

Primäre Behandlung von offenen Strecksehnenverletzungen der Hand

Rohit Arora, Martin Lutz, Markus Gabl, Sigurd Pechlaner¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Wiederherstellung der Streckfunktion nach offenen Strecksehnedurchtrennungen der Hand.

Indikationen

Offene Verletzungen des Strecksehnenapparats.

Kontraindikationen

Komplexe Weichteilverletzungen einschließlich Hautdefekten.

Begrenzte Möglichkeit der Wiederherstellung der Streckfunktion bei schweren kombinierten Verletzungen distal des Metakarpophalangealgelenks (bei nicht rekonstruierbaren Gelenkflächen: primäre Arthrodese).

Operationstechnik

In Abhängigkeit von der Höhe der Strecksehnenverletzung werden nach jeweils treppenförmiger Erweiterung der primären Wunde unterschiedliche Techniken angewendet.

Zonen 1 und 2: Bei basisnaher Durchtrennung der Strecksehne von der Endphalanx Refixation des Tractus terminalis mit Ausziehdraht. Bei proximaler Durchtrennung der Strecksehne primäre U-Naht des Tractus terminalis. Temporäre Stiftfixation des Endgelenks in Streckstellung.

Zone 3: U-Nähte des Tractus intermedius. Temporäre Stiftfixation des Mittelgelenks in Streckstellung.

Zone 4: Naht des zentralen Strecksehnenanteils und des lateralen Streckzügels mit modifizierten Becker-Nähten und U-Nähten. Temporäre Stiftfixation des Mittelgelenks in Streckstellung.

Zonen 5 und 6: Zweifache Sehnenkernnaht nach modifizierter Becker-Technik mit zusätzlicher Feinadaptation der Sehnenstümpfe.

Zonen 7 und 8: Sehnenkernnaht nach modifizierter Kirchmayr-Technik mit zusätzlicher Feinadaptation der Sehnenstümpfe.

Weiterbehandlung

Zonen 1–4: Statische Schienenbehandlung des operierten Fingers für 6 Wochen mit Entfernen des Transfixationsstifts Ende der 4. Woche.

Zonen 5–8: Dynamische Nachbehandlung in Intrinsic-plus-Schiene für 6 Wochen.

Ergebnisse

Mit einer dynamischen Nachbehandlung wird versucht, das Bewegungsausmaß nach Strecksehnenverletzungen zu verbessern. Während für die Ergebnisse nach Strecksehnedurchtrennung in den Zonen 1–4 nach Verdan die frühe funktionelle Nachbehandlung keine besseren Resultate liefert, ist die dynamische Nachbehandlung für die Sehnenverletzungen in den Zonen 5–8 der statischen Nachbehandlung überlegen.

Schlüsselwörter

Strecksehnenrekonstruktion · Tractus-intermedius-Verletzung · Strecksehnenverletzung Zonen 1–8 nach Verdan · Dynamische Nachbehandlung

Oper Orthop Traumatol 2008;20:13–24

DOI 10.1007/s00064-008-1224-z

¹Universitätsklinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie, Innsbruck, Österreich.

Primary Treatment of Acute Extensor Tendon Injuries of the Hand

Abstract

Objective

Reconstruction of extensor functions after extensor tendon injuries of the hand.

Indications

Acute injuries of extensor mechanism with corresponding loss of function.

Contraindications

Complex injuries with loss of soft tissue.
Limited possibility of extensor tendon reconstruction with combined injuries of the interphalangeal joints (in situations with irreparable joints: primary arthrodesis).

Surgical Technique

The treatment of extensor tendon injuries depends on the various levels of tendon laceration.

Zones 1 and 2: in case of tendon disruption close to the base of the distal phalanx, refixation of tractus terminalis using a pull-out suture. In case of disruption more proximally, primary repair using mattress sutures. Temporary pinning of the distal interphalangeal joint in extension using a single transarticular Kirschner wire.

Zone 3: mattress sutures of the tractus intermedius. Temporary pinning of the proximal interphalangeal joint in extension using a single transarticular Kirschner wire.

Zone 4: reconstruction of the central slip and the lateral slip of extensor tendon using modified Becker sutures and

mattress sutures. Temporary pinning of the proximal interphalangeal joint in extension using a single transarticular Kirschner wire.

Zones 5 and 6: four-strand modified Becker sutures with additional epitendinous suture.

Zones 7 and 8: core sutures using modified Kirchmayr techniques with additional epitendinous suture.

Postoperative Management

Zones 1–4: immobilization of the finger for 6 weeks with removal of the transarticular wire at 4 weeks.

Zones 5–8: dynamic postoperative treatment in intrinsic-plus splint for 6 weeks.

Results

It is postulated that dynamic postoperative treatment leads to improved functional outcome after extensor tendon injuries. While for zones 1–4 no better final clinical results are observed using the dynamic postoperative protocol, early protected motion for zones 5–8 is superior to static postoperative treatment.

