

Redaktion

J. Bauch, *Hannover*

M. Betzler, *Essen*

P. Lobenhoffer, *Hannover*

Die Beiträge der Rubrik „Weiter- und Fortbildung“ sollen dem Facharzt als Repetitorium dienen und dem Wissenstand der Facharztprüfung für den Arzt in Weiterbildung entsprechen. Die Rubrik beschränkt sich auf gesicherte Aussagen zum Thema.

C. Voigt

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Städtisches Klinikum Solingen

Sehnenverletzungen an der Hand

Die Funktionsfähigkeit der Hände ist für jeden Menschen essenziell, um sich täglich im Leben behaupten zu können. Durch die zentrale Stellung der Hand ist diese auch immer wieder Verletzungen ausgesetzt. Mit dem Umbruch in unserer Industriegesellschaft, die eine Abnahme der gewerblichen Wirtschaft und eine Zunahme der Dienstleistungen mit sich bringt, konnte keine Verringerung von Handverletzungen festgestellt werden, sondern lediglich eine Verlagerung mehr in den privaten Bereich. Es wird Sport getrieben, gebastelt oder man ist handwerklich tätig. Während in der gewerblichen Wirtschaft die Sicherheitsmaßnahmen dank der Weiterentwicklung der Sicherheitstechnik durch die Berufsgenossenschaften zugenommen haben, wird im privaten Bereich nach wie vor mit unzureichenden Sicherheitsmaßnahmen gearbeitet.

Im folgenden Beitrag sollen die für die Funktion der Hand so wichtigen Sehnenverletzungen, ihre Versorgung sowie die Weiterbehandlung dargelegt werden. Dabei wird die Behandlung frischer Verletzungen bis hin zur spät-primären Versorgung (d. h. vor Abschluss der Wundheilung) beschrieben, verspätete Versorgungen oder Sekundäreingriffe nach Defektheilungen werden bewusst ausgeklammert.

Strecksehnenverletzungen

Anatomie

Die Streckung des Handgelenkes erfolgt durch den ► **M. extensor carpi radialis longus** (Insertion an der Basis des II. Mittelhandknochens) und dem ► **M. extensor carpi radialis brevis** (Insertion Basis III. Mittelhandknochen) sowie ellenseits über den ► **M. extensor carpi ulnaris** (Insertion Basis V. Mittelhandknochen). Die Sehnen dieser Muskeln verlaufen durch das 2. bzw. 6. Streckerfach. Der Querschnitt dieser Sehnen ist annähernd rund, besonders speichenseits sind die Sehnen sehr kräftig ausgebildet und schnellen bei Durchtrennung aufgrund der starken muskulären Vorspannung weit nach proximal.

Die Langfinger besitzen insgesamt 6 Strecksehnen. Es handelt sich zum einen um die Sehnen des ► **M. extensor digiti communis** sowie für den 2. und 5. Strahl die Sehnen des ► **M. extensor indicis** und des ► **M. extensor digiti minimi**. Diese Sehne läuft

- **M. extensor carpi radialis longus**
- **M. extensor carpi radialis brevis**

- **M. extensor carpi ulnaris**

- **M. extensor digiti communis**
- **M. extensor indicis**
- **M. extensor digiti minimi**

© Springer-Verlag 2002

Prof. Dr. C. Voigt

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Städtisches Klinikum, Gotenstraße 1, 42653 Solingen, E-Mail: voigt@klinikumsolingen.de

► **Conexus intertendinei**► **M. extensor pollicis longus**► **M. extensor pollicis brevis**► **M. abductor pollicis longus**

durch das 5. Streckerfach, während die Langfingerstrecker und der Zeigefingerstrecker durch das 4. Streckerfach ziehen. Die Langfingerstrecker haben im Bereich des Unterarmes einen annähernd ovalen Querschnitt, nach distal werden sie immer flacher, bis sie schließlich im Bereich der Basis des Mittelgliedes als dünne Sehnenplatte inserieren. Auf dem Handrücken bestehen zahlreiche Verbindungen der Strecksehnen untereinander, die ► **Conexus intertendinei**. Über den Grundgelenken werden die Langfingerstrecker von „Streckerhäubchen“ in ihrer mittigen Lage über dem Gelenk gehalten. Es handelt sich dabei um Bindegewebszüge, die Verbindungen zu den Sehnen der Handbinnenmuskulatur (Mm. lumbricales und Mm. interossei) herstellen.

In diese Struktur inserieren in Höhe des Grundgelenkes jeweils ellenseits die Strecksehnen des Zeigefingers und Kleinfingers, die oft bis zur Mitte des Grundgelenkes gut von den Kommunisstreckern zu unterscheiden sind.

Der Daumen besitzt eine lange Strecksehne aus dem ► **M. extensor pollicis longus**, die durch das 3. Streckerfach zieht und deshalb die radialen Handgelenksstrecker schräg überquert. Weiter radial verläuft die Sehne des ► **M. extensor pollicis brevis**, noch radial davon die Sehne des ► **M. abductor pollicis longus** durch das 1. Streckerfach, das nicht selten unterteilt ist. Die Bäuche dieser Muskeln ziehen quer über die radialen Handgelenksstrecker und die Fingerstrecker im Bereich des distalen Unterarmes zur Ulna hin. Die bisher genannten Muskeln und Sehnen bilden das *extrinsische*, d. h. außerhalb der Hand entspringende System der Fingerstrecker. Das *intrinsische* System setzt sich aus den schon erwähnten Handbinnenmuskeln zusammen. Aufgrund des Verlaufs ihrer sehr feinen Sehnen palmar des Drehpunktes im Bereich des Grund- und Mittelgelenkes sowie dorsal des Drehpunktes des Endgelenkes bewirken diese im Grund- und Mittelgelenk eine Beugung, im Endgelenk eine Streckung des Langfingers. Feine quer und schräg verwobene Bandzüge stellen dabei eine Verbindung zwischen dem intrinsischen und dem extrinsischen System her und führen zu einer Ausballanzierung beider Systeme [6, 16]. Nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden sollen noch die dem intrinsischen System angehörigen kurzen Beuger des Daumens, der M. adductor und M. opponens pollicis sowie der M. abductor und M. adductor digiti minimi. Die Versorgung von Verletzungen dieser Strukturen soll hier nicht behandelt werden.

Regionen

Die Einteilung der Verletzung von Strecksehnen wurde unter anderem von Verdan [15] vorgenommen. Sie folgt überwiegend anatomischen Gesichtspunkten (Abb. 1).

Aus didaktischen Gründen soll diese Einteilung im Hinblick auf eine chirurgische Versorgung von Verletzungen von den ursprünglichen 8 Regionen auf 5 Regionen zusammengefasst werden.



Abb. 1 ▲ Einteilung der Regionen bei Strecksehnenverletzungen nach Verdan. (Aus [14])

Distaler Unterarm/Handgelenk

Klinische Untersuchung

Geschlossene Verletzungen (subkutane Rupturen) sind in diesem Bereich – bis auf Rheumaerkrankungen – nicht zu erwarten. Es wird also in aller Regel eine Verletzung sichtbar sein. Unter Kenntnis der Anatomie kann dann eine gezielte Prüfung der Funktion der Strecksehnen erfolgen. Die Läsion des M. abductor pollicis longus kann ebenso wie die isolierte Durchtrennung des M. extensor pollicis brevis klinisch nur schwer festgestellt werden, im Zweifelsfall sollte eine operative Revision des Verletzungsgebietes durchgeführt werden, um Verletzungen auszuschließen.

Im Zweifelsfall sollte eine operative Revision des Verletzungsgebietes durchgeführt werden, um Verletzungen auszuschließen

Aufgrund der starken Retraktionskräfte des proximalen Sehnenendes sollte eine Kanüle durch Sehnen- und Weichgewebe den Zug nach distal verhindern

► Lengemann-Naht

► Zugangsweg bei Strecksehnenverletzungen

Bei Durchtrennung beider Handgelenksstrecker speichenseits liegt eine pathologische Beugung im Handgelenk vor. Die Durchtrennung der Sehne des M. extensor carpi radialis brevis lässt sich nur durch die vermehrte Radialduktion der Hand bei Streckung im Handgelenk erahnen. Auch hier sollte eine operative Revision bei Verletzungsverdacht vorgenommen werden. Dabei ist immer wieder erstaunlich, wie stark sich aufgrund der starken Vorspannung und der kräftigen Muskulatur die Sehnen der Handgelenksstrecker nach proximal retrahieren können.

Die Verletzung der Sehne des M. extensor pollicis longus ist klinisch leicht zu diagnostizieren, der Daumen wird im Endgelenk nicht mehr vollständig gestreckt, es kann lediglich eine Abduktion im Sattelgelenk sowie eine relativ kraftlose Streckung im Grundgelenk (durch den M. extensor pollicis brevis) vorgeführt werden.

Bei Durchtrennung einer der M.-extensor-communis-Sehnen ist die Streckfähigkeit des betroffenen Fingers oft nur eingeschränkt, da aufgrund der Conexus intertendinei durch die Nachbarsehne noch eine gewisse Bewegung des Fingers möglich ist. Anders verhält es sich natürlich bei der Durchtrennung der Sehne des M. extensor indicis und M. extensor digiti minimi. Die jeweilige isolierte Streckung des Zeigefingers bzw. Kleinfingers ist dann nicht mehr möglich.

Bei der Prüfung der Verletzung der Sehne des M. extensor carpi ulnaris fällt beim Strecken des Handgelenkes eine deutliche Radialdeviation auf, die durch Imbalance beim Fehlen des ulnaren Handgelenkszuges auftritt.

Sehnnenscheide und Sehnenform

Die Sehnen der Handgelenksex tensoren sind nahezu rund und gut für eine modifizierte Kirchmayr-Naht [9] zugänglich. Aufgrund der starken Retraktionskräfte des proximalen Sehnenendes sollte eine Kanüle durch Sehnen- und Weichgewebe den Zug nach distal verhindern.

Die Langfingerstrecker und auch die Daumenstrecker besitzen am distalen Unterarm sowie im Handgelenk eine deutliche Sehnnenscheide. In diesem Bereich und noch etwas weiter distal ist der Sehnenquerschnitt ovalär. Deshalb ist prinzipiell auch die Nahttechnik durch eine Zentralnaht mit einer Feinadaptierung möglich. Beim Nähen wird jedoch auffallen, dass eine relativ starke Längsorientierung der Bindegewebsfasern vorliegt, sodass die Nähte zum Einschnneiden neigen. Dennoch sollte versucht werden, eine Feinadaptierung mit einem monofilem Faden der Stärke 5-0 in zirkulärer Technik zu führen, um ein Umschlagen der Sehnenränder zu verhindern.

Liegt die Verletzung im Bereich des Lig. extensorum, so kann dieses inzidiert und später wieder genäht werden. Durch Strecken der Finger kann bei Verletzung in Höhe des proximalen Randes des Lig. extensorum die Sehne so weit nach proximal gleiten, dass eine Nahtverankerung im distalen Sehnenanteil noch möglich ist, ohne das Lig. extensorum einzuschneiden.

Standardmäßig wurden diese Verletzungen früher mit der ► **Lengemann-Naht** versorgt. Diese Naht hat in der Hand des mit ihr Vertrauten auch heute noch durchaus ihre Berechtigung, jedoch sollte Techniken mit vollständiger Versenkung des Nahtmaterials im Allgemeinen der Vorzug gegeben werden. Der prinzipielle Nachteil der Lengemann-Naht liegt in den beiden Hautdurchtrittsstellen mit dort bestehender Infektionsgefahr. Außerdem darf die Gefahr einer Nekrose der Haut bei zu starkem Anziehen der Naht im Bereich des distalen Fixationspunktes trotz Unterlegens einer Gummischeibe nicht unterschätzt werden. Eine Übungsbehandlung mit einliegender Lengemann-Naht ist nur schwer möglich, sodass deshalb eine längere Ruhigstellungsperiode resultieren kann. Auch sollten die Probleme des Entfernens der Lengemann-Naht durch den unkundigen Weiterbehandler, zu dem leider manche Patienten nach der Operation finden, nicht unterschätzt werden.

Versorgung

Der ► **Zugangsweg bei Strecksehnenverletzungen** richtet sich primär mit nach der Hautverletzung. Diese sollte möglichst in den Schnitt mit einbezogen werden. Das Handgelenk überquert man besser S-förmig, am Handrücken selbst sind gerade Schnitte erlaubt. Quere Schnittführungen durch die Verletzung können an ihren Endpunkten senkrecht nach proximal oder distal verlängert werden, sodass dann eine

Größere Inzisionen verbessern die Übersicht

► Sehrendehiszenzen

► Nahrupturen

Wichtig ist die richtige Gipsruhigstellung der Finger

► „Intrinsic-Plus-Stellung“



Abb. 2 ◀ **Gipsstellung bei Strecksehnenverletzung (hier: Durchtrennung aller Kommunissehnen).** Die Grundgelenke sind 70° gebeugt, Mittel- und Endgelenke annähernd gestreckt

Z-förmige Inzision resultiert. Größere Inzisionen verbessern die Übersicht. Die Narben heilen im Bereich des dorsalen Handgelenkes und des Handrückens in aller Regel ohne wesentliche Kontrakturtendenz ab.

