Beugesehnenverletzungen

Sind neue Behandlungskonzepte wirklich besser?

Hintergrund

Die Frage, ob neue Behandlungskonzepte bei der operativen Versorgung von Beugesehnenverletzungen wirklich besser sind, lässt sich pauschal nur sehr schwer beantworten.

Bei der Recherche zu Neuerungen im Bereich der Beugesehnenchirurgie beginnt die Problematik bereits mit der Identifizierung wirklicher Innovationen in dieser unter funktionellen Aspekten überaus wichtigen Thematik auf dem Gebiet der Handchirurgie. Unstrittig ist, dass die Versorgung von Beugesehnenverletzungen trotz aller Verbesserungen hinsichtlich der Therapiekonzepte nach wie vor eine große Herausforderung darstellt.

Beugesehnenverletzungen finden sich bei etwa 1% aller Verletzungen im Bereich der Hand. Die hieraus resultierende volkswirtschaftliche Bedeutung darf nicht unterschätzt werden. In den meisten Fällen liegen ihnen Stich- oder Schnittverletzungen als Ursache zugrunde, die sich oft bereits im Rahmen einer einfachen klinischen Untersuchung problemlos erkennen lassen.

Im Idealfall wird eine Beugesehnenläsion sofort operativ versorgt. Ist dies innerhalb der ersten Stunden nach dem Unfall nicht möglich, spricht man bei einer späteren Versorgung bis zum 14. Tag von einer spätprimären oder einer verzögerten primären Naht. Nach 2 Wochen wird von einer sekundären Beugesehnennaht gesprochen, mit in der Regel nicht so guten funktionellen Ergebnissen.

Es ist unbestritten, dass die primäre Versorgung von Beugesehnenverletzun-

gen im Vergleich zu sekundären Therapiekonzepten oder der Sehnentransplantation mit besseren Ergebnissen hinsichtlich der Fingerbeweglichkeit einhergeht. Ein wichtiger Faktor für das Resultat der operativen Maßnahmen ist die Stabilität der Beugesehnennaht, die von unterschiedlichen Faktoren abhängt.

Stabilität der Beugesehnennaht

Neben der zur Anwendung kommenden Nahttechnik spielen die Anordnung der Nähte und das verwendete Nahtmaterial eine entscheidende Rolle.

Nahttechniken

Seit 1917 von Kirchmayr [6] die erste Beugesehnennaht beschrieben worden war, wurden viele unterschiedliche Ansätze für weiterführende Nahttechniken erprobt und schließlich Erfolgsraten von 70–90% erreicht.

Das bis vor wenigen Jahren am häufigsten verwendete Nahtverfahren, die sog. 2-Strang-Technik, wurde zeitlich im klinischen Alltag durch Mehrstrangtechniken verdrängt. Eine Vielzahl unterschiedlicher 4-, 6- oder auch 8-Strang-Techniken kommt heute erfolgreich zum Einsatz. Erstmals wurde die Mehrstrangtechnik in Form eines 4-Strang-Verfahrens 1985 von Savage [12] publiziert, wobei sich im Vergleich zu den bis dahin üblichen 2-Strang-Verfahren eine erhöhte Stabilität im Nahtbereich zeigte. Seitdem etablierten sich die Mehrstrangverfahren mit unterschiedlichen Nahttechniken (gekreuzt, geblockt usw.).

Nachteil dieser Verfahren ist, dass mehrfach am Sehnenmaterial operativ manipuliert werden muss und dass mehr Fremdmaterial in der Sehne und hier insbesondere im Nahtbereich einliegt.

Für die Feinadaptation der Sehnenstümpfe kommt in der Regel die sog. Ringnaht zur Anwendung, für welche ebenfalls unterschiedliche Techniken beschrieben sind. Sie ist nicht nur für die Stabilität der Naht von großer Bedeutung, sondern verhindert auch eine Wulstbildung im Nahtbereich.

Anordnung der Nähte

Hinsichtlich der Anordnung des Nahtmaterials zeigten aktuelle biomechanische Untersuchungen, dass die sog. „locking technik“ der „grasping technik“ überlegen ist. Eingeführt wurde diese Unterscheidung von Pennington [10].

Weitere Faktoren, die einen Einfluss auf die Stabilität der Sehnennaht haben, sind die Lage der oder des Knotens und die Dicke des Nahtmaterials (stärkerer Faden: höhere Festigkeit der Naht, aber kein Einfluss auf die Gefahr der sog. Lückenbildung).

Nahtmaterial

Das ideale Nahtmaterial muss einfach in der Handhabung sein, eine Lückenbildung verhindern und bis zum Abschluss des Reparaturprozesses über eine gute Zugfestigkeit verfügen.

