

長母指屈筋腱再断裂縫合後の後療法に フロッシング介入を行い腱癒着が改善した1例

佐々木 秀 一*1・見 目 智 紀*2・助 川 浩 士*2,3
熊 澤 憲 一*4・中 西 理 佐 子*5・高 平 尚 伸*6

キーワード：長母指屈筋腱断裂，フロッシング，腱癒着，ファシア，ハンドセラピー

フロッシングは，ゴム製のバンドを関節や筋腹などに巻き付けて圧迫し，徒手的な捻りや自動および抵抗運動を行う方法で，関節可動域の拡大や疼痛緩和などに有効であると報告されている．今回，長母指屈筋腱（以下，FPL）の再断裂を呈し，再縫合術後に3週間固定法を行った症例で，術後6週までの間に縫合部の癒着と腱滑走障害が起こった．そこで，術後8週経過時から通常介入に追加してフロッシング介入を行った結果，術後24週では，%total active motion (TAM) が21%から83%まで改善し，復職を果たし患者の満足度も高かった．フロッシングの効果は，機械的圧力により癒着周囲の組織が粘弾性を変化させることで，柔軟性が向上し腱滑走も促されたと考えられた．フロッシング介入は修復腱の癒着時のセラピーとして，徒手療法やスプリント療法などと同様に，癒着組織の柔軟性向上に対するアプローチの1つの選択肢として有効である可能性が示唆された．

緒 言

手指屈筋腱縫合後のハンドセラピーの主な目的は，縫合部の治癒を促進し（待ち）ながら，癒着増強予防のための腱滑走の維持や関節拘縮を予防することである．そのため，強力なtensile strengthを持つ腱縫合法を用いて，術後には早期運動療法¹⁻³⁾が推奨されている．長母指屈筋腱（以下，FPL）修復後の後療法に関しても，積極的に早期自動運動療法を行い，有効な成績が報告されている⁴⁻⁶⁾．

しかし，再断裂例で3週間固定法を選択し不動期間が長かった場合や強固なtensile strengthの縫合法を用いても早期運動療法を行わなかった場合には，修復腱と周辺組織での癒着の発生も強固となるため，癒着を形成する組織へのアプローチが重要となってくる．

このことは，腱内部の血行路により治癒していく過程（intrinsic healing）よりも，縫合部の周辺組織などの腱外の血行から治癒していく過程（extrinsic healing）が優位になる条件で癒着が起こりやすく，また，Peacock⁷⁾の‘one wound one scar concept’からも癒着が発生することは十分に予測できる．

近年，フロスバンドを使ったフロッシングがStarrettとCordoza⁸⁾によって初めて提案され，関節可動域の拡大や疼痛緩和，パフォーマンスの向上などに有効であると報告されている．フロッシングに関しては，ゴム製のバンドを関節や筋腹などの身体に巻き付けて圧迫し，その状態で徒手的な捻りや自動および抵抗運動を行い，その後に圧迫を解除する⁹⁾ことで，下肢領域⁹⁻¹²⁾や肩関節¹³⁾などを中心に効果が報告されている．

受理日 2023/1/6

*1 北里大学病院 リハビリテーション部 〒252-0329 神奈川県相模原市南区北里1-15-1

*2 北里大学医学部 整形外科

*3 北里大学医学部 医学教育研究開発センター 臨床解剖教育研究部門

*4 北里大学医学部 形成外科・美容外科学

*5 横浜南共済病院 リハビリテーション科

*6 北里大学 医療衛生学部

フロッシングの効果は、自由神経終末などの機械受容器を刺激し、圧迫された組織の再灌流による血流を促し、ファシアの滑走性を改善させることで、組織の柔軟性の向上やパフォーマンスの変化があると報告されている¹⁰⁾。特に下肢領域⁹⁻¹¹⁾ やスポーツ分野¹⁴⁻¹⁶⁾ での基礎研究や臨床実践の報告は増えてきているが、上肢領域の実践報告はほとんど散見されない。

組織を圧迫して捻りや運動をすることで軟部組織の柔軟性が向上するフロッシング介入は、腱の癒着が多く認められるハンドセラピー領域で軟部組織の改善に有効なのではないかと仮説を立てた。