Key Words

Extensor tendon reconstruction · Central clip lacerations · Extensor tendon injuries in zones 1–8 according to Verdan · Dynamic postoperative treatment

Vorbemerkungen

Beugesehnen sind in ihrem Verlauf, außer im Bereich ihrer Ansätze, von makroskopisch annähernd gleichbleibender Struktur. Strecksehnen dagegen ändern in ihrem Verlauf ihre Form. Im Unterarmbereich sind sie im Querschnitt den Beugesehnen ähnlich, rund, stark und gut durchblutet. Im Mittelhandbereich werden sie zunehmend schlank und queroval. Auf Höhe der Fingergrundgelenke werden sie aponeurosenhaft. In dieser Höhe sind sie über die Connexus intertendinei aneinandergekoppelt. Im Fingergrundgliedbereich strahlen die Sehnen der intrinsischen Muskulatur fächerförmig in den Tractus intermedius ein, welcher an der Basis des Mittelglieds ansetzt. Als Tractus laterales ziehen die Strecksehnen gemeinsam mit Faserzügen der Musculi interossei und lumbricales radial und ulnar weiter nach

distal, um als Tractus terminalis an der Endgliedbasis zu inserieren. Mit der Abnahme des Sehnenquerschnitts von proximal nach distal nimmt auch die Sehnendurchblutung von proximal nach distal kontinuierlich ab [7].

Zusätzlich zu den anatomischen Gegebenheiten ändern sich auch die Gleitamplituden der Sehnen. Am größten sind die Gleitamplituden der Strecksehnen im Bereich des Unterarms (40 mm); sie verringern sich dann bis zu ihrem Ansatz am Endglied auf 1 mm [6]. Je weiter distal sich also die Verletzung befindet, umso größer ist die Spannung auf einer Sehnennaht. So kann schon eine minimale Verkürzung oder Verlängerung der Strecksehne in deren distalem Verlauf zu Funktionsstörungen führen.

Unter Berücksichtigung dieser komplexen Morphologie und Biomechanik wurde der Streckapparat der

Langfinger von Verdan in acht Zonen unterteilt [9] (Abbildung 1). Diesen Strukturunterschieden müssen die Strecksehnenrekonstruktion und Nachbehandlung angepasst werden. Für die Strecksehnennaht sind abhängig vom Durchmesser der verletzten Sehne verschiedene Nahttechniken möglich. Während bei flachem Sehnenquerschnitt (Zonen 1–3) einfache U-Nähte Verwendung finden [9], werden die Sehnen mit ovalem Querschnitt (Zonen 4–6) mit modifizierter Becker-Naht [10] und die Sehnen mit rundem Querschnitt (Zonen 7–8) mit modifizierter Kirchmayr-Naht behandelt [9].

Offene Strecksehnenverletzungen im End- und Mittelgliedbereich (Zonen 1 + 2 + 4), im Grundgelenkbereich (Zone 5) und proximal davon (Zonen 6 + 7 + 8) treten seltener auf als über den exponierten proximalen Interphalangeal-(PIP-)Gelenken (Zone 3) [2]. Streckseitige Wunden der Hand sollten bei chirurgischer Wundversorgung so weit exploriert werden, dass der Strecksehnenapparat entsprechend dem Ausmaß seiner Gleitamplitude einsehbar und beurteilbar ist. Bei lateralen Wundausdehnungen sollten Begleitverletzungen der palmaren Gefäß-Nerven-Bündel ebenfalls ausgeschlossen werden. Nicht selten sind offene Verletzungen der Zonen 1, 3 und 5 mit einer Eröffnung des Gelenks verbunden. Bei Defekten des aponeurotischen

Streckapparats kann nach Abschätzen des Vitalitätsgrads und einer möglichen Infektlage eine primäre Strecksehnenplastik erforderlich sein. Eine einfache Raffung bei Defekten der Streckaponeurosen sollte nicht durchgeführt werden [8].

Da die aktive Streckung des betroffenen Fingers distal des PIP-Gelenks durch die Sehnen der intrinsischen Handmuskeln übernommen wird, muss die klinische Untersuchung gezielt durchgeführt werden. Nicht behandelte Strecksehnedurchtrennungen der Zonen 3 und 4 führen sekundär zur sog. Knopflochdeformität („boutonnière deformity“, Abbildung 2). Dabei gleiten die durchtrennten Seitenzüge palmar der Bewegungsachse des Mittelglieds. Das Grundgliedköpfchen steht dabei knopflochartig nach dorsal, während die lateralen Zügel mit den Landsmeer-Bändern das Endgelenk kompensatorisch in eine Hyperextension bringen [11].

Bei offenen Sehnedurchtrennungen der Zone 7 sind immer das Retinaculum musculorum extensorum und meist mehrere Sehnen verletzt. Um eine Stenosierung der genähten Sehnen und einen Bogensehnen effekt („bowstringing“) zu vermeiden, sollte das Retinaculum musculorum extensorum Z-förmig verschlossen werden [9].

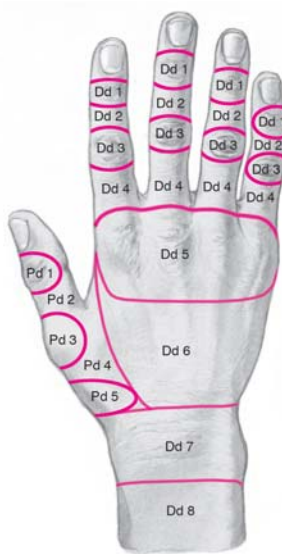


Abbildung 1
Zoneneinteilung der Strecksehnen nach Verdan [9].