Eine Vielzahl unterschiedlicher Nahtmaterialien steht heutzutage zur Verfügung. Von monofilen, langsam resorbier-

baren Fäden der Stärke 5/0–3/0 bis zu geflochtenen, resorbierbaren Fäden ist das nutzbare Spektrum sehr groß. Der Vorteil der geflochtenen Fäden liegt in der sicheren Knotenanlage. Als nachteilig erwies sich die Traumatisierung des Sehnen Gewebes beim Durchzug des Fadenmaterials. In den vergangenen Jahren setzte sich weitestgehend beschichtetes, geflochtenes Nahtmaterial durch.

Resorbierbare Fäden haben den Vorteil, dass sie sich nach einer bestimmten Zeit, nach Erreichen einer ausreichenden Stabilisierung, auflösen und nicht wie nichtresorbierbare Fäden als Fremdkörper verbleiben.

Ebenfalls eine große Auswahl findet sich bei den Nadeltypen, bei denen sich die sog. 3/8-Nadel gegenüber der geraden Nadel weitgehend durchsetzte.

Hilfsmittel/neues Nahtmaterial

Technische Neuerungen auf dem Gebiet der Hilfsmittel („devices“) sollen dem Operateur den Operationsvorgang erleichtern. Auch Änderungen bei den Materialeigenschaften bzw. der Beschaffenheit des Nahtmaterials erreichten in den vergangenen Jahren Marktreife.

TenoFix®

Er stellt eine Art Weichteil-Anker-System aus Stahl dar. Dieser sog. Sehnenkopppler empfiehlt sich allerdings nur für glatte Sehnedurchtrennungen.

In-vitro-Versuche ergaben eine der 4-Strang-Technik vergleichbare oder sogar höhere Stabilität [15]. In der klinischen Anwendung wurden bei der Versorgung von Verletzungen in der Zone 2 gute Ergebnisse erzielt [11].

Auch wenn die Technik eine einfache Handhabung in Aussicht stellt, dürfen ihre Nachteile nicht unerwähnt bleiben. Durch das einliegende Fremdmaterial kommt es zu einer deutlichen Umfangsvermehrung des Sehnedurchmessers, was zur Behinderung des Gleitens gerade im Bereich der anatomischen Engstellen führen kann. Auch kann ein neuerlicher operativer Eingriff zur Entfernung des Implantats erforderlich werden. Bei Kindern ist das System nicht anwendbar. Keine Erfahrungen gibt es beim gleichzeitigen Vorliegen von Durchtrennungen der

tiefen und der oberflächlichen Beugesehne [11, 15].

Widerhaken

Die Verwendung von Nahtmaterial mit Widerhaken ermöglicht eine knotenlose Nahttechnik. In ersten biomechanischen Untersuchungen konnten im Vergleich zu herkömmlichen Mehrstrangtechniken keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Stabilität gefunden werden [19]. Es wird postuliert, dass der verminderte Sehnedurchmesser mit einem besseren Gleitverhalten der genähten Sehne einhergeht. In einer Ex-vivo-Studie [19] wurden keine Vorteile hinsichtlich der Stabilität nachgewiesen.

FiberWire®/FiberLoop®

Der FiberWire® ist auf dem Markt verhältnismäßig neu. Der Faden besteht aus einem mehrsträngigen, langkettigen Polyethylenkern mit einem sehr hohen Molekulargewicht und einer geflochtenen Hülle aus Polyester. Die Fäden sind doppelt so fest wie herkömmliche Fäden.

Das Fadenmaterial ist auch als Schlinge mit dem Namen FiberLoop® verfügbar.

In einer biomechanischen Ex-vivo-Studie konnte gezeigt werden [4], dass die 4-Strang-4/0-FiberWire®-Naht signifikant stärker als die 4-Strang-4/0-FiberLoop®-Naht ist. Der Vergleich zwischen der 2-Strang-2/0- und der 4-Strang-FiberLoop®-Naht ergab keine signifikanten Unterschiede. Hinsichtlich der 2-mm-Lückenanalyse war die 4-Strang-FiberWire®-Naht den beiden anderen Verfahren überlegen.

Rehabilitation

Neben den Operationstechniken stellen die postoperative Mobilisation und Rehabilitation ein weiteres sehr intensiv diskutiertes Gebiet dar, wobei insbesondere in der postoperativen Phase das Auftreten von Adhäsionen, sekundären Sehnenrupturen oder die Einsteifung der Gelenke im Vordergrund stehen.