今回、FPLの再縫合術を行い、3週間固定法にて術後FPL腱の癒着が著明だった症例に対し、術後8週経過よりフロスバンドを使用したフロッシング介入を行ったことにより、母指機能の改善を認めた症例を経験した。癒着改善の介入手段としてのフロッシング介入の有用性に関して、文献的考察を踏まえ検討した。

なお、本発表に際し本症例より書面での同意を得ている。

対象と方法

1. 症例供覧

症例は30歳代の男性で、職業は自動車整備士である。診断名は右長母指屈筋腱断裂 (Zone TII) の診断であった。現病歴は仕事中に滑って立てかけてあった厚さ1mm以内の鉄板に手をついて受傷した。同日、他院にて1次縫合を行い、3日後に当院で吉津1法の6-strands sutureおよび6-0 Proleneで補助縫合 (A1プーリーは未処理) の腱縫合術を行った。しかし、術直後に再断裂をきたし、初回の手術から5日後に再縫合術を施行した。再縫合術方法は、吉津2法とDouble looped sutureの8-strands sutureを行い、6-0 Proleneで補助縫合を行った。さらに5-0PDS IIで腱鞘を含む周囲組織を用いて腱を被覆し、5-0 Proleneで皮膚縫合を行った。入院期間は術後16日間で、それ以降は週2回程度の頻度で外来にて継続した。また、入院中の介入は装具の調整や他指の拘縮予防、エアロバイクでの有酸素運動を実施した。

2. 再縫合術後のハンドセラピー計画

再縫合術後のハンドセラピー計画は、強固な縫合法であるが、再断裂症例でありintrinsic healingが望みにくいことから、早期運動療法ではなく3週間固定法とした。固定角度は手関節0°、MP関節屈曲

40°、掌側外転45°で背側伸展制限スプリント (図1) を装着した。通常であれば術後3週からスプリント内での自動運動開始の予定であったが、extrinsic healingが不十分であったため、固定を1週間ほど延長した。術後4週には、背側伸展制限スプリントの角度をMP関節のみ屈曲10°に変更し、減張位での母指IP関節、MP関節の他動屈曲・伸展運動、スプリント内での自動屈曲、伸展運動、placing hold訓練を開始した。術後6週経過時には、FPL腱の近位滑走を促すblocking訓練や遠位滑走を促す他動伸展運動を中心に介入を進めた。術後8週からは抵抗運動も開始した (図2)。



図1 作製した背側伸展制限スプリント

手関節掌背屈0度、MP関節40度屈曲位、掌側外転45度、IP関節伸展位にて作製した。

3. ハンドセラピーの経過とフロッシング介入

術後4週経過時の右母指自動 (他動) 関節可動域は、IP関節伸展-20° (0°)、屈曲20° (70°)、MP関節伸展-30° (-30°)、屈曲40° (60°)、FPL機能度の%TAMは8.3%であった (表1)。術後6週経過時の自動 (他動) 関節可動域は、IP関節伸展-20° (0°)、屈曲20° (70°)、MP関節伸展-30° (-30°)、屈曲40° (70°)、FPL機能度の%TAMは8.3% (表1) と術後4週時点と変化がなく、浮腫も軽度残存し、IP関節の屈曲保持が不能であった。

Dynamic tenodesis testでは、MP関節屈曲位でIP関節が伸展0°まで可能であるが、MP関節を伸展位にするとIP関節は他動伸展が制限されることから、癒着部位はMP関節より近位になり、縫合部周辺組織の癒着と予想された。主治医はこの時期に腱剥離術の検討も考えていた。そのため、術後8週経過時から癒着周囲の軟部組織の柔軟性向上およびFPL腱滑走の改善目的で、通常練習に追加して術後24週までフロッシングの介入を行った。術後10週経過時から、自主練習として自己で行うフロッシングを3~5回/

