

指屈筋腱修復または再建時透析チューブ 使用による癒着防止の実験的研究

新潟大学医学部整形外科教室（主任：田島達也教授）研究生

牧 野 正 晴

Experimental Study of Preventing Adhesion at the Suture Sites of
Repair or Reconstruction of Digital Flexor Tendons by Wrapping up
with an Appropriate Dialysis Tube

MAKINO, Masaharu

*Department of Orthopaedic Surgery, Niigata University School of
Medicine (Director: Professor TAJIMA, Tatsuya)*

Postoperative early motion, only practical method of preventing adhesion at the repair site or of free graft of digital flexor tendon can not be applied in children.

A series of experiment with Japanese monkeys was done to investigate whether wrapping of suture site or of free tendon graft with an appropriate dialysis tube (with 23 & 40 mm. in diameter made by Union Carbide Co. and with 4 & 8 mm in diameter made by Spectrum Medical Industries Inc.) could attain sound union of suture sites without causing adhesion, and the following results were obtained.

1. Very thin (0.056 mm in thickness) synovia-like membrane was formed surrounding a dialysis tube.
2. Suture sites wrapped up with a dialysis tube can heal without adhesion but healing delays for ca. one week.
3. Proximal and distal suture site of a free tendon graft wrapped up with a dialysis tube in situ heals well at 8 weeks and the tube can be totally pulled out without difficulty through a small skin incision placed at the proximal suture site.
4. Suture sites of a free tendon graft, if uncovered with a dialysis tube can heal at 5 weeks, and the adhesion at the proximal suture site can be easily released by a small skin incision through which the dialysis tube can also be removed without difficulty.
5. A free tendon piece completely wrapped up with a dialysis tube and kept in the abdominal cavity survives by metabolism with abdominal fluid which passes through the dialysis tube.

Print requests to: Masaharu MAKINO,
Department of Orthopaedic Surgery,
Saiseikai Niigata Hospital.

別刷請求先: 〒951 新潟市田町一丁目3239/4
落生会新潟総合病院整形外科

6. Nearly satisfactory result was obtained in two cases in which this method was applied.

This method can clinically be applied in digital flexor tendon injuries of children in which early postoperative motion is not practical.

Key words: digital flexor tendon injury, dialysis tube, prevention of tendon adhesion.
指屈筋腱損傷, 透析チューブ, 癒着防止.

I. は じ め に

一般に頻度の高い外傷である指屈筋腱の腱鞘内損傷に対しては、その修復または遊離腱移植による再建が必要である。この際修復時に縫合部を中心とし一定範囲の腱および周囲組織間におこる癒着、および再建時にみられる縫合部を含めた移植腱全長と周囲組織との癒着、その結果起る指屈伸障害が問題となる。屈筋腱縫合部に十分な抗張力をもたせ、かつ周囲組織との癒着を防止できれば、その術後成績を著しく改善することができる。

現在までのところ、臨床応用されている癒着防止法としては、Kleinert¹⁾ および Duran²⁾ らによる術後早期運動療法がある。具体的には、指屈筋腱修復後ただちに指関節運動を開始し、腱縫合部を他動的に移動させることにより、癒着を防止しようとするものである。しかしこれらの方法には、時に縫合部の再断裂がみられる欠点がある。

一方、人工合成膜で腱縫合部を包むことにより、周囲組織との癒着防止をねらう研究がなされてきた。しかし、たとえば Potenza³⁾ の“blocking tube”の報告にみられるように、被覆縫合部の癒合遅延や壊死が生じ、失敗に終わることが少なくなかった。この失敗の原因として、人工合成膜が適当なものでなかった可能性が考えられる。この人工合成膜に求められる条件は、生体の異物反応を起こさず、被覆腱を圧迫壊死に陥らせず、かつ周囲からの細胞侵入を遮断しながら体液を透過することにより、腱の栄養を保つことである。かつ、薄くて柔軟でありながら強靱であることを要する。これらの条件を満たすものとして、Lundborg⁴⁾、および勝見⁵⁾ が実験的研究に用いた透析チューブがある。

本研究の目的は、今まで臨床で用いられている術後早期運動療法ではなく、手術後一定期間外固定を行って癒着を防止できるか否かを、透析チューブを用いて実験的に確かめることである。

実験動物としては、ヒトに最も近い動物であるサル（成熟日本猿）を用いた。

II. 実験材料と方法

実験動物として、体重5-12Kgの成熟日本猿12頭を用いた。前肢の示・中・環指のうち、外傷を被っていないかった68指を使用した。

実験の準備は、塩酸ケタミン10-15mg/kgを筋肉内に注入して麻酔の導入をおこない、ペントバルビタール20-50mg/kgを適宜静脈内に注入して麻酔を維持した。麻酔導入後、実験に用いる前肢をEsmarchゴム包帯で駆血した後、ヒビテンアルコールで消毒した。これを滅菌ドレープでおおい無菌手術野にした。実験者は手術に際し、滅菌手袋およびガウンを着用した。

実験に用いた透析チューブは、Union Carbide Corporation社、およびSpectrum Medical Industries Inc.社の製品中から、実験計画に応じたサイズのものを使用した。

まず予備実験をおこなった。その後、指屈筋腱修復実験1、および2、再建実験として3、および4を行なった。

術後経時的に標本をとり出し、肉眼的および組織学的に検索した。

III. 各実験モデルとその結果

A. 予備実験. 透析チューブに対する組織反応の検索.

方法. 透析チューブを切り開き、約2×2cmの膜を作りこれを腹壁結合組織内に挿入した。

結果. 透析膜周囲には1から数層のlining cellをもつ滑膜類似組織の形成をみた。その組織の厚さは、術後6週で約0.056mmと薄く、かつ炎症性細胞浸潤はほとんどみられなかった（図1）。

B. 実験1. 深指屈筋腱（以下FDP）修復実験. 透析チューブによる腱縫合部半周被覆実験.

方法. 被検指に掌側縦切開を加え、指屈筋腱腱鞘全長を展開した。腱鞘を、近位はAnular pulley 2（以下A₂）から遠位はA₄までを、指節骨骨陵に接して1か

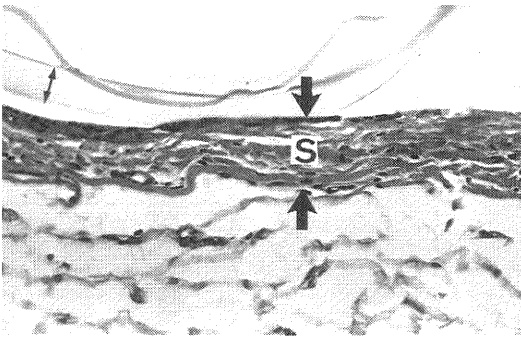


図1 透析膜を腹壁皮下組織に埋没後6週の所見。
透析膜(図中↓)に接する1~数層の lining
cell をもつ厚さ約0.056mmの滑膜類似
組織(S: synovia-like tissue)。