Bei Versorgung im Bereich des 1. und 2. Streckerfaches ist auf die Äste des R. superficialis nervi radialis zu achten, ellenseits sind die dorsalen Äste des N. ulnaris zu schonen. Der Verlauf ist unregelmäßig, manchmal entspringen sie sehr weit proximal, manchmal erst im Bereich des Handgelenkes und ziehen dann nach dorsal-ulnar.

Weiterbehandlung

Handgelenksstrecker. Bei Durchtrennung beider radialer Handgelenksstrecker sollte mit Unterarmgipsschiene für 5–6 Wochen behandelt werden. Aufgrund der starken Kraftausübung der zugehörigen Muskeln ist im handwerklichen Beruf mit einer Arbeitsunfähigkeitsdauer von 6–8 Wochen zu rechnen.

Bei Durchtrennung nur einer der Handgelenkextensoren kann bereits nach 3 Wochen wieder für aktive Übungen freigegeben werden, Belastung sollte auch hier erst nach 8 Wochen erlaubt werden.

Daumen- und Langfingerstrecker. Eine 3- bis 4-wöchentliche Gipsruhigstellung ist hierbei ausreichend. Passive Sehnenbewegungen im Sinne einer „umgekehrten Kleinert-Beübung“ [10] sind zwar grundsätzlich möglich und wurden in der Literatur vereinzelt beschrieben, jedoch ist hier eine intensive Weiterbehandlung durch den Operateur sowie speziell geschulte Physio- bzw. Ergotherapeuten erforderlich, um nicht

► **Sehrendehiszenzen** oder ► **Nahrupturen** zu provozieren.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang die richtige Gipsruhigstellung der Finger. Keinesfalls darf eine Streckstellung im Grundgelenk oder gar eine Überstreckung vorgenommen werden. Leider sieht man aber auch heute noch solche Gipse, deren katastrophaler Ausgang mit schwerer Einschränkung der Beugung der Grundgelenke der Langfinger bekannt sein sollte. Angezeigt ist auch bei Strecksehnenverletzungen an der Hand immer die ► **„Intrinsic-Plus-Stellung“**. Dabei sollte bei einer Strecksehnenverletzung eine Beugung im Grundgelenk von 70° erfolgen, um Spannung von den Sehnen zu nehmen, das Handgelenk kann um etwa 30–40° nach dorsal extendiert werden. Das Mittelgelenk sollte in geringgradiger Beugestellung ruhig gestellt werden (Abb. 2). Bei Verletzung eines Langfingers wird aus Gründen der Gipstechnik der Nachbarfinger mit ruhig gestellt, insgesamt sollte – wie immer in der Handchirurgie – die Ruhigstellung minimiert werden.

Bei Verletzungen der langen Daumenstrecksehne ist die Immobilisierung mit einer palmaren Gipslonguette mit Daumenlasche bei leichter Beugung des Grundgelenkes und Streckung des Endgelenks angezeigt. Der Daumen selbst sollte im Sattelgelenk gering adduziert sein, da bei Abduktion die Physiotherapie nach Gipsabnahme verlängert ist und der Spitzgriff zu den ulnaren Fingern längere Zeit benötigt.

Verletzungen der Kommunissehne eines Langfingers sind aufgrund der intertendinösen Verbindungen klinisch unauffällig

Die Größe der Hautverletzung gibt keinen Rückschluss auf die zu erwartenden Sehnenläsionen in der Tiefe

Handrücken

Klinische Untersuchung

Die Verletzung der kurzen Daumenstrecksehne ist klinisch – wie auch schon weiter proximal – nur schwer nachzuweisen. Im Zweifel sollte operativ revidiert werden. Bei Durchtrennung der langen Daumenstrecksehne besteht ein Streckdefizit im Endgelenk sowie eine gewisse Streckschwäche im Grundgelenk des Daumens.

Bei der Durchtrennung der Sehne des M. extensor indicis sowie der Sehne des M. digiti minimi ist die isolierte Streckung des Zeigefingers bzw. des Kleinfingers nicht mehr möglich.

Verletzung der Kommunissehne eines Langfingers sind aufgrund der intertendinösen Verbindungen klinisch unauffällig. Es resultiert meist eine geringere Steckfähigkeit im Grundgelenk und Mittelgelenk des betroffenen Strahles. Durch die Verbindung zu Nachbarsehnen am Handrückenbereich ist das Bild längst nicht so klar wie bei weiter distal liegenden Verletzungen.

Sehnenform

Je weiter vom Muskelbauch entfernt, desto flacher wird die Sehne im Querschnitt und dünner im Durchmesser. Deshalb sind Nahttechniken mit Zentralnaht sowie zirkulärer Feinadaptierung kaum mehr möglich.

Zugang und Versorgung

Die durch die Verletzung entstandene Hautdurchtrennung sollte möglichst in den Schnitt mit einbezogen werden. Bei multiplen Schnittverletzungen, beispielsweise bei Glasscheiben, müssen alle Schnitte dahingehend untersucht werden, ob eine Durchtrennung von Strecksehnen stattgefunden hat. Es ist durchaus möglich, dass im Bereich der größten Hautverletzung keine Strecksehnenverletzung vorliegt, jedoch an anderer Stelle mehrere Sehnen betroffen sind. Die Größe der Hautverletzung gibt keinen Rückschluss auf die zu erwartenden Sehnenläsionen in der Tiefe (Abb. 3).

Bei der Erweiterung der Verletzungswunde zur Versorgung sollte auch möglichst wieder zu Längsinzisionen übergegangen werden, quer verlaufende primäre Schnitte sind winklig zu verlängern. Der ausreichende Überblick hat Vorrang vor kosmetischen Erwägungen.

Aufgrund der flachen Sehnenform mit geringem Durchmesser lässt sich eine Zentralnaht nur schwer unterbringen. Dieses gilt sowohl für die Lengemann-Naht als auch für monofile Nähte aus resorbierbarem oder nicht resorbierbarem Nahtmaterial. Deshalb wird überwiegend mit U-Nähten gearbeitet, welche die Sehnenenden an zwei oder drei Stellen adaptieren. Ein Aufwerfen der Sehnenenden muss vermieden werden, wenn irgend möglich, sollte eine Feinadaptierung mit Nahtmaterial der Stärke 5-0 oder feiner erfolgen.



Abb. 3 ◀ Verletzung durch Zimmertürscheibe: Bei der Revision der großen Wunde wurden alle Strecksehnen als intakt beschrieben. Im Bereich des Handgelenks bestand aber eine Durchtrennung aller Kommunissehnen

► Eröffnung der Grundgelenke

Neben dem zentralen Zügel der M.-extensor-communis-Sehne müssen auch die nach ulnar und radial reichenden Bindegewebszüge umfasst und wiederhergestellt werden

Weiterbehandlung

Die Weiterbehandlung unterscheidet sich grundsätzlich nicht bezüglich der Behandlung von Strecksehnenverletzungen im Bereich von Unterarm und Handgelenk (s. oben).

Grundgelenksbereich Daumen und Langfinger

Klinische Untersuchung

Verletzungen in diesem Bereich führen zu einem totalen Steckausfall des Grund- und Endgelenks am Daumen, da sowohl die lange als auch die kurze Daumenstrecksehne betroffen sind. Die klinische Diagnostik ist also – zusammen mit der Verletzungshöhe – einfach.

Bei den Langfingern sind diese Verletzungen körperfern der intertendinösen Verbindungen. Deshalb wird es auch zu einem vollständigen Ausfall der Streckfähigkeit im Bereich des Grundgelenkes und Mittelgelenkes des betroffenen Fingers kommen. Diese Verletzungen sind vor allem problematisch, weil unmittelbar unterhalb der Gleitschicht der Strecksehnen die Synovia des Grundgelenkes liegt, die sehr dünn und ebenfalls leicht verletzlich ist. So sind Verletzungen der Strecksehne in dieser Höhe oft mit einer ► **Eröffnung der Grundgelenke** verbunden. Besondere Wertigkeit hat diese Situation bei Teildurchtrennungen der Sehne, die zwar noch eine normale Funktion erlauben, jedoch eine Kontamination des Gelenkes mit eventuell nachfolgendem Infekt verursacht haben. Deshalb sollte hier die Indikation zur Revision großzügig gestellt werden, dann das Gelenk ausführlich gespült sowie mit feinen Nähten verschlossen werden.

Sehnenform

Die Strecksehne sowohl am Daumen als auch an den Langfingern ist hier in das „Sehnenhäubchen“ integriert. Diese Verbindung nach radial und ulnar mit feinen Faserzügen ist wichtig für die korrekte Führung der Strecksehnen über den Gelenken. Sind hier Verletzungen vorhanden, kann es zu einem Abgleiten nach der einen oder anderen Seite kommen und somit zu einer Verlagerung der Sehne und nachfolgend einem Streckdefizit nach Abheilung, da die Sehne einen anderen Weg nimmt und die Kontraktionsfähigkeit des Muskels dieses nicht kompensieren kann. Innerhalb des Streckerhäubchens hat die Sehne einen annähernd ovalen Durchmesser und eignet sich wiederum nur bedingt für eine Zentralnaht.

Zugang und Versorgung

Die vorhandene Hautverletzung sollte in eine winkelige Inzision eingezogen werden, um keine geraden Schnitte über den Gelenken zu provozieren. Die Narbenkontrakturen am Fingerrücken sind zwar selten, werden aber doch hin und wieder gesehen.

Neben dem zentralen Zügel der M.-extensor-communis-Sehne müssen auch die nach ulnar und radial reichenden Bindegewebszüge umfasst und wiederhergestellt werden. Wird dies unterlassen, kann die Sehne aus ihrem Verlauf über dem Köpfchen des Mittelhandknochens dislozieren und konsekutiv die Streckung des Fingers nur noch unvollständig werden. Außerdem klagen Patienten nach diesen Verletzungsfolgen häufig über Schmerzen durch dieses Subluxations- oder Luxationsphänomen. Die Sehne wird wiederum mit U-Nähten der Stärke 3-0 versorgt, der Faden sollte möglichst monofil sein, er kann auch resorbierbar sein. Wichtig ist eine ausreichende Festigkeit gegen Überdehnung. Wenn erforderlich, kann eine Feinadaptierung mit Nahtmaterial der Stärke 5-0 oder feiner erfolgen. Auf den Verschluss des Grundgelenkes wurde schon oben hingewiesen.

Weiterbehandlung

Die Weiterbehandlung nach Strecksehnenverletzungen in Höhe der Grundgelenke entspricht derjenigen an Unterarm und Handgelenk. Nochmals sei darauf hingewie-

sen, dass die Strecksehnenverletzung keineswegs zum Anlass genommen werden darf, die Intrinsic-Plus-Stellung aufzuheben und in Streckstellung der Grundgelenkes weiterzubehandeln.

Grundglied- und Mittelgelenk

Klinische Untersuchung

Bei Verletzung der Strecksehne im Bereich des Grundgliedes fällt der Ausfall der Streckung im Mittelgelenk auf. Verletzungen weiter distal können die feine Architektur und Ballance zwischen Mittelzügel sowie Seitenzügel (Intrinsic-Muskulatur) beeinflussen und so unterschiedliche Bilder des Funktionsausfalles hervorrufen. Bei komplettem Ausfall des Tractus intermedius imponiert die Unfähigkeit des Streckens im Mittelgelenk. Das ist aber nur dann der Fall, wenn feine Bandverbindungen vom Pars intermedius zu den Seitenzügeln mit durchtrennt oder sekundär zerrissen sind. Sind diese noch erhalten, so kann eine Streckung – wenn auch nicht vollständig – durchgeführt werden und zum Fehlschluss der Unverletztheit des Tractus intermedius führen. Auch hier sollte deshalb bei Verletzungen über dem Sehnenbereich eine operative Revision angestrebt werden, um keine Sehnedurchtrennung zu übersehen.

Sehnenform

Der Tractus intermedius ist sehr schmal und flach, die Seitenzügel haben eine Breite von 1,5 mm und eine Dicke von weniger als 0,5 mm. Die zwischen Tractus intermedius und Seitenzügeln vorhandenen Bandstrukturen sind dünn bis zum Durchscheinen unterliegenden Gewebes.