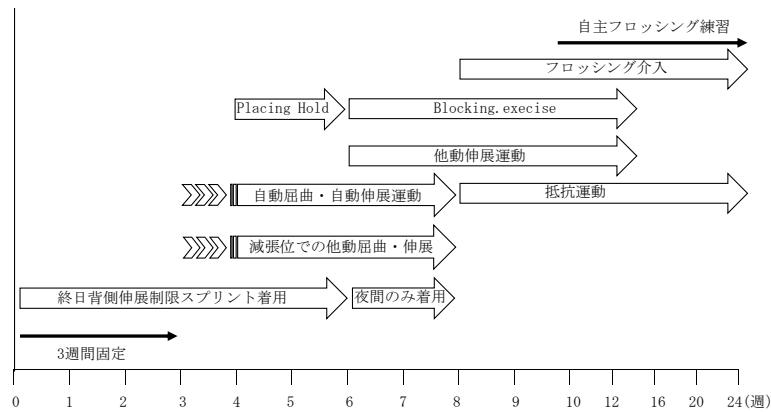


図2 再縫合術後のハンドセラピー計画

再縫合術後のハンドセラピー計画は、3週間固定法とし、術後8週までは各種訓練を行ったが、依然浮腫が残存し腱滑走もわずかであった。そこで、術後8週経過時からFPLの腱滑走向上目的で通常訓練に加えフロッシング介入を行った。

日で行ってもらった。それに伴い、外来でのハンドセラピーは1回/週と頻度を減らして継続した(図2)。

4. フロッシング介入の方法

①フロスバンドの種類

使用したバンドは、株式会社サンクト・ジャパンのコンプレフロス (COMPRE floss[®], ブルーベリー, 幅2.5cm, 天然ゴム) の幅を半分にして使用した(約1.2cm幅)。

②フロスバンドの巻き方

巻き方は、母指指尖部からバンドを1周軽く巻き付けてアンカーとし、遠位から近位方向に巻いていく(図3 a)。次にバンドを自然長の1.5倍程度引き伸ばしながら、直前のバンドに50%重ねるように巻く(図3 b, c)。バンドの巻き終わり部分は予想される癒着部を含むように出来るだけ母指球を覆うようにする。バンドの近位側の端はバンドの中に挟み込む(図3 d)。

③フロッシングの施行方法

癒着部位および周辺組織に対して、母指で長軸方向に30秒ほど強く押し込み(図3 e)、同部位を左右方

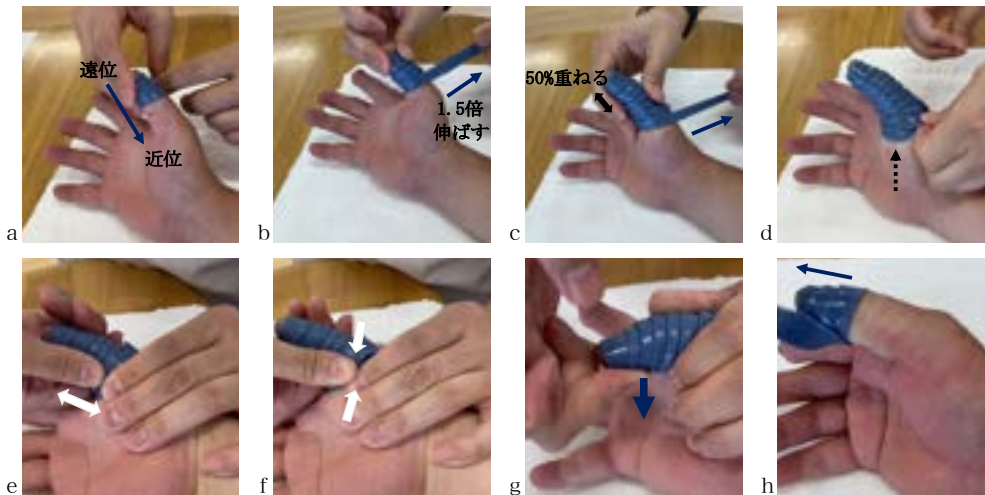


図3 フロスバンドの巻き方と施行方法

- a : バンドを1周軽く巻き付けてアンカーとし、母指遠位から近位に向かって巻く(黒矢印)。
- b : バンドを自然長の1.5倍程度引き伸ばしながら巻く(黒矢印)。
- c : 直前のバンドに50%重ねて巻いていく。
- d : 癒着部を覆うように巻いた後、バンドの近位側の端はバンドの中に挟み込む(黒点線矢印)。
- e : 巻いた箇所を指で30秒程度長軸方向に押し込む(白矢印)。
- f : 巻いた箇所を30秒程度左右に捻る(白矢印)。
- g : バンドを巻いた状態で関節を動かす(黒矢印)。(IP, MP関節の自動屈曲運動および抵抗運動を各10回ずつ程度。e~gの全ての工程は最大で2分程度で完了する)。
- h : フロスバンドを解放する(フロスバンドを外した後は、増加した可動域を使うように母指の自動運動を行う)。