ら2mmの縫いしろを残して、掌側半周を切除した。FDPを、それが浅指屈筋腱(以下FDS)の掌側に現れるレベルで切断し、ただちに6-0ナイロン糸にてKessler縫合をおこなった。FDS、PIP関節包、およびFDPのgliding floorには操作は加えなかった。透析チューブ(over 10,000 molecular weight cut off: Union Carbide Coop. 製, 名称18/32, 直径23mm, 壁厚0.0279mm)を切開してつくった膜で腱鞘欠損部を被覆し、その辺縁を残した腱鞘の縫いしろと8-0ナイロン糸にて結節縫合した(図2)。創を閉鎖し、上腕から指尖までギプスを装着して外固定した。

結果、5週間のギプス固定後、FDP縫合部を展開すると、透析膜の表面に接して、予備実験でみられた滑膜類似組織が形成されていたが、透析膜により腱との癒着は防止されていた(図3-a)。この腱縫合部を組織標本

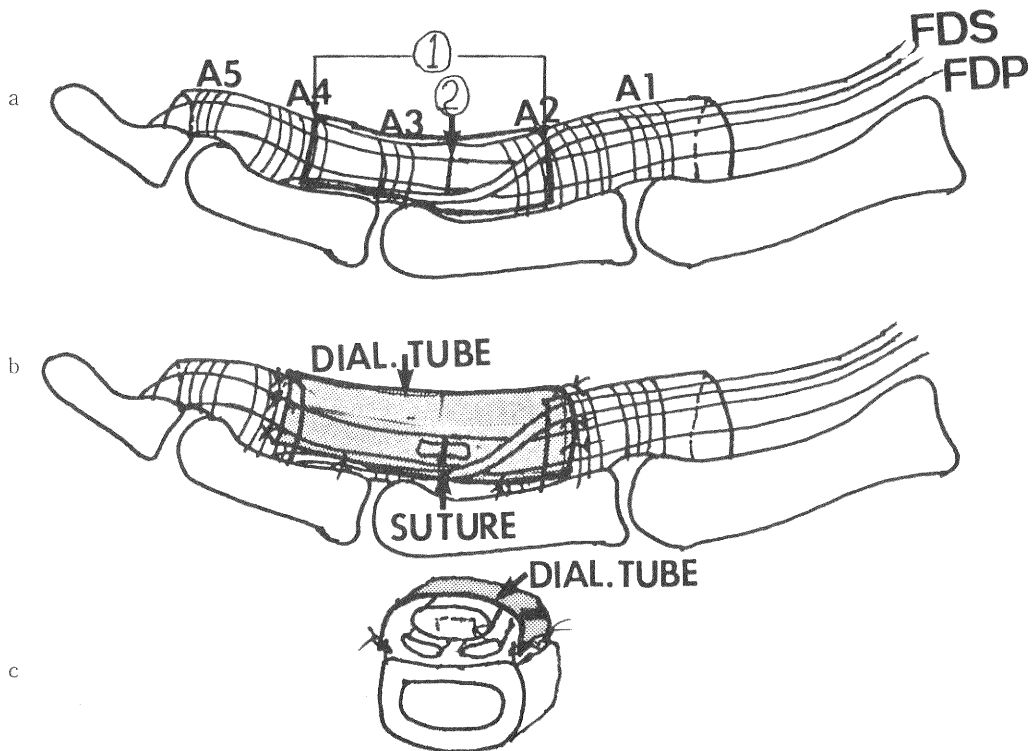


図2 実験1: FDP縫合部において指屈筋腱腱鞘を分子量1万以上非透過透析膜で置換する実験方法(縫合部半周被覆)。

- a: ①A2~A4にかけて腱鞘を切除。
②FDPをそれがFDSの掌側に出てくる部位で切離・縫合。
- b: FDP縫合部(図中SUTURE)上の腱鞘欠損部を透析チューブを切開して作った膜で被覆。
- c: 縫合部横断面図。

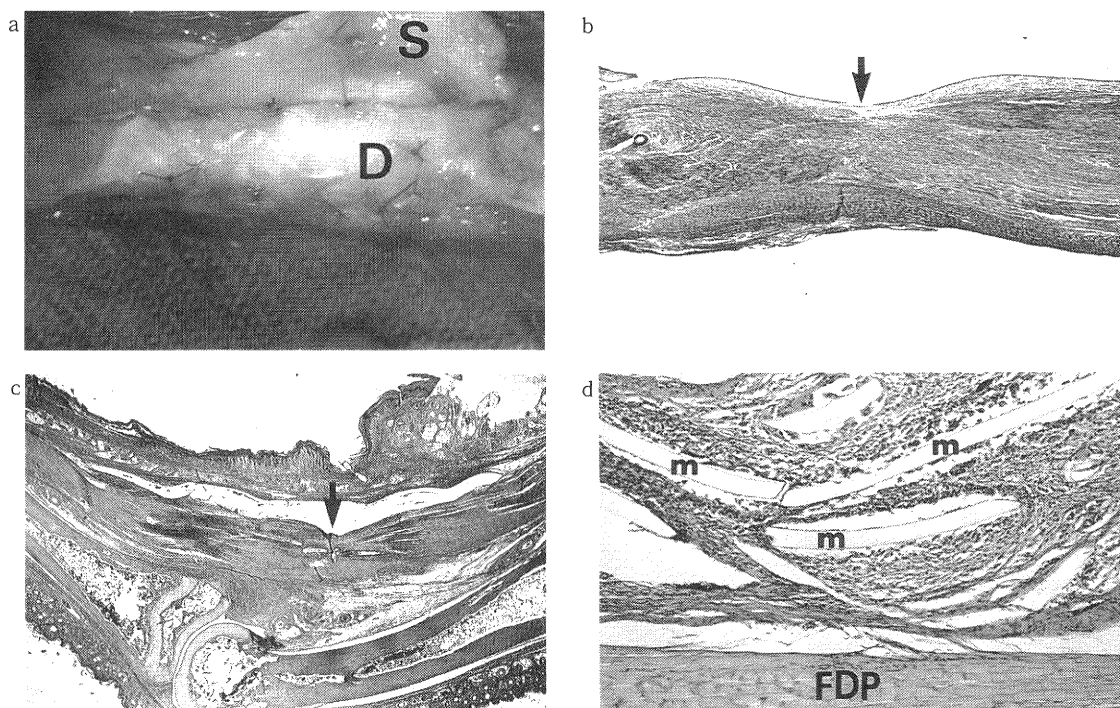


図 3 実験 1 の結果

- a: 術後 5 週. 透析膜 (D) の表層には滑膜類似組織 (S) が形成されており、透析膜を通過する組織侵入なし。
 b: a で示した腱の縫合部組織所見. 良好な縫合部 (矢印) 癒合を認めた。
 c: 術後 6 週の脱灰縦切標本. 縫合部 (矢印) 掌側の癒着は透析膜で防止されていたが、非被覆部である指節骨側の癒着は高度。
 d: 術後 10 週 (ギプス除去 4 週). FDP 掌側表層の破損透析膜 (m)。

