

岩手医科大学
審査学位論文
(博士)

屈筋腱縫合術後の癒着に対する腱剥離の効果： イヌの動物モデルによる検討

鈴木 忠, 西田 淳, 赤坂俊樹,
佐藤正義, 松尾有三, 嶋村 正

岩手医科大学医学部, 整形外科科学講座

(Received on March 1, 2013 & Accepted on March 18, 2013)

要旨

屈筋腱損傷における腱縫合・腱剥離 *in vivo* モデルを作成し, 腱剥離の効果を探る目的で腱・腱鞘間の癒着評価と滑走抵抗測定を行った. 癒着評価は Rothkoph らの方法, 滑走抵抗測定は An らの方法に従った. 深指屈筋腱を鋭利に横切断し腱縫合を行い, 3 週固定後の腱剥離群を *in vivo* 群, 3 週固定後

安楽死の後の腱剥離群を *in vitro* 群, 無処置群を C 群と設定し, 比較検討した. 屈筋腱においては腱縫合後 3 週目に腱剥離を行うことにより, 3 週経過後滑走抵抗は改善し, 癒着が増えないという結果から, 実際の臨床現場で, 腱剥離を適切な時期に実施すれば比較的良好な手術成績が得られる可能性が示された.

Key words : tenolysis, gliding resistance, *in vivo* model, adhesion

I. 緒 言

屈筋腱損傷は整形外科の日常診療においてしばしば遭遇する外傷であるが, 腱縫合や腱移植の治療成績は必ずしも良好とはいえない. その要因の 1 つは, 縫合された腱が周囲組織と癒着し, 滑走性が損なわれることである. 中手指節間関節 (metacarpophalangeal joint 以下 MCP 関節と略す) から近位指節間関節部 (proximal interphalangeal joint 以下 PIP 関節と略す) までの zone II では, 浅指屈筋腱 (flexor digitorum superficialis tendon, 以下 FDS と略す) と深指屈筋腱 (flexor digitorum profundus tendon, 以下 FDP と略す) の 2 本の腱が同一の腱鞘内に存在する場所であるため, しばしば癒着が高度となり治療に難渋し, no man's land とも呼ばれている^{1,2)}.

Potenza ら³⁾ はイヌの屈筋腱を切断, 縫合した後にポリエチレン膜で覆う実験を行

い, 腱細胞には増殖能力はなく腱修復には周囲組織からの線維芽細胞の進入 (extrinsic healing) が必須であり, 癒着はやむを得ないと報告した. 一方, 腱組織そのものにも修復機転 (intrinsic healing) があり, Verden⁴⁾ は腱に一次縫合を行い周囲組織と癒着のない修復が得られたことを報告し, また, Kleinert ら⁵⁾ は腱縫合後に指を動かすことで術後の癒着が少ない腱修復が得られる可能性を臨床例から報告した. その後, Matthews⁶⁾ により, 一部切断されたイヌの屈筋腱が滑液内で癒着なく修復されることが確認され, Lundborg ら⁷⁾ はウサギの腱を切断, 縫合後に膝関節内に留置し, 周囲との癒着なく腱修復が得られることを報告した. また Manske ら⁸⁾ はウサギの腱を一部切離後, 縫合せずウサギ血清中に留置した際に, 周囲からの線維芽細胞の進入がなくても腱修復が起こることを報告した.



Fig. 1. Postoperative immobilization.

Intrinsic healing のみで腱修復が可能であれば、周囲組織との癒着は最小限にとどまるが、実際上は受傷から手術までの期間、損傷の状態、患者背景など様々な要因のため intrinsic healing のみでの腱修復は困難なことが多い。従って、治療過程で extrinsic healing による癒着が多かれ少なかれ生じ、腱剥離術の施行が求められることになる。

臨床上、重要な案件であるにもかかわらず、屈筋腱損傷後の腱剥離術の効果を腱・腱鞘間の滑走抵抗の観点から検討した研究は報告されていない。今回の研究は、この点を明らかにするため、イヌを用いた屈筋腱損傷の *in vivo* モデルを作成し、術前後の癒着の程度の違い、剥離直後と3週後の腱・腱鞘間滑走抵抗の違いを対比し、腱剥離の効果を評価した。