表1 再縫合術後の母指機能の経過

	術後4週	術後6週	術後8週	術後9週	術後12週	術後20週	術後24週
自動関節可動域 (他動) °							
母指IP関節伸展	-20 (0)	-20 (0)	-20 (0)	-10 (0)	-10 (0)	-10 (0)	0 (0)
屈曲	20 (70)	20 (70)	20 (80)	20 (80)	20 (80)	40 (80)	50 (80)
母指MP関節伸展	-30 (-30)	-30 (-30)	-20 (-10)	-20 (-10)	-25 (-10)	-25 (-10)	-20 (0)
屈曲	40 (60)	40 (70)	45 (70)	45 (70)	60 (70)	70 (70)	70 (70)
長母指屈筋腱機能度 (%TAM)*	8.3	8.3	20.8	29.1	37.0	62.5	83.3
握力 (右/左) (kg)	-	-	-	-	-	-	35.7/42.3
指腹つまみ (右/左) (kgf)	-	-	-	-	-	-	8.0/11.0
Hand20 (点)	-	-	-	42	-	-	8

*TAM: Total Active Motion

*健側母指関節可動域 (伸展/屈曲): IP関節 0/70°, MP関節 -10/60°

向 (腱走行に対して垂直方向) に30秒程度捻る (図3 f). 次にバンドを巻きながら関節を動かす. 具体的には母指IP, MP関節の自動屈曲運動および抵抗運動を各10回ずつ程度行う (図3 g). 最後にフロスバンドを解放する. フロスバンドを外した後は, 増加した可動域を使うように母指の自動運動を行う (図3 h). 全ての工程は最大でも2分以内で完了する. これらの工程を1セットとし, 一回のセラピィで2~3セット施行する.

④フロッシング使用上の禁忌事項¹⁷⁾

フロッシングが行うことができない絶対的禁忌事項は, 皮膚炎 (感染症), 静脈瘤 (炎), 血栓症, 腫瘍, 重度の糖尿病, 骨折, 開放創, 悪性新生物, 心不全, ラテックスアレルギー, 抗凝固薬または高用量の副腎皮質ステロイドが挙げられる. また, 医師との相談が必要な相対的禁忌は, 発熱, 妊娠, 高血圧, 低血圧, 慢性炎症症状, 精神的ストレス, 甲状腺機能障害が挙げられる.

結果

1. 術後8週から20週経過時までの可動域の変化

術後8週経過時の自動 (他動) 可動域は, IP関節伸展 -20° (0°), 屈曲 20° (80°), MP関節伸展 -20° (-10°), 屈曲 45° (70°), %TAMは20.8%であった (表1). 通常練習に加えフロッシング介入を施行した直後の術後9週経過時は, IP関節伸展 -10° (0°), 屈曲 20° (80°), MP関節伸展 -20° (-10°), 屈曲 45° , %TAMは29.1% (表1) とIP関節の遠位滑走がわずかに改善を認めた. 術後10週からの自己フロッシング練習の追加に伴い, 術後12週経過時は, IP関節伸展 -10° (0°), 屈曲

20° (80°), MP関節伸展 -25° (-10°), 屈曲 60° (70°), %TAMは37%となり, フロスバンドを巻いた状態で屈曲する方が疼痛も少なく, 力が入りやすいとの発言も認められ, フロッシング前後で即時的な可動域改善も認められた. 術後20週経過時には, IP関節伸展 -10° (0°), 屈曲 40° (80°), MP関節伸展 -25° (-10°), 屈曲 70° (70°), %TAMは62.5% (表1) と依然, 癒着が残存し母指IP関節, MP関節の伸展制限が残存したが, 母指IP関節とMP関節の近位滑走が改善した (表1).