に作って観察すると、良好な縫合部癒合が認められた (図 3-b)。

6 週間のギプス固定後に被検指の腱縫合部と指節骨の関係を見るため、中手骨遠位 1/3 レベルで切断し、脱灰縦切標本作製した。標本を検索すると、透析膜で被覆されていた FDP 縫合部掌側には周囲組織との癒着を認めなかったが、手術操作を加えなかった指節骨側には縫合腱辺縁が識別できない程の強い癒着が認められた (図 3-c)。

6 週間のギプス固定後、4 週間外固定を除去しておいた被検指を脱灰縦切標本に作り、観察すると、FDP 掌側表層に透析膜小片が認められた (図 3-d)。これは、自動運動を繰り返すことにより、透析膜の破損が生じたためと考えられた。

C. 実験 2. 透析チューブによる FDP 縫合部全周被覆実験。

方法. A₂ から A₄ までの腱鞘を指節骨より縫いしろを残さず全て切除した。次いで FDS およびこれの vinculum を腱鞘外に除去した。これで、切離・縫合した FDP 縫合部の全周被覆が可能となるとともに、FDP への分節血行を遮断することになった。実験 1 と同様にして作った透析膜で縫合部の全周を被覆した後、膜同志の重ね合わせを 8-0 ナイロン糸にて連続縫合して新たにチューブを作った。このチューブの両端を残した腱鞘と 8-0 ナイロン糸にて結節縫合して固定した (図 4)。ギプスによる外固定を実験 1 と同様に行った。

結果. 術後 4 週のギプス固定後、縫合した FDP を摘出し、縫合部の組織標本を検索した。縫合部の中心には、極性をもった膠原線維の配列はみられなかったが縫合部の掌側表面には、epitenon 由来と思われる細胞の層状配列がみられ、癒合の進行が認められた (図 5-a)。

5 週間のギプス固定を行なった FDP 縫合部と、指節

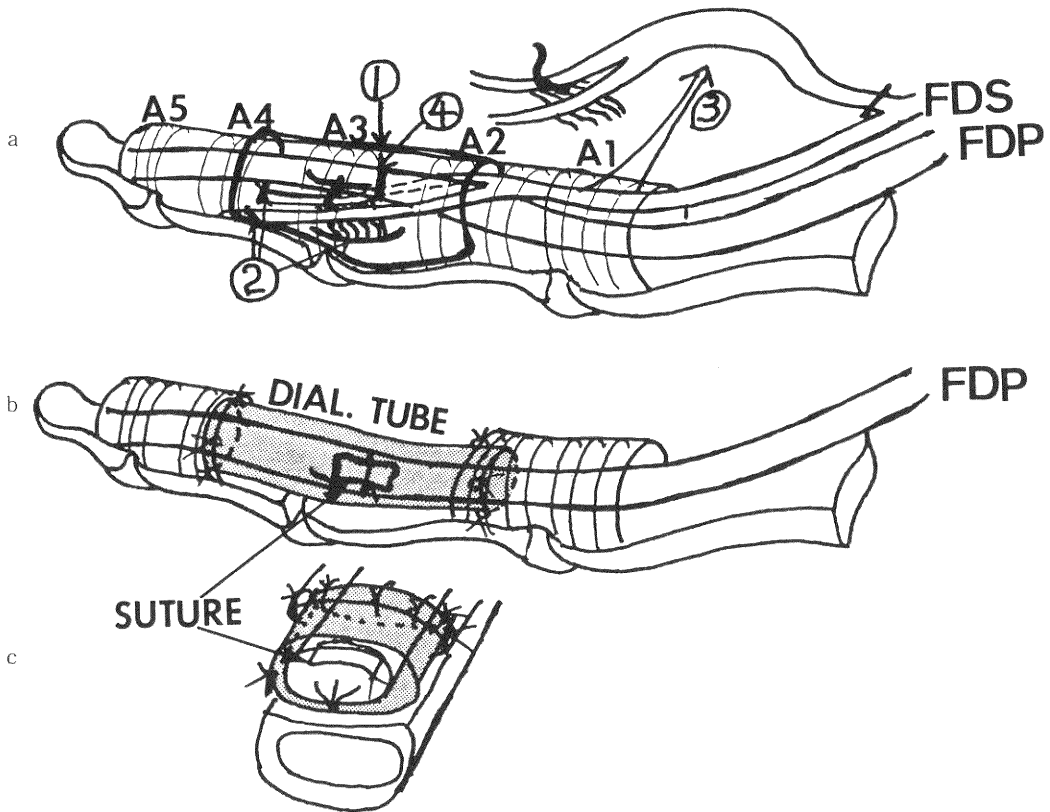


図4 実験2：指屈筋腱鞘切除後露出されたFDP縫合部の全周を透析チューブで被覆する実験方法。

- a：①A2～A4 腱鞘全切除。
 ②FDS および vinculum 切断。
 ③FDS および vinculum を腱鞘外に除去。
 ④FDP 切離・縫合。
 b：FDP 縫合部全周を透析チューブで被覆。
 c：FDP 縫合部横断所見。

骨を含めた縫合部周囲組織との関係を見るため、中手骨中央部で切断した脱灰組織標本を検索した。被覆腱の壊死はなく、縫合部癒合は進行し、透析チューブにより縫合部と周囲組織の癒着は防止されていることが認められた。一方、チューブの遠位・近位の両端部では、腱表面と周囲組織との間に限局性の癒着が存在し、チューブを塞いでいた。しかし、この癒着程度は、実験1でみられた腱縫合部と指節骨間のそれよりもずっと軽度であり、縫合腱の滑動性を妨げるほどではないと考えられた(図5-b)。術後6週経過したFDP縫合部の組織標本を検索すると、極性をもった膠原線維の配列がみられ、癒合の完成が認められた(図5-c)。

実験2の結果に関する小考察。

この実験ではFDPへの分節血行路であるvinculum longumはFDSとともに切除されていた。それに加えて、周囲組織との癒着により生ずる血行路も透析チューブにより遮断されていた。従って、FDP縫合部への血行路としては、FDPの腱内血行だけが残されて、血行を介する縫合部への栄養供給は極めて悪かったと考えられる。一方、組織液拡散によるFDP縫合部への栄養供給に関しても、透析チューブの両端が癒着組織により塞がれていたため、制限されていたと考えられる。これらの悪条件にもかかわらず、実験1より1週間遅れて、腱縫合部の癒合をみた。この原因は、透析チューブを透過した組織液の拡散が縫合部癒合に必要な栄養を供給し、癒合を可能にしたと考えられる。この組織液拡散も、指

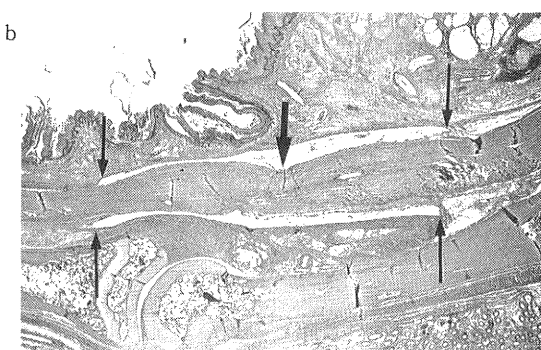


図 5 実験 2 の結果

- a : 術後 4 週の FDP 縫合部 (矢印).
 掌側表層に epitenon 由来と思われる細胞の層状配列 (E). 縫合部中心の膠原線維配列には極性なし.
 b : 術後 5 週の脱灰縦切標本. 中央矢印は縫合部. 透析チューブによる癒着防止効果およびチューブ両端部 (両端矢印) に認めた限局性の癒着.
 c : 術後 6 週. 縫合部 (矢印) 中心部にも認められた極性をもった膠原線維配列. 縫合部癒合完成.