II. 研究材料及び方法

1. 動物モデル

本研究は岩手医科大学動物実験指針に基づいた実験計画を申請し、認可の後、施行した。年齢1才のビーグル犬（体重9.70～11.00kg、平均10.4kg）オス4頭の右前肢の第2～5指計16指のうち、腱幅、腱鞘幅が2mm以下であった2指を除外した14指のFDPを対象として、腱縫合を行ったのち3週固定後に腱剥離を行い自動運動を行った群（以下 *in vivo* 群）、3週固定後に安楽死（後述）させ腱剥離を行った群（以下 *in vitro*

群）、各7指 [*in vivo* 群（2指を1本、第3～5指×2本の計7指）、*in vitro* 群（第2, 3, 5指×2本、4指を1本の計7指）]を評価した。対側の14指のうち at random に7指をコントロール（以下C群）とした。腱縫合、腱剥離はイソフルランの気化麻酔下に同一術者が行った。なお、準備実験として、他の研究で安楽死させたイヌの前肢第2指～5指のFDPと腱鞘間の滑走抵抗を計測し、各指による滑走抵抗の違いがないことを確認した。

1) *in vivo* 群（腱鞘幅 $3.3 \pm 0.3\text{mm}$, 腱幅 $3.0 \pm 0.2\text{mm}$; Mean \pm SD)

PIP関節の直上掌側に縦切開を加え、皮下を鈍的に展開して腱鞘とFDPを同定後、FDPのみを鋭的に横切断した。切断後、40ナイロン糸（crownjun, 河野製作所, 東京）を用いて主縫合として modified Kessler 法で縫合を行い、補助縫合として5-0ナイロン糸（crownjun, 河野製作所, 東京）を用いて断端縁を2針単結節縫合した。腱縫合後は、3週間のプラスチックギプス固定（指軽度屈曲、手関節45°）を行い（Fig. 1）、3週目に腱剥離を行った。腱縫合で用いた皮切に沿って切開し、まずFDPと腱鞘の癒着の状態を評価した。次にFDPと腱鞘間に存在する癒着を可及的に剥離した後、円滑に滑走することを確認し閉創、覚醒直後からキャスト非荷重下での自動運動を開始させた。各術後には、セファクロル0.3gを1日1回5日間内服投与とした。腱剥離後3週目（腱縫合後6週目）にペントバルビタールナトリウム10ml静脈注射で安楽死させ、右前肢を肘関節で離断し-80℃で冷凍保存、平均7.3日（5～10日）後に常温解凍後、肉眼的癒着の評価を行った後、滑走抵抗を測定した。

2) *in vitro* 群（腱鞘幅 $3.3 \pm 0.2\text{mm}$, 腱幅 $3.0 \pm 0.3\text{mm}$; Mean \pm SD)

in vivo 群と同様に腱縫合、プラスチックギプス固定、セファクロル投与を行った。腱縫合後3週目に安楽死させ、右前肢を肘関節

Table 1. Macroscopic adhesion rating scale⁷⁾

0: None	There is no adhesion between tendon and surrounding tissue
1: Few	Tendon can be very easily separated from surrounding tissue
2: Moderate	Tendon can be easily separated from surrounding tissue despite of some fibrous bundles between tendon and surrounding tissue
3: Severe	Tendon can separated from surrounding tissue with difficulty because of many fibrous bundles between tendon and surrounding tissue
4: Severe and dense	Tendon can separated from surrounding tissue only a scalpel because of hard and dense fibrous tissue between tendon and surrounding tissue

で離断し - 80℃で冷凍保存, 平均 7.6 日 (6 ~ 10 日) 後に常温解凍後, 滑走抵抗測定の前直前に肉眼的癒着の評価を行った後, 腱剥離を行い滑走抵抗を測定した。

3) C 群 (腱鞘幅 $3.3 \pm 0.2\text{mm}$, 腱幅 $3.1 \pm 0.1\text{mm}$; Mean \pm SD)

in vivo 群, *in vitro* 群の対側 7 指 (2 指を 1 本, 第 3 ~ 5 指 \times 2 本の計 7 本) を - 80℃で冷凍保存し, 平均 10.6 日 (8~14 日) 後に常温解凍後, 肉眼的癒着の評価を行った後, 滑走抵抗を測定した。