2. 最終観察時評価 (術後24週経過時)

最終経過観察時である術後24週の自動 (他動) 可動域は, 母指IP関節伸展 0° (0°), 屈曲 50° (80°), MP関節伸展 -20° (0°), 屈曲 70° (70°), %TAMは83.3%, 握力は右35.7kg, 左42.4kg, 指腹つまみ力は右8kgf, 左11.0kg, Hand20は8点であった (表1, 図4 a, b). IP関節屈曲とMP関節伸展不全が残存したが, 自動車整備工での復職を果たし, 仕事の内容に関しても問題は認められなかった. また, 当初予定していた腱剥離術も行わない方針となり, 患者自身の満足度も高かった.

考察

1. 癒着発生の要因と癒着部位

本症例は再断裂後に8-strandsの強い縫合方法で再縫合術を行い, 3週間固定法を行った.

3週間固定法においては, 固定によりextrinsic healingによる周囲組織との癒着形成を防げず, 難治性の屈曲拘縮の発生が問題となる¹⁸⁾. また, 強力な tensile strengthの縫合法は, 腱内血行を阻害するた

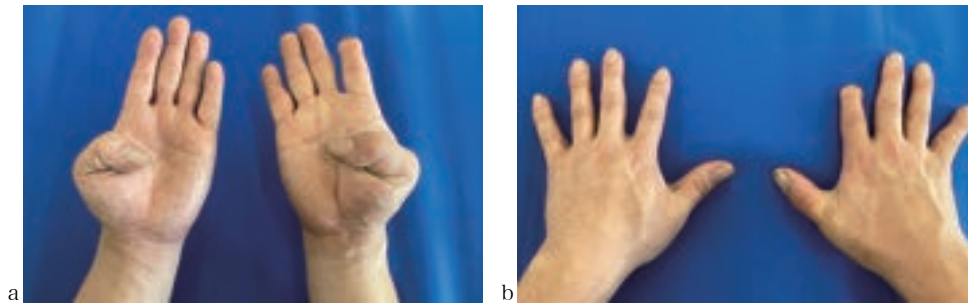


図4 術後24週（最終経過観察時）の母指の外観

a：掌側面での母指全屈曲位（患側は右母指）。 b：背側面での母指全伸展位。

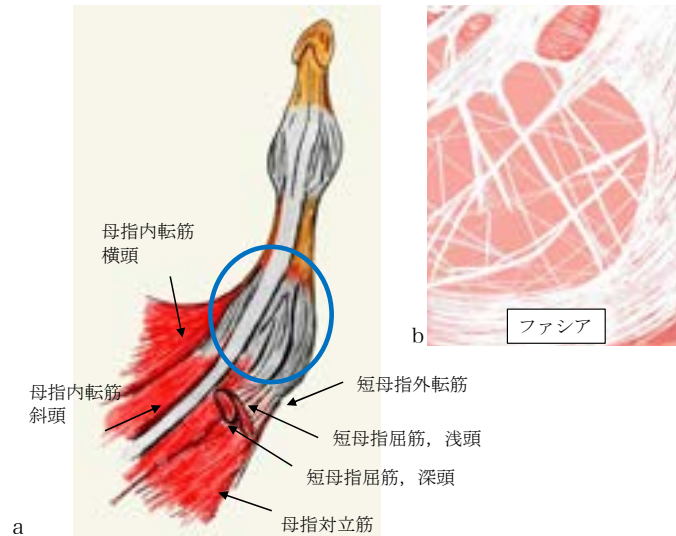


図5 FPL腱周囲筋組織とファシア

a：FPL周囲の筋組織と靭帯性腱鞘。 b：ファシアのイメージ図。網目状のテンセグリティ構造。

めextrinsic healingを優位にし、癒着が発生する条件¹⁹⁾となるため、本症例においても癒着発生は必然であったと考えられる。

癒着部位に関しては、Dynamic tenodesis testからも、母指MP関節部から近位にかけて修復腱と周辺組織が癒着していた可能性が考えられた。縫合部の周囲には母指内転筋の斜頭、短母指屈筋の深頭の筋性組織、腱鞘を修復していることから靭帯性腱鞘、脂肪組織などが存在しこれらの組織と癒着している可能性が推測される（図5 a）。