関節はギプスで固定され、その運動に伴う組織液拡散に対する pumping effect は阻止されていたため、充分には行なわれなかった可能性がある。それでも縫合部癒合は認められた。

D. 実験 3. 透析チューブ被覆遊離腱による FDP 再建実験.

方法. 指屈筋腱腱鞘を温存し、その中に透析チューブ被覆腱を移植した群 (腱鞘温存群), および腱鞘を全切除した後に移植した群 (腱鞘切除群) の 2 群について、癒着防止効果および腱縫合部癒合状態を検討した。

手術方法. 被検指に掌側縦切開を加え、指屈筋腱腱鞘部と FDP の虫様筋起始部を露出した。次いで腱鞘温存群においては、中節骨中央部で腱鞘に横切開を加えて、ここから FDP を腱鞘外に引き出し、その末節骨附着を切断し、FDS の附着部も切断した。引き続いて両腱を指屈筋腱腱鞘の近位端より近位部の掌部に引き出し、FDS は遠位に牽引して掌部の近位レベルで切離し、その断端が手根管内に退縮するようにした。次いで上記のように切除した FDP を、FDS またはそれが細過ぎる場合には長掌筋 (PL) や長趾屈筋 (FDL) を採取し、透析チューブで被覆し、遊離移植で再建した。この移植腱被覆には Spectrum Medical Industries 社製の

No. 132600 (over m. w. 12,000—14,000 cut off) 幅 4mm, 壁厚 0.00275mm) または No. 132604 (幅が 8mm である以外は No. 132600 と同じ) を用いた。具体的方法としては、採取した遊離腱の被覆に用いる適当な太さでしかも縫合部も被覆できる充分な長さの透析チューブ内に、遊離腱をガイドを用いて挿入した。これを腱鞘内に誘導・挿入した。FDP cuff と移植腱遠位端を結節縫合し、移植腱近位端は FDP の断端と交叉縫合した。最後に中節骨中央部の腱鞘横切部を縫合閉鎖した (図 6)。術後上腕から指尖部までをギプスで固定した。

腱鞘切除群においては、腱鞘切除に伴い移植腱を腱鞘内に挿入する操作が不要であった以外は、腱鞘温存群と同じであった。

両群とも術後 8 週で透析チューブの除去を行なった。

術後 8 週で透析チューブ除去を行なった根拠. 透析チューブ被覆遊離腱移植による指屈筋腱再建法を臨床応用することを考えると、いかに異物反応が少ないと言っても、透析チューブは生体にとって異物であり、かつその破損も起きるので、適当な時期にチューブを除去する必要があると考えられた。そこで実験 2 で透析チューブ被覆腱縫合部の癒合が術後 6 週でみられたことをふまえ、術

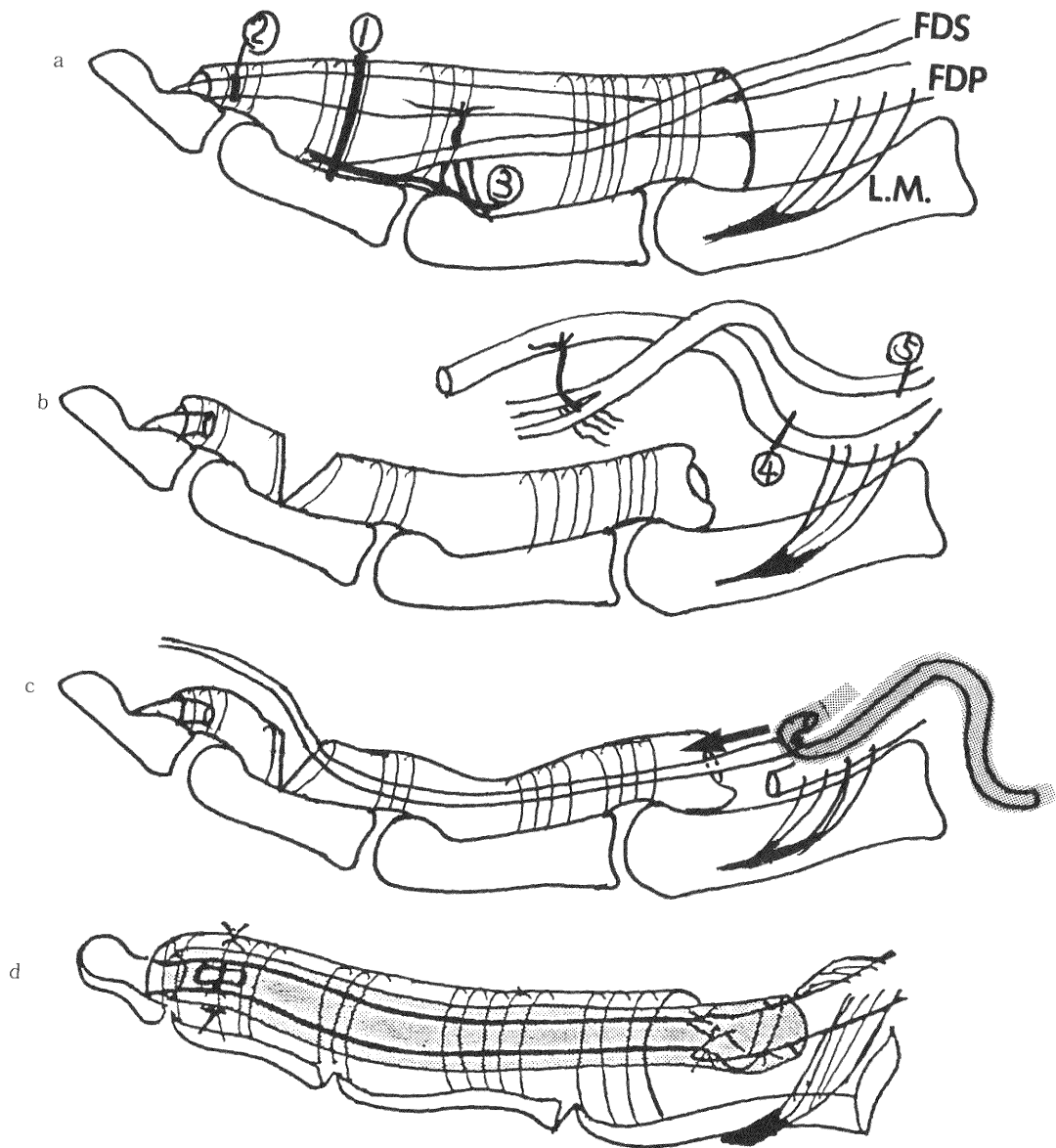


図6 実験3:透析チューブ被覆遊離腓移植によるFDP再建実験方法(腓鞘温存群).

a: ①中節部中央で腓鞘を横切.