2. 評価方法

1) 肉眼的癒着評価

Rothkopf ら⁹⁾ の adhesion rating score 0 ~ 4 点の 5 段階 (Table 1) で評価し, *in vivo* 群 [3 週目の腱剥離時 (*in vivo* 3W), 6 週目の滑走抵抗計測前 (*in vivo* 6W)], *in vitro* 群と C 群のスコアを比較した。有意差検定には Kruskal-Wallis test によるノンパラメトリックアナリシスを行い, post hoc test として Bonferroni test を使用し, p 値 0.05 未満を医学生物学的に有意とした。

2) 腱・腱鞘間滑走抵抗測定

An ら¹⁰⁾ の方法に従った (Fig. 2)。腱と腱鞘の関係を機械工学的にベルトと滑車の関係にみたて, ベルトの両端にかかる張力を電位変換して測定し, それぞれを F1, F2 とし, F1 側をベルトで滑走させ, ベルトと滑車間の F1 - F2 で表される張力差を滑走抵抗 R とした。腱の近位端をアクチュエーターと

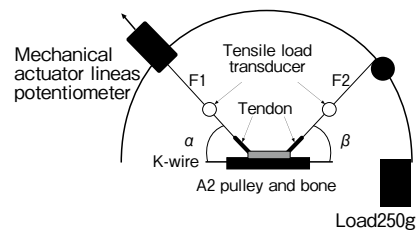


Fig. 2. Experimental set up for the measurement of excursion resistance between the tendon and pulley. The tensile load transducers measure tension of F1 and F2. (Masayoshi Sato, et al. 2011)

連結し, 遠位端は 250g 重錘に連結した。腱近位部および遠位部が pulley 近位端および遠位端で水平面となす角 α , β で滑走させ, 角 α と β の和を pulley と腱の接触角度とした。接触角度は, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° の 5 種とした。腱の近位方向にはアクチュエーターで, 遠位方向には重錘でそれぞれ 2.0mm/秒の速度で滑走させた。F1, F2 を連結したコンピューターにより 10Hz で記録した。F1 と F2 を 3 回計測し, 安定した滑走が得られると考えられる後 (あと) の 2 回の計測値を用いて平均 R 値を算出した。各群間の R 値の有意差検定には Kruskal-Wallis test によるノンパラメトリックアナリシスを行い, post hoc test として Nemenyi test を行った。p 値 0.05 未満を医学生物学的に有意とした。

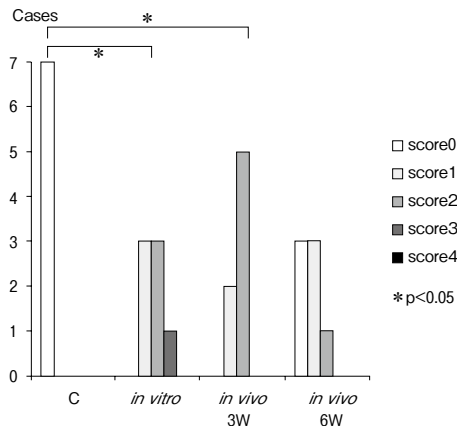


Fig. 3. Comparison of values for adhesion scores among four groups. The control group (average, 0), *in vitro* group (average, 1.7), *in vivo* 3W group (average, 1.7) and *in vivo* 6W group (average, 0.7).

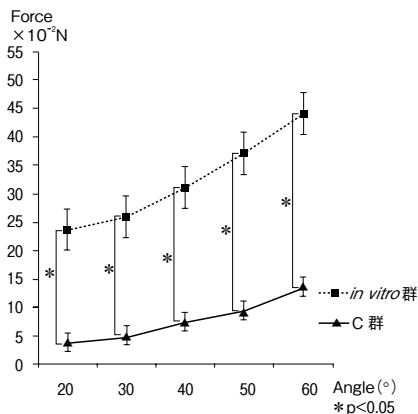


Fig. 5. Comparison of excursion resistance between the *in vitro* group (n=7) and control group (n=7). The differences were significant at all angles ($p < 0.05$).

