Ligamentäre Verletzungen der Handwurzel

Verletzungsmechanismus

Bandverletzungen der Handwurzel finden sich im Zusammenhang mit mehr oder weniger komplexen Frakturen nach hoher Gewalteinwirkung, insbesondere nach Sturz aus hoher Höhe oder durch Exposition des Handgelenks beim Motorradunfall oder nach Quetschtrauma. Bei geringerer Gewalteinwirkung spielen die Position des Handgelenks, die Knochenqualität sowie degenerative Vorerkrankungen in diesem Bereich eine besondere Rolle. Bei Hypertension im Handgelenk ist z. B. durch die Vorspannung der Bandstrukturen eher eine skapholunäre Bandruptur zu erwarten, bei einer plötzlichen Rotation sind dies eher Läsionen am Os triquetrum bzw. Discus triangularis (TFC).

Besonderes Augenmerk muss auf begleitende knöcherne Verletzungen gelegt werden. Die komplexe Luxationsfraktur der Handwurzel ist bekannt für die begleitenden Bandrupturen. Aber auch die häufigste Fraktur des Menschen (10–25 %), die Radiusfraktur, geht nicht selten mit ligamentären Begleitverletzungen einher, die Spätbeschwerden – auch nach knöcherner Konsolidierung – erklären [16].

Insbesondere die Bandverbindung von Os scaphoideum und Os lunatum

(SL-Band) ist hier häufiger betroffen – in eigenen Untersuchungen in 8 % der Fälle mit relevanter Instabilität. Besonders betroffen war der Komplex mit dem Discus triangularis (TFCC) mit 25 %, Abrisse des Processus styloideus ulnae und damit ein potenzielles Risiko der Instabilität des distalen radioulnaren Gelenks (DRUG) fanden sich bei 60 % der Patienten. Dies spiegelt sich gleichermaßen in der Ergebnissen anderer Autoren wider [1, 4, 7–9].

In früheren Zeiten ist sicher ein Großteil dieser Begleitverletzungen durch die Ruhigstellung ausgeheilt. Heute bleibt das Ziel der Behandlung die funktionelle Nachbehandlung und das schnelle Erreichen des vollen Bewegungsumfanges. Im Umkehrschluss erfordert dies eine entsprechend genaue Diagnostik und führt nicht selten im Vorfeld der operativen Versorgung zu einer Erweiterung der radiologischen Diagnostik (meist Computertomographie, CT) bzw. dezidierten intraoperativen Untersuchungsmaßnahmen, um die Stabilität der Handwurzel und des DRUG zu beurteilen und konsequent die zusätzlichen Verletzungen mit zu behandeln. Hier findet sich dann oft eine relative lange Ruhigstellung in den verschiedenen Nachbehandlungskonzepten.

Verletzungsmuster und Klassifikation

Prinzipiell können bei karpalen Bandverletzungen die Kategorien Zeit, Konstanz, Ätiologie, Lokalisation und insbesondere Richtung bzw. Muster unterschieden werden (■ Tab. 1). Eine Rotationsfehlstellung findet sich bei den skapholunären (SL-)Bandläsionen in Form einer dorsalen Verkipfung („dorsal intercalated segment instability“, DISI) und bei den lunotriquetralen (LT-)Bandläsionen in Form einer palmaralen Verkipfung des Os lunatum („volar intercalated segment instability“, VISI). Auch bezüglich des Musters ist bei der SL-Bandläsion gehäuft ein Auseinanderweichen (Dissoziation) von Os scaphoideum und Os lunatum („carpal instability dissociative“, CID) zu beobachten.

Insbesondere die in ■ Tab. 2 aufgelistete Mayo-Klassifikation hat zu einem besseren Verständnis und zur Entschlüsselung der komplexen Verletzungsmuster beigetragen (■ Tab. 3.) [10].