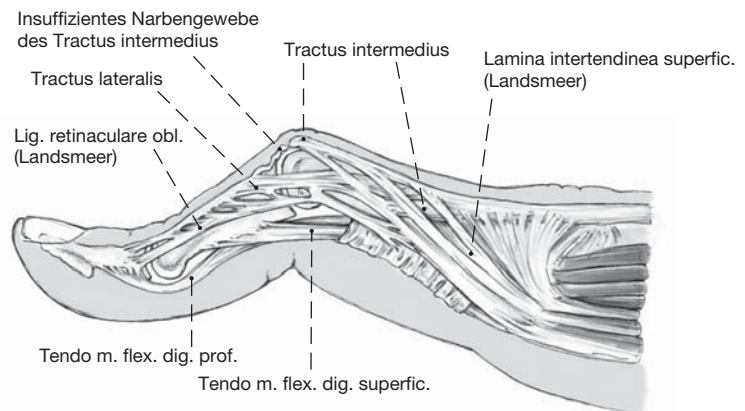


Abbildung 2
„Knopflochdeformität“ nach narbiger Insuffizienz des Tractus intermedius.

Operationsprinzip und -ziel

Wiederherstellung der anatomischen Längen- und Gleitverhältnisse des Streckapparats durch der Höhe der Seh-

nenläsion angepasste Nahttechniken und Nachbehandlungsregime.

Vorteile

- Wiederherstellung der aktiven Strecksehnenfunktion.
- Vorbeugen einer funktionellen Fehlstellung oder Kontraktur von Gelenken.

Nachteile

- Sehngleitstrukturen können nur begrenzt rekonstruiert werden. Vernarbungen und Funktionseinschränkungen sind häufig.
- Langwierige Nachbehandlung.
- Ein chirurgisch subtiles Vorgehen ist erforderlich (evtl. Lupenvergrößerung).

Indikationen

- Offene Strecksehnenverletzungen der Hand.
- Bei Defektverletzungen des Tractus intermedius primäre Umkipplastik nach Snow [8].
- Bei Verletzungen mehrerer Sehnen der Zone 7 primäre Z-Plastik des Retinaculum musculorum extensorum.

Kontraindikationen

- Reduzierter Allgemeinzustand.
- Kombinierte Verletzungen mit Destruktion der Gelenkflächen oder Knochendefekte entlang dem Gleitlager distal des Metakarpophalangeal-(MP-) Gelenks.
- Akute Infektionen.

Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken wie Wundinfektion und Wundheilungsstörungen.

- Gefahr der Verletzung von Gefäßen und Nerven.
- Gefahr der Entstehung eines komplexen regionalen Schmerzsyndroms.
- Funktionsweise der dynamischen Nachbehandlung.
- Bewegungseinschränkungen der Fingergelenke.
- Langwierige ergotherapeutische Nachbehandlung.
- Funktionseinschränkungen zu erwarten.

Operationsvorbereitungen

- Röntgenaufnahmen (anterior-posteriorer und seitlicher Strahlengang).
- Sorgfältige Dokumentation der peripheren Sensibilität und Durchblutungssituation.
- Überprüfung der freien Beweglichkeit der nicht betroffenen Gelenke.
- Antibiotikaphylaxe als Einmalgabe ca. 30 min vor Operationsbeginn (Cephalosporin der zweiten Generation).

Instrumentarium und Implantate

- Handchirurgisches Standardinstrumentarium.
- Handbohrmaschine.
- Kirschner-Draht der Stärke 1,0 mm.
- Kernnaht: Geflochtenes, nicht resorbierbares Nahtmaterial der Stärken 4/0 oder 5/0.
- Feinadaptation: Monofiles, nicht resorbierbares Nahtmaterial der Stärke 6/0.

Anästhesie und Lagerung

- Regionalanästhesie oder Allgemeinanästhesie.
- Rückenlagerung, Arm in Pronationsstellung auf dem Handtisch ausgelagert.
- Blutleere.

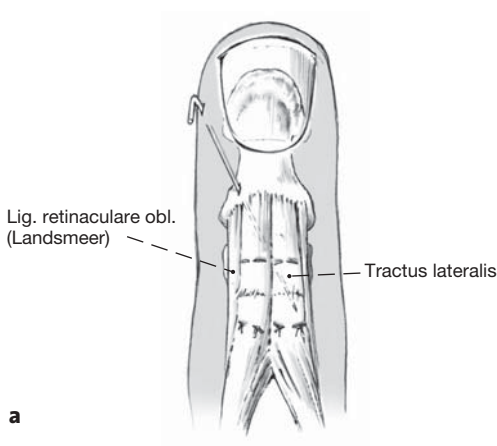
Operationstechnik

Abbildungen 3 bis 19

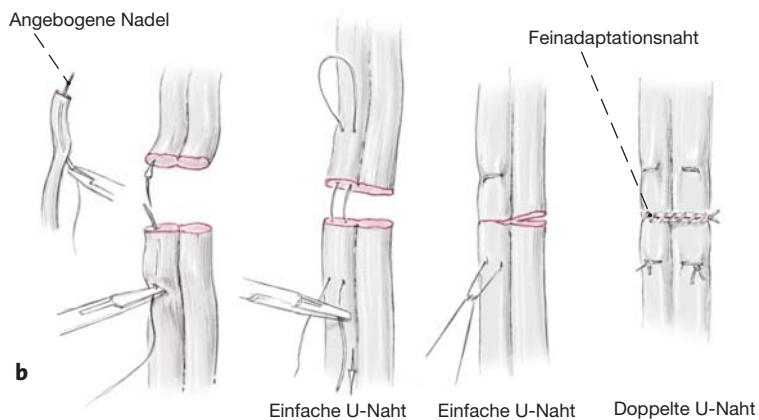
Zonen 1–3

Abbildung 3

Treppenförmige Erweiterung der quer verlaufenden Schnittwunde.



a



Einfache U-Naht Einfache U-Naht Doppelte U-Naht

Abbildungen 4a und 4b

Abpräparieren des Hautlappens von der Strecksehne und Darstellen der Sehnenstümpfe. Primär erfolgt die Transfixation des Endgelenks mit 1-mm-Kirschner-Draht in leichter Überstreckung (a). Die daraufhin aneinandergelagerten Sehnenstümpfe

werden mit U-Nähten (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0; b) adaptiert. Falls möglich, Feinadaptation der Durchtrennungsstelle mit fortlaufender Naht (monofiler Faden der Stärke 6/0). Bei kurzem distalen Sehnenstumpf kann selten eine transossäre Refixation erforderlich sein.