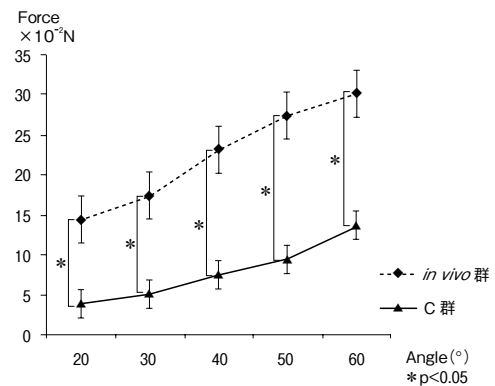


Fig. 4. Comparison of excursion resistance between the *in vivo* group (n=7) and control group (n=7). The differences were significant at all angles ($p < 0.05$).

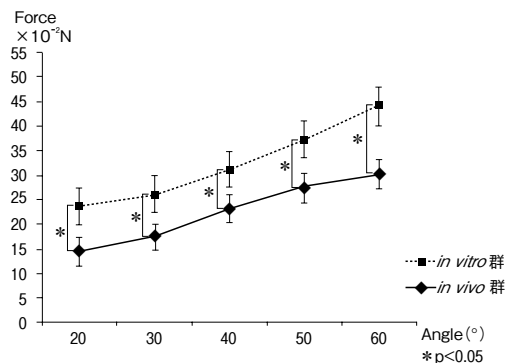


Fig. 6. Comparison of excursion resistance between the *in vivo* group (n=7) and *in vitro* group (n=7). The differences were significant at all angles ($p < 0.05$).

III. 結 果

1. 肉眼的癒着評価 (Mean ± SD)

各群の肉眼的癒着を評価したスコアを示す (Fig. 3). C 群では7 指全指が0 点であった. *in vitro* 群では1 点が3, 2 点が3, 3 点が1 指で, 平均 1.7 ± 0.8 点であった. *in vivo* 3W 群では1 点が2, 2 点が5 指で, 平均 1.7 ± 0.5 点であった. *in vivo* 6W 群では0 点が3, 1 点が3, 2 点が1 指で, 平均 0.7 ± 0.8 点であ

た. C 群は *in vitro* 群, *in vivo* 3W 群に比しスコアが低かった ($p < 0.05$). その他の群間の比較では有意差は認めなかった.

2. 滑走抵抗値 (Mean ± SD)

Table 2 に各群の滑走抵抗の結果を示す. *in vivo* 群では 20° で $14.40 \pm 2.65 \times 10^{-2}$ N, 30° で $17.37 \pm 3.31 \times 10^{-2}$ N, 40° で $23.06 \pm 3.30 \times 10^{-2}$ N, 50° で $27.29 \pm 3.59 \times 10^{-2}$ N, 60° で $30.12 \pm 3.42 \times 10^{-2}$ N であった.

Table 2. Excursion resistance in the three groups.

Angle (°)	<i>in vivo</i> 群	<i>in vitro</i> 群	C 群
20	14.40 ± 2.65	23.66 ± 5.48	3.88 ± 1.76
30	17.37 ± 3.31	26.42 ± 8.97	5.07 ± 1.27 [†]
40	23.06 ± 3.30	31.34 ± 10.32	7.44 ± 1.19
50	27.29 ± 3.59	37.91 ± 10.69	9.33 ± 2.38
60	30.12 ± 3.42	44.74 ± 6.73	13.67 ± 1.42
*p<0.05			
Mean ± SD (× 10 ⁻² N)			

in vitro 群では、20°で $23.66 \pm 5.48 \times 10^{-2}$ N, 30°で $26.42 \pm 8.97 \times 10^{-2}$ N, 40°で $31.34 \pm 10.32 \times 10^{-2}$ N, 50°で $37.91 \pm 10.69 \times 10^{-2}$ N, 60°で $44.74 \pm 6.73 \times 10^{-2}$ N であった。C 群では20°で $3.88 \pm 1.76 \times 10^{-2}$ N, 30°で $5.07 \pm 1.27 \times 10^{-2}$ N, 40°で $7.44 \pm 1.19 \times 10^{-2}$ N, 50°で $9.33 \pm 2.38 \times 10^{-2}$ N, 60°で $13.67 \pm 1.42 \times 10^{-2}$ N であった。C 群と *in vivo* 群 (Fig. 4), C 群と *in vitro* 群 (Fig. 5) では、*in vitro* 群では滑走抵抗値が約 3.3 ~ 6.1 倍に増加し、*in vivo* 群ではその増加が約 2.2 ~ 3.7 倍に留まった (p<0.05)。*in vivo* 群と *in vitro* 群 (Fig. 6) では、*in vivo* 群の方が滑走抵抗値が約 33% 低かった (p<0.05)。

