよりよく説明ができる．一方で手根管症候群手術のみでよく治っている可能性もあるが，著明な運動麻痺を示す回内筋症候群は非常にまれで，一般には前述のようなはっきりしない前腕の症状や手の知覚障害が多い．手根管症候群と合併すると手根管症候群のみ診断され，手術後前腕に少し症状が残っても本人は手と関係ないと考えるか，仕方ないとあきらめるなどはっきり病気と考えていない例がある．このようなことは他の絞扼性神経障害患者でもしばしば経験している．我々の症例でもこのようなはっきりしない症状を主訴にきたものは少数であった．手・指のしびれを訴えるため手根管症候群を考えて診察し，回内筋症候群の合併を診断し，診断後改めて聞くと前腕の症状を述べてくれるものが大部分であった．中には入院待ちまたは入院後の安静で回内筋症候群の症状が消失し，手根管症候群のみの手術にとどめ経過をみているものもある．このことは本報告で女性が多いことにもつながる．手根管症候群の症状が回内筋症候群で強められた女性が受診したからこのような結果になったので，前記のような漠然とした症状のために麻痺を自覚せず，病院を受診しない男性患者がかなりあるのではないかと推測している．回内筋症候群の診断は表2のような症状・所見により行ったが一番よくみられた他覚的所見は橈側3 1/2指と母指球部の知覚障害・長母指屈筋・中指浅指屈筋の筋力低下および肘関節レベル（圧迫部）での神経圧痛であった．前骨間神経支配筋の症状は出にくいと書いたもの[3]もあるが本症例では非常に役に立つ所見であった．神経走行・神経周囲組織の解剖学的変異については問題もある．上腕骨滑車内前方にのるものは明らかに変異といえる．しかし末梢の解剖所見のどこからを変異というか手術例で細かく述べることはできない．浅指屈筋近位縁の腱膜様組織についても同様で，松永の120肢での調査では47肢（39.2%）で正中神経との交叉部が腱膜様であった[5]．4割もみられるようなものを変異といえるかとの疑問もわく．詳細ではないが一般的な解剖学教科書の記載とはずれた所見を変異とした．症例の検討結果からは神経圧迫を起こしやすい解剖学的素因が多くみられた．

表2　回内筋症候群の自・他覚症状

自覚症状	他覚症状
知覚障害	知覚障害
正中神経領域の自発性感覚異常	筋力低下
仕事中（前腕屈曲）の自発性感覚異常	母指球筋萎縮
前腕屈側近位のうずく痛み	円回内筋肥大
長く字を書くと母指・手関節の痛み	円回内筋が硬い
手の筋力低下	正中神経の圧痛
	母指球部の圧痛
	誘発テスト

結　　語

1．回内筋症候群で手術した90例の圧迫部位・原因を調査した．
2．全例円回内筋レベルでの圧迫がみられた．
3．88例（97.8%）で上腕二頭筋腱膜の関与が認められた．
4．前腕の他動的回内で上腕二頭筋腱膜が円回内筋を絞扼する所見が98.9%でみられた．
5．異常筋は21例でみられ15例が圧迫に関与していた．
6．上腕二頭筋腱膜レベルでの圧迫が大部分でみられることから本症の症状が筋使用と強く関係しており，症状見逃しの原因になることが示唆された．
7．障害レベルは手根管症候群を含めると98.9%が複数レベルで認められた．手根管症候群術後に症状が残存する場合には回内筋レベルでの圧迫合併を疑うべきである．
8．発症原因を考えるとほとんどに解剖学的変異が素因としてみられた．

文　　献

1) Eversmann WW：Compression and entrapment neuropathies of the upper extremity. J Hand Surg, 8：759-767, 1983.
2) Eversmann WW：Proximal median nerve compression. Hand Clin, 8：307-315, 1992.
3) Flory PJ, Berger A：Die akzessorische Brachialissehne-seltene Ursache des Pronator teres-Syndroms. Handchir, 17：270-272, 1985.
4) Johnson RK, Spinner M, Shrewsbury MM：Median nerve entrapment syndrome in the proximal forearm. J Hand Surg, 4：48-51, 1979.
5) 松永和剛：浅指屈筋近位縁と正中・前骨間神経走行との関係．福岡大学紀要，29：131-144，2002.
6) 松崎昭夫：手根管症候群を合併した回内筋症候群の合併例について．日手会誌，16：602-608，1999.

7) Matsuzaki A : Membranous tissue under the flexor carpi ulnaris muscle as a cause of cubital tunnel syndrome. Hand Surg, 6 : 191-197, 2001.
8) Nigst H, Dick W : Syndromes of compression of the median nerve in the proximal forearm (pronator teres syndrome ; anterior interosseous nerve syndrome). Acta Orthop Traum Surg, 93 : 307-312, 1979.
9) 冲永修二, 長野 昭, 宮尾益和 ほか : 回内筋症候群の診断. 日手会誌, 4 : 113-116, 1987.
10) Olehnik WK, Manske PR, Szerzinski J : Median nerve compression in the proximal forearm. J Hand Surg, 19-A : 121-126, 1994.
11) Seyffarth H : Primary myosis in the M. pronator teres as cause of lesion of the N. medianus. Acta Pschiatr Neurol Supple, 74 : 1251-1254, 1951.
12) Solnitzky O : Pronator syndrome : compression neuropathy of the median nerve at level of pronator teres muscle. Georgetown Med Bull, 13 : 232-238, 1960.
13) Tulwa N, Limb D, Brown RF : Median nerve compression within the humeral head of pronator teres. J Hand Surg, 19-B : 709-710, 1994.
14) Upton ARM, McComas AJ : The double crush in nerve-entrapment syndrome. Lancet, 2 : 359-362, 1973.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻 第5号 493-496，2003

胸郭出口症候群の治療経験

名古屋市総合リハビリテーションセンター整形外科

岡本秀貴・窪田泰浩

Experience in Treatment for Thoracic Outlet Syndrome

Hideki Okamoto, Yasuhiro Kubota

The Department of Orthopaedic Surgery, Foundation of Nagoya City Rehabilitation and Sports Center

We report the results of treatment for thoracic outlet syndrome (TOS) retrospectively from April, 1994 through March, 2002. We used Tateishi's criteria for diagnosis. Forty-nine patients with 58 sides had nontraumatic TOS. There were 22 men and 27 women. There were 22 right sides, 18 left sides and 9 bilateral sides. Mean patient age was 34.6 years (range 13 to 65 years).

While 28 patients with 35 sides had traumatic TOS. There were 15 men and 13 women. There were 10 right sides, 11 left sides and 7 bilateral sides. Mean patient age was 32.2 years (range 14 to 63 years).

We performed quantitative electromyography according to Buchthal's method for biceps (C5, 6 root), triceps (C7 root) and abductor digiti minimi (C8, Th1 root) to determine the level of axonal degeneration.

The first line of treatment was conservative treatment, but for patients with severe TOS symptoms in whom conservative treatment was not effective, transaxillary first rib resection was performed. Anterior scalenectomy was performed for patients with symptoms from compression or irritation of the upper or middle trunk. Surgical treatment was performed on 27 sides. Of these 15 sides were nontraumatic TOS, and 12 were traumatic TOS. Mean follow-up period was 36 months (range 7 to 97 months). Clinical results were evaluated by Minamikawa's criteria. Minamikawa's outcome was excellent in 5, good in 6 and fair in 4 in nontraumatic TOS. It was excellent in one, good in 2, fair in 6 and poor in 3 in traumatic TOS ($p<0.01$). Clinical results according to Kataoka's classification for the neurobundlegraphy of the brachial plexus showed significant differences between type I and type II, and between type I and III ($p<0.05$).

There was more adhesion around the brachial plexus, scalene muscle and subclaviclar artery in traumatic TOS than nontraumatic TOS. We interpreted that surgical results were poor in traumatic TOS because of these changes in the brachial plexus and scalene muscle.

緒　　言

頚部や肩甲帯から上肢の疼痛，だるさ，しびれ感を訴える患者は多く，その原因も多岐にわたっている．その原因の1つに胸郭出口症候群がある．胸郭出口症候群は交通事故や転落など外傷後に生じることもある[16)～18)20)]．外傷性の胸郭出口症候群では治療の効果が乏しい症例が多い印象がある．今回，当院で経験した胸郭出口症候群の治療成績について検討したので報告する．

材料および方法

対象は1994年4月から2002年3月までに当院で胸郭出口症候群と診断した77例93側で，特発性49例58側，交通事故・階段から転落など外傷性28例35側で，年齢は13～65歳（特発性13～65歳，外傷性14～63歳），平均33.7歳（特発性34.6歳，外傷性32.2歳），男性37例（特発性22例，外傷性15例），

Key words：thoracic outlet syndrome（胸郭出口症候群），brachial plexus（腕神経叢），nontraumatic（非外傷性），traumatic（外傷性），quantitative electromyography（定量筋電図）

Address for reprints：Hideki Okamoto, Foundation of Nagoya City University, 1 Kawasumi, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya-shi, Aichi 467-8601, Japan.

表1 診断基準（立石らの診断基準[19]を改変）

①肩から上肢にかけての神経・血管圧迫症状が存在し，長期間持続するかあるいは反復性である．
②Timed Morley test，Wright test，Eden test，Roos test のうち少なくとも1つが陽性でその際に愁訴の誘発または増悪が認められる．
③頚椎疾患を除外できる．

女性40例（特発性27例，外傷性13例），右側32例（特発性22例，外傷性10例），左側29例（特発性18例，外傷性11例），両側16例（特発性9例，外傷性7例）であった．

診断基準は立石らの診断基準[19]を改変して用いた（表1）．

電気生理診断はBuchthal法に準じた定量筋電図[3]を上腕二頭筋（C5，6根），上腕三頭筋（C7根），小指外転筋（C8，Th1根）の3筋に行い，それぞれの支配髄節の障害を検索した．テンプレートマッチング法で20個の運動単位電位を計測し，その平均持続時間，平均振幅，脱神経電位，多相性波を評価した．平均持続時間の偏差“（被験筋の平均持続時間－正常平均持続時間）÷正常平均持続時間×100”が20%を超えるものは被験筋の支配神経の部分的軸索変性所見を表わす．平均振幅の偏差“（被験筋の平均振幅－正常平均振幅）÷正常平均振幅×100”が100%を超えるものは被験筋の支配神経の神経原性所見を表わす．多相性波は三角筋と顔面筋は25%を，その他の筋は12%を上限としている．また，Buchthal法に準じた神経近接針電極法[4)5)]を行い，合併する末梢神経障害を鑑別している．

治療は保存的治療（理学療法，KSバンド®による装具療法，神経ブロック療法）を原則とし，保存的治療に抵抗するもので腕神経叢造影・熊本大分類のタイプⅠおよびⅡには手術を行う．手術は経腋窩第1肋骨切除術を原則とし，上または中神経幹障害がある場合は前斜角筋切除術も追加した．

治療成績は南川の評価基準[13]に沿って評価し，特発性と外傷性でMann-Whitney検定を用いて比較検討した．また，腕神経叢造影熊本大分類[12]のtype別で分散分析（FisherのPLSD法）を用いて比較検討した．

結　　果

1．誘発テスト陽性率

Timed Morley test[1)2)14)]は3＋，2＋，＋がそれぞれ特発性58側中70%，8.6%，22.4%で，外傷性35側中77.1%，8.6%，14.3%であった．

Wright test[21)]は特発性58側中87.9%，外傷性35側中88.6%であった．

Eden test[7)8)]は特発性29側中75.9%，外傷性23側中69.6%であった．

Elevated arm stress test[15)]は特発性19側中52.6%，外傷性23側中69.6%であった．

2．画像所見

座位鎖骨下動脈造影[10)]で明らかな狭窄や途絶像を呈したものは特発性55.8%，外傷性70.6%であった．

腕神経叢造影熊本大分類ではtype Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳがそれぞれ特発性で25.7%，40%，22.9%，2.9%，外傷性で20.7%，55.2%，20.7%，3.4%であった．

3．電気生理学検査所見

定量筋電図で軸索変性所見を認めたものは84側中C5，6髄節50%，C7髄節64.3%，C8，Th1髄節72.6%であった．特発性と外傷性とで軸索変性の高位，程度に有意差は認めなかった．

93側の合併症は，手根管症候群を44側（特発性26側，外傷性18側）と47.3%に認めた．この他Guyon管症候群を2側（特発性1側，外傷性1側），complex regional pain syndrome（CRPS）type Ⅰを3側（特発性2側，外傷性1側）に認めた．特発性と外傷性とで合併症に有意差は認めなかった．

4．治療成績

保存的治療は特発性29側，外傷性19側に行った．特発性では優3側，良9側，可9側，不可8側であった．外傷性では優なし，良3側，可7側，不可9側で特発性と外傷性で治療成績に有意差は認めなかった．腕神経叢造影のtype別でも保存的治療成績に有意差は認めなかった．

手術治療は27側（特発性15側，外傷性12側）に行った．経腋窩第1肋骨切除術および前斜角筋切除術を25側に，経腋窩第1肋骨切除術のみを2側に行った．術後経過観察期間は7～97ヵ月（平均36ヵ月）であった．特発性では優5側，良6側，可4側，不可なしであった．外傷性では優1側，良2側，可6側，不可3側で特発性と外傷性で手術成績に有意差（$p<0.01$）を認めた（図1）．腕神経叢造影のtype別の手術成績はtype Ⅰとtype ⅡおよびⅢの間で有意差（$p<0.05$）を認めた（図2）．

5．術後合併症

術後レントゲンにて気胸を1例に認め胸腔穿刺を

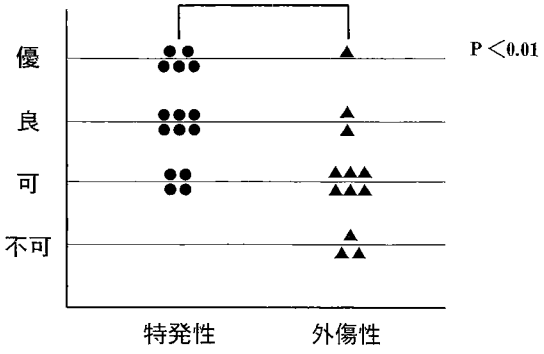


図1　手術治療成績（n=27）

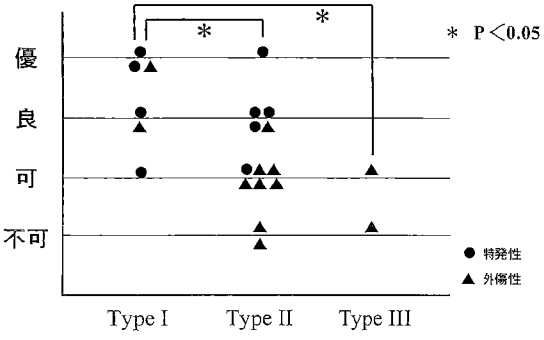


図2　手術治療成績（n=21）

行った．その他にMondor病を2側に認め，腕神経叢の癒着が非常に高度な外傷性胸郭出口症候群2側に一時的に鎖骨を切離して腕神経叢の剝離を行ったが鎖骨偽関節を生じ，骨移植を行った．

考　　察

鞭打ち損傷を含めた頸部の軟部損傷後に胸郭出口症候群が発症することは過去にいくつか報告されている[9)16)~18)20)]．Sandersらは頸椎の過伸展損傷によって前または中斜角筋が引き伸ばされ筋線維の断裂や出血が生じ，斜角筋内の瘢痕組織が筋の慢性的な緊張を生じる．その結果，腕神経叢に圧迫が加わり胸郭出口症候群が発症するとしている[16)]．また，彼らは斜角筋内に生じた小出血や小梗塞の治癒機転として結合組織とtype I線維の占有率が増加しtype II線維が減少してくることを証明し，このため斜角筋の伸展性は低下し腕神経叢との間で摩擦を生じやすくなるとしている[17)]．Dellonは外傷性胸郭出口症候群の手術で腕神経叢とその周囲組織に癒着，瘢痕を確認しており肋鎖間隙から中枢の腕神経叢の絞扼が胸郭出口症候群の原因であるとしている[6)]．我々の手術例でも外傷性のほうが特発性よりも腕神経叢周囲や鎖骨下動脈周囲の癒着が強い症例が多かった．こうした腕神経叢や斜角筋の変化のために自験例でも外傷性胸郭出口症候群で手術成績が不良であると思われた．

片岡は胸郭出口症候群の手術適応について，圧迫が主体の腕神経叢造影type IやIIではよい適応となることが多いが，牽引が主体で肩甲帯の下方不安定性が強いtype IIIでは手術によりさらに肩甲帯の下垂が強くなり，むしろ症状増悪の可能性が高く安易に手術を行うべきではないとしている[11)12)]．自験例でもtype IはtypeII，IIIに比べて手術成績がよかった．除圧手術である経腋窩第1肋骨切除術と前斜角筋切除術は手術例を特発性と外傷性で分けた場合，特発性ではtype I，IIともによい適応であるといえる．しかし，外傷性ではtype Iにはよい適応であるがtype IIでは良が1側で残りの7側は可および不可であり，慎重に症例を選択する必要がある．術前の電気生理学検査で軸索損傷の程度は評価可能であったが，軸索損傷の程度と手術成績には相関を認めなかった．手術成績を術前に予測する指標になりうるのは，特発性か外傷性かということと腕神経叢造影所見であった．

結　　語

1．1994年4月から2002年3月までに当院で胸郭出口症候群と診断した77例93側について検討した．
2．特発性胸郭出口症候群のほうが外傷性胸郭出口症候群より手術成績が有意に良好であり，その原因として斜角筋および腕神経叢周囲の癒着や瘢痕の程度の差があると示唆された．
3．腕神経叢造影熊本大分類のtype Iはtype II，IIIと比較して有意に手術成績が良かった．

謝辞　稿を終えるにあたり御懇切なる御指導を賜り，全症例の主治医で術者であられる名古屋市総合リハビリテーションセンター　附属病院院長　河合憲一先生に深甚なる謝意を表します．また，本発表に際し多大なる御指導御助言を頂きました名古屋市総合リハビリテーションセンター　センター長　松井宣夫先生，同整形外科部長　服部　敏先生，同リハビリテーション科　小川鉄男先生に厚く御礼申し上げます．

文　　献

1) 阿部正隆，斉藤 満，金子 洋 ほか：胸郭出口症候群における新しい試み．東日臨整会誌，1：520-521，1989.
2) Abe M, Ichinohe K, Nishida J：Diagnosis, treatment, and complications of thoracic outlet syndrome. J Orthop Sci, 4：66-69, 1999.
3) Buchthal F：An Introduction to Electromyography. Copenhagen, Scandinavian University Books：9-40, 1957.
4) Buchthal F, Rosenfalck A：Evoked action potentials and conduction velocity in human sensory nerves. Brain Res, 3：1-122, 1966.
5) Buchthal F, Rosenfalck A：Sensory conduction from digit to palm and from palm to wrist in the carpal tunnel syndrome. J Neurol Neurosurg, 34：243-252, 1971.
6) Dellon AL：The results of supraclavicular brachial plexus neurolysis (without first rib resection) in management of post-traumatic "thoracic outlet syndrome". J Reconstr Microsurg, 9：11-16, 1993.
7) Eden KC：The vascular complications of cervical ribs and first thoracic rib abnormalities. J Surg, 27：111-139, 1939.
8) Falconer MA, Weddell G：Costclavicular compression of the subclavian artery and vein. Relation to the scalenus anticus syndrome. Lancet, 2：539-543, 1943.
9) Ide J：Long-term results of thoracic outlet decompression. Neuro Orthop, 16：59-68, 1994.
10) 飯田昭彦：胸郭出口症候群の診断に対する座位 DSA．日医放線会誌，57：956，1997.
11) 片岡泰文，高木克公，森沢佳三 ほか：腕神経叢造影による TOS のタイプ分類と手術成績について．肩関節，15：262-267，1991.
12) 片岡泰文：胸郭出口症候群の病態―腕神経叢造影を用いて―．日整会誌，68：357-366，1994.
13) 南川博道：胸郭出口症候群の臨床的および解剖学的研究．医学研究，53：341-354，1983.
14) Morley J：Brachial pressure neuritis due to a normal first thoracic rib：its diagnosis and treatment by excision of rib. Clin J, 22：461, 1913.
15) Roos DB：Pathophysiology of congenital anomalies in thoracic outlet syndrome. Acta Chirurgica Belgica, 5：353-361, 1980.
16) Sanders RJ, Monsour JW, Gerber WF, et al.：Scalenectomy versus first rib resection for treatment of the thoracic outlet syndrome. Surgery, 85：109-121, 1979.
17) Sanders RJ, Jackson CGR, Banchero N, et al.：Scalene muscle abnormalities in traumatic thoracic outlet syndrome. Am J Surg, 159：231-236, 1990.
18) 高木克公：胸郭出口症候群の臨床．外科治療，68：85-93，1993.
19) 立石昭夫：胸郭出口症候群の診断と治療．日整会誌，54：817-827，1980.
20) Woods WW：Thoracic outlet syndrome. West J Med, 128：9-12, 1978.
21) Wright CIS：The neurovascular syndrome produced by hyperabduction of the arms. Am Heart J, 29：1-19, 1945.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻 第5号 497-500，2003

再接着

指尖部切断再接着術
—静脈吻合の重要性—

小郡第一総合病院整形外科

服部泰典・土井一輝
池田慶裕

Significance of Venous Anastomosis in Fingertip Replantation

Yasunori Hattori, Kazuteru Doi, Keisuke Ikeda

Department of Orthopedic Surgery, Ogori Daiichi General Hospital

Adequate venous outflow is the most important factor for successful fingertip replantation. The authors have attempted venous anastomosis in all cases of fingertip replantation to overcome postoperative congestion. In this article, the significance of venous repair for fingertip replantation is described from the results of 72 complete fingertip amputations in 63 consecutive patients. The overall survival rate was 88 percent. Of the 51 replantations in zone 1, 44 survived, and the success rate was 86 percent. Of the 21 replantations in zone 2, 19 survived, and the success rate was 91 percent. Venous anastomosis was attempted in all cases, but it was possible in 43 zone 1 and all zone 2 replantations. Postoperative vascular complications occured in 18 replantations. There were 6 cases of arterial thrombosis and 12 cases of venous congestion. Venous congestion occured in 11 of zone 1 and 1 of zone 2 replantations. In 7 of these replantations, venous anastomosis was not possible. In another 5 replantations, venous outflow was established at the time of surgery, but occlusion occured subsequently. Despite the demand for skillful microsurgical technique and longer operation time, our results using venous anastomosis in successful fingertip replantations are encouraging. By performing venous anastomosis, external bleeding can be avoided and a higher survival rate can be achieved. Venous anastomosis for fingertip replantation is a reliable and worthwhile procedure.

緒　　言

切断指再接着は現在では決して特殊な手術ではなく，多くの施設で日常的に行われている．また，マイクロサージャリーの技術の進歩に伴い，患者の希望があれば指尖部でも再接着を行うというのが本邦では一般的になりつつある．指尖部切断再接着は，Yamano[17]をはじめ諸家の報告にあるように[2)~4)8)~17)]，再接着に成功すれば整容的のみならず機能的予後も非常に良好であり，患者の満足度は高い．我々も指尖部切断再接着に積極的に取り組んでいるが，その最大の技術的問題点は静脈吻合であり，失敗の多くの原因は静脈うっ血である．瀉血[2)8)9)12)13)]，医用ヒルの使用[8)]や動静脈シャントの作製[14)]などによりうっ血を克服する報告は多くみられるが，静脈吻合の技術や結果に焦点をあてた報告はみられない．

我々は，指尖部切断再接着を始めた当初より，徹底的に静脈吻合を行っており[9)~11)]，本論文では当院での成績，特に静脈吻合の結果を中心に検討したので報告する．

対象および方法

1996年1月より2003年3月までに当院で行った指尖部完全切断再接着は，63例72指であった．男性44例，女性19例で，平均年齢38.6歳（1～84歳）であった．受傷指は母指17・示指17・中指15・環指14・小指9で，2指以上の多数指切断が9例含まれていた．玉井分類のZone 1が51，Zone 2が21指であった．

Key words：fingertip amputation（指尖部切断），replantation（再接着），venous anastomosis（静脈吻合）

Address for reprints：Yasunori Hattori, MD, PhD, Department of Orthopedic Surgery, Ogori Daiichi General Hospital, 862-3 Shimogo, Ogori, Yoshiki-gun, Yamaguchi 754-0002, Japan.

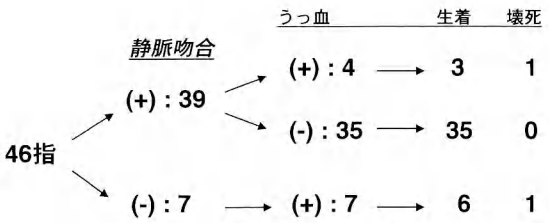


図1 Zone 1 の静脈吻合の結果

切断のタイプは，Yamano の分類[17]で clean-cut 21 指，blunt-cut 26 指，avulsion 9 指，crush 16 指であった．

Zone 1 では動脈 1 本吻合したのが 46 指で，2 本が 5 指であり，このうち 19 指で静脈移植が必要であった．静脈は 43 指（84%）で吻合可能であり，1 本吻合したのが 33 指，2 本が 10 指であった．また，10 指で静脈移植が必要であった．Zone 2 では全例動脈・静脈とも吻合可能であり，静脈 1 本吻合したのが 9 指，2 本が 10 指，3 本が 2 指であった．

結　　果

72 指中 63 指が生着し，全体的な生着率は 88% であった．Zone 1 では 44 指（86%）が生着，Zone 2 では 19 指（91%）が生着した．また，clean-cut では 100%，blunt-cut 85%，avulsion 80%，crush では 75% が生着した．最終的な失敗の原因は，Zone 1 では 2 指がうっ血，5 指が切断指自体の挫滅が強く術後 2，3 日目に動脈血栓を生じたためであった．Zone 2 では 1 指がうっ血，1 指が術後 1 週目に喫煙が原因と考えられる動脈血栓であった．

また，Zone 1 での静脈吻合の結果を評価するために，動脈血栓により失敗した 5 指を除いた 46 指を検討した．このうち 39 指で静脈吻合が可能であり，35 指が術後にうっ血を起こさず，瀉血やミルキングなどの処置をまったく必要とせずに生着した．すなわち，Zone 1 での静脈吻合の成功率は 75%（35/46）と考えられた（図 1）．

なお，2 例に輸血を必要としたが，それぞれ 3 指と 4 指の多数指切断であり，当院搬送時にすでに出血性ショックを呈していた症例であった．また，術中・術後に全身的な合併症をきたした症例はなかった．

代 表 症 例

18 歳，女性の左示指・中指の切断で，示指は Zone 1，中指は Zone 2 の clean-cut であった．示指は動脈 2 本と静脈 1 本を静脈移植にて再建，中指は動脈 2 本と静脈 3 本を吻合した．術後は，両指ともうっ血を起こさず，瀉血，ミルキングなどの処置をまったく行うことなく生着した（図 2）．

考　　察

切断指再接着はすでに確立された術式となっているが，最近では労災事故の減少によりその数は減りつつあるといわれている．しかし，指尖部切断再接着に関しては増加しており，当院の最近の傾向でも再接着全

受傷時

術後2ヵ月

図2 18 歳，女性左示指・中指切断

体の約60%を占めている[7)9)]．指尖部切断再接着が増加している原因は，症例数が増えているというよりは，切断指再接着の普及・啓蒙により，以前では断端形成術をされていた指尖部切断でさえも，再接着を希望して専門医へ紹介されているからと考えられる[7)]．もちろん，技術的にはYamano[17)]をはじめとする本邦のマイクロサージャンの先駆的な業績に影響されるところが大きい．

指尖部切断の再接着の適応に関しては，外科医の経験・血管吻合の技術によるところが大きい．Zone 2では，動脈径も比較的大きく，静脈も背側の静脈を吻合できることが大半であり，ある程度経験のあるマイクロサージャンならばそれほど困難ではない．Zone 1では動脈径は外径0.4～0.8 mmとさらに細くなるが，経験豊富なマイクロサージャンならば，十分に吻合できる太さである．しかし，最大の技術的問題点は静脈吻合であり，失敗のほとんどの原因は静脈うっ血によるものである．静脈吻合不能例では，医用ヒルの使用[8)]や，指尖部の魚口状切開からの持続出血による瀉血[1)6)13)15)16)]を術後1週前後行うと生着することもあるが，生着が不確実，瀉血による患者の負担は決して小さいものではなく，輸血を必要とすることもある．Hanら[6)]は88%の症例に輸血を必要としたと報告しているが，指尖部切断はminor injuryであり，輸血は禁忌であることを肝に銘じるべきである．また，指尖部切断再接着はminor surgeryであり，全身合併症を起こすことなく再接着を成功させるのが原則で[9)]，リスクマネジメントという観点からも，このような静脈吻合を行わない再接着[1)15)]は避けるべきである．また，医療サイドにとっても，瀉血の管理は非常に手間がかかり，マイクロサージャリーを行う忙しい病院では負担が大きい．

現在までのzone 1の再接着のまとまった報告で，静脈吻合を積極的に行っているのは，Patradulら[16)]と我々のみである（表1）．瀉血を十分に行うと生着することがあるのは事実であるが，少なくとも1本の静脈吻合を成功させることが最良の方法であるのはいうまでもない．我々の結果では75%の症例で，術後にうっ血を起こさず瀉血やミルキングなどの処置を必要とせずに生着し，静脈吻合が成功したと考えられた．静脈吻合自体を断念したのは8指であったが，小児例と成人での石川分類のSubzone 1の症例であった．我々の成績は，現在までのZone 1のまとまった報告では最高の生着率であるが，これは徹底して静脈吻合を行っている結果が反映されていると考えられる．

表1　Zone 1の生着率と静脈吻合

	生着率（%）	静脈吻合（%）
山野，1993	100/131（76）	記載なし
Kim，1996	45/64（70）	13
Patradul，1998	39/50（78）	48
Akyurek，2001	16/21（76）	0
服部，2003	44/51（86）	84

静脈吻合を成功させるのには，高度なウルトラマイクロサージャリーの技術が必要なことはいうまでもない．高度なウルトラマイクロサージャリーの技術とは，非常に細い血管を吻合するのみではなく，それを非常に狭い術野でopen techniqueやback-wall techniqueなどのテクニックを駆使して確実に遂行する技術を意味する．Zone 1では掌側の皮下静脈を吻合する必要があるが，丹念に探ると外径0.3～0.7 mmの静脈が必ず2，3本は発見できる．動脈と異なり，血管壁が非常に薄く脆弱であるが，十分な剝離ができれば吻合可能である．静脈吻合には12-0ナイロンの使用がすすめられる．USP規格の11-0ナイロン糸の直径は0.01～0.019 mm，12-0ナイロン糸は0.001～0.009 mmであり，我々の成績も12-0ナイロンの使用により向上した．また，静脈移植の使用も積極的に行う必要がある．我々の経験では，Zone 1では動脈の再建には約40%で，静脈には20%に静脈移植が必要であった．特に，母指のZone 1の再接着では，ほとんどの症例で動脈・静脈とも静脈移植を行い再建している[5)]．移植静脈は，口径と血管壁の厚さも指尖部の血管とよく適合するため，母指球部の皮下から採取している．

結　　語

指尖部切断再接着における静脈吻合の結果と重要性について検討した．高度なウルトラマイクロサージャリーの技術が必要であるが，術後に瀉血を行う必要もなく，高い生着率が期待できる．Minor injuryの指尖部切断では，合併症を起こすことなく再接着を成功させるのが原則であり，可能な限り静脈吻合を行う努力をするべきである．

文　　献

1)　Akyurek M, Safak T, Kecik A：Fingertip replantation at or distal to the nail base. Ann Plast Surg, 46：605-612, 2001.
2)　Chen CT, Wei FC, Chen HC, et al.：Distal phalanx replantation. Microsurgery, 15：77-82, 1994.

3) Foucher G, Norris RW：Distal and very distal replantations. Br J Plast Surg, 45：199-203, 1992.
4) Goldner RD, Stevanovic MV, Nunley JA, et al.：Digital replantation at the level of the distal interphalangeal joint and the distal phalanx. J Hand Surg, 14-A：214-220, 1989.
5) Gordon L, Leitner DW, Buncke HJ, et al.：Partial nail plate removal after digital replantation as an alternative method of venous drainage. J Hand Surg, 10-A：360-364, 1985.
6) Han SK, Lee BI, Kim WK：Topical and systemic anticoagulation in the treatment of absent or compromised venous outflow in replanted fingertips. J Hand Surg, 25-A：659-667, 2000.
7) 服部泰典，土井一輝，桑田憲幸 ほか：指尖部切断の治療．日手会誌，14：102-104，1997.
8) 服部泰典，土井一輝，桑田憲幸 ほか：切断指再接着術に対する医療用ヒルの使用経験．日農村医会誌，46：23-26，1997.
9) 服部泰典，土井一輝，池田慶裕：切断指再接着術におけるリスクマネジメント．日本マイクロ会誌，15：31-36，2002.
10) Hattori Y, Doi K, Ejiri S, et al.：Replantation of very distal thumb amputations with pre-osteosynthesis interpositional vein graft. J Hand Surg, 26-B：105-107, 2001.
11) Hattori Y, Doi K, Ikeda K, et al.：Significance of venous anastomosis in fingertip replantation. Plast Reconstr Surg, 111：1151-1158, 2003.
12) Iglesias M, Burton P：Local subcutaneous heparin as treatment for venous insufficiency in replanted digits. Plast Reconstr Surg, 103：1719-1724, 1999.
13) Kim WK, Lim JH, Han SK：Fingertip replantations：Clinical evaluation of 135 digits. Plast Reconstr Surg, 98：470-475, 1996.
14) Koshima I, Soeda S, Moriguchi T, et al.：The use of arteriovenous anastomosis for replantation of the distal phalanx of the fingers. Plast Reconstr Surg, 89：710-714, 1992.
15) 松崎浩徳，吉津孝衛，牧 裕 ほか：指尖切断再接着症例の検討．日本マイクロ会誌，16：49-55，2003.
16) Patradul A, Ngarmukos C, Parkpian V：Distal digital replantations and revascularizations. J Hand Surg, 23-B：578-582, 1998.
17) Yamano Y：Replantation of the distal part of the fingers. J Hand Surg, 10-A：211-218, 1985.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　501-504，2003

新しい再接着
—指尖爪部切断に対する graft on flap 法の実際—

埼玉手の外科研究所

平瀬雄一・児島忠雄
福本恵三

東京手の外科スポーツ医学研究所

山口利仁

A New Reattachment Procedure for Fingers Amputated at the Nail Bed Level

Yuichi Hirase, Tadao Kojima, Keizo Fukumoto

Saitama Hand Surgery Institute

Toshihito Yamaguchi

Tokyo Hand Surgery Sports Medicine Institute

In this report the authors introduce new method for fingertips amputated at the nail bed level when the microsurgical anastomosis is hard to be performed.

"Graft on flap" Method：For cases amputated at the zone distal to the nail matrix, the amputated fingertip is divided into two pieces which are the nail bed with bone and the soft tissue of palmar side. Only the nail bed with bone is reattached to the proximal amputated stump of fingertip by the Kirschner wire fixation and the palmar side of fingertip is made by some kinds of finger island flaps, for example, the volar advancement flap with V-Y plasty, the oblique triangular flap and so on. Therefore, the nail bed with bone is combined with the finger island flap as composite graft.

Results：For 36 fingers amputated at the zone distal to the nail matrix, this procedure was performed and the grafted nail bed survived completely in 25 fingers, incompletely in 4 fingers as the composite graft. However, even in the incomplete survival case the nail bed surface healed with scar conservatively. Survival rate of "graft on flap" method for the amputated nail bed was 80.5%.

Conclusion：Replantation surgery should be performed in all cases of amputated fingers if the patient desires it. However, if the fingertip is amputated at the nail level, microsurgical replantation surgery is not always a reliable selection for salvage. On the other hand, composite graft surgery is easy to perform but it is difficult to obtain successful results. In order to salvage a fingertip that is amputated at the nail level, the author reports the ice-water cooling method for nonvascularized composite grafts. This is a simple procedure, but not always successful in all cases of amputation at the nail level. In cases in which the amputated fingertip seemed not likely to survive in spite of the ice-water cooling method, the authors combined composite nail grafting and finger island flap for replantation. In these 3 years the author have performed salvaging surgery based on the indication described as above. Finally we found that the ice-water cooling method had the better indication in children and the combining method of the island flap and the composite graft was more reliable in adults cases.

Key words：replantation（再接着），reattachment（再接着），composite graft（複合組織移植）

Address for reprints：Yuichi Hirase, Saitama Hand Surgery Institute, 1721 Ishibashi, Higashi-matsuyama-shi, Saitama 355-0072, Japan.

緒　　言

指尖爪部切断の再接着術式としては従来，血管吻合による再接着か，composite graft かが選択されてきたが，高度な手技を要したり，生着率が一定しなかったり，必ずしも良好な結果が得られないことが多かった．我々は，指尖掌側を知覚島状皮弁で再建した後，その上に切断指より採取した爪床・骨のみを composite graft として移植する graft on flap 法を行ってきたので代表的な臨床例を呈示しつつ，その手技・適応について若干の知見を述べる．

手　術　法

まず，切断中枢断端で指動脈皮弁を茎とした指動脈知覚皮弁を作製して前進させて指尖掌側を再建する（図 1）．この皮弁には oblique triangular flap[10]か掌側前進皮弁（V-Y 形成併用）[1)6)]が有用である．次に切断された指は骨を付けた爪・爪床を残して掌側軟部組織を切除する．指尖掌側を皮弁で再建後に分割した爪・爪床・骨を composite graft として移植し 1 mm 径の鋼線で骨を固定する．爪を切除して爪床を細い吸収糸で注意深く縫合する．移植後は composite graft 部が乾燥しないように軟膏を塗布し続け 2 週間安静とする．

症　　例

現在までに 36 指（男性 29 指，女性 7 指，小児例 2 指を含む）に応用した．掌側の指動脈皮弁は全例生着した．Composite graft 部分は 25 指が完全生着，4 指が部分生着であった．部分生着例は全例保存的に治癒した．部分生着も含めて生着率は 80.5%であった．7 指が壊死となり，掌側再建に挙上した指動脈皮弁を利用して断端面を被覆した．術後経過観察期間は 4〜16 ヵ月であった．

代表的症例を呈示する．

症例は 48 歳，女性．右手示・中・環指を爪部で完全切断した（図 2）．指動脈・神経を茎とする oblique triangular flap を作製し指尖へ前進し指尖掌側を再建した．前進した皮弁上の爪床欠損部の大きさに合わせて切断指から爪・爪床・骨を採取し，骨を鋼線で固定して composite graft として移植した．次に爪を切除して爪床辺縁同士を細い吸収性縫合糸で縫合した（図 3a，b）．術後 1 年経過を観察したが，爪は良好に成長した（図 3c，d）．

考　　察

指尖爪部切断に対する再接着手技として一般的に行われていることは①血行再建による再接着と②composite graft の 2 つに大別される．血行再建が可能な症例では血管吻合による再接着が第 1 選択とされる．しかし，熟練した術者による高度な手技が必要とされ[2)11)]，結果が劇的である反面，切断指が全壊死となることもしばしば経験される．

一方，composite graft は簡便な方法であるが生着にはばらつきがあり，小児例を除くとその成功率はあまりよくない．著者はかつて氷水冷却を併用した composite graft 法での工夫について報告した[3)4)]が，生着率は上昇するものの指尖横断切断例での生着率にはばらつきがみられ，適応の拡大とともに生着率の低下を

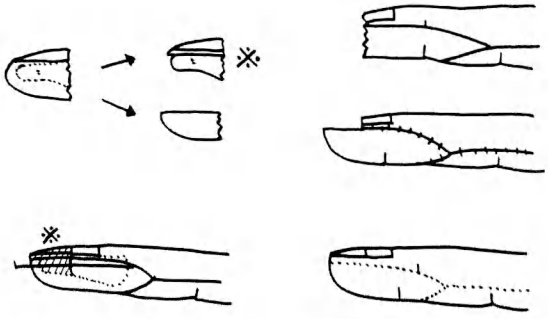


図 1　Graft on flap 手術シェーマ

図 2　症例：受傷時の状態

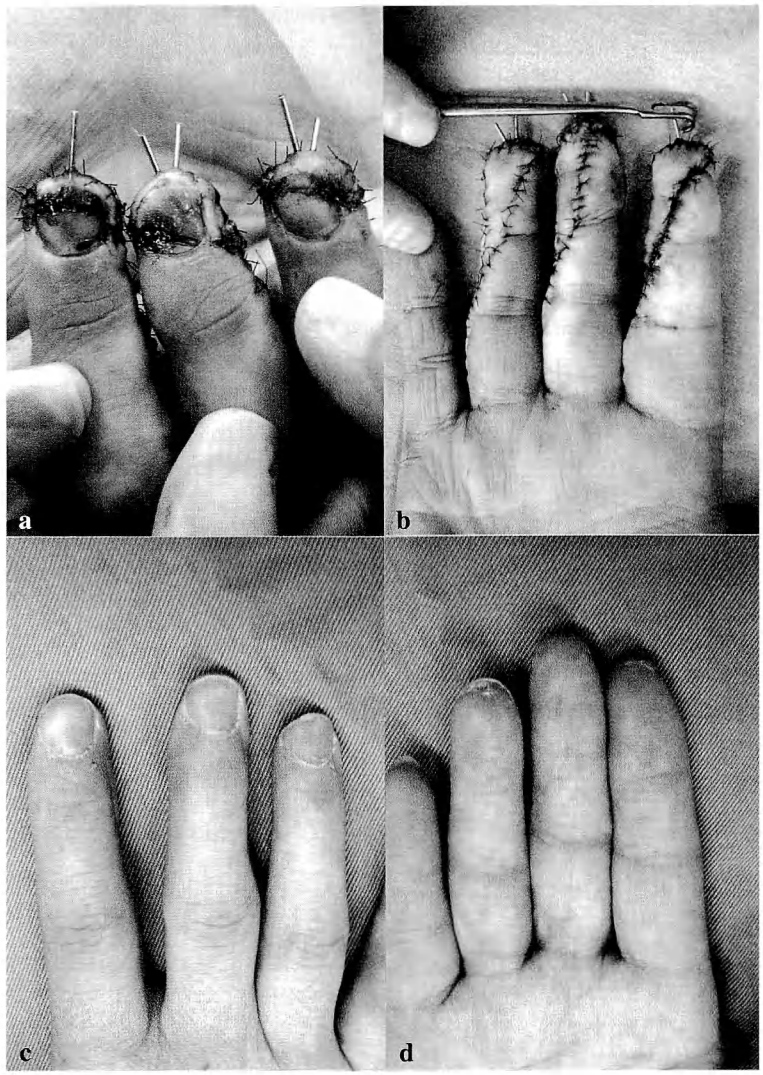


図3　a：術直後の状態（背側）.
b：術直後の状態（掌側）.
c：1年後の状態（背側）.
d：1年後の状態（掌側）.

みた.

本稿で紹介した方法はこれらの欠点・利点をおぎなう簡便な方法として有用な一方法であると考える．この方法の基本的概念は1995年に松井ら[8]が報告したのが最初であるが，1999年にはNetscherら[9]が同様の概念に基づく手術法を報告し，我々も数例の臨床例での追試報告を行っている[5].

指尖掌側を皮弁で再建し，その上へ爪床・骨のみをcomposite graftとする本法は簡便で手術時間は短く，接着面積が広いため単なるcomposite graftと比べると生着率がきわめて高いという利点をもつ．しかし，従来の報告では爪母を含めるか否か，掌側を再建する皮弁にはどの皮弁を選択するか，他の2法（血管吻合による再接着，従来のcomposite graft）との適応症例の差異など明確でない点が存在した．そこで，我々は本法をgraft on flapと命名するとともにこの方

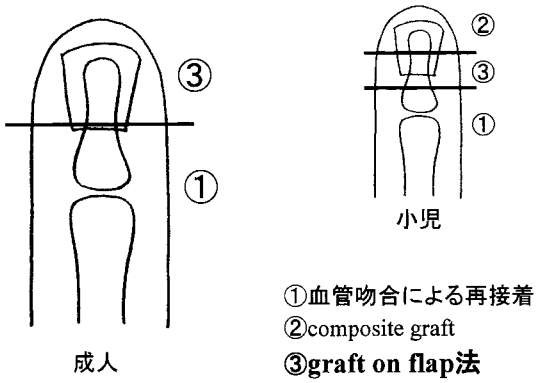


図4 各種再接着術の適応

法の適応について以下に述べる.

まず, 切断レベルの適応についてであるが, 爪床部での切断が最適応である. 松井らの報告[8]では爪母を含めていると思われる切断指の症例写真が提示されており, Netscher ら[9]は爪母も composite graft として利用できると述べている. しかし, 我々は, 爪母を含むレベルでは血管吻合による再接着が可能であることが多く[2], graft on flap は最適応とはならないと考える. 爪母を含む切断指症例では①小児例で血管吻合が難しい, ②挫滅が高度で血管吻合が難しいものに限ってgrfat on flap 法の適応に含めてよいと考える.

次に掌側再建に使用される皮弁であるが指尖掌側の被覆には指動脈知覚皮弁を選択すべきであろう. Netscher らの報告[9]では指交叉皮弁使用例が比較的多く含まれているが, 手術が一期的であることや, 指尖切断例では指動脈皮弁挙上の制限が少ないことを考えると知覚を含む指動脈知覚皮弁が最も優れている. 具体的には oblique triangular flap[10], V-Y 形成を併用した掌側前進皮弁[1)6)]が使いやすく, 指尖掌側斜め切断例で大きな組織が必要な症例に限り逆行性指動脈皮弁[7]が選択できる.

次に従来の他の 2 法との切断レベルにおける適応の違いについて述べると (図 4), 成人では爪基部より末梢の切断が graft on flap の適応となり, 爪基部より中枢の切断 (爪母周辺あるいは爪母を含む症例) では血管吻合による指再接着を第 1 選択とする. 小児では従来の composite graft の成功率が高いため爪基部周辺の切断で指動脈皮弁が安全に挙上できそうな症例 (約 4 歳前後以降と思われる) が graft on flap の適応となる. 4 歳以下の年少児, あるいは 4 歳以上の小児でも爪床中央より末梢での切断例では従来の composite graft 法を選択する.

本法施行の注意点としては composite graft とした爪床が乾燥しないように軟膏を多く塗布し続け, 術後 2 週間はデブリドマンはせずに保存的に観察することである.

結　　語

爪部切断指の再接着手技として血管吻合による再接着や単なる composite graft とは異なる graft on flap 法の実際と適応について述べた.