2. 癒着部周辺組織のファシアと可動域制限

これら癒着部位の周辺組織にはファシアが存在する。本邦ではファシアは「筋膜」と訳されることが多いが、筋膜=myofasciaであり、筋外膜を含む、腱、靭帯、末梢神経等を構成する結合組織、脂肪などを包括する概念と報告されている²⁰⁾。ファシアは水とコラーゲンを主成分とし、網目状のテンセグリティ構造

を持つ（図5 b）。また、ファシアは侵害受容性疼痛の受容器である自由神経終末にも豊富に存在し²¹⁾、ファシアの異常と疼痛（fascia pain syndrome）の関連も報告されている²⁰⁾。これらのファシアに異常があると痛みを感じ、関節の可動域が制限される。また、エコー上では白く厚い重積像を呈する。これは皮下組織から筋外膜の層としては、「白（密性結合組織）-黒（疎性結合組織）-白」²²⁾に整列することから、ファシアが凝集し高密度化した結果、隣接する組織同士が癒着する²⁰⁾と報告されている。本症例においても癒着部周辺でファシアの異常を呈していたことから、FPLの腱滑走障害やMPおよびIP関節の可動域制限が起こっているものと考えられた。

3. フロッシング効果と軟部組織の変化

フロッシングは、フロスバンドで癒着組織を圧迫し、徒手的に捻りや関節運動を行う。よって、筋や周辺組織に強い機械的圧力を与え、皮膚と完全に密着し

ているために広範囲にあらゆる方向からアプローチすることができる。

フロッシングの基礎となる生理学的メカニズムは、まだ解明されていないが、以前の報告では、Starrettら⁸⁾は、フロッシングが筋の柔軟性と筋力発揮に及ぼす影響として、ファシアの剪断と血液の閉塞を要因として報告している。バンドの圧迫と同時に運動を組み合わせることで剪断力を生み出し、自動運動を行うことで個々の層の間の癒着は緩むと考えられた。また、Cheathamら²³⁾は、熱または機械的圧力の形態エネルギー（チキソトロピー）が加えられると、ファシアは組織の粘弾性の低下に応じて、固体「ゲル」状態から流動的な「ゾル」状態に変化し、関節可動域を増大したと報告している。さらに、Agostinucci²⁴⁾は、バンドによる筋への直接的な内圧の増加や圧を加えた状態での筋収縮は、熱を保持し、ファシアの粘弾性を低下させる可能性を示唆している。本症例の結果においても、ゴムバンドでの癒着組織の圧迫や徒手的な捻りや関節運動が、ファシア粘弾性を低下させ、癒着組織の柔軟性が向上し、さらに腱滑走を容易にさせることが可能となったと考えられた。

4. フロッシングによる疼痛の慣れと筋出力

フロッシングによる関節可動域の改善に、ストレッチトレランス（疼痛の慣れ）が要因としてエビデンスがあると報告されている^{9,10)}。

フロッシングによって皮膚の伸張による力の伝達が、皮下の機械受容器を活性化し、疼痛の知覚の変化²⁵⁾や、それに伴い筋出力の向上の可能性²⁶⁾を報告している。また、我々の研究においてもフロッシングによって関節可動域の最終域で筋出力（RFD50）を向上させた⁹⁾と報告し、ファシアの改善、ストレッチトレランスと筋出力の関連²⁶⁾を示唆した。

本症例においては、フロスバンドを巻いた状態での握力の変化などは、評価できなかったが、癒着した腱の改善には、いかに近位滑走させるかが重要であるため、ストレッチトレランスの影響や筋出力の向上は、癒着改善のセラピーに有効であると考えられた。

5. フロッシングの適応時期と強度

本症例においては術後8週経過時にフロッシングを開始した。縫合腱の癒合過程において5～6週で腱癒合がある程度完成し、12週ではさらに癒着組織が成熟し、組織学的にも正常組織と区別できなくなると報告されている²⁷⁾。また、臨床においては12週時点