Zugang und Versorgung

Die ursprüngliche Hautverletzung soll in die Inzision mit eingezogen werden. Günstig ist es, die Schnitterweiterung radial oder ulnar von der Mittellinie zu legen, um das Mittelgelenk nicht gerade zu überqueren. Bei der Versorgung von Totaldurchtrennungen des Tractus intermedius geht man das geringste Risiko bezüglich einer Nahtdehiscenz durch eine **temporäre Arthrodese des Mittelgelenkes** ein. Mit einem dünnen Kirschnerdraht (0,8–1,0 mm), von distal-ulnar im II. und III. Strahl, von distal-radial beim IV. und V. Strahl eingebohrt, kann das Mittelgelenk sicher versteift werden.

Die Drehzahl der Bohrmaschine sollte gering gewählt werden, um eine Überhitzung zu vermeiden. Mehrfaches Penetrieren im Sinne von „Probebohrungen“ ist zu unterlassen, da jeweils Knorpelschäden entstehen. Der Bohrdraht sollte dann distal unter dem Hautniveau abgetrennt werden. Die Arthrodese selbst ist in Streckstellung des Mittelgelenkes durchzuführen (Abb. 4).

Danach kann eine Naht des Tractus intermedius mit Nahtmaterial der Stärke 5-0 vorgenommen werden. Auch hier ist häufig das Mittelgelenk selbst eröffnet, da die Synovia hauchdünn ist und unmittelbar mit dem Sehngleitgewebe in Verbindung steht. Deshalb ist eine ausreichende Spülung des Gelenkes erforderlich, um die eingebrachte Keimzahl zu minimieren. Sind die Seitenzügel verletzt, so werden auch hier feine Nähte in U-Technik angelegt, meist lässt sich nur eine Naht pro Seitenzügel in dem feinen Gewebe unterbringen.

Bei Teildurchtrennung des Tractus intermedius oder Durchtrennung eines der beiden Seitenzügel, so ist selbstverständlich eine temporäre Arthrodese des Mittel-

► Temporäre Arthrodese des Mittelgelenkes

Eine ausreichende Spülung des Gelenkes minimiert die Zahl der eingebrachten Keime.

Bei Teildurchtrennung des Tractus intermedius oder Durchtrennung eines der beiden Seitenzügel ist eine temporäre Arthrodese des Mittelgelenkes nicht erforderlich

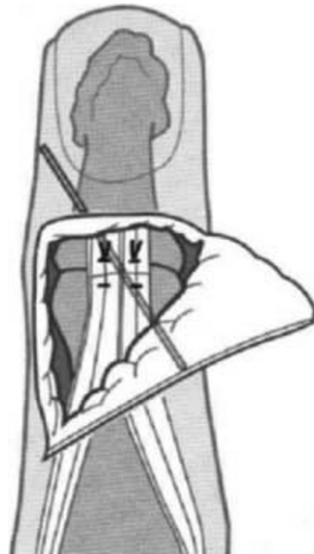


Abb. 4 ▲ Strecksehnennaht über dem Endgelenk mit temporärer Arthrodese. Analog wird beim Mittelgelenk vorgegangen. (Aus [14])

gelenks nicht erforderlich. Hier ist dann eine funktionelle weitere Therapie möglich, auf eine Ruhigstellung kann in aller Regel verzichtet werden.

Weiterbehandlung

Bei vollständiger Durchtrennung des Tractus intermedius wird mit einer temporären Arthrodese des Mittelgelenkes gearbeitet. Dieser Draht sollte für 5 Wochen belassen werden. Zusätzlich ist eine Gipsbehandlung bis zum Abschluss der Wundheilung erforderlich. Aus gipstechnischen Gründen sollte der Nachbarfinger mit einbezogen werden, ansonsten ist die Ruhigstellung zu minimieren. Auch hierbei wird selbstverständlich in der Intrinsic-Plus-Stellung behandelt. Nach Entfernung des Bohrdrahtes für die temporäre Arthrodese ist eine aktive Übungsbehandlung angezeigt. Leider kommt es aufgrund der filigranen Sehnenstrukturen und der erforderlichen Ruhigstellung immer wieder zu Verwachsungen, sodass trotz operativ sorgfältigem Vorgehen die Behandlungsergebnisse nicht immer befriedigen. Ein suffizienter Faustschluss ist in der Weiterbehandlung unbedingt anzustreben.

Distales Mittelglied/Endgelenk

Klinische Untersuchung

Im Bereich des Endgelenkes sind gedeckte Verletzungen der Strecksehne (subkutane Rupturen) häufig. Ebenfalls ohne offene Verletzungen geht die **„Buschfraktur“** vor sich. Bei beiden ist die fehlende Streckfähigkeit des Endgelenkes klinisch führend. Zusätzlich besteht eine deutliche Schwellung im Endgelenksbereich dorsal, nicht selten mit einer Überwärmung bei der subkutanen Ruptur.

Liegt eine offene Verletzung vor, so ist die Diagnose in Zusammenhang mit der Hautverletzung und der ausfallenden Streckung des Endgelenkes einfach. Auch hier ist daran zu denken, dass unmittelbar unter der Strecksehne das Endgelenk liegt und leicht bei Verletzungen – auch partiell – eröffnet wird.

Sehnenform

Die Strecksehne ist im distalen Mittelglied und im Endgelenksbereich der Langfinger flächig und sehr dünn. Es überwiegt eine fasrige Längsstruktur, Nähte tendieren sehr leicht zum Durchschneiden in Längsrichtung.

Im Bereich des Interphalangealgelenkes des Daumens ist die Strecksehne ebenfalls flächig, jedoch annähernd doppelt so breit wie am Langfinger. Auch hier imponiert eine Längsstruktur des Sehngewebes mit einer Tendenz des Durchschneidens von Nähten in Längsrichtung. Das IP-Gelenk des Daumens liegt ebenfalls unmittelbar unter der Sehne und wird bei Verletzungen leicht eröffnet.

Zugang und Versorgung

Daumen. Etwas häufiger werden Avulsionsfrakturen durch ein Überstrecktrauma hervorgerufen. Dadurch kommt es zu einer Aussprengung eines mehr oder weniger großen Anteiles der Gelenkfläche des Endgliedes mit der partiell daran hängenden Strecksehne. Am häufigsten sind offene Schnittverletzungen. Diese werden dann in einen winkligen Zugang einbezogen, um die Situation darzustellen. Die Sehnenenden werden mit feinen monofilen Fäden adaptiert, ohne dass dabei Kraft auf die Nähte gebracht werden kann, es würde sofort zu einem Durchschneiden in Längsrichtung kommen. Aus diesem Grunde ist auch hier eine temporäre Arthrodese des Endgelenkes angezeigt. Sie sollte beim Daumen von radialeits erfolgen, um die Greifzone ellenseits und an der Daumenkuppe nicht zu tangieren. Bei Avulsionsfrakturen ist eine Reposition des Fragments erforderlich. In diesem Augenblick ist jedoch eine Einsicht in das Gelenk nicht mehr möglich, sodass radial- oder ulnarseits durch vorsichtiges Freipräparieren zwischen Kollateralband und Sehne ein Einblick in das Gelenk geschaffen werden muss, um eine stufenlose Adaptierung des Fragments zu gewährleisten. Bei einem großen Fragment ist eine Schraubenosteosynthese – eventuell mit Antirotationsdraht – möglich, bei kleineren Fragmenten sollte nur ein Bohrdraht verwendet werden.

Ein suffizienter Faustschluss ist in der Weiterbehandlung unbedingt anzustreben

► „Buschfraktur“

Subkutane Rupturen im Bereich des IP-Gelenkes sind selten

► Fraktur des Endglieds

Vorsicht vor Versuchen, subkutane Strecksehnenrisse operativ durch Freilegung und Naht zu behandeln!

Langfinger. Bei Schnittverletzungen sollte die vorhandene Verletzung in die Schnittführung einbezogen werden. Nach distal ist eine Schnittverlängerung parallel zum Nagelrand in ausreichendem (4 mm) Abstand möglich. Nach proximal kann der Schnitt dann auf der gegenüberliegenden Fingerseite dorsal fortgeführt werden.

So ist eine ausreichende Exposition der verletzten Strukturen möglich. Bei der Versorgung sollte distal das Nagelbett geschont werden, das sich in unmittelbarer Nähe der Insertion der Strecksehne am Endglied befindet. Bei Verletzung der Strecksehne über dem Endgelenk ist dieses immer eröffnet. Es muss ausreichend gespült werden, um die Keimzahl zu vermindern und einem Empyem vorzubeugen. Vor Versorgung der Sehnenverletzung sollte ein Bohrdraht schräg von distal zur Arthrode des Endgelenkes in das Mittelglied eingebracht werden. Dabei ist beim 2. und 3. Finger von ellenseits, beim 4. und 5. Finger von speichenseits einzugehen, um die Tastzonen zu schonen. Ein gerades Einbringen von der Fingerkuppe her kann später die taktilen Fähigkeiten einschränken.

Wenn möglich, sollte die durchtrennte Strecksehne mit feinem monofilem Nahtmaterial adaptiert werden. Auch hier ist immer wieder frappierend, wie dünn die Strecksehnenstrukturen sind und wie leicht es zu einem Durchschneiden der Fäden beim Anziehen kommt. Letztendlich lässt sich nur eine lockere Annäherung erreichen (s. Abb. 4).

Bei der ► **Fraktur des Endglieds** mit Ausbruch des strecksehnentragenden dorsalen Kantenteils muss hier wie bei jeder Gelenkverletzung vorgegangen werden. Eine Reposition ohne Stufe in der Gelenkfläche ist anzustreben, danach eine suffiziente Retention. Meist sind die Fragmente so klein, dass eine Schraubenosteosynthese nicht möglich ist. Dann ist es ausreichend, mit einem Bohrdraht (0,6–0,8 mm) das Fragment in Position zu halten.

Diese Endgliedfrakturen wurden früher als Busch-Fraktur bezeichnet, bei der Erstbeschreibung [5] hat es sich aber wohl um subkutane Strecksehnenrupturen im Endgelenksbereich gehandelt, deshalb sollte dieser Begriff nicht mehr verwendet werden.

Die subkutanen Strecksehnenrisse sind eine Domäne der konservativ-funktionalen Therapie. Es wird eine konfektionierte Schiene angelegt (Stack-Schiene [13]), die eine leichte Überstreckung des Endgelenkes bewirkt. Mit einem Pflasterstreifen wird in Höhe des Mittelgliedes diese Schiene am Finger so fixiert, dass das Mittelgelenk frei beugbar ist. Aufgrund der Tatsache, dass das Endglied über die Intrinsic-Muskulatur gestreckt wird und die Sehnenzüge der Intrinsic-Muskulatur im Bereich des Mittelgelenkes palmar vom Drehpunkt liegen, wird bei Beugung des Mittelgelenkes eine zusätzliche Relaxation im Endgelenksbereich eintreten, sodass eine funktionelle Therapie zu einer noch besseren Entspannung der Strecksehne am Endgelenk führt als bei einer bloßen Ruhigstellung.

Vorsicht vor Versuchen, subkutane Strecksehnenrisse operativ durch Freilegung und Naht zu behandeln! Das funktionelle Ergebnis ist meist wenig überzeugend, es muss ebenso ruhig gestellt werden wie bei der konservativen Therapie, der Patient hat so die Risiken beider Behandlungen. Gegen ein operatives Vorgehen spricht auch die Tatsache, dass der überwiegende Teil regelrechter konservativer Behandlungen zu einem sehr guten Endergebnis führt. Lediglich ein geringgradiges Streckdefizit von maximal 10° kann zurückbleiben. Die Beugefähigkeit ist in aller Regel völlig frei.

Weiterbehandlung

Daumen. Nach operativem Vorgehen und temporärer Arthrode des Endgelenkes ist eine Anlage einer palmaren Gipslonguette mit Daumenlasche unter Einschluss des Endgelenkes mindestens bis zum Abschluss der Wundheilung erforderlich. Kooperationsfähige Patienten können dann gipsfrei behandelt werden. Liegen Zweifel an der Zuverlässigkeit des Patienten vor, so sollte eine Gipsbehandlung unter Beibehaltung der temporären Arthrode für 6 Wochen vorgenommen werden, danach kann dann eine konfektionierte Schiene (Stack-Schiene) noch für weitere 3 Wochen in der Nacht getragen werden.

Nach Behandlung der Fraktur des Endgliedes mit Abriss des Strecksehnenansatzes ist eine Therapie bis zum knöchernen Durchbau erforderlich, auch hier wird nicht vor 6 Wochen mit einer Entfernung des Gipses und der temporären Arthrode-

► **Subkutane Strecksehnenruptur**

Ein freies Heben des Fingers ohne Unterstützung ist verboten

se zu rechnen sein. Die eingebrachten Implantate sollen nur dann entfernt werden, wenn sie stören.