IV. 考 案

屈筋腱損傷に対する手術には状態により腱縫合、腱移植、腱移行がある。いずれの術後でも癒着のためしばしば腱剥離が行われる。その時期は屈筋腱縫合後であれば4か月後、

遊離腱移植後であれば6ヵ月後がおおよその目安とされている¹¹⁾。

後療法として本邦では完全固定法である3週間固定法、早期自他動運動療法であるKleinert 変法、および早期自動運動法が用いられる。3週間固定法は、3週目で腱縫合部の破断張力が自動運動に耐えうるとするUrbanik ら¹²⁾の報告に基づいて提唱された方法である。しかし、指関節屈曲位での固定ではextrinsic healingが優位となり、腱縫合部での周囲組織との癒着が高度となるため、屈曲拘縮をきたす可能性が高いことが問題となる¹³⁾。一方、Kleinert 変法は術後数日でブロックスプリント下に自動伸展・他動屈曲を行わせる方法である。一般的には3週間固定法よりも、Kleinert 変法が日本手外科学会の機能評価法による判定では良好な結果を示すとされる¹³⁾。しかし、加藤ら¹⁴⁾はKleinert 変法では可動域改善に限界があることを指摘しており、近年では腱縫合後1週目から自

動屈伸を行う早期自動運動法が、3週間固定法、Kleinert 変法に比し良好な成績を得ることが報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾。早期自動運動法の問題点は、新鮮例で腱鞘の損傷がないこと、骨折、神経血管損傷がないこと、患者がリハビリテーションの内容を良く理解できることなどの条件を満たしている必要があり、全ての症例には行い得ないことにある¹³⁾。また、Kleinert 変法、早期自動運動法では破断張力が十分に上昇していない術後数日からの運動により、縫合部での再断裂が起こることも報告されている^{14, 18)}。

癒着防止のためにアルギン酸¹⁹⁾、ヒアルロン酸^{20, 21)}、ラブリシン²²⁾、5-フルオロウラシル²³⁾などの物質を局所投与する方法も研究されてきた。特にヒアルロン酸やラブリシンは滑液中の成分であり、局所投与することにより癒着が軽減される可能性が指摘されている²⁰⁻²²⁾。今田²⁴⁾は乳酸-カプロラクトン膜を用いた癒着防止の実験から、癒着防止に用いた乳酸-カプロラクトン膜が縫合部での腱修復を妨げる可能性を指摘した。このことから、不適切な縫合部局所の癒着防止用物質設置は腱修復に対して不利な環境ともなりえることが危惧される。腱修復を得ると同時に周囲との癒着を防ぐ試みが様々な角度から検証されてきているが、有用性の高い方法はいまだ十分には明らかにされていない。

今回の実験は、癒着が生じやすい3週間固定法後に腱剥離を追加することで、癒着スコアの変化と滑走抵抗値の変化を比較検討して、腱剥離の効果を判定した。その結果、癒着スコアの比較では*in vitro* 群と*in vivo* 6W 群間の有意差は認めなかった。この原因は、再手術による侵襲が新たに腱周囲に癒着をもたすため、また術後の疼痛により自動運動が阻害されるためと考えている。腱剥離後の疼痛を軽減させるために局所麻酔薬を持続投与し、疼痛を軽減させて早期自動運動を開始させる方法が報告されており²⁵⁻²⁷⁾、疼痛のコ

ントロールも今後の検討項目の一つであると考えられる。

一方、癒着スコアで有意差を認めないにもかかわらず、滑走抵抗値に関しては*in vitro* 群と*in vivo* 間に有意差を認めた。これは、滑走抵抗値の改善に縫合腱周囲の線維組織のリモデリング（則ち、intrinsic healing）が関係していることを示している。これは、青木ら²⁸⁾が報告した、腱縫合部の線維組織の配列が3週目ではほとんどみられないのに対し、6週目では腱の長軸方向に配列すること、また、経時的に腱縫合部の破断張力が強くなり、滑走能も改善されることによっても支持される。