Häufige Bandverletzungen der Handwurzel sind:

- SLD (skapholunäre Dissoziation)
- LTD (lunotriquetrale Dissoziation)

Tab. 1 Klassifikation der karpalen Instabilität nach Larsen [10]

Kategorie I Zeit	Kategorie II Konstanz	Kategorie III Ätiologie	Kategorie IV Lokalisation	Kategorie V Richtung	Kategorie VI Muster
Akut (<1 Woche)	Statisch, nicht reduzierbar	Kongenital	Radiokarpal	VISI-Rotation	Dissoziative karpale Instabilität (CID)
Subakut		Traumatisch	Proximal interkarpal	DISI-Rotation	
Chronisch (> 6 Wochen)	Statisch, reduzierbar	Entzündlich	Mediokarpal	Ulnare Translation	Karpale Instabilität ohne Dissoziation (CIND)
	Dynamisch	Arthrose	Distal Interkarpal	Radiale Translation	Komplexe karpale Instabilität (CIC)
	Prädynamisch	Neoplastisch	Karpometakarpal	Palmar Translation	Adaptive karpale Instabilität (CIA)
		Iatrogen	Knochen spezifisch	Dorsale Translation	
		Sonstiges		Proximale Translation	
				Distale Translation	

VISI, „volar intercalated segment instability“, DISI, „dorsal intercalated segment instability“.

Tab. 2 Mayo-Klassifikation der karpalen Instabilität

I CID	II CIND	III CIC	IV CIA
1.1. Proximale Reihe a. Skaphoidfraktur b. SL-Dissoziation c. LT-Dissoziation	2.1. Proximale Reihe a. Palmare Bandruptur b. Dorsale Bandruptur c. Z. n. Fehlheilung	a. Perilunär mit radiokarpaler Instabilität b. Perilunär mit axialer Instabilität c. Radiokarpal mit axialer Instabilität d. SL-Dissoziation mit ulnarer Translation	a. Fehlverheilte Radiusfraktur b. Madelung-Deformität
1.2. Distale Reihe a. Axial radial b. Axial ulnar c. Kombinationen	2.2. Distale Reihe a. Ulnopalmare Dislokation b. Radiopalmare Dislokation c. Kombinationen aus a) und b) d. Dorsale Dislokation		
1.3. Kombinationen	2.3 Kombinationen		

CID dissoziative karpale Instabilität, *CIND* karpale Instabilität ohne Dissoziation, *CIC* komplexe karpale Instabilität, *CIA* adaptive karpale Instabilität, *SL* skapholunär, *LT* luno-triquetral.

Tab. 3 Formen der Verletzungsmuster der karpalen Instabilität

Abkürzung	Bezeichnung der Läsion
PPI	Progressive perilunäre Instabilität
DPLFD	Dorsale perilunäre Frakturdislokation
DPLD	Dorsale perilunäre Dislokation
PPLD	Palmare perilunäre Dislokation
AD	Axiale Dislokation
ICBD	Isolierte Karpalknochendislokation
PLIND	Perilunäre Verletzung ohne Dissoziation
MCI	Mediokarpale Instabilität
RCIND	Radiokarpale Instabilität ohne Dissoziation
RT	Radiale Translation
UT	Ulnare Translation
RD	Radiokarpale Dislokation

Tab. 4 Arthroskopische Klassifikation der Verletzungen am Beispiel des skapholunären Bandes. (Mod. nach [15])

Schweregrad	Arthroskopischer Befund
Grad 1	Sonde kann nicht eindringen
Grad 2	Die Sondenspitze kann in den Raum eindringen, ohne Erweiterung
Grad 3A Partielle Läsion palmar	Palmare Erweiterung bei dynamischer Untersuchung
Grad 3B Partielle Läsion dorsal	Dorsale Erweiterung bei dynamischer Untersuchung
Grad 3C Komplette Ruptur, Gelenk reponibel	Vollständige Erweiterung des skapholunären Raums bei dynamischer Testung, die sich nach Sondenentfernung zurückbildet
Grad 4 Komplette Ruptur mit Spalterweiterung	Lücke im Gelenkspalt, Passage des Arthroskops möglich
Grad 5	Große Lücke mit Passagemöglichkeit und radiologischen Veränderungen

- Verletzungen des triangulären fibro-kartilaginären Komplexes (TFCC): Läsion des TFC, Läsion des Processus styloideus ulnae (PSU) und DRUG-Instabilität
- Perilunäre Läsionen (komplexe karpale Instabilitäten, CCI): PPI, DPLD, DPLFD (s. [Tab. 3](#))

Seltenere Bandverletzungen sind spezielle Subgruppen der Komplexverletzungen und die Gruppe der nichtdissoziativen Bandläsionen:

- Komplexe karpale Instabilitäten: PPLD, PLIND, AD, ICBD
- Karpale Instabilität ohne Dissoziation: MCI, RCIND, RT, UT, RD (s. [Tab. 3](#))