文　　献

1) Bang H, Kojima T, Hayashi H : Palmar advancement flap with V-Y closure for thumb tip injuries. J Hand Surg, 17-A : 933-934, 1992.
2) Hirase Y : Salvage of fingertip amputated at nail bed level : Surgical principles and treatments. Ann Plast Surg, 38 : 151-157, 1997.
3) Hirase Y : Postoperative cooling enhances composite graft survival in nasal-alar and fingertip reconstruction. Br J Plast Surg, 46 : 707-711, 1993.
4) Hirase Y : Free composite graft to claw nail deformity using the ice water cooling method. Tech Hand Upper Extr Surg, 2 : 47-49, 1998.
5) 平瀬雄一, 山口利仁 : 外科医に役立つ形成外科の基本手技 1. 手・指尖・爪部損傷後の処置. 形成外科, 42 : S297-S299, 1999.
6) Kojima T, Kinoshita Y, Hirase Y, et al. : Extended palmar advancement flap with V-Y closure for finger injuries. Br J Plast Surg, 47 : 275-279, 1994.
7) Kojima T, Tsuchida Y, Hirase Y, et al. : Reverse vascular oedicle digital island flap. Br J Plast Surg, 43 : 290-295, 1990.
8) 松井瑞子, 若松信吾, 前田華郎 ほか : 指知覚皮弁と爪移植による指尖部切断の再建. 日手会誌, 12 : 597-600, 1995.
9) Netscher DT, Meade RA : Reconstruction of fingertip amputation with full-thickness perionychial grafts from the retained part and local flaps. Plast Reconstr Surg, 104 : 1705-1712, 1999.
10) Venkataswami R, Subramanian N : Oblique triangular flap : a new method of repair for oblique amputations of the fingertip and thumb. Plast Reconstr Surg, 66 : 296-300, 1980.
11) Yamano Y : Replantation of the amputated distal part of the fingers. J Hand Surg, 10-A : 211-218, 1985.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　505-508，2003

先天異常

母指形成不全に対する母指化術の成績

山形大学医学部整形外科学教室

荻野利彦・高原政利
石垣大介・佐々木淳也

札幌医科大学医学部整形外科学教室

北村三穂

Results of Pollicization for Hypoplastic Thumb

Toshihiko Ogino, Masatoshi Takahara, Daisuke Ishigaki
Junya Sasaki

Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University School of Medicine

Miho Kitamura

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Sapporo Medical University

Purpose：The purpose of this study is to report the results of pollicization for congenital hypoplastic thumb.

Method：Eighteen patients 23 hands with congenital hypoplastic thumb have been treated with pollicization and followed up for more than 2 years. In these cases, the right hand was affected in 9 cases, the left in 4 and both hands in 5 cases. According to Blauth's classification, one hand was grade 3, 11 hands were grade 4, 8 hands were grade 5, two digits were missing in 1 hand and 2 hands were five fingered hands. Surgery was performed according to the Buck-Gramcko's method. The age at the time of pollicization ranged from 1.2 year to 5.8 years with an average of 2.4 years. Centralization or radialization was performed in 8 hands before pollicization. Free skin graft was performed in 2 hands during pollicization. Additional surgery was performed in 6 hands. Mostly it was performed to improve thumb position. The follow-up period ranged from 2 years to 19 years with an average of 7.0 years.

Results：At follow-up, all patients could use the pollicized digit for pinch. Excellent pinch function has been achieved in 16 hands, good in 4 hands, and fair in 3 hands. The percent pinch strength compared to the opposite hand ranged from 25 to 93% with an average of 48%. Average active extension of the IP joint was −5 degrees and average flexion was 42 degrees. Average active extension of the MP joint was −2 degrees and average flexion was 37 degrees. In 17 cases out of 23 cases, patients always used pollicized digit well in usual manner. Statistical analysis did not show that the association of defect of the radius and/or preoperative contracture of the digits influenced the post-operative pinch function. Satisfactory result was not achieved in the cases with residual radial deviation of the wrist, five fingered hand, or preoperative syndactyly between the hypoplastic thumb and index finger.

緒　　言

母指形成不全の程度をBlauthは5型に分類している[2]．これら各型に対して種々の再建法が試みられている．第1手根中手関節の安定性が保たれている2型に対しては小指外転筋による対立再建術を主体にした機能再建術が一般的に行われている[6]．3型と4型に対して本邦では足指関節移植と腱移行を組み合わせて機能再建を行い母指を温存する試みがされている[7)9)10)]．著者らは3型で中手骨基部の欠損が高度な

Key words：hypoplastic thumb（母指形成不全），pollicization（母指化術），radial deficiency（橈側列欠損）

Address for reprints：Toshihiko Ogino, MD, Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University School of Medicine, 2-2-2 Iida Nishi, Yamagata-shi, Yamagata 990-9585, Japan.

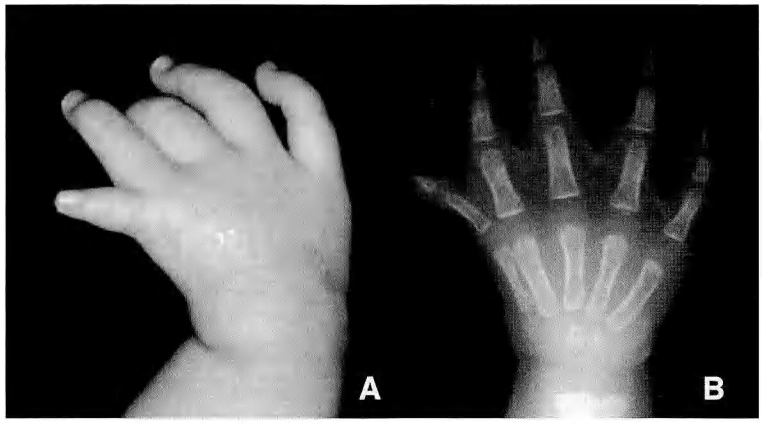


図1 低形成の母指が示指と皮膚性合指症を示した例の術前
A：浮遊母指のごとき外見を呈している．
B：X線像では中手骨から末節骨全体に著明な低形成が認められる．

例および4型と5型に対しては母指化術を行ってきた．今回は，橈側列形成障害の部分症である母指形成不全に対して行ったBuck-Gramcko法[3]による母指化術の機能的予後を調査し，影響を与える因子について検討した．

症例と方法

著者らがBuck-Gramcko法により母指化術を行った26例のうち鏡手など橈側列形成障害以外の3例および2年以上の経過観察が不可能であった5例を除いた18例23手を対象にした．症例の内訳は男12例，女6例，手術側は右9例，左4例，両側5例である．手の変形はBlauth分類3型1手，4型11手，5型8手，複数指欠損1手，五指手2手であった．術前に移行指あるいは他の指に指関節の可動制限が認められたのは7手であった．母指化術の前に橈骨欠損による手関節変形に対して尺骨の中心化術あるいは橈側移動術を行った例が8手であった．母指化と同時に行った手術としては，皮膚欠損部に対する遊離植皮が2手であった．母指化術後の母指化指に対する追加手術として，CM関節再固定術3手，Brand法と対立再建術2手，中手骨回旋骨切り術1手，内転筋再建術1手であった．母指化術の手術時年齢は，1.2歳～5.8歳，平均2.4歳であった．

これらの例に対して，母指化指を用いてのつまみ動作，母指化指の自動運動の可動域と使用頻度，利き手，つまみ力，両親の満足度，術前の指可動制限とつまみ機能の関係，尺骨中心化術（あるいは橈側移動術）とつまみ機能の関係を調査した．統計学的検定にはFisherの直接法を用いた．また，術後のつまみ機能が不完全な良と可の例の症例の内訳を調べた．経過観察期間は2～19年，平均7.0年であった．

結果

母指を用いたつまみ動作は術前23手全例で不可能であったが，術後は再建母指と残りの全指で可能（優）16手，再建母指と残りの2指で可能（良）4手，再建母指と残りの1指で可能（可）3手であった（図1，2）．

母指の自動運動はIP関節とMP関節の両方で不可能1手，IP関節のみ可能2手，MP関節のみ可能5手，両関節とも可能15手であった．いずれかの関節の自動運動が不可能であった8手中7手は術前に母指化した指に可動制限がみられた例であった．自動運動が可能な例の可動域は，IP関節では伸展－20～0°平均－5°，屈曲15～80°平均42°，MP関節では伸展－10～0°平均－2°，屈曲20～60°平均37°であった．

再建母指の使用頻度では，日常生活でつまみ動作時に再建母指を常に使用していた例が17手，大きいものの把持，人前での把持，あるいは両親にいわれたときに使用のみするなど再建母指を時々使用していた例が6手であった．

片側罹患例で母指化術を行った例が9例存在した．このうち，最終経過観察時に手術側を利き手として使用していた例が2例であった．また，片側罹患における母指化した指と隣接指の間のつまみ力を健側と比較

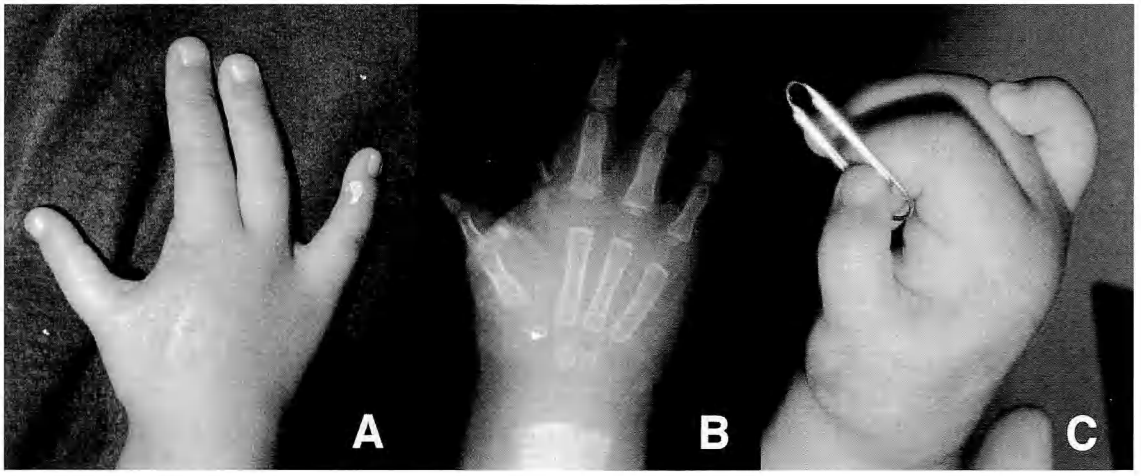


図2　母指化術後の状態
A：術後1年の外観.
B：術直後のX線像.
C：術後1年のつまみ動作では母指化した指と中，環指とのつまみは可能であるが，小指とのつまみ動作が不可能であり，成績は良である.

すると，つまみ力の健側比は25～93%，平均48%であった.

手術の結果に対する両親の満足度では，全例で結果に満足していた.

橈骨の欠損の合併あるいは中心化術が術後のつまみ機能に与える影響をみる目的で，橈骨の欠損を合併し母指化の前に尺骨の中心化術あるいは橈側移動術を行った例8手と橈骨の欠損を合併しない15手との間で術後のつまみ機能を比較した．術後のつまみ機能は，橈骨欠損群で優5手，良1手，可2手であったのに対して，橈骨非欠損群で優11手，良3手，可1手であり，優と良の占める割合では両群に統計学的有意差は認められなかった.

次に，術前の移行指あるいは他の指の指関節の可動制限が術後のつまみ機能に与える影響をみる目的で，術前に指関節の可動制限が認められた7手と可動制限を合併しなかった16手との間で術後のつまみ機能を比較した．術後のつまみ機能は，可動制限あり群で優3手，良2手，可2手であったのに対して，可動制限なし群で優13手，良2手，可1手であり，優と良の占める割合では両群に統計学的有意差は認められなかった.

術後のつまみ機能が不完全な良と可の7手の内訳を調べた．橈骨欠損を伴い中心化術を行った例が3手であり，全例で種々の程度の手関節橈屈変形の再発がみられた．低形成の母指が母指化を行った示指と皮膚性合指症を示した例が2手であった（図1）．残りの2手は五指手であった.

考　　察

今回の母指化術後の成績の調査では，術後にすべての例で再建母指を用いたつまみ動作が可能になり，23例中20例87%で満足すべきつまみ機能が獲得されていた．3例では再建母指と隣接指のみの間でのつまみ動作が可能になったものの，つまみ機能あるいは把持機能としては不十分と思われた．しかし，両親の満足度の調査では全例が結果に満足していた．このことは，母指化術がつまみ機能再建のみならず整容的な面からも受け入れられている可能性を示唆している．両側罹患例に対して母指化術を行った5例のうち，両側同時に手術を行った1例を除いて全例で，1側の手術後に両親が反対側の母指化術を希望したことからもその可能性がうかがえる.

術後の母指化指の自動運動の関節可動域はIP関節では平均37°，MP関節では平均35°であり良好とはいえない．Buck-Gramcko法による母指化術では，母指化する指の屈筋腱の短縮は行わない．したがって，母指化した指の自動屈曲運動が可能になるまでに数ヵ月を要する．Bartlettら[1]は母指化術の際に屈筋腱の短縮を行い，数週後から自動運動が認められたことを報

告している．腱周囲の癒着や断裂などの危険はあるものの，可動域改善のためには試みる価値のある方法と思われる．

母指化術の手術時年齢については，早期に行うべきであるという意見と急ぐ必要はないとする意見がある[2)4)]．患児が手指を積極的に使用しはじめる時期と手術手技の容易さなどを考え合わせて，著者らは1歳過ぎのなるべく早い時期に手術を行うようにしている．Blauth 5型の母指の完全欠損や，3型，4型で母指の高度の低形成がある場合には，患児は示指と中指の間で物をつまむようになり，年数を経ると示指と中指間が広がり，示指は回内位をとるようになる．このような例では，示指は母指としての役割を果たしているため示指の母指化術が遅れた場合においても大きな問題は生じないと思われる．しかし，今回の症例のなかで五指手で示指と中指でつまみ動作を獲得した例に2歳3ヵ月で最も橈側に位置する指を母指化した例では，術後に通常のつまみ動作では示指と中指を用い，大きな物の把持の時に母指化した指を用いていた．何らかの理由で手術時期が遅れる場合には，術前のつまみ動作に用いている指をよく観察し機能的な予後を予測することも必要である．

橈側列欠損では母指形成不全が単独で発現する場合と橈骨の部分欠損や全欠損を伴って発現する場合がある．後者の場合には，手関節の不安定性や橈屈偏位，肘の可動制限，指関節拘縮や筋腱の形成障害をしばしば合併する．今回，尺骨の中心化術あるいは橈側化術の影響を含んだ橈骨欠損の合併と術前の指拘縮の有無が術後成績に与える影響を調べたが統計学的有意差は認められなかった．しかし，術後のつまみ機能が不完全な良と可の例は橈骨欠損に対して中心化術を行い変形が再発した例，低形成の母指が示指と皮膚性合指症を示した例，あるいは五指手であった．橈骨欠損例では指関節拘縮や腱の低形成による可動制限の他に，手関節の偏位の再発が指の可動性に影響して成績を低下させたものと思われた．低形成の母指が示指と皮膚性合指症を示した例では，母指化した指の橈側の骨間筋の低形成に加えて長さの異なる指の癒合により関節運動の制限が成績に影響した可能性が考えられた．五指手については，先に述べたが，成績が不良であるという点ではManske ら[5)]やSykes ら[8)]の報告と一致している．

結　　語

1．母指形成不全に対してBuck-Gramcko法で母指化術を行った18例23手の機能的予後を調査した．

2．23手全例で再建母指を用いたつまみ動作が可能であり，17手で再建母指をつまみ動作に常時使用していた．再建母指を用いたつまみの力は健側の平均48%であった．

3．橈骨欠損に対して中心化術を行い変形が再発した例，低形成の母指が示指と完全皮膚性合指症を示した例，および五指手の例で成績不良の例が存在した．

文　　献

1) Bartlett GR, Coombs CJ, Johnstone BR：Primary shortening of the pollicized long flexor tendon in congenital pollicization. J Hand Surg, 26-A：595-598, 2001.

2) Blauth W：Der hypoplastische Daumen. Arch Orthop Unfall-Chir, 62：225-246, 1967.

3) Buck-Gramcko D：Pollicization of the index finger. J Bone Joint Surg, 53-A：1605-1617, 1971.

4) Buck-Gramcko D：Thumb reconstruction by digital transplantation. Orthop Clin North Am, 8：329-342, 1977.

5) Manske PR, Rotman MB, Dailey LA：Long-term functional results after pollicization for the congenitally deficient thumb. J Hand Surg, 17-A：1064-1072, 1992.

6) Ogino T, Minami A, Fukuda K：Abductor digiti minimi opponensplasty in hypoplastic thumb. J Hand Surg, 11-B：372-377, 1986.

7) Shibata M, Yoshizu T, Seki T, et al.：Reconstruction of a congenital hypoplastic thumb with use of a free vascularized metatarsophalangeal joint. J Bone Joint Surg, 80-A：1469-1476, 1998.

8) Sykes PJ, Chandraprakasam T, Percival NJ：Pollicisation of the index finger in congenital anomalies. A retrospective analysis. J Hand Surg, 16-B：144-147, 1991.

9) 矢部　裕，斎藤　守，月村泰治：Floating thumb に対する機能再建術．整形外科，24：1207-1210，1973.

10) 山内裕雄，藤巻有久，柳原　泰：浮遊母指を利用した母指再建の試み．整形外科，30：1645-1648，1978.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　509-515，2003

母指多指症
—術後長期経過例の検討—

広島県立広島病院整形外科

渡　　捷　一・中　村　光　宏
増　本　あ　や

Thumb Polydactylia
—Results of Long-term Follow-up after Surgery—

Shoichi Watari, Mitsuhiro Nakamura, Aya Masumoto

Department of Orthopedic Surgery, Prefectural Hiroshima Hospital

Over the past 30 years, the authors have analyzed the pathology of thumb polydactylia and established a definite operative policy on each polydactylic type for performing operations. The major policy was to use unilateral nails and phalanges and adopt a fillet procedure on the resection side. This policy has the advantage of not using Bilhaut's procedure in some multiactive types. In contrast, conventional Bilhaut's procedure is probably superior for some proximal phalangeal types in which multicomponents show the same size growth. Methods not reducing tissue stocks such as Bilhaut's procedure are important for maintaining postoperative results against postoperative hypoplastic growth.

目　　的

著者らは過去30年にわたり，母指多指症の病態分析を行い[1)4)8)]，これに基づく手術的治療の体系化を進めてきた[2)~4)8)]．この研究の目的は個々の多指形態に対応するより普遍的な術式を確立することにあった．すなわち多指形態を観察することによって適切な手術法の選択が可能となり，技術力に影響を受けることなく一定の予後が得られるという安定した治療体系の確立をめざした．

そして自らが体系化した方針にそって治療した30年間の経験症例のなかから長期経過例を選び術後経過を検討し，著者らの手術的治療が得た結果を報告し，反省点をあげ，さらなる改善をめざしたい．

対象と方法

著者らが経験した母指多指症例のうち術後経過を観察しえたものは362手であった．

母指多指の形態分類はWasselのものがよく知られているが，実際に治療を行う場合必ずしも適切ではない．そこで著者らは母指多指症を一般型と特殊型に大別し，さらに一般型は分岐高位により，末節骨型，基節骨型，中手骨型，骨関節で連続性をもたない痕跡型に分類した[4)]．またこの一般型には3指節成分をもつものが含まれるが不顕性のもので指骨形態をもつものはない．多指形態にも大きな影響を及ぼさず，定型的術式が適用される多指型である．一方特殊型は多指成分に原始的形態を保つ3指節成分をもち分岐高位の同定が困難なものもしばしばあり，治療方針を症例ごとに決めなくてはならない多指型である．

経験症例を以上に従って分類すると一般型は317手（末節骨型84手，基節骨型134手，中手骨型35手，痕跡型64手）で特殊型は45手となった．

術後の観察はいかなる症例に対しても3年以上は続けるように診療方針をたてて臨んだが，実際に3年間経過をみることができたのは207手で60%に達し

Key words：hand malformation（手の先天異常），thumb polydactylia（母指多指症），surgical treatment（手術的治療法），long-term follow-up（長期経過例）

Address for reprints：Shoichi Watari, MD, Department of Orthopedic Surgery, Prefectural Hiroshima Hospital, 1-5-54 Ujinakanda, Minami-ku, Hiroshima-shi, Hiroshima 734-0004, Japan.

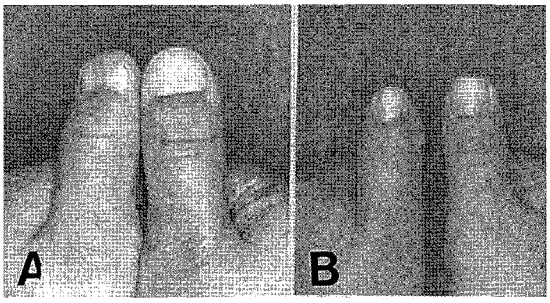


図1　末節骨型術後経過
A：2分併合法術後26年の所見．爪の変形や末節部の肥大が目立っている．
B：片側切除，骨抜き皮弁形成術術後9年の所見．爪の変形はないが指尖部に発育不全が明らかに存在する．

ておらず本症の継続治療の困難さを示している．したがって学童期まで追えた例はさらに少なく，6年以上経過をみることのできた例は48手にすぎなかった．本報告は一期的に追跡調査を行ったものではない．30年間とり続けてきた診療記録の総まとめである．

この間一貫して守った手術方針は一般型，特殊型を問わず，従来の2分併合は行わないことが大原則であり，指骨は多指成分の一側を用いて，他側は骨抜き皮弁として形態を調節した．ことに特殊型においては多指成分のおのおのより使える部分をよせ集め，2分併合によらない多指の単数化を基本方針とした[2)4)]．

結　　果

1．一般型

1）末節骨型（84手に手術を行った）

本型に対しては2分併合法（Bilhaut法）が好んで行われた時代があった．しかし高度な技術が要求される割に術後の成績が安定せず，図1Aに示すごとく，爪の変形を伴った指尖部の特有な変形を残すのが常であった．本型に対して片側切除，骨抜き皮弁形成を行うようになってからは図1Bのごとく，3年経過時では53手中全例に爪の変形はなかったが8手にはIP関節の偏位が残っていた．しかし長期経過すると末節部は小さく，発育不全が明らかとなっていた．この傾向は学童期を過ぎても続くがIP関節軸は手術時の矯正が正しければよく維持されており，成績は安定していた．健側と比較すれば発育不全の存在はわかるが，1つの手の中では決して不自然なものではなく，両母指そろえて人目に触れる機会はないことから，長期経過例10手（術後最短6年，最長12年）全例に術後の整容的不満はなく患者自身の評価も高かった（図1A, B）．

2）基節骨型（134手に手術を行った）

基節骨型で最も頻度の高いものは図2Aのごときサボテン型と称した型であり，88手に手術を行った．本型に対しては従来より橈側成分の単純切除でもMP関節軸の矯正，短母指外転筋移行などの内部操作を確

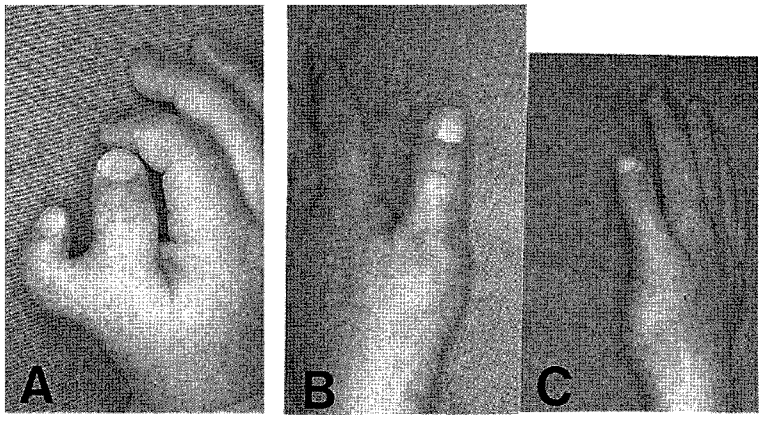


図2　基節骨型，サボテン型の術後経過
A：術前の形態を示す．従来は橈側多指成分の単純切除が行われていた．
B：同型症例の橈側成分切除，骨抜き皮弁形成術術後3年，MP関節橈側のふくらみはよく再現されている．
C：同様症例術後15年の所見．MP関節橈側のふくらみは少なくなり，母指全体に低形成が目立つ．

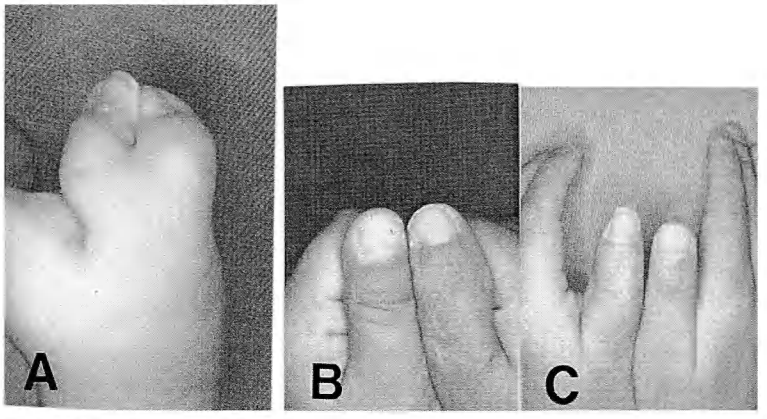


図3　基節骨型，カニ爪型の術後経過
A：術前の状態を示す．両多指成分は同大か，尺側成分がやや発育のよいものが多い．
B：同型症例片側切除骨抜き皮弁形成術術後3年の状態を示す．爪幅の増大もあり，軸偏位もなく順調である．
C：同様症例の術後7年の状態．指尖部を中心とした形成不全が目立ちはじめている．

実に行えば問題はなかった．しかしMP関節橈側にへこみを生じ，母指の先細り形態が強調されるという整容的欠陥が報告され，切除側を骨抜き皮弁として形成することにした[2)4)]．図2Bは骨抜き皮弁形成術後3年の状態を示すが，術直後は骨抜き皮弁が盛り上がり，かえってMP関節橈側が突出して表現されるものがほとんどである．しかし，術後3年程度経過すると平坦化し自然な外観となる．しかし時間が経過するにつれて母指全体に低形成的発育が明らかとなり，長期経過例8手では全例従来法と大差のない形態を示した（図2C）．これは母指多指としての母指の発育に問題があるためであり，このことは母指多指症の自然経過例や生直後に多指成分の片側切除を受けた術後変形例を観察しても理解できる[7)]．すなわち母指多指としての母指は母指の特徴である扁平な形でなく，長く丸い指としての特徴をもっているためであろう．このような低形成的発育に対しては手術による回復は困難であることは当然であった．しかし学童期を過ぎても指軸のZ型偏位などは出現せず，問題例の発生はなかった（図2A，B，C）．

従来より基節骨型で議論の絶えなかったのは図3Aに示したカニ爪型であり，片側単純切除では術後形態が不良であるために2分併合法が行われるのが常であった．しかし技術的には末節骨型に対するものよりさらに高度のものが要求されるうえ，機能的，整容的欠点もまた増強されて出現する．そこで本型に対しても爪や指骨は一側のものを用い，切除側は骨抜き皮弁として[5)6)]42手に対して手術を行った．本型では内部操作が複雑で難しいが，とりわけ重要なことはZ字変形の矯正である．MP関節の偏位に対しては中手骨頚部で，IP関節の偏位に対しては基節骨部で矯正骨切りを行う．この時両者とも楔状切除による矯正では母指機能長が短縮し伸展機構がゆるみ安定性を減じると考え，基節部では切除指骨を移植骨としてはさみこむ骨切り矯正を行ってみた[6)]．しかし術後の軸偏位を防止することはきわめて困難であり，長期経過例（最短6年，最長17年）10手中全例に種々の程度の変形を認め，Z変形の再発に関してはさらに踏み込んだ対策が必要と考えられる（図3A，B，C）．また中手骨骨頭と残す基節骨底部の間には大きな差があるため，著者らは骨頭の縮小を行いすぎて術後変形に発展させたので注意したい．これは長期経過例10手中2手にみられたもので，術後10〜12年くらいで発生したMP関節の橈屈変形であった．図4に一例を示すが過剰の骨頭切除が骨頭の発育障害とそれによる不安定性を招来し，つまみ動作で母指が橈側に押されMP関節が橈屈したものと考えられた．またこの他IP関節も軸偏位をきたしやすく順航例はない．骨抜き皮弁のつくり方にも色々と工夫が必要であるが詳細はかつての報告を参照していただくとして[4)7)]，最近の改良点には背側

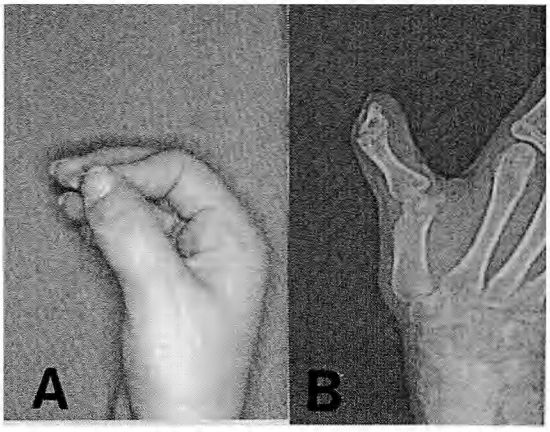


図4　カニ爪型片側切除，骨抜き皮弁形成術後 12 年で発症した MP 関節不安定性と橈屈変形
A：力強くつまみ動作を行うと MP 関節は強く橈屈する．
B：レントゲン所見．中手骨骨頭に形成不全を認める．

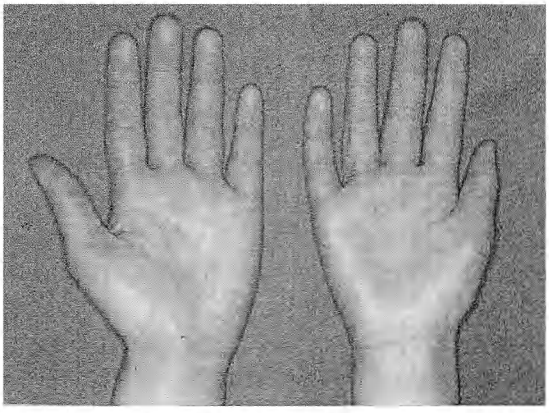


図6　痕跡型術後 23 年の所見
右母指 MP 側面の痕跡型多指を生後間もなく切除した．右母指に形成不全が存在することは明らかで手全体も少し小さい．母指多指が形成不全であることをよく物語っている．

切開の直線化がある．ジグザグ切開は人工的な雰囲気が強く自然な外傷痕にはみえないためか長期経過例 2 手において形態的不満としてあげられた．

本型の術後経過は図 3B，C に示すが，術後 3 年程度では爪幅の増大も得られ，順調のようにみえるが経過が長くなるにつれて末節部を中心として発育不全が目立ちはじめる．図 5A，B は初回手術後 18 年の状態と 2 分併合法術後 15 年の状態を示した．いずれも形

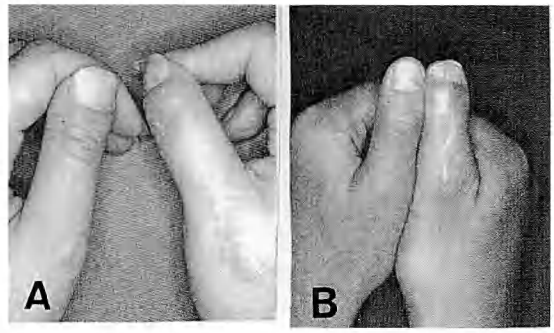


図5　カニ爪型術後長期経過例の比較
A：片側切除，骨抜き皮弁形成術術後 18 年，MP 関節はすでに固定されている．
B：2 分併合法術後 15 年の所見．

態的，機能的欠点をもち，いずれが優れているか判ずることは容易でない．しかし 2 分併合法は爪の変形こそあるものの組織量豊かな力強い母指で成長終了時まで軸偏位をきたすことはなく，本型に対しては再評価せざるをえない（図 5A，B）．

3）中手骨型（35 手に手術を行った）

中手骨型では術後長期観察例をもたない．しかし 20 手の 3 年経過例をみた印象では中手骨が重複している症例（20 手中 9 手）では術後成績が不良である．主たる不良因子は第 1 指間の狭窄や母指外転筋力の低下であり，原因は本型における母指球筋の変異が明らかになっておらず，外転力の再建が十分行われないことにあると考えられる[4]．

4）痕跡型（64 手に手術を行った）

痕跡型でことに細い茎で連続しているものなど簡単に処置され追跡もされないことが多いが，長期経過後にみると 4 手中全例に母指に発育不全や患側手全体の発育障害をみた（図 6）．母指多指症の基本的性格をよく物語っているものと考えられ興味深い．

2．特殊型（45 手を経験した）

特殊型はすべて同じ形態ではなくいくつかの類型に分けられる．最もしばしば経験するのは図 7A のごとき術前形態をもつもので 45 手中 20 手経験した．本文ではこの形態のものについてのみ述べるが，各類型とも問題点は多い．

図 7A のごとき形態をもつものは尺側成分を指列移行して橈側多指成分の基節骨や中手骨への乗せ換えが行われる．しかし術後にはさまざまな問題が出現する．これらを要約するとほぼ 3 種に分類される．

まず第 1 は図 7B のごとく形態はある程度保たれて

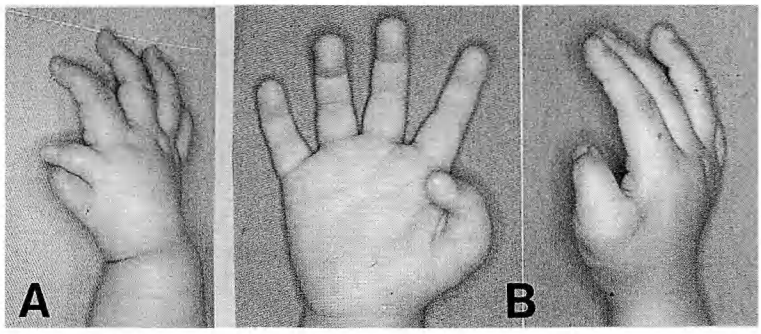


図7 特殊型の術後にみられた変形（その1）
A：術前の状態で特殊型では最も一般的な形態である．
B：術後5年の状態．母指の形態は一応保たれてはいるものの，運動性は発現してこない．この後関節固定と腱移行術が行われた．

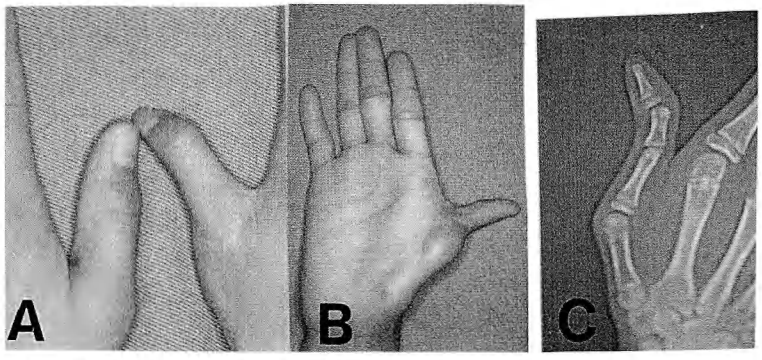


図8 特殊型の術後にみられた変形（その2）
A：背側の状態．母指全体に強い発育不全と変形がみられる．術後12年の状態である．
B：掌側の状態．母指の形成不全はさらに明らかでことに母指球筋において著明である．
C：同上レントゲン所見．長大な3指節成分が出現している．

いるが運動性はほとんど発現してこない例である．指列移行を行って3年経過した20手中16手では運動性がきわめて不良であった．しかし形態さえ温存されていれば関節固定や腱移行によってある程度の機能を与えることは可能であった（図7A，B）．

第2の型は図8A，Bに示した術後変形で，術後長期経過中に発現した強い形成不全である．レントゲン所見は図8Cのごとく思いもかけない大きな3指節指骨の出現があり，母指球筋が発育しない．これは術前の病態の正確な把握が不十分であったことに原因があり，もしこのような可能性が読みとれたら，指列移行のごとき組織量を増加させない方法は適切でないかもしれない．この変形は特殊型術後長期経過例2手にみられた．

第3は我々のとった手術方針で最も困った術後変形で，指列移行した多指成分が発育してこない例であり，術後3年経過20手中2手にみられた（図9）．この変形は痕跡型に近いものを基節骨へon-topしたり，基節骨遠位部の小部分を移行した場合に発生するのではないかと推察された．ことに痕跡型はその発育に強い抑制がかかっているので単独での利用は控えたいと考えている．指列移行はできるだけ大きな組織として移行するのが安全で，もしこのような術後変形が予想されれば従来型の2分併合を行うことをためらってはならないと考えている．これを著者らは緊急避難的2分併合と称しているが，初回手術のみで終わ

図9　特殊型の術後にみられた変形（その3）
術後3年になるが指列移行した部分に成長がみられない．最も困る術後変形である．

らず数回の追加手術を必要とするが組織量豊かで再建術に耐えうる母指をつくることが可能である．このような症例は2手で経験した．

考察および結語

今回の報告の目的は過去30年にわたる母指多指症の診療を振り返り，著者らの手術方針や術式がいかなる結果をもたらしたかを知ることであった．確かに術式は技術的に容易となり，症例ごとの術式選択に迷わず安定した成績を得ることができた．しかし従来行われてきた方法と比較していずれが優れているかを決めることは容易ではなかった．個々の現象に対しての優劣は言及しえても母指全体としての形態的，機能的優劣を決することは困難であった．

著者らの手術症例のうち最もよい成績をあげえた例といえども，健側と比較すれば母指多指症の術後であることは歴然であり，健側と同じ母指を得ることは不可能であった．

成績のよかったものの1つに末節骨型がある．爪の形態やDIP関節の可動性に関しては2分併合法の及ぶところではない．しかし術後長期に経過をみていると末節部の発育不全が明らかとなる．すなわち指尖部が細く小さいことは否めない事実である．しかし幸いなことに左右母指をそろえて比較する機会は日常では少ないために患者自身の不満の原因にならなかったのである．

また基節骨型のうちサボテン型と呼んでいる型に対しても骨抜き皮弁法はよい形態を保つのに有効であった．しかし術後3年を過ぎると徐々に発育不全が表面化し，10〜15年後には手術効果がうすれ，従来の単純切除と差のない形態となった．また時にIP関節の橈屈変形を示す例があったが，これはこの部に介在指骨の痕跡が潜在する例であり，早期の切除で問題が尾を引くことはなかった．

最も問題の多かったのは基節骨型の中でもカニ爪型と称されるものであった．この型では多指成分の発育がよいため，著者らは一側の爪と指骨を利用する方法を選択したが[5)6)]術後長期経過例をみる限り従来の2分併合法と比較して特に優れた点があるとはいえなかった．最も頭を悩ませた問題は経過中必ずといってよいほど発生するZ型指軸偏位であった．本型においてはIP関節の軸偏位はその性格が内在しており，一時的には矯正骨切りで効を奏するが成長とともに再発してZ変形に発展する．IP関節の軸矯正と，MP関節のそれの間にある種の相関関係があるごとくで，初回に行われた軸矯正のバランス不良が新たな軸偏位の起動力となるようで，この点は技術的に未開発の部分である[7)]．このためIP関節は経過中関節固定術の行われる頻度がきわめて高い．

またMP関節の形成における中手骨骨頭の縮小に関して従来報告してきたものは，明らかに過剰であった[2)〜4)]．MP関節軸の矯正は頚部の骨切りで行い，骨頭の縮小は最小限にとどめるべきであった．またこのカニ爪型もサボテン型と同様に末節部の発育不全が時間の経過とともに表面化してくる．

以上のごとき術後経過を踏まえて，従来法と我々の行った方法の優劣を論ずると，2分併合法に優るのは唯一爪の合わせ目が古いという点のみであり，組織量の少ない発育不全傾向が目立ち，IP関節に軽度の偏位をもつ外観は2分併合法を越えるものとはいいがたい．

特殊型においては著者らは多指成分それぞれの利用しうる部分をよせ集めて，爪や指骨の併合は行わない

母指の単数化を主張してきた[2)4)8)]．この手術には指列移行の手段を用いることが多く，この際切除側は骨抜き皮弁として太さを調節するようにした．手術操作はきちんとした設計図に基づいて行われ，きわめて手の外科的であり，興味深いものであった．しかし手術的予後となると決して楽観できずさまざまな障害に遭遇した．形態的な問題のみならず，機能的な欠陥も出現するのが特徴であり，このような術後変形の発生を防止するためにはまず第1に術前病態の正確な把握が重要であった．これによって将来の発育傾向を予測して手術計画を立てなければならない．また，形態のみならず各関節の運動性，母指球筋の機能なども予測しておく必要がある．術前に運動性不良のものが将来改善されることはなく，形態不良のものが好転することもないからである．

第2に指列移行する場合は少なくとも中手骨の頚部や基節骨底部から移行できれば安全で，小部分の移行が発育不全が解消されず危険である．特に痕跡型多指成分を利用する場合には注意が必要である．しかし術後いかなる事態にいたっても母指の形態さえ維持されていれば，それなりによい母指が再建可能であったことから，ある程度組織量を保って形成することが重要と考えられた．その点従来の2分併合法も決して非難されるべきものではなく場合によってはきわめて有効である．方針に窮したら一時2分併合法によって組織量を温存しておくことは重要なことであると考えている（緊急避難的2分併合）．

また一般型，特殊型を問わず忘れてならないことは母指多指症はみかけは過剰であってもその実は形成不全であるということである．これは成長とともに表面化してくるもので，成長終了後では手術直後とはまったく違った形態となってくる．すなわち成長に伴う組織量の相対的不足である．術後に必ず追いかけてくる発育不全を追いはらうことはできず，手術的に回避してもその効果は一時的である．この意味でも組織量を豊かに保っておくことは，成長終了後の形態維持にとってきわめて有効である．

30数年，手の先天異常外来に携わってきて，特に長期経過例を観察して改めて肝に銘じなくてはならないと思ったことは患者自身の術後不満足の原因はすべて整容的観点からのものであったことである．機能障害に関して取り上げられたものは皆無に等しかった．手というものは機能面においては適応性が大きいが，整容面における寛容性は小さいことを改めて認識するとともに我々がめざしてきた機能第1主義は時に暴力的側面をもっていたことを痛感した．

以上，著者らが続けてきた母指多指症の治療結果について報告した．

謝辞：報告を終えるにあたり30数年の長きにわたりご指導を賜った恩師　津下　健哉先生に心より感謝申し上げます．

文　献

1) 渡　捷一：母指多指の臨床像．整形外科，30：1658-1661，1981.
2) 渡　捷一：母指多指症に対する手術療法の実際．整形外科，32：1245-1255，1981.
3) 渡　捷一：手の先天異常，図説臨床整形外科学講座，5巻．東京，メジカルビュー社：32-62，1982.
4) 渡　捷一：母指多指症の病態と治療．整形外科 MOOK，35：218-239，1984.
5) Watari S：Recent trend of surgery for thumb polydactyly—Plastic operation using the removed thumb as fillet pedide. Hiroshima Univ J Med Sci, 33：211-221, 1984.
6) 渡　捷一：基節骨型母指多指で多指成分が等分の発育を示す場合の手術とその経過．日手会誌，5：757-760，1988.
7) 渡　捷一：母指多指症術後変形の病態と治療—手の外科外来23年のまとめ—．日手会誌，5：820-839，1988.
8) 渡　捷一：手の先天異常，アトラス小児整形外科，1．東京，金原出版：244-337，1988.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　516-520，2003

対立可能な三指節母指に対する過剰指節骨切除術

整形外科北新病院
石垣大介
山形大学医学部整形外科学教室
荻野利彦
札幌医科大学整形外科学教室
北村三穂・和田卓郎

Excision of the Accessory Phalanx for Opposable Triphalangeal Thumb

Daisuke Ishigaki
Orthopaedic Hokushin Hospital
Toshihiko Ogino
Department of Orthopaedic Surgery, Yamagata University School of Medicine
Miho Kitamura, Takuro Wada
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Sapporo Medical University

The surgical outcomes of excision of accessory phalanx for opposable triphalangeal thumb were examined. Fifteen triphalangeal thumbs in ten children were treated with this procedure. The patients' age at surgery ranged from ten months to nine years and follow-up period ranged from two to 11 years. The involved thumbs were classified according to Ogino's classification. There were seven type 1 thumbs, seven type 2 thumbs and one type 3 thumbs. The average degree of lateral deviation of the IP joint was 33 degrees before surgery. At follow-up, no patients complained of functional disability. Extension deficit of the interphalangeal joint was not observed in all cases and the average flexion was 64 degrees (range, 35-90). The lateral deviation was improved in all cases except one, and the average degree of lateral deviation angle of the IP joint was eight degrees. Obvious lateral deviation was remained in three thumbs. Residual deviation of the thumb had no correlation with the age at surgery or the type of triphalangeal thumb. Incomplete resection of the accessory phalanx was correlated to the residual deviation. Excision of the accessory phalanx seems useful for treatment of opposable triphalangeal thumb. However meticulous and adequate bone resection, secure repair of collateral ligament and internal fixation with Kirschner wire are required to ensure stable surgical results.

緒　　言

対立可能な三指節母指の指偏位に対する治療として，著者らはこれまで小児例に対して過剰指節骨切除術を行ってきた[3)4)]．しかし本術式は術後成績が不安定であるという報告[2)]もあり，その有用性についての評価は一致していない．我々も症例を重ねる中で数例の成績不良例を経験した．そのため今回，これまでの症例をまとめその問題点を検討した．

Key words：triphalangeal thumb（三指節母指），congenital anomaly（先天異常），accessory phalanx（過剰指節骨），finger deviation（指偏位）

Address for reprints：Daisuke Ishigaki, Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Yamagata Saisei Hospital, 79-1 Okimachi, Yamagata-shi, Yamagata 990-8545, Japan.