②FDP 附着部切断.

③FDS および vinculum 切断.

L.M.: Lumbrical muscle

b: ④FDP を虫様筋起始部の遠位で切除.

⑤FDS を遠位に牽引し, 切除.

c: 透析チューブ被覆腓を腓鞘内にガイドで誘導し, 挿入.

d: 縫合部を含め, 移植腓全長を透析チューブで被覆.

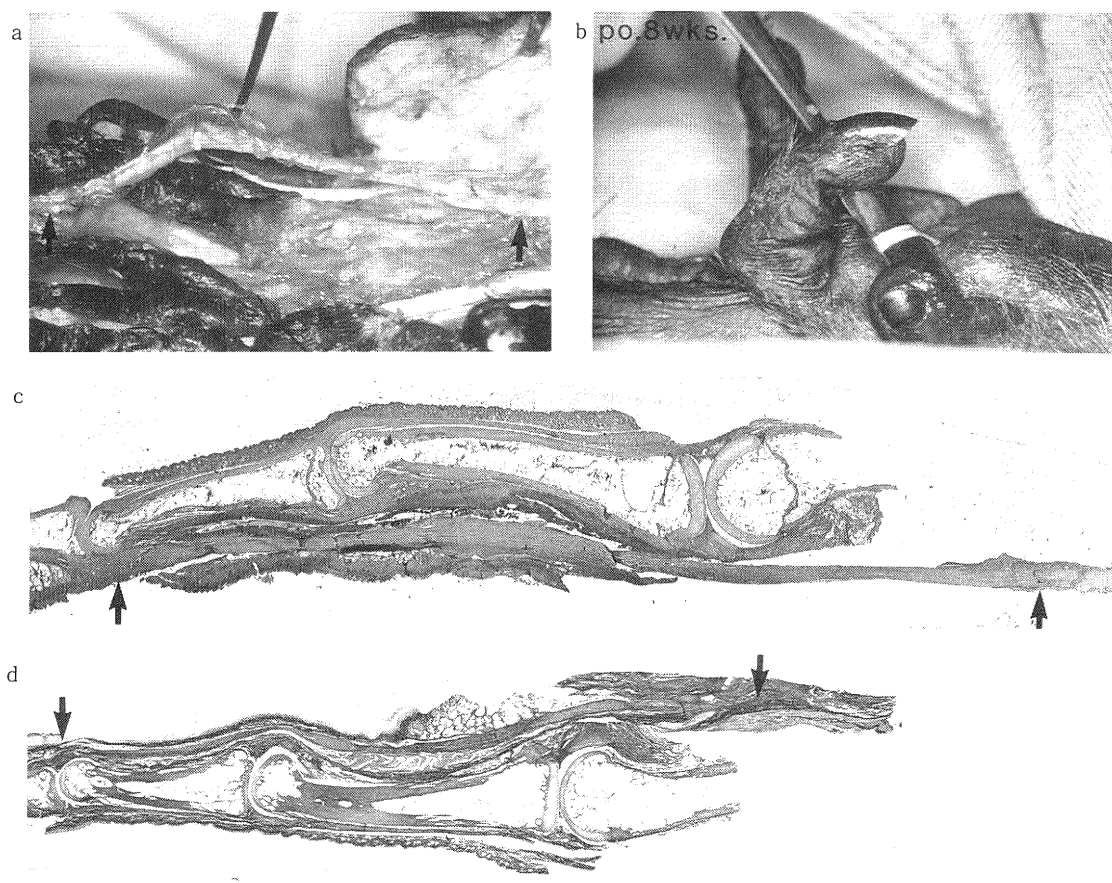


図 7 実験 3 の結果

- a：腱鞘温存群術後 5 週。透析チューブ（チューブ端矢印）の破損なし。
腱壊死なし。
- b：腱鞘温存群術後 8 週（ギプス除去後 2 週）。
透析チューブ除去直後の指関節屈曲は良好。
- c：b の脱灰縦切標本。縫合部癒着なし。
移植腱生存状態および縫合部癒合良好。
- d：腱鞘除去群術後 8 週。癒着は防止され、縫合部癒合良好。

後 6 週間のギプス固定を行ない、その 2 週後のギプス固定中の指関節拘縮がとれる時期にチューブを除去することとした。

結果、腱鞘温存群の術後 5 週で腱鞘を切開し、移植腱全長を観察すると、透析チューブの破損・内部への組織侵入、腱壊死等は認められなかった（図 7-a）。術後 8 週で掌に小切開を加えて移植腱近位縫合部を露出し、縫合部を覆っていたチューブに割を加えて近位に牽引した。すると、わずかな牽引力で、透析チューブは割を加えた部分から裂けて一枚の膜となり、摘出できた。引き続いて移植腱を近位に牽引すると指関節の良好な屈曲を認め

た（図 7-b）。この指を中手骨遠位 1/3 で切断し、脱灰組織標本にして検索すると、移植腱と周囲組織の癒着はなく、移植腱の壊死は認められず、縫合部癒合は良好であった（図 7-c）。

腱鞘除去群の術後 8 週での透析チューブ除去直後に、中手骨遠位 1/3 で切断した脱灰組織標本を検索した。移植腱に FDS が用いられたため細いけれど、移植腱と周囲組織の癒着および腱の壊死はなく、良好な縫合部癒合を認めた（図 7-d）。

E. 実験 4. 遠位・近位の縫合部は被覆せず、その中間を透析チューブで被覆した遊離腱移植による FDP

再建実験.

方法. 腱鞘を温存し, FDP および FDS の処置を実験3と同様の方法で行なった. 次いで, あらかじめ腱より少し短い透析チューブ内に挿入しておいた FDS または PL または FDL を腱鞘内に誘導した. 移植腱遠位端を FDP cuff と結節縫合し, 近位端を FDP 断端と交叉縫合した. 縫合部は透析チューブ外に置き, 遠位・近位縫合部の中間をチューブで被覆した. 移植腱の遠位・近位縫合部を被覆しない以外は全て実験3と同じ方法で行なった.

この実験を行なった根拠.