今回のイヌのモデル実験で示された、屈筋腱においては腱縫合後3週目に腱剥離を行った上で自動運動を行うことにより、3週経過後滑走抵抗は改善し、癒着が増えないという事実は、実際の臨床現場では、腱剥離を適切な時期に実施すれば比較的良好な手術成績が得られる可能性を示している。

今回の結果から今後は腱剥離術の適切な施行時期を検討することになるだろう。それに加えて、他の屈筋腱縫合後の後療法に関しては、前述したようにリハビリテーションの方法や癒着を防ぐと思われる薬物による治療法の改善も検討課題となっている。今後は、*in vitro*^{29, 30)}、*in vivo*³¹⁾ でなされた先行研究の結果を踏まえて、複合的な観点から屈筋腱縫合後の後療法について検討して、no man's land での治療成績の改善につなげていきたい。

稿を終えるにあたり、本研究にご指導、ご協力を賜りました岩手医科大学医学部整形外科学講座の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

本研究は一部、文部科学省科学研究費補助金（西田 淳 研究課題番号：24592242）：24592242）によって行った。

本論文に関して開示すべき利益相反事項はない。

文 献

- 1) **Boyer JH**: Flexor-tendon grafts in the fingers and thumb. *J Bone Joint Surg* **32-A**, 489-499, 1950.
- 2) **Pulvertaft RDG**: Tendon grafts for flexor tendon injuries and thumb. *J Bone Joint Surg* **38-B**, 175-194, 1956.
- 3) **Potenza AD**: Critical valuation of flexor tendon healing and adhesion formation within artificial digital sheaths. *J Bone Joint Surg* **45-A**, 1217-1233, 1967.
- 4) **Verden C**: Primary repair of flexor tendons. *J Bone Joint Surg* **42-A**, 647-657, 1960.
- 5) **Kleinert HE, Kutz JE, Ashbell S, et al.**: Primary repair of lacerated flexor tendon in "no man's land". *J Bone Joint Surg* **49-A**, 577, 1967.
- 6) **Matthews P**: The repair potential of digital flexor tendon. *J Bone Joint Surg* **56-B**, 618-625, 1974.
- 7) **Lundborg G and Rank F**: Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. *J Hand Surg* **3**, 21-31, 1978.
- 8) **Manske PR**: Intrinsic flexor-tendon repair : a morphological study in vitro. *J Bone Joint Surg* **66-A**, 386-396, 1984.
- 9) **Rothkoph DM, Webb S and Szabo RM**: A experimental model for the study of canine flexor tendon adhesions. *J Hand Surg* **16-A**, 694-700, 1992.
- 10) **An KN, Berglund L, Uchiyama S, et al.**: Measurement of friction between pulley and flexor tendon. *Biomed Sci Instrum* **29**, 1-7, 1993.
- 11) **森谷浩治, 吉津孝衛**: 手掌中央以遠における屈筋腱剥離術. 関節外科 **29**, 35-41, 2010.
- 12) **Urbaniak JR, Cahill JD and Mortenson RA**: Tendon suturing methods : analysis of tensile strength. In "AAOS Symposium on tendon surgery on the hand", pp. 70-80, C.V. Mosby Co., 1975.
- 13) **飯塚照史, 渡邊健太郎, 村上恒二**: Zone II 屈筋腱断裂修復後の後療法の特徴に関する一考察. 広島大保健ジャーナル **6**, 81-91, 2006.
- 14) **加藤博之, 三浪明男, 近藤 真, 他**: Modified Kleinert 法による zone II 屈筋腱断裂の治療成績. 日手会誌 **19**, 698-702, 2002.
- 15) **Silverskiold KL and May EJ**: Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg* **19-A**, 53-60, 1994.
- 16) **草津 望, 吉津孝衛, 牧 裕, 他**: Zone II 屈筋腱断裂に対する早期運動療法. 日手会誌 **19**, 691-694, 2002.
- 17) **牧 裕, 吉津孝衛, 坪川直人, 他**: Zone II における 6-strand 屈筋腱一次縫合, 早期運動の成績. 日手会誌 **25**, 763-765, 2009.
- 18) **Chow JA, Thomas LJ and Dovel S**: Controlled motion rehabilitation after flexor tendon repair and grafting. *J Bone Joint Surg* **70-B**, 591-595, 1988.
- 19) **島田幸造, 斎藤正伸, 難波二郎, 他**: 腱損傷後の癒着防止材としてのアルギン酸の有用性—有効な物性を有するアルギン酸素性の検討—. 日手会誌 **19**, 676-679, 2002.