表1　対象症例

症例	性別	手術側	タイプ分類	合併異常	手術時年齢	経過観察期間（年）	最終観察時 IP 関節伸展/屈曲（°）	指偏位角（°）*	
								術前	最終観察時
1	女	右	2		5歳	9	0/50	25	0
		左	2		5歳	9	0/60	25	0
2	男	左	2	右母指多指	12ヵ月	10	0/70	30	10
3	女	右	1		10ヵ月	11	0/70	35	0
		左	1		10ヵ月	11	0/50	45	5
4	男	右	2	左母指多指	1歳2ヵ月	5	0/70	30	0
5	女	右	3	右裂手	12ヵ月	3	0/70	60（R）	0
6	男	右	2		1歳10ヵ月	6	0/35	35	20
		左	2		1歳10ヵ月	6	0/65	30	5
7	男	右	1		1歳6ヵ月	6	0/70	30	30
8	男	左	2		9歳	2	0/90	25	10
9	男	右	1		5歳	2	0/80	35	10
		左	1		5歳	2	0/80	35	15
10	男	右	1		2歳5ヵ月	4	0/60	25	5
		左	1		2歳5ヵ月	4	0/40	25	5

*：指偏位角は尺側偏位を示す．（R）のみ橈側偏位．

対象および方法

対立可能な三指節母指に対し過剰指節骨切除術を行い，術後2年以上経過観察可能であった10例15指を対象とした（表1）．症例の内訳は，男7例，女3例，右8指，左7指であり，三指節母指が単独で出現したものが9例14指，裂手症に伴うものが1例1指であった．指偏位の方向は，裂手に伴う1指は橈側偏位であり，他の14指は尺側偏位であった．手術時年齢は生後10ヵ月～9歳，平均2.7歳であり，術後経過観察期間は2～11年，平均6年であった．

荻野らの報告によるX線像上のタイプ分類[3]では，過剰指節骨が小骨片としてみえる1型が7指，過剰指節骨が末節骨の骨端核様にみえる2型が7指，過剰指節骨が独立した指節骨として存在する3型が1指であった（図1）．

術式は凸側の側正中切開で進入し，側副靱帯を縦割し，骨切除後に縫縮，Kirschner 鋼線で6週間内固定した．最近の1例2指では側副靱帯を遠位付着部から骨膜ごと剝離翻転し，骨切除後に十分緊張をかけて再縫着し，8週間内固定する方法で行った．

検討項目は，経過観察時の疼痛，日常生活動作（以下，ADL），母指指節間（以下，IP）関節の他動可動域および側方不安定性である．また，本人および家族の手術に対する満足度を聴取した．X線像では母指正面像で基節骨と末節骨の長軸がなす角度を指偏位角として計測し，手術前後で比較した．

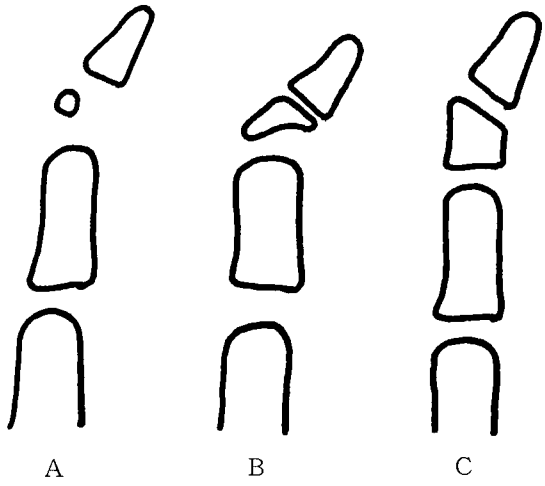


図1　三指節母指のタイプ分類（文献3より）
A：1型：過剰指節骨が小骨片としてみえるもの．
B：2型：過剰指節骨が末節骨の骨端核様にみえるもの．
C：3型：過剰指節骨が独立した指節骨として存在するもの．

結　　果

最終観察時に疼痛，ADL上の不自由を訴えた例は

図2 症例 7：1 型
A：術前．指偏位角 30°．
B：術後 6 年．指偏位角 30°．

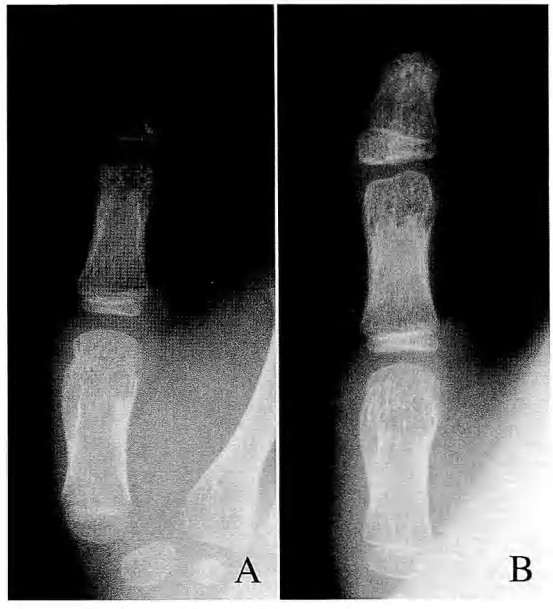


図3 症例 8：2 型
A：術前．指偏位角 25°．
B：術後 6 年．指偏位角 10°．

なく，IP 関節の側方不安定性も認めなかった．IP 関節可動域は伸展が全例 0° で，屈曲は 35〜90°，平均 64° であった．指偏位角は 1 例を除いて手術により改善した．術前の指偏位角は 25〜60°，平均 33° であったのに対し，最終観察時には 0〜30°，平均 8° であった（表 1）．外見上明らかな変形を遺残したものは 3 指あり，その指偏位角はそれぞれ 15°，20°，30° であった．術後に逆方向への偏位をきたした例はなかった．満足度は，指偏位の改善がなかった 1 指が形態上の不満足を訴え，他の 14 指では形態，機能上の満足が得られていた．

指偏位遺残の要因を調べるために，経過観察時の指偏位角が 10° 以上の 6 指と 10° 未満の 9 指に分けて，タイプ分類および手術時年齢との関係を検討した．タイプ分類では 10° 以上の群で 1 型が 3 指，2 型が 3 指であったのに対し，10° 未満の群では 1 型が 4 指，2 型が 4 指，3 型が 1 指であった．手術時年齢では 10° 以上の群で 2 歳未満が 3 指，2 歳以上が 3 指であったのに対し，10° 未満の群では 2 歳未満が 5 指，2 歳以上が 4 指であった．以上の結果からは偏位の遺残とタイプ分類，手術時年齢に明らかな関係はみられなかった．また，10° 以上の群で 2 指に切除不足によると考えられる関節部の骨化を認めた．

症　　例

症例 7（図 2）：男児，手術時 1 歳 6 ヵ月．右母指の 1 型である．術前の指偏位角は 30° であった．術後 6 年での指偏位角は 30° と偏位の再発を認めた．IP 関節可動域は伸展 0°，屈曲 70° であった．骨端線出現以前の手術で正確な骨切除ができなかったことが偏位遺残の要因と考えられた例である．

症例 8（図 3）：男児，手術時 9 歳．左母指の 2 型である．術前の指偏位角は 25° であった．術後 2 年で外見上の形態は良好であるが，X 線像上の指偏位角は 10° であった．骨端核の高さの不均等を認め，骨切除量の不足と考えられた．IP 関節可動域は伸展 0°，屈曲 90° であった．

症例 10（図 4）：男児，手術時 2 歳．両側の 1 型である．術前の指偏位角は左右とも 25° であった．側副靱帯を遠位付着部から翻転し，再縫着後 8 週間内固定する方法で手術を行った．術後 4 年での指偏位角は左右とも 5° と良好な矯正位が得られた．IP 関節可動域は右が伸展 0°，屈曲 60°，左が伸展 0°，屈曲 40° であった．

考　　察

対立可能な三指節母指に対する治療としては，矯正骨切り，関節固定および過剰指節骨切除が行われている．著者らはこれまで小児例には過剰指節骨切除術を，成人例には過剰指節骨の部分切除と関節固定術を行ってきた[3)4)]．過剰指節骨切除術の利点は，手技的に比較的単純で関節機能が温存可能な点である．しかし Jennings ら[2)]は本法により安定した成績は期待できないとして短縮矯正骨切り術をすすめている．今回の結果からは，過剰指節骨切除術を行った 15 指中 12 指で整容的，機能的に満足すべき改善が得られた．また過去の報告をみると，本術式の合併症として逆方向への偏位の出現があげられている[5)]が，著者らの経験した症例では発生していなかった．本法は三指節母指の治療法の 1 つとして有用であると考えられる．

しかし，術後 3 指に外見上明らかな指偏位の遺残が認められた．そこで指偏位遺残の要因について，タイプ分類と手術時年齢に着目して検討した．Horii ら[1)]は 2 型の例で骨切除量が不足し，指偏位が残存しやすいと述べている．今回の結果からはタイプ分類と指偏位の遺残との明らかな関係は認められなかったが，不十分な骨切除が偏位の遺残に関与していると考えられた．手術時年齢については Wood[5)]は 5 歳までの，Horii ら[1)]は 1〜2 歳時での手術をすすめている．今回の結果では手術時年齢が 2 歳未満の群と 2 歳以上の群の間で明らかな成績の差はみられなかった．症例 7 に示したように，骨端線出現以前の手術では正確な骨切除ができない可能性がある．術後の関節適合性の再獲得のためには早期手術が有利である．しかし年齢のみにとらわれることなく，骨端線出現以降に術中 X 線を併用して正確な骨切除を行うことが成績を向上させるために必要と考えられた．

遺残変形を予防し成績を安定化させるために，最近我々は側副靱帯を遠位付着部から剝離翻転し，関節内を十分展開するとともに，骨切除後に緊張をかけて再縫着する方法に術式を変更している．また，術後の内固定期間も 8 週間として関節の安定化を図っている．この方法で行った例はいまだ少なく，経過観察期間も短いために結論を出すにはいたっていないが，これまでのところ経過は良好である．今後さらに症例を重ね追跡したいと考えている．

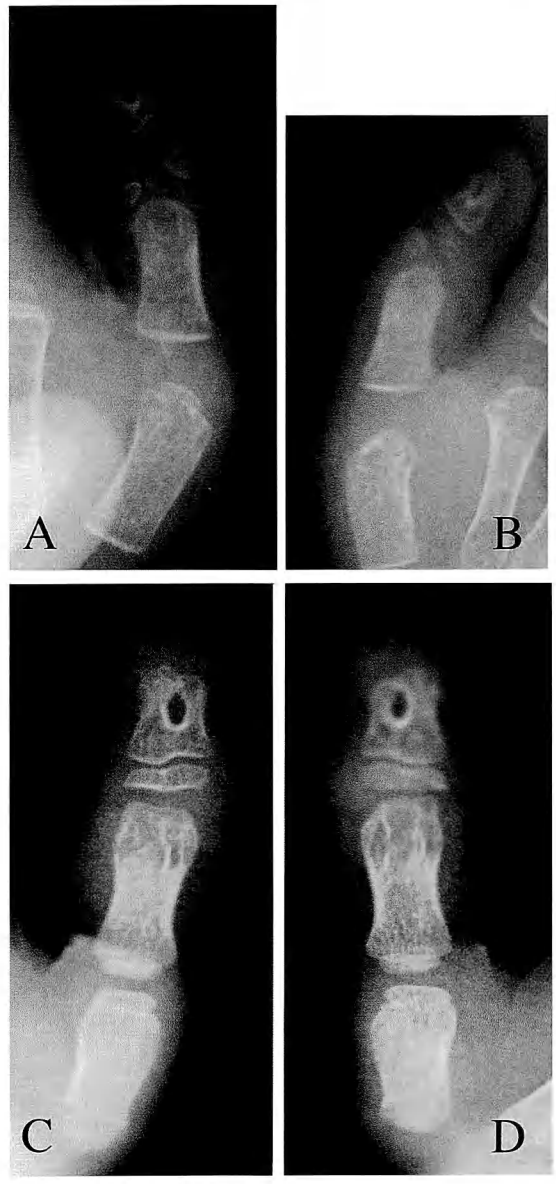


図 4　症例 10：1 型
A：左術前．指偏位角 25°．
B：右術前．指偏位角 25°．
C：左術後 4 年．指偏位角 5°．
D：右術後 4 年．指偏位角 5°．

結　　語

1．対立可能な三指節母指 15 指に対し過剰指節骨切除術を行った．

2．12指に良好な改善が得られ，3指に指偏位の遺残を認めた．

3．指偏位の遺残には不十分な骨切除が関与していると考えられた．

文　献

1) Horii E, Nakamura R, Makino H：Triphalangeal thumb without associated abnormalities：Clinical characteristics and surgical outcomes. Plast Reconstr Surg, 108：902-907, 2001.

2) Jennings JF, Peimer CA, Sherwin FS：Reduction osteotomy for triphalangeal thumb：An 11-year review. J Hand Surg, 17-A：8-14, 1992.

3) Ogino T, Ishii S, Kato H：Opposable triphalangeal thumb：Clinical features and results of treatment. J Hand Surg, 19-A：39-47, 1994.

4) 荻野利彦，石井清一：対立可能な三指節母指に対する過剰指節骨切除術の長期治療成績．日手会誌，12：768-771, 1996.

5) Wood VE：Treatment of the triphalangeal thumb. Clin Orthop, 120：188-200, 1976.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　521-523，2003

骨変化を呈した手指軟部腫瘍症例の検討

金沢大学医学部整形外科学教室

橋本典之・池田和夫
納村直希・萩原教夫
富田勝郎

Soft Tissue Tumor with Bone Lesion in the Hand

Noriyuki Hashimoto, Kazuo Ikeda, Naoki Osamura
Norio Hagiwara, Katsuro Tomita

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University

We reviewed 67 cases of soft tissue tumors of the hand in the last 15 years. There were 10 cases that showed bony lesion in the radiograph, including 4 epidermoid cysts, 3 glomus tumors, and 3 giant cell tumors of the tendon sheath. The bone lesions were located at the phalanx in all cases, not at the metacarplal bone. All epidermoid cysts cases affected distal phalnx. Well-circumscribed lytic lesions were found in the distal phalangeal tuft. However, the base of the distal phalanx was spared. Osteolytic change with an unclear margin was seen in one case with infection. All three glomus tumors located at the subungual region of the finger. The distal phalanx under the nail was saucerized by glomus tumor. The pressure indentation of adjoining bone was seen in 27.2% of all giant cell tumor of tendon sheath cases (3/11 cases). They were located at the part of annular pulley in the middle or proximal phalanx. The tumor extended from the wrist to the IP joint of the thumb diffusely in one case. The tumors could not be separated from the FPL, as a result, the FPL and pulley were excised. After excision, tendon transfer and pulley reconstruction were performed. In another case, the tumor was large, and it had invaded the adjoining bilateral digital neurovascular bundle, the flexor tendon and proximal phalanx of the little finger. This finger could not be spared consequently, amputation was performed at the level of proximal phalanx. In the event that a case with the bone lesion is encountered, reconstruction following excision of the tumors should be considered.

緒　　言

骨変化をきたす良性軟部腫瘍はまれであるが，手指部ではしばしばみられ，診断・治療に注意を要することがある．骨変化をきたした手指部軟部腫瘍の発生部位，臨床的特徴について検討，考察したので報告する．

方　　法

対象は 1988 年以降に当科で手術的治療を行った手指部軟部腫瘍症例 67 例である．男性 31 例，女性 36 例で手術時平均年齢は 42 歳（2〜89 歳）であった．腫瘍の内訳は，ガングリオンが 21 例と最も多く，腱鞘巨細胞腫が 11 例，神経鞘腫が 8 例，グロムス腫瘍が 7 例，類上皮嚢腫が 4 例であった（図 1）．これらの腫瘍の初診時単純レントゲン写真を検討した．

結　　果

手指部軟部腫瘍で骨変化を認めたのは，類上皮嚢腫 4 例，グロムス腫瘍 3 例，腱鞘巨細胞腫が 3 例であった．発生部位はいずれも基節骨から遠位に存在しており，中手骨に骨変化は認めなかった（図 2）．類上皮嚢腫は全例末節部に発生しており，骨変化を伴っていた．骨変化は末節骨の遠位部にみられ，骨皮質が菲薄化・膨隆した境界明瞭な骨透亮像を呈していた

Key words：soft tissue tumor（軟部腫瘍），hand（手部），bone lesion（骨変化）
Address for reprints：Noriyuki Hashimoto, MD, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University, 13-1 Takaramachi, Kanazawa-shi, Ishikawa 920-8641, Japan.

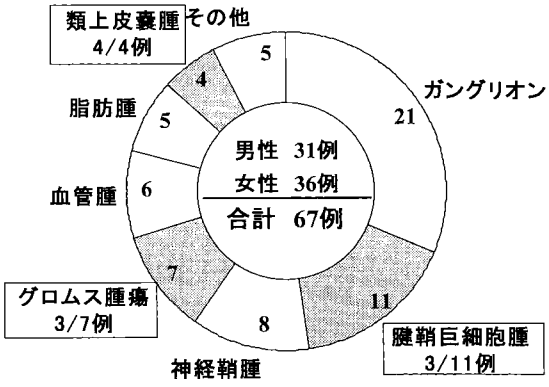


図1 対象症例の腫瘍別頻度
□内は骨変化の存在した症例数を示している.

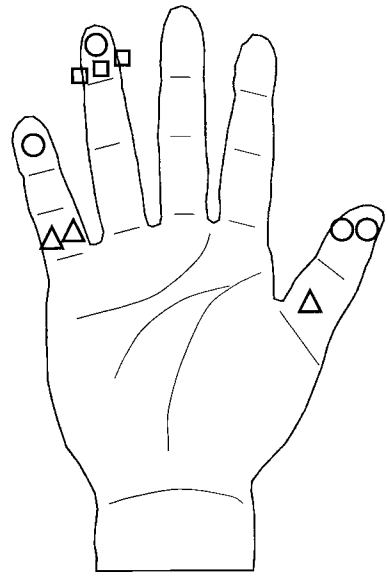


図2 骨変化をきたした症例の発生部位
○：類上皮嚢腫（4例），△：腱鞘巨細胞腫（3例），□：グロムス腫瘍（3例）.

(図 3a). グロムス腫瘍は 7 例中 3 例で骨変化を認めた. 全例，単純レントゲン写真側面像で末節骨背側の骨圧排像を呈していた. 腱鞘巨細胞腫は 11 例中 3 例に骨変化を認めた. 3 例中 2 例は再発例で，また，3 例とも長径が 5 cm を超える skip lesion を伴っていた. 骨変化は大きな腫瘍とともに，基節骨・中節骨にみられ，annural pulley 部に一致して骨圧痕像を認めた(図 4a, b). また，腫瘍は周囲の屈筋腱，神経血管束への浸潤傾向を呈しており，1 例では屈筋腱の切除，1 例では小指 PIP レベルでの切断術を余儀なくされた.

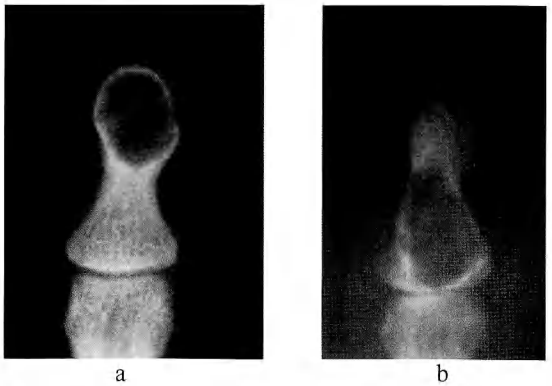
考　　察

手指骨に骨変化を認めた場合，内軟骨腫などの骨腫瘍が最も考えられるが，リウマチなどの炎症性疾患，感染，軟部腫瘍も鑑別すべき疾患として重要である. この中でも，良性の軟部腫瘍が骨変化をきたすことは，他の部位ではまれであり，手指部に特徴的といえる.

Monsees らは末節骨骨病変を呈する疾患を検討し，良性の軟部腫瘍疾患として，類上皮嚢腫，グロムス腫瘍が比較的頻度が高いと述べている[6]. また，手指部に多く発生する腱鞘巨細胞腫は，その 7〜18%に骨変化を認めると報告されており，頻度は決して低くはない[7]. 我々が検討した症例でも，骨変化を認めたのは，これらの疾患がほとんどであった.

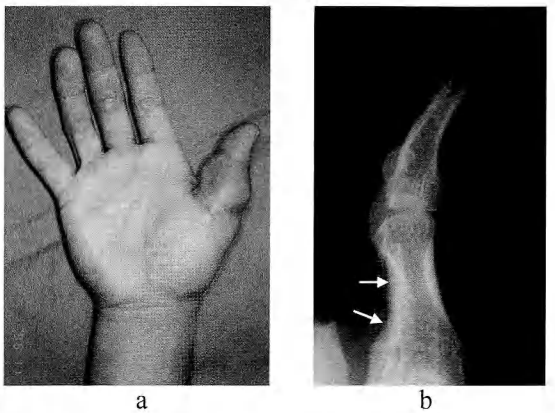
伊藤らは 18 例のグロムス腫瘍症例を検討し，骨変化を認めたのは爪下発生例の 6 例であったと報告している[4]. 我々の症例もすべて爪下発生例であり，指腹部やその他の部位では骨変化を認めなかった. 爪下部は末節骨との間で，スペースが小さく，骨への圧迫力が腫瘍の小さい早期から生じるためと考えられる. これに対し，同じように腫瘍が広がっていた中手骨部腫瘍では骨変化を認めなかった. 中手骨部は手指骨部よりも軟部組織に余裕があり骨への圧迫が生じにくいためと推測された. 杉本らは上肢発生の血管腫について検討し，手掌部発生例で中手骨の骨圧痕像を認めたと報告しているが[8]，自験例では血管腫症例が少なく(6 例) 骨変化をきたしたものはなかった.

腱鞘巨細胞腫で骨変化をきたした場合，我々の症例のような骨圧痕像が多いとされているが，関節内に発生し関節症性変化を呈するものや骨髄内への浸潤を呈するものも報告されている[7)9)]. 骨変化をきたす要因として腫瘍の増殖能や細胞型が検討されているがいまだ結論は出ていない[1)5)]. 我々の症例では，腫瘍が大きく，skip lesion を伴う症例で骨変化を呈していた. その骨変化は基節骨・中節骨にみられ，annural pulley 部に一致していた. また，腱鞘巨細胞腫の 2 例では腫瘍が周囲組織を巻き込み，1 例は長母指屈筋腱の切除を，もう 1 例は小指 PIP レベルでの切断術を余儀なくされた. このような症例に対しては，良性腫瘍であるから腱や神経・血管束は温存し，腫瘍は可及的に切除すべきとの意見もある. しかし，腫瘍の取り残しが



a　b

図3　a：22歳，女性　類上皮嚢腫（症例1）．末節骨遠位部に骨透亮像を認めるのが特徴的である．
b：内軟骨腫症例．末節骨基部に骨透亮像を認める（自験例8/8例が基部に骨透亮像が存在した）．



a　b

図4　28歳，男性，腱鞘巨細胞腫（症例1）
a：母指基節骨部に軟部腫瘍を認める．
b：基節骨掌側に骨圧痕像を認める（矢印）．

あった場合，高い確率で再発し，また再発例ではさらに切除が困難となることが予想される．特に30〜40歳くらいまでの若い症例に対しては，徹底した腫瘍切除と切除後の再建術を考慮することが必要であると考える．このようにして治療した我々の症例（経過観察期間2年2ヵ月，3年10ヵ月，6年8ヵ月）で再発は認めていない．このように，骨変化を伴う症例では，腫瘍切除後の再建術を術前に十分検討する必要がある．

類上皮嚢腫は皮下または骨内へ迷入した組織が原因となり発生するという説が有力であるが[2]，我々の症例も全例，手指末節部の発生でありこの組織迷入が原因であることを示唆していた．骨変化を伴った場合，内軟骨腫との鑑別が必要である．末節骨発生の内軟骨腫は末節骨基部に病変が存在することが多い（自験例では8例中8例）が，類上皮嚢腫では末節骨遠位部に病変が存在しており鑑別のポイントと考えた（図3a, b）[3]．また，我々の1例では，感染を併発しており，悪性腫瘍との鑑別に難渋した．術中の迅速診断では鑑別がつかないことがあるため，このような場合には，永久標本による慎重な診断が必要であった．

結　　語

骨変化を伴った手指部軟部腫瘍症例を検討した．全例，基節骨より遠位に病変が存在しており，中手骨部には認められなかった．骨変化をきたす要因としては，発生部位のコンパートメントが狭いことが重要であると思われた．単純レントゲンで骨変化を認めた場合，類上皮嚢腫では内軟骨腫・悪性腫瘍との鑑別，腱鞘巨細胞腫では腫瘍切除後の再建を考慮に入れた術前計画が必要であった．

文　　献

1) Darling JM, Gorldring SR：Multinucleated cells in pigmented villonodular synovitis and giant cell tumor of tendon sheath express feature of osteoclast. Am J Pathol, 150：1383-1395, 1997.
2) 平上　健，加藤浩司，佐藤　浩　ほか：右中指末節骨に発生した類上皮嚢腫の1例．整形外科，47：860-862，1996.
3) 池田和夫，松田正樹，山内大輔　ほか：手指末節骨腫瘍の検討．日手会誌，17：498-501，2001.
4) 伊藤勝敏，瀧川宗一郎，福島一雄　ほか：Glomus 腫瘍18例の治療成績．日手会誌，18：457-462，2001.
5) 北川康之，伊藤博元，澤泉卓哉　ほか：MIB-1抗体を用いた腱鞘巨細胞腫の細胞増殖能の検討．東日整災誌，14：174-178，2002.
6) Monsees B, Murphy WA：Distal phalangeal erosive lesions. Arthritis Rheum, 27：449-455, 1984.
7) 小野尚司，佐藤栄一，河野秀樹　ほか：母指中手骨・基節骨に浸潤した腱鞘巨細胞腫の1例．整形外科，53：537-540，2002.
8) 杉本裕宣，阿部宗昭，白井久也　ほか：上肢における血管腫の治療成績．中部整災誌，41：511-512，1998.
9) Uriburu JF, Levy VD, Aires B：Intraosseus growth of giant cell tumor of tendon sheath of the digit. J Hand Surg, 23-A：732-736, 1998.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　524-528，2003

中手骨骨腫瘍に対し再建術を要した2症例についての検討

関西医科大学整形外科学教室

奥　賢一・中村誠也
飯田寛和

関西医科大学リハビリテーション科

南川義隆

Reconstructive Surgery for the Bone Tumor of the Metacarpal Bone

Kenichi Oe, Masaya Nakamura, Hirokazu Iida

Department of Orthopaedic Surgery, Kansai Medical University

Yoshitaka Minamikawa

Department of Rehabilitation, Kansai Medical University

The bone tumors of the metacarpal bone are rare, without enchondroma.

We have experienced two cases of recurrent benign chondroblastoma which occurred with left 5th metacarpal bone of a 14-year-old (case 1) and of metastatic breast cancer which occurred with right 1st metacarpal bone of a 60-year-old (case 2). We couldn't choose the treatment method by focal curettage because a large area of the metacarpal bone damaged due to the recurrence in case 1 and the metastasis in case 2. Therefore, they were treated by en bloc resection and metacarpal reconstruction. A free autogenous iliac crest bone grafts were used to reconstruct the metacarpal bone and the bone grafts were transfixed with plate and screws. They remain free of recurrence and keep their quality of life, so we should like to make its report together with some literature consideration.

はじめに

中手骨に発生する骨腫瘍は，内軟骨腫が多数を占めその治療は掻爬によることが多い．しかしながら，他の腫瘍で中手骨の広範囲切除を必要とする症例では，切除後の再建術式に検討を要する例もある．今回我々は第1，5中手骨に生じたまれな骨腫瘍に対し広範囲切除を行い，母指と小指のピンチ機能の温存を試みた2症例を経験したので若干の文献的考察を加えて報告する．

症例

症例1：14歳，女性，右利き．

主訴：左手小指基部の疼痛および運動時痛．

家族歴，既往歴：特記すべきことなし．

現病歴：1998年12月頃左手を強く握られた際，手背尺側に激痛を認めたが徐々に改善したため放置していた．1999年4月22日バレーボール中同部に再び疼痛が出現したため，翌日近医受診．単純X線上異常陰影を指摘され同年5月13日当科紹介受診となる．

初診時所見および経過：初診時左第5中手骨基部に軽度の圧痛を認めるが，外観上，可動域に異常はなく，神経症状も認めなかった．

単純X線像では，一部骨皮質の骨折像を伴った蜂巣状の腫瘍陰影を認めた（図1A）．この像より数回の病的骨折による修復像を伴った内軟骨腫と考え，生検

Key words：reconstructive surgery（機能再建術），metacarpal bone（中手骨），bone tumor（骨腫瘍），benign chondroblastoma（良性軟骨芽細胞腫），metastatic breast cancer（乳癌転移）

Address for reprints：Kenichi Oe, Department of Orthopaedic Surgery, Kansai Medical University, 10-15 Fumizono-cho, Moriguchi-shi, Osaka 570-8507, Japan.

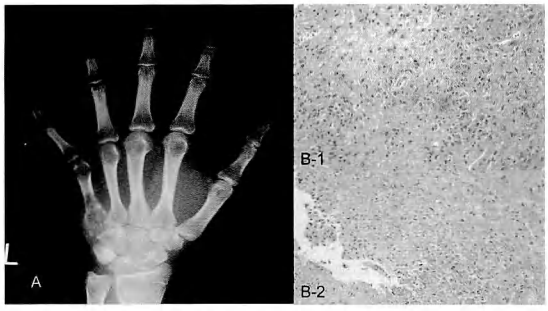


図1　A：初診時単純X線像．第5中手骨基部に骨折像を伴う蜂巣状腫瘍陰影を認める．
B：病理組織所見（上：HE染色，下：PAS-AlB染色，25倍）．

図2　初回手術後経過
β-TCPは次第に吸収されている．

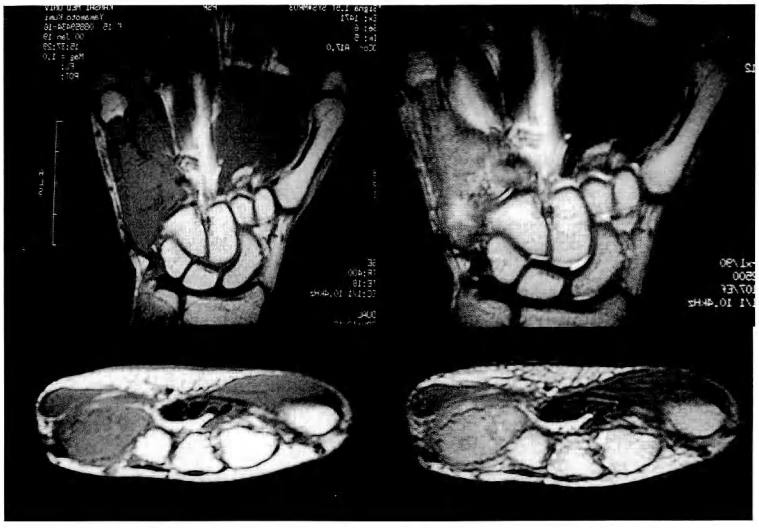


図3　再手術時MRI（左T1，右T2強調画像）
腫瘍浸潤は中手骨外に及んでいたが中手骨骨頭に輝度変化は認めなかった．

を兼ねて腫瘍を掻爬し骨補填にはβ-TCPを使用した．

病理所見：腫瘍は肉眼的には黄白色，軟骨様の組織でHE染色にて散在性に類軟骨組織を伴った細胞境界の比較的明瞭な類円形から紡錘形の腫瘍細胞の増殖を認め，osteoclastic typeのgiant cellが散在し，核の異形成はないことより良性軟骨芽細胞腫と診断した（図1B）．

術後経過：しかしながら術後経過を追うにつれて，単純X線像にて補填したβ-TCPは次第に吸収され骨皮質は菲薄化膨隆し（図2），術後6ヵ月の時点でβ-TCPはほぼ完全に吸収され多嚢胞状の像を呈した．理学的所見では同部位に腫脹と圧痛，小指の可動痛を認めた．MRIでは腫瘍の浸潤が中手骨外にも及んでいたが，中手骨頭部に輝度変化は認められなかった（図3）．以上より腫瘍の再発と考え，腫瘍切除および第5中手骨の再建術を施行した．

手術所見（2回目）：術中迅速病理所見で悪性所見のないことを確認のうえ，MP関節を温存し，それより近位の中手骨を一塊として摘出．腸骨より全層のブロック移植を行い，スクリューおよびプレート〔日本マティス社（東京），3.0 mm TAV screw, mini plate〕を用いて第4中手骨に固定し，母指と小指のピンチ機能を温存できるよう再建した（図4A，B）．

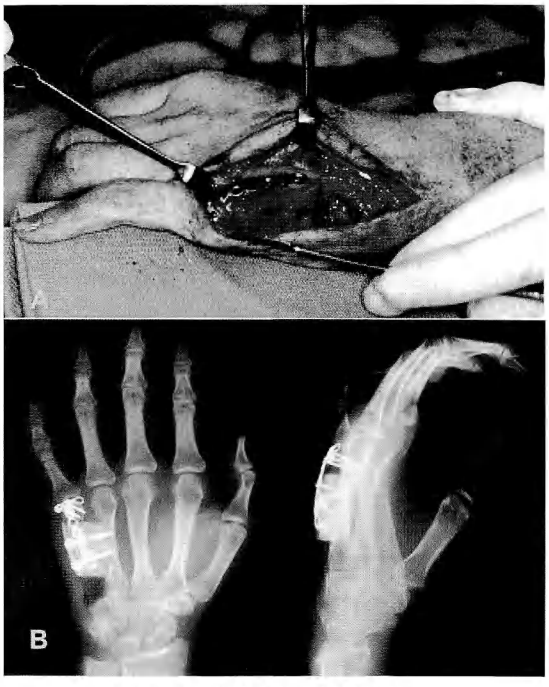


図4　A：術中所見（再手術時）．
B：再手術直後単純X線像．

図6　A：初診時単純X線像．第1中手骨基部に骨融解像および骨皮質の破壊像を認める．
B：MRI（上：T1，下：T2強調画像）．第1中手骨基部に輝度変化を認める．

病理所見（2回目）：摘出標本は肉眼的には弾性軟黄褐色であり，組織診断では前回同様良性軟骨芽細胞腫であった．また中手骨骨頭内には腫瘍細胞の浸潤は認められなかった（図5A）．

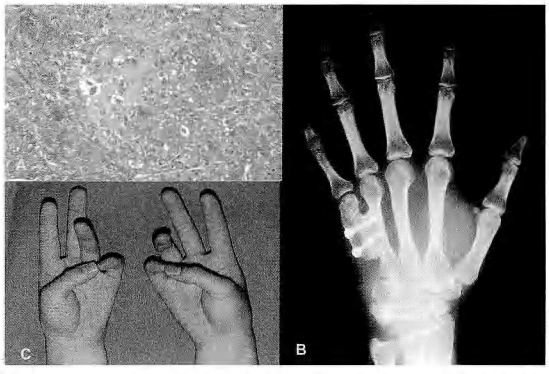


図5　A：再手術時病理所見（HE染色，25倍）．初診時同様良性軟骨芽細胞腫の診断であった．
B：再手術後18ヵ月単純X線像．
C：現在のADL．

術後経過（2回目）：再手術後1年でプレートを抜鋼し（図5B），3年6ヵ月経た現在X線上再発を疑わせる所見は認めず，MP，PIP関節に軽度の可動域制限認めるもADL上特に問題ない（図5C）．

症例2：60歳，女性，右利き．

主訴：右母指の疼痛．

家族歴：特記すべきことなし．

既往歴：1987年子宮筋腫摘出術，1988年右乳癌手術，1998年左腋窩リンパ節郭清術，1999年左乳癌手術，2000年良性甲状腺腫瘍切除術，2001年乳癌胸椎転移による下肢麻痺に対し後方除圧固定術施行．

現病歴：2001年2月転倒し右手部打撲．以後疼痛遷延し，同年4月近医受診．単純X線にて右第1中手骨病的骨折と診断され当科紹介受診となる．

初診時所見：右前腕から右母指にかけてギプス固定され，右母指基部に軽度熱感，腫脹，圧痛および自発痛を認め，母指の不安定感，疼痛のため，母指の使用は不可能な状態であった．可動域は指節間（IP）関節0～60°，中手指節（MP）関節0～30°，手根中手（CM）関節は疼痛により測定不能であった．

画像所見：単純X線像では，第1中手骨基部に骨融解像および骨皮質の破壊像を認めた（図6A）．MRIでは第1中手骨基部にT1強調画像で低信号，T2強調画像で高信号の輝度変化があり（図6B），周囲組織に反応性浮腫を認めた．骨シンチグラムでは，右第1中手骨近位，右頭蓋骨後方，胸腰椎，右鎖骨近位に集積像が認められた（図7）．

以上より，手部では第1中手骨に限局した乳癌の骨

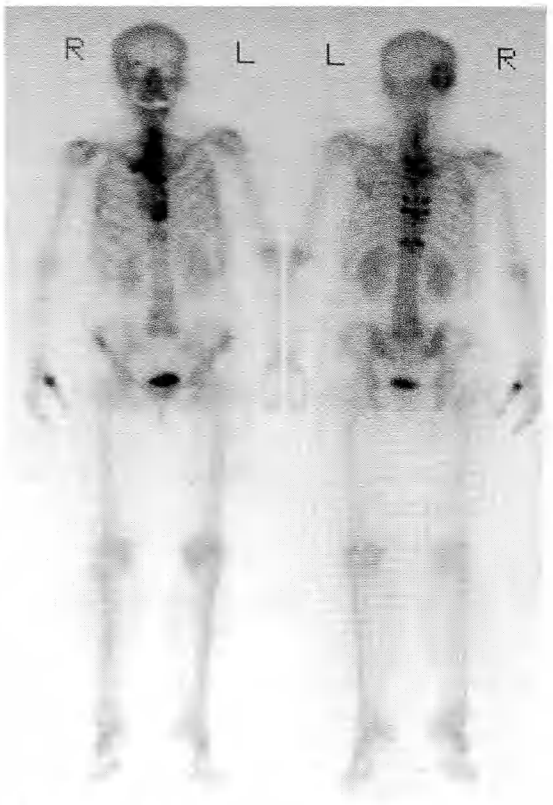


図7　骨シンチグラム
右第1中手骨近位，右頭蓋骨後方，胸腰椎，右鎖骨近位に集積像を認める．

図8　術中所見

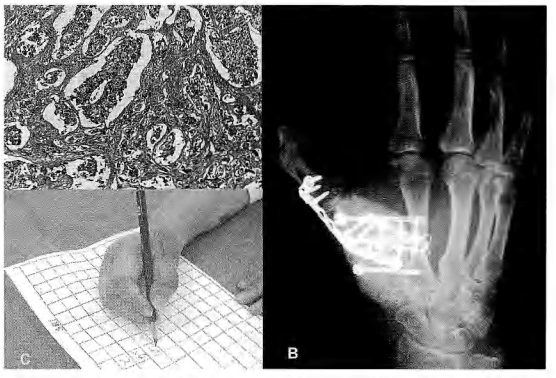


図9　A：病理組織所見（HE染色，25倍）．中等度異形成を認める腺癌であり乳癌の転移所見である．
B：術後12ヵ月単純X線像．
C：現在のADL．母指対立機能は良好である．

転移を疑い，原発巣が根治的に処理されていること，比較的生命予後が見込まれることより，右母指へ30 Gyの放射線治療を行うことで境界部での腫瘍縮小を図った後，腫瘍切除，母指の再建術を施行した．

手術所見：第1中手骨は遠位をMP関節離断，近位はCM関節を含め大菱形骨中央で切除し，周囲の内在筋とともに腫瘍を露出することなく一塊として切除した．長母指伸筋腱，屈筋腱は腫瘍の浸潤を認めなかったため温存した．再建は，母指基節骨，大菱形骨および第2中手骨間に腸骨の全層移植を行い，スクリューおよびプレート〔日本マティス社（東京），3.0 mm TAV screw, mini plate〕を用いて対立位で固定した（図8）．腫瘍は肉眼上，中手骨中央まで浸潤して一部骨皮質を穿破していたが，MP関節，CM関節内への浸潤は認められなかった．

病理所見：中等度異形成を認める腺癌であり，乳癌の転移所見であった（図9A）．

術後経過：術後12ヵ月の単純X線像では移植骨の固定性は良好で，移植骨，大菱形骨，第2中手骨間に骨癒合を認め（図9B），腫瘍の再発は認めていない．また現在術後42ヵ月であるが，母指機能は装具を使

用することなく箸動作，書字が行え（図 9C），ピンチ機能も良好で疼痛もない．

考　察

良性軟骨芽細胞腫は 1942 年 Jaffe and Lichtenstein[6] により命名され，Dahlin ら[3]の報告では原発性骨腫瘍の 1%以下と比較的まれとされている．性差は 2：1 で男性に多く，年齢は 60～70%が 10 歳代である．また，好発部位は大腿骨，脛骨，上腕骨の順に多く，本例のように手指骨発生例の報告は 1.4%と低頻度である[2)4)8)11)]．治療法は，掻爬骨移植が選択されることが多いが，局所再発率が 6～35%[2)4)5)11)]とする報告もあり，十分かつ丁寧な掻爬骨移植が重要である[9]．放射線療法は postradiation sarcoma の危険があり，不必要との意見が多い．また，局所再発が高い症例の理由として，Springfield ら[12]によると骨端成長板のまだ閉鎖していない症例が多いため，術者が同部の損傷を危惧して不十分な掻爬となったためとしている．

自験例でも，初回手術の不十分な腫瘍掻爬が原因で局所再発をきたし，再手術の時点では病巣が広範囲となり骨皮質を破壊し局所浸潤傾向をきたしたため拡大切除をせざるをえず，掻爬ではなく腫瘍切除が必要と考えた．しかし，本例では第 5 中手骨に病巣が生じたためその小指と母指のピンチ機能を温存させるべく，可動性を有する第 4 中手骨を用いた再建術を選択し良好な結果を得ることができた．

一方乳癌の骨転移であるが，「全国骨腫瘍患者登録一覧表」によれば，1964～1996 年の 33 年間で癌の骨転移 15,688 例中，乳癌によるものは 3,017 例（19.2%）と頻度は高い．しかし，部位別の頻度では，手指骨への転移は 51 例（0.3%）と低頻度である．また，手指骨転移例は約 50%が肺癌を原発とし[7)14)]，乳癌によるものは 2 例の報告しかない．

また，悪性腫瘍の手指骨転移例の予後は不良とされ[10)14)]，薬物療法などの対症療法，放射線療法，切・離断術が選択されることが多く，病巣切除，再建術の術式には慎重を要する．

しかしながら，自験例のように原発巣が乳癌の症例においては，重要臓器に転移がない場合，種々の治療に良好に反応する場合が多いため，比較的生命予後が長期に見込まれる[1]．よってその予後を考え，手に転移巣が存在し切除可能ならばできるだけ早期に病巣切除再建により QOL 向上を図るべきと考え，母指と小指のピンチ機能を温存させるべく，本例のごとく第 2 中手骨を用いた再建術を選択し良好な結果を得ることができた[13]．

以上の 2 例の経験から，第 1，第 5 中手骨に生じた骨腫瘍のうち，広範囲切除を必要とする場合では，術後の ADL を考え他指とは異なりその対立機能が大切であり，有効な機能再建の検討が必要である．2 例ともに前述の術式によりピンチ機能を再獲得することができたことから，これらの再建術は患者の ADL，QOL の向上を図ることができ有用な術式と考える．

結　語

1．比較的まれな中手骨骨腫瘍の 2 例を経験した．
2．その局在が第 1，5 中手骨であり，かつ広範囲に認めたため，ピンチ機能を温存する術式を選択し，良好な結果を得た．

文　献

1) 安達　勇，鈴木昌文，土橋孝之　ほか：乳がん一進行乳がんの骨転移の実態と治療成果の解析．癌と化学療法，14：1688-1695，1987.
2) Bloem JL, Mulder JD：Chondroblastoma；a clinical and radiological study of 104 cases. Skeletal Radiol, 14：1-9, 1985.
3) Dahlin DC, Ivins JC：Benign chondroblastoma. A study of 125 cases. Cancer, 30：401-413, 1972.
4) Huvos AG, Marcove RC：Chondroblastoma of bone；a clinicopathologic and microscopic study. Cancer, 29：760-771, 1972.
5) 檜垣昇三，竹山信成，立石昭夫　ほか：良性軟骨芽細胞腫—22 例の臨床・病理学的検討．日整会誌，55：647-664，1981.
6) Jaffe HL, Lichtenstein L：Benign chondroblastoma of bone；a reinterpretation of the so called calcifying or chondromatous giant cell tumor. Am J Pathol, 18：969-991, 1942.
7) Kerin R, Milford LW, Connecticut：Metastatic tumor of the hand. J Bone Joint Surg, 65-A：1331-1335, 1983.
8) Kurt AM, Unni KK, Sim BF, et al.：Chondroblastoma of bone. Hum Pathol, 20：965-976, 1989.
9) 木下藤英，大幸俊三，川野　壽　ほか：良性軟骨芽細胞腫の治療成績．整形外科，51：514-518，2000.
10) Patel MR, Sanchez HJ, Silver JW, et al.：Metastatic carcinoma to the hand. New York J Med, 78：2233-2237, 1987.
11) Schajowicz F, Gallardo H, Aires B：Epiphyseal chondroblastoma of bone. A clinico-pathological study of sixty-nine cases. J Bone Joint Surg, 52-B：205-226, 1970.
12) Springfield DS, Capanna R, Gherlinzoni F, et al.：Chondroblastoma；a review of seventy cases. J Bone Joint Surg, 67-A：748-755, 1985.
13) 栂野弘毅，良原公浩，中村誠也　ほか：右第 1 中手骨乳癌転移に施行した母指再建術の 1 例．整形外科，53：1292-1294，2002.
14) Wu KK, Guise ER：Metastatic tumor of the hand；a report of six cases. J Hand Surg, 3：271-276, 1987.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　529-532，2003

上肢に発生した神経鞘腫の病態および術後成績の検討

東京医科大学整形外科学教室

高瀬勝己・山本謙吾
松岡宏明・田中大晴
原田栄志

Clinical Pathology and Therapeutic Results of Neurinoma which in the Upper Extremity

Katsumi Takase, Kengo Yamamoto, Hiroaki Matsuoka
Oharu Tanaka, Hideshi Harada

Department of Orthopedic Surgery, Tokyo Medical University

The therapeutic results of neurinoma are rarely discussed, because postoperative neurological deficits are not seriously. We evaluated the therapeutic results and clinical pathology of neurinoma in the upper extremities.

We have performed surgery on 20 patients with neurinoma of the upper extremities since 1990. The patients consisted of 10 males and 10 females. Their mean age at the time of surgery was 46.7 years old, and the mean duration of symptom was 43.1 months. The one patient had multiple neurinoma with the radial nerve and musculocutaneous nerve. The other lesions were solitary. Seven patients had neurinoma in the median nerve, 4 in the ulnar nerve, 4 in the radial nerve, and 1 in the digital nerve. The origin of the lesions were unknown in three patients. The postoperative follow-up period ranged from 6 months to 5 years and 8 months (38 months on average).

The initial symptom was an indolent mass in 18 of the 20 patients. None of the 20 patients had motor paralysis. The Tinel's sign was positive in 16 of the 20 patients. The tumor could be enucleated from the affected nerve in all the patients, and none required reconstructive surgery. Decreased muscle strength was transiently observed in 4 patients with the lesion in the radial nerve postoperatively, but it recovered within one year. On the other hand, sensory disturbance was observed for a short duration in 5 patients with the lesion in the radial nerve, 6 in the median nerve, and 3 in the ulnar nerve, whereas numbness remained even 3 years after the surgery in one patient with the lesion in the digital nerve. No recurrence was observed at the final follow-up time.

The symptom concerning about neurinoma of the upper extremities is mainly a tumor mass, even though the duration of the symptom was usually long. The postoperative functional results were favorable, suggesting that the enucleation of the tumor mass in the early stage is an efficient procedure to preserve neurological functions without recurrence.