Langfinger. Die ► **subkutane Strecksehnenruptur** bedarf einer 6-wöchigen Behandlung in der Stack-Schiene. Der Patient ist genau zu instruieren, wie er sich zu verhalten hat. Ein freies Heben des Fingers ohne Unterstützung ist verboten. Beim Waschen sollte der Finger im Wachbecken abgestützt werden, beim Abtrocknen ebenfalls niemals frei der Kraft der Beugesehne ausgesetzt sein. Der Behandler muss sich einige Minuten Zeit nehmen, um dem Patienten die Behandlungsmethode und die Folgen des Nichtbeachtens der Anweisungen klarzumachen. Nach 6 Wochen konsequenter ganztägiger Behandlung in der Stack-Schiene kann diese dann tagsüber abgenommen werden, sie sollte noch für weitere 3–5 Wochen nachts getragen werden.

Nach Versorgung von offenen Verletzungen einschließlich der Endgliedfraktur mit Ausbruch des Ansatzes der Strecksehne sollte bis zur Wundheilung mit einer palmaren Gipsschiene in Intrinsic-Plus-Stellung unter Einschluss des Nachbarfingers behandelt werden. Danach kann der zuverlässige Patient ohne weitere äußere Schienung verbleiben, Patienten mit geringer Compliance sollten eine Stack-Schiene angelegt bekommen, um ein Brechen des Drahts durch Belastung des Endgliedes in Höhe des Endgelenkspaltes zu verhindern. Die Arthrodeese kann bei reinen Sehnenverletzungen nach 6 Wochen aufgehoben werden, bei Frakturen je nach knöchernem Durchbau. Eingebrachtes Osteosynthesematerial wird nur entfernt, wenn es stört.

Nach Aufhebung der temporären Arthrodeese ist in aller Regel nur eine kurzfristige krankengymnastische Übungsbehandlung erforderlich, da die Handfunktion durch die nur minimierte Ruhigstellung (Endgelenk des verletzten Fingers) weitgehend unbeeinträchtigt ist.

Beugesehnenverletzungen

Anatomie

Langfinger

Die Beugung der Langfinger erfolgt extrinsisch über 2 Beugesehnen. Die oberflächliche Beugesehne entspringt jeweils aus einem Muskelbauch für die Finger 2–5, die Sehne verläuft durch den Karpalkanal und teilt sich in Höhe des Grundgelenks auf, um die tiefe Beugesehne durchtreten zu lassen. Die Insertion der oberflächlichen Beugesehne erfolgt an der Basis des Mittelgliedes mit einem radialen und einem ulnaren Seitenzügel. Die tiefe Beugesehne entspringt für den 3.–5. Finger aus einem gemeinsamen Muskelbauch, der Zeigefinger besitzt in aller Regel einen eigenen tiefen Beuger. Nach Verlauf durch den Karpalkanal tritt in Höhe des Grundgliedes die tiefe Beugesehne durch den Schlitz der oberflächlichen Beugesehne hindurch und zieht nach distal bis ans Endglied.

In ihrem Verlauf werden die Sehnen digital durch ► **Ringbänder** und schräg verlaufende Verstärkungszügel der Sehnenscheide dicht am Knochen gehalten. Sie verlaufen so durch osteofibröse Kanäle, die sehr eng sind. Die Ringbandstrukturen an den Langfingern sind zur Erzielung einer vollen Beugung der entsprechenden Finger unbedingt erforderlich. Insbesondere das Ringband A2 und A4 verhindert, dass die Sehne beim Beugen des Fingers aus ihrem osteofibrösen Kanal herausluxieren und unter die Haut gelangen kann (Abb. 5). Die Folge wäre eine insuffiziente Beugung des Fingers, da die Kontraktionskraft und Strecke des Muskels begrenzt ist und sich an intakten Ringbandstrukturen orientiert hat. Aus diesem Grunde ist bei Verletzungen von Ringbandstrukturen möglichst ihre Wiederherstellung anzustreben [8].

Die ► **Blutversorgung der Sehnen** erfolgt von dem muskulären Ursprung aus sowie von Umschlagsfalten der Sehnenscheiden, welche die Sehnen als Gleitgewebe am Handgelenk und distal der Mitte der Metakarpalknochen umhüllen. Blutgefäße strahlen auch im Bereich der ossären Insertionsstellen in die Sehnen hinein. In den erwähnten osteofibrösen Kanälen wird die Blutversorgung durch Vincula tendineum gesichert. Hierbei strahlen Äste aus den palmaren Arterien der Finger in die oberflächliche und tiefe Beugesehne ein. Über die Vincula wird auch die venöse Drainage gewährleistet (Abb. 6) [2, 12].

► **Ringbänder**► **Blutversorgung der Sehnen**

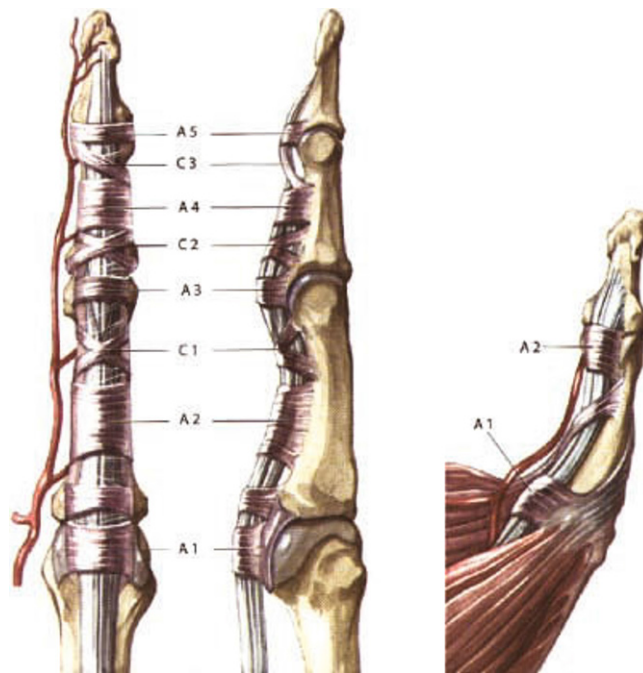


Abb.5 ◀ **Ringbänder an den Langfingern und am Daumen.** (Aus [14])

Eine Besonderheit bilden die Lumbrikalmuskeln, die von den tiefen Beugesehnen der Langfinger entspringen. Durch sie und die Vincula kommt es nicht selten nach Durchtrennung der tiefen Beugesehne nur zu einem geringgradigen Zurückgleiten derselben, da sowohl die Vincula als auch der entsprechende Lumbrikalmuskel die Sehne distal „fixieren“. Demgegenüber kann die oberflächliche Beugesehne bei Durchtrennung in Höhe des Grundgliedes (also proximal der Vincula) weit nach proximal schnellen.

Daumen

Vom Unterarm kommend, zieht die Sehne des M. flexor pollicis longus im Karpalkanal sehr radiallyseits hindurch. Sie ist bei der Revision des Karpalkanales immer regelhaft von der gesamten Daumenballenmuskulatur überdeckt und liegt quasi „versteckt“. Im weiteren Verlauf tritt sie in einen osteofibrösen Kanal ein, der sich vom Bereich des distalen Metakarpale an bis zum Endglied erstreckt. Hier sind 2 Ringbän-

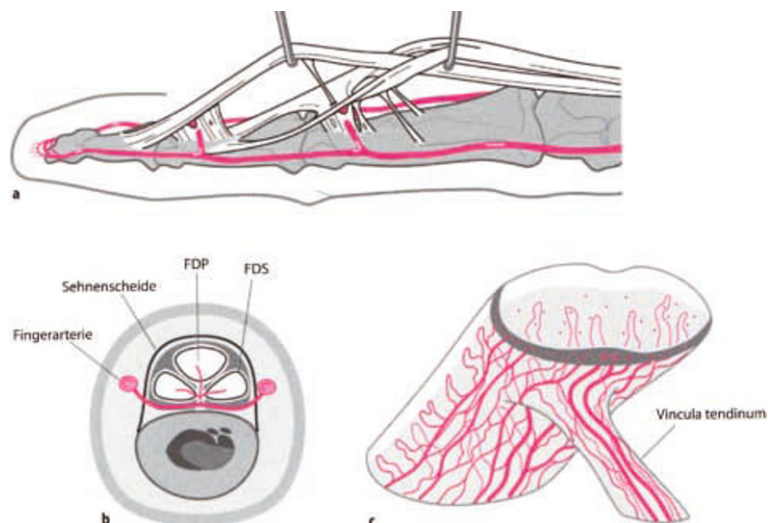


Abb.6 ▲ **Vincula.** (Aus [14])



Abb. 7 ▲ Einteilung der Regionen bei Beugesehnenverletzungen. (Aus [14])

der vorhanden, welche die Sehne fest in ihrem Gleitweg halten. Die Daumenbeugung wird auch unterstützt durch die Funktion des M. flexor pollicis brevis. Er setzt über kurze Sehnen an dem radialen und ulnaren Sesambein des Daumens an.

Regionen

Es gibt verschiedene Aufteilungen der Hand in Regionen bezüglich der Höhe der Beugesehnenverletzungen. Für wissenschaftliche Belange sollten Verletzungshöhe und Verletzungsart genau bezeichnet werden. In der täglichen praktischen Arbeit ist eigentlich nur die Unterscheidung von Beugesehnenverletzungen im Endgelenkbereich zu den übrigen Verletzungen bedeutsam. Grund hierfür sind unterschiedliche Nahttechniken, die unten aufgeführt sind. Im Rahmen der postoperativen Weiterbehandlung sind die Verletzungen der Zone 2 bzw. 6 nach Nigst [11] von besonderer Bedeutung, da hier der schon genannte

osteofibröse Kanal besteht und Sehnenverwachsungen unbedingt zu vermeiden sind (Abb. 7). Durch konsequentes Anwenden einer funktionellen Nachbehandlung ist jedoch das Problem heute nicht mehr so erheblich wie noch vor 20 Jahren.

Unterarm/Hohlhand

Klinische Untersuchung

Jede Schnittverletzung hohlhandseits erfordert eine Überprüfung der motorischen und sensiblen Qualitäten. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass selbst kleine Schnittverletzungen – beispielsweise bei Glasscherben – in der Tiefe erhebliche Traumata bewirken können. Außerdem ist zu beachten, dass eine 90%ige Durchtrennung einer Sehne zunächst eine freie Funktion vorspielt, dann nach Wundheilung bei erster Belastung jedoch in der Ruptur der nicht durchtrennten Sehnenanteile mündet. Aus diesem Grunde sollte bei jedem Verdacht auf Vorliegen einer Sehnenverletzung eine operative Revision vorzunehmen. Sensibilitätsstörungen distal der Hautläsion müssen immer den Verdacht auf eine Sehnenverletzung aufkommen lassen.

Jede Schnittverletzung hohlhandseits erfordert eine Überprüfung der motorischen und sensiblen Qualitäten

Bei jedem Verdacht auf Vorliegen einer Sehnenverletzung ist eine operative Revision vorzunehmen



Abb. 8 ◀ Funktionstest für tiefe Beugesehnen: Beugung des Endgelenks

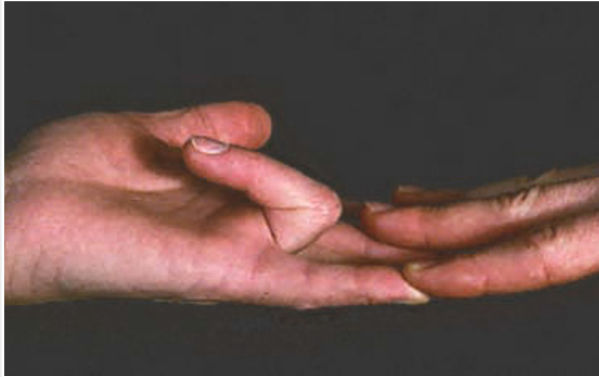


Abb. 9 ◀ **Funktionstest für die oberflächlichen Beuger III–V.** Die Funktion der tiefen Beuger wird durch Streckung der Endgelenke der nicht zu testenden Finger ausgeschaltet. Bei Versuch der Beugung des verletzten Fingers resultiert allein die Funktion des oberflächlichen Beugers



Abb. 10 ◀ **Funktionstest für den oberflächlichen Beuger II: Aufeinanderpressen von DI und II**



Abb. 11 ◀ **Funktionstest für den oberflächlichen Beuger II: Aufforderung zur Beugung im Mittelgelenk, Resultat der intakten Funktion**

Die oben erwähnten anatomischen Besonderheiten bezüglich gemeinsamen Muskelbauchs der tiefen Beuger und jeweils einzelnen Muskelbauchs der oberflächlichen Beuger lassen klinische Untersuchungen leicht zu. Bei Durchtrennung des tiefen Beugers ist eine Beugung im Endgelenk nicht mehr möglich (Abb. 8). Bei Durchtrennung eines oberflächlichen Beugers könnte der tiefe Beuger, der bis zum Endglied hindurchzieht, diese Verletzung kaschieren. Aus diesem Grunde wird seine Funktion durch Fixierung der Nachbarfinger in Streckstellung aufgehoben. Wird der Patient nun zum Beugen des zwischen den fixierten Fingern liegenden Fingers aufgefordert, so ist diese Beugfunktion einzig durch die oberflächliche Beugesehne vermittelt und betrifft auch nur das Grund- und Mittelgelenk. So lassen sich Verletzungen des oberflächlichen Beugers des 3., 4. und 5. Fingers leicht klinisch nachweisen (Abb. 9). Im Bereich des Zeigefingers – der einen extra Muskelbauch für den tiefen Beuger hat – ist die Situation leicht unterschiedlich. Hier muss folgendermaßen getestet werden: Der Zeigefinger wird in Beugestellung des Mittelgelenkes und Endgelenkes auf den Daumen gepresst (Abb. 10). Dann wird der Patient aufgefordert, das Mittelglied zur Hand hin zu bewegen, d. h. eine vermehrte Beugung im Mittelgelenk und eine Streckbewegung im Endgelenk auszuführen (Abb. 11).