Zone 4



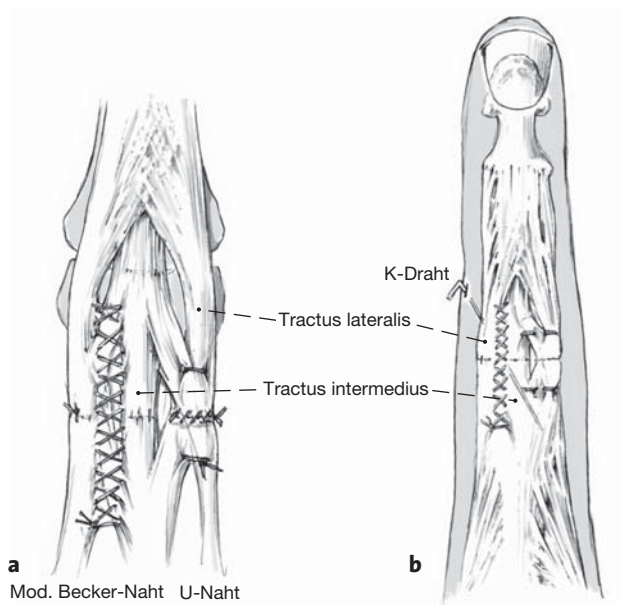
Abbildung 5
 Quer verlaufende Wunde auf Höhe des Mittelgelenks mit Erweiterung nach proximal und distal.

Besonderheiten

Defektverletzungen des Tractus intermedius: Rekonstruktion mit Umkehrplastik nach Snow [8]

Abbildung 7

Präparation des distal gestielten Sehnenstreifens aus der Pars medialis des Tractus intermedius bei Defekt des Tractus intermedius und intaktem Tractus lateralis. Die Länge der Sehnenplastik richtet sich nach dem Defekt.



Abbildungen 6a und 6b

Darstellen der Sehnenanteile des Tractus lateralis und des Tractus intermedius. Selektive Naht des zentralen Sehnenanteils mittels modifizierter Becker-Naht (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0; a) und des lateralen Streckzügels mittels U-Naht. Anschließend Transfixation des Mittelgelenks mit 1-mm-Kirschner-Draht in Streckstellung (b).

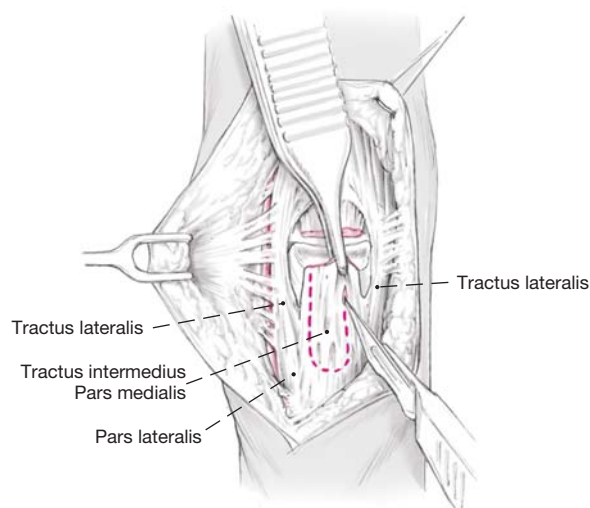
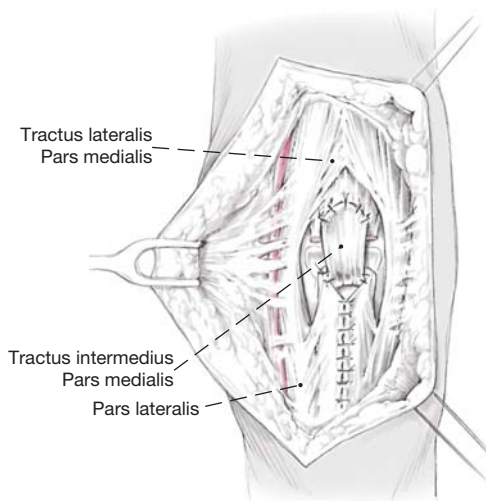


Abbildung 8

Umschlagen des Sehnenstreifens nach distal und Naht der Sehnenplastik am distalen Sehnenstumpf (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0). Zusätzliche Naht an der Umschlagstelle und Verschluss der Entnahmestelle am Tractus intermedius. Anschließend Transfixation des Mittelgelenks mit 1-mm-Kirschner-Draht in Streckstellung.



Zone 5

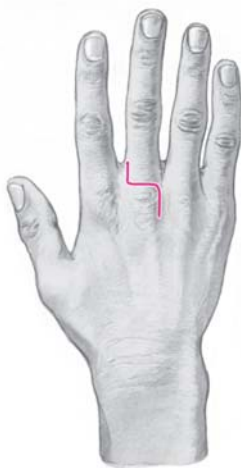


Abbildung 9

Quer verlaufende Schnittwunde auf Höhe des Grundgelenks.