緒　　言

神経鞘腫は，その発生部位により手術方法が異なる．これは，腫瘍摘出時に罹患神経を温存できるかどうかに左右される．一般的に，腫瘍核出術が可能であった症例は，術後脱落症状が軽度で治療予後が良好なことは経験上知られているが，病態や治療成績などに関する詳細な報告は意外に少ない．今回，上肢に発生し摘出術を施行した神経鞘腫例の病態および術後成績を検討したので報告する．

対　　象

1990 年以降，当科にて外科的治療を施行した上肢神経鞘腫の 20 例を対象とした．内訳は，男性 10 例，女性 10 例，右側 12 例，左側 8 例，手術時年齢は 13～69 歳（平均 46.7 歳）である．発生部位は，腋窩部 1

Key words：neurinoma（神経鞘腫），upper extremity（上肢），clinical pathology（病態）
Address for reprints：Katsumi Takase, Department of Orthopedic Surgery, Tokyo Medical University, 6-7-1 Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan.

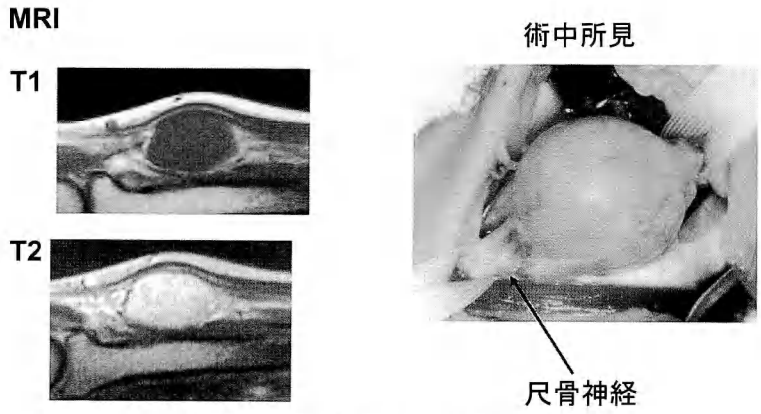


図1 症例1の術前MRIおよび術中所見

例・上腕部6例・前腕部9例・手関節掌側部4例・手背部1例で，多発発生は上腕の屈側および伸側の両方に発生した1例のみであった．罹患神経は，単発例19例のうち正中神経7例・尺骨神経4例・橈骨神経例4例・指神経1例・罹患神経が特定できないもの3例で，多発発生1例は橈骨神経および筋皮神経の両神経に発生していた．腫瘍の大きさを最大径で評価すると1〜5.5 cmと多様であった．初発症状は，20例中18例は腫瘤のみで他の2例は肘関節部痛と前腕部違和感であった．術前の理学所見では重複を認めるが，腫瘤19例，Tinel徴候16例，神経支配領域への放散痛6例で，知覚障害が常在性であった症例は4例のみであった．また，明らかな運動麻痺のあった症例はなかった．初発症状自覚から手術にいたるまでの罹病期間は1〜180ヵ月（平均43.1ヵ月）であった．

方　　法

病変の状態は，MR像を用いて評価した．手術は，20例全例において腫瘍核出術を行い，神経切除あるいは神経移植術が必要となった症例はなかった．この際に，術後の神経脱落症状（特に運動麻痺）を未然に防ぐために，腫瘍被膜に電気刺激装置による刺激を行うことによって，核出される腫瘍側に機能している運動神経が残存していないことを十分に確認しながら手術を行った．最終診察時の機能評価としては，神経脱落症状を検討した．術後経過観察期間は6ヵ月〜5年8ヵ月（平均38ヵ月）であった．

結　　果

腫瘍のMR像は，T1強調画像で均一な低信号，T2強調画像で均一から不均一な高信号を呈し，形態としては，神経束に沿った境界明瞭な紡錘状腫瘤陰影を呈するのが一般的であった．また，摘出腫瘍の組織型はAntoni A型6例・混合型が14例でB型単独の症例はなかった．

術直後より神経脱落症状を認めなかった症例は5例で，内訳は罹患神経が不明であった3例，正中神経1例，尺骨神経1例であった．橈骨神経発生5例では全例に術後の神経脱落症状を認め，知覚障害のみが2例，完全運動麻痺および知覚障害1例，不全運動麻痺および知覚障害2例であった．全例に完全回復を認めたが，完全運動麻痺および知覚障害例では回復までに1年を要した．一方，正中・尺骨・指神経発生の12例では，10例に脱落症状を認めた．脱落症状は全例が知覚障害で，指神経の1例を除く全例で回復した．回復に要した期間は，正中神経の1例で19ヵ月間を要したが，残りの8例は術後10ヵ月以内に知覚障害の消失を認めた．症状が残存した指神経の1例は，術後3年経過しても母指尺側に軽度のしびれ感が残存している．

代 表 症 例

59歳，女性．2年前より左前腕尺側に腫瘤を自覚．MRI検査にて，神経束に沿ったT1で均一な低信号，T2で均一な高信号を呈する境界明瞭な病変を認めた．術中所見では尺骨神経より発生していた（図1）．手術は核出術が可能であった．大きさは最大径で1.5 cmのAntoni A型の神経鞘腫であった（図2）．術直後より小指にしびれ感を訴え，小指の掌側・背側に知覚障害認めたが，5ヵ月後に消失した．

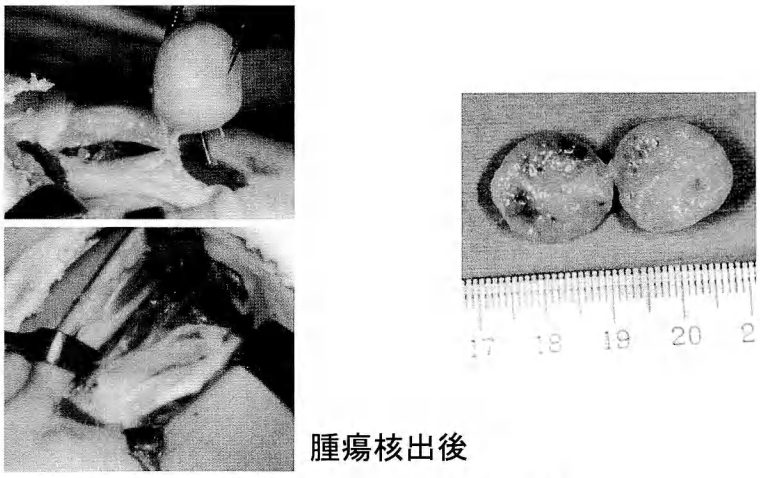


図2　症例1の摘出前および摘出腫瘍

表1　術後神経脱落症状に及ぼす因子の検討

	A群（8例）	B群（9例）
1．罹病期間	1〜60ヵ月 （平均24.3ヵ月）	10〜120ヵ月 （平均42.6ヵ月）
2．罹患神経	橈骨神経：3例 尺骨神経：2例 正中神経：3例	橈骨神経：2例 尺骨神経：2例 正中神経：4例 指神経：1例
3．大きさ （最大径）	2〜5.5 cm （平均：2.9 cm）	1〜5 cm （平均：2.7 cm）
4．組織分類	Antoni A：4例 Mixed type：4例	Antoni A：2例 Mixed type：7例

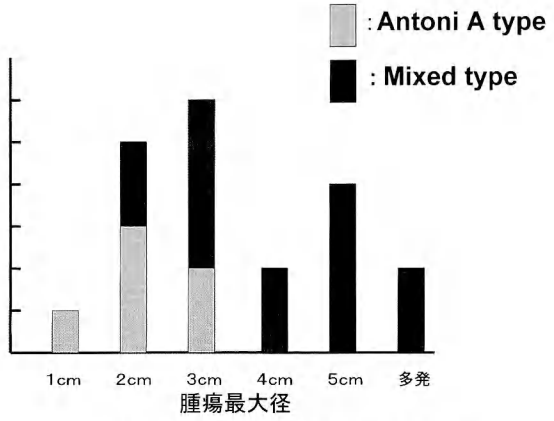


図3　腫瘍の組織分類と大きさの関連

考　　察

上肢の神経鞘腫の摘出術においては，術後の神経脱落症状をきたさないように，顕微鏡を用いたりあるいは電気刺激装置を用いたりして，細心の注意がはらわれる．しかし，そのような操作にもかかわらず症状の発生は皆無ではない．また，罹患神経束の切除が脱落症状を引き起こすかどうかは，さまざまな報告があり一定した見解はない．山根ら[4]は，神経鞘腫摘出時に罹患神経束を切離しているにもかかわらず，神経脱落症状の出現が一時的であることから，罹患神経束はすでにその機能を失っており，手術時の侵襲で健常神経束が障害されるために，予後良好な神経脱落症状が出現すると考察している．また，腕神経叢部に発生した神経鞘腫における術後神経脱落症状に関して，Fisherら[3]は37例中20例（54%）に認められ，7例では永続的麻痺が残存したと報告し，Dart[2]は14例中8例（57%）に認められ3例では永続的に麻痺が残存したと報告している．一方，腫瘍摘出時に神経切除を行い切断端縫合を行ったとする報告[1]もあるが，我々は腫瘍が良性であることから，神経切除術の適応はないと考えている．

自験例より，神経束の切除以外の因子が神経脱落症状にどのように影響するかを評価するため，脱落症状が出現しても6ヵ月未満で回復したA群（8例）と6ヵ月以上を要したB群（9例）に分けて，罹病期間・罹患神経・大きさ・組織型の4項目を対比検討した．なお，神経脱落症状を認めなかった5例のうち

3例は，罹患神経が不明であったため，検討症例より除外する．表1にA群とB群の対比結果を示す．脱落症状の回復に要した期間は，罹患神経や腫瘍の大きさによる影響は受けなかったが，罹病期間が短期で組織型がAntoni A型では回復が短期間となる傾向があった．さらに，腫瘍の組織型と大きさの関連については，図3のごとくAntoni A型6例は全例3 cm以下であり，多発例や3.5 cm以上の大きさの腫瘍にはAntoni A型はなく，組織型と病変の大きさとの間に明らかな関連を認めた．

以上より，上肢に発生した神経鞘腫では，罹病期間が短期でかつ組織型がAntoni A型の腫瘍が，術後の脱落症状の回復に要する期間が短期であることが判明した．

結　　語

上肢に発生した神経鞘腫20例について検討した．術後神経脱落症状は，指神経のしびれ感が残存した1例を除いて全例に完全回復を認めた．神経脱落症状が6ヵ月以上継続した症例には，Antoni A型単独の組織像を呈した症例は少なかった．

文　　献

1) Cutler EC, Gross RE：Neurofibroma and neurofibrosarcoma of peripheral nerves unassociated with von Recklinghausen's disease. A case report of twenty-five cases. Archs Surg (Chicago), 33：773-779, 1936.
2) Dart LH：Neoplasma of the brachial plexus. Minn Med, 53：959-964, 1970.
3) Fisher RG, Tate HB：Isolated neurilemmomas of the brachial plexus. J Neurosurg, 32：463-467, 1970.
4) 山根慎太郎，三浪明男，加藤博之　ほか：腕神経叢に発生した神経鞘腫．日手会誌，19：167-170，2002.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　533-536，2003

手の良性腫瘍に対するリン酸カルシウム骨セメントの使用経験

興生会吉本整形外科外科病院整形外科

成　川　功　一・木佐貫　　修

奈良県立医科大学整形外科学教室

矢　島　弘　嗣・髙　倉　義　典

Using Calcium Phosphate Cement for Treatment of Benign Tumors of the Hand

Koichi Narikawa, Osamu Kisanuki

Department of Orthopaedic Surgery, Yoshimoto Orthopaedic and Surgery Hospital

Hiroshi Yajima, Yoshinori Takakura

Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University

Background：Benign tumors of the finger are usually treated by curettage and autogenous bone grafting. Patients occasionally complain of pain at the donor site, so we investigated injecting calcium phosphate cement（Biopex®, hereinafter "CPC"）into the bone defect site after curettage in 14 benign tumors in 10 patients, and obtained excellent results.

Patients and Methods：Subjects were 6 males and 4 females, aged from 13 to 59 years, mean 30. The 14 tumor sites consisted of 2 in the middle phalanx, 7 in the proximal phalanx, 2 in the metacarpal bone, 2 in the lunate bone, and 1 in the scaphoid bone. Tumor types were 7 enchondromas（11 sites），1 giant cell tumor, and 2 ganglion cell tumors. Four cases associated with pathological fractures；all found in the proximal phalanx. The period from fracture to surgery was 5 to 35 days, average interval 17. The surgical procedure was curettage followed by CPC injection into the bone defect site. In postoperative therapy, a bulky dressing for 1 week was applied in all cases, followed by active motion for patients without fracture（6 cases）and a range of motion exercises after 1 to 3 weeks of the splintage for patients with fractures（4 cases）. Postoperative observation period was ranged between 5 and 24 months, mean period 10.

Results：Postoperative pain disappeared in all cases, and patients regained an almost full range of motion. The period for bone union in fracture cases was between 2.5 and 5.5 weeks, mean 3.8；no refracture was reported. Plain radiographs showed that the radiolucent area between CPC and the cortical bone had disappeared in all cases. Additionally, apparent cortical bone remodeling was revealed in 2 cases, and the shape of the digital bones was improved. Bone union was confirmed in all cases associated with fracture. Furthermore, although follow-up periods were short, no patient developed new tumors.

Conclusion：CPC injection into the defect site after curettage of a bone tumor is an easy-to-use method because the material is liquid；and after 1 week its strength exceeds the compressive strength of cancellous bone. Thus, a fracture site is stabilized from an early stage allowing for shorter external fixation periods.

緒　　言

手指の良性腫瘍の治療として，一般的には病巣掻爬および自家骨移植が行われている[1)4)]．しかし，採骨部の疼痛を訴える症例も散見される．今回我々は 10 例 14 部位の良性腫瘍に対して，リン酸カルシウム骨セ

Key words：tumor（腫瘍），calcium phosphate cement（リン酸カルシウム骨セメント），hand（手）

Address for reprints：Koichi Narikawa, Department of Orthopaedic Surgery, Yoshimoto Orthopaedic and Surgery Hospital, 136 Noguchi, Yamatotakada-shi, Nara 635-0075, Japan.

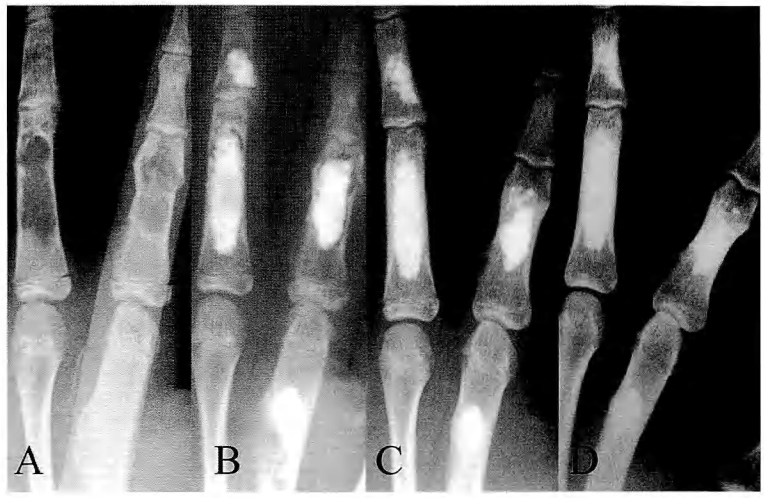


図1 症例1：14歳，男性
A：手術前.
B：術直後.
C：術後7ヵ月.
D：術後24ヵ月.

メント（商品名 Biopex®，以下，CPC）を病巣掻爬後の骨欠損部に充填し，良好な結果を得たので報告する.

方　　法

対象は，男性6例，女性4例で，手術時年齢は13～59歳，平均30歳であった．発生部位は中節骨2部位，基節骨7部位，中手骨2部位，月状骨2部位，舟状骨1部位，合計14部位であった．腫瘍の内訳は，内軟骨種7例（11部位），巨細胞腫1例，ガングリオン2例であった．病的骨折を伴っていたものは4例で，すべて基節骨に生じていた．骨折から手術までの期間は5～35日，平均17日であった．手術は病巣掻爬を行った後に骨欠損部へ専用注入器を用いてCPCを注入した．後療法は，全例1週間のbulky dressingを行い非骨折例（6例）はその後自動運動を開始し，骨折例（4例）は1～3週の副子固定後に可動域訓練を開始した．術後経過観察期間は5～24ヵ月，平均10ヵ月で，術後の疼痛の有無，可動域を評価し，術前，術直後，最終診察時のX線写真にてradiolucent areaの有無，remodelingの有無，骨折部の骨癒合，再発の有無を評価した.

結　　果

術後全例において疼痛は消失し，可動域はほぼ正常まで回復した．骨折例の骨癒合期間は，2.5～5.5週，平均3.8週で，その後の再骨折は認めなかった．単純X線ではCPCと皮質骨との間のradiolucent areaは全例で消失した．また2例で明らかな骨皮質のremodelingが起こり，手指骨の形状の改善が認められた．骨折例では全例骨癒合が得られた．また腫瘍の再発は認めなかった.

症　　例

症例1：14歳，男性で，バスケットボールプレー中に左手にボールが当たり，示指の疼痛出現し当科受診した．単純X線にて示指基節骨，中節骨，中指中手骨，基節骨に，内軟骨腫を疑う骨透亮像を認めた．また示指基節骨の骨透亮部には骨折が合併していた（図1A）．受傷後2週目に病巣掻爬およびCPC充填を行った（図1B）．術後1週間の圧迫包帯固定後，中指は1週間，示指は3週間の副子固定を行い，その後自動運動を開始した．術後4週で骨癒合が認められ，術後7ヵ月でCPCの明らかな吸収と骨折部のremodelingがみられた．術直後に骨外に漏出した中指中節骨のCPCは吸収され，消失している（図1C）．術後2ヵ

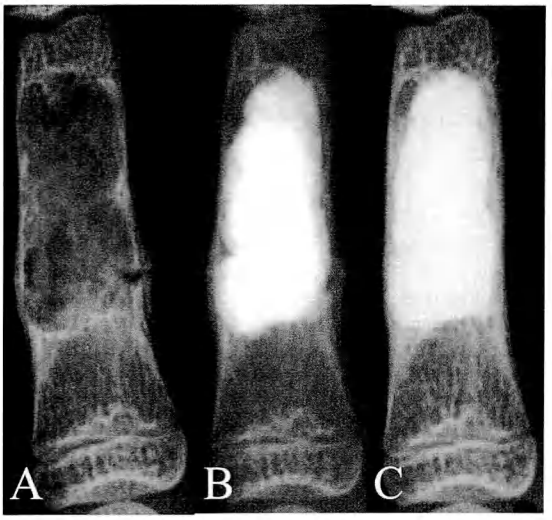


図2　症例2：13歳，男性
A：手術前.
B：術直後.
C：術後6ヵ月.

月にて手指可動域はほぼ正常まで回復し，術後24ヵ月の現在，腫瘍の再発は認めていない（図1D）.

症例2：13歳，男性，剣道の練習中に左手を打撲し小指の疼痛を訴え当科受診した．単純X線にて小指基節骨に内軟骨腫を疑う骨透亮像と骨折を認めた（図2A）．仮骨形成を確認した後，受傷後2ヵ月目に病巣掻爬，CPC充填を行った（図2B）．術後1週目より自動運動を開始し，術後3週目で可動域はほぼ正常まで回復した．術後3ヵ月で骨折部は癒合し，術後6ヵ月にはremodelingにより基節骨の形状は正常に近い状態となっている（図2C）.

症例3：48歳，男性，ダンボールが小指に当たり，疼痛出現し受診．単純X線で小指基節骨に内軟骨腫を疑う骨透亮像と骨折を認めた（図3A）．受傷後1週で病巣掻爬およびCPC充填を行った（図3B）．術後1週間の弾性包帯固定後，3週間の副子固定を行った．その後コイルスプリントを装着し，リハビリテーションを開始した．術後6週で可動域は正常に回復した．術後5ヵ月で再発は認めていない（図3C）.

症例4：42歳，女性，転倒し手をつき手関節の疼痛出現．単純X線で舟状骨内に，嚢胞を認めた（図4A）．受診後2週後に，病巣掻爬およびCPC充填を行った（図4B）．術後病理検査にて，ガングリオンと診断された．術後1週間の圧迫包帯固定を行い，その後自動運

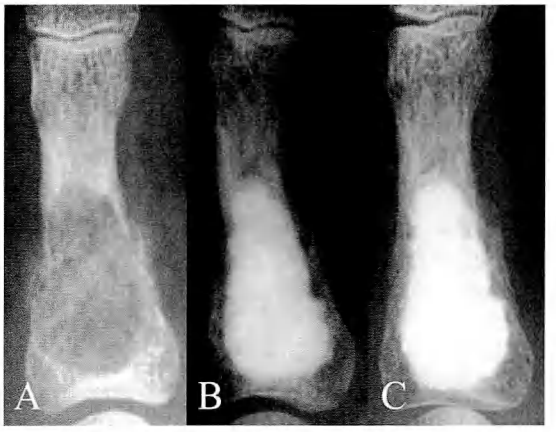


図3　症例3：48歳，男性
A：手術前.
B：術直後.
C：術後5ヵ月.

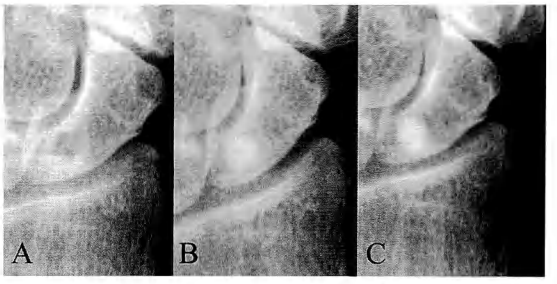


図4　症例4：42歳，女性
A：手術前.
B：術直後.
C：術後12ヵ月.

動を開始した．術後1年の現在，可動域制限はない（図4C）.

考　　察

手の良性骨腫瘍の治療は病巣掻爬および自家骨移植が一般的であるが，採骨のため健常部に新たな侵襲を加えなければならない欠点を有する[1)4)]．近年この問題を解決すべく，ハイドロキシアパタイト，ガラスセラミックス，β-TCPなどの人工材料が用いられ報告されている[2)3)]．しかしながら顆粒状あるいは固形状の人工材料を骨欠損部の充填に用いた場合，骨腔に密着して十分に充填しにくいという問題点がある．これらの理由から今回我々は骨欠損部の充填にペースト状であるリン酸カルシウム骨ペーストを用いた.

今回使用したCPCの特徴はbioactiveであり，骨伝導性，生体適合性を有すること，ペースト状であり形状的適合性に優れること，骨移植の必要がなく，採骨部の侵襲がないこと，注入後早期に硬化し，掻爬部の強度が得られること，などがあげられる．また，骨折を合併した症例においても，注入したCPCが骨欠損部に隅々までいきわたり，早期から骨折部が安定し外固定期間が短縮できた．以上より，手指骨の内軟骨腫へのCPCの応用はきわめて有用であると考えられた．

ま と め

手の良性腫瘍10例14部位に対し，病巣掻爬後の骨欠損部にCPCを充填し，良好な成績を得た．骨腫瘍掻爬後の骨欠損に対するCPC注入法は，materialが液状であるために使いやすく，1週間後には海面骨以上の強度が得られる．そのため骨折例では早期から骨折部の安定が図られ，外固定期間の短縮が期待でき，術後早期より後療法が行えた．手指骨，手根骨の良性腫瘍へのCPCの応用は有用と考えられた．

文 献

1) 沼尻 保，森 謙一，中川研二 ほか：手指に発生した内軟骨腫の治療経験．整形外科，38：792-796，1987.
2) Joosten U, Joist A, Frebel T, et al.：The use of an in situ curing hydroxyapatite cement as an alternative to bone graft following removal of enchondroma of the hand. J Hand Surg, 25-B：288-291, 2000.
3) 大田弘敏，佐藤啓二，森川圭造 ほか：骨腫瘍に対する骨置換材リン酸カルシウムセメントの使用経験．中部整災誌，41：1269-1270，1998.
4) Wulle C：On the treatment of enchondroma. J Hand Surg, 15-B：320-330, 1990.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　537-540，2003

マイクロサージャリー

爪母レベルでの切断指再接着指の爪変形

愛知県厚生連海南病院整形外科

住田篤紀・西　源三郎
多湖教時・土屋大志
向藤原由花

Nail Deformity in Cases of Replanted Digits of Finger-tip Amputation at the Nail Matrix Level

Atsunori Sumita, Genzaburo Nishi, Kyoji Tago
Daiji Tsuchiya, Yuka Mukofujiwara

Department of Orthopaedic Surgery, Aichiken Koseiren Kainan Hospital

This paper presents clinical findings regarding nail regeneration in 17 replanted digits following finger-tip amputation. The patients comprised 12 men and 4 women ranging in age from 18-57 years, and all of the digits in this study had undergone-crushing type injury. According to Ishikawa's classification, 10 digits were amputated in zone II and the other seven digits in zone III. The degree of injury comprised partial excoriation in four fingers and simple contusions in 13 fingers. The nail matrices that were torn in the proximal nail fold were replaced and those with laceration were closed with 8-0 absorbable suture using an operating microscope.

The regenerated nails were short in length in nine fingers, narrow in width in eight, and were hooked in 15 fingers. Split nails were observed in three fingers, irregularity of proximal and lateral nail fold in 11 fingers, atrophy of lateral nail fold in nine, atrophy of pulp in four, and longitudinal horizontal furrows were present in 12 fingers. As a result of investigation, we found that the nail deformities were related to nail matrix injury and atrophy of the finger-tip.

Fairly normal nail regeneration in replanted fingers following amputation at the nail matrix level can be achieved so long as the injured nail matrix is restored precisely. However, irregularity of proximal and lateral nail fold was observed in a considerable number of patients, and therefore it is important to precisely restore the nail fold as well as the nail matrix. A deterioration of cosmetic value of the finger-tip in addition to nail deformity results from atrophy of the lateral nail fold through the pulp, and accordingly, it is also critical to suture as many veins as possible to prevent circulatory disturbance.

はじめに

我々は，これまでに指末節切断再接着指の爪変形を最小限にするには爪床，爪母の正確な修復が必要であると報告してきた[2)~6)]．今回は爪母レベルの完全切断再接着例で，爪母の修復を行った症例の爪変形と指尖部の形態について検討したので報告する．

対　象

1990 年 11 月より 1998 年 7 月までに経験した爪母レベルの完全切断再接着例 16 例 17 指を対象とした．年齢は 18～57 歳（平均 37 歳）．性別は男性 12 例，女性 4 例．受傷指は母指 2 指，示指 7 指，中指 4 指，環指 2 指，小指 2 指であった．切断レベルは石川の分類[1)]で zone II 10 指，zone III 7 指であった．

切断の程度は全例挫滅切断であった．爪母の損傷状態は部分剝脱が 4 指，単なる挫傷は 13 指で，剝脱例はマットレス縫合により原位置に整復し，挫傷は 8-0 吸収糸で縫合した．爪母の欠損例はなかった．血管吻合については動脈は 2 本吻合 2 指，1 本吻合 15 指で，

Key words：nail deformity（爪変形），nail matrix（爪母），finger-tip amputation（指尖部切断），replantation（再接着）
Address for reprints：Atsunori Sumita, Department of Orthopaedic Surgery, Aichiken Koseiren Kainan Hospital, Yatomi-cho, Amagun, Aichi 498-8520, Japan.

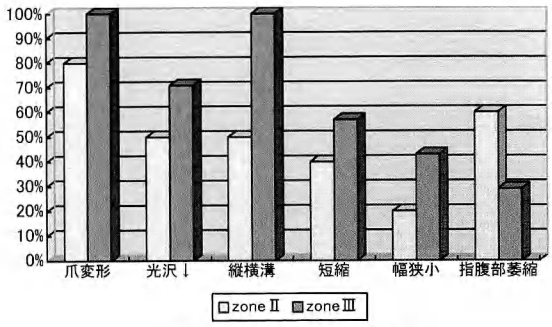


図1 切断レベルとの関連

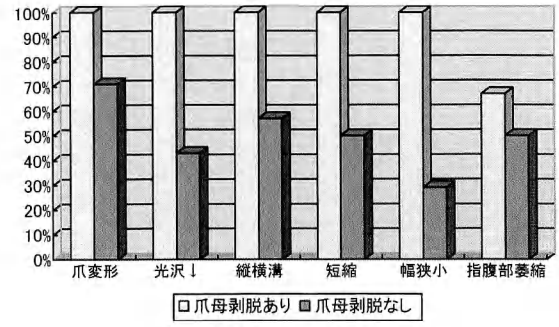


図2 爪母剥脱との関連

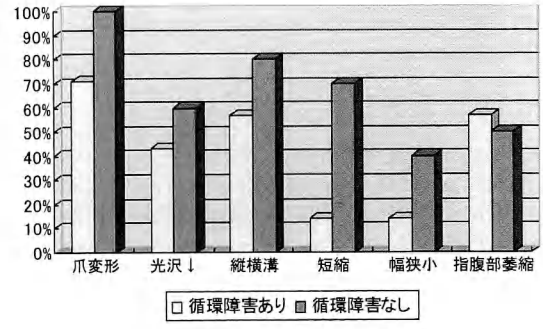


図3 循環障害との関連

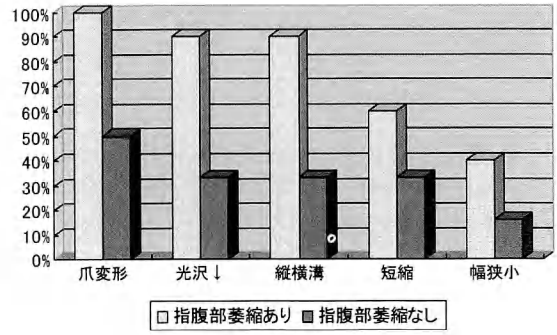


図4 指腹部萎縮との関連

静脈は2本以上吻合したものはなく，1本吻合8指，吻合不能が9指であった．神経は2本縫合2指，1本縫合3指，縫合不能が12指であった．術後循環障害は5指に認め，2指（動脈血栓1指，静脈血栓1指）に再手術を行い，3指はfishmouth切開またはmilking で改善した．また静脈吻合した8指中1指が，吻合しなかった9指中4指が術後循環障害を生じた．以上の症例について，平均19ヵ月の経過観察期間後の爪変形と指尖部の形態について調査した．

結　　果

再接着指の再生爪の光沢は減少しているものが10指，爪の長さの短縮例は9指，爪の幅の狭小例は8指，爪の弯曲は15指，split nailは3指，縦横の溝は12指に認めた．近位爪郭と側爪郭の不整は11指，指腹部の萎縮は4指に認めた．Zone Ⅲの症例に再生爪の光沢の減少がやや多く，縦横の溝の発生はzone Ⅲの全例に認めた．指腹部の萎縮はzone Ⅱにやや多く認めた（図1）．爪母剥脱例では全例に再生爪の光沢の減少，縦横の溝，短縮，幅の狭小，split nailを認めた（図2）．術後の循環障害と爪変形や指腹部の萎縮とは関連はなかった（図3）が，指腹部の萎縮のあるものに爪変形を生じやすい傾向を認めた（図4）．

症　　例

症例1：55歳，男性．右示指，zone Ⅲの症例で，爪母の基部より剥脱していた．マットレス縫合により原位置に整復した．動脈は静脈移植により1本吻合したが，静脈は吻合ができなかった．神経は1本縫合した．術後循環障害は認めなかった．術後1年，再接着指の爪はsplit nailを呈し，光沢が減少し，縦横の溝を認め，爪の幅，長さも減少していた．指腹部の萎縮，近位爪郭の不整を認めた（図5）．

症例2：35歳，男性．左示指，zone Ⅱの症例で，動脈は1本吻合したが，静脈と神経は縫合できなかった．爪母は8-0吸収糸で修復した．術後静脈還流障害を認め，5日間の穿刺により改善した．術後1年では再生爪は光沢が減少し，指腹部の萎縮を認めた（図6）．

症例3：52歳，女性．右中指，zone Ⅱの症例で，動脈1本，神経1本縫合した．静脈は吻合できなかったが，術後循環障害は認めなかった．術後4年，爪はほ

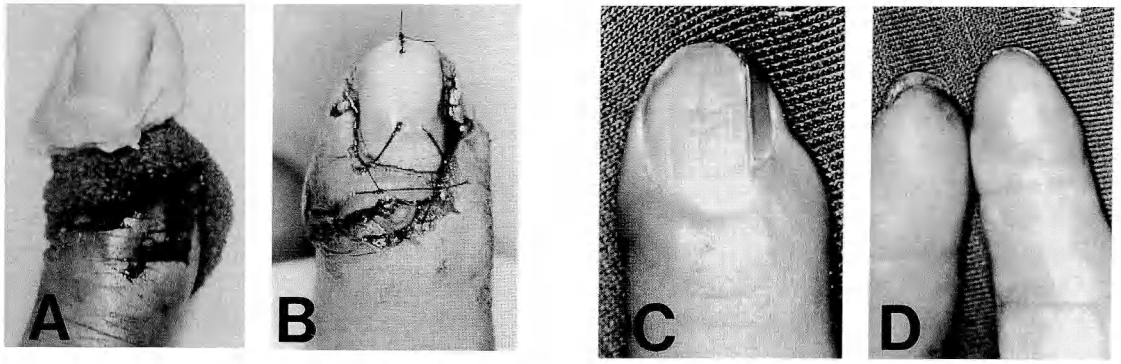


図5　55歳，男性
A：術前．
B：術直後．
C，D：術後1年．Split nail，指腹部の萎縮を認める．

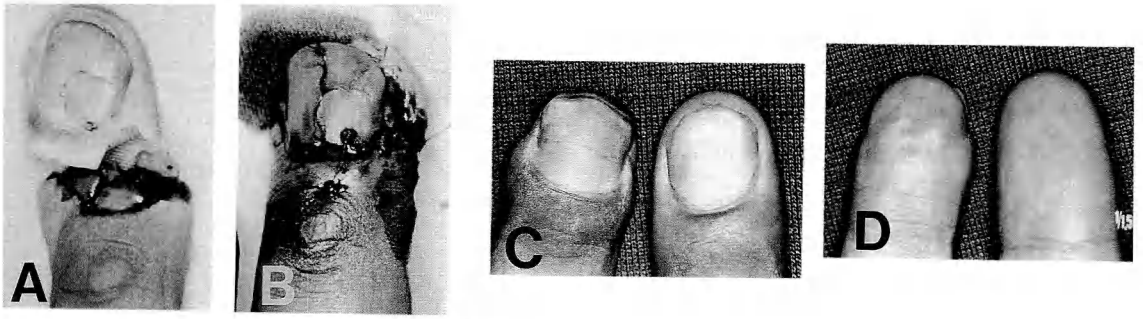


図6　35歳，男性
A：術前．
B：術直後．
C，D：術後1年．指腹部の萎縮を認める．

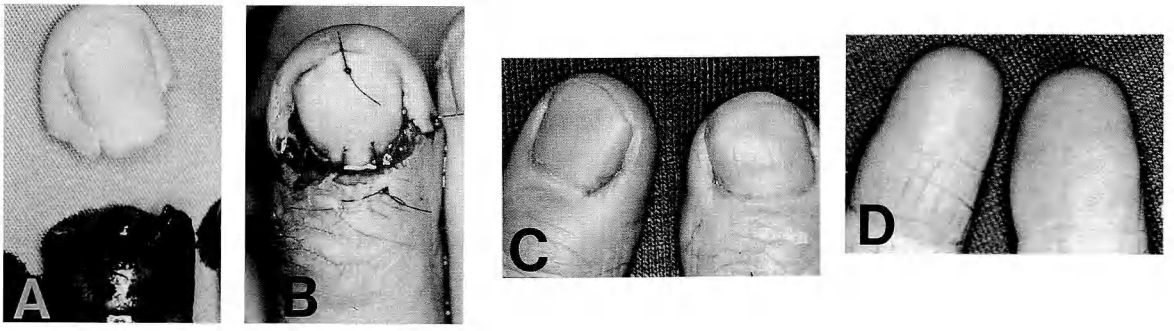


図7　52歳，女性
A：術前．
B：術直後．
C，D：術後4年．ほぼ正常な爪を呈している．

ぼ正常に再生した（図7）.

考　　察

指末節切断再接着指の爪変形に影響を及ぼす因子としては，損傷レベル，爪母の損傷程度，術後の循環障害の程度，爪周囲組織の損傷程度などが考えられる[5]．術後の循環障害は程度にもよるが，我々の症例では爪母を修復すれば循環障害があっても爪の変形は少ないという結果が得られ，爪変形にはあまり関係しないと考えられる．最も影響する因子は爪母の損傷程度で，再生能力の低い爪母を正確に修復することが重要となる．爪母がその起始部から剝脱されている例ではマットレス縫合により整復を行うが，正常の爪の再生は困難である．爪を支えている爪周囲組織，特に近位爪郭や側爪郭の不整は指尖部の美容的価値の低下につながるため，これらも正確に修復すべきである．また術後静脈還流障害による fishmouth 切開や穿刺は，再生爪の幅の狭小や短縮を生じる傾向にある指腹部の萎縮の一因とも考えられている．爪変形の防止や指尖部の美容には，より多くの静脈を吻合して静脈還流障害を防止することも必要であると考える．

ま　と　め

1．爪母レベルの完全切断再接着例 16 例 17 指に対し，爪変形と指尖部の形態について検討した．

2．爪母レベルでの切断指再接着指の爪再生は損傷爪母を正確に修復すればかなり正常な爪が再生する．

3．近位爪郭，側爪郭の不整はかなりの症例に認め，爪母の正確な修復とともに爪郭も正確に修復することが重要である．

4．術後循環障害や静脈還流障害による fishmouth 切開や穿刺は，再生爪の幅の狭小，短縮を生じる傾向にある指腹部の萎縮の一因でもあり，静脈還流障害防止のためにできるだけ多くの静脈吻合を心掛けることも重要となる．

文　　献

1）石川浩三，小川　豊，添田晴雄　ほか：手指末節切断に対する新しい区分法（Zone 分類）．日本マイクロ会誌，3：54-62，1990.
2）久保田雅仁，西源三郎，柴田義守　ほか：指末節切断再接着．日手会誌，14：588-590，1997.
3）西源三郎，柴田義守，多湖教時　ほか：指末節切断再接着例の爪変形．日手会誌，8：548-551，1991.
4）西源三郎，柴田義守，多湖教時　ほか：指末節切断再接着例の爪再生．日本マイクロ会誌，3：52-59，1992.
5）西源三郎，柴田義守，多湖教時　ほか：指末節切断再接着．日手会誌，13：523-527，1996.
6）Nishi G, Shibata Y, Tago K, et al.：Nail regeneration in digits replanted after amputation through the distal phalanx. J Hand Surg, 21：229-233, 1996.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　541-544，2003

指背部皮膚・腱・関節複合損傷の治療

豊橋市民病院整形外科

井　上　五　郎・大間知　孝　顕
平　野　健　一・須　川　　敬

Abrasion Injuries of the Dorsum of the Finger

Goro Inoue, Takaaki Ohmachi, Kenichi Hirano
Kei Sugawa

Department of Orthopaedic Surgery, Toyohashi Municipal Hospital

Fifteen patients were treated for avulsion-abrasion injuries of the dorsum of the finger following motor cycle accidents or saw/plane injuries. The proximal interphalangeal (PIP) joint was injured in 8 cases and the distal interphalangeal (DIP) joint in 7. This injury was divided into three stages depending on the extent of tissue loss. Stage 1 : loss of skin only. Stage 2 : loss of skin and extensor tendons. Stage 3 : loss of skin, extensor tendons, and bone from phalanges including the PIP and/or DIP joints. There were 2 cases of stage 1 injury, 3 of stage 2 and 10 of stage 3. Stage 1 injuries were treated by the application of a flap ; regional flap or arterialized venous flap. Eight patients with stage 2 and 3 injuries were treated by flap coverage and tendon reconstruction using a palmaris longus tendon. Four of 5 patients with stage 3 in which loss of joint surface was more than 30% were treated by flap coverage and arthrodesis of the involved joint. The remaining one patient who was 8-year-old boy with loss of 50% of the PIP joint surface was treated by tendon reconstruction and joint reconstruction using a osteochondral graft from the capitate.

Results : 4 patients treated with arthrodesis obtained solid bony fusion. In the remaining 11 patients, an average gain of the involved joint motion was 83 degrees of the PIP joint (6 cases) and 20 degrees of the DIP joint (5 cases). We believe that one-stage repair of skin and extensor tendon defects using the flap and palmaris longus tendon graft may produce a good result in complicated finger injuries involving loss of skin and tendon with expose bone.

はじめに

指背部は指骨と皮膚の間に薄い伸筋腱が存在するだけであり，外傷により皮膚のみならず伸筋腱・骨・関節までが剝脱されてしまうことがある．このような複合損傷の治療についてのまとまった報告はほとんどない．我々の治療方針とその結果について述べる．

症　例

症例は男性 14 例，女性 1 例の 15 例で，受傷時年齢は 8～67 歳，平均 31 歳であった．受傷原因はオートバイ走行中にハンドルを握ったまま転倒してグリップした指が地面と摩擦して剝脱された症例が 8 例と最も多く，次いで電気鋸や電気鉋による剝脱が 6 例で，1 例のみ自転車走行中車と接触による剝脱であった．受傷指は示指 3 例，中指 2 例，環指 5 例，小指 5 例で，受傷部位は PIP 関節 8 例，DIP 関節 7 例であった．

損傷の程度を以下の 3 段階に分けた．Stage 1：皮膚のみの欠損，stage 2：皮膚および伸筋腱の欠損，stage 3：皮膚・伸筋腱および骨・関節部分欠損．さらに stage 3 を a：関節面が 2/3 以上残っているもの，b：関節面が 2/3 以下に損傷されているものの 2 つに副分類した．この分類によると stage 1 が 2 例，stage 2 が 3 例，stage 3a が 5 例，stage 3b が 5 例であった．受傷から手術までの期間は 1 週間以内が 12 例，2 週

Key words : flap closure（皮弁），extensor tendon reconstruction（伸筋腱再建），arthrodesis（関節固定），abrasion injury（剝脱創）
Address for reprints : Goro Inoue, Department of Orthopaedic Surgery, Toyohashi Municipal Hospital, 50 Hatikennishi, Aotake-cho, Toyohashi-shi, Aichi 441-8570, Japan.