Das bloße Inspizieren einer Wunde mit Suche nach einer Verletzung der Beugesehnen sollte unterbleiben

- **Angepasstes Instrumentarium**
- **Lupenbrillenpräparationshilfe**

Die Sehne ist meist wesentlich weiter distal verletzt als vermutet

Keinesfalls dürfen Beugefalten rechtwinkelig überquert werden!

Die Präparation ist aus dem Gesunden heraus durchzuführen

► **Zentralnaht**

- **Feinadaptierung**
- **Kirchmayr-Naht**

Bei intakter oberflächlicher Beugesehne ist dieses leicht möglich, der Untersucher sollte den Test vorführen. Ist die oberflächliche Beugesehne jedoch durchtrennt, so wird der Patient versuchen, durch vermehrtes Anspannen des tiefen Beugers die Bewegung auszulösen oder mithilfe des Daumens das gewünschte Ergebnis zu zeigen.

Das bloße Inspizieren einer Wunde mit Suche nach einer Verletzung der Beugesehnen sollte unterbleiben. Auch mit Lokalanästhesie und kurzfristigem Anlegen einer Blutsperrung ist die Übersicht in aller Regel nicht ausreichend. Außerdem sollten Beugesehnenverletzungen immer im Operationssaal mit ► **angepasstem Instrumentarium** und ► **Lupenbrillenpräparationshilfe** versorgt werden. Darüber hinaus muss man sich vor Augen halten, dass im Augenblick der Sehnenverletzung in aller Regel eine Beugung der Finger bestand. Wird nun später eine Untersuchung der Hand vorgenommen, so liegt der Arm meist ausgestreckt auf dem Armtisch, die Finger werden vom Patienten gestreckt. Mithin ist wie bei einer Kulissenartigen Verschiebung keine Kongruenz mehr zwischen der Hautwunde und der verletzten Beugesehne (die teildurchtrennt sein kann), gegeben. Diese wird in aller Regel wesentlich weiter distal verletzt sein als vermutet.

Sehnenscheide und Sehnenform

Eine Sehnenscheide im Sinne von lockerem Gleitgewebe ist proximal nicht vorhanden, im Karpalkanal dann als relativ straffes, fibröses Gewebe sichtbar, das die Sehnen in Gänge in Gruppen umhüllt. Unmittelbar nach dem Karpalkanal ist zunächst keine Sehnenscheide vorhanden, sie beginnt dann erst distal des Ursprungs der Lumbrikalismuskeln in der typischen Form eines zarten Hüllgewebes.

Kurz nach dem Austreten der Beugesehnen aus den Muskelbäuchen haben diese noch nicht ihre typische runde Form wie im Mittelhandbereich und bei der langen Beugesehne bis zum Endglied. Sie sind abgeflacht, nicht selten aus mehreren Zügen zusammengesetzt, die sich dann erst im Bereich des Karpalkanales zu eigentlichen Beugesehnen formen.

Zugang und Versorgung

Die primäre Hautverletzung sollte, wenn irgend möglich, mit in die Inzision einbezogen werden. Ein ausreichendes Freilegen proximal und distal ist erforderlich, um Übersicht zu erzielen. Die Schnittführung sollte nach Bruner [1] erfolgen. Keinesfalls dürfen Beugefalten rechtwinkelig überquert werden. Die Inzision sollte schräg auf sie zulaufen und jeweils im Bereich der Beugefalte dann winkelig abknicken. Auch Schnittführungen innerhalb der Beugefalten sind erlaubt. Bei Nichtbeachtung dieser Vorgaben werden Beugekontrakturen im Hautniveau auftreten.

Bei der Versorgung ist die Präparation ist aus dem Gesunden heraus proximal und distal entlang der Sehnen bzw. Nerven durchzuführen. Eine Präparation aus dem Verletzungsgebiet heraus schafft keine Übersicht, dauert lange und gefährdet die Verletzung von im blutigen Gewebe liegenden, bisher noch unversehrten Strukturen. Bei der Präparation sollte der N. medianus bzw. ellenseits der N. ulnaris dargestellt werden, sie können dann mit feinen farbigen Kunststoffzügeln unterfahren und vorsichtig beiseite gehalten werden. Gleiches gilt für die A. radialis mit den Begleitvenen sowie die A. ulnaris. Nur nach sicherer Identifizierung dieser Strukturen sowie dem Nachweis der Durchgängigkeit kann ihre Verletzung ausgeschlossen werden.

Die Naht der Beugesehnen sollte durch eine ► **Zentralnaht**, welche die Kräfte der Beuger bei der postoperativen aktiven Übungsbehandlung aufzunehmen vermag, sowie eine Feinadaptierung durch eine zirkuläre fortlaufende Naht bestehen. Das Material der Zentralnaht darf sich bei Belastung nicht recken. Es sind grundsätzlich resorbierbare und nichtresorbierbare Fäden geeignet. Monofile Fäden gleiten besser durch die Sehnen hindurch, polyfile Fäden lassen sich in aller Regel besser knüpfen. Die Stärke des Zentralfadens sollte je nach Sehnendurchmesser zwischen 3-0 und 5-0 liegen. Die ► **Feinadaptierung** wird vorzugsweise mit monofilem Faden der Stärke 6-0 oder 7-0 fortlaufend genäht. Bei der Sehnennaht selbst – die sich an ► **Kirchmayr-Naht** [9] orientiert, sollten die Nähte in die weniger vaskularisierten, palmar liegenden Sehnenanteile eingebracht werden, da die Hauptblutversorgung dorsalseits erfolgt. Die Fäden sind mit geraden, etwa 1,5 cm langen Nadeln armiert, sodass in der Sehne selbst eine Strecke von etwa 1 cm Fadenlänge verlaufen kann (Abb. 12).

Beim Nähen darf die Sehne aufgrund der Verwachsungsgefahr nur minimal mit Instrumenten gefasst werden

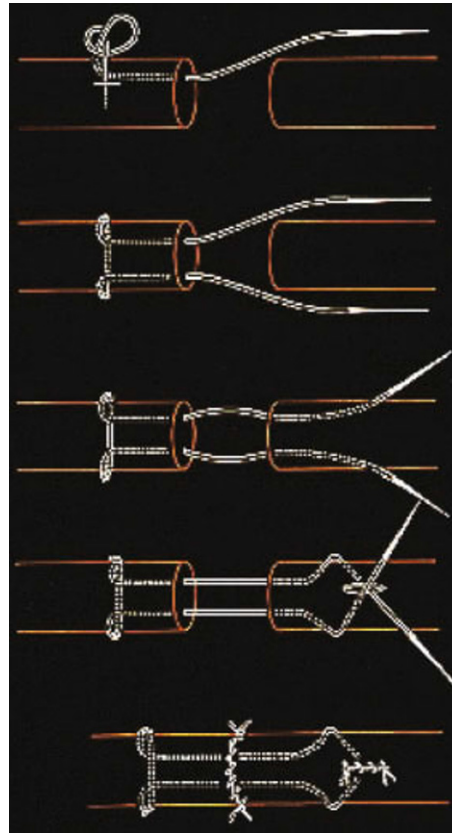


Abb. 12 ▲ **Modifizierte Naht nach Kirchmayr.**
Die Zentralfaden erfolgt mit einem doppelt armer-
ten Faden

► Minderung der Gleitfähigkeit

► Verletzungen von Nerven oder Gefäßen

Operationen an der Hand sollten in Blutleere (bei Verletzungen) oder in Blutsperrung (bei Infekten oder Tumoren) ausgeführt werden

Beim Nähen darf die Sehne aufgrund der Verwachsungsgefahr nur minimal mit Instrumenten gefasst werden. Jedes Zufassen mit einer Pinzette führt zu einer Läsion der Sehnenoberfläche mit der nachfolgenden Gefahr der Verwachsung. Um die Sehne durch die Elastizität der Muskulatur nicht immer wieder nach proximal zurückschnellen zu lassen, sollte eine feine Kanüle durch die Sehnenscheide und Sehne selbst gestochen werden, um die Sehne am Platz zu fixieren. Gleiches gilt für das distale Sehnenende, das in der Regel bei Beugung des Fingers im Wundbereich erscheint. Beim queren Durchstechen der Sehne, um die Naht auf der anderen Sehnenseite weiterzuführen, muss unbedingt darauf geachtet werden, kein Paratenon mit in den Naht gelangen zu lassen, da sonst das Gleitverhalten der Sehne an dieser Stelle blockiert würde. Beim Knüpfen der Sehnennaht darf der Zentralfaden nur gerade so weit gespannt werden, dass die Sehnenenden aufeinander stehen. Keinesfalls darf es zu einem Aufeinanderstauchen kommen, da so einerseits die **► Gleitfähigkeit** der Sehne durch die Auftreibung gemindert

würde, andererseits auch die Blutversorgung in den aufgestauchten Gewebeteilen beeinträchtigt wird. Bei richtiger Technik und richtigem Nahtmaterial wird die einmal gewählte Approximierung der Sehnenenden auch während der Heilung bestehen bleiben. Die eigentliche Heilung wird dann innerhalb der Sehne vor sich gehen, wobei von eminenter Wichtigkeit die zirkuläre fortlaufende fein adaptierende Naht ist, die letztendlich zu einer „Abdichtung“ der Sehnennaht führt.

Nicht selten liegen bei Sehnenverletzungen aufgrund der engen Topographie auch **► Verletzungen von Nerven oder Gefäßen** vor. Die Versorgung dieser Strukturen entspricht den üblichen handchirurgischen Kriterien. Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass der N. medianus und der N. ulnaris nur mit dem Operationsmikroskop und faszikulären Einzelknopfnähten versorgt werden dürfen. Periphere Nerven (im Fingerniveau) können mit der Lupenbrille versorgt werden. Die Revaskularisierung im Bereich von distalem Unterarm und Handgelenk sollte bei der A. ulnaris immer durchgeführt werden, bei der A. radialis vor ihrer Aufteilungsstelle in den oberflächlichen und tiefen Ast ebenfalls, distal davon kann bei Verletzungen nur einer der beiden Äste dessen Unterbindung erfolgen.

Operationen an der Hand sollten in Blutleere (bei Verletzungen) oder in Blutsperrung nach Hochhalten des Armes (bei Infekten oder Tumoren) ausgeführt werden. So ist die Sicherheit beim Präparieren gegeben, die eng zusammenliegenden Strukturen können optimal geschont werden. Intraoperativ tritt auch kein Blutverlust auf. Die Blutsperrung kann ohne Probleme für 2 h belassen werden. Kontrovers diskutiert wird die Frage, ob vor Wundverschluss die Blutsperrung geöffnet wird, um größere Blutungen dann bipolar koagulieren oder unterbinden zu können, oder ob nach Wundverschluss und Anlage eines leicht komprimierenden Verbandes die Blutsperrung geöffnet werden soll. Der Autor bevorzugt die bipolare Elektrokoagulation von Gefäßen vor deren Durchtrennung, die entsprechende Versorgung von sichtbaren Gefäßen, die verletzt sind, während der Operation und öffnet die Blutsperrung erst nach Anlegen eines leicht komprimierenden Verbandes.