Therapeutische Grundlagen

Wesentlich für die Therapieplanung der unterschiedlichen Bandläsionen ist die ausreichende Diagnostik entsprechend dem vorliegenden Verletzungsmuster. Hier muss generell festgestellt werden, ob es sich um eine akute Verletzung handelt. Diese kann dann meist mit einer Bandnaht und/oder Ruhigstellung mittels Schiene bzw. Gips oder auch temporärer Drahtfixation im Bereich der Handwurzel zur Ausheilung gebracht werden. Chronische Läsionen, die permanente Beschwerden bereiten, erfordern oftmals einen Bandersatz oder eine Bandaugmentation. Die Durchführung dieser aufwendigen Verfahren, mit oftmals langer Krankheitsphase, macht nur dann Sinn, wenn die Knorpelverhältnisse im Bereich der Handwurzel ausreichend gut sind, um nach Optimierung der Bandstabilität auch wieder Belastung und Stressmomente aufnehmen und abfangen zu können.

Die Bandlaxizität – häufig bei jüngeren weiblichen Patienten mit Überlastungsbeschwerden (gleichförmige Belastung, z. B. langes Schreiben und PC-Arbeiten in gleicher Körperhaltung) – sollten nur in Ausnahmen bei anhaltender Behinderung operativ behandelt werden. Meist kommen in solchen Fällen nächtliche Schienen, die die Handposition in der Ruhephase optimieren, zur Anwendung, gemeinsam mit Orthesen, die eine Lastverteilung fördern und Stressspitzen vermeiden.

Nach akuten Verletzungen oder nach Rekonstruktion einer chronischen Läsion sind die Ergo- und Physiotherapie unentbehrlich. Eine initiale Ruhigstellung mit

antiphlogistischer Medikation, Reduktion von Aktivitäten und Vermeidung von schmerzhaftem Knacken ist sinnvoll. In der anfänglichen Entzündungsphase sollte die Handwurzel geschützt und die proximale Reihe möglichst in einer neutralen Position ruhig gestellt werden.

Nach Abklingen der akuten Symptome sollte unter Anleitung ein Rehabilitationsprogramm begonnen werden. Hierbei ist die propriozeptive Kontrolle des Handgelenks wesentlich. Eine übermäßige Beugung der proximalen Reihe sollte beispielsweise durch eine kontrollierte synchrone Aktivität des M. flexor carpi ulnaris (FCU) und M. extensor carpi ulnaris (ECU) vermieden werden. Isometrische Kontraktionen des FCU können zu einer Krafteinleitung am Os triquetrum führen, die die proximale Reihe in Neutralstellung stabilisiert. Zusätzlich kann die Kontraktur des ECU die distale Reihe relativ zur proximalen in Pronation bringen und damit einer Fehlstellung (VISI) entgegenwirken. Gerade bei durch Hyperlaxizität bedingten Beschwerden spielt die schlechte Propriozeption und insuffiziente neuromuskuläre Kontrolle eine große Rolle [11–14].

Läsionsspezifische Therapiestrategien

Skapholunäre Bandläsion

Der Verdacht auf eine SL-Bandruptur ergibt sich häufig bereits aus der primären Röntgenaufnahme, wenn eine Diastase von Os scaphoideum und Os lunatum festgestellt wird. Die Diagnose kann nichtinvasiv durch Faustschlussaufnahmen in Ulnarduktion oder mittels Magnetresonanztomographie (MRT) gesichert werden. Diese Bandrupturen sind jedoch besonders gut im Rahmen einer Handgelenksarthroskopie zu sehen. Dabei kann ihre Stabilität mit dem Tasthaken direkt überprüft und klassifiziert werden, was insbesondere für das SL-Band von erheblicher Bedeutung ist und die Wahl des geeigneten therapeutischen Verfahrens beeinflusst (■ Tab. 4, [2, 15, 16]). Entsprechend dem Stadium der SLD kann bei 1- und 2-gradigen Läsionen ggf. auf arthroskopisch gestützte thermoplastische („shrinking“) Verfahren zurückgegriffen

Trauma Berufskrankh 2015 · [Suppl 2]: 17:345–352 DOI 10.1007/s10039-015-0003-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

J. Frank · A.L. Sander · M. Lehnert · I. Marzi

Ligamentäre Verletzungen der Handwurzel

Zusammenfassung

Klinische Situation. Bei Verletzungen der Handwurzel finden sich im Wesentlichen zwei klinische Situationen: zum einen der Patient nach einem schweren Trauma, z. B. Absturz, Motorradsturz bzw. schwere Quetschverletzung, zum anderen der Patient, der sich im Extremfall gar nicht genau an den Unfallhergang erinnert.