- 20) **Ameil D, Isizu K, Billings E, et al.**: Hyaluronan in flexor tendon repair. *J Hand Surg* **A-14**, 837-843, 1989.
- 21) **Hagberg L**: Exogenous hyaluronate as an adjunct in the prevention of adhesions after flexor tendon surgery. *J hand Surg* **17-A**, 132-136, 1992.
- 22) **Zhao C, Sun YL, Kirk RL, et al.**: Effects of lubricin-containing compound on the result of flexor tendon repair in a canine model in vivo. *J Bone Joint Surg* **92-A**, 1453-1461, 2010.
- 23) **Zhao C, Zobitz ME, Sun YL, et al.**: Surface treatment with 5-fluorouracil after flexor tendon repair in a canine in vivo model. *J Bone Joint Surg* **91-A**, 2673-2682, 2009.
- 24) **今田英明**: 腱癒着防止に乳酸—カプロラクトン共重合体多孔質膜を用いた実験的研究. 広大医誌 **49**, 135-146, 2001.
- 25) **Kulkarni M and Elliot D**: Local anaesthetic infusion for postoperative pain. *J Hand Surg* **28-B**, 300-306, 2003.
- 26) **Kirchhoff R, Jensen PB, Neilsen NS, et al.**: Repeated digital nerve block for pain control after tenolysis. *Scand J Plast hand Surg* **34**, 257-258, 2000.
- 27) **渡邊忠良, 高原政利, 土田浩之, 他**: 腱鞘内局所麻酔持続投与下で早期自動訓練を行った屈筋腱剥離術の成績. 日手会誌 **25**, 622-626, 2009.
- 28) **Aoki M, Kubota H and Manske PR**: Biomechanical and histologic characteristics of canine flexor tendon repair using early postoperative mobilization. *J Hand Surg* **22-A**, 107-114, 1997.
- 29) **Akasaka T, Nishida J and An KN**: Hyaluronic acid diminishes the resistance to excursion after flexor tendon repair. An in vitro biomechanical study. *J Biomech* **38**, 503-507, 2005.
- 30) **川村竜平, 赤坂俊樹, 西田 淳, 他**: 腱鞘再建後の腱・腱鞘間滑走抵抗に対するヒアルロン酸の効果. 岩手医誌 **62**, 265-274, 2010.
- 31) **佐藤正義, 西田 淳, 赤坂俊樹, 他**: 屈筋腱縫合後の腱・腱鞘間滑走抵抗. 岩手医誌 **63**, 219-228, 2011.

Effect of tenolysis after tenosuture:
A biomechanical *in vivo* study in a canine model

Makoto SUZUKI, Jun NISHIDA, Toshiki AKASAKA,
Masayoshi SATO, Yuzo MATSUO and Tadashi SHIMAMURA

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine,
Iwate Medical University, Morioka, Japan

(Received on March 1, 2013 & Accepted on March 18, 2013)

Abstract

An important problem in treatment of tendon injury is reducing the tendon-tendon pulley gliding resistance. The aim of this study was to elucidate the effect of tenolysis on gliding resistance and adhesion between the tendon and pulley after tendon suture.

The concept of friction measurement and its application to the tendon-pulley unit has been verified and validated, as reported by An et al. Gliding resistances between the tendon and annular pulley of the fore-paw of canines were

measured directly in three different groups: the *in vivo* group, *in vitro* group, and normal tendon as a control. The gliding resistance of the *in vivo* group was significant lower than that of the *in vitro* group. On the other hand, gliding resistance of the *in vivo* group was higher than that of the control.

Tenolysis may be a meaningful operation to improve the gliding resistance between the tendon and pulley.