► **Zügel**► **Dorsale Gipslonguette**

Durch eine konsequente postoperative Weiterbehandlung können gute Ergebnisse erzielt werden

Enger Kontakt mit den weiterbehandelnden niedergelassenen Chirurgen ist entscheidend

Bei allen Handverletzungen muss in der unmittelbaren postoperativen Phase die Extremität hochgehalten werden

► **Übungsbehandlung**

Der Wundverschluss am distalen Unterarm und im Handwurzelbereich wird in der Regel mit feinen Einzelknopfnähten durchgeführt, wobei auf eine exakte Adaptierung der dünnen Haut zu achten ist. Subkutannähte sind meist frustan, da das Subkutangewebe nur sehr dünn ausgeprägt ist. Nach Desinfektion kann auf die frische Wunde ein Verband aufgelegt werden, der ein Verkleben der Wunde verhindert. Denkbar ist ein Streifen einer Fettgaze oder ein Silikonnetzverband. So wird der Verbandswechsel schmerzfrei sein, da nicht immer wieder Schorf abgerissen wird. Bei der Anlage des Verbandes ist auf eine Polsterung im Bereich der Zwischenfingerfalten zu achten, damit durch die erfahrungsgemäß geringe Bewegung nach Operation bzw. Verletzung, die der Patient zunächst seinem Finger zumutet, nicht Haut auf Haut liegt und so Mazerationen entstehen.

Mit dem Ende der Operation kann der Fingernagel des betroffenen Fingers vorbereitet werden zur Aufnahme des ► **Zügels** für die spätere Übungsbehandlung. Hierzu wird mit einer scharfen Nadel der Fingernagel außerhalb des Nagelbettes (und keinesfalls unter Mitnahme von Pulpa der Fingerspitze!) und einem Faden der Stärke 2-0 durchstochen. Dieser Faden wird dann auf dem Nagel geknüpft und es wird eine Schlaufe belassen, an der später ein Gummiband befestigt werden kann. Alternativ kann anstelle der Naht später auf den Fingernagel ein Lederstreifen oder eine Schlaufe an einem kleinen Stoffteil angeklebt werden. Dort kann dann das Gummiband angeknüpft werden.

Nach dem Verband wird bei jeder Beugesehnennaht eine ► **dorsale Gipslonguette** für den Unterarm angelegt. Dabei wird das Handgelenk in eine Flexion von etwa 30° gebracht. Die Schiene reicht distal bis zu den Mittelgelenken der Langfinger bzw. bei Verletzungen der Sehne des M. flexor pollicis longus bis zum Endgelenk. Die Grundgelenke sind dabei gestreckt. Durch diese Gipsanordnung wird eine zu starke Spannung auf die genähte Beugesehne verhindert. Deshalb sollte bei der Weiterbehandlung auch bei Verbandswechseln eine Streckung des Handgelenkes vermieden werden.

Weiterbehandlung

Durch eine konsequente postoperative Weiterbehandlung nach Sehnenverletzung können gute Ergebnisse erzielt werden. Voraussetzung hierfür ist zum einen die richtige Operationstechnik – Operation durchgeführt vom handchirurgisch Erfahrenen – sowie die konsequente, ärztlich überwachte Übungsbehandlung. Nicht unterschätzt werden darf dabei jedoch der Faktor „Patient“, da auch hier eine erhebliche Kooperation erforderlich ist und letztlich der Patient die Übungen durchführen muss. Ein Dilemma ergibt sich immer wieder dadurch, dass Sehnenverletzungen häufig im Krankenhaus operiert werden, dann jedoch in ambulante Weiterbehandlung gehen, die in aller Regel außerhalb der Einflussnahme des Operateurs liegt. Hier ist wichtig, einen engen Kontakt mit den weiterbehandelnden niedergelassenen Chirurgen zu pflegen. Hilfreich kann es auch sein, dem Patienten ein Merkblatt für die Übungsbehandlung mit an die Hand zu geben. So kann der vielleicht nicht täglich mit der Weiterbehandlung von Sehnenverletzungen vertraute Kollege sein Wissen rasch auffrischen und gleichzeitig die Weiterbehandlung im Sinne des Operateurs gestalten.

Bei allen Handverletzungen muss in der unmittelbaren postoperativen Phase die Extremität hochgehalten werden. Der Patient sollte beim Sitzen durch ein Kissen unter den Ellbogen und rechtwinkelig aufgestellten Unterarm die Hand immer etwa in Gesichtshöhe halten. Beim Umhergehen sollte das gleiche Niveau gehalten werden, ab und zu muss der Arm im Ellbogen und in der Schulter vollständig gestreckt werden, um schmerzhafte Verspannungen zu vermeiden. Dem Patienten ist es sicherlich unangenehm, die verletzte Extremität gleichsam einer Fahne vorwegzutragen, jedoch sollte man ihm klarmachen, dass seine Hand verletzt ist und der Heilung bedarf.

Am ersten bis zweiten postoperativen Tag wird mit der ► **Übungsbehandlung** begonnen. Hierzu muss der verletzte Finger mit einem Gummiband an der vorgelegten Naht oder nach Kleben einer Fixierhilfe am Fingernagel mit einem Gummiband „gezügelt“ werden. Die Spannung des Gummis ist so einzustellen, dass bei Entspannung der Finger alle Finger eine harmonische Beugung einnehmen. Um auch eine ausreichende Beugung im Endgelenk zu erzielen, kann ein Umlenken des Gummis durch eine in der Hohlhand angebrachte Sicherheitsnadel sinnvoll sein. Als Gummi-

Der Patient muss im Beisein des Operateurs in der Lage sein, die Finger vollständig zu strecken

Die Übung mit Gummibändchen und der dorsal liegenden Gipsschiene ist für 3 Wochen erforderlich

► „Gefährliche Phase“ der Behandlung



Abb. 13 ◀ Übung im „Kleinert-Gips“: aktives Strecken aller Finger (hier: Verletzung aller Langfingerbeuger und des langen Daumenbeugers in Höhe des Handgelenks)



Abb. 14 ◀ Die Beugung wird nach Aufgabe der aktiven Extension über die Elastizität der Gummibänder erreicht

band wird ein herkömmlicher „Schießgummi“ gewählt. Der Patient muss im Beisein des Operateurs in der Lage sein, die Finger vollständig zu strecken. Folglich darf die Spannung des Gummis nicht zu groß sein. Erfahrungsgemäß muss für die relativ schwache Streckmuskulatur (die ja sonst die Finger gegen die Schwerkraft zu strecken hat) in der ersten Woche der Übung der Gummi halbiert werden, sodass nur ein dünner Gummistrang den Finger in Beugung zu ziehen sucht. Am Ende der ersten Übungswoche sind dann die Strecker so gut trainiert, dass das Gummibändchen ausgetauscht werden kann gegen einen doppelzügigen Gummi. Die Spannung selbst kann variiert werden durch Vorspannung des Gummis, indem die Sicherheitsnadel, an dem der Gummi befestigt ist, auf dem Verband mehr oder weniger nach proximal versetzt wird (Abb. 13, 14). Diese Übungsbehandlung ist eng mit dem Namen des Handchirurgen Kleinert [10] verbunden. Er setzte neuropsychologische Erkenntnisse in Übungsbehandlung um. So kann gezeigt werden, dass bei Anspannung der Strecker (Agonisten) die Beuger (Antagonisten) über den Ruhetonus hinaus noch erschlaffen. Dadurch kann die Spannung auf die Sehnennaht minimiert werden, gleichzeitig wird durch die Streckübung mit Sicherheit ein Verkleben der Sehnen im Verletzungsgebiet verhindert und eine Heilung innerhalb der Sehne ohne Verwachsungen nach außen begünstigt.

In der Weiterbehandlung muss der Patient also das Strecken der Finger üben. Bei Verletzungen auch nur eines Langfingers sollten immer alle Finger in die Übung einbezogen werden. Selbstverständlich werden die nicht verletzten Finger auch nicht gezügelt. Der Patient sollte unter Hochhalten des Armes die Übungen 100-mal am Tag durchführen, erfahrungsgemäß reduziert der Patient das Übungsprogramm selbst, sodass die Angabe "10-mal am Tag" mit Sicherheit zu ungenügender Übung führt. In dieser Phase ist aus eigener Erfahrung die Mithilfe durch Physiotherapie oder Ergotherapie entbehrlich.

Die Übung mit Gummibändchen und der dorsal liegenden Gipsschiene ist für 3 Wochen erforderlich. Danach wird der Gips entfernt und der Zügel für eine weitere Woche an einer elastischen Binde am Unterarm fixiert. Dadurch ist das Handgelenk bereits freigegeben, sodass Einsteifungen vermieden werden. Vier Wochen nach der Operation wird dann der Zügel entfernt. Der Patient ist dann angehalten, aktive Übungen ohne jegliche Belastung durchzuführen. Es ist wichtig, an dieser Stelle den Patienten darauf hinzuweisen, dass jetzt die eigentlich ► gefährliche Phase der Be-

Handwerklich Tätige müssen wissen, dass Langfingerbeugesehnen erst nach 8 Wochen, die lange Daumenbeugesehne erst nach 12 Wochen voll belastbar sind

► Washington-Regime

Ein Hinweis auf eine Sehnenverletzung kann der Ausfall von Fingernerven sein

Es ist erlaubt, 1- bis 2-mal mit einer scharfen Klemme vorsichtig in den osteofibrösen Kanal von distal einzugehen, um eine nach proximal weggeschnellte Sehne herauszuziehen

handlung bezüglich des Ergebnisses eintritt. Die Sehne hat noch keine ausreichende Festigkeit, um gegen Widerstand belastet zu werden. Andererseits ist der Patient nicht mehr an seine Verletzungsfolgen erinnert, da nach Entfernen des Zügels in aller Regel rasch eine gute Beweglichkeit einsetzt. Hier ist die aktive Mitarbeit und das Mitdenken des Patienten gefordert, Misserfolge treten immer dann auf, wenn die Patienten zu früh belasten. Handwerklich Tätige müssen wissen, dass Langfingerbeugesehnen erst nach 8 Wochen, die lange Daumenbeugesehne erst nach 12 Wochen voll belastbar sind. Bis dahin darf keine handwerkliche Tätigkeit – auch nicht die Mithilfe beim Nachbarn oder beim eigenen Hausbau – vorgenommen werden, sonst wird es zu einer Ruptur der Sehne bzw. der Nähte kommen. Auch in diesem Bereich ist wieder besonders die Mitarbeit des weiterbehandelnden Arztes angezeigt. Physiotherapeutische bzw. ergotherapeutische Übungen können nach 4 Wochen einsetzen, sind aber in der Regel nicht erforderlich, wenn der Patient bereits das Übungsregime während der Zügelung durchgeführt hat.

Trotz der guten Erfolge bei der Übungsbehandlung und dadurch dramatisch verbesserten Ergebnissen nach Sehnenverletzungen gab es immer wieder Fälle, die keine befriedigende Funktion erreichten. Aus diesem Grunde wurde 1987 von Chow et al. [5] das „► **Washington-Regime**“ zur Weiterbehandlung nach Beugesehnenverletzung vorgeschlagen. Dabei handelt es sich um eine Verbindung von aktiven und passiven Übungen. Täglich sollen die passiven Übungen vom Physiotherapeuten bzw. Ergotherapeuten oder vom weiterbehandelnden Arzt vorgenommen werden. Auch in Deutschland wurde dieses Verfahren propagiert (u. a. [17]). Die guten Ergebnisse, die damit erzielt wurden, liegen aber in den Strukturen der weiterbehandelnden Kliniken bzw. Ambulanzen im Wesentlichen mit begründet. Es sei ausdrücklich davor gewarnt, Patienten nach der Operation in eine Weiterbehandlung zu entlassen, die aktive und passive Übungen unter Abnahme der Gipsschiene durchführt, ohne über das genaue Behandlungsregime informiert zu sein. Misserfolge wären vorprogrammiert.

Zone 2

Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung in Form der Prüfung der Beweglichkeit kann eine partielle bis subtotale Durchtrennung einer oder beider Sehnen nicht ausschließen. Bei tiefen Verletzungen in diesem Bereich ist deshalb eine operative Revision mit ausreichender Anästhesie, Blutsperre, Lupenbrillenpräparationshilfe und angepasstem Instrumentarium erforderlich. Ein Hinweis auf eine Sehnenverletzung kann der Ausfall von Fingernerven sein: Im proximalen Bereich der Zone 2 liegen die palmaren Nerven zwischen Haut und Sehnen, weiter distal in einer Höhe, sodass bei einer Nervendurchtrennung und somit Sensibilitätsstörung die Sehnenverletzung nahezu sicher ist. Eine Revision ist dann immer angezeigt. Bei Durchtrennung beider Beugesehnen ist der entsprechende Finger nicht mehr zu beugen. Gleiches gilt bei Durchtrennung der Sehne des M. flexor pollicis longus. Ist nur die tiefe Beugesehne durchtrennt, so kann der Finger im Grund- und Mittelgelenk gebeugt werden, das Endgelenk verbleibt in Streckstellung. Bei Durchtrennung der oberflächlichen Sehne sind klinische Funktionstests möglich.