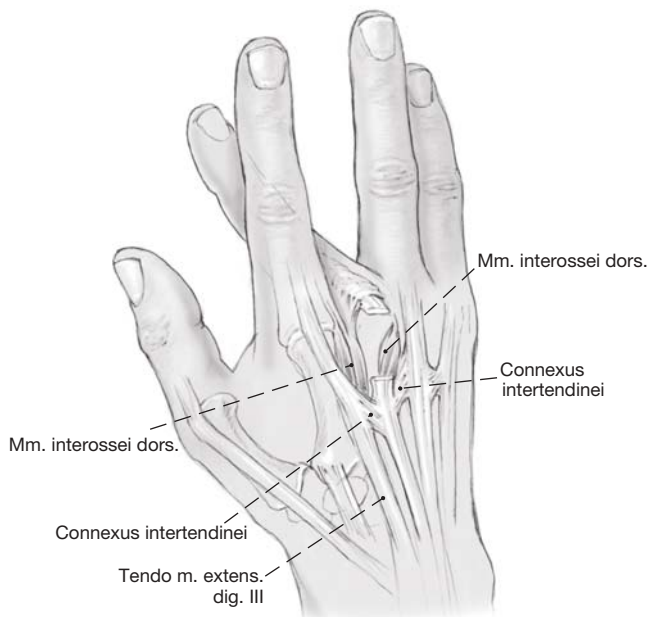


Abbildung 10

Durchtrennung der Strecksehne distal der Connexus intertendinei. Versorgungstechnik s. Abbildung 13.

Zone 6

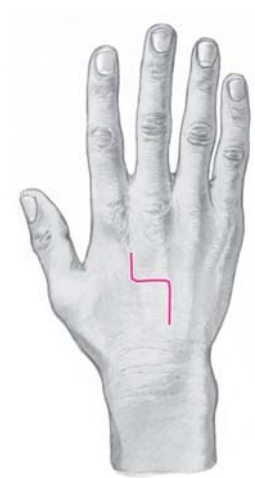


Abbildung 11
Quer verlaufende Schnittwunde proximal des Grundgelenks.

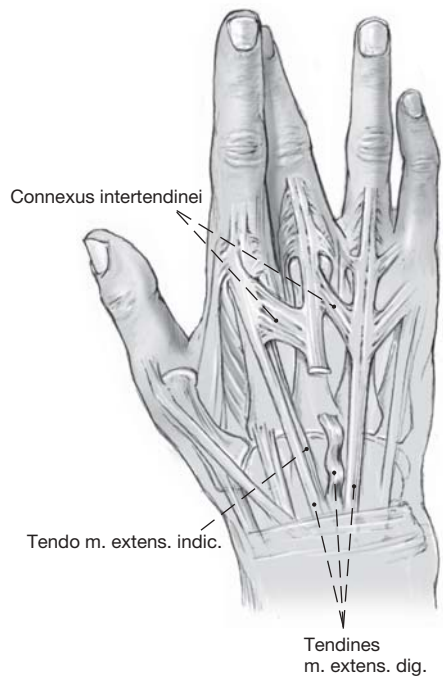
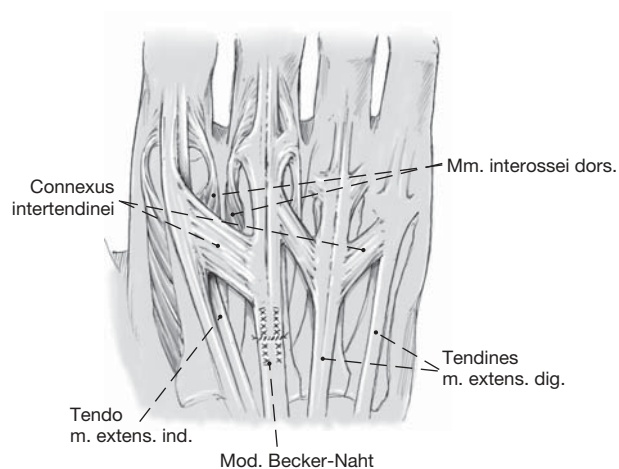


Abbildung 12
Durchtrennung der Strecksehne proximal der Connexus intertendinei.

Zonen 5 und 6

Abbildung 13
Zweifache Sehnennaht (Vier-Strang) mit modifizierter Becker-Technik (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0) und Feinadaptation der Durchtrennungsstelle mit fortlaufender Naht (monofiler Faden der Stärke 6/0) entweder proximal oder distal der Connexus intertendinei.



Zone 7



Abbildung 14
Quer verlaufende Schnittwunde auf Höhe des Handgelenks.