で腱剥離術などの2期的な手術適応の可否を決定しており、この時期までに後療法についての効果が問われる²⁸⁾。腱の再断裂のリスクや臨床的に治療方針などを考慮すると、少なくとも術後8週経過するまでは、フロッシングは行わず、術後8週くらいからセラピスト主導の下、癒着の状態や軟部組織の変化などをみて導入することが良いのではないかと考えられる。介入時期については今後も慎重に議論を行っていく必要がある。

フロッシングに関する研究において、研究で使用されている平均圧力は $167.3 \pm 24.6 \text{ mmHg}$ ¹⁰⁾で、セラピスト内でも標準偏差（3～38mmHg）で、毎回同じ圧力でフロスバンドを巻く事は不可能である。フロスバンドを巻く圧力（強さ）は、150mmHgが推奨されており¹⁰⁾、強すぎる場合は悪影響を及ぼすことも報告されている。手指または縫合腱に関しては、基礎研究が行われていないため基準となる圧力は不明であるが、今回採用した自然長の1.5倍に引き伸ばす圧力を基準として、癒着の状態や開始時期に合わせて、強弱を変えて試していくことが重要でありリスクを減らすことが可能と考える。

6. 腱修復後の癒着時のセラピーと臨床的応用

腱修復後に癒着が起こった際のセラピーに関して、奥村¹⁰⁾は、癒着を形成する癒着組織を腱滑走が妨げられない柔軟な組織に変化させるアプローチを的確に行う必要があり、その上で満足が得られなければ手術も検討することも必要と報告している。その中で、柔軟な組織に変化させるアプローチとして、徒手や運動療法、スプリント療法、blocking訓練やplacing hold訓練、EMG biofeedback療法などが挙げられているが、本症例に用いたフロッシングも軟部組織の柔軟性の向上や腱滑走改善に対するアプローチの1つの選択肢として、有効な可能性が考えられる。

臨床的な応用としては、手指、手関節、肘関節、肩関節などの上肢領域の軟部組織性の可動域制限に対して有効性が考えられる。また、ばね指やドゥケルヴァン病などの狭窄性腱鞘炎などの腱滑走障害や上肢のスポーツ領域やコンディショニングツール¹⁰⁾としての多くの応用が期待できる。

研究の限界として、単一症例による症例報告であり通常の介入に加えてフロッシングを行ったため、フロッシング自体の効果が示せないことが挙げられる。今後は症例を積み重ねてさらに検証を行っていきたい。

結 語

1. FPL再縫合術後で高度な癒着を認めた症例に対して、術後8週より通常介入に追加してフロスバンドを使ったフロッシング介入を行った。
2. 術後8週から24週まで介入を継続したところ、最終観察時には%TAMが21%から83%まで改善し、復職を果たし、腱剥離術も行わなかった。
3. フロッシング介入は修復腱の癒着時のセラピーとして、徒手療法やスプリント療法などと同様に、瘢痕組織の柔軟性向上に対するアプローチの1つの選択肢として有効な可能性がある。