実験2で示されたように, 透析チューブで, 腱縫合部全周を被覆すると, 約1週間その癒合が遅れた. 透析チューブ被覆法の臨床応用を考えると, 縫合部癒合遅延はできれば避けたいと考えられた. 一方, 実験3で行なったように, 透析チューブ除去時には, 移植腱近位縫合部の剥離が可能であり, この部をチューブで被覆することは必ずしも必要でないと考えられた. そこで, 縫合部融合遅

延をおこさないために, 移植腱の近位縫合部のみならず遠位縫合部も透析チューブ外に置き, 後日, 近位縫合部を周囲組織から剥離し, チューブを除去すれば, その DIP 関節部分から近位には全く癒着のない移植腱を得ることができ, 直ちに自動運転を開始することと相まって, 良好な術後成績が得られるであろうと考えられた. この考えに基づいて実験4を行なった.

結果. 術後5週で実験3と同様に掌に加えた小切開創から, 移植腱近位縫合部を周囲組織から剥離した後, 透析チューブの除去を行なった. チューブは, その遠位端が癒痕組織に巻き込まれていなくて, 容易に除去できた. 次いで腱鞘を切開すると, 移植腱の透析チューブ被覆部には, 壊死を認めず癒着もみられず, 正常の光沢が認められた. 透析チューブ周囲には軟かく薄い癒痕組織(滑膜類似組織)を認めた. 遠位・近位縫合部は周囲組織と癒着していたが, 容易に剥離できる程度の癒着であった(図8).

F. 実験5(追加実験). 長期間腹腔内に置かれた透

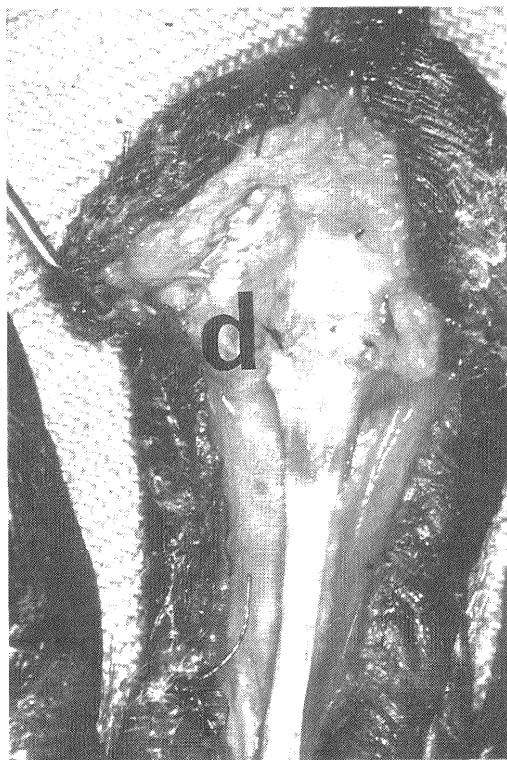


図8 実験4の結果
d(遠位縫合部)およびp(近位縫合部)の癒合は良好.
ただし周囲組織との癒着あり, t(透析チューブ被覆部)
チューブに接しその外側に滑膜類似組織の形成をみる. 周囲癒着なし.

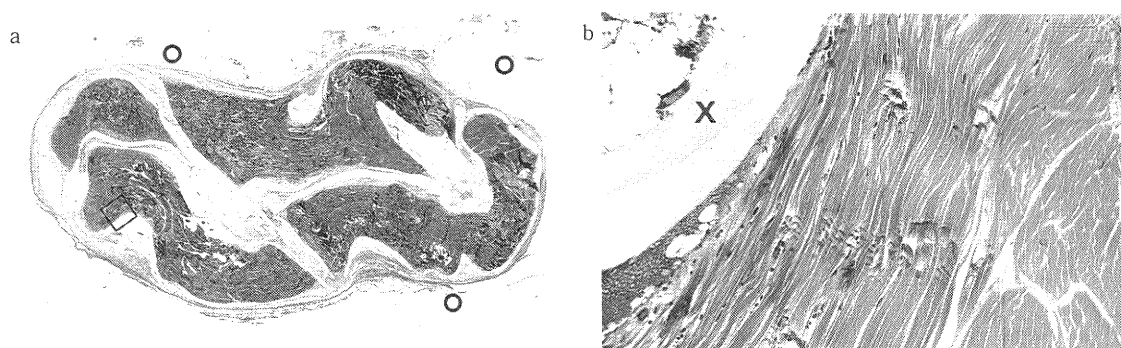


図 9 実験 5 (追加実験)：透析チューブ被覆腱の長期生存状態 (腹腔内 6 カ月) の検討結果。

a：大網 (○：大網の脂肪組織) にとり込まれていた透析チューブ被覆腱。

b：a 中の枠部分拡大。×印透析チューブ腱細胞は survive し、腱線維状態良好。

析チューブ被覆腱の栄養状態に関する実験。

方法。長さ約 6cm の FDP の小片を実験 3・4 で用いた透析チューブに挿入し、チューブ両端を折り重ねたうえで、絹糸で二重結紮した。これをサルの腹腔内に挿入した。

この実験を追加した根拠。

本研究は、指屈筋腱手術後の癒着防止を、術後早期運動療法ではなく、一定期間外固定を行なっても可能な方法で追及することである。実験 2 で示されたように、腱縫合部を被覆したチューブの両端は瘢痕組織で塞がれるため、縫合部は一種の閉鎖環境に置かれ、その癒合は遅延した。そこで長期間透析チューブ内に置かれ、しかも固定された状態で、被覆腱は壊死に陥るか否かを検索するために、追加実験を行なった。

結果。6 カ月間腹腔内に置かれた透析チューブ被覆腱は大網にとり込まれていた。これを摘出し、組織標本に作って観察すると、腱の壊死はなく、成熟結合組織が保たれているのが認められた (図 9)。

IV. 臨床例の検討

以上の実験結果より、実験 4 が指屈筋腱再建法として一番实际的であると考えられた。そこで、以下に述べる 2 例に実験 4 の結果を応用してみた。

症例 1. 25 才男性。右中指中節中央での FDP 断裂 5 カ月の陳旧例。これに対し以下の実験 4 に準じた手術を行なった。

掌側ジグザグ切開で腱鞘を展開し、瘢痕化していた A₄ pulley を切除した。FDP 遠位端を DIP 関節上に、近位端を A₃ pulley 内に認めたが、端々縫合を行なう

合した。再度 3 週間のギプス固定を行ない、それを除去した後は良好な DIP 関節可動域が保たれ、新たな癒着発生が起こらなかったことが認められた。再手術後 20 週で、手作業中急に DIP 関節屈曲が不能となり、移植腱断裂が疑われた。患者が手術を希望しなかったため、腱断裂の確認はできなかった。