表1 症例の概要

症例	年齢（歳）	罹患指	関節	原因	Stage	手術までの期間	皮弁	関節形成	ROM（E/F）	追跡調査期間（月）
1	20	左小	PIP	バイク	1	1日	rotation	—	0/90	34
2	24	左小	PIP	バイク	3a	2日	flag	—	0/90	12
3	37	左示	PIP	バイク	3a	1日	chest	—	0/100	14
4	26	左環	PIP	バイク	3a	7日	—	—	−5/95	6
5	50	右示	PIP	電鋸	3a	1日	AVF	—	−10/80	12
6	8	左環	PIP	自転車	3b	8週	—	形成	−35/70	6
7	26	左小	PIP	バイク	3b	2ヵ月	rotation	固定		24
8	31	右小	PIP	バイク	3b	1日	rotation	固定		3
9	30	左中	DIP	電鋸	1	1日	AVF	—	0/60	12
10	67	左環	DIP	電鉋	2	2週	AVF	—	−40/60	30
11	33	左中	DIP	電鉋	2	3日	chest	—	−30/50	5
12	37	右示	DIP	電鋸	2	1日	AVF	—	−15/45	12
13	19	左環	DIP	電鉋	3a	1日	AVF	—	−10/20	12
14	29	右環	DIP	バイク	3b	1日	cross	固定		24
15	22	左小	DIP	バイク	3b	1日	rotation	固定		24

皮弁：flag；flag flap，cross；cross-finger flap，AVF；arterialized venous flap（症例9以外は長掌筋腱付き），ROM（E/F）：罹患関節の伸展/屈曲．

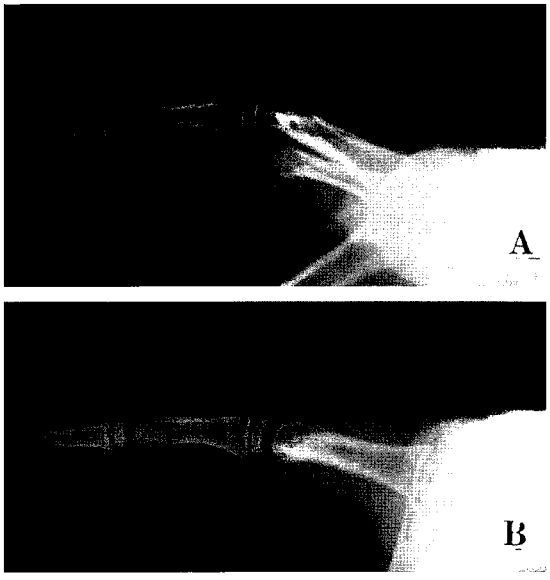


図1 症例6：8歳，男子（stage 3b）
自転車走行中に車と接触して転倒，地面に左環指PIP関節部を削られた．
A：受傷後1ヵ月で当科初診時X-P．基節骨PIP関節面は1/2以上削られている．
B：有頭骨のCM関節面を含む骨関節移植術後6ヵ月のX-P．PIP関節の形状は良好である．しかし，可動域は伸展−35°，屈曲70°と制限されている．

間以内が1例，1〜2ヵ月間が2例であった（表1）．

方　　法

オートバイによる損傷は路面の砂や土などが骨・関節に混入していることが多いので，十分にscrubbing，washing，debridementを行い，一期的に創閉鎖を行った．皮膚欠損が少なかったため1次的創閉鎖が可能であった症例は2例で，残りは皮弁で被覆した．用いた皮弁は局所回転皮弁が4例，隣指からのcross-finger flapが1例，flag flapが1例，胸郭皮弁が2例，arterialized venous flap（AVF）が5例であった．Stage 2〜3aでは同時に長掌筋腱を用いて伸筋腱の再建を行った．これらのうち4例は長掌筋腱をつけたAVFで再建した．伸筋腱再建を行った症例はすべて片側の側索が残っていたため中央索の再建のみを行い，術後PIP関節では4週間，DIP関節では5週間K鋼線で固定した．Stage 3bの4例は20〜30°屈曲位で関節固定を行った．残りの1例は8歳であったため，有頭骨よりの骨軟骨移植を行って関節を再建した（図1）．

結　　果

皮弁は全例完全生着した．〔関節可動域〕Stage 1：PIP関節1例，DIP関節1例で両者とも可動域は正常であった．Stage 2：DIP関節3例の平均可動域は

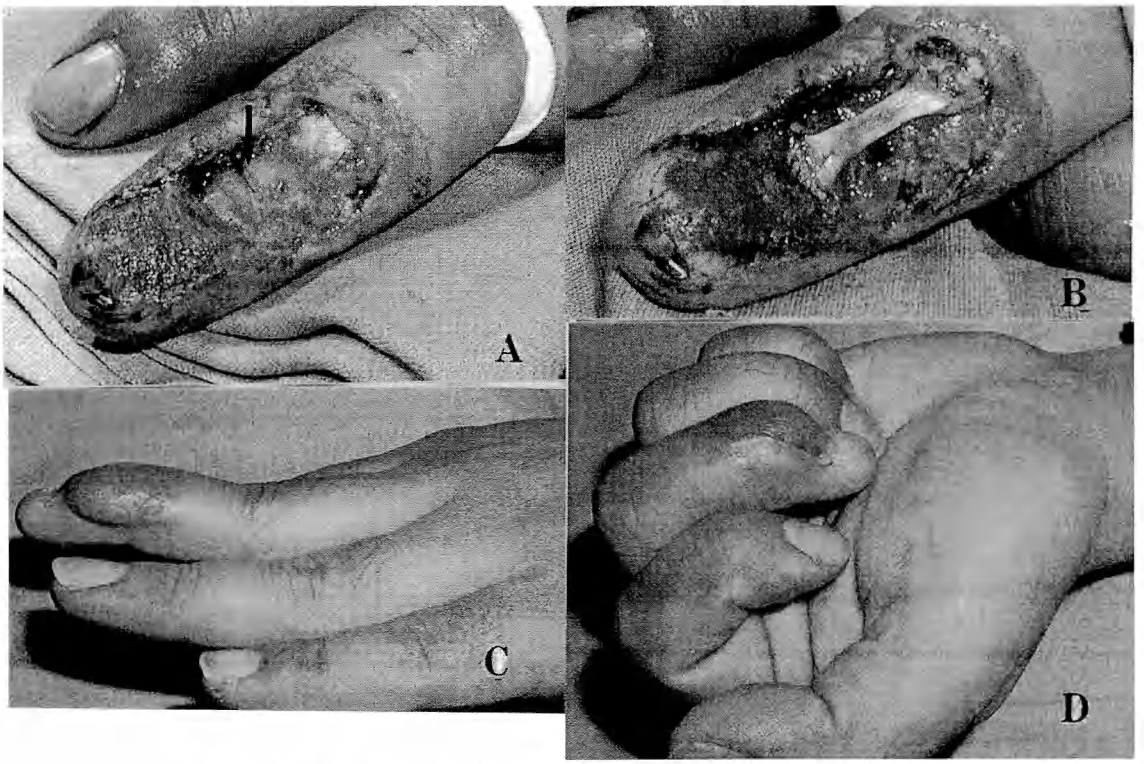


図2　症例 11：33 歳，男性（satge 2）
電気鉋で左中指 DIP 関節部を削られた．
A：受傷時の写真，DIP 関節が露出している（矢印）．
B：長掌筋腱の移植で伸筋腱を再建して胸郭皮弁で皮膚欠損をおおった．
C，D：術後 5 ヵ月の伸展－30°，屈曲 50°．

23°（20～30°）であった（図 2）．Stage 3a：PIP 関節 4 例，DIP 関節 1 例で，PIP 関節の平均可動域は 83°（70～100°）であった（図 3）．DIP 関節は可動域 10°であった．Stage 3b：関節固定の 4 例は全例骨癒合が得られた．腱移植術と骨軟骨移植術を行った症例は PIP 関節可動域は 35°であった（表 1）．

考　　察

骨まで汚染された開放創で golden hour を過ぎた場合，一期的に伸筋腱再建術や関節固定術を行うか皮弁で創閉鎖をして 2 次的に再建するかは議論のあるところである．創を閉鎖して感染のないことを確認してから 2 次的に手術を行うのが一般的と考えられるが[3)4)]，我々は初期に徹底した cleansing と debridement を行い，血行良好な皮弁でおおえば感染は防げると考え一期的に再建術を行ってきた．これにより感染を合併した症例はなく後者の方法と比べて関節拘縮などを軽減できる利点があると考えている．

伸筋腱再建術には長掌筋腱を用いるのが一般的であるが，それを通常の遊離腱で移植するか血行を保った腱で移植するかについてはいままで議論されたことがない．骨・関節が露出した場所に腱移植を行えば骨との癒着は必須で，腱滑走は著しく傷害される．そこで paratenon におおわれた長掌筋腱で再建すれば骨・関節との癒着も軽減されると考え腱付き AVF を行った[1)]．しかし，stage 2～3 での結果は両者にはほとんど差はなく，PIP 関節は遊離腱移植（4 例）で平均 ROM は 76°，腱付き AVF（1 例）では 70°であった．DIP 関節では遊離腱移植（1 例）で 20°，腱付き AVF（3 例）で 20°であった．症例数が少なく，それぞれ骨・関節の損傷や露出の程度が違うため正確な比較ではないが，両者には大きな違いはないと考えられた．

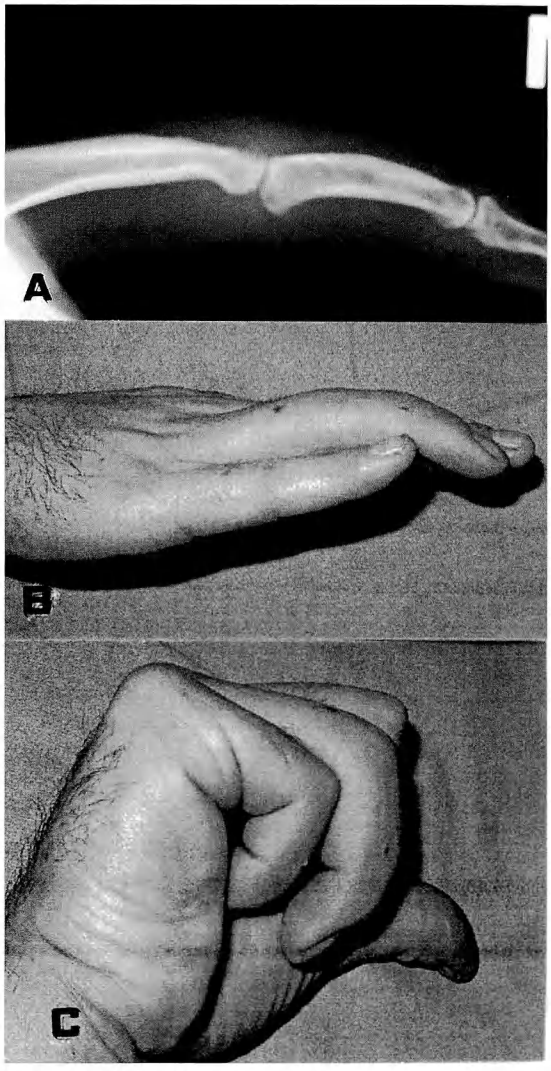


図3 症例4：26歳，男性（stage 3a）
オートバイで転倒して左環指 PIP 関節を剝脱された．皮膚欠損は少なく1次的閉鎖が可能であったが，X-P（A）では PIP 関節面の約 1/3 が欠損している．伸筋腱再建術後6ヵ月，伸展−5°（B），屈曲 95°（C）と良好である．

Stage 3b で関節機能を温存するか関節固定術を行うかについても議論の余地があると思われる．関節再建のためには骨・軟骨移植か何らかの関節形成術が必要であり，さらに伸筋腱再建や皮弁形成など数回の手術が必要である．今回の関節固定術を行った4例はいずれもオートバイの職業ライダーで早期のレース復帰を望まれたため固定術を行ったが[2]，関節形成術の適応もあると考えている．8歳の小児例では関節再建術を行ったが，PIP 関節の ROM は 35° と満足のいく結果は得られなかった．このような高度の損傷に対しては自ずから限界があると考えられた．

結　　語

1．指背部皮膚・伸筋腱・関節複合損傷の stage 分類を行った．
2．Stage 2〜3a では皮弁と腱移植で一期的再建を行えば良好な結果が得られる．
3．Stage 3b では患者の年齢的・社会的背景を考慮して関節固定術か関節再建術を考慮する．

文　　献

1) Inoue G, Tamura Y, Suzuki K：One-stage repair of skin and tendon digital defect using the arterialized venous flap with palmaris longus tendon：An additional four cases. J Reconstr Microsurg, 12：93-97, 1996.
2) 井上五郎，三ツ口秀幸，可知裕章：オートバイレーサーの指背部皮膚・腱・骨複合損傷の治療．中部整災誌，44：649-650，2001.
3) Green DP, Hotchkiss WC, Pederson WC：Green's Operative Hand Surgery, 4th ed. Edinbourgh, Churchill Livingstone：1607-1630, 1999.
4) 津下健哉：手の外科の実際，第6版．東京，南江堂：45-57, 1985.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　545-549，2003

画像診断

Dynamic MRI による手根骨血流動態の評価

千葉大学医学部整形外科学教室

高橋勇次・徳永　進

千葉市立病院整形外科

六角智之・大渕聡巳

城東社会保険病院整形外科

斎藤　忍

Evaluation of Vascular Supply to the Carpal Bones with Dynamic MRI

Yuji Takahashi, Susumu Tokunaga

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Chiba University

Tomoyuki Rokkaku, Satomi Ohfuchi

Department of Orthopaedic Surgery, Chiba Municipal Hospital

Shinobu Saito

Department of Orthopaedic Surgery, Joto Shakaihoken Hospital

All though vascular supply to the carpal bones has been evaluated with T1-weighted MR imaging, a technique for determining the actual blood flow is still not well established. In the present study, we assessed perfusion of aseptic necrosis (AN) in a carpal bone and of scaphoid nonunion, compared with normal carpal bones using gadolinium-enhanced dynamic MRI.

Five normal subjects and ten hands of nine patients with skeletal abnormalities were examined using T1-weighted spoiled gradient recalled acquisition (SPGR) sequence with gadolinium (Gd)-DTPA enhancement (0.1 mmol/kg body weight). In the normal subjects, regions of interest (ROI) were set at the lunate, the scaphoid and the distal end of radius. In the patients group, ROI were set at the AN portion or the scaphoid fragments. Then, percent enhancement as a function of the time after the injection was calculated as the percent increase in signal intensity (signal intensity ratio ; SIR).

In the normal subjects, all curves for SIR versus time showed an initial rapid rise after intravenous injection of Gd-DTPA, and gradual decreased thereafter. Three types of curves were noted from the abnormal bones of the patients. One type showed a larger peak value when compared to the same curve for the normal bones, the second showed rapid onset with a gradual increase associated with strong enhancement, and the third showed a gradual onset and increase without having a peak with a weak enhancement. The results indicate that variable vascular perfusion patterns must be taken into account the region of low intensity on T1-weighted MRI. On dynamic MRI, some regions of normal intensity on T1-weighted MRI showed the same curve pattern as the region of low intensity. This suggests the abnormal perfusion cannot be evaluated with conventional MRI.

The present study demonstrated the possibility of quantitative direct evaluation of vascular supply to the carpal bones with dynamic MRI, and which may be useful in selection and prognostication of more suitable treatments.

Key words：dynamic MRI（ダイナミック MRI），carpal bone（手根骨），vascular supply（血流動態）

Address for reprints：Yuji Takahashi, Department of Orthopaedic Surgery, Chiba Municipal Aoba Hospital, 1273-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba 260-0852, Japan.

目　　的

手根骨血流の評価は，他の多くの骨と同様，MRI における信号強度をもってなされている．しかしながら血流動態そのものを把握する手法は，現在のところ確立されていない．今回我々は dynamic MRI を用い，健常手や手根骨の無腐性壊死（AN），舟状骨偽関節例の血流動態について T1 強調 MRI と比較検討したので報告する．

対　　象

1．健常群

コントロールとして，男性 5 例 5 手に dynamic MRI を施行した．年齢は 25～33 歳（平均 26.6 歳）であった．

2．疾患群

9 例 10 手に T1 強調 MRI および dynamic MRI を施行した．疾患の内訳は以下のごとくであった．

1）月状骨軟化症（Kienböck 病）

3 例 4 手（男性：女性＝2：1），年齢 17～48 歳（平均 28 歳）で，stage ⅢA が 2 手，ⅢB が 2 手であった．

2）手根骨無腐性壊死（ステロイド性）

女性 4 例 4 手，年齢 26～38 歳（平均 34.3 歳）で，壊死に陥った手根骨は舟状骨単発 2 手，月状骨単発 1 手，三角骨単発 1 手であった．

3）舟状骨偽関節

男性 2 例 2 手，年齢 20～21 歳（平均 20.5 歳）で，いずれも体部における骨折であった．

方　　法

GE 社製の Signa Horizon 1.5 Tesla version 5.6 を用い，Q-wrist coil による撮像を行った．Gd-DTPA 0.1 mmol/kg を静注し，手関節部冠状断の fast spoiled gradient recalled echo による脂肪抑制 T1 強調像を 15 分間撮像した．最初の 5 分間は 15 秒おき，次の 5 分間は 30 秒おき，最後の 5 分間は 1 分おきに撮像した．パラメータは，flip angle 30°，TR 10 msec，TE 2.7 msec，matrix 256/128，FOV 8 cm に設定した．

健常群では月状骨，舟状骨，橈骨遠位部に，疾患群では AN 部，舟状骨近位および遠位骨片と，比較のため健常部にそれぞれ関心領域（ROI）を設定した．各 ROI において signal intensity ratio（SIR）を求め，time-SIR curve を作成した．SIR は以下の式により算出した．

SIR＝SI（t）－SI（0）/SI（0）

SI（0）：pre enhanced intensity，SI（t）：post enhanced intensity

結　　果

1．健常群

月状骨，舟状骨遠位，橈骨遠位部のいずれも time-SIR curve において，造影剤静注後，急峻な立ち上がりでピークに達した後漸減していった（図 1a～c）．SIR のピーク値やピークに達するまでの時間，および立ち上がりの傾きは各手によりまちまちであったが，同一手の中では月状骨，舟状骨遠位，橈骨遠位部の間にい

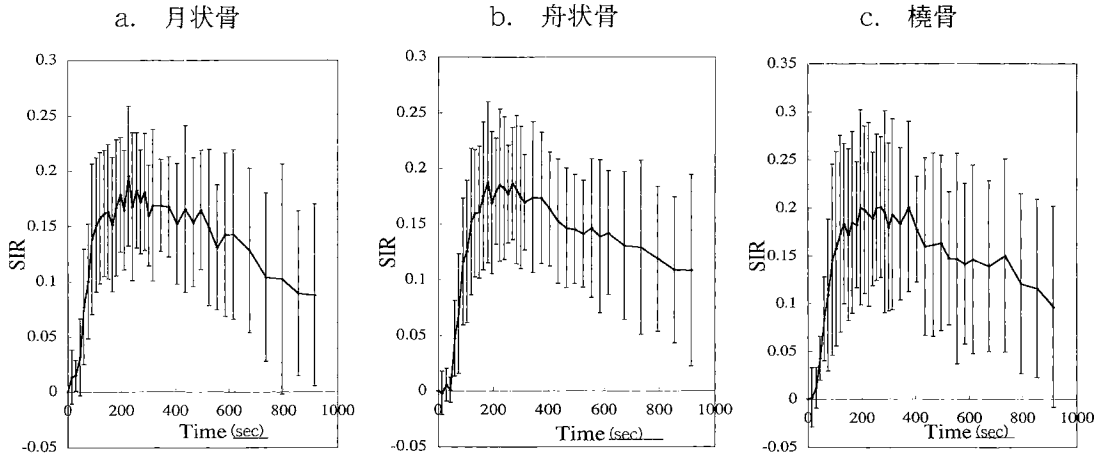


図 1　Time-SIR curve

表1　健常群における dynamic MRI

	SIR の平均 peak 値 (mean peak SIR)	SIR が peak 値に達するまでの平均時間 (mean T)	mean peak SIR/mean T×100
月状骨	0.209 (0.136～0.291；SD 0.060)	222 sec (90～285；SD 79.7)	0.094 (0.048～0.259；SD 0.085)
舟状骨	0.229 (0.136～0.352；SD 0.088)	234 sec (180～285；SD 45.7)	0.098 (0.073～0.146；SD 0.034)
橈骨	0.208 (0.164～0.296；SD 0.055)	243 sec (180～300；SD 58.5)	0.086 (0.055～0.164；SD 0.048)

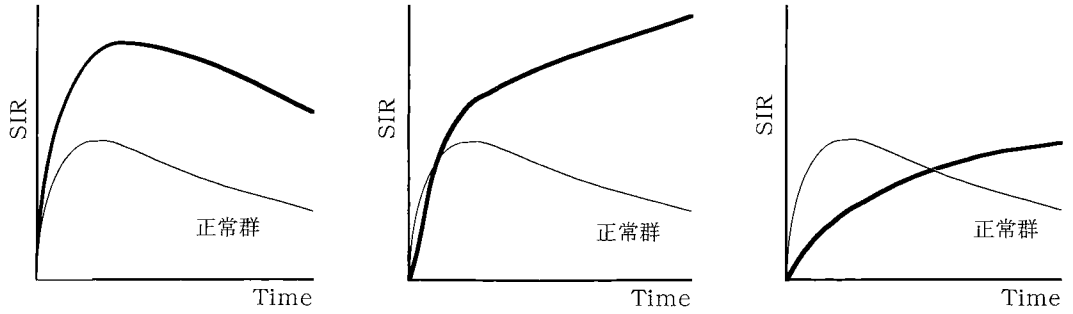


図2　Time-SIR curve のパターン

ずれも有意な差は認めなかった (表1).

2．疾患群

Kienböck 病やその他手根骨の AN，舟状骨偽関節において，T1 強調像の低信号域では，3 つのパターンが認められた．健常部と同様な curve でより大きいピーク値を示すもの，急峻な立ち上がりの後漸増していき造影効果も強いもの，緩やかに立ち上がったままピークを迎えずに増加していき造影効果も弱いもの，とが存在した．それぞれを type A，B，C，とした (図 2a～c).

また，T1 強調像で信号強度が正常でありながら，dynamic MRI では低信号域と同じ time-SIR curve を示す部位が存在し，単純 MRI 像では把握され得ない病態を示していた．

以下，代表的な症例を呈示する．

症例 2：48 歳，男性．Kienböck 病 (stage ⅢA)．T1 強調像における月状骨の信号強度は，内部均一な低信号であった．Dynamic MRI での time-SIR curve は，緩やかに立ち上がったままピークを迎えずに増加していく type C であった (図 3)．橈骨短縮骨切り術を行い，経過観察中である．

症例 7：38 歳，女性．SLE に対しステロイドを内服中である．T1 強調像にて舟状骨近位部に低信号域を認めた．Dynamic MRI を施行したところ，同部は急峻な立ち上がりの後も漸増していく type B であった (図 4).

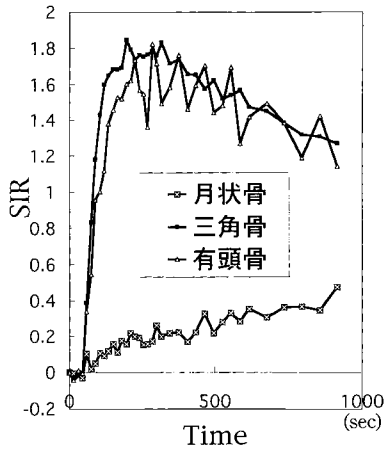


図3　症例 2
三角骨，有頭骨は正常パターン，
月状骨が type C の curve を示す．

症例 9：20 歳，男性．舟状骨偽関節．交通事故にて受傷し，近医を受診したが診断されず，受傷後 4 ヵ月を経て当科紹介された．T1 強調像では近位骨片が等信号，遠位骨片が低信号を示した．Dynamic MRI では近位，遠位骨片とも造影効果が強く，それぞれ type A であった (図 5).

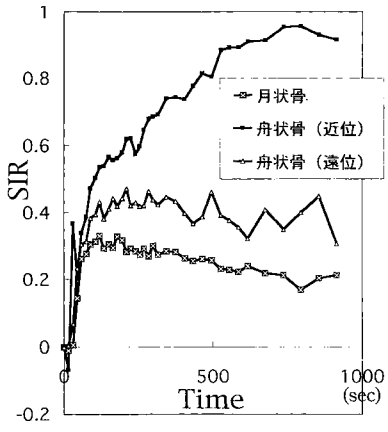


図4 症例 7
舟状骨遠位部，月状骨は正常パターン，舟状骨近位部が type B の curve を示す．

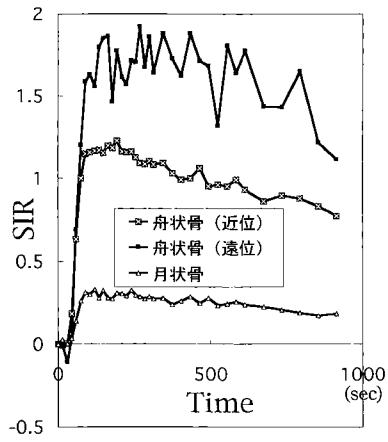


図5 症例 9
近位，遠位骨片とも type A の curve を示す．

表2 症例別 MRI 所見一覧

	年齢	性別	疾患名	T1 強調像所見	dynamic MRI 所見
症例 1	30	男	Kienböck 病（ⅢB）	内部不均一な低信号	Type A
症例 2	48	男	Kienböck 病（ⅢA）	内部均一な低信号	Type C
症例 3	17	女	Kienböck 病（ⅢA）	内部均一な低信号	Type A
症例 4	17	女	Kienböck 病（ⅢB）	月状骨橈側が低信号	Type A
症例 5	26	女	月状骨無腐性壊死	内部不均一な低信号	Type C
症例 6	37	女	三角骨無腐性壊死	三角骨中央に低信号域	Type B
症例 7	38	女	舟状骨無腐性壊死	舟状骨近位部に低信号域	Type B
症例 8	36	女	舟状骨無腐性壊死	遠位部に低信号域，近位部は等信号	遠位部：Type A，近位部：Type C
症例 9	20	男	舟状骨偽関節	遠位骨片は低信号，近位骨片は等信号	遠位，近位骨片とも Type A
症例 10	21	男	舟状骨偽関節	近位骨片が低信号，遠位骨片は等信号	近位骨片：Type C，遠位骨片：Type A

考　　察

T1 強調像での低信号とは，脂肪含有量の低下を反映している．そのため病理組織学的にはさまざまな状態が存在すると考えられる．MR 画像と組織像の比較検討は，大腿骨頭壊死症において行われてきたが，筒井ら[4]は T1 強調像における低信号域は，骨髄腔が肉芽組織や添加骨形成で肥厚した骨梁で満たされた部位や，脂肪組織に線維化や充血をきたしている部位に一致していたと述べている．また，高岡ら[3]は T1 強調像で低信号域を示す壊死性変化も，病期により組織像が異なってくることを報告した．

Schmiedl ら[2]によれば，正常組織における dynamic MRI の示す time-SIR curve は，急峻な立ち上がりが血液の供給を，それに続く緩やかな SI の減少は血液の組織外への流出を反映するとされている．Cova ら[1]はイヌを用いた大腿骨頭壊死モデルに dynamic MRI による骨髄内血流の評価を行っており，dynamic MRI での time-SIR curve と，放射性同位元素を使った骨髄内血流の測定結果は非常によく相関していると報告した．

以上を踏まえて，今回我々が dynamic MRI で得た time-SIR curve のパターンを評価すると，type A は骨髄内の血管床の増加，type B は骨髄内への血液の流入に対して流出が遅れている状態，type C は血液の流入が乏しい状態であると推測される．

T1 強調像と dynamic MRI の所見を比較すると（表2），T1 強調像で低信号を示しても，dynamic MRI では異なる 3 つの time-SIR curve のパターン type A，B，

C が存在し，さまざまな血流動態の存在することが示唆された．また，T1 強調像で低信号を示しても，dynamic MRI では症例 2, 5 を除く 10 例中 8 例に造影効果の増強（type A もしくは B）を認め，血液の流入は保たれていると考えられた．

舟状骨疾患の 4 症例では，T1 強調像で等信号を示す部位と低信号を示す部位の両者に ROI を設定したところ，症例 8，9，10 の 3 症例では，等信号を示す部位でも dynamic MRI では造影効果の増強（type A）を認め，T1 強調像では把握され得ない病態のあることが示唆された．

ま　と　め

手根骨に対し dynamic MRI を施行した．

1．正常例では一定した造影効果が得られた．

2．疾患を有する手根骨の造影効果には異なる 3 つのタイプが存在し，T1 強調像の示す信号強度との相関性は認めなかった．

文　献

1) Cova M, Kang YS, Tsukamoto H, et al.：Bone marrow perfusion evaluated with gadolinium-enhanced dynamic fast MR imaging in a dog model. Radiology, 179：535-539, 1991.

2) Schmiedl U, Moseley ME, Ogan MD, et al.：Comparison of initial biodistribution patterns of Gd-DTPA and albumin-(Gd-DTPA) using rapid spin echo MR imaging. J Comput Assist Tomogr, 11：306-313, 1987.

3) 高岡邦夫，菅野伸彦，中村宣雄　ほか：MRI にて帯状低信号領域を呈する大腿骨頭壊死症の組織学的検討．厚生省特定疾患　特発性大腿骨頭壊死症調査研究班平成 4 年度研究報告書：71，1993.

4) 筒井秀樹，佛淵孝夫，杉岡洋一　ほか：特発性大腿骨頭壊死症の MR 画像と組織像の比較検討．Hip Joint, 18：182-186, 1992.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　550-553，2003

Δ hand CTを用いた舟状骨humpbackおよび月状骨，舟状骨の位置関係の計測

三豊総合病院整形外科

阿達啓介・遠藤　哲
長町顕弘

徳島大学医学部整形外科学教室

安井夏生

町立上那賀病院整形外科

高井宏明

Measurement of the Scaphoid Hump and the Relationship between Scaphoid and Lunate by Δ Hand CT

Keisuke Adachi, Toru Endo, Akihiro Nagamachi

Department of Orthopedic Surgery, Mitoyo General Hospital

Natsuo Yasui

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, The University of Tokushima

Hiroaki Takai

Department of Orthopedic Surgery, Kaminaka Town Hospital

We measured normal scaphoid humps and the relationship between the scaphoid and the lunate in normal hands using a new method of longitudinal computed tomography of the scaphoid（Δ hand CT）. Thirteen normal scaphoids were measured. A target sign indicating the accurate longitudinal scan of the scaphoid was obtained for each scaphoid on Δ hand CT without any position adjustment after scouting. Scaphoid humps were assessed by two techniques；dorsal cortical angle, and height to length ratio. Data were expressed as mean±standard deviation. Dorsal cortical angle was 140.3±7.1°, scaphoid length and height were 26.0±2.1 mm, and 13.6±1.3 mm, respectively, and the height to length ratio was calculated as 0.52±0.04. The relationship between the scaphoid and the lunate was also measured by two techniques；proximal scaphoid lunate angle（65.7±8.5°）, and distal scaphoid lunate angle（26.0±10.6°）.

A smaller degree of standard deviation was shown using Δ hand CT for the various measurements than in previous reports. Thus, we judged the Δ hand CT technique to be a highly reproducible and accurate method for taking longitudinal sections of the scaphoid.

緒　　言

我々は簡便に両側同時に手舟状骨長軸CT像を得る新たな撮影方法（Δ hand CT）を考案し舟状骨骨折の診断や骨癒合の評価に用い有用であることを昨年の本学会で報告した[1]．今回，Δ hand CTを用いた正常舟状骨humpbackの計測，および単純X線検査におけるscapho-lunate angleに変わりうる月状骨，舟状骨の

Key words：longitudinal computed tomography（長軸CT像），scaphoid（舟状骨），humpback（背側凸）

Address for reprints：Keisuke Adachi, Department of Orthopedic Surgery, Mitoyo General Hospital, 708 Himehama, Toyohama-cho Mitoyo-gun, Kagawa 769-1601, Japan.

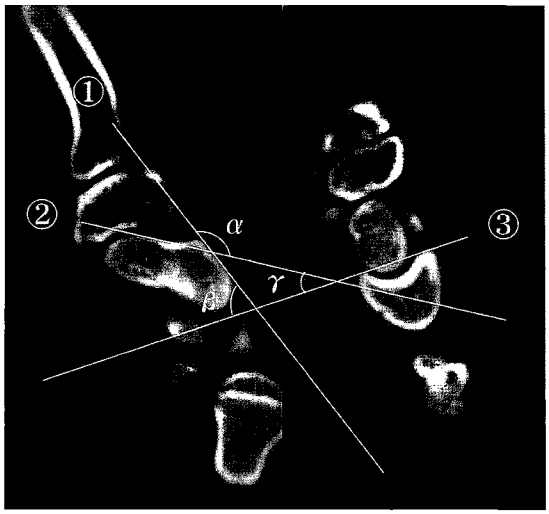


図1 Dorsal cortical angle (DCA), proximal scaphoid lunate angle (PSLA) と distal scaphoid lunate angle (DSLA) の計測方法
①：舟状骨近位部背側皮質の接線.
②：舟状骨遠位部背側皮質の接線.
③：月状骨遠位関節面.
①と②のなす角 α を dorsal cortical angle (DCA), ①と③のなす角 β を proximal scaphoid lunate angle (PSLA), ②と③のなす角 γ を distal scaphoid lunate angle (DSLA) とした.

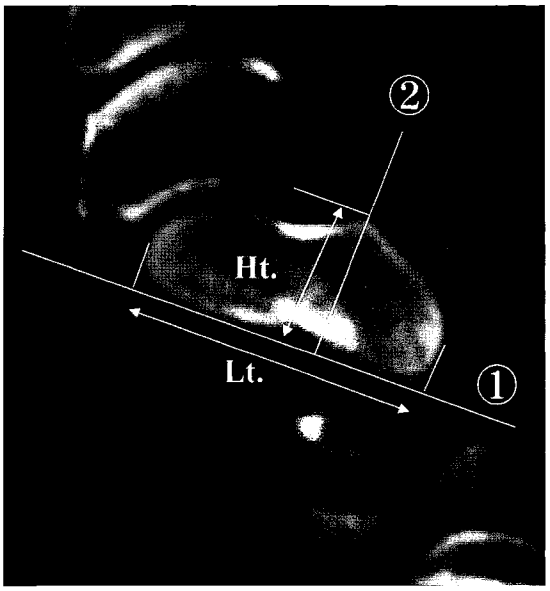


図2 Height to length ratio (Ht/Lt ratio) の計測方法
①：舟状骨掌側皮質の接線.
②：①に対する垂線.

位置関係につき計測したので報告する.

対象と方法

対象は舟状骨骨折を疑いΔ hand CT を行った症例の健側手舟状骨 13 例 13 手を対象とした. 性別は男性 12 例, 女性 1 例であった. 年齢は 12～68 歳で平均 27.1 歳であった.

我々が考案したΔ hand CT とは母指を橈側外転し両側の母指, 示指の指尖部をそれぞれ合わせ正三角形をつくる. これを頭上正中線上へ挙上し腹臥位となり CT を撮影する方法である[1].

この肢位を保持しガントリーを傾けずスライス幅 2 mm, 送り 2 mm で撮影すると 7～8 スライスの舟状骨長軸断像が得られる.

これらにつき以下の 3 項目につき検討した.

1) Δ hand CT の正確性：正確な舟状骨長軸断像が撮影されたときに描出される target sign[3]が, scout view の撮影後に肢位の微調整を行うことなく 1 度の撮影で得られるか.

2) 舟状骨 humpback の計測：Δ hand CT で得られた舟状骨断層のうち中央部のスライスを用い Bain の報告[4]に準じ dorsal cortical angle (DCA) (図 1) を計測した. また舟状骨高 (Ht), 舟状骨長 (Lt) を計測し height to length ratio (Ht/Lt ratio) (図 2) を算出した.

3) 舟状骨と月状骨の位置関係の計測：Δ hand CT で得られた舟状骨断像のうち月状骨遠位関節面の掌側, 背側関節縁が最も明瞭に描出されるスライスを選びこの 2 点を結ぶ線を遠位月状骨関節面とした. さらに DCA の計測の際, 使用した舟状骨近位背側骨皮質の接線と月状骨関節面とのなす角を proximal scaphoid lunate angle (PSLA) として計測した. また舟状骨遠位背側骨皮質の接線と月状骨関節面とのなす角を distal scaphoid lunate angle (DSLA) として計測した (図 1).

計測結果は平均±標準偏差で示した.

結　果

1. Δ hand CT の正確性

13 回のΔ hand CT 全例で scout view の撮影後に肢位の微調整を行うことなく舟状骨の target sign が得られた.

表1 Δ hand CT vs. Bain et al.

	Δ hand CT	Bain et al.
DCA	140.3±7.1°	139±25°
Ht	13.6±1.3 mm	13.6±1.7 mm
Lt	26.0±2.1 mm	22.5±2.9 mm

2．舟状骨 humpback の計測

DCA は 140.3±7.1°であった．舟状骨長は 26.0±2.1 mm，舟状骨高は 13.6±1.3 mm であった．これらより算出された Ht/Lt ratio は 0.52±0.04 であった．

3．舟状骨と月状骨の位置関係の計測

PSLA は 65.7±8.5°また DSLA は 26.0±10.6°であった．

考　　察

手舟状骨は 3 次元的に複雑な形態をしていること，舟状骨長軸が環状面，矢状面とも一致しないこともあり単純 X 線検査では骨折の診断，骨癒合の判定や humpback 変形の判定が困難な場合もある．しかし近年では，舟状骨 CT 長軸断像を利用しこれら舟状骨骨折の詳細な把握が可能であるとの報告もみられる[1)~6)]．舟状骨 CT 長軸像の撮影方法は Bain ら[3)]，Sanders[6)]また本邦では綾部ら[2)]の報告がある．しかし Sanders，綾部らの報告では正確に舟状骨長軸断像が得られたか否かは検証されておらず舟状骨長軸 CT 断像を定性的な評価に利用するにとどまっていた．このためこれらの方法と Δ hand CT を長軸断像の再現性，正確性につき比較することはできなかった．一方，Bain らは独自の撮影方法で得られた舟状骨長軸 CT 像を用い舟状骨長，舟状骨高また DCA を計測し舟状骨長軸 CT 断像を定量的な評価に初めて用いた[4)]．Δ hand CT により得られた計測値を彼らの報告と比較してみた（表 1）．まず舟状骨高は平均，標準偏差とも我々の計測値は Bain らのものとほぼ同様の結果であった．しかし舟状骨長は Δ hand CT では 26.0±2.1 mm に対し Bain らは 22.5±2.9 mm と報告し，我々の計測が Bain らの報告より平均で 3 mm あまり長いものとなった．通常，舟状骨骨折に対する内固定材の選択を行う場合 22～24 mm を選択する場合が多いと思われる．ところが Bain らの報告からするとかなりの症例で screw が舟状骨を穿破することになり，彼らの報告した舟状骨長は日常臨床経験からは受け入れ難い数値ではないだろうか．この原因として Bain らの方法では CT を撮影した際の基準線が舟状骨の真の長軸と一致していないため本来の長軸長が計測されておらず，実際の舟状骨長よりも短く評価されたためと推測される．さらに舟状骨長軸断像が正確に得られたか否かの評価に Bainらの提唱した target sign を用いると Δ hand CT では 13 回全例の撮影で scout view の撮影後，検査肢位の微調整を行う必要もなく target sign が得られている．これらからするとΔ hand CT の基準線，すなわち“両側母指を結ぶ線”は Bain らの方法よりより忠実に舟状骨長軸を反映していると考えてよいであろう．

さらに舟状骨長，DCA の計測においてΔ hand CT では Bain らの方法に比べ標準偏差が非常に小さくなった．Bain らの方法では体表面に確認できない基準線，第 1 中手骨の長軸を舟状骨の長軸として CT を撮影したのに対し，本法では体表面に視認できる“両側母指を結ぶ線”を基準線としたため検者による差もなくなり容易に高い再現性が得られたものと考えられる．Δ hand CT は Bain らの方法と比べより正確に舟状骨の長軸に沿った CT 断像が得られる方法であると考えられる．

従来，舟状骨長軸 CT 断像はもっぱら骨折あるいは骨癒合の定性的な診断にしか利用されていなかった．これは正確な長軸断像を得ることが容易ではなかったことがその理由の 1 つにあげられる．しかし確実な長軸断像が容易に得られるようになればその利用範囲は格段に拡大する．我々の考案したΔ hand CT はこれまでに報告された方法に比べるとより正確，容易に舟状骨長軸断像が得られることがわかった．今後，舟状骨骨折における変形評価や月状骨と舟状骨の位置関係の評価に寄与することができると考えられる．

結　　語

Δ hand CT を用い正常手舟状骨 humpback および舟状骨月状骨の位置関係を計測した．従来の方法に比べより正確，簡便に舟状骨長軸 CT 断像が得られた．

文　　献

1) 阿達啓介，安井夏生，高井宏明：手舟状骨骨折における長軸 CT 像の有用性―新たな撮影方法（Δ hand CT）の試み―．日手会誌，19：41-45，2002.
2) 綾部敬生，伊藤恵康，鵜飼康二　ほか：手関節における CT 冠状・矢状断撮影．整形外科，49：1296-1299，1998.
3) Bain GI, Bennett JD, Richards RS, et al.：Longitudinal com-

puted tomography of the scaphoid：a new technique. Skeletal Radiol, 24：271–273, 1995.
4) Bain GI：Clinical utilization of computed tomography of the scaphoid. Hand Surg, 4：3–9, 1999.
5) 松下和彦，別府諸兄，石井庄次　ほか：長軸 CT 像による手舟状骨骨折の検討．日手会誌，16：55–60，1999.
6) Sanders WE：Evaluation of the humpback scaphoid by computed tomography in the longitudinal axial plane of the scaphoid. J Hand Surg, 13-A：182–187, 1988.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　554-559，2003

上腕骨外上顆炎の超音波診断

大分県済生会日田病院整形外科

西　岡　英　次

聖マリア病院整形外科

吉　田　健　治

Ultrasound Examination in Lateral Epicondylitis of the Humerus

Eiji Nishioka

Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Hita Hospital

Kenji Yoshida

Department of Orthopaedic Surgery, St. Maria Hospital

Ultrasound examination was performed with 7.5-10 MHz transducer on 19 patients with lateral epicondylitis of the humerus. There were 10 males and 9 females. Their age ranged from 40 to 66 years with a mean age of 49.4 years. The period of suffering ranged from 1 month to 3 years with a mean duration of 6.7 months. Ten asymptomatic volunteers where also studied for comparison. Ultrasound examination included longitudinal scan of the ECRB and EDC, and transverse scan of the lateral epicondyle of the humerus. The insertion point of the ECRB and EDC were swollen with a thickened extensor tendon. The longitudinal and transverse scan of the ECRB and EDC showed enthesopathy with hypoechoic thickened extensor tendon including hyperechoic degenerated change on patients with chronic lateral epicondylitis of the humerus. Ultrasonography seems to be useful for the evaluation of the degree of degeneration at the extensor tendon insertion and preoperative planning.

はじめに

上腕骨外上顆炎の診断は臨床的所見により比較的容易である．しかしその画像診断は単純 X 線写真では困難である．今回我々は，超音波検査が上腕骨外上顆炎の画像診断として有用であるかどうかについて検討した．

対象および方法

対象は 19 症例 19 肘関節で，男性 10 例，女性 9 例であった．年齢は 40～66 歳，平均 49.4 歳であった．罹病期間は 1 ヵ月～3 年，平均 6.7 ヵ月であった．正常例（10 例，20 肘関節）についても検討した．

超音波装置は 7.5～10 MHz のプローブを使用した．超音波のプローブを外側上顆を通る EDC（総指伸筋），ECRB（短橈側手根伸筋）の筋線維に沿って置き，長軸像とし，さらに外側上顆上を通る短軸像についても検討した（Fig. 1）．基本画像を確認するために，解剖屍体の肘部の ECRL，ECRB，EDC の走行（Fig. 2a）および橈骨頭，上腕骨との位置関係を確認した．解剖屍体の EDC を腱付着部まで縦切した場合，上腕骨小頭と橈骨は一直線上にみられ（Fig. 2b），EDC の長軸の基本画像では上腕骨小頭と橈骨軸がみられるはずである．ECRB を腱付着部まで縦切した場合，上腕骨小頭と橈骨頭の一部が確認でき（Fig. 2c），ECRB の長軸の基本画像では上腕骨小頭と橈骨頭の一部がみられる

Key words：ultrasound examination（超音波検査），lateral epicondylitis of the humerus（上腕骨外上顆炎），extensor digitorum communis（総指伸筋），extensor carpi radialis brevis（短橈側手根伸筋）

Address for reprints：Eiji Nishioka, Department of Orthopaedic Surgery, Saiseikai Hita Hospital, 643-7 Miwa, Hita-shi, Oita 877-1292, Japan.