利益相反の開示

本研究発表は、株式会社サンクト・ジャパンより、商品提供を受けて行った。

文 献

- 1) Kleinert HE, Kutz JE, et al : Primary repair of flexor tendons. *Orthop Clin North Amer* 4 : 865-876, 1973.
- 2) Slattery PG, McGrouther DA : A modified Kleinert controlled mobilization splint following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 9B : 217-218, 1984.
- 3) Small JO, Brennen MD, et al : Early active mobilization following flexor tendon repair in Zone II. *J Hand Surg* 14B : 383-391, 1989.
- 4) 黒崎尚子, 山崎友昭, 他 : 長母指屈筋腱縫合術後に対する早期運動療法の試み. *理学療法群馬* 13 : 9-15, 2002.
- 5) Sirotkova M, Elliot D, et al : Early active mobilization of primary repairs of the flexor pollicis longus tendon with two Kessler two-strand core sutures and a strengthened circumferential suture. *J Hand Surg Br* 29(6) : 531-535, 2004.
- 6) 西村信哉, 塚本利昭, 他 : 長母指屈筋腱修復・再建術後の7指に対する早期自動運動療法の効果. *OTジャーナル* 54(6) : 604-607, 2020.
- 7) Peacock EE Jr : *Repair of Tendons Surgery & Biology of Wound Repair*. Saunders : 331-365, 1970.
- 8) Starrett K, Cordoza G : *Becoming A Supple Leopard 2nd Edition: The Ultimate Guide to Resolving Pain, Preventing Injury, and Optimizing Athletic Performance*. Las Vegas NV: Victory Belt Publishing. 2013.
- 9) Kaneda H, Takahira N, et al : Effects of Tissue Flossing and Dynamic Stretching on Hamstring Muscles Function. *J Sports Sci Med* 19(4) : 681-689, 2020.
- 10) Konrad A, Mocnik R, et al : Effects of tissue flossing on the healthy and impaired musculoskeletal system: a scoping review. *Front Physiol* 12 : 666129, 2021.
- 11) Vogrin M, Kalc M, et al : Acute Effects of Tissue Flossing Around the Upper Thigh on Neuromuscular Performance: A Study Using Different Degrees of Wrapping Pressure. *J Sport Rehabil* 30(4) : 601-608, 2020.
- 12) Kaneda H, Takahira N, et al : The effects of tissue flossing and static stretching on gastrocnemius exertion and flexibility. *Isokinet Exerc Sci* 28 : 205-213, 2020.
- 13) Kiefer BN, Lemarr KE, et al : A pilot study: perceptual effects of the voodoo floss band on glenohumeral flexibility. *Int. J. Athl. Ther. Train.* 22 : 29-33, 2017.
- 14) Wu SY, Tsai YH, et al : Acute Effects of Tissue Flossing Coupled with Functional Movements on Knee Range of Motion, Static Balance, in Single-Leg Hop Distance, and Landing Stabilization Performance in Female College Students. *Int J Environ Res Public Health* 19(3) : 1-13, 2022.
- 15) Angelopoulos P, Mylonas K, et al : The Effects of Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization, Tissue Flossing, and Kinesiology Taping on Shoulder Functional Capacities in Amateur Athletes. *J Sport Rehabil* 30(7) : 1028-1037, 2021.
- 16) Konrad A, Bernsteiner D, et al : Tissue flossing of the thigh increases isometric strength acutely but has no effects on flexibility or jump height. *Eur J Sport Sci* 21(12) : 1648-1658, 2021.
- 17) 大野有三 : *イーザーフロッシングマニュアル*. 株式会社ベースボール・マガジン社, 東京 : 24-27, 2019.
- 18) 西脇正夫, 池上博泰, 他 : 手指屈筋腱修復術後の屈筋腱剥離術の検討. *日手会誌* 19 : 130-134, 2002.
- 19) 奥村修也 : 手指屈筋腱損傷修復後の「癒着時の対応」について. *日ハ会誌* 12(1) : 19-24, 2019.
- 20) 木村裕明, 黒沢理人, 他 : エコーガイド下fasciaハイドロリリースによる拘縮肩・腰痛の治療. *MB Orthop* 33(10) : 7-26, 2020.
- 21) Benditz A, Sprenger S, et al : Increased pain and sensory hyperinnervation of the ligamentum flavum in patients with lumbar spinal stenosis. *J Orthop Res* 37(3) : 737-743, 2019.
- 22) Stecco A, Meneghini A, et al : Ultrasonography in myofascial neck pain: randomized clinical trial for diagnosis and follow-up. *Surg Radiol Anat* 36(3) : 243-253, 2014.
- 23) Cheatham SW, Blazevich AJ, et al : The effects of

self-myofascial using a foam roll or roller massage on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy* 10 : 827-838, 2015.

- 24) Agostinucci J : Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and Motor Skills* 110 : 89-103, 2010.
- 25) Chen SM, Lo SK, et al : The effect of rigid taping with tension on mechanical displacement of the skin and change in pain perception. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21 : 342-346, 2018.
- 26) McNair PJ and Heine PJ : Trunk proprioception: enhancement through lumbar bracing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80 : 96-99, 1999.
- 27) Green DP : GREEN'S OPERATIVE SURGERY 4th edition, vol.2, Churchill Livingstone : 1855-1857, 1999.
- 28) Verdan CE : Primary repair of flexor tendons. *JBJS Am* 42 : 647-657, 1960.