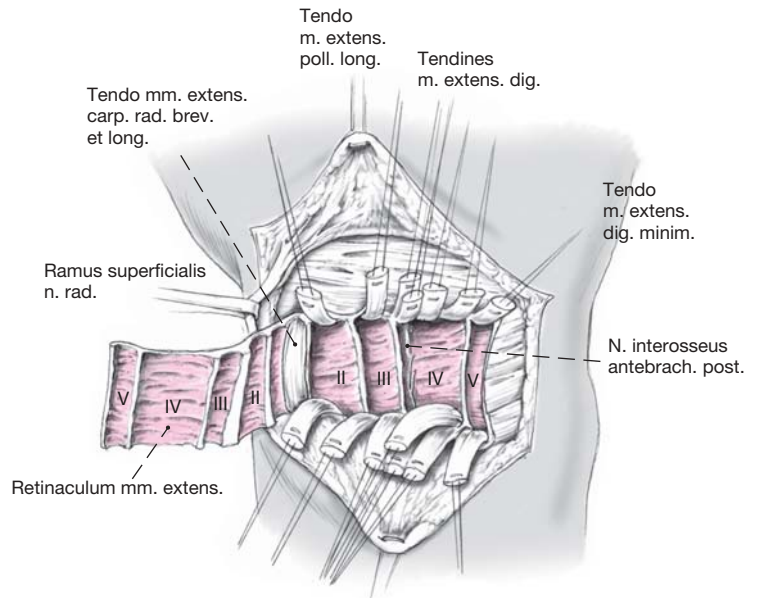
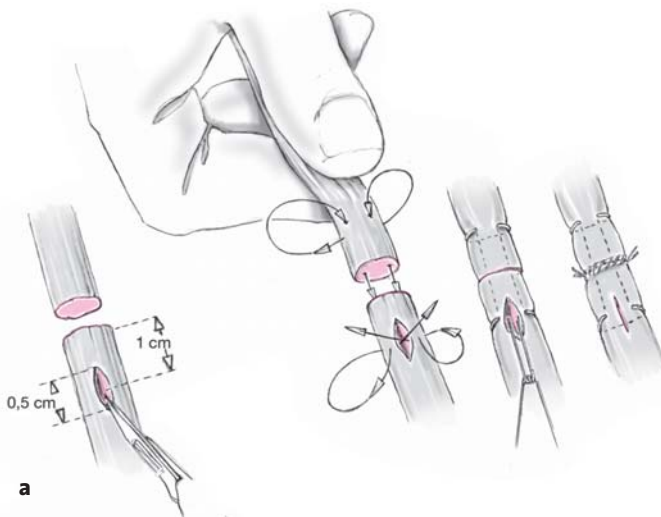
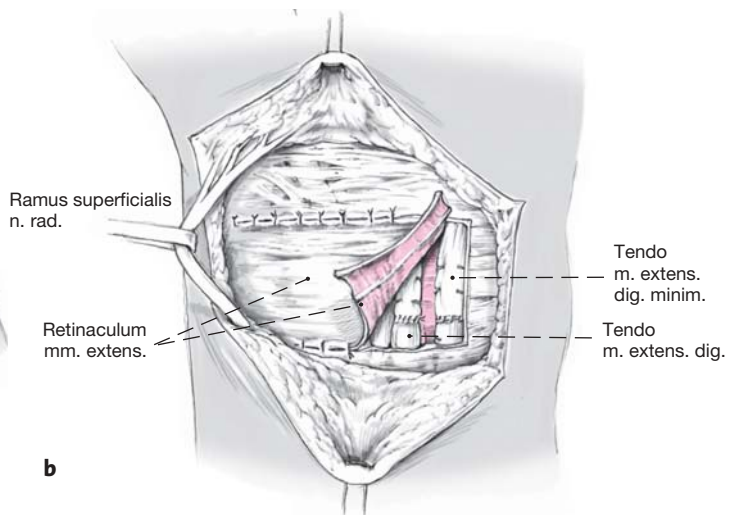


Abbildung 15
Lappenförmige Eröffnung des Retinaculum musculorum extensorum. Darstellen der Strecksehnenfächer mit den durchtrennten Sehnen. Identifizierung der korrespondierenden Strecksehnenstümpfe.



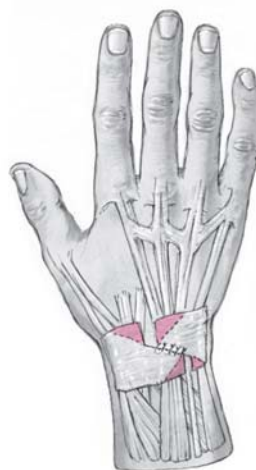
Abbildungen 16a und 16b
Naht der Strecksehnen mit modifizierter Kirshmayr-Technik (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0; a), Feinadaptation



der Durchtrennungsstelle mit fortlaufender Naht (monofiler Faden der Stärke 6/0; b).

Abbildung 17

Um Verwachsungen zwischen den Nahtstellen der Sehnen und der Nahtstelle des Retinaculum musculorum extensorum zu vermeiden, sollte nötigenfalls eine Teilresektion oder ein „Verziehen“ des Retinakulums mit Z-förmiger Erweiterung durchgeführt werden. Um einen Bogensehneneffekt („bowstringing“) zu vermeiden, sollte das Retinaculum musculorum extensorum unbedingt verschlossen werden.



Zone 8



Abbildung 18

Quer verlaufende Schnittwunde proximal des Handgelenks.

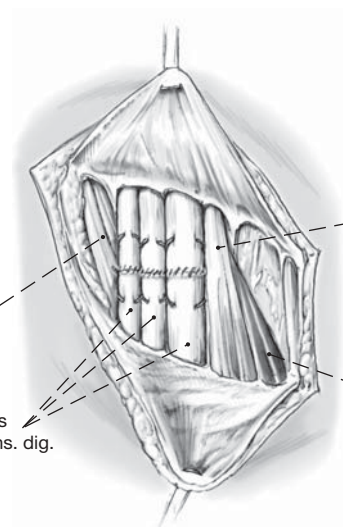


Abbildung 19

In dieser Zone haben die Sehnen einen runden Querschnitt und können ähnlich wie Beugesehnen mit einer modifizierten Kirchmayr-Technik (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0) und Feinadaptation der Durchtrennungsstelle mit fortlaufender Naht (monofiler Faden der Stärke 6/0) behandelt werden.