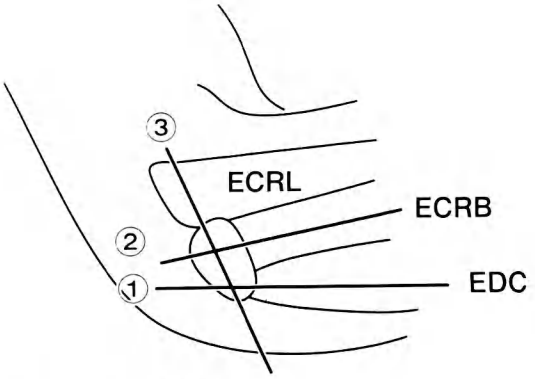


Fig. 1　プローブの走査方向
①プローブを外側上顆を通る EDC 上に置き，長軸像とする．
②プローブを外側上顆を通る ECRB 上に置き，長軸像とする．
③プローブを EDC，ECRB の付着部の外側上顆上に置き，短軸像とする．

はずである．

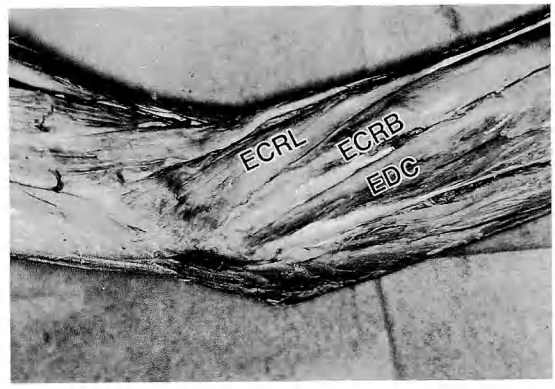
結　　果

正常例の超音波画像では，EDC 上の長軸像では外側上顆上の腱付着部はやや低エコー像を呈しており，なめらかであり，橈骨の長軸が確認できる（Fig. 3a）．ECRB 上の長軸像でも腱付着部はやや低エコー像を呈しており，橈骨頭も確認できる（Fig. 3b）．外側上顆上を通る短軸像は腱付着部は明瞭でない（Fig. 3c）．

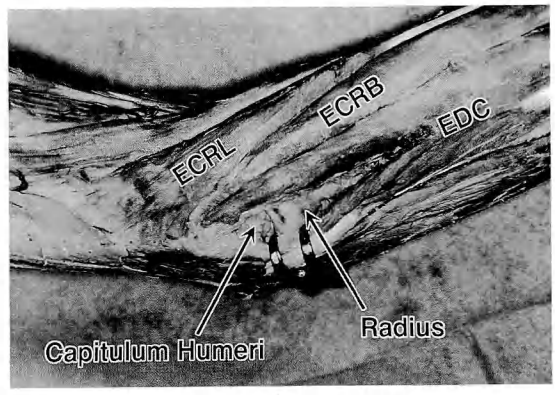
上腕骨外上顆炎の超音波画像を，症状が 6 ヵ月以上続く症例と，それ以下の症例に分けて検討した．症状が 6 ヵ月以下のものは 13 症例で，そのうち EDC 付着部の腫脹像がみられのは 6/13（46%），ECRB 付着部の腫脹像は 4/13（31%）であった（Fig. 4）．症状が 6 ヵ月以上続いたのは 6 症例で，EDC 付着部の腫脹像がみられたのは 5/6（83%），ECRB 付着部の腫脹像が 4/6（67%）であった．2 年以上の罹病期間の 2 例はいずれも腱付着部が低エコー像を呈しており，その内部は高エコー像を呈していた．この 2 年以上罹病 1 例は MRI でも T2 強調像で high intensity を認めた（Fig. 5）．

考　　察

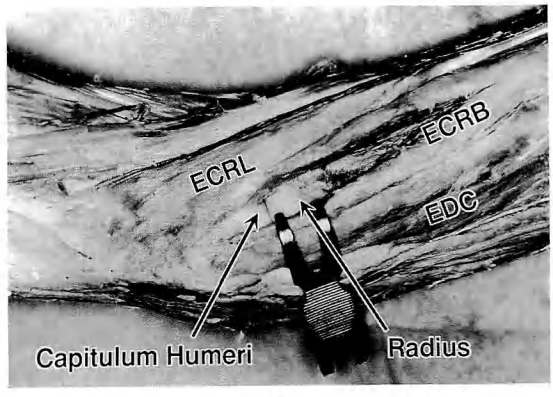
上腕骨外上顆炎の病態は，Nirschl ら[5]による腱の付着部炎，輪状靱帯病変[2]，橈骨神経知覚枝病変[7]などが報告されている．その画像診断に，単純 X 線写真では



a



b



c

Fig. 2　解剖屍体所見（右肘）
a：ECRL，ECRB，EDC の走行を示す．ECRL は上腕骨外側縁および外側上顆の一部より起こり，起始部は広がっている．ECRB，EDC は外側上顆より起こり，ECRB の走行は前腕軸と 10° 程度の傾斜角を呈する．
b：EDC を腱付着部まで縦切した場合，上腕骨小頭と橈骨は一直線上にみえる．
c：ECRB を腱付着部まで縦切すると，上腕骨小頭と橈骨頭の一部が確認できる．

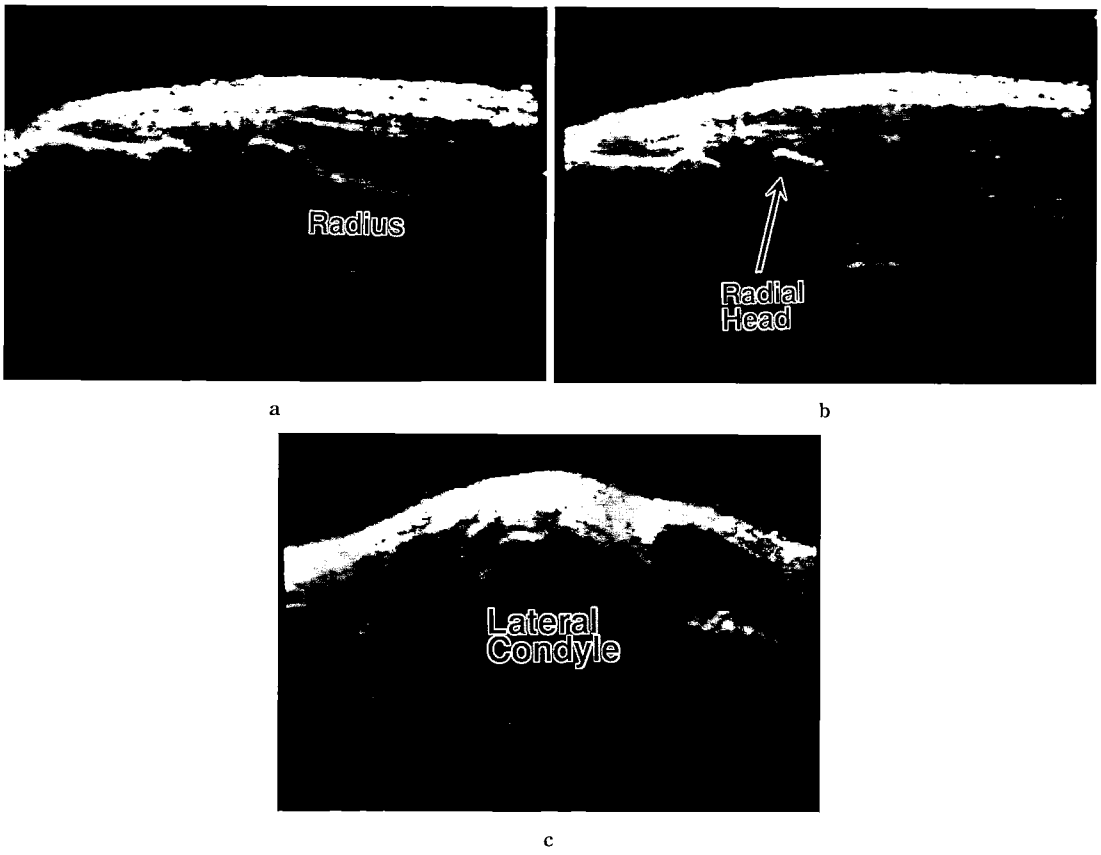


Fig. 3 正常例の超音波像（右肘）
a：EDC の長軸像．正常例の超音波画像であるが，EDC 上の長軸像では外側上顆上の腱付着部はやや低エコー像を呈しており，なめらかであり，橈骨の長軸が確認できる．
b：ECRB の長軸像．ECRB 上の長軸像でも腱付着部はやや低エコー像を呈しており，橈骨頭も確認できる．
c：外側上顆上を通る短軸像．腱付着部の描出ははっきりしない．

困難なことが多く，最近多くの MRI 検索の報告がある．青木ら[1]は 6 ヵ月以上保存療法に抵抗した上腕骨外上顆炎について報告し，ECRB，EDC 起始部が T2 で高信号を示し，全例で関節液の貯留がみられたと報告している．Martin ら[4]は MRI で腱の肥厚を伴う T1，T2 変化を，川村ら[3]は手術を行った全例に T1 iso，T2 iso-high の信号変化を示し，手術所見で正常に比べて ECRB の肥厚がみられたと報告している．我々が行った今回の超音波検査でも ECRB，EDC 腱の肥厚像がみられ，これらの MRI の報告と一致する．

また，Pfahler ら[6]は，fibrous な変化や微小断裂が T1，T2 でみられ，腱の変性を示すとしている．我々が以前に行った難治性の上腕骨外上顆炎の手術例で，ECRB，EDC 腱付着部は腫脹しており，腱部は fibroblastic な組織像を呈していた．今回罹病期間が 2 年以上のいわゆる難治性の上腕骨外上顆炎の超音波像では，腱の腫脹が低エコー像としてみられ，腱自体の変性変化は腱の高エコー像としてみられたのではないかと考えられた．このことは enthesopathy の所見と思われ，手術適応の決定などに応用される可能性が示唆された．

ま と め

1．上腕骨外上顆炎の超音波像では，EDC，ECRB の腱付着部の肥厚像がみられた．
2．難治性の上腕骨外上顆炎の超音波像は特徴的であ

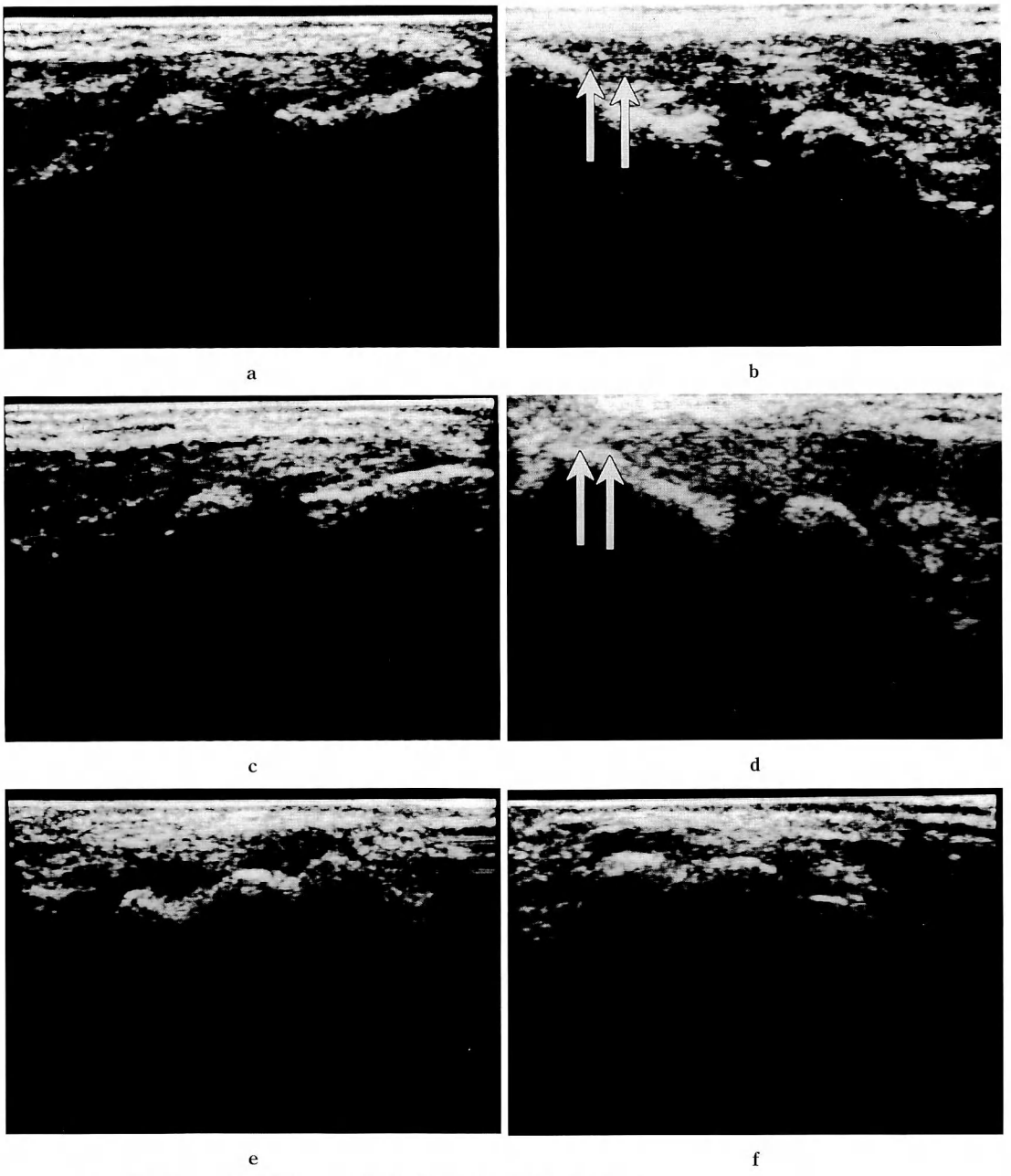


Fig. 4　53 歳，男性，会社員，右上腕骨外上顆炎，罹病期間 3 ヵ月
a：EDC に沿った長軸像（健側）．
b：EDC に沿った長軸像（患側）．EDC 腱付着部が健側に比べ腫脹している．
c：ECRB に沿った長軸像（健側）．
d：ECRB に沿った長軸像（患側）．ECRB 腱付着部が EDC 腱付着部と同様に腫脹している．
e：外上顆上の短軸像（健側）．
f：外上顆上の短軸像（患側）．腱付着部ははっきりと描出できなかった．

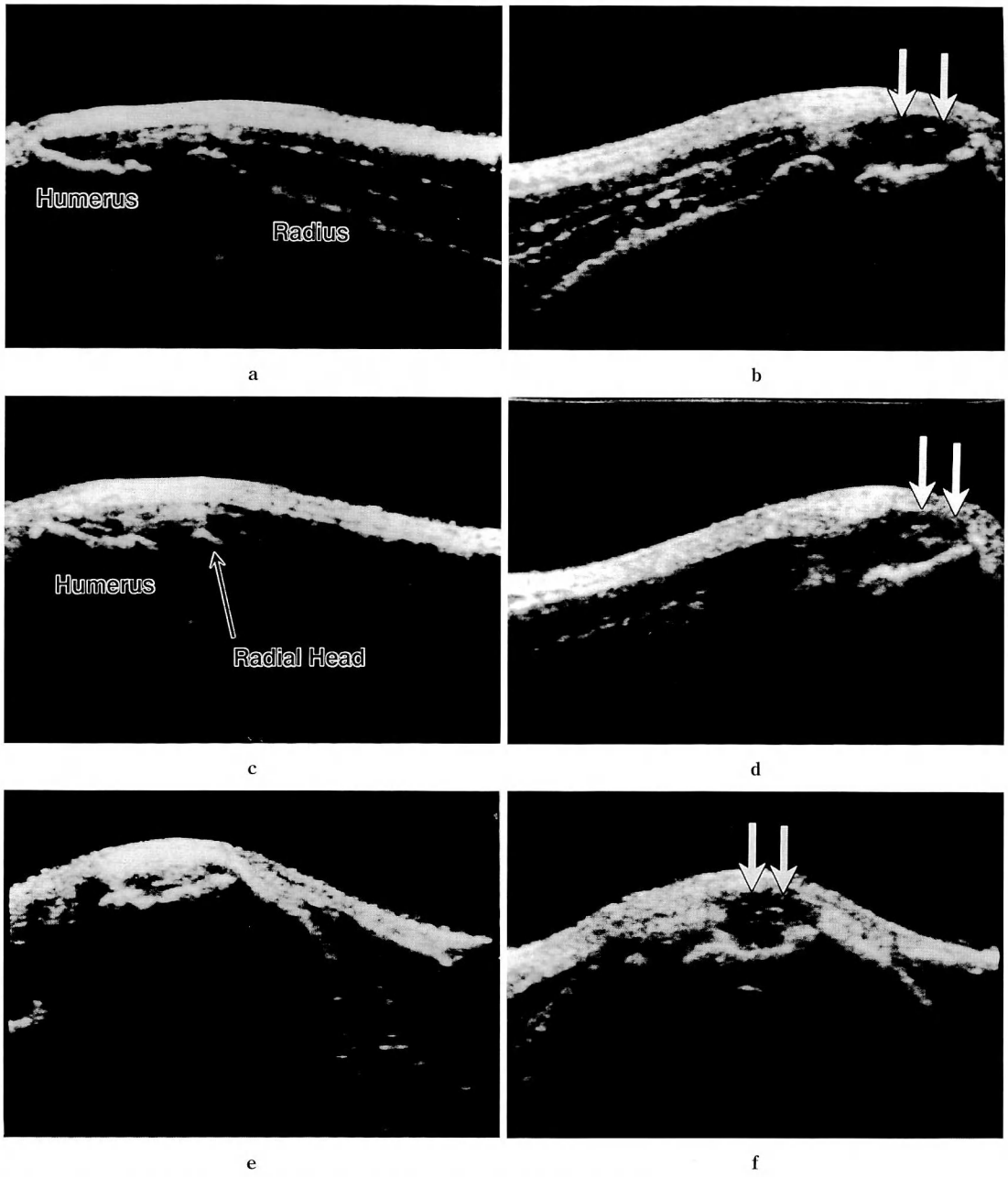


Fig. 5 45 歳，女性，部品の組み立て業，左上腕骨外上顆炎，罹病期間 3 年
a：EDC に沿った長軸像（健側）．
b：EDC に沿った長軸像（患側）．EDC 腱付着部が低エコー像を呈しており，その内部が高エコー像を呈している．
c：ECRB に沿った長軸像（健側）．
d：ECRB に沿った長軸像（患側）．ECRB 腱付着部が EDC 腱付着部と同様に低エコー像を呈しており，その内部が高エコー像を呈している．
e：外上顆上の短軸像（健側）．
f：外上顆上の短軸像（患側）．腱付着部の高エコー像とその周囲の低エコー像がみられる．

り，手術適応の決定などに応用される可能性が示唆される．

文　献

1) 青木光広，和田卓郎，塚原智英　ほか：難治性テニス肘のMRI所見．日肘会誌，7：151-152，2000.
2) Bosworth DM：Surgical treatment of tennis elbow. A follow-up study. J Bone Joint Surg, 47-A：1533-1536, 1965.
3) 川村澄人，高橋洋行，下出和美　ほか：上腕骨外上顆炎におけるMRI所見．苫市病，13：33-36，1999.
4) Martin CE, Schweiser ME：MR imaging of epicondylitis. Skeletral Radiol, 27：133-138, 1998.
5) Nirschl PP, Pettrone FA：Tennis elbow：The surgical treatment of lateral humeral epicondylitis. J Bone Joint Surg, 61-A：832-838, 1979.
6) Pfahler M, Jessel C, Steinborn M, et al.：Magnetic resonance imaging in lateral epicondylitis of the elbow. Acta Orthop Trauma Surg, 118：121-125, 1998.
7) Roles NC：Radial tunnel syndrome. Resistant tennis elbow as a nerve entrapment. J Bone Joint Surg, 54-B：499-508, 1972.

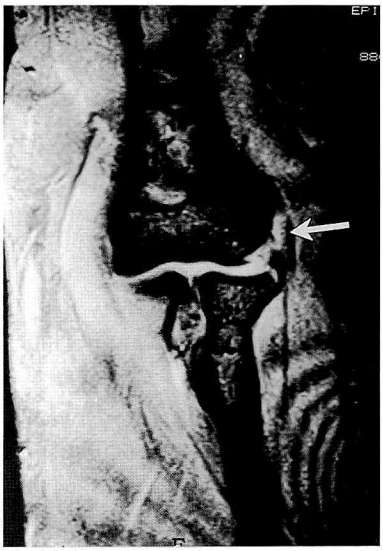


Fig. 5　g：MRIのT2強調像で腱付着部のhigh intensityを認める．

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第 20 巻　第 5 号　560-563，2003

麻　痺

頚髄症による上肢機能障害に対する再建法の検討

高知医科大学整形外科学教室

野口政隆・谷脇祥通
坪屋英志・谷　俊一
山本博司

Reconstruction of Upper Extremity Function in Cervical Myelopathy

Masataka Noguchi, Yoshimichi Taniwaki, Hideshi Tsuboya
Toshikazu Tani, Hiroshi Yamamoto

Department of Orthopaedic Surgery, Kochi Medical School

Purpose：In upper extremity paralysis due to compression of the cervical cord, surgical decompression of the cervical cord is generally performed. However, there are some cases treated by cervical decompression that do not show useful recovery of upper extremity function in ADL. We performed positive reconstructive surgery of the upper extremity in such cases and report the outcomes here.

Patients and Methods：Outcomes of three cases are presented. There was one female and two males. All cases showed cervical spondylotic amyotrophy. The average patient age was 53 (48-61) years. The interval from onset of upper extremity dysfunction until cervical decompression was three to 26 months. The interval between cervical decompression and reconstructive surgery on the upper extremity was two to 16 months. The finger extension function was reconstructed by modified Riordan's method in two cases and elbow flexion was reconstructed by modified Steindler's method in one case.

Results：Follow-up after reconstructive surgery on the upper extremity ranged from 31 to 52 months. Effective muscle strength was obtained and function of the upper extremity in ADL was improved in all cases. One patient who underwent reconstruction of finger extension had shown weakness of intrinsic muscles preoperatively, but there was improvement of intrinsic muscle function postoperatively. The patient who underwent reconstruction of elbow flexion showed improvement of muscle strength and ROM over time.

Conclusion：There are some cases undergoing surgical decompression of the cervical cord who do not show adequate functional recovery of upper extremity due to paralysis. When poor functional recovery of the upper extremity is anticipated based on preoperative MMT and EMG findings, we recommend early surgical reconstruction of the upper extremity to shorten the patient's disability period.

はじめに

圧迫性の頚髄病変に起因する上肢の麻痺性機能障害に対しては，まず頚髄に対する除圧手術が行われるが，十分な麻痺の回復が得られず，ADL 上有用な上肢機能が得られない例がみられる．我々はこのような症例に対して積極的に機能再建術を行ってきたので，検討を加え報告する．

対象および方法

対象とした症例は男性 2 例，女性 1 例である．手術時年齢は 48～61 歳，平均 53 歳であった．疾患は 3 例とも上肢の運動麻痺を主症状とする cervical spondylotic amyotrophy であった．上肢機能障害発生から頚椎除圧手術までの期間は 2 例が 3 ヵ月，1 例が 2 年 2 ヵ月であった．Cervical spondylotic amyotrophy の原因と

Key words：cervical myelopathy（頚髄症），upper extremity（上肢），paralysis（麻痺），reconstruction（再建）
Address for reprints：Masataka Noguchi, MD, Department of Orthopaedic Surgery, Kochi Medical School, Kohasu, Oko-cho, Nankoku-shi, Kochi 783-8505, Japan.

表1　症例摘要

症例	年齢	性別	原因疾患	障害レベル	頚椎手術方法	頚椎手術後機能再建までの期間	機能再建前筋力（MMT）	再建機能	再建方法	再建術後経過期間	障害筋筋力の推移	再建前JOA score（上肢機能，満点30）	再建後JOA score
1	50	女	Cervical disc herniation	C7, 8（右側）	C6/7 前方除圧固定	1年4ヵ月	Triceps：3 ECR：4 EDC：2 EPL：3 FCR：4 Interossei：2	指伸展機能	Riordan 変法 FCR→EDC, EDM	4年4ヵ月	Triceps：4 EDC：4 Interossei：4	22	26
2	61	男	Cervical spondylosis	C5, 6（両側）	C3/4, 4/5, 5/6, 6/7 前方除圧固定	2ヵ月	Deltoid：右2, 左1 Biceps：右2, 左1	右肘屈曲機能	Steindler 変法	3年	Deltoid：右3, 左2 Elbow flexor：右4, 左2	20	22
3	48	男	Cervical OPLL	C7, 8（両側）	C1 椎弓切除 C2-7 椎弓形成	3.5ヵ月	Triceps：右3, 左3 ECR：右4, 左4 EDC：右2, 左3 APL：右1, 左3 EPL：右1, 左3 FCR：右4, 左5 Interossei：右3, 左4	右指伸展機能	Riordan 変法 FCR→EDC PL→EPL APL tenodesis	2年7ヵ月	Triceps：右4, 左4 EDC：右5, 左4 Interossei：右3, 左4	17	27

なった疾患は右側の C7，8 障害を呈した cervical disc herniation が 1 例，両側の C5，6 障害を呈した cervical spondylosis が 1 例，両側の C7，8 障害を呈した cervical OPLL が 1 例であった．これらに対する手術として，cervical disc herniation の症例に対しては C6/7 単椎間の除圧固定が行われ，spondylosis の症例に対しては，C3/4，4/5，5/6，6/7 の multilevel の前方除圧固定が行われていた．また OPLL の症例では C1 椎弓切除と C2～7 までの椎弓形成術による後方除圧固定が行われていた．上肢機能再建を行うにあたっては，利き手側もしくは，より機能障害の強い側のみとした．また cervical spondylosis の症例では頚椎除圧後に C5 障害が増悪し，再除圧手術が行われたが，改善がみられていなかった．いずれの症例も筋電図にて麻痺筋から広範に denervation を認めていた．再建した機能は，指伸展機能が 2 症例，肘屈曲機能が 1 症例であった．再建方法は筋力が MMT にて 4 以上の腱を利用して，Riordan 変法による腱移行を行ったのが 2 例，Steindler 変法を行ったのが 1 例であった．これら 3 症例における頚椎除圧手術から上肢機能再建までの期間は，cervical disc herniation の症例では 1 年 4 ヵ月であったが，他の 2 症例では，患者の ADL 障害の期間を短縮するため，2～3.5 ヵ月と短期間であった．これらの症例において特に MMT 3 以下であった障害筋の筋力の推移と，日本整形外科学会頚髄症判定基準（JOA score）の 100 点法における上肢運動機能点数（30 点満点）の推移を検討した．

結　　果

上肢機能再建後の経過期間は 2 年 7 ヵ月～4 年 4 ヵ月，平均 3 年 4 ヵ月である．再建した筋においては全例 MMT にて 4 以上の有効な筋力が得られていた．Cervical disc herniation の症例では再建術前に骨間筋の麻痺も合併しており，これに対しては再建を行っていなかったが，この筋力も有用なレベルまで改善していた．しかし他の 2 症例では再建しなかった筋の筋力は，自然回復が得られたものでも，MMT にて 1 段階程度のわずかな改善にとどまっていた．JOA score については再建前平均 19.7（17～22）点であったものが，再建術後平均 25（22～27）点へと改善していたが，頚椎除圧手術後に C5 障害が増悪した症例では改善の程度が少なかった．これは両側の三角筋と，非再建側の上腕二頭筋に有効な筋力が得られていないためであった（表 1）．

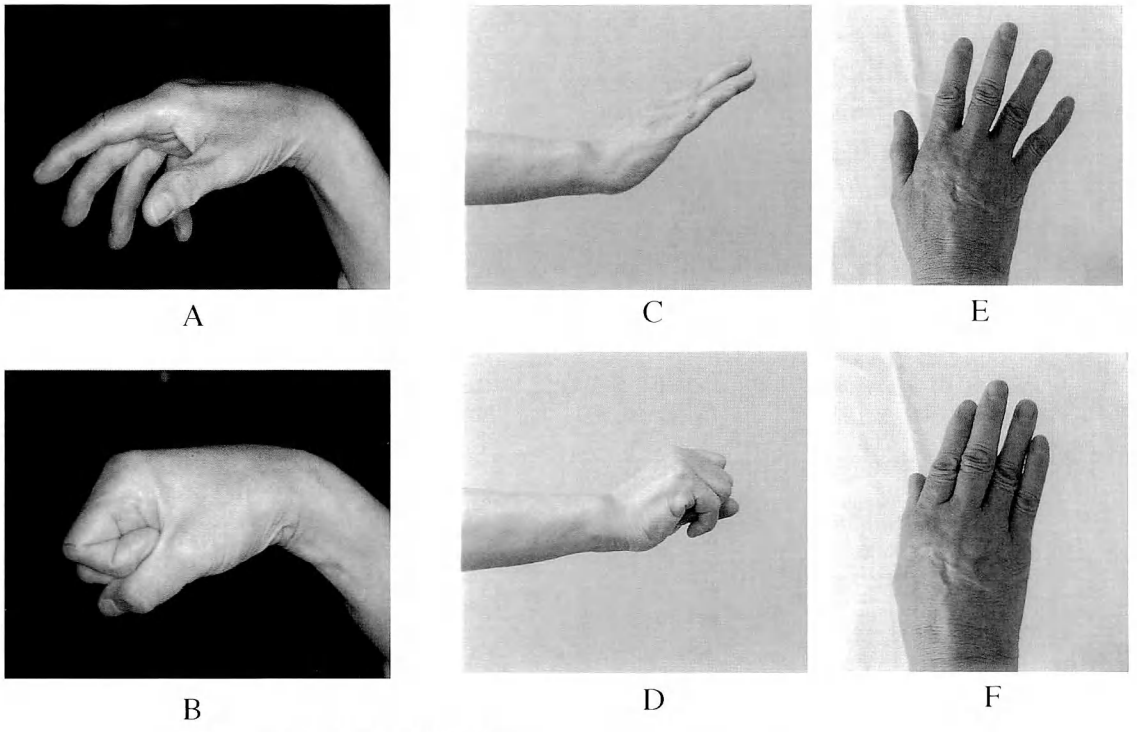


図1　A，B：再建術前．
C，D，E，F：Riordan 変法による再建術後 4 年 4 ヵ月．

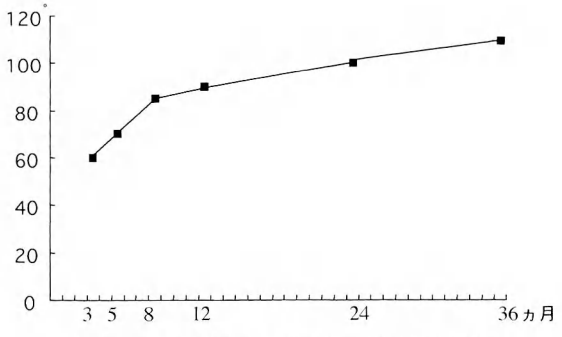


図2　重力に抗しての再建後右肘屈曲可動域

症 例 供 覧

症例 1：50 歳，女性，C6/7 disc herniation の症例である．頚椎の除圧術後 1 年 4 ヵ月にて Riordan 変法により総指伸筋の再建を行った．再建前は総指伸筋，上腕三頭筋，第 1 背側骨間筋から広範囲に脱神経電位が認められ，特に総指伸筋は低電位であった．機能再建後 4 年 4 ヵ月の時点で総指伸筋の筋力は 4 であり，骨間筋筋力も 2 から 4 へと改善しており，良好な手指機能が得られている（図 1）．

症例 2：61 歳，男性，両側の三角筋，上腕二頭筋の筋力低下があり，利き手側である右肘の屈曲機能再建を行った．再建した側は，筋力の増加に伴って重力に抗しての肘屈曲可動域も徐々に改善し（図 2），再建術後 3 年の時点で肘屈曲力は 4 であったが，再建しなかった側の肘屈曲力は 2 であり，有効な筋力が得られていなかった．

考　　察

上肢の運動麻痺を主徴とする頚髄症例の頚椎手術後の麻痺の回復については，一般に良好とされているが，その回復期間に関する報告は少なく，鳥越ら[4]は，Keegan type[3]においては，1〜12 ヵ月の期間を要したと報告している．また頚椎術後には，しばしば麻痺が増悪する例もあり，このような例では，麻痺の回復までに長期間を要したり[5]，筋力が 2 以下のものでは，十分な機能回復が得られないという報告[2]がある．我々は，このような症例においては，患者の ADL 障害の期間

をできるだけ短縮するために，早期の上肢機能再建の適応は十分にあると考えている．Bulkhalter[1]や梁瀬ら[6]は，末梢神経損傷による神経麻痺に対して早期腱移行術を行って良好な成績を報告している．早期腱移行術の利点は，移行腱が神経回復までの間，internal splint としての役割を果たすこと，神経が回復しなかった場合でも機能的役割をすることなどである．移行する力源が機能的損失をきたさないこと，神経が回復した時点で移行腱が障害となったり，変形の原因とならないことなどに注意すれば，積極的に行ってよい方法と思われる．

結　　語

頚髄症による上肢の麻痺性機能障害に対し，筋腱移行による機能再建術を行った．麻痺筋の筋力回復が不良と予想され，移行する筋の筋力が MMT にて 4 以上となれば，積極的に筋腱移行などにより手指，肘機能の再建を行って ADL 機能の改善に努めるべきと思われる．また長期的にも麻痺の改善に伴い ADL 機能のさらなる向上が期待できる．

文　　献

1) Burkhalter WE：Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. Clin Orthop, 104：68-79, 1974.
2) 橋口　彰, 田口敏彦, 金子和生　ほか：頚髄後方除圧後の第5頚神経麻痺の検討．中部整災誌，44：623-624，2001.
3) Keegan JJ：The cause of dissociated motor loss in the upper extremity with cervical spondylosis. J Neurosurg, 23：528-536, 1965.
4) 鳥越保之，小西　均，中原進之介　ほか：上肢近位筋萎縮を主症状とする頚部脊椎症の CT 像と治療成績．中部整災誌，35：1153-1154，1992.
5) Uematsu Y, Tokuhashi Y, Matsuzaki H：Radiculopathy after laminoplasty of the cervical spine. Spine, 23：2057-2062, 1998.
6) 梁瀬義章，石井正治，石田文明　ほか：末梢神経麻痺に対する早期腱移行術．日手会誌，11：490-493，1994.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　564-569，2003

脳血管障害例の手指変形，ボタン穴，白鳥頚変形発生の考察

北条病院

島津　晃

大阪市立大学大学院医学研究科リハビリテーション部

中土　保

大阪市立大学大学院医学研究科整形外科

五谷寛之・米田昌弘

Studies of the Stroke Hand, Flexion Contractures, Swan-neck Deformities, Boutonnière Deformities and Intrinsic Plus Deformities

Akira Shimazu

Hojo Hospital

Tamotsu Nakatsuchi

Division of Rehabilitation Medicine, Osaka City University, Postgraduate Medical School

Hiroyuki Gotani, Masahiro Yoneda

Department of Orthopedic Surgery, Osaka City University, Postgraduate Medical School

The authers investigated finger deformity of 103 patients with hemiplegia (Brunnstrom stage I-V), and recognized 7 cases with extension deformities, and 96 patients with finger flexion deformities. In addition, there are 35 cases with Swan-neck deformities, 17 cases with boutonnière deformities, 10 cases with intrinsic plus deformities, and 6 cases with intrinsic minus deformities.

One of risk factors for flexion deformities of fingers is Brunnstrom stage, that is degree of spasticity and contracture. Swan-neck deformity is easy to occur not only with intrinsic plus balance, but in getting forcible passive correction with flexted finger added osteoarthrosis of DIP joints.

Boutonnière deformities is easy to follow intrinsic minus balance and weakness of flexor digitorum profundus muscle.

緒　言

脳血管障害片麻痺例には指の屈曲拘縮変形以外にボタン穴，白鳥頚変形，内在筋バランス異常による変形，MP関節伸展拘縮（側副靱帯の拘縮）などがある[4]．これらの変形は末梢の腱，靱帯，神経損傷におけるものと外観は類似しているが，病態はまったく異なる．元来，屈曲優位の痙性麻痺であるのに，複雑な運動機能の備わった指に伸展要素の加わったボタン穴，白鳥頚変形などがみられる理由を説明した論文はない．これらの指変形の病態，成立因子を検討した．

臨床症例

男性64例，女性57例，50～96歳．発病後経過年数は1～28年．右麻痺55例，左麻痺66例．Brunnstrom stage分類ではI：23，II：42，III：18，IV：11，V：9，VI：18．Stage VIを除いた103例について主に論ずる（表1）．

Key words：stroke hand（脳卒中手），flexion deformity of the hand and finger（指屈曲変形），swan-neck deformity（白鳥頚変形），boutonnière deformity（ボタン穴変形），intrinsic plus balance（内在筋優位バランス変形）

Address for reprints：Akira Shimazu, Hojo Hospital, 1-77-1 Mozu-Ryonan-cho, Sakai-shi, Osaka 591-8034, Japan.

表1　脳血管障害症例の年齢分布と性別（121例）

	B-Stage	I	II	III	IV	V	VI	計	
年齢群	50歳～	1	3	2	4		1	11	
	60歳～	9	14	5		2	5	35	
	70歳～	9	16	4	3	2	5	39	
	80歳～	2	6	6	4	5	4	27	
	90歳～	2	3	1			3	9	
	計	23	42	18	11	9	18	121	
性別	男	9	25	11	5	2	12	64	(52.9%)
	女	14	17	7	6	7	6	57	(47.1%)
麻痺側	右	14	17	7	5	5	7	55	(45.5%)
	左	9	25	11	6	4	11	66	(54.5%)

表2　Brunnstrom stage 分類と脳血管障害例の手指変形

B-Stage	伸展変形	軽度屈曲	中等度屈曲	高度屈曲	計
I	5	13	5		23
II	2	15	17	8	42
III		5	9	4	18
IV		6	4	1	11
V		8	1		9
計	7	47	36	13	103

指の屈曲程度は指先とMP関節に立てた垂直線との位置関係から達しないものを軽度，ほぼ垂直線にあるものを中等度，これを越えて屈曲しているものを高度屈曲変形とし，これに伸展拘縮群を加えて4群に分類した．拘縮と痉直の混在した変形であり，複数回の診察によって痉直による影響をできるだけ避けた．

臨床症例の結果

1．手指の屈曲変形

伸展拘縮7例，軽度屈曲変形47例，中等度屈曲変形36例，高度屈曲変形13例．Brunnstrom stage Iは随意的な筋収縮を認めず，関節は弛緩しており，屈曲変形の程度は軽いが，stage IIになると指屈筋は回復しはじめ屈曲変形を起こしてくる．Stage IIIになると痉直の程度は強くなり，中等度の屈曲変形を中心に分布する．高度屈曲変形はstage II・IIIにみられる．Stage IV・Vには痉性麻痺が軽減し自動分離運動が可能になり，屈曲変形の程度は軽くなる（表2）．

2．MP関節の側副靱帯拘縮

13例にみられた．Stageの進んでいないstage Iに7例，stage IIに4例．また，肩関節麻痺性脱臼を合併している例は35例あり，そのうちの7例（20%）にMP関節の側副靱帯拘縮がみられた（表3）．

表3　脳血管障害例のMP関節の側副靱帯拘縮例のBrunnstrom stage 分類と指変形

	I	II	III	IV	V	計
伸展変形	4	1				5
軽度屈曲変形	3	2	1		1	7
中等度屈曲変形		1				1
計	7	4	1	0	1	13

MP関節の側副靱帯拘縮は手指を伸展位に長期に固定したためであり，手を腹部に置いて臥床していたとか，肩関節の麻痺性脱臼に三角巾固定包帯を施行し，それが長期にわたった時であり，MP関節の頑固な屈曲制限そして伸展拘縮を残す．

3．白鳥頚変形

35例にみられた．MP関節屈曲，PIP関節過伸展，DIP関節屈曲の組み合わせが26例，この軽症および傾向のみられる例は5例．MP関節の伸展している例が4例みられ類白鳥頚変形と区別した．脳血管障害例で

表4 Brunnstrom stage 分類ならびに指屈伸変形の程度と白鳥頚変形

	類白鳥頚変形傾向	類白鳥頚変形	白鳥頚変形傾向	白鳥頚変形	計	
I		2	2	5	9	(23) 39.1%
II		1	1	11	13	(42) 31.0%
III	1		1	4	6	(18) 33.3%
IV			1	3	4	(11) 36.4%
V				3	3	(9) 33.3%
伸展変形		1			1	(7) 14.3%
軽度屈曲	1	2	4	14	21	(47) 44.7%
中等度屈曲				11	11	(36) 30.6%
高度屈曲			1	1	2	(13) 15.4%
計	1	3	5	26	35	(103) 34.0%
DIP 関節 OA あり	0	1	3	8	12	
DIP 関節 OA なし	1	2	2	18	23	(65.7%)

表5 Brunnstrom stage 分類ならびに指屈曲伸変形の程度とボタン穴変形

	類ボタン穴変形傾向	類ボタン穴変形	ボタン穴変形傾向	ボタン穴変形	計	
I	2				2	(23) 8.7%
II	1	5		3	9	(42) 21.4%
III		2			2	(18) 11.1%
IV		1	2		3	(11) 27.3%
V		1			1	(9) 11.1%
軽度屈曲	2	2		3	7	(47) 14.9%
中等度屈曲		6	1		7	(36) 19.4%
高度屈曲	1	1	1		3	(13) 24.6%
計	3	9	2	3	17	(103) 16.5%
深指屈筋の弱力 なし	0	2	2	2	6	
あり	3	7	0	1	11	(64.7%)

は屈曲変形が優位であるので類白鳥頚変形は少なく，かつ，いずれもが指伸展または軽度屈曲変形例であった．

Brunnstrom 分類からは stage I は 9 例，II は 13 例，III は 6 例，IV は 4 例，V は 3 例であり，各 stage 群別の発生頻度は 31～39% と大差はなかった．

手指全体の変形からみると伸展拘縮は 1 例，軽度屈曲変形は 21 例，中等屈曲変形は 11 例，高度屈曲変形は 2 例であり，軽症，中等症に頻度が高い（表 4）．

白鳥頚変形の部分変形である DIP 関節の屈曲変形に注目し，症例を検討した．その結果，痙性麻痺の起こる以前からあったと思われる変形性関節症・Heberden 結節による DIP 関節の運動制限，屈曲変形が 23 例あった．これは 35 例の白鳥頚変形の 65.7% にあたり，この頻度からして発生要因になると予測した．

4．ボタン穴変形

MP 関節伸展，PIP 関節屈曲，DIP 関節伸展の組み合わせが 5 例，MP 関節の屈曲している例が 12 例あり，後者を類ボタン穴変形と名づけた．脳血管障害例は基礎に屈曲優位変形があるので類ボタン穴変形のほうが多い．

Brunnstrom 分類からは stage I は 2 例，II は 9 例，III は 2 例，IV は 3 例，V は 1 例．Stage II と IV に頻度が多いように見受けられるが，発生要因とは断定できない．

手指全体の変形からみると軽度屈曲は 7 例，中等度屈曲は 7 例，高度屈曲は 3 例であった．頻度とすれば高度屈曲変形群に多い傾向がうかがわれた（表 5）．

ここでボタン穴変形の部分変形としてのDIP関節の過伸展に注目した．これを起こすDIP関節包弛緩と深指屈筋の筋力低下を調べたところ11例64.7%を数えた．指先に力点を置いて他動的に伸展させるとDIP関節はますます過伸展し，PIP関節を伸展せず屈曲したままでボタン穴変形となりうる．

5．手内在筋バランス

手内在筋優位ならびに劣位バランスを調べると，プラスバランス類似変形は10例にみられ，その8例に白鳥頚変形があった．古くから手内在筋の拘縮はMP関節の屈曲からPIP関節の過伸展を導き，さらにDIP関節の伸展力の低下によって白鳥頚変形となることが知られおり，無視できない数値であが，35例と多くの発生を説明するには不足する．

手内在筋劣位バランス類似変形は6例あり，うち3例にボタン穴変形がみられた．この頻度からしてボタン穴変形の成因の一部への関与を疑われる．

考　　察

1．脳血管障害例の変形への対応策の重要性

高齢者社会となり，脳卒中による死亡は年間13万人，継続的に医療を受けている患者は約147万人といわれている（厚生労働省統計）．これまで末梢性の疾患を主に治療していればよかった手の外科医は中枢神経障害由来の手の疾患の相談，対応に迫られるようになってきた．脳血管障害はBrunnstrom stage[2]にみられるように関節運動の弛緩期を経て，まず屈筋共同運動の回復に始まり，伸筋共同運動，そして分離運動が可能になっていく．この間における筋バランスの変化によって変形を生ずる．この発病初期の自然回復を円滑に誘導し，拘縮を起こさないように努めるが，いったん発病した変形への積極的な治療手段をリハビリテーション医はもっていない．手の外科医も明確な手段をもっているわけではない．特に，下肢の臨床的な機能回復は良好であり90%は歩行可能になるのに対し，上肢麻痺には複雑な機能回復を求められるだけに難しい．

Mooneyら[6]は前脛骨筋腱移行術，小野は足の槌趾，膝屈曲拘縮など下肢に適用は多いという．拘縮の軽減のための切腱術，Braunら[1]による指屈曲変形に対する深指屈筋と浅指屈筋の腱移行術を，随意性運動がみられるときには筋腱延長術を，また，Rayan[7]による痙性手に対する関節固定術などがあるが，常に好成績を収めうるものではない．

手術成績の向上のためには病態の正確な解明が必要である．これまで手の外科領域で主に取り扱われてきた末梢性の運動制限，筋阻血性の拘縮と中枢性の痙直，さらにこれに2次的に起こった拘縮とは外観は同じでも病態は異なる．今回の白鳥頚変形，ボタン穴変形の発生要因の吟味はその第1歩となると考えている．

2-1．白鳥頚変形の発生要因

指の背側腱膜とその機能は指伸筋，骨間筋，虫様筋と，これに拮抗する深・浅指屈筋の働きによって指屈伸バランスは保たれる．その破綻による変形の成立についてLandsmeer，Zancolliらの手術所見，剖検所見からの詳細な研究があり[5)11)]，この結果を踏まえての上羽，Tubiana[9)10)]らを始めとする数多くの臨床研究がある．

末梢性の手内在筋プラスバランス，すなわち手内在筋の拘縮があれば，MP関節の屈曲，そしてPIP関節へ伸展力として働き，PIP関節は伸展位を取り，さらに徐々に過伸展位を取るようになる．PIP関節が過伸展されると背側腱膜の側索は背側に移動し，DIP関節までの距離は短縮しDIP関節への伸展力は減少し，逆に深指屈筋の緊張を高めるために，DIP関節は屈曲位を取り，MP関節とPIP関節の変形と相まって白鳥頚変形をきたす例が多いとされている．

脳血管障害による片麻痺例では通常，手外来筋の痙性麻痺，拘縮のため，圧倒的に手外来筋は優位であり，指全体として強い屈曲変形をきたす．臨床経過による手外来筋の痙性麻痺の緩解によってMP関節の屈曲が始めに軽くなると内在筋マイナス変形になるし，PIP関節の伸展が始めに可能となれば内在筋プラス変形に，DIP関節が始めに伸展が可能になれば類ボタン穴変形の傾向を示すようになる．

図1のシェーマに示すように手内在筋優位バランスはMP関節の屈曲からPIP関節の過伸展，さらにDIP関節の屈曲を誘い白鳥頚変形となる．3つの関節のいずれかの屈曲が緩解し，これに屈曲矯正のために伸展力を加えると白鳥頚変形と同じ変形を起こす可能性が生ずる．

作業環境，加齢現象によって起こる変形としてDIP関節に変形性関節症があれば白鳥頚変形への引き金になっても不思議ではない．DIP関節に変形性関節症のある指に伸展させるような矯正力を指腹に加えるとDIP関節は伸展されずに，PIP関節の伸展，さらに過伸展を起こし，DIP関節の変形と相まって白鳥頚変形となる（図1）．DIP関節の変形性関節症がどれほどの

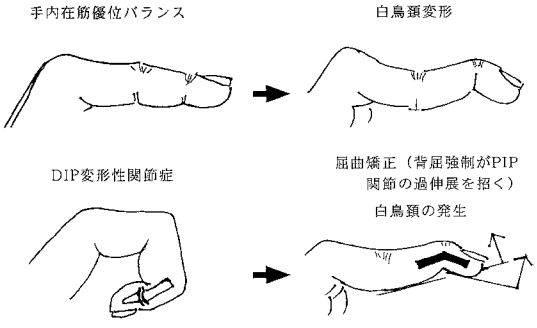


図 1　Intrinsic plus deformity & swan-neck deformity

表 6　健側の指の変形

	I	II	III	IV	V	計
DIP 屈曲（OA）	3	17	5	3	3	31
DIP 過伸展		1				1
PIP 過伸展	2	5	1		2	10
PIP 軽度屈曲	2		3	2		7
全関節軽度屈曲	1	1			1	3
なし（正常）	15	18	9	6	3	51
計	23	42	18	11	9	103

健康老人の指変形（60～98 歳，132 例）
変形なし 33.3%，変形性関節症 34.1%，PIP 関節過伸展変形 8.7%，PIP 関節屈曲拘縮変形 13.6%．

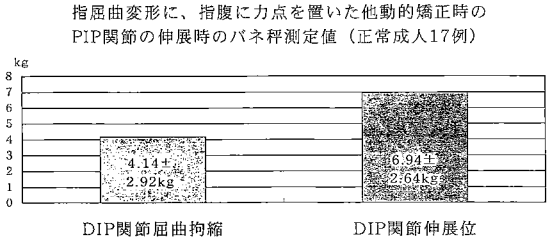


図 2　実験 1：健康成人を用いた白鳥頸変形の発生実験

頻度にみられるかを，まず健側の指について調べた．

2-2．健側にみられた指の変形

51 例は変形はなかったが，その他は軽度であるが何らかの変形が認められた．最も多いのは DIP 関節の屈曲変形，いわゆる Heberden 結節であり 31 例，PIP 関節の軽度屈曲変形は 7 例，PIP 関節の過伸展変形 10 例などである．DIP 関節の屈曲変形は白鳥頸変形，PIP 関節の過伸展変形はボタン穴変形の予備群と考えられる（表 6）．

健側といえども，麻痺病変の影響を受けていることを考え，60～92 歳の 132 例の健康老人の指の変形を調べた結果，DIP 関節の変形性関節症は 34.1%，PIP 軽度屈曲拘縮は 13.6%，PIP 関節過伸展変形は 8.7%，まったく正常は 33.3%にとどまった．この頻度は藤沢ら[3]のこれまでの報告と大差はない．また，辻田[11]によると Heberden 結節の病態に腱付着部炎の要素が多いと述べており，そのような例では槌指と同様に，経過とともに PIP 関節の過伸展を起こす可能性は高い．DIP 関節の変形性関節症はこの年齢群ではありふれた変形であり，DIP 関節の屈曲にとどまらず，PIP 関節の過伸展も導き，後から発病した痙性麻痺による屈曲変形に，矯正力を指に加えた場合に白鳥頸変形を起こすきっかけとなりうる．

2-3．健康成人を対象にした指筋力バランス検査

(1) 方　法

手関節，MP 関節，PIP 関節，DIP 関節をそれぞれ任意の角度に固定する器具を作製し，各関節を任意な肢位を取らせて，指腹に力点を置き矯正力を働かせた時の PIP 関節伸展の最大緊張をバネ秤を用いて測定した．対象は健康成人 23～74 歳，男性 6 例，女性 11 例である．

(2) 結　果

手関節，MP 関節，PIP 関節を屈曲位に置き，DIP 関節の変形性関節症による屈曲拘縮位を想定して，DIP 関節を屈曲位に保って指腹に他動的に指伸展力を加えたときと，DIP 関節伸展位の場合との PIP 関節の他動的伸展抵抗力を比較した．その結果，DIP 関節屈曲位での PIP 関節の伸展抵抗力は 4.14±2.92 kg，DIP 関節伸展位では 6.94±2.64 kg と後者が強い．このことは DIP 関節の屈曲拘縮・Heberden 結節があれば，他動的伸展によって PIP 関節は伸展されやすく，臨床的にはその繰り返しが過伸展を誘い，一方，DIP 関節は屈曲位拘縮のままであり，白鳥頸変形を起こす可能性を示唆する結果を得た（図 2）．

3-1．ボタン穴変形の発生要因

図 3 に示すように手内在筋劣位バランス変形がある状態に DIP 関節を伸展させる矯正力を加え，伸展できればボタン穴変形となる．脳血管障害例の指屈曲変形例に伸展矯正力を加えた場合も同じである．それには DIP 関節を容易に伸展させる条件があるかどうか

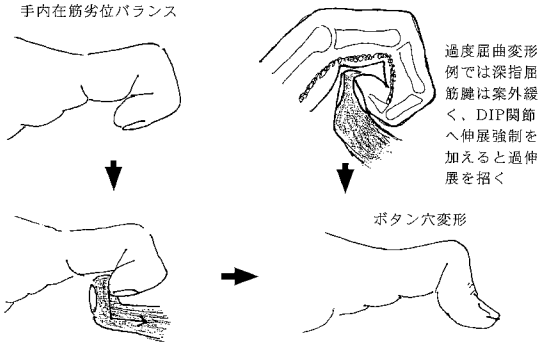


図3　Intrinsic minus deformity & boutonnière deformity

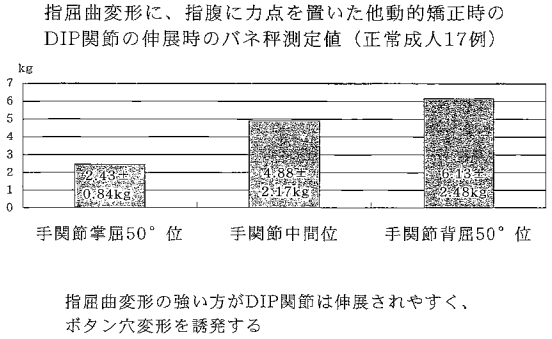


図4　実験2：健康成人を用いたボタン穴変形の発生実験

になる．Brunnstrom stage Ⅰにみられた関節弛緩もその条件を満たす．逆に過度な屈曲変形は浅指屈筋が働いて深指屈筋の腱が緩んでいる例を見受ける．そこへ伸展への矯正力を加えるとボタン穴変形を発生せしめる（図3）．

3-2．健康成人を対象にした指筋力バランス検査

前項と同様，MP関節，PIP関節，DIP関節屈曲位に保ち，指腹に指への伸展力を加え，手関節掌屈50°，0°，背屈50°の肢位でのDIP関節伸展抵抗力の差を検討した．手関節掌屈50°位では2.43±0.84 kg，0°位では4.88±2.17 kg，背屈50°位では6.13±2.48 kgであり，屈曲の程度が強いほどDIP関節伸展抵抗力は減少した．この結果から，指の高度屈曲変形はDIP関節の伸展を容易にする．これは多関節筋である深指屈筋の腱の弛緩によるものであり，この結果はボタン穴変形の成因の1つになりうると考えた（図4）．

結　　語

1．Brunnstrom stage ⅠからⅤの片麻痺103例の手の変形を調査し，変形成立の機序を検討した．

2．7例の指伸展拘縮，96例は屈曲変形．これに合併して，13例のMP関節側副靱帯拘縮，35例の白鳥頸変形，17例のボタン穴変形，10例の手内在筋優位変形，6例の手内在筋劣位変形がみられた．

3．MP関節側副靱帯拘縮のリスクファクターは長期にわたる伸展位固定があげられる．

白鳥頸変形には手内在筋優位バランスが関連するだけでなく，既存のDIP関節の変形性関節症，そのうえに不用意な矯正を加えた場合にPIP関節の過伸展を誘い，白鳥頸変形が発生する可能性を示した．

ボタン穴変形には手内在筋劣位バランス，DIP関節の弛緩，手指屈曲変形による多関節筋である深指屈筋の弱力，そして，屈曲変形に対する不用意な矯正がDIP関節の過伸展を誘いボタン穴変形の発生を加速することを示した．

文　　献

1) Braun RM, Vise GT, Roper B：Preliminary experience with superficial to profundus tendon transfer in the hemiplegic upper extremity. J Bone Joint Surg, 56-A：466-472, 1974.
2) Brunnstrom S：Movement Therapy in Hemiplegia. 佐久間穣爾訳：片麻痺の運動療法．東京，医歯薬出版：38-62, 1974.
3) 藤沢幸三：いわゆる指曲がり病の疫学について．関節外科，14：153-160, 1995.
4) 福井圀彦：よくみられる手の変形と拘縮．福井圀彦，藤田勉，宮坂元麿　編，脳卒中最前線—急性期の診断からリハビリテーションまで—．東京，医歯薬出版：174-177, 1994.
5) Landmeer JMF：Anatomy and functional investigations on articulation of the human finger. Acta Anat, 25 (Suppl)：1-69, 1955.
6) Mooney V, Perry J, Nickel V：Surgical and non-surgical orthopaedic care of stroke. J Bone Joint Surg, 69-A：989-1000, 1967.
7) Rayan GM, Young BT：Arthrodesis of the spastic wrist. J Hand Surg, 24：944-952, 1999.
8) 辻田裕二良：Heberden結節の成因および発生機序について．阪市医誌，39：253-266, 1990.
9) Tubiana R：Architecture and functions of the hand. In：Tubiana R, ed, The Hand 1. Philadelphia, WB Saunders：19-93, 1981.
10) 上羽康夫：手　その機能と解剖．京都，金芳堂：123-127, 1970.
11) Zancolli E：Structural and Dynamic Bases of Hand Surgery. Philadelphia, Lippincott：18-50, 1968.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　570-575，2003

その他

TJ screw system を用いた靱帯再建術

兵庫医科大学整形外科学教室

田　中　寿　一・大　迎　知　宏
奥　野　宏　昭・常　深　健二郎

メイラ K. K.