Sehnenscheide und Sehnenform

Im Bereich der Zone 2 liegt der schon oben erwähnte osteofibröse Kanal vor, in dem die Sehnen gleiten. Hier besteht eine besondere Verwachsungsgefahr, gleichzeitig kann das Gleiten der Sehnen aufgrund der Enge des Kanals nach Naht erheblich eingeschränkt sein. Auf die Wichtigkeit der vorhandenen Ringbänder wurde bei den anatomischen Anmerkungen bereits hingewiesen. Verletzungen in diesem Bereich sollten immer mit minimaler Eröffnung der Beugesehnenscheide und möglichst unter Belassung der Ringbänder operativ versorgt werden. Durch Beugung des Fingers bzw. Beugung im Handgelenk können distaler und proximaler Sehnenstumpf oft in das Wundniveau gebracht werden. Es ist erlaubt, 1- bis 2-mal mit einer scharfen Klemme vorsichtig in den osteofibrösen Kanal von distal einzugehen, um eine nach pro-

Beim Präparieren sind regelhaft die Gefäßnervenbündel darzustellen

Patienten nach Sehnenverletzungen sind so lange stationär zu halten, bis sichergestellt ist, dass sie die Übungen regelmäßig durchführen

ximal weggeschneelte Sehne herauszuziehen. Ist dies jedoch nicht erfolgreich, so sollte proximal des A-1-Bandes eine kleine quere Inzision vorgenommen werden. Die Sehnen werden dort identifiziert und nach distal geschoben oder mit einem Faden durch den osteofibrösen Kanal hindurchgezogen.

Im Bereich der Zone 2 hat die tiefe Beugesehne eine runde Form, die sich sehr gut für die modifizierte Nahttechnik nach Kirchmayr eignet. Die oberflächliche Beugesehne ist im proximalen Bereich ebenfalls von rundem Durchmesser, danach teilt sie sich in einen radialen und ulnaren Zügel, indem sie die tiefe Beugesehne hindurchlässt. Hier ist die Sehne dann abgeplattet, um dann schließlich in Form zweier isolierter Zügel am Mittelglied zu inserieren. Auf die oben erwähnten Vincula, über die ein Teil der Blutversorgung der Sehnen erfolgt, sei hingewiesen. Bei Sehnenverletzungen distal der Insertion der Vincula verbleiben die proximalen Sehnenstümpfe unweit des Verletzungsniveaus, bei Verletzungen proximal davon (also proximal von der Mitte des Grundgliedes an) verschwinden die Sehnenstümpfe je nach Krafteinwirkung im Moment der Durchtrennung bis in den Karpalkanal. Lediglich die tiefe Beugesehne wird durch den Ursprung der Mm. lumbricales sich nicht so stark retrahieren.

Zugang und Versorgung

Unter Einbeziehung der Hautwunde wird eine Bruner-Inzision angelegt. Beim Präparieren sind regelhaft die Gefäßnervenbündel darzustellen, und ihre Unversehrtheit ist zu überprüfen. Bei Verletzung beider Digitalarterien ist mindestens eine Arterie zu rekonstruieren, verletzte Nerven sind zu nähen. Dabei ist den üblichen mikrochirurgischen Techniken zu folgen. Die Sehnennaht selbst muss unter sparsamster Eröffnung der Sehnenscheide bzw. nach Eröffnung derselben unter deren Rücknähen nach Sehnennaht erfolgen. Für die tiefe Beugesehne eignet sich die modifizierte Kirchmayr-Technik in der oben beschriebenen Form. Die oberflächliche Beugesehne wird unmittelbar distal ihres Aufteilungsbereichs beginnend bis zur Insertion mit U-Nähten adaptiert. Eine Feinadaptierung ist in aller Regel nicht erforderlich. Bei der Naht sollte darauf geachtet werden, die Knoten außerhalb der tiefen Beugesehne zugewandten Sehnenseite zu legen, als Nahtmaterial sind Fäden der Stärke 3-0 bis 4-0 aus resorbierbarem oder unresorbierbarem Material geeignet, dem ungeflochtenen Faden sollte der Vorzug gegeben werden (Abb. 15).

Weiterbehandlung

Die Übungsbehandlung nach Kleinert hat historisch gesehen ihr größtes Benefit nach Verletzungen im Bereich der Zone 2. Hier ist die Verwachsungsgefahr im osteofibrösen, engen Kanal besonders groß. Deshalb ist die Übungsbehandlung intensiv zu kontrollieren. Patienten nach Sehnenverletzungen sind so lange stationär zu halten, bis sichergestellt ist, dass sie die Übungen regelmäßig durchführen. Vollständig ambulant kann nur dann behandelt werden, wenn die unmittelbare postoperative Weiterbehandlung auch in Händen des Operators liegt. Aus eigener Erfahrung kann berichtet werden, dass schlechte Ergebnisse immer dann auftraten, wenn – bei gleicher Nahttechnik und gleichem Operateur – die Patienten zu früh in nicht ausreichend qualifizierte Weiterbehandlung gelangten.

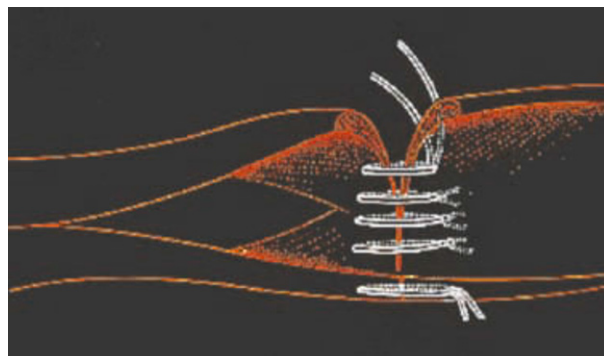


Abb. 15 ◀ Einzelknopfnähte der oberflächlichen Beugesehne nach ihrer Aufteilung

Man sollte sich hüten, die fehlende Beugung als „schmerzbedingt“ abzutun und so die Beugesehnenverletzung zu übersehen

Zone 1

Klinische Untersuchung

Im Bereich der Langfinger ist lediglich der Ausfall der tiefen Beugesehne möglich. Die klinische Untersuchung zeigt die Unmöglichkeit der Beugung im Endgelenk. Im Mittelgelenk und Grundgelenk ist eine freie Beugung möglich. Man sollte sich hüten, die fehlende Beugung als „schmerzbedingt“ abzutun und so die Beugesehnenverletzung zu übersehen. Bei tiefen Schnittverletzungen wird nicht selten die palmare Kapsel des Endgelenkes durchtrennt, sodass zusätzlich eine offene Gelenkverletzung vorliegt.

Liegt eine begleitende Nervenverletzung vor, so muss auch bei Beugefähigkeit im Endgelenk von einer Sehnenverletzung ausgegangen werden, die bis zur subtotalen Durchtrennung zunächst eine normale Funktion vorspiegeln kann, später bei der ersten Belastung jedoch zu einem Reißen des Restsehnenanteils führt und damit dann das Vollbild der Sehnenverletzung demaskiert ist. Hier gilt ebenfalls: Bei Vorliegen einer Nervenverletzung muss eine Revision erfolgen, die mindestens die Nervenennaht als Operationsziel hat, meist aber in einer gleichzeitig erforderlichen Sehnenennaht endet.

Sehnnenscheide und Sehnenform

Die tiefe Beugesehne und die Sehne des M. flexor pollicis longus ist bis unmittelbar vor ihrer Insertion im Endglied von einer feinen Sehnnenscheide umgeben. Dorsalseits ist der osteofibröse Kanal vom Köpfchen des Mittelgliedes bzw. Daumengrundgliedes gebildet, danach folgt die palmare Platte der Gelenkkapsel. Beide Sehnen sind im proximalen Anteil der Zone 1 noch rund-ovalär, sie werden dann flach bis zur Insertion am Endglied.

Zugang und Versorgung

Häufig finden sich in dieser Region quer verlaufende Schnittverletzungen. Diese werden in eine Bruner-Inzision einbezogen. Im Bereich des Endglieds sollte der Schnitt dann von radial oder ulnar zur Mitte der Fingerkuppe hinführen, um die seitlichen **Tastzonen** besonders im Bereich des Zeige- und Mittelfingers bzw. am Daumen ellenseits zu schonen. Die Schnittverlängerung muss proximal ausreichend lang sein, um aus dem unverletzten Gebiet heraus sicher die Gefäßnervenbündel präparieren zu können. Der proximale Sehnenstumpf ist in aller Regel nicht weit vom Verletzungsniveau entfernt, da er durch die Vincula an den Langfingern weitgehend in Position gehalten wird.

Die Versorgung mit einer Kirchmayr-Naht ist in aller Regel nur bei sehr proximalen Verletzungen der Zone 1 möglich. Voraussetzung ist ein distaler Sehnenstumpf von 1 cm Länge oder mehr. Ist dieser nicht vorhanden, so muss eine knöcherne Reinsertion der durchtrennten Sehne im Endgliedbereich vorgenommen werden. Hierzu wird nach Präparation des distalen Sehnenstumpfes dorsal davon eine feine Knochenlamelle vom Endglied abgehoben und in diesem Bereich ein Bohrloch mit einem Kirschnerdraht 1,0 mm angelegt. Der Kanal soll in der Mitte des Fingernagels enden, verläuft also von proximal palmar nach distal dorsal. Die Sehne selbst wird mit einer Bunnell-Naht [3] proximal gefasst. Beide Fäden der Naht werden dann durch den Kanal hindurch zum Fingernagel hin gezogen und dort über einen Knopf geknüpft. Dabei zieht sich der Sehnenstumpf in den abgehobenen Knochenperiostkanal hinein und kann dort verwachsen. Feine adaptierende Nähte mit dem originären Sehnenstumpf sollten diesen Bereich dann abdecken. Die Bunnell-Naht kann als Auszugsnaht gelegt werden, sodass nach Entfernen des Knopfs das gesamte Nahtmaterial nach proximal herausziehbar ist. Vorzugsweise wird hierbei mit monofilen, nicht resorbierbaren Fäden (beispielsweise Nylon Stärke 3-0) gearbeitet.

Auch hier wird am Ende der Operation entweder eine Naht durch den Nagel gelegt oder später der Finger mit einem aufgeklebten Stoff- oder Lederstreifen mit integrierter Ring zur Zügelung vorbereitet und eine dorsale Gipsschiene (s. oben) angelegt, die bei Daumensehnenverletzungen auch diesen Finger von dorsal bis einschließlich Grundglied stützen muss.

► Tastzonen

Die Versorgung mit einer Kirchmayr-Naht ist meist nur bei sehr proximalen Verletzungen der Zone 1 möglich

Bei Kindern < 3 Jahren fehlt meist eine ausreichende Mitarbeit beim Kleinert-Behandlungsregime

Weiterbehandlung

Verletzungen in der Zone 1 müssen ebenso im Regime nach Kleinert weiterbehandelt werden wie die übrigen Beugesehnenverletzungen. Aufgrund der Tatsache, dass in aller Regel eine knöcherne Reinsertion der Sehne erfolgen muss, kann von einer raschen Einheilung der Sehne in den Knochenkanal ausgegangen werden und somit von einer schnelleren Festigkeit als bei der bloßen Sehnennaht. Auch hier sollte der Zügel für 3 Wochen mit Gips belassen werden, dann noch eine weitere Woche gipsfrei am Zügel geübt werden. Sowohl bei den Langfingerbeugesehnen als auch bei der Daumenbeugesehne ist nach 6 Wochen von einer ausreichenden Festigkeit auszugehen, sodass die aktiven Übungen intensiviert werden können und auch schon gegen leichten Widerstand ausführbar sind. Die Arbeitsfähigkeit im handwerklichen Beruf sollte bei Daumen- und Langfingerverletzungen nach etwa 8 Wochen wieder gegeben sein.

Weiterbehandlung bei Kindern

Beugesehnenverletzungen bei Kindern werden grundsätzlich gleich denen der Erwachsenen behandelt. Das Nahtmaterial sollte in der Dimension angepasst sein, sonst sind keine Unterschiede vorhanden. Hinterfragt werden muss jedoch die Weiterbehandlung. Bei Kindern < 3 Jahren fehlt meist eine ausreichende Mitarbeit beim Kleinert-Behandlungsregime. Hier sollte zwar möglichst auch eine Zügelung des Fingers erfolgen, jedoch das Strecken der Finger vorsichtig passiv mehrmals täglich durch Physiotherapeuten oder die Eltern erfolgen. Keinesfalls darf das Kind dabei gegenspannen. Sehr kleine Kinder werden im Faustverband behandelt werden müssen, da sie zu aktiver Übungsbehandlung nicht in der Lage sind.