Postoperative Behandlung

Zonen 1–4

- Ruhigstellung für insgesamt 6 Wochen in einer Intrinsic-plus-Schiene mit 30° Extension des Handgelenks, 15–20° Flexion der MP-Gelenke und Streckstellung der Interphalangealgelenke (Abbildung 20).
- Nahtentfernung am 10. Tag.

- Entfernen des Kirschner-Drahts am Ende der 4. Woche.
- Anlage der Intrinsic-plus-Schiene für weitere 2 Wochen.
- Ergotherapie ab der 6. Woche bis zum Erreichen des erwünschten Bewegungsausmaßes.

Zonen 5–8

- Dynamische Nachbehandlung in einer Intrinsic-plus-Schiene für 6 Wochen mit 30° Extension des Handgelenks, freier aktiver Flexion des MP-Gelenks und passiver Extension durch Zug eines Gummibands (Abbildung 21).
- Nahtentfernung am 10. Tag.
- Aktive Flexion des MP-Gelenks und passive Extension durch Zug eines Gummibands ab dem 4. postoperativen Tag (Abbildung 22).
- Ergotherapie ab der 6. Woche bis zum Erreichen des erwünschten Bewegungsausmaßes.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Dehiszenz der Strecksehnnahat bei zu früher und nicht sachgemäßer Mobilisation: Eventuell Revision und sekundäre Rekonstruktion.
- Verwachsungen und Verklebungen bei nicht sachgemäßer Nachbehandlung: Eventuell Arthro- und Tenolyse.
- Schädigung des Gelenks durch mehrmalige Bohrversuche beim Einbringen eines Transfixationsstifts: Einmalige Bohrung unter Bildwandlerkontrolle.
- Infektion, besonders bei komplexen Verletzungen mit Weichteilschaden: Chirurgische Wundrevision, parenterale Antibiose und evtl. sekundäres Weichteilmanagement mit lokaler Lappenplastik zur Weichteildeckung.

Ergebnisse

Ergebnisse nach Strecksehnenrekonstruktionen lassen sich schlecht miteinander vergleichen. Im Gegensatz zu den Beugesehnenverletzungen hat sich für die Strecksehnenverletzungen noch kein einheitliches Bewer-

tungsschema durchgesetzt. Zusätzliche Begleitverletzungen wie ausgedehnte Haut- und Weichteildefekte, größere Gelenkschäden oder Frakturen erschweren den direkten Vergleich der Ergebnisse ebenso wie verschiedene Sehnennähte.

Da bei postoperativer Immobilisation nach Strecksehnenrekonstruktionen meist ein Beugedefizit im Sinne eines inkompletten Faustschlusses imponiert [4], wird mit dynamischen Nachbehandlungsmethoden versucht, diese Bewegungseinschränkung zu vermindern.

Purcell et al. [5] berichteten über 33 Patienten mit 44 durchtrennten Strecksehnen, die statisch nachbehandelt wurden. Es konnten sehr gute und gute Resultate nach Strecksehnnahat für die Zonen 1 und 2 mit statischer Ruhigstellung des verletzten Fingers für 8 Wochen erzielt werden. Für die Beurteilung der Endergebnisse wurde das Bewertungsschema nach Strickland-Glogovac benutzt.

Bei Sehnenverletzungen in den Zonen 3 und 4 wurde das PIP-Gelenk für 8 Wochen statisch ruhig gestellt, und nach der 3. Woche wurde mit passiver Bewegungstherapie des MP- und distalen Interphalangeal-(DIP-)Gelenks begonnen. Insgesamt ließen sich dabei in den Zonen 3 und 4 sehr gute Ergebnisse erzielen.

DIP- oder MP-Gelenke wurden von den Autoren nicht transfixiert. Im Anschluss an die Strecksehnnahat in den Zonen 5–8 wurde eine Thermoplastschiene für 8 Wochen angelegt. Hierbei wurden das Handgelenk in 30° Dorsalextension, die Grundgelenke in 0–30° Beugung und die Interphalangealgelenke in Streckstellung gehalten. Ab der 4. Woche wurde mit passiver Bewegungstherapie des Fingers aus der Schiene heraus begonnen. Dabei ließen sich in den Zonen 5–8 vorwiegend sehr gute und gute Ergebnisse erzielen. Schlechte Ergebnisse wurden nicht beobachtet. Nur ein Patient mit einer Strecksehnenverletzung der Zone 2 benötigte

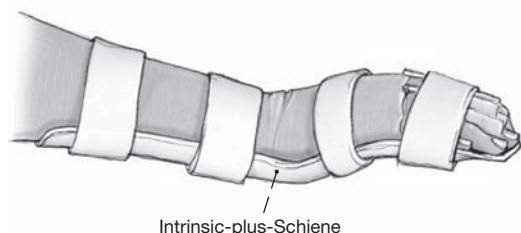


Abbildung 20

Ruhigstellung in einer Schiene in Intrinsic-plus-Stellung der Finger. Das Handgelenk wird in 30° Streckstellung, die Grundgelenke des Fingers werden in etwa 0–30° Flexion und die Interphalangealgelenke in Streckstellung eingestellt.