Die von Kleinert et al. [5] propagierte, nach dem Erstautor benannte Nachbehandlung wurde in den Folgejahren mehrfach modifiziert, da bei der Originalmethode insbesondere die Endgelenkbeweglichkeit unzureichend war. Stan-

dard ist die Anlegung einer dorsalen Gips- oder Kleinert-Schiene bei einer Beugung im Handgelenk von etwa 35° und in den Grundgelenken von 55° bei gestreckten Mittel- und Endgelenken der Finger.

Stand beim Therapiekonzept von Kleinert et al. [5] die dynamisch-passive Mobilisierung im Vordergrund, wurde von Small et al. [13] auf der Grundlage der neueren stabileren Nahttechniken der Begriff CAM („controlled active mobilization“) geprägt. Neben den selbst angepassten Gipsschienen sind heutzutage auch konfektionierte, vorgefertigte Schienen verfügbar, die über Zügel bewegt werden, bei denen die entsprechenden Spannungen einstellbar sind. Darüber hinaus lässt sich die Schiene durch unterschiedliche Gelenke und Polsterungen individuell anpassen.

Ausblick

In Zukunft könnte der Einsatz von Wachstumsfaktoren und Zytokinen den Heilungsprozess von Beugesehnen, der bis heute noch nicht vollständig verstanden ist, beeinflussen. Ergebnisse zum Einsatz dieser Substanzen liegen bislang allerdings erst aus In-vitro- und tierexperimentellen Untersuchungen vor [1, 3]. In Tierversuchen wurden vielversprechende Ergebnisse unter dem Einsatz von BMP-12 („bone morphogenetic protein 12“), PDGF-BB („platelet derived growth factor“ mit 2 B-Ketten) und bFGF („basic fibroblast growth factor“) erzielt [2, 8, 9, 17, 18]. Die Verwendung dieser Substanzen verspricht eine verstärkte Kollagenproduktion und damit eine größere Festigkeit im Nahtbereich. Viele Aspekte dieser Behandlung, z. B. die Dosis oder die Applikationsart, sind aber bislang noch nicht geklärt. Eine Vielzahl von Studien mit Untersuchungen von unterschiedlichen Wachstumsfaktoren, alleine oder auch in Kombination, ist erforderlich, um die diesbezüglich noch offenen Fragen zu klären.

Ein weiterer Ansatz ist der Einsatz von mesenchymalen Stammzellen [7]. Deren erfolgreiche Anwendung scheitert bislang am Fehlen spezifischer Biomarker für die Differenzierung zum Sehnen Gewebe. Darüber hinaus sind Verläufe mit der Ausbildung von ektopen Ossifika-

tionen und Tumorformationen nach der Transplantation mesenchymaler Stammzellen beschrieben [7]. Prozesse, die sich beim Heilungsprozess von Beugesehnen des Tissue Engineerings bedienen, befinden sich noch in der Entwicklungsphase, spielen in der Zukunft aber sicher eine relevante Rolle.

Die biochemische Modifikation der Sehnenoberfläche könnte ein weiteres zukunftsweisendes Konzept bei der Behandlung von Beugesehnenverletzungen sein. Erste In-vitro- und tierexperimentelle In-vivo-Untersuchungen zeigten einen positiven Einfluss von Hyaluronsäure, u. a. nach Derivatisierung mit Carbodiimiden, auf den Prozess der Sehnenheilung [16, 20].

Fazit für die Praxis

- Erweiterungen auf dem Gebiet der Nahttechniken, neues Nahtmaterial, aber auch technische Neuerungen führten in den letzten Jahren zu Fortschritten im Bereich der Beugesehnenchirurgie mit besseren und stabileren Heilungsergebnissen.
- Weiterführende Untersuchungen in Hinblick auf die optimale Anzahl der Stränge und die ideale Nahtkonfiguration stehen noch aus.
- Auch wenn im Bereich der Rehabilitation vermehrt sog. aktive Behandlungskonzepte erfolgreich zum Einsatz kommen, sind hier weiterführende Untersuchungen notwendig.
- Positive präklinische Ergebnisse nach biologischen und biochemischen Modifikationen im Bereich der Sehnen versprechen für die Zukunft Verbesserungen hinsichtlich der Gleitfähigkeit und Reißfestigkeit der genähten Strukturen.