Kinder ab 3–4 Jahren sind jedoch gut in der Lage, die Übungsbehandlungen nach Kleinert nach anfänglicher Angst und Scheu durchzuführen. Tendenziell sollte jedoch die Zügelung des Fingers länger erfolgen als beim Erwachsenen, da eben im Spiel leicht vergessen wird, dass der Finger noch nicht voll belastbar ist. Ohne Schaden kann die Zügelung auf 6 Wochen verlängert werden, gleichfalls kann der Gips solange angelegt sein, da Kontrakturen der Gelenke nur ganz kurzfristig wirksam sind. Eine in den letzten Jahren publizierte Arbeit unterstreicht dieses Vorgehen [7].

Literatur

1. Bruner JM (1967) The zig-zag volar-digital incision for flexor-tendon surgery. *Plast Reconstr Surg* 40:571–574
2. Buck-Gramcko D (1983) Verletzungen der Beugesehnen – Behandlung. In: Nigst H, Buck-Gramcko D, Milesi H (Hrsg) *Handchirurgie*, Bd 2. Thieme, Stuttgart, S 28.8–28.33
3. Bunnell S (1918) Repair of tendons in the fingers and description of two new instruments. *Surg Gynec Obstet* 26:103–110
4. Busch W (1881) Über den Abriss der Strecksehne von der Phalanx des Nagelgliedes. *Zbl Chir* 8:1–5
5. Chow JA, Thoms LJ, Dovel S, Milnor WH, Seyfer AE, Smith AC (1987) A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in „no man's land“. *Plast Reconstr Surg* 79:447–453
6. Doyle JR (1988) Extensor tendons-acute injuries. In: Green DP (ed) *Operative hand surgery*, Vol 3. Churchill Livingstone, New York, pp 2045–2072
7. Fasching G, Schmidt B, Friedrich H, Mayr J (1998) Die dynamische Schienung nach Beugesehnenverletzungen der kindlichen Hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 30:243–248
8. Hahn P, Lanz U (1996) Die Ringbänder der Fingerbeugesehnen. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 28:265–270
9. Kirchmayr L (1917) Zur Technik der Sehnennaht. *Zbl Chir* 44:906–907
10. Kleinert HE, Kutz JE, Cohen MJ (1975) Primary repair of zone 2 flexor tendon lacerations. In: *AAOS Symposium on tendon surgery of the hand*. Mosby, St. Louis, pp 91–104
11. Lanz U (1976) Chirurgie der Beugesehnen. Bericht von der 1. Baseler Handchirurgischen Arbeitstagung. *Handchirurgie* 8:225–236
12. Leddy JP (1988) Flexor tendons-acute injuries. In: Green DP (ed) *Operative hand surgery*, Vol 3. Churchill Livingstone, New York, pp 1935–1968
13. Stack HG (1969) Mallet finger. *Hand* 1: 83–89
14. Towfigh H (2001) Sehnenchirurgie. In: Schmit-Neuerburg KP, Towfigh H, Letsch R, Tschernke (Hrsg) *Unfallchirurgie: Ellenbogen Unterarm Hand: Bd 2 Hand*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, S 581–645
15. Verdan CE (1966) Primary and secondary repair of flexor and extensor tendon injuries. In: Flynn JE (ed) *Hand surgery*. William & Wilkins, Baltimore, pp 251–258
16. Wilhelm A (1983) Verletzungen der Strecksehnen. In: Nigst H, Buck-Gramcko D, Milesi H (Hrsg) *Handchirurgie*, Bd 2. Thieme, Stuttgart, S 29.1–29.45
17. Wittemann M, Blumenthal K, Hornung RW, Germann G (1996) Die Nachbehandlung von Beugesehnenverletzungen in Zone 2 nach dem Washington-Regime. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 28:191–197

Fragen zur Zertifizierung

1. Welche Aussage trifft *nicht* zu?

- a) Die Langfinger besitzen insgesamt 6 Strecksehnen.
- b) Die Strecksehnen sind im Bereich des Handrückens untereinander verbunden (Conexus intertendinei).
- c) Zwischen dem extrinsischen und intrinsischen System der Handmuskeln und -sehnen besteht keine Verbindung.
- d) Die Streckung im Handgelenk erfolgt u. a. durch die Mm. extensor carpi radialis longus und brevis und den M. extensor carpi ulnaris.
- e) Die lange Strecksehne des Daumens überquert die radialen Handgelenksstrecker schräg.

2. Welche Aussage zu den Strecksehnenverletzungen in der Region distaler Unterarm/Handgelenk trifft zu?

- a) Die klinische Funktionsprüfung der Strecksehnen ist immer aussagekräftig und reicht grundsätzlich zur Beurteilung der Verletzung aus.
- b) Bei der operativen Versorgung sollte man größere Inzisionen unbedingt vermeiden.
- c) Bei den Strecksehnenverletzungen der Hand kann auf eine „Intrinsic-Plus-Stellung“ bei der Gipsruhigstellung verzichtet werden.
- d) Der Zugangsweg bei Strecksehnenverletzungen richtet sich primär mit nach der Hautverletzung.
- e) Bei Schädigung der Daumen- und Langfingerstrecker ist im Rahmen der Weiterbehandlung keine spezielle Physio- bzw. Ergotherapie notwendig.

3. Welche Aussage zu Strecksehnenverletzungen trifft zu?

- a) Die Größe der Hautverletzung lässt keinen Rückschluss auf die zu erwartenden Sehnenläsionen in der Tiefe zu.
- b) Bei der Verletzung der Kommissarsehne eines Langfingers muss man mit einem besonders auffälligen klinischen Befund rechnen.
- c) Verletzungen der Strecksehnen im Bereich des Langfingergrundgelenks führen nur sehr selten zu einer Eröffnung des Grundgelenks.

- d) Die ursprüngliche Hautverletzung sollte nicht in die Inzision mit einbezogen werden.
- e) Bei der temporären Arthrodese eines Mittelgelenks durch das Einbringen eines Kirschner-Drahtes sollte man mehrere „Probebohrungen“ durchführen.

4. Welche Aussage trifft *nicht* zu?

- a) Bei einer Gelenkeröffnung minimiert eine ausreichende Spülung die Zahl der eingebrachten Keime.
- b) Bei einer Totaldurchtrennung des Tractus intermedius empfiehlt sich eine temporäre Arthrodese des Mittelgelenks.
- c) Bei der Strecksehnenverletzung im Bereich der Mittelgelenke muss bei der Weiterbehandlung besonders auf einen suffizienten Faustschluss geachtet werden.
- d) Auch bei einer Teildurchtrennung des Tractus intermedius ist eine temporäre Arthrodese des Mittelgelenks erforderlich.
- e) Bei der Teildurchtrennung des Tractus intermedius kann in aller Regel auf eine Ruhigstellung verzichtet werden.

5. Welche Aussage zu Strecksehnenverletzungen im Bereich distales Mittelglied/Endglied ist richtig?

- a) Bei der so genannten „Buschfraktur“ handelt es sich immer um eine offene Verletzung.
- b) Die subkutanen Strecksehnenrisse sind eine Domäne der konservativ-funktionellen Therapie.
- c) Nach einer subkutanen Strecksehnenruptur eines Langfingers ist die Versorgung mit einer Stack-Schiene für 2 Wochen ausreichend.
- d) In der Rehabilitationsphase nach subkutaner Strecksehnenruptur sollte der Patient zu aktivem, freiem Heben des Fingers ohne Unterstützung aufgefordert werden.
- e) Subkutane Strecksehnenrisse können gut operativ versorgt werden.

6. Welche Aussage trifft *nicht* zu?

- a) Die Beugesehnen der Langfinger werden in ihrem Verlauf durch Ringbänder dicht am Knochen gehalten.

- b) Die Ringbandstrukturen an den Langfingern sind zur vollen Beugung des entsprechenden Fingers unbedingt erforderlich.
- c) Die Sehne des großen Daumenbeugers (M. flexor pollicis longus) verläuft durch den Karpalkanal.
- d) Die Blutversorgung der Beugesehnen der Langfinger erfolgt teilweise vom muskulären Ursprung aus.
- e) Die Beugung der Langfinger erfolgt über eine Beugesehne.

7. Welche Aussage zu Beugesehnenverletzungen im Bereich Unterarm/Hohlhand trifft zu?

- a) Die alleinige Inspektion einer Wunde mit Suche nach einer Verletzung der Beugesehnen ist zur Beurteilung ausreichend, da die Übersicht in der Regel gut ist.
- b) Die Beugesehnenverletzung ist in aller Regel wesentlich weiter proximal lokalisiert als zunächst bei der klinischen Untersuchung vermutet.
- c) Jede Schnittverletzung im Bereich der Hohlhand erfordert eine Überprüfung der motorischen und sensiblen Qualitäten.
- d) Ein angepasstes Instrumentarium und eine Lupenpräparationshilfe sind nicht erforderlich.
- e) Bei der operativen Versorgung sollte die Präparation aus dem verletzten Gewebe heraus durchgeführt werden.

8. Welche Aussage zu Beugesehnenverletzungen im Bereich Unterarm/Hohlhand trifft *nicht* zu?

- a) Die Naht der Beugesehnen sollte aus einer Zentralnaht und Feinadaptierung bestehen.
- b) Bei diesen Verletzungen kommt die modifizierte Nahttechnik nach Kirchmayr zum Einsatz.
- c) Beim Nähen einer verletzten Beugesehne darf diese nur minimal mit Instrumenten gefasst werden.
- d) Nach jeder Beugesehnennaht sollte eine dorsale Gipslonguette angelegt werden.
- e) Operationen an der Hand dürfen nicht in Blutleere oder Blutsperre durchgeführt werden.

9. Welche Aussage zur Weiterbehandlung nach Beugesehnenverletzungen im Bereich Unterarm/Hohlhand trifft zu?

- a) Zwei bis drei Wochen nach der Operation mit „Zügelung“ wird mit einer intensiven Übungsbehandlung begonnen.
- b) Eine Beübung des verletzten Fingers mittels Gummibändchen bzw. Zügel ist nicht sinnvoll.
- c) Nach der Entfernung der Zügel soll der Patient aktive Übungen mit Belastung durchführen.
- d) Bei dem so genannten „Washington-Regime“ handelt es sich um eine Verbindung von aktiven und passiven Übungen.
- e) Ein gutes Ergebnis nach Operation hängt allein von der richtigen Operationstechnik ab.

10. Welche Aussage trifft *nicht* zu?

- a) Die Versorgung von Beugesehnenverletzungen der Zone 1 mit einer Kirchmayr-Naht ist in aller Regel nur bei sehr proximalen Schäden möglich.
- b) Bei quer verlaufenden Schnittverletzungen in der Zone 1 müssen bei der operativen Versorgung die Tastzonen (v. a. des Zeige- und Mittelfingers) geschont werden.
- c) Bei Beugesehnenverletzungen in der Zone 2 können Ausfälle von Fingernerven einen Hinweis geben.
- d) Es empfiehlt sich, Patienten nach Sehnenverletzungen stationär zu behandeln und so lange zu halten, bis der Patient den Sinn der Übungsbehandlung verstanden hat und diese Übungen regelmäßig durchführt.

- e) Bei Verletzungen in der Zone 1 ist eine fehlende Beugung einer oder mehrerer Finger sicher nur auf die bestehenden Schmerzen zurückzuführen.

Einsendeschluss: 11.09.2002

Die Antworten finden Sie im Heft 9/2002

Auflösungen aus Heft 5/2002:

1c, 2c, 3c, 4b, 5e, 6a, 7c, 8b, 9b, 10e



Druckschrift erforderlich

Fax:

Wenn Sie an der Zertifizierung teilnehmen möchten, verwenden Sie bitte den maschinenlesbaren Originalfragebogen aus Ihrer Zeitschrift. Der hier in LINK aufgelegte Fragebogen ist nicht maschinenlesbar und kann deswegen für die Auswertung nicht berücksichtigt werden. Alternativ besteht auch die Möglichkeit der Online-Zertifizierung unter <http://www.medizinonline.de>.

↑↑ Faxanschlag ↑↑

SAG Pf.105160 69041 Heidelberg
PVST DPAG Entg. bez. A10477
1046917/01 108916 1894
00108 0041/08 0041/08

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

↑↑ Faxanschlag ↓↓

Der Chirurg 7•2002 | 767