症例 2. 54 才男性。左小指 FDP 断裂、DIP 関節脱臼骨折、および撓側固有指神経断裂に対して修復術を行ない、その 4 カ月後に FDP に対し腱剥離術を施行した。術後 6 日目の自動運動訓練中に FDP の断裂が生じた。緊張がかかりすぎた。腱断端およびその周囲に形成されていた瘢痕組織の切除、および A₄ の再建が必要とされたことより、本法を応用した。FDP は虫様筋起始部の約 1cm 遠位で切除し、実験とは異なり FDS は残しておいた。同側の長掌筋腱を約 10cm 採取し、透析チューブ No. 132604 に挿入した (図 10-a)。この遠位端を FDP cuff と結節縫合した後、DIP 関節レベルまでは移植腱を透析チューブで被覆した (図 10-b)。切除した FDP を半縦切した一片を用いて、指背では伸筋腱膜の表層、掌側では透析チューブの表層に移植し、骨膜と縫合して A₄ の再建を行なった (図 10-c)。次いで隣接する環指とはほぼ同程度に中指に緊張をかけて、移植腱近位端を FDP 断端に交叉縫合し、縫合部の遠位部までを透析チューブで被覆した。3 週間のギプス固定後 2 週で、局所麻酔下に掌に加えた小切開創から、移植腱近位縫合部の剥離およびそれに引き続いてチューブの除去を行なった (図 10-d)。術中、DIP 関節の良好な屈曲をみたが、移植腱遠位縫合部が自動屈曲の際に離断した。ただちに、移植腱遠位端を末節骨に引き出し、縫

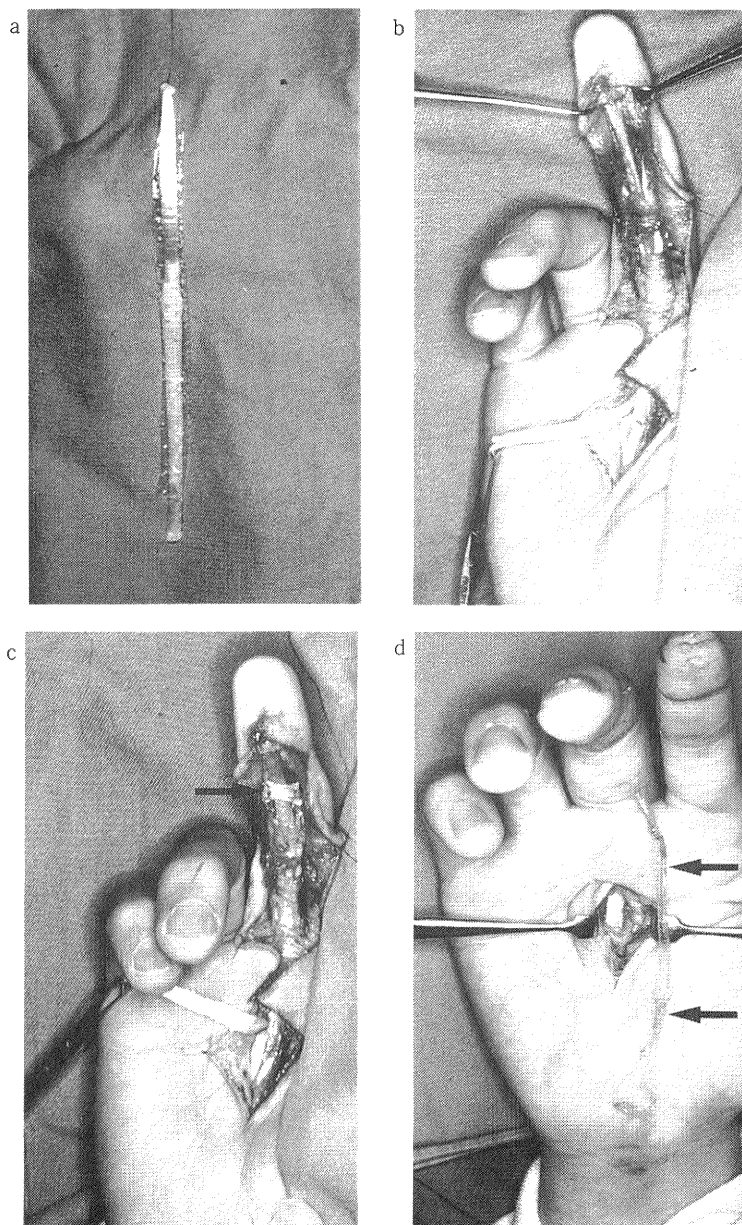


図10 遊離移植腱を透析チューブで被覆した臨床例

- a : No. 132604 透析チューブ内に挿入された長掌筋腱.
- b : a を腱鞘内に挿入し、遠位端を縫合. 縫合部はチューブで被覆せず.
- c : 切除した FDP を用いて A₄ pulley を再建(矢印).
- d : 3 週間のギプス固定後 2 週、局所麻酔下に掌に加えた小切開創より、移植腱近位縫合部の剥離およびチューブの除去を行った.

じ、同日手術を行なった。FDS を残し、症例1と同様の方法で FDP の再建術を行ない、術後3週+4日のギブス固定を行なった。以後理学療法を開始した。術後2年の現在、この例では条件が悪い割には、DIP 関節の可動域は $-34/60$ と比較的よかった。なお本例の PIP 関節可動域が $-60/75$ と思かった理由は FDS を残したため、これとその gliding floor との癒着によるためと考えられ、これを切除すべきであったと考えられた。

V. 考 察

一本法による癒着防止法と他の癒着防止法との比較検討—

今までのべた実験結果より、指屈筋腱手術時に、腱縫合部を含めて一定範囲で腱を透析チューブで被覆し、外固定を行なうことが、屈筋腱修復および再建のいずれの場合にも、癒着防止法としてなり立つことがわかった。

ここで、今まで臨床的あるいは実験的に研究されてきた癒着防止方法と本法を比較検討する。

A. 術後早期運動療法との比較.

いわゆる Kleinert 法といわれる、指屈筋腱腱鞘内修復直後より患指をゴムバンドの牽引力で他動屈曲させ、指関節伸展は自動運動で行なわせることで、腱縫合部に離断力を働かせることなくこれを移動させ、癒着を防止する方法が開発された。この方法により、指屈筋腱腱鞘内修復術の術後成績は飛躍的に向上した。しかしこの方法、あるいは Duran が提唱した他動運動療法はいずれも患者の理解と協力を必要とする。このため、小児および理解力の乏しい患者には用いられない欠点がある。これに比べ透析チューブ被覆法では、術後はギブスによる外固定を行なうので、患者の協力を必ずしも必要とせず、術後早期運動療法よりも広い適用をもつと考えられる。

B. 薬物投与による癒着防止法との比較.

Gonzalez, R. I. によるステロイド剤腱鞘内投与⁶⁾, Wrenn, R. N. によるステロイド剤全身投与⁷⁾, Bora, F. W. Jr. による cis-hydroxyproline, a. a'-dipyridyl, Beta-aminopropionitrile および D-penicillamine の全身投与⁸⁾, 木村他によるヒアルロン酸腱周囲投与⁹⁾, Kulick, M. I. による ibuprofen の全身投与¹⁰⁾, 大西他による dexchlorpheniramin maleate の全身投与¹¹⁾ 等が報告されている。しかし薬剤の副作用が強すぎたり、癒着による癒着形成抑制とともに腱縫合部の修復も抑制される等の問題があり、臨床上の有用性が確立されるには到っていない。一方、透析チューブ被覆法には、副作