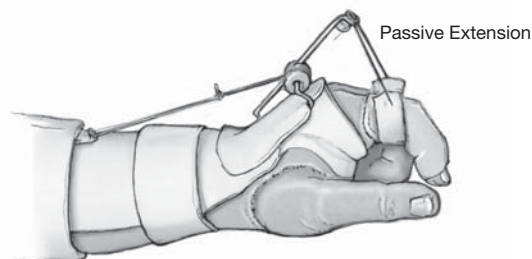
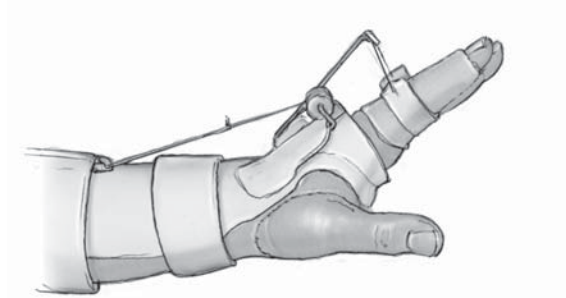


Abbildung 21

Dynamische Nachbehandlung in einer Unterarmschiene. Das Handgelenk wird in 30° Streckstellung und das Grundgelenk des betroffenen Fingers durch eine Gummibandextension um das Grundglied in 30° Flexion geblockt.

Abbildung 22

Ab dem 4. postoperativen Tag passive Extension des betroffenen Fingers durch Zug des Gummibands, wodurch die Sehnennaht entlastet wird.



aufgrund einer Bewegungseinschränkung eine Tenolyse.

Mowlavi et al. [3] berichteten über einen prospektiv-randomisierten Vergleich zwischen statischer und kontrolliert aktiver Nachbehandlung bei Strecksehnen-durchtrennung in den Zonen 5 und 6. Für die Beurteilung der Endergebnisse wurden das Gesamtbewegungs-ausmaß und die Kraft des verletzten Finger beim Schlüsselgriff gemessen. Als Nahttechnik wurden U-Nähte (nicht resorbierbarer Faden der Stärke 4/0) und Feinadaptation der Durchtrennungsstelle mit fortlaufender Naht (monofiler Faden der Stärke 6/0) verwendet. Die statische Nachbehandlung für insgesamt 6 Wochen erfolgte in einer Schiene mit 30° Extension des Handgelenks, 15–20° Flexion der MP-Gelenke und Streckstellung der Interphalangealgelenke. Um die Sehnennaht zu entlasten, wurde die dynamische Nachbehandlung für 6 Wochen in einer Schiene mit 30° Extension des Handgelenks, freier aktiver Flexion des MP-Gelenks und passiver Extension durch Zug eines Gummibands durchgeführt. Innerhalb der ersten 8 Wochen konnten die Autoren bessere klinische Ergebnisse für die dynamische Gruppe erzielen, nicht jedoch bei der 6-Monats-Kontrolle. Insgesamt wurden drei Tenolysen bei Patienten der dynamischen Gruppe durchgeführt. Nach Analyse der Ergebnisse empfahlen die Autoren die dynamische Nachbehandlung nur bei Patienten mit hoher Bereitschaft zur Mitarbeit.

Für die Zonen 1–4 nach Verdan werden in der Literatur mit der dynamischen Nachbehandlung keine besseren Resultate beschrieben als mit der statischen Nachbehandlung [1]. Da in der Regel bei den Strecksehnen-rekonstruktionen für diese Zonen zur Entlastung der Sehnennaht fast immer eine zusätzliche temporäre Kirschner-Draht-Fixation des End- oder Mittelgelenks notwendig wird, eignen sich Verletzungen in diesen Zonen nicht zur dynamischen Nachbehandlung. Bei der Behandlung der Strecksehnen-durchtrennungen für die

Zonen 5–8 hat sich die dynamische Nachbehandlung mit kontrollierter passiver Gummibandextension als die beste Methode mit der geringsten Verwachsungsrate herausgestellt.

Literatur

1. Elliott RA Jr. Injuries to the extensor mechanism of the hand. *Orthop Clin North Am* 1970;1:335–54.
2. Geldmacher J, Köckerling F. *Sehnenchirurgie*. München: Urban & Schwarzenberg, 1991.
3. Mowlavi A, Burns M, Brown RE. Dynamic versus static splinting of simple zone V and zone VI extensor tendon repairs: a prospective, randomized, controlled study. *Plast Reconstr Surg* 2005;115:482–7.
4. Newport ML, Blair WF, Steyers CM Jr. Long-term results of extensor tendon repair. *J Hand Surg [Am]* 1990;15:961–6.
5. Purcell T, Eadie PA, Murugan S, et al. Static splinting of extensor tendon repairs. *J Hand Surg [Br]* 2000;25:180–2.
6. Schmidt HM, Lanz U. [Glide amplitude of flexor and extensor tendons of the fingers of the human hand.] *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1985; 17:307–13.
7. Schmidt HM, Lanz U. *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Thieme, 2003.
8. Snow JW. A method for reconstruction of the central slip of the extensor tendon of a finger. *Plast Reconstr Surg* 1976;57:455–9.
9. Verdan CE. Primary and secondary repair of flexor and extensor tendon injuries. In: Flynn JE, ed. *Hand surgery*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1966:251–8.
10. Woo SH, Tsai TM, Kleinert HE, et al. A biomechanical comparison of four extensor tendon repair techniques in zone IV. *Plast Reconstr Surg* 2005; 115:1674–81.
11. Zancolli E. *Structural and dynamic bases of the hand surgery*, 2nd edn. Philadelphia: Lippincott, 1979.

Korrespondenzanschrift

Dr. Rohit Arora
 Universitätsklinik für Unfallchirurgie
 und Sporttraumatologie
 Medizinische Universität Innsbruck
 Anichstraße 35
 6020 Innsbruck
 Österreich
 Telefon (+43/512) 504-80873, Fax -6780873
 E-Mail: rohit.arora@uki.at