Korrespondenzadresse

PD Dr. F. Siemers

Klinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie/Brandverletztenzentrum, BG-Kliniken Bergmannstrost Halle, Merseburger Straße 165, 06112 Halle, Saale
siemers@bergmannstrost.com

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F. Siemers gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Banes AJ, Tsuzaki M, Hu P et al (1995) PDGF-BB, IGF-I and mechanical load stimulate DNA synthesis in avian tendon fibroblasts in vitro. *J Biomech* 28:1505–1513
2. Chan BP, Fu S, Qin L et al (2000) Effects of basic fibroblast growth factor (bFGF) on early stages of tendon healing: a rat patellar tendon model. *Acta Orthop Scand* 71:513–518
3. Chang J, Most D, Stelnicki E et al (1997) Gene expression of transforming growth factor beta-1 in rabbit zone II flexor tendon wound healing: evidence for dual mechanisms of repair. *Plast Reconstr Surg* 100:937–944
4. Haimovici L, Papafragkou S, Lee W et al (2012) The impact of fiberwire, fiberloop, and locking suture configuration on flexor tendon repairs. *Ann Plast Surg* 69:468–470
5. Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E et al (1973) Primary repair of flexor tendons. *Orthop Clin North Am* 4:865–876
6. Kleinert HE, Spokevicius S, Papas NH (1995) History of flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 20:S46–S52
7. Lui PP, Rui YF, Ni M, Chan KM (2011) Tenogenic differentiation of stem cells for tendon repair – what is the current evidence? *J Tissue Eng Regen Med* 5:e144–e163
8. Nakamura N, Shino K, Natsuume T et al (1998) Early biological effect of in vivo gene transfer of platelet-derived growth factor (PDGF)-B into healing patellar ligament. *Gene Ther* 5:1165–1170
9. Nakamura N, Hart DA, Boorman RS et al (2000) Decorin antisense gene therapy improves functional healing of early rabbit ligament scar with enhanced collagen fibrillogenesis in vivo. *J Orthop Res* 18:517–523
10. Pennington DG (1979) The locking loop tendon suture. *Plast Reconstr Surg* 63:648–652
11. Rocchi L, Merolli A, Genzini A et al (2008) Flexor tendon injuries of the hand treated with TenoFix™: mid-term results. *J Orthop Traumatol* 9:201–208
12. Savage R (1985) In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg Br* 10:35–41
13. Small JO, Brennen MD, Colville J (1989) Early active mobilisation following flexor tendon repair in zone 2. *J Hand Surg Br* 14:383–391
14. Strickland JW (1985) Flexor tendon repair. *Hand Clin* 1:55–68
15. Su BW, Solomons M, Barrow A et al (2006) A device for zone-II flexor tendon repair. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am [Suppl 1 Pt 1]* 88:37–49
16. Sun YL, Yang C, Amadio PC et al (2004) Reducing friction by chemically modifying the surface of extrasynovial tendon grafts. *J Orthop Res* 22:984–989
17. Thomopoulos S, Zaegel M, Das R et al (2007) PDGF-BB released in tendon repair using a novel delivery system promotes cell proliferation and collagen remodeling. *J Orthop Res* 25:1358–1368

Trauma Berufskrankh 2014 · 16[Suppl 2]:164–166
DOI 10.1007/s10039-014-2053-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

F. Siemers

Beugesehnenverletzungen. Sind neue Behandlungskonzepte wirklich besser?

Zusammenfassung

Hintergrund. Verletzungen von Beugesehnen im Bereich der Hand sind nicht selten und stellen für die Behandelnden trotz technischer Neuerungen immer noch eine große Herausforderung dar.

Behandlungskonzepte. Neben den möglichen Nahttechniken und dem zur Verfügung stehenden Nahtmaterial werden technische Neuerungen und Hilfsmittel aus dem Bereich der Beugesehnenchirurgie sowie neue Konzepte der Nachbehandlung vorgestellt.

Schlüsselwörter

Hand · Sehnenverletzung · Beugesehnenchirurgie · Sehnennaht · Nahtmaterial

Flexor tendon injuries. Are new therapy concepts really superior?

Abstract

Background. Flexor tendon injuries are common traumatic lesions of the hand. Despite technical innovations they are still a challenge for hand surgeons.

Therapy concepts. In addition to aspects concerning suture techniques and suture materials, technical innovations and devices in the field of flexor tendon surgery and rehabilitation are presented.

Keywords

Hand · Tendon injuries · Flexor tendon surgery · Suture techniques · Sutures

18. Wolfman NM, Celeste AJ, Cox K et al (1995) Preliminary characterization of the biological activities of rhBMP-12. *J Bone Miner Res* 10:148
19. Zeplin PH, Zahn RK, Meffert RH et al (2011) Biomechanical evaluation of flexor tendon repair using barbed suture material: a comparative ex vivo study. *J Hand Surg Am* 36:446–449
20. Zhao C, Sun YL, Amadio PC et al (2006) Surface treatment of flexor tendon autografts with carbodiimide-derivatized hyaluronic acid. An in vivo canine model. *J Bone Joint Surg Am* 88:2181–2191