用は認められない。

C. 従来試みられた膜被覆による癒着防止法との比較.

腱縫合部を生体膜または人工合成膜で包むことにより、癒着を防止しようとする研究も多数報告されている。これらのなかで、透析チューブ以外の膜を用いて、McKee, G. K. による metal anastomosis tube¹²⁾, Ashley, F. L. による millipormicroweb¹³⁾ および silastic sheath¹⁴⁾, Potenza, A. D. による polyethlen tube¹⁵⁾, さらに本邦における村山他による dual polyethlen film tube¹⁶⁾, および小島他の succinylated collagen membrane¹⁷⁾ 等は人工合成膜を用いての癒着防止方法に関する研究である。一方生体膜として、Wilmoth, C. L. は tunica vaginalis¹⁸⁾, 黒島らは遊離脂肪移植による癒着防止法¹⁹⁾ を報告している。しかし、いずれの方法も現在までのところ、広く臨床応用されるには到っていない。その一番大きな原因は、被覆膜の壊死や縫合部の癒合遅延がみられたことである。透析チューブ被覆法では、これは回避されたと考えられる。

D. 不良条件下の指屈筋腱再建方法として臨床応用されている2期的屈筋腱再建術(two stage flexor tendon reconstruction²⁰⁾)と、透析チューブ被覆遊離腱移植法との比較.

2期の再建術では、人工腱埋入の第1回手術からその目的である偽性腱鞘が形成されるまで3-4ヶ月を要し、その後遊離腱移植が行われるため、治療終了まで数ヶ月を要する。また指関節の屈曲拘縮および肥大腱鞘による指関節屈曲制限等の合併症があげられている。これに対し、透析チューブ被覆遊離腱移植法では、一回の手術で腱移植と偽性腱鞘形成を行なうことが可能であり、治療期間を短縮しうる。

E. 本法の臨床応用に関する考察.

本法を応用した臨床例は2例にすぎない。早期運動療法および2期的屈筋腱再建術は実際有用な方法と思われる。しかし、症例の条件によっては本研究に基づく癒着防止方法も考慮されてよいと考えられる。

VI. ま と め

A. 今までに臨床応用されている術後早期運動療法および2期的屈筋腱再建術は実際上、有用な方法である。しかし、修復腱の再断裂や指関節拘縮等の問題点もある。そこで、透析チューブを用い、かつ外固定を行なっても癒着を防止できる方法を追求した。

B. FDP 修復時に、その縫合部全周を透析チューブ

で被覆した実験で、チューブの両端部は完全には閉塞されてはいないが、瘢痕組織で覆われ、半周被覆条件下よりも1週間遅れて縫合部が癒合することがわかった。

C. 実験結果とわずか2例であるが臨床例の検討より、透析チューブ被覆遊離腱移植時にその縫合部は被覆せずにおいて外固定をおこない、一定期間経過後に移植腱近位縫合部の剝離およびチューブの除去を行なう方法が実用的であることがわかった。

稿を終えるにあたり、御指導いただいた恩師田島達也教授に深謝いたします。

また本研究に御協力をいただいた錦織新一、赤沢秀善、吉田芳雄、および斎藤昌文の文部技官諸兄に感謝いたします。

本論文の主旨は、第26回²¹⁾ および第27回²²⁾ 日本手の外科学会において発表した。

参 考 文 献

- 1) Kleinert, H. et al.: Primary repair of flexor tendons. Orthop. Clin. North Amer. 4: 865~876, 1973
- 2) Duran, R.J.: Controlled passive motion following flexor tendon repair. AAOS Symposium tendon surgery in the hand. C.V. Mosby, Saint Louis, 105~114, 1975.
- 3) Potenza, A.D.: The tendon healing within the flexor digital sheath in dog. J. Bone Joint Surg. 44-A: 49~64, 1962.
- 4) Lundborg, G., et al.: Experimental studies on cellular mechanisms involved in healing of animals and human flexor tendons in synovial environment. The Hand 12: 3~11, 1980.
- 5) 勝見政寛ほか: 滑膜被覆および非被覆腱の滑膜腔内外における修復機転の研究, 整形外科, 31: 1394~1397, 1980.
- 6) Gonzalez, R. I.: Experimental tendon repair within the flexor tunnels. J. Bone Joint Surg. 35-A: 525, 1953.
- 7) Wrenn, R.N., et al.: An experimental study of the effect of cortisone of the healing process and tensile strength of tendons. J. Bone Joint Surg. 36-A: 588~601, 1954.
- 8) Bora, F.W., et al.: Inhibitions of collagen biosynthesis as a means of controlling scar formation in tendon injury. J. Bone Joint Surg. 54-A: 1501~1508, 1972.
- 9) 木村記行ほか: 指屈筋腱損傷の修復と滑走に関する実験的研究. 日手会誌, 1: 121~125, 1984.
- 10) Kulik, M.L., et al.: Oral ibuprofen: Evaluation of its effect on peritendinous adhesions and the breaking strength of a tenorrhaphy. J. Hand surg. 11-A: 110~120, 1986.
- 11) 大西信樹ほか: 指屈筋腱修復後の癒着防止に関する実験的研究. 日手会誌, 4-1: 208~211, 1987.
- 12) McKee, G.K., et al.: Metal anastomosis tube in tendon suture. Lancet 1: 656~660, 1945.
- 13) Ashley, F.L., et al.: Experimental and clinical studies on the application of monomolecular cellulose filter tubes to create artificial tendon sheaths in digits. Plast. Reconstr. Surg. 23: 526~534, 1959.
- 14) Ashley, F.L., et al.: An evaluation of the healing process in avian digital flexor tendon sheath. Plast. Reconstr. Surg. 33: 411~421, 1964.
- 15) Potenza, A.D.: Critical evaluation of flexor tendon healing and adhesion formation within artificial digital sheath. J. Bone Joint Surg. 45-A: 1217~1233, 1963.
- 16) 村山憲太ほか: 腱縫合後の adhesion blocking tube の試み. 整形外科, 27: 1387~1390, 1976.
- 17) 小島 修ほか: 腱癒着防止に関する実験的研究. 整形外科, 32: 1394~1396, 1981.
- 18) Wilmoth, C.L., et al.: Tendinoplasty of the flexor tendons of the hand. J. Bone Joint Surg. XIX: 152~156, 1937.
- 19) 黒島永嗣ほか: 遊離脂肪移植による腱癒着防止効果の実験的研究. 日手会誌, 1: 112~115, 1984.
- 20) Hunter, J.M., et al.: Flexor tendon reconstruction in severely damaged hand. J. Bone Joint Surg. 53-A: 829~858, 1971.
- 21) 牧野正晴ほか: 指屈筋腱腱鞘内における指屈筋腱縫合部を透析膜で被覆することによる腱癒着状態に関する実験的研究. 整形外科, 34: 1547~1550, 1983.
- 22) 牧野正晴ほか: 透析膜で被覆した遊離腱移植による指屈筋腱再建法の検討, 日手会誌, 1: 116~120, 1984.

(昭和63年7月14日受付)