平　松　知　仁

A Technique of Tendon Graft Reconstruction and Tenodesis Using Tendon Junction Screw System（TJ system）in Hand Surgery

Juichi Tanaka, Tomohiro Oomukai, Hiroaki Okuno
Kenjiro Tsunemi

Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine

Tomohito Hiramatsu

Meira MFG. CO., LTD.

Since 1997, especially for the reconstruction of ligaments and tenodesis in upper extremities, our original interference screw system（tendon junction screw：TJ screw/MEIRA. CO.）has been developed with some accompanying devices which can make the all procedure the easier and more systematized. The total number of our operative cases is 142 and satisfactory outcome has been obtained. Possible important factors for successful ligament reconstruction are "to make the original insertion and the anatomical fiber direction", "adequate thickness and physiological tension of the grafted tendon", and "firm fixation". Our experimental study has also shown firm fixation of the grafted tendon and reconstruction of the physiological ligament-insertion complex at an earlier stage. Now, with our TJ screw system, an ideal ligament reconstruction can be done with less invasive and less demanding technique. Considering the successful clinical outcome of our cases and usefulness of our TJ screw system, ligament reconstruction surgery may be more generally and widely indicated in hand surgery.

要　　旨

我々は1997年以来，手の外科領域の靱帯再建・腱固定用に独自の interference screw（tendon junction screw＝TJ screw/MEIRA. CO.）と手技をより簡素・均一化するための手術付属器具を開発し（以下，TJ screw system），現在まで142例に用い，良好な結果を得ている．我々の，靱帯再建の条件は，①もとの付着部に，②適当な太さで，線維方向が一致し，③適度の緊張を有し，④強固な固定力（初期，生理学的）である．本 system を用いることで，簡便で小侵襲で，上記の条件を満たす理想的な靱帯再建が可能となった．各種実験でも初期の強固な固定力と早期に生理的に正常と類似した靱帯-骨付着部の再建が可能であることがわかった．本領域における靱帯再建に，本 system を用いることで，その有用性の認識と各種症例での応用によりさらに適応が広がるものと思われる．

緒　　言

手指外傷後の不安定性を有する関節に対する靱帯再

Key words：ligament（靱帯），reconstruction（再建），interference screw（インターフェレンススクリュー）
Address for reprints：Juichi Tanaka, Department of Orthopaedic Surgery, Hyogo College of Medicine, 1-1 Mukogawa-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo 663-8501, Japan.

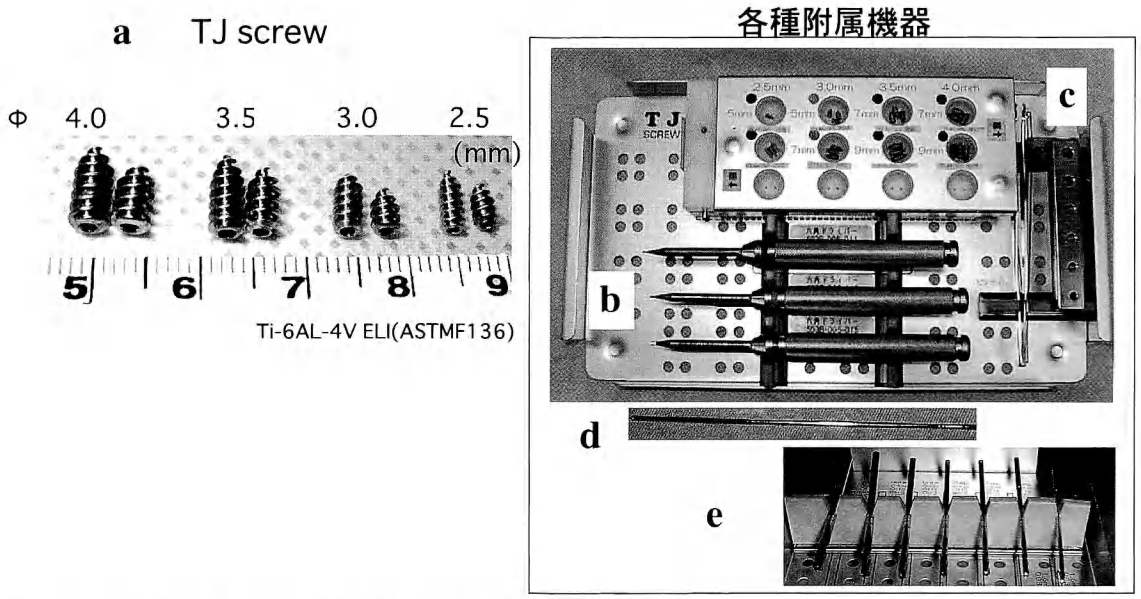


図1　各種 TJ screw 各種（a）と付属器械（b：ドライーバー，c：サイジングプレード，d：穴あき K-wire，e：各種中空ドリル）

建術は，本領域でもしばしば行われる重要な手技である．一方，近年，膝 ACL 再建で最も好成績をあげている手技の 1 つに interference screw を用いる方法がある[2]．我々は 1997 年以来，小関節靱帯再建用に独自の interference screw（tendon junction screw＝TJ screw/MEIRA. CO.）と手技をより簡素・均一化するための手術付属器具を開発し（以下，TJ screw system），手の外科領域の靱帯再建・腱固定に用い，良好な結果を得ている[8)10)~13)]．本 system を用いた靱帯再建の概略と手技を述べ，その有用性につき述べる．

方法・材料

開発した TJ screw はチタン製で，構造はテーパー形で，海綿骨に噛み込むように溝を十分に深くかつ，腱成分を傷つけないように，ネジ山は丸みをもたせてある．サイズは φ4，3.5，3，2.5 mm の 4 種類（各 2 種の長さ）である．ドライバーは 6 角である．付属器具は移植腱の太さを測定する計測ゲージ，穴あき K-wire，各サイズの中空 drill などである（図 1）．

方　法

第 1 法は移植腱のサイズを測定後，もとの位置にガイドの K-wire を刺入，適合するドリルにて骨孔を作製，移植腱を引き入れ，ガイド糸で対側に引き，これに緊張を掛け，入口に皮質骨片を介在させ TJ screw で固定する（図 2）．第 2 法は腱固定時に同様の手技にて骨孔作製後引き込み，緊張を掛け，皮質骨を介在させ同 screw にて固定する．

症　例

1991 年 2 月から 2002 年 12 月までの症例は 169 例である．うち，system 化した 1997 年 11 月～2002 年 12 月の本領域の症例は総数 132 例で，内訳は靱帯再建例（100 例）は，肘関節側副靱帯（56/内側：53，外側：2，その他：1），母指 MP 関節側副靱帯（25/尺側：19，橈側：6，うち両：1）他指 MP，PIP 関節靱帯（15），月状骨・舟状骨離解（4），腱固定例（32 例）は神経麻痺に対する腱固定（17/腕神経叢麻痺：8，Camitz 法：8，その他：1），第 1 CM 関節脱臼（8），肩鎖関節（5），その他（肩腱板など 2）である（表 1）．

結　果

初期には，手技的な問題による screw の脱転や，移植腱の断裂を認めた．しかし，system 化した後は，皮質骨（RA，骨粗鬆症）や腱（HD）の脆弱性のあった 3 例を除き安定した靱帯付着部が再建できた．

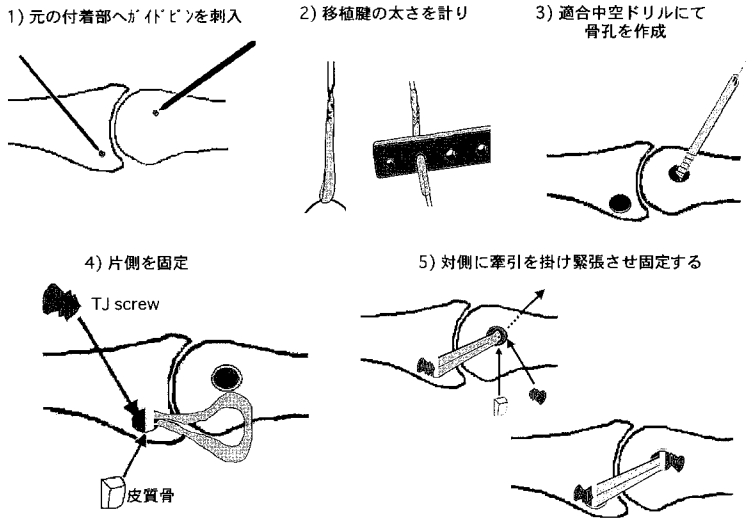


図2 術式シエーマ（母指 MP 関節靱帯再建例）

表1 症例内訳（1997 年 11 月～2002 年 12 月，132 例）

Ⅰ．靱帯再建	
○肘関節側副靱帯：	56
（内側：53，外側：2，その他：1）	
○母指 MP 関節側副靱帯：	25
（尺側：19，橈側：6，うち両：1）	
○他指 MP，PIP 関節靱帯：	15
○月状骨・舟状骨離解：	4
	100
Ⅱ．腱固定	
○神経麻痺に対する腱固定：	17
（腕神経叢麻痺：8，Camitz 法：8，その他：1）	
○第 1 CM 関節脱臼：	8
○肩鎖関節	5
○その他（肩腱板など 1）：	2
	32

症　　例

32 歳，男性（図 3）．

主訴：右母指痛，把持障害．

現病歴：6 ヵ月前，スキーにて転倒受傷，放置していたが症状続くため，近医受診，当院紹介受診となる．

既往歴・家族歴：特記すべきものなし．

現症：右母指 MP 関節の不安定性と疼痛があり，橈側ストレス X 線撮影にて 27° の開大を認めた．

手術は MP 関節尺側 S 字状皮切にて入り，Add. pollicis の apponurosis にはさまり一塊となっている側副靱帯の残存成分を周囲より剝離し（断裂は基節部付着部より），線維方向に観音開きし，もとの付着部を確認し，穴あきガイドピンを刺入する．次に長掌筋腱を 2 つ折りにし，太さを測定し，適合する中空ドリルにて骨孔を作製し，先の 2 つ折り長掌筋腱を引き込み十分な緊張を掛け，両骨孔入口にて，肘頭より採取した皮質骨を介在させ，直径 2.5 mm，5 mm 長の TJ screw にて固定した．この移植腱を包み込むように残存靱帯成分でおおい，手術を終了した．

後療法：術後 3 週間の外固定を行い，以後 CM バンド装具を 2 ヵ月装着した．

術後 6 ヵ月では，疼痛なく，可動域は健側の 90% で，ピンチ動作も可能となっていた．

考　　察

手指関節の靱帯損傷は，多くの場合保存的に治療される．しかし，stener lesion のように断裂靱帯が介在物により，もとの位置から離れるため，観血的に修復を要する例もある．特に再受傷の機会が多いスポーツ選手では，近年，新鮮例でも bone suture anchor を用いての修復が積極的に行われるようになってきている．この再縫着の時期を過ぎ，不安定性が残存する症例に対しては，靱帯再建術の適応となる．本領域にお

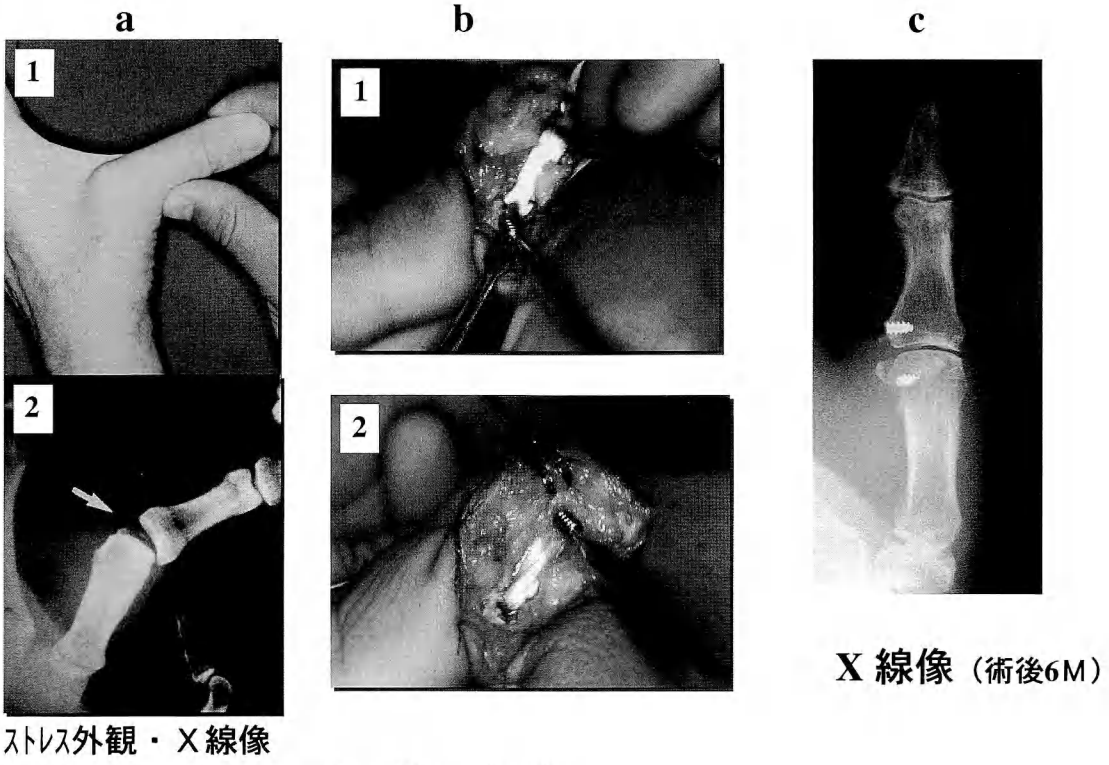


図3　症例：32歳，男性
a-1：初診時ストレス写真（外観）．
a-2：同X線像（開大角27°）．
b-1：術中所見（基節骨側TJ screw固定）．
b-2：術中所見（同中手骨側）．
c：術後6ヵ月X線像．

いての靱帯再建は，8の字移植やpull-out法が一般的であった[1]．我々は，靱帯再建の条件を，①もとの付着部に，②適当な太さで，線維方向が一致し，③適度の緊張を有し，④強固な固定力（初期，生理学的）であることと考えている．しかし，上記の従来法では，初期には硬すぎ，経過中にゆるんだりし，変形性関節症に増悪する例もみられ，満足のいく結果が得られないことも多かった．一方，近年，膝ACL再建で最も好成績をあげている手技の1つに，BTB（bone tendon bone）をinterference screwで強固に固定する方法がある．この方法は，靱帯再建の上記条件を満たす有用な方法であると認識されている．そこで，本法を手の外科領域に応用しようと試み，それなりの成績をあげてきた[3)9)10)]．しかし実際の手術にあたっては，多くの問題があった．まず，本領域に適合するサイズのinterference screwがなく，また適当なBTBが採取できない，さらに手術手技が一定しないことなどである．そこで，小関節用のTJ screwを開発し，さらに手技を簡素化・均一化するための付属器械を作製し，“TJ screw system”として利用できるようにした．術式は図4を基本とし，適当なBTBが採取できなくても同様の再建が得られるようにした．これにより，本術式の自由度がより高かまった．手技上のポイントは，①originalの靱帯付着部ガイドピンを刺入する，②骨孔は5 mm以上深くする，③十分な厚みの皮質骨をscrewと移植腱に介在させる〔皮質骨（骨幹部）に固定する場合はやや大きめの骨孔とする〕，④screwを締め込む時：ⓐ介在皮質骨を押さえ込む，ⓑ対側牽引にて移植腱に緊張を十分に掛ける，などである．また，臨床応用と並行して，各種基礎実験（初期固定力と経時的な力学的・組織学的変化）を行い報告してきた[4)〜7)]．これらにより本法は，初期の強固な固定力と

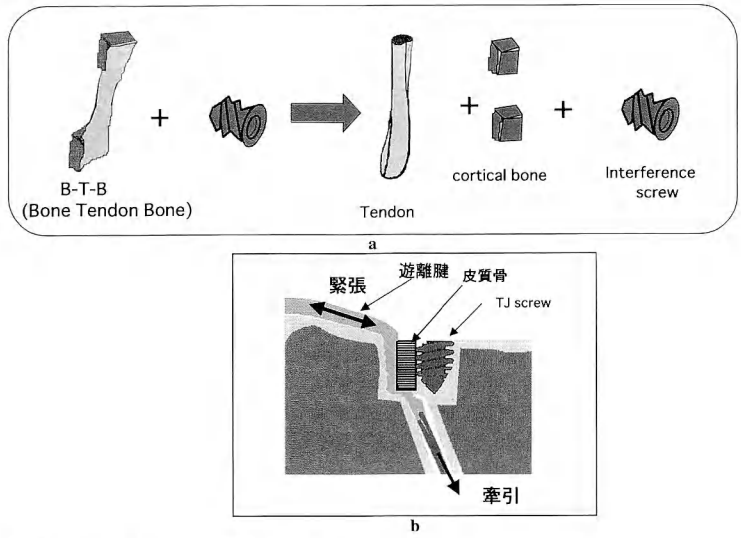


図4　TJ screw による術式シエーマ
a：BTB（bone tendon bone）の代わりに，遊離腱と皮質骨骨片を介在させ固定する．
b：移植腱に緊張を掛け，直接 TJ screw が当たらないように皮質骨骨片を介在させ固定する．

早期に生理的に正常と類似した腱-骨付着部の再建が可能であることがわかった．これまで，臨床例の種々の疾患に本法を行ってきた（図5）．適応外としては，皮質骨の脆弱性のある骨粗鬆症や RA 患者では screw 刺入時に骨皮質を破り，固定が十分でなかった例を2例，移植腱の脆弱性のある HD 患者では，経過中に腱断裂をきたした例が1例あり，慎重な対応を要すると思われた．また，本術式の短所の1つに骨移植を要することがあげられる．TJ screw は，直接腱と接しても損傷しないようにネジ山に丸みをもたせる変更を行った．しかし，移植腱と皮質骨が接する部位で新しい付着部が形成されることより骨移植は力学的なメリットとともに，靱帯再建部の軟骨層を介した4層構造をもった正常類似の付着部再建に際して，介在皮質骨が間葉系細胞と基質蛋白の供給源として，この付着部形成に有用に働いていると考えている．今後，手技のさらなる簡素化をめざし，骨移植なし固定や他の人工骨などと比較し，さらなる検討が必要である．

ま　と　め

手の外科領域における靱帯再建において，本 system を用いることで，簡便で小侵襲で，理想的な靱帯再建が可能となった．その有用性の認識と各種症例での応用によりさらに適応が広がるものと思われる．

文　　献

1) Breek JC, Tan AM, van Thiel TPH, et al.；Free tendon grafting to repair the metacarpophalangeal joint of the thumb：surgical technique and a review of 70 patients. J Bone Joint Surg, 71-B：383-387, 1989.
2) Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish J：A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med, 15：225-229, 1987.
3) 駒井正彦，田中寿一，山下仁司　ほか：手の外科領域における Interference Screw 応用法による靱帯再建術．日手会誌，13：303-307，1996.
4) Okuno H, Tanaka J, Fujioka H, et al.：Evaluation of an interference screw for tendon reattachment to small bones. J Orthop Trauma, 16：418-421, 2002.
5) 奥野宏昭，田中寿一，藤岡宏幸　ほか：腱移行・靱帯再建術における付着部固定スクリューシステムの有用性．日整会誌，72：S1561，1998.
6) 奥野宏昭，田中寿一，藤岡宏幸　ほか：腱移行・靱帯再建術における付着部固定スクリューシステムの有用性の検討；第2報　組織学的検討について．日整会誌，74：S1634，2000.
7) 奥野宏昭，田中寿一，藤岡宏幸　ほか：腱移行・靱帯再建術における付着部固定スクリューシステムの有用性の検討（第3報）—力学的検討について—．日整会誌，75：S1137，2001.
8) 奥野宏昭，田中寿一，大迎知宏　ほか：TJ Screw System を

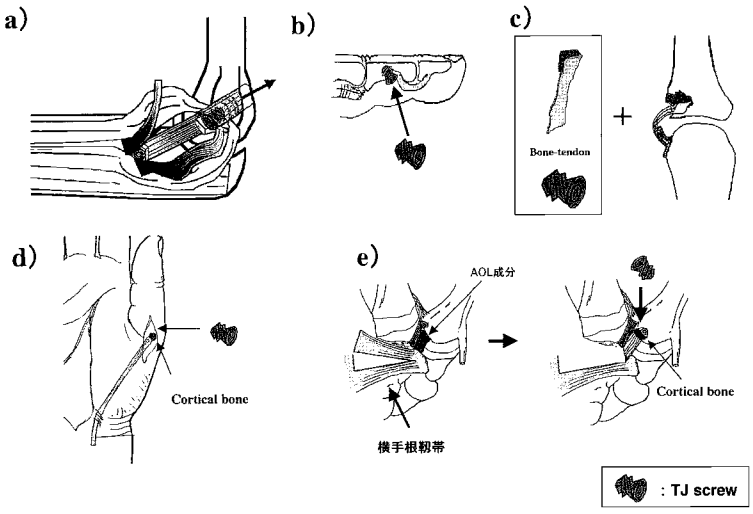


図5　各種手術手技シェーマ
a：肘関節内側側副靱帯再建.
b：指 DIP 関節腱固定.
c：骨付き腱と TJ screw による片側再建.
d：母指対立再建（手掌腱膜による Camitz 変法）.
e：母指 CM 関節脱臼に対する，1/2 横手根靱帯による靱帯再建（AOL 成分を再建）.

用いた肘内側々副靱帯再建症例の検討．日肘会誌，9：27-28，2002.
9）田中寿一，山下仁司，柳田博美　ほか：陳旧性母指尺側々副靱帯損傷に対する新しい靱帯再建法．日手会誌，10：472-475，1993.
10）田中寿一，山下仁司，柳田博美　ほか：新しい肘関節尺側々副靱帯再建術の経験．日肘会誌，4：23-24，1997.
11）Tanaka J：A new personal technique of tendon graft reconstruction for gamekeeper's thumb using interference screw. Handchir Mikrochir Plast Chir, 30：125-128, 1998.
12）Tanaka J, Yanagida Y：Reconstruction of the ligament using an interference screw (tendon junction screw). Tech Hand Upper Extrem Surg, 5：57-62, 2001.
13）田中寿一：スポーツによる肘不安定症の治療．整・災外，46：219-226，2003.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　576-580，2003

私見：手の外科専門医制度の必要性

山口県厚生連小郡第一総合病院整形外科

土　井　一　輝

Personal View：Necessity of Hand Surgery Specialty

Kazuteru Doi

President, Ogori Daiichi General Hospital

The Japanese Society for Surgery of the Hand（JSSH）was established 1957 and dedicated itself in the study of basic and clinical research in hand surgery. Since then, it has contributed to the education of many hand surgeons in the field of hand surgery. However, no formal educational system was established by the JSSH, as recommended by the Japanese Government, Department of Health and Labor. Thus, the Japanese Advisory Board for Medical Specialties did not recognize the JSSH as a medical specialty. There are only few educational centers for hand surgery in Japan and most young surgeons who want to study hand surgery should to go abroad or study by themselves. Most Japanese people are not familiar with hand surgery as a specialty and often do not know who to consult to with problems and diseases of the hand and upper extremity. In order to solve these problems, the JSSH should organize a formal educational system for hand surgery as a specialty like the Certificates of Added Qualifications in the United States and modify it to accommodate the bylaws of the Japanese Board of Medical Specialty. Otherwise, we will not be recognized by our patients and will be left out from the medical insurance system.

はじめに

近年，日本の医療における卒後教育の貧弱さが指摘され，それまで，専門学会依存の専門医制度であったものが，厚生労働省指導の専門医制度が発足し，医学界だけでなく，一般からも注目を集めている．

手の外科学は外科学の中でも専門性の強い学問であり，知識のみでなく，治療技術に依存度の高い実学である．手の外科専門医制度については日本手の外科学会（以下，日手会という）においても，過去何度も論じられてきたが，差し迫った必要性がないため，結論を出さないまま，現在にいたっている．ところが，2002年4月から，専門医の広告が可能となり，手術点数算定上，施設基準が設けられた．同年10月には専門医の特典が始めて盛り込まれ，いままで正式に認められてなかった専門医が突然，法的資格となった[1]．この厚生労働省の通達後，多くの未認定医学会は厚生労働省の専門医条件に添うよう制度の整備と専門医の申請に取りかかっている．

日手会も他の未認定学会と同じく，診療報酬改定の法的通達により，急遽，専門医制度の検討を迫られ，第46回日手会総会でパネル「専門医制度を考える」が取り上げられた．喧々諤々の討論の末，手の外科専門医制度推進委員会を設立し，専門医制度確立への行動を起こすこととなった．本稿では，パネリストとして参加した専門医制度の必要性に関する私見と今回のパネルでの討論の要旨をまとめ，会員諸氏が手の外科専門医の必要性について考える発端になればと上梓する．

手の外科専門医制度の意義

専門医制度の第1の意義は専門分野の卒後教育である．大学の医学部で医師を養成するのと同じように卒後教育の一環として，専門医制度は存在する．専門

Key words：hand surgery（手の外科），medical specialty（専門医），education（教育），Japanese Advisory Board for Medical Specialties（日本専門医認定制機構），Certificates of Added Qualifications（CAQ）

Address for reprints：Kazuteru Doi, Department of Orthopedic Surgery, Ogori Daiichi General Hospital, 862-3 Shimogo, Ogori-cho, Yoshiki-gun, Yamaguchi 754-0002, Japan.

性の高い知識・技術をもった専門医を養成し，社会に貢献することが専門医制度の目的である．多くの専門学会がこの目的のため，10数年前より，学会独自の専門医教育制度を確立・整備してきた．しかし，日手会は教育研修会を開催してきたものの，それ以外の専門的な教育は少数の専門施設に依存してきた．手の外科の研修を希望する医師は，日本の大学には学閥制度，医局制度が根強く残っているため，自分の所属大学医局に手の外科の指導者がいない場合は，外国に留学するしか研修の機会がないのが現状であった．

著者は日手会教育研修委員会委員長時代，研修施設を立ち上げ，現在14の施設がこれに参加している．しかし，これも，日手会教育研修制度として正式に認定はされていない．後述する日本専門医認定制機構（以下，専認構という）が認めた専門学会には，研修施設，専門医取得条件，試験制度，更新制度を完備する必要があるが，日手会はまだ，どれも整備していない．

学会で，手の外科の外傷が一般外科医や整形外科医によって治療され，合併症を起こした症例を非難する報告をよく聴くが，日手会は手の外科学の教育制度を整備していないのに，非難することは無責任といわざるをえない．日本の手の外科学の緊急最重要課題は手の外科学の教育制度の確立であり，このことは，手の外科専門医制度の必要性と同源である．

「技術を伴わない知識は患者を不幸にする」．この言葉は広島大学名誉教授の津下健哉先生から教わった著者の信条である．日手会などでの教育研修講演は知識を与えるが，治療・手術技術を指導していないため，未熟な手術により，かえって患者に合併症をつくり出すことへの警告である．教育研修講演のみで手の外科学の教育が完備されたとは誰も考えていない．手の外科学は実学であり，知識だけでなく，治療技術を教える教育制度がなければ，真の手の外科専門医は生まれない．系統立った手の外科の実践を教育できるシステムを確立しなければならない．

手の外科の啓蒙

日手会は手の外科学の発展と啓蒙を目的として設立された．学問の発展ともう1つ重要なのは，一般の人たちが手の外科の存在を知り，正しい診断・治療を受けることである．

手の外科専門医制度がないために，最も不利益を受けているのは患者自身である．著者の外来に後を絶たないのが，外科医が治療した橈骨遠位端骨折の変形治癒である．橈骨遠位端骨折が整形外科それも手の外科専門医が治療する骨折とは知らないで，外科の開業医でギプス固定を受け，変形治癒だけならまだしも，手指関節拘縮や反射性交感神経性ジストロフィーの難治性合併症を招来し，数ヵ月して，知人の話を聴いて，やっと，外科医から逃げるように著者の外来を受診するのである．変形矯正手術や積極的リハビリで，有用な手までには大半の患者が回復するが，これに要する患者の苦痛，長い罹病期間は誰が償うのか．また，この治療に要した費用は，最初から専門医を受診した場合の実に3倍の医療費を必要とし，1症例平均，約百万円の医療費の無駄使いになっている．本来なら外科の開業医が，専門医を紹介すべきであるが，一般外科開業医はこの橈骨遠位端骨折を何の躊躇もなく生半可な知識・技術で治療しても許されているのが現実である．

いま，一般の人たちは心臓外科と消化器外科が異なることは誰でも知っており，心臓の手術を消化器外科で受けることは皆無である．しかし，手のけがをした時に外科に行くか整形外科に行くのか迷う人は多く，まして，手の外科専門医へ行く人などは地域でよほど名の売れた医師以外ではまれである．このような事実が予想以上に多くあることに，私たちは目を向けるべきである．

手の外科の専門性を広めることで，不幸な患者は減るのである．

手の外科医の希少価値

手の外科専門医制度を検討する時に必ず出てくる反対意見は，専門医の質，数の問題である．質を落としてまで，数を増すことはなく，現在の制度で患者は十分満足しているとする地域における手の外科権威者の反対意見である．専門医の数を増すことは自分の患者が減ることを意味し，自分の権益を守るための防衛反応と理解できる．しかし，このような個人的損得勘定のみでは，大きな力とはなりえず，今回問題となった診療報酬改定のように，将来，手の外科専門医制度がないために自分自身が大打撃を受けることを肝に銘じるべきである．

社会性からみた専門医制度

日手会の評議員であれ，自分が手の外科の専門医と自称してもこれは何ら法的裏づけはない．法的な専門医制度は，具体的には1981年に発足した日本医学会

表1 専門医資格を認定する団体の基準

1．学術団体として法人格を有していること（社団・財団法人以外でも中間法人，NPOでも支障ない）．
2．会員数は1,000人以上であり，かつ，その8割が医師または歯科医師であること．
3．一定の活動実績を有し，かつ，その内容を公表していること．
4．外部からの問い合わせに対する体制が整備されていること．
5．医師または歯科医師の専門性に関する資格の取得条件を公表していること．
6．資格の認定に際して5年以上の研修の受講を条件としていること．
7．資格の認定に関しては適正な試験を実施していること．
8．資格を定期的に更新する制度を設けていること．
9．会員および資格を認定して医師又は歯科医師の名簿が公表されていること．

（専門医認定制協議会発行の同協議会概要2002年7月版より抽出）

表2 専門医認定制機構の加盟学会（2002年7月現在）

Ⅰ．基本領域の学会　日本内科学会　日本小児科学会　日本皮膚科学会　日本精神神経学会　日本外科学会
日本整形外科学会　日本産婦人科学会　日本眼科学会　日本耳鼻咽喉科学会　日本泌尿器学会　日本脳神経学会　日本医学放射線学会　日本麻酔学会　日本病理学会　日本臨床検査学会
新しくⅠ群相当となった学会　日本形成外科学会　日本リハビリテーション学会　日本救急医学会
Ⅱ．Subspecialityの学会（内科・外科・またはそれに相当する学会の認定に上積に研修方式の認定制の学会）
日本消化器学会　日本循環器学会　日本呼吸器学会　など17学会
Ⅲ．上記Ⅰ・Ⅱ以外の学会（区分を協議中の学会）

加盟学会で組織する学会認定医制協議会が拡大し，日本医師会，日本医学会の3者からなる専門医認定制協議会が，2001年から専門制学会の認定を行っている[6]（2003年現在，専認協は法人化し，日本専門医認定制機構：専認構に改名した）．現在，法的に専門医と認められるためには，専門学術団体が，厚生労働省の専門医制申請条件（表1）を満たすことが最低条件である．この条件を満たせば，厚生労働省は専認構へ審査を依頼し，専認構の認定により，初めて専門医団体として認められる（表2）．

専認構に加盟するためには，表1の条件以外に日本医学会に加盟する条件があるが，この条件は将来，緩和される可能性がある[5]．

厚労省から専門医制学会として認定されれば，専門医として広告ができ，手術など施設基準の条件での特典が現在得られる[2)3)]．

保険診療への専門医制の導入

現在，日本の医療では，専門医制度は専門医の広告と医療保険制度での施設基準条件に専門医特典が認められている．前者は，医師の専門医資格の有無を広告することが可能となり，患者は専門治療を受ける時に医師選択の参考にすることができる．後者は2002年10月から，特定の手術には前年度施行手術回数に満たない場合には手術点数が70％に減点されるが，専門医がいる場合には手術件数は60％に緩和された特典である．

後者の特典の中で，手の外科に関係ある手術は区分3に分類される母指化術などの項目（これには，自家遊離複合組織移植術，神経血管柄付き植皮術，母指化術および指移植手術が包括される）である．この母指化術などの項目が属している区分3の施設基準の特典として，専門医がいる場合には年間5例の症例が3例に緩和される．この専門医とは日本整形外科学会（日整会）あるいは日本形成外科学会（日形会）の専門医である．日本手の外科学会は専門医制度もないし，前述の専認構の専門医制学会にも当然，認定されていない．したがって，日本手の外科学会の評議員であって，自他ともに手の外科専門医として認める手の外科の権威者でも，現在の保険制度では何の特典もない．もちろん，現在，日本手の外科学会会員，評議員の大半は日整会か日形会の専門医であるので，差し迫った問題はないようである．

しかし，ここには見逃してはいけない2つの大きな問題が隠れている．その第1は，前述の母指化術などの手術は，まさに手の外科専門医が最も得意とする手

術であり，手の外科専門医でない整形外科・形成外科医が，いかに日整会・日形会専門医といえども，施行する手術ではない．これらの手術こそ日手会専門医に限定すべき施設基準であるが，日手会専門医の名前がどこにもないのは，前述したとおり，日手会が専認構に認定された専門医制認定学会でないからである．手の外科学の専門性はまったく無視され，過去50年におよぶ日手会会員が研鑽してきた手の外科学の知識・技術は，現在の保険医療制度上ではまったく評価されていないのである．

第2の問題は2002年10月の施設基準の改定当時，2002年8月23日の中医協報告では，専門医の項目に日形会専門医のみで，日整会専門医の名前がなかったことである[4]．

母指化術や遊離複合組織移植は手の外科医が最も得意とし，日手会会員の90%以上が日整会会員であるのに，日医あるいは中医協は，日整会すなわち日手会をまったく無視していた現実を日手会会員は忘れるべきでない[7]．

施設基準は保険点数だけの問題か

この施設基準は，保険診療の点数に関係しているだけではない．この施設基準の届出のためには，前年度の手術件数の実績を都道府県所轄庁に報告する義務がある．多くのマスコミ，メディアは独自にこの手術件数の調査を行い，施設基準に合致している病院とそうでない病院の差別化を公表している．週刊朝日には外科系の手術の特集が組まれ，その中に整形外科関係では人工関節，膝手術件数の都道府県別のランキングが掲載されている．当然，読者である患者は，この記事を参考に病院の選択をする．情報公開の面からみれば好ましいことではあるが，その根拠となる施設基準に問題があれば，誤った情報を患者に与えることになる．

まだ，施設基準を設けた手術は少ないが，今後，数が拡大していくのは確実である．患者数が多く，保険診療で医療費が高額となる疾患，たとえば，手根管症候群や橈骨遠位端骨折は，当然何らかの医療費抑制政策の対象とされる可能性が高い．また，高点数でありながらも，切断指再接着術は現在，日本の保険医療はその適応に何の規制もなく，失敗しても再接着手術料は支払われているが，施設基準が設けられる可能性は高い．著者の病院のように症例数が多ければ，施設基準からはずれる心配はないが，施設基準に合致する施設の数は限られ，それがマスコミなどで宣伝されれば，患者の一極集中が起こってくるのは確実である．若い手の外科医には施設基準の問題は高いハードルとなり，折角，手の外科やマイクロサージャリーの技術を習得しても，その技量を発揮することなく，研修が徒労に終わる可能性も秘めている．手の外科研修病院で研修し，手の外科の知識・技術をもった医師が，他の整形外科医や形成外科医と区別でき，手の外科専門医として一般患者に認識され，患者が集まってくるのが私たちの理想である．これは同じように患者の利益にもなる．施設基準の専門医の欄に，日整会・日形会の専門医の名前のみの場合，患者は当然，手の外科の専門医でない整形外科や形成外科を手根管症候群の専門医と考え，何の疑いもなく手術を受け，信じられない手術合併症を被るのである．

もちろん，手の外科自体を社会に認識してもらうように地道な努力も忘れてはいけない．社会への啓蒙はいろんな方法がある．日本医学会での展示など地道な努力やメディアへの宣伝も重要である．しかし，最も効果的なのは厚生労働省が認可した専門医の広告あるいは手術施設基準である．これほど，日手会を世に知らしめる広告媒体はない．病院の案内やマスコミにも広告でき，また，手術の保険請求の欄にも記載され，患者は専門医を容易に知ることができるのである．

このように検証していくと，手の外科専門医の必要性は誰しも納得するところであろう．

専門医制度の立ち上げ方法

法的に手の外科専門医制度が認められるのは，ただ1つ専認構に加盟することである．このためには，表1に列挙した条件を満たすことである．そして，日整会および日形会のsubspecialityの専門医制学会として認定されることである．これは，専門医の資格も厳格であり，真の手の外科専門医育成制度となる．

もう1つの方法としては，日整会認定リウマチ医，スポーツ医のように日整会認定の手の外科専門医を認定してもらう方法である．これは，法的な手の外科医としての認定はされないが，日整会の下部機構に日手会が含まれていることを常に認識することになり，整形外科専門医試験の内容にも手の外科学の占める割合が多くなり，また，前述の診療報酬改定の際にも，手の外科関係の項目にもさらなる配慮をしてくれることになる．しかし，この方法は広く一般的な手の外科の研修になり，日手会が目指す手の外科専門医とはほど遠い内容の専門医となる可能性は高い．

いずれにしても，日手会がとるべき道はこの2つしかないわけであるが，その前提条件としては，日手会独自の手の外科研修制度（研修施設，研修期間，試験制度，試験資格，資格更新制度）を早急に確立，整備する必要がある．しかる後に，専認構，日整会・日形会へ手の外科専門医制度の申請を行うことになるが，現在の日手会の教育研修システムは専門医制度と呼ぶには貧弱な内容である．系統的な教育制度がないことを日手会会員が認識し，正式な教育制度の確立に立ち上がる時であると強調したい．

なお，専門医制度の具体的内容，各論については，第46回日本手の外科学会総会で承認されたとおり，専門医制度推進委員会を中心に検討していく方針であるので会員は注目されたい．

文　　献

1) 厚生労働省保険局医療課発平成14年9月10日,「特掲診療科の施設基準等及びその届出に関する手続きの取扱いについて」の一部改正について.
2) 日本リハビリテーション医学会：日本リハビリテーション医学会ニュース．No. 6，2003.1.15発行.
3) 日本リハビリテーション医学会：日本リハビリテーション医学会ニュース．No. 7，2003.4.15発行.
4) 日医FAXニュース，2002年8月27日．手術の施設基準で専門医・認定医の概念導入，中医協総会.
5) 酒井　紀（専認構理事長）：第46回日本手の外科学会パネル「専門医制を考える」での発言，2003年4月18日，名古屋.
6) 専門医認定制協議会既報（平成14年7月）．専門医認定協議会発行.
7) 平成14年度全国整形外科保険審査委員会会議．社団法人日整会などが発行，pp. 26-30，2002.9.

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻　第5号　581-583，2003

開業医からみた手の外科専門医制度

麻生整形外科クリニック
麻　生　邦　一
内田整形外科クリニック
内　田　芳　雄

Certificate of Added Qualification for Hand Surgeons in Japan from the Point of Practioner's View

Kuniichi Aso
Aso Orthopaedic Clinic
Yoshio Uchida
Uchida Orthopaedic Clinic

From the practioner's point of view, to obtain the certificate has some advantages. Being a qualified hand surgeon specialist makes the patients feel more at ease and also makes it easier for other surgeons to recommend patients to you. The biggest advantage for paractioners to study and practice the hand surgery, is that they can improve themselves, which is beneficial to patients, too. According to regarding the additional qualification for orthopedic surgeons, about the certificate of added qualification for the orthopedic surgeons in Kyushu, 72% (n=36) were in agreement with the establishment of a new qualification system. But there are some disadvantages such as doctors having to pay the cost to take the examination and obtain the certificate, and what society should be responsible for granting the certificate (Japanese Society for Surgery of the Hand or Japanese Society for Orthopedic Surgery).

はじめに

医学会における専門医制度の本来の目的は，その専門領域の研鑽に励み，臨床成績，治癒率の向上を図ることにより病に苦しむ人々が恩恵を被ることにある[2]．日進月歩の医学を常に勉強し，最新かつ最善の医療を施すことは，医師としては当然のことである．

専門医制度に対する意識調査

日本手の外科学会において，手の外科専門医制度の設立が論議されはじめているが，一般の会員にどの程度認識され，どのように考えられているかを知りたくアンケート調査を行った．対象は九州手の外科研究会と大分じっと手をみる会の会員36名で，そのうち開業医は22%であった．結果は，賛成：26名（72%），反対：9名（25%），不明：1名（3%）と，大多数の会員は専門医制度設立に肯定的であった．賛成理由と反対理由は表1のごとくである．

私の考える専門医制度のメリットとデメリット

メリットとしては，まず第1に専門医資格を目指して会員1人ひとりが手の外科症例に興味をもち，勉強し，治療経験を積むことによって，手の外科の実力があがることである．個人の実力があがれば，日本手の外科学会のレベルも国際的にみて向上することになろう．また手の外科に興味をもつ人が増えれば学会会員数が増えることにつながるであろう．そしてそれは手の外科学の基礎的，臨床的研究が進歩する礎になるだろう．

社会的メリットとしては，専門医資格をとることによって患者やまわりの医師に自分の専門を知ってもらうメリットがある．私が診療所を開設するにあたりま

Key words：certificate of added qualification（専門医制度），hand surgeon（手の外科医），practioner（開業医）
Address for reprints：Kuniichi Aso, Aso Orthopaedic Clinic, 2-3-13 Shinkasuga-machi, Oita-shi, Oita 870-0818, Japan.

表1 専門医制度に対する意識調査

賛成理由	
患者，まわりの医師に自分の専門を知ってもらうためによい	14名
勉強するから実力がつく	12
将来診療点数に差がつくかもしれない	8
患者さんが増えるからよい	3
院内に掲示したら役に立つ	3
反対理由	
資格をとっても患者さんは増えない	6名
経費がかかりすぎる	5
将来診療点数に差がつくとは思えない	3
手の外科専門医と思われて他の領域が不得手と思われる	3
院内に掲示しても役に立たない	2
日整会内にいくつも専門医制度ができることは自分たちの首を絞めることになる	1

ず考えたことは，私という整形外科医をいかに患者さんに知っていただくかということであった．勤務医のときには考えもしなかったが，患者さんが自分の身体を預ける医者の中身を知らずに受診することには不安があって当然である．「私はこういう整形外科医です」と知らしめるために，履歴書から取得した資格証をあらかた院内に表示している．手の外科を勉強し，試験に合格して，手の外科専門医の資格を取得すれば，手の患者さんは安心して診察を受けることになろう．それにより紹介患者が増えることにもなろうし，また院内掲示ができるようになれば一般患者も増えることが期待できよう．また将来，専門医加算など診療報酬面でも有利になることもありうるだろう．開業医として生き残るためには高度の専門性を有し，専門分野を磨くことが要求されているのである．一方勤務医としては，専門医資格は個人の能力を証明し，就職に有利に働くメリットは大きいだろう．また万一医療裁判になった場合には専門医であることが有利に働くことはこれまでの麻酔事故などの判例をみれば当然であろう．

一方デメリットとしては，まず手の外科専門医と決めつけられ，他の領域が不得手と思われることが考えられる．また専門化されすぎて他の領域に手を出しにくくなるデメリットも生じ，自分で自分の首を絞めることにはならないであろうか．その他いたし方のないデメリットとして試験料や更新費用などの経費がかかる．さらに教育研修施設での研修が義務づけられると現在のポストから一時的にも離れるというさらに大きな負担が生じることになろう．

専門医制度の問題点

専門医制度をどのように位置づけるかは議論のあるところである[1)3)4)]．日本手の外科学会で独立して専門医制度をつくることには無理があり，現実的ではないだろう．日本整形外科学会，日本形成外科学会という親学会の中で手の外科専門医という資格を付与することがよいと考える．なぜならば米国と異なり，日本の医療状況からは手の外科だけでは独立してなり立ってはいかないし，親学会を離れては生きてゆけない現状があるからである．

親学会の中で認定スポーツ医とか認定リウマチ医とか，つい最近発足した脊椎・脊髄指導医のように，認定手の外科医が発足したとして，新たな問題として，今後股関節や膝関節，足，肩など他の領域の学会でも専門医制度ができた場合にどうなるのか．デメリットとして述べたように，自分たちで自分たちの首を絞めることにはならないか，よく考慮すべきことであろう．

患者への情報公開が叫ばれ，医療の質がより厳しく問われている現在，専門医の果たす役割は重大である．専門医制度の確立は卒後教育の充実，臨床医の質的向上につながるものと期待できよう[2)]．社会的に認められたものとなるためにも，学会の専門医制度が適正であるかを審査し，認定された専門医を評価する第三者的な専門医認定機構の設置も今後検討すべき課題であろう[5)]．

ま と め

1．日本手の外科学会において，手の外科専門医制度をつくることに基本的に賛成である．
2．九州地区の会員の意識調査においても，70%以上の方が専門医制度に賛成であった．
3．専門医という資格を得ることの医学的，社会的メリットは大きい．
4．専門医制度が真に有意義なものとなるためには，非専門医との違いを際立たせるがごとき専門医のその後の研鑽にかかっていると考える．

文 献

1) 安土忠義：日本整形外科学会教育研修制度の歴史と専門

（認定）医制度．日臨整外医会誌，26：93-96，2001．
2）出月康夫：外科学　新しい潮流Ⅲ　我が国における理想的な外科専門医制度　1．より理想的な外科専門医制度への提案．日外会誌，102：288-290，2001．
3）狩野庄吾：21世紀に期待される医学・医療　第6章社会医学　専門医認定制度とその社会的公認．医学のあゆみ，195：1051-1053，2000．
4）大井龍司：創造と調和—Creativeness and Cooperation-Ⅱ．外科医を取りまく諸問題　1．わが国における専門医制度の問題点とその改革．日外会誌，103：304-308，2002．
5）特集　専門医制度を質す．ばんぶう，7月号：22-39，2002．

日手会誌（J Jpn Soc Surg Hand），第20巻 第5号 584-586，2003

1人開業医における day surgery

麻生整形外科クリニック

麻 生 邦 一

Day Surgery in the Clinic of a Practioner

Kuniichi Aso

Aso Orthopaedic Clinic

Since 1994, 1,831 cases of day surgery have been performed in our clinic. Surgery of the upper extremities was most common (69%), because anesthesia such as axillary block, brachial plexus block and digital block were easily and safely done in outpatient cases. Even cases of lower extremities surgery, bone surgery such as osteosynthesis and bone fragment excision, were possible under local anesthesia. Merits of day surgery are for the patients to keep treatment of surgery and postoperative care without hospitalization and to reduce the cost of the medical fees. On the other hand, the demerit is that postoperative emergency care may be delayed if something unexpected happened and patients more easily feel anxious postoperatively in their home. The knack of success of day surgery is to study and practice the operative procedures and anesthesia, so as to have confidence in surgery and anesthesia. In conclusion, day surgery is beneficial both to patients and surgeons and it should be expanded more in future.

はじめに

開業してもまだメスは捨てたくないと思っている整形外科医は多いだろうし，実際外来診療でも手術をしないと治らない症例にたくさん遭遇する．著者は，1994年に無床診療所を開設して以来，積極的に外来手術を行ってきた．その経験から1人開業医でどのように外来手術を行っているか，どこまで外来手術が可能なのか，そして手術が成功するためにはどうすべきかについて私見を述べたい．

診療所概要

当診療所の職員は，医師1名，看護師5名体制，事務受付4名，X線技師1名，リハビリ担当3名（うちパート1名）で外来患者200～280名の診療にあたっている．

手術は毎日午後の診療の始めに1例ずつ行い，時には，午前診療開始前にも入れることもある．全身麻酔用麻酔器，手術用顕微鏡は備えているが，TVイメージはもっていない．必要なときはX線コントロールで対応してきた．しかしやはり必要な場合があり購入予定である．

手術概要

1994年6月から2002年12月までの手術総数は1,831例で，年間平均220例くらいである．上肢が1,272例（69%）を占め，下肢が395例（22%），体幹・顔・頚が164例（9%）を占める．この他に提携先の病院で年間約80例の全麻，腰麻の症例の手術を行っている．手術の内容は表1に示したとおりである．上肢の手術は，腱鞘切開，骨接合，軟部腫瘍摘出，絞扼神経除圧，側副靱帯修復術などの手術が多いが，上肢の手術は，切断肢指再接着術を除いてほとんど可能であるし，実際行っている．腋窩ブロックを多用しているが，斜角筋間ブロックでは，肩や鎖骨の手術も十分可能となり，麻酔範囲は広がる．下肢の手術は，膝窩における神経ブロックも可能であるが，いまのところ局麻で行っている（表2）．したがって手術の種類は限られるが，アキレス腱縫合術や，足関節外側靱帯修復術などの軟部組織の手術はもちろん，膝，足における骨切除や骨接合などの骨手術も問題なく行える．

Key words：day surgery（日帰り手術），practioner（開業医）

Address for reprints：Kuniichi Aso, Aso Orthopaedic Clinic, 2-3-13 Shinkasuga-machi, Oita-shi, Oita 870-0818, Japan.

表1　手術の内訳

上肢（1,272例，69%）	
腱鞘切開	262例（弾発指 219，de Quervain 病 42）
骨接合	183（骨性槌指 62，基節骨 20，中手骨 18，PIPJ 脱臼骨折 18）
軟部腫瘍	158（ガングリオン 81）
絞扼神経除圧	142（手根管 116，肘部管 24）
側副靱帯修復	134（PIP 75，MP 50，肘 UCL 8）
腱縫合	68（伸筋腱 26，屈筋腱 24）
その他	抜釘，関節固定術，Dupuytren 拘縮手術など
下肢（395例，22%）	
足関節外側靱帯修復	105例
陥入爪，爪側炎	76
腫瘍	58（軟部 54）
Osgood-Schlatter 遺残骨端核摘出	30
抜釘	24
骨接合（中足骨，基節骨）	23
アキレス腱縫合	18
その他	
体幹，顔，頚部（164例，9%）	
軟部腫瘍	147例（アテローム 97）
その他	瘢痕形成術，耳介形成術，生検，異物除去など

表2　実施した麻酔

上肢（1,272例）	
腋窩ブロック	604例
局所麻酔	450
指神経ブロック	119
クーレンカンプ	67
リストブロック	24
斜角筋間ブロック	8
下肢（395例）	
局所麻酔	309
指神経ブロック	86
体幹，顔，頚部（164例）	
局所麻酔	164

メリットとデメリット

開業してみて外来手術を希望する患者さんが予想以上に多いことがわかった．患者さんにとって仕事，家事，育児など通常の生活を続けながら治療を受けられるメリットは大きい．また医療費が明らかに安いこともメリットとして大きい[3)4)6)8)]．さらに患者にとって手術成績にほとんど差がないことが何よりも重要なことであろう（ただし例外として，zone II，屈筋腱縫合は後療法が正しく上手にできにくく成績が劣る手術であり，入院させて行うべきである）．一方，医療機関側からみても，昨今手術技術料が高くなり，日帰り手術の加算も認められており，経済的にもメリットは大きい．

しかし手術後に帰宅するために，不安が残ることは否めないし，術後の異変に早く気づいて的確な処置をすることができにくいデメリットはある[7)]．また通院回数が増えることはいたし方ない．

成功の条件

外来手術が成功するためには，患者さんとの信頼関係を日頃から十分築いておくことが重要であり，インフォームドコンセントが必須であることはいうまでもない[2)]．そして自信のある麻酔で自信のある手術をすることが大事なことと考える[1)5)]．自信がもてるようになるためには，慣れた手術でももう1度勉強し手技を確認する，不測の事態をも想定して準備を完璧にする，術前診断や病態を可及的に詳細にかつ明確に知る，手術手技のイメージトレーニングをすることなどを心がけている．手術中では全身状態のチェックと情報公開を兼ねて，患者に説明をしながら行うことにしている．手術後はギプス巻き込みを多用して外固定を確かなものとし，患肢の高挙を徹底する．これにより疼痛は軽減し，創の治癒も促進され，成績がよくなることが期待できる．

さらに1人で麻酔をかけ手術をしなければならないために麻酔技術のみならず，術前評価を適確に行うことが大事である．全身疾患を有する場合には当該科の専門医とよく連絡をとることはもちろんであるが，外来手術に固執せずに入院手術に切り替える判断も大事であろう．

ま　と　め

1．1人開業医においても，患者のニーズに応えて積極的に day surgery を行うことは双方にとってメリットが大きい．
2．Day surgery を発展させるためには，手術と麻酔の技術の向上，熟達が必須である．
3．最も大切なことは，患者との信頼関係を日頃から築いておくことである．

文　献

1）Gwinnutt C：Day surgery. Practioner, 235：738-742, 1991.

2) Older J：Orthopaedic day surgery. Practioner, 237：30-34, 1993.
3) 吉良貞伸，田中寿一，中野利彦 ほか：整形外科における day surgery. 日医会誌，122：987-990，1999.
4) 尾上英俊：小児整形外科の日帰り手術. 整・災外，44：987-991，2001.
5) 白神豪太郎：日帰り手術の麻酔. 臨床麻酔，26（臨時増刊）：299-311，2002.
6) 須田 崇，山崎安信，竹村 浩：Day Surgery. 臨床看護，27：1713-1720，2001.
7) 照井克生：day suregry における術前評価システム. 産婦人科の世界，54：809-815，2002.
8) 壺井朋哉：Day Surgery（日帰り手術）. 整形外科看護，8：34-37，2003.

会　告

平成15年11月25日

日本手の外科学会
理事長　生田義和

日本手の外科学会
役員ならびに学術集会次々期会長選挙公示

日本手の外科学会定款，日本手の外科学会役員選出に関する細則，日本手の外科学会会長・次期会長・次々期会長選出に関する細則にしたがって，日本手の外科学会役員ならびに日本手の外科学会次々期会長（第50回会長）の各選挙を平成15年度評議員会（平成16年4月21日・大阪市）において実施いたします．

1. 選挙する役員の数と任期について

・今回選挙する役員の数は，理事10名，監事2名です．

・今回選挙する上記役員の任期は，平成15年度通常総会の翌月より平成17年度通常総会の日までの2年間です．

2. 学術集会次々期会長等の任期について

・今回選挙する学術集会次々期会長の任期は，第49回日本手の外科学会学術集会終了の翌日から第50回日本手の外科学会学術集会終了の日までです．

3. 立候補（推薦）の届出について

・役員に立候補（推薦）できるのは，平成15年10月31日現在，日本手の外科学会の評議員であって，平成16年4月1日現在，満65歳未満の方に限ります．

・次々期会長に立候補（推薦）できるのは，平成15年10月31日現在，日本手の外科学会の評議員であって，平成16年4月1日現在，満65歳未満の方に限ります．

・立候補（推薦）しようとする方は，平成16年3月1日から平成16年3月31日までの間に必要書類を理事長にご提出ください．

送付先　〒468-0063　名古屋市天白区音聞山1013
（有）ヒズ・ブレイン内
日本手の外科学会事務局
理事長　生田義和

（郵送の場合は書留で3月31日消印有効，持参の場合は事務局へ3月31日午後5時まで）

・立候補（推薦）に必要な書類は下記のとおりです．

・立候補の場合　立候補届（様式1）

・推薦の場合　　正会員3名の推薦状（様式2）および被推薦者の同意書（様式3）

役員・次々期会長選出に関する必要な書類の書式

様式 1　立候補届

立 候 補 届

平成　年　月　日

理事長殿

氏名（自署のこと）　印
生年月日
住所
所属機関および職名

私は日本手の外科学会

欄外 1.～3. のうち 1 つを記入

選挙に立候補します.

1. 理　事
2. 監　事
3. 学術集会次々期会長

※A4 判の用紙をお使いください.

様式 2　推薦状

推　薦　状

平成　年　月　日

理事長殿

候補者　氏名
生年月日

日本手の外科学会

欄外 1.～3. のうち 1 つを記入

選挙に上記の者を候補者として推薦いたします.

推薦者（単名または連名）
氏名（自署のこと）　印
氏名（自署のこと）　印
氏名（自署のこと）　印

1. 理　事
2. 監　事
3. 学術集会次々期会長

※正会員 3 名の推薦を必要としますが，推薦状は正会員の単名でも連名でも差し支えありません.

※A4 判の用紙をお使いください.

様式 3　同意書

同　意　書

平成　年　月　日

理事長殿

候補者氏名（自署のこと）　印

生年月日

日本手の外科学会

欄外 1.～3. のうち 1 つを記入

選挙に候補者となることに同意します.

1. 理　事
2. 監　事
3. 学術集会次々期会長

※A4 判の用紙をお使いください.

会　告

平成15年10月9日

日本手の外科学会
理事長　生田義和
担当理事　二見俊郎
国際委員長　矢島弘嗣

JSSH-ASSH Traveling Fellow 募集のお知らせ

本 Traveling Fellow は，米国手の外科学会（ASSH）が日本手の外科学会（JSSH）から選ばれた2名の Fellow に対し，ASSH の Annual Meeting の時期に合わせて，各種手の外科関連施設の訪問をお世話してくださるものです．

1999年に開始されて以来，米国同時多発テロで訪問を見合わせた年もございましたが，本年までに8名の Fellow が渡米し，例年，充実した研修であったとの報告を受けております．

つきましては，本年も下記の要領で募集いたしますので奮ってご応募ください．

■募集要項■

1．募集人数　2名

2．応募資格　①日本手の外科学会会員であること．
②英語が堪能であり，訪問先で講演ができること．
③年齢は45歳以下であること．（平成15年12月1日現在）
④手の外科に関する英語論文（筆頭著者）が少なくとも1編はあること．

3．訪問期間　ASSH Annual Meeting への参加を含めて3〜4週間（9月〜11月の間）

4．援　助　1人あたり50万円

5．訪問施設　ASSH が定めるいくつかの施設を訪問する．
原則として2名一緒に訪問する．
個人的に訪問したい施設があれば，各自で訪問先と交渉する．

6．応募に必要な書類
①和文および英文の履歴書（パスポート用写真貼付 5×5 cm）
②研究業績　原著論文，学会発表，著書，講演など
③推薦状（日本語で日手会理事長宛）
出身教室の教授および日本手の外科学会評議員1名（合計2名）
④応募動機　800字以内（日本語で）
①③④は日手会事務局に応募用紙を請求しワープロまたはタイプで記入する．
②はフロッピーディスクまたは CD-ROM でデータ（テキスト形式）を添付する．

7．応募書類の送り先
日本手の外科学会事務局国際委員会「JSSH-ASSH Traveling Fellow」宛
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山1013　有限会社ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510　担当 三浦

8．応募締切　平成15年12月1日（月）必着

9．決定通知　平成16年1月31日頃予定

会　告

平成15年10月9日

日本手の外科学会
理事長　生田義和
担当理事　二見俊郎
国際委員長　矢島弘嗣

日本手の外科学会・香港手の外科学会 Exchange Traveling Fellow について

ご承知の通り，日本手の外科学会では，平成11年度より香港手の外科学会との間で1名のフェローの交換研修を開始いたしました．本年も4月に名古屋で開催されました第46回日本手の外科学会にあわせ，香港フェローが来日される予定でしたが，今春，世界的に流行いたしましたSARS（重症急性呼吸器症候群）の影響により，来日が見合わされました．また，このSARSの影響により，6月に開催を予定されておりました香港手の外科学会の会期も延期となり，これを受け，日本手の外科学会からの本年度フェロー派遣は，来年度へ延期することに決定いたしました．

つきましては，本年度のフェロー募集は見合わせることといたしましたのでご案内申し上げます．なお，次回募集に関しましては，決定次第，日手会雑誌にて会告いたします．またご不明な点がございましたら，下記事務局担当者までお問合せください．

お問合せ先

日本手の外科学会事務局国際委員会「香港 Exchange Traveling Fellow」
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山1013　有限会社 ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510　担当 三浦裕子

日本手の外科学会雑誌　第20巻第5号　平成15年11月25日発行

編集兼発行者　日本手の外科学会
理事長　生　田　義　和

発行所　〒468-0063　名古屋市天白区音聞山1013
日本手の外科学会事務局
有限会社　ヒズ・ブレイン
TEL（052）836-3511
FAX（052）836-3510

第5回　アジア太平洋手の外科学会開催のお知らせ
The 5th Congress of the Asian Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand

第5回アジア太平洋手の外科学会
会長　生田義和
（日本手の外科学会　理事長）

この度，本学会の会期を1年延期することとなりました．本学会は，学会名の通り，アジア太平洋地域諸国の手の外科学会が加盟している団体でございます．これらの国々においては，今春，世界的に流行いたしましたSARS（Severe Acute Respiratory Syndrome）の影響が多大であり，演題登録はおろか，参加さえも危ぶまれる声が聞こえ，事実こういった諸国からの演題応募は皆無に近い状況でございました．WHOからは「終息宣言」が出されましたものの，このような状況を踏まえ，関係各国との折衝を進めてまいりました結果，会期を1年間延期するべきであるとの結論に達しました．会期を1年間延期いたしますものの，会場，企画内容その他は変更することなく，より充実した学会とすべく準備を進めてまいる所存でございます．

このような事情をお察しいただき，多くの皆様の演題応募，ご参加をお待ち申し上げております．

記

新会期：平成16年（2004年）11月12日（金）～15日（月）
会　場：大阪国際交流センター
一般演題登録開始：平成16年（2004年）1月末より
一般演題登録締切：平成16年（2004年）5月10日（月）
※口演およびポスター発表を募集いたします．演題応募はオンラインのみです．
事前参加登録締切：平成16年（2004年）7月31日（土）
詳細は本会議ホームページをお尋ねください．
http://jssh.gr.jp/5apfssh/

問合せ先：第5回アジア太平洋手の外科学会　登録事務局
日本手の外科学会事務局内
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山1013
有限会社ヒズ・ブレイン内　担当 三浦裕子
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510
E-mail：apfssh@jssh.gr.jp

第 21 回　中部日本手の外科研究会のお知らせ

会　　期：平成 16 年 2 月 20 日（金）
会　　場：ぱるるプラザ京都（JR 京都駅前）
　　京都市下京区東洞院通七条下ル東塩小路町 676 番 13
　　（第 16 回日本肘関節学会は，同会場で 2 月 21 日に開催予定です）

〈特別講演〉上肢先天異常の治療（日整会単位申請予定）
　　荻野利彦 先生（山形大学整形外科教授）
〈ランチョンセミナー〉
　　橈骨遠位端骨折の手術的治療（日整会単位申請予定）
　　Dr. Michael Strassmair（Kreiskrankenhaus Stamberg, DEUTSCHLAND）
〈イブニング・パネルディスカッション〉
　　手関節痛症例；私ならこうする
〈主　　題〉・橈骨遠位端骨折治療の工夫
　　・Kienböck 病（特に Lichtmann 分類III，IV）の治療
　　・先天異常手の治療（欠指症，指形成不全その他）

演 題 募 集：平成 15 年 10 月 31 日（金）をもって締切りました．

ホームページ：http://www.jssh.gr.jp/

事　務　局：第 21 回中部日本手の外科研究会事務局
　　〒530-8480 大阪市北区扇町 2 丁目 4-20
　　財団法人　田附興風会医学研究所　北野病院整形外科
　　TEL：06-6312-8812（内線 6398）　FAX：06-6312-8867
　　E-mail：yanase@kitano-hp.or.jp

第 21 回中部日本手の外科研究会
会長　梁　瀬　義　章
（財団法人田附興風会医学研究所北野病院整形外科 副院長）

第 16 回　日本肘関節学会のお知らせ

会　　期：平成 16 年 2 月 21 日（土）
会　　場：ぱるるプラザ京都（JR 京都駅前）
京都市下京区東洞院通七条下ル東塩小路町 676 番 13
〔第 21 回中部日本手の外科研究会は，同会場で 2 月 20 日（金）に開催予定です〕

〈ランチョンセミナー〉 1 題を予定（日整会・リウマチ財団単位申請予定）
〈予定主題〉 ・肘関節靱帯損傷に対する治療
・肘関節外傷性拘縮の治療
・人工肘関節の成績と問題点
・離断性骨軟骨炎の治療
・スポーツ肘障害
・RA 肘に対する治療選択
・肘関節骨折
・肘関節画像診断の進歩

演 題 募 集：平成 15 年 9 月 30 日（火）をもって締切りました.

ホームページ：http://www.elbow-jp.org/

登録事務局：第 16 回日本肘関節学会登録事務局
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山 1013
有限会社　ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510
E-mail：kyoto16@elbow-jp.org

第 16 回日本肘関節学会
会長　中　村　孝　志
（京都大学大学院医学研究科整形外科学）

第 29 回　日本足の外科学会のお知らせ

会　　期：平成 16 年 6 月 25 日（金）・26 日（土）

会　　場：きゅりあん（品川区立総合区民会館）
〒140-0011 東京都品川区東大井 5-18-1（都合により変更となりました）

連 絡 先：第 29 回日本足の外科学会登録事務局
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山 1018
（有）ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510
E-mail：foot29@his-brain.co.jp

第 29 回日本足の外科学会
会長　阪　本　桂　造
（昭和大学医学部整形外科学教室）

第 30 回　日本整形外科スポーツ医学会のお知らせ

会　　期：平成 16 年 7 月 2 日（金）・3 日（土）

会　　場：都市センターホテル（東京都千代田区平河町）

連 絡 先：日本整形外科スポーツ医学会事務局
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山 1013
（有）ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510
E-mail：tokyo30@jossm.gr.jp　URL http://jossm.gr.jp/

第 30 回日本整形外科スポーツ医学会
会 長　青　木　治　人
（聖マリアンナ医科大学整形外科学教室）

The 5th International Conference on Bone Morphogenetic Proteins, 2004
第5回　国際骨形成因子会議開催のお知らせ

会　長　岩　田　　久
名古屋大学名誉教授,
名古屋共立病院
リウマチ・人工関節センター長

この度，2004年（平成16年）9月12日（日)～16日（木）の5日間，名古屋市のウェスティンナゴヤキャッスルにおきまして，The 5th International Conference on Bone Morphogenetic Proteins, 2004を開催させていただくこととなりました．International Conference on Bone Morphogenetic Proteinは，1994年6月に第1回会議が米国で開催されて以来，第4回まで米国内にて開催されてまいりましたが，今回，初めて第5回会議を，米国外の日本において開催することとなりました．

1965年に骨形成因子（Bone Morphogenetic Protein：BMP）の存在を予測されて以来，現在までにBMPは，軟骨，骨への分化促進だけでなく，発生過程にも，また腎疾患，神経促進作用，発毛にまで関与していることがわかってまいりました．日本においては，BMP研究レベルの高さから，新しい分野での研究にも積極的であり，多くの基礎・臨床領域において取り組まれております．このようなことから，本会議には，世界各国より，医学・歯学の分野のみならず，工学，理学，農学分野などあらゆる分野からの注目を集めております．

このような事情をお察しいただき，多くの皆様の演題応募，ご参加をお待ち申し上げております．

記

会　期：平成16年（2004年）9月12日（日)～16日（木）
会　場：ウェスティンナゴヤキャッスル
〒451-8551 名古屋市西区樋の口町3-19　TEL：052-521-2121
一般演題登録締切：平成16年（2004年）5月31日（月）
※口演およびポスター発表を募集いたします．詳細はホームページにてご案内いたします．
事前参加登録締切：平成16年（2004年）7月31日（土）
詳細は本会議ホームページをお尋ねください．
http://www.bmp2004.com/
会議事務局：〒454-0933 名古屋市中川区法華1丁目172番地
医療法人偕行会名古屋共立病院内
TEL：052-353-9123　FAX：052-353-9513
E-mail info@bmp2004.com

第 15 回　日本小児整形外科学会のお知らせ

会　　期：平成 16 年 11 月 25 日（木）・26 日（金）

会　　場：新横浜プリンスホテル（新横浜駅前）

連 絡 先：第 15 回日本小児整形外科学会登録事務局
〒468-0063 名古屋市天白区音聞山 1013
(有) ヒズ・ブレイン内
TEL：052-836-3511　FAX：052-836-3510
E-mail：info@his-brain.co.jp

第 15 回日本小児整形外科学会
会 長　青 木 治 人
(聖マリアンナ医科大学整形外科学教室)

IMI Ikuta Microsurgery Instruments

生田式 微小外科用手術器械

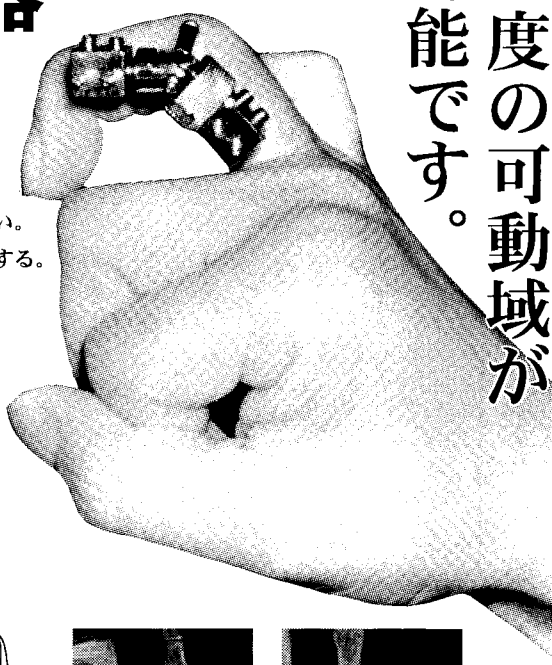
医療用具許可番号:15BZ5005

MIZUHO

瑞穂医科工業株式会社
〒113-0033 東京都文京区本郷3-30-13　　整形外科事業部 TEL 03-3815-3096
センター 北海道／東北／新潟／東海／関西／中国／九州 http://www.mizuho.co.jp

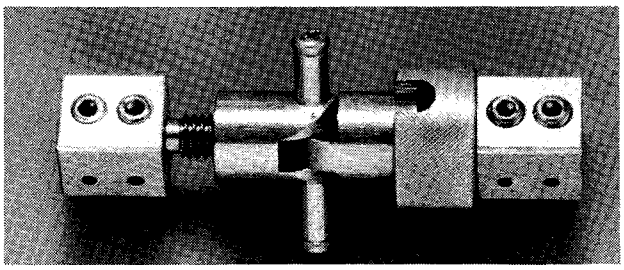
中島式創外固定器

（ＰＩＰ関節内骨折、ＭＰ関節内骨折の治療器械）



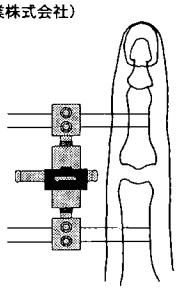
40度の可動域が可能です。

1．指のＰＩＰ関節内骨折、ＭＰ関節内骨折に使用する。
2．外傷後拘縮を生じた指の授動に使用する。
3．イメージ下にキルシュナー鋼線を挿入し、皮膚切開を必要としない。
4．牽引を加えながら骨折を整復し、それと同時に関節運動を可能にする。
5．40°の可動域訓練が可能のため損傷された関節面の再生に役立つ。

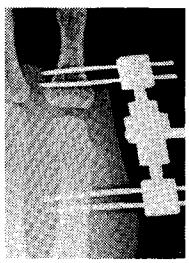


（大祐医科工業株式会社）

部品名	大	中	小
全　長	52～62	44～54	36～46
延長鋼線間隔	36～46	29～39	23～33
延長間隔　左右（各）	0～5	0～5	0～5
鋼線通し穴	1.9	1.3	1.3
鋼線通し穴間隔	5	5	4



術前（前後）



創外固定（前後）

標準価格　￥９５,０００.　承認番号４Ｂ１０３１

小児用腱縫合セット

小児腱縫合用特殊針付縫合糸

特に繊細なオペレーションを要求される小児の腱縫合用に開発された特殊針付縫合糸です。
針径をマイクロ針並みに細くし、針先にカットを加え、
更に、特別な加工を施し「強度」と「切れ味」の両面を実現させた特殊針です。
用途に合わせて４種類を１セットに納めたパッケージをご用意させて頂きました。
最初にセットでご購入頂き、以降は各種類毎にお買い求め頂けます。

セット内容

ＢＨ－１２－２０（１２mm　青ナイロン７－０　２００μ）１２本／箱
ＢＨ－１２－１８（１２mm　青ナイロン７－０　１８０μ）１２本／箱
ＢＨ－１０－１５（１０mm　青ナイロン８－０　１５０μ）１２本／箱
ＢＨ－１０－１２（１０mm　青ナイロン８－０　１２０μ）１２本／箱

標準価格　小児用腱縫合セット　￥５９,４００.／セット（１本単価￥１,２３７）

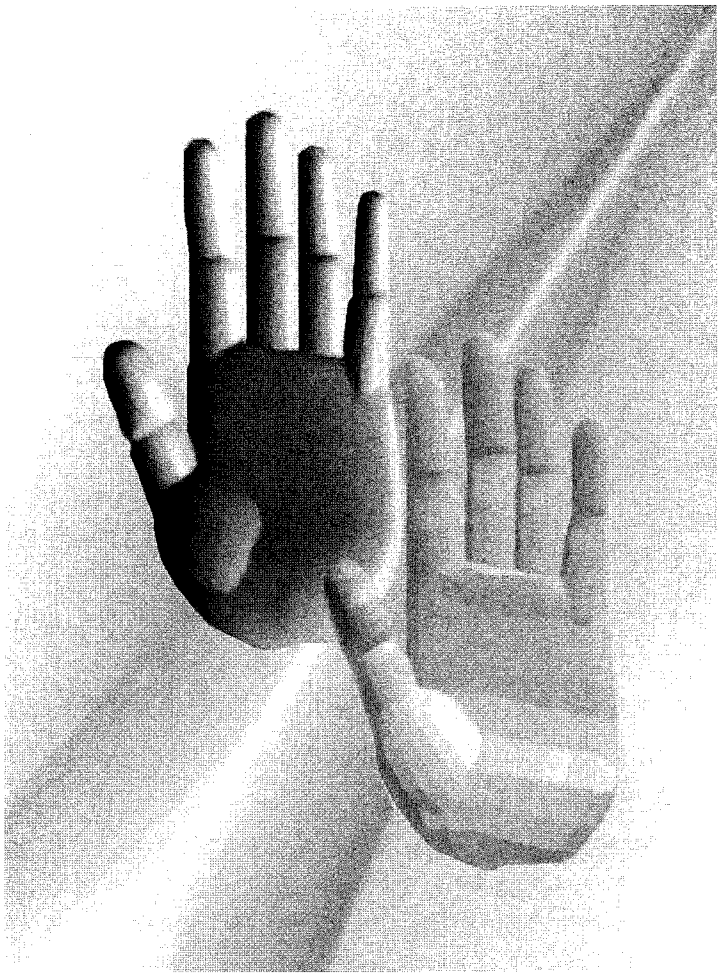
許可Ｎｏ.（６１Ｂ）第４０３号

熊本機能病院副院長　中島英親先生の御指導で設計開発されました。

発売元　株式会社 河野製作所
本　　社　〒２７２千葉県市川市曽谷２－１１－１０
お客様相談窓口　TEL03-3813-7411　FAX03-3813-7414

神・経・修・復

末梢性神経障害に伴うしびれ、痛み、麻痺の改善に



効能・効果

末梢性神経障害
ビタミンB_{12}欠乏による巨赤芽球性貧血（注射液500μgのみ）
（効能・効果に関連する使用上の注意）
本剤投与で効果が認められない場合、月余にわたって漫然と使用すべきでない。

用法・用量

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

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

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

使用上の注意

内服剤
1．副作用
総症例15,180例中、146例（0.96%）の副作用が報告されている。
主なものは食欲不振52件（0.34%）、胃腸障害38件（0.25%）、悪心・嘔吐18件（0.12%）等であった。（副作用発現頻度調査終了時）

注射剤
1．副作用
総症例2,872例中、13例（0.45%）の副作用が報告されている。
主なものは発疹2件（0.07%）等であった。（再審査終了時）
（1）重大な副作用（頻度不明）
アナフィラキシー様反応：血圧降下、呼吸困難等のアナフィラキシー様反応を起こすことがあるので、観察を十分に行い、このような症状があらわれた場合には、直ちに投与を中止し、適切な処置を行うこと。

●その他の使用上の注意等については添付文書をご参照ください

末梢性神経障害治療剤

メチコバール®

錠250μg・錠500μg/細粒/注射液500μg

メコバラミン製剤

〈薬価基準収載〉

hhc ヒューマン・ヘルスケア企業 Eisai エーザイ株式会社
〒112-8088 東京都文京区小石川4-6-10
http://www.eisai.co.jp
製品に関するお問い合わせ：お客様ホットライン室
0120-419-497 9～18時(土、日、祝日 9～17時)

MB0302-1
2003年2月作成

薬価基準収載

経皮吸収型鎮痛・消炎剤

ゼポラス®

指定医薬品 フルルビプロフェン貼付剤

製品特性

1.フルルビプロフェンを含有する第２世代の経皮吸収型鎮痛・消炎貼付剤です。

2.炎症組織（筋肉、滑膜など）への移行性が良好です（ヒト）。

3.強力な抗炎症鎮痛作用を示します（ラット）。

4.臨床成績における改善度（中等度改善以上）は、変形性関節症 56.6％（1,437/2,540 例）、肩関節周囲炎 67.7％（399/589 例）、腱・腱鞘炎、腱周囲炎 74.4％（244/328 例）、上腕骨上顆炎 67.4％（151/224 例）、筋肉痛 72.2％（592/820 例）、外傷後の腫脹・疼痛 80.5％（1,151/1,430 例）です。

5.副作用発現率は 1.74％（326/18,764 例）でした。
その主な副作用は、瘙痒（1.16％）、発赤（1.12％）、発疹（0.54％）等でした（再審査終了時）。
重大な副作用として、「喘息発作の誘発（アスピリン喘息）」が報告されています。

禁忌（次の患者には使用しないこと）
（1）本剤又は他のフルルビプロフェン製剤に対して過敏症の既往歴のある患者
（2）アスピリン喘息（非ステロイド性消炎鎮痛剤等による喘息発作の誘発）又はその既往歴のある患者
［喘息発作を誘発することがある］

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

【用法・用量】
1日2回、患部に貼付する。

【取扱い上の注意】
1.規制区分：指定医薬品
2.貯　　法：(1)遮光した気密容器に保存
　　(2)室温保存
3.使用期限：外箱及び内袋に表示（3年）
4.そ の 他：開封後は開封口のチャックをきちんとしめること。

【包　装】
120枚（6枚×20） 140枚（7枚×20） 600枚（5枚×120）
600枚（6枚×100） 700枚（7枚×100）

製造発売元・資料請求先
三笠製薬株式会社
東京都練馬区豊玉北2-3-1
http://www.mikasaseiyaku.co.jp/

詳細は添付文書等をご参照ください。また禁忌を含む使用上の注意の改訂に十分にご留意ください。

Yamanouchi

豊かにそしてしなやかに。
血管内皮細胞とPGI2

冷感、疼痛、潰瘍

ASOなど慢性動脈閉塞症に伴う

の改善に。

〔禁忌(次の患者には投与しないこと)〕(抜粋)
(1)出血している患者(血友病、毛細血管脆弱症、上部消化管出血、尿路出血、喀血、眼底出血等)
(2)妊婦又は妊娠している可能性のある婦人

〔効能・効果〕
○慢性動脈閉塞症に伴う潰瘍、疼痛及び冷感の改善
○原発性肺高血圧症

＜効能・効果に関連する使用上の注意＞ 原発性肺高血圧症
(1)原発性肺高血圧症と診断された患者にのみ使用すること。(2)本剤は経口投与であるため、重症度の高い患者等では効果が得られにくい場合がある。循環動態あるいは臨床症状の改善が見られない場合は、注射剤や他の治療に切り替えるなど適切な処置を行うこと。

〔用法・用量〕
○慢性動脈閉塞症に伴う潰瘍、疼痛及び冷感の改善　通常、成人には、ベラプロストナトリウムとして1日120μgを3回に分けて食後に経口投与する。
○原発性肺高血圧症　通常、成人には、ベラプロストナトリウムとして1日60μgを3回に分けて食後に経口投与することから開始し、症状(副作用)を十分観察しながら漸次増量する。増量する場合には、投与回数を1日3～4回とし、最高用量を1日180μgとする。

＜用法・用量に関連する使用上の注意＞ 原発性肺高血圧症　原発性肺高血圧症は薬物療法に対する忍容性が患者によって異なることが知られており、本剤の投与にあたっては、投与を少量より開始し、増量する場合は患者の状態を十分に観察しながら行うこと。

〔使用上の注意〕(抜粋)
1.慎重投与(次の患者には慎重に投与すること)　(1)抗凝血剤、抗血小板剤、血栓溶解剤を投与中の患者[「相互作用」の項参照]　(2)月経期間中の患者[出血傾向を助長するおそれがある。]　(3)出血傾向並びにその素因のある患者[出血傾向を助長するおそれがある。]
2.相互作用 [併用注意](併用に注意すること)　抗凝血剤(ワルファリン等)、抗血小板剤(アスピリン、チクロピジン等)、血栓溶解剤(ウロキナーゼ等)、プロスタグランジンI_2製剤
3.副作用　○慢性動脈閉塞症に伴う潰瘍、疼痛及び冷感の改善　総症例7,515例中、370例(4.9%)525件に副作用(臨床検査値異常を含む)が認められ、その主なものは頭痛91例(1.2%)、顔面潮紅60例(0.8%)、ほてり39例(0.5%)、下痢29例(0.4%)、嘔気20例(0.3%)等であった。(再審査終了時)
○原発性肺高血圧症　肺高血圧症の臨床試験において総症例40例中、24例(60.0%)65件に副作用(臨床検査値異常を含む)が認められ、その主なものは頭痛9例(22.5%)、LDH上昇5例(12.5%)、ビリルビン上昇4例(10.0%)、ほてり3例(7.5%)、下痢3例(7.5%)、嘔気3例(7.5%)、トリグリセライド上昇3例(7.5%)等であった。(承認時)　(1)重大な副作用 1)出血傾向[脳出血(0.1%未満)、消化管出血(0.1%未満)、肺出血(頻度不明[注1])、眼底出血(0.1%未満)]:観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。　2)ショック(0.1%未満):ショックを起こすことがあるので、観察を十分に行い、血圧低下、頻脈、顔面蒼白、嘔気等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。3)間質性肺炎(頻度不明[注1]):間質性肺炎があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。　4)肝機能障害(頻度不明[注1]):黄疸や著しいAST(GOT)、ALT(GPT)の上昇を伴う肝機能障害があらわれることがあるので、観察を十分に行い、このような場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。5)狭心症(頻度不明[注1]):狭心症があらわれることがあるので、異常が認められた場合には投与を中止し、適切な処置を行うこと。6)心筋梗塞(頻度不明[注1]):心筋梗塞があらわれるとの報告があるので、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。
注1)自発報告によるものについては頻度不明。

〔承認条件〕
原発性肺高血圧症において可能な限り、再審査期間中の全投与症例を使用成績調査の対象とすること。なお、予後に関する成績も収集すること。

■その他の使用上の注意等については、製品添付文書をご参照ください。

DORNER®

経口プロスタサイクリン(PGI2)誘導体製剤(ベラプロストナトリウム)

劇薬、指定医薬品、要指示医薬品※　薬価収載

ドルナー®錠20μg

※注意—医師等の処方せん・指示により使用すること

発売元 <資料請求先> 山之内製薬株式会社
〒103-8411 東京都中央区日本橋本町2-3-11

製造元 "TORAY" 東レ株式会社

02/3作成.B5.C.01

ACE Symmetry™ Upper Extremity Plates System

エース シンメトリー
上肢用プレート システム

●使用部位に合わせて解剖学的な形状にデザインされています。
●非常に薄く(厚さ0.6mm～1.1mm)作られていますので、
患者さんの不快感を減少させます。
●セルフタッピング、セルフドリリングのスクリューは、
挿入が容易で引き抜き強度も優れています。

医療用具承認番号 20800BZY00625000
医療用具許可番号 13BY0697

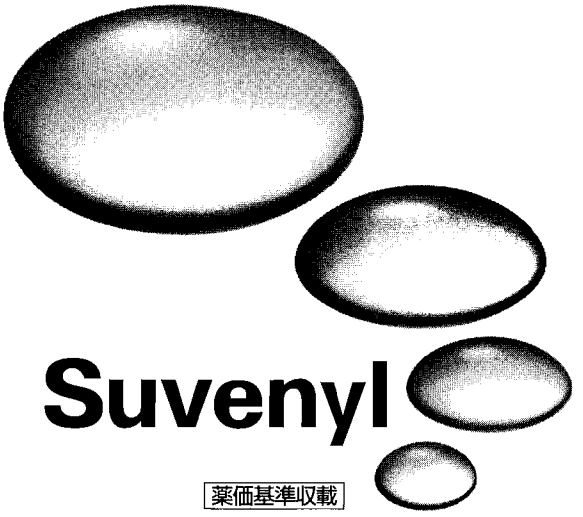
輸入総発売元

株式会社 日本エムディエム

本　　社／〒162-0066
東京都新宿区市谷台町12-2
東京営業所／TEL.03(3341)6688

札幌営業所／TEL.011(210)6691
盛岡営業所／TEL.019(623)0991
仙台営業所／TEL.022(213)0591
さいたま営業所／TEL.048(851)0300
千葉営業所／TEL.043(296)6011
横浜営業所／TEL.045(476)1771
名古屋営業所／TEL.052(731)5020
金沢営業所／TEL.076(223)8805
京都営業所／TEL.075(352)4110
大阪営業所／TEL.06(6399)9730
神戸営業所／TEL.078(392)8770
高松営業所／TEL.087(833)9121
広島営業所／TEL.082(243)5371
福岡営業所／TEL.092(475)1211
熊本営業所／TEL.096(322)9011

中外製薬
ロシュ グループ



Suvenyl

関節機能改善剤
指定医薬品

薬価基準収載

スベニール® ディスポバイアル
Suvenyl®

ヒアルロン酸ナトリウム関節内注射液

※「効能・効果」、「用法・用量」、「用法・用量に関連する使用上の注意」、「禁忌」、「使用上の注意」等については最新の添付文書をご参照ください。

製造発売元 〔資料請求先〕 中外製薬株式会社
〒104-8301 東京都中央区京橋2-1-9

CSU-0252 2003.6

骨粗鬆症治療剤

薬価基準収載

ボナロン®錠 5mg

<アレンドロン酸ナトリウム 水和物 錠>

劇薬・指定医薬品・要指示医薬品（注意：医師等の処方せん・指示により使用すること）

※ 効能·効果､用法·用量､禁忌を含む使用上の注意等については、添付文書をご参照ください。

製造・販売元
TEIJIN 帝人ファーマ株式会社

資料請求先：学術情報部〒100-8585 東京都千代田区内幸町2-1-1

商標 ボナロン/Bonalon® is the registered trademark of Merck & Co.,Inc.,Whitehouse Station,NJ,USA.

BNT031(KK)0308改3 2003年8月作成

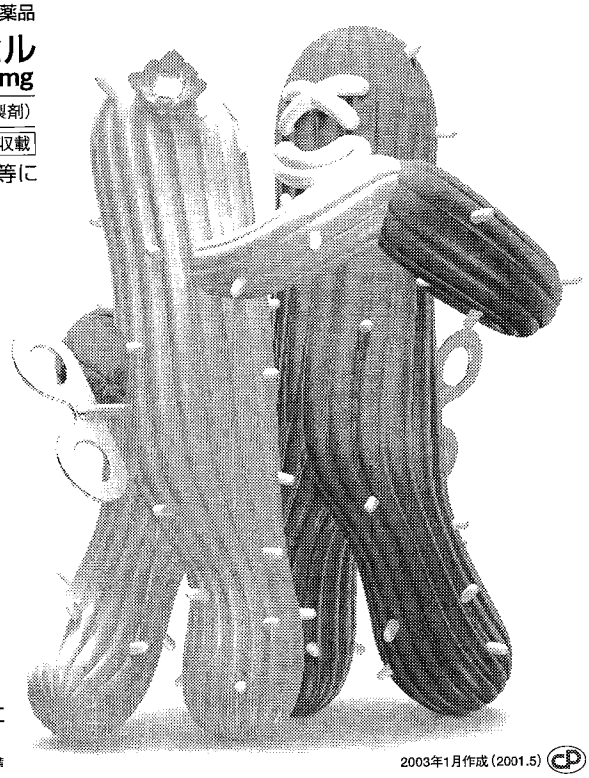
非ステロイド性消炎・鎮痛剤　劇薬、指定医薬品

モービック®カプセル 5mg・10mg

Mobic® Capsules 5mg・10mg（メロキシカム製剤）

薬価基準収載

※効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等については添付文書等をご覧ください。



Boehringer Ingelheim

製造発売元
日本ベーリンガーインゲルハイム株式会社
本社・研究所／〒666-0193兵庫県川西市矢問3-10-1
資料請求先：学術情報部
〒101-0064 東京都千代田区猿楽町2-8-8 住友不動産猿楽町ビル13階

2003年1月作成（2001.5）

住友製薬

経皮吸収時代

Inteban®
Catlep®

インテバン®クリーム
外用液

指定医薬品

カトレップ®

薬価基準収載

■ 効能・効果、用法・用量、使用上の注意等は添付文書をご覧ください。

資料請求先
住友製薬株式会社
〒541-8510 大阪市中央区道修町2丁目2番8号
カトレップ製造元　帝國製薬株式会社

〈製品に関するお問い合わせ先〉
くすり情報センター
TEL:06-6229-5600
受付時間／月～金 9:00～17:30(祝・祭日を除く)
http://e-medicine.sumitomopharm.co.jp