Diagnostik. Im ersten Fall ist die Wahrscheinlichkeit einer Luxation und damit Bandruptur deutlich höher. Hier ist die Diagnostik und entsprechend die Behandlung der Bandrupturen wesentlich einfacher. Im zweiten Fall ist, nach genauer Ursachenevaluation in der Vorgeschichte, eine differenzierte klinische und apparative Diagnostik erforderlich, bevor überhaupt ein konservatives oder operatives Konzept angeboten werden kann. Die Kenntnis der typischen Verletzungsmechanismen und Läsionsmuster ist wesentlich für die Klärung unklarer Befunde.

Therapie. Neben der konservativen Therapie stehen je nach Lokalisation, Schweregrad und degenerativen Begleitsituationen zahlreiche operative Methoden zur Verfügung. Unter diesen muss entsprechend der persönlichen Erfahrung, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Literatur, ausgewählt werden.

Schlussfolgerung. Das Ausbleiben einer adäquaten Versorgung, z. B. mittels Bandstabilisierung, hat nicht selten einen zunehmenden Kollaps der Handwurzel mit Schmerzhaftigkeit, Belastungs- und Bewegungsstörungen zur Folge. Das Erkennen und Wiederherstellen der Bandstrukturen hat somit eine erhebliche Bedeutung.

Schlüsselwörter

Handgelenk · Handwurzelknochen · Luxation · Bänderverletzungen der Handwurzel · Gelenkinstabilität

Ligamentous injuries of the carpal bones

Abstract

Background. Lesions of the carpal bones are predominantly found in two clinical situations: in patients after severe trauma, e.g. falls from a significant level, motorcycle accidents and crushing injuries and after such a high impact it is very likely that luxation of carpal bones with ligament disruption will be sustained. At the other extreme, the patient might not even remember the injury to the hand or wrist.

Diagnosics. In the first case diagnostic measures are much easier and straightforward, followed by appropriate treatment. In the latter case after an exact evaluation of the cause in the patient history, differentiated clinical and instrumental diagnostics are necessary to investigate possible injury mechanisms before a conservative or surgical concept can even be offered. Knowledge of typical injury mechanisms and typical lesion pat-

terns are essential to clarify suspicious clinical presentations.

Therapy. Apart from conservative treatment, many operative options are available depending on the location, severity and pre-existing degenerative diseases. From all treatment options an appropriate choice must be made, taking personal experience and the available literature into account.

Conclusion. Failure to provide adequate treatment, e.g. ligament reconstruction and stabilization might result in a collapse of the carpal bones, is followed by continuous pain, reduced load bearing and movement. Therefore, the recognition and reconstruction of the ligamentous structures are essential.

Keywords

Wrist joint · Carpal bones · Dislocation · Ligaments · Joint instability

werden. Auch die in den oben erwähnten konservativ-therapeutischen Maßnahmen kommen zur Anwendung [14].

Im Falle 3- und 4-gradiger Läsionen, bei denen entweder der Tasthaken oder die Optik in den Gelenkspalt passt, sollte zumindest eine Kirschner-Draht-Transfixation zur anatomisch reponierten Ruhigstellung von mindestens 6, bes-

ser 8 Wochen erfolgen. Bei Grad 5 sollte, abhängig vom Bandverlust, neben der Transfixation eine Bandnaht oder -augmentation erfolgen [17, 18]. Im Fall einer chronischen bzw. veralteten Bandruptur ist bei intaktem Knorpel die Rekonstruktion sinnvoll. Hier kommen Kapselplastiken, Bandverstärkungen aus dem dorsalen interkarpalen Band und Sehnenplastik-

Abb. 1 ◀ Intraoperativer Befund einer skapholunären Bandläsion. **a** Vor Stabilisierung, **b** nach Stabilisierung mittels Sehnentransplantat, Reposition und Transfixation

ken oder auch Knochen-Band-Knochen-Transplantate zur Anwendung (Abb. 1, 2, 3), 19–24]). Unterbleibt bei Stabilitätsverlust die adäquate Versorgung, muss nach 5 bis 10 Jahren mit einer klinisch relevanten Handgelenksarthrose gerechnet werden. Diese wird nach SL-Bandruptur als SLAC-Wrist („scapholunate advanced collapse“) bezeichnet [6, 25–34]. Danach bleiben im günstigsten Fall noch Optionen wie die Entfernung der proximalen Handwurzelreihe oder Teilversteifungen [35, 36, 41].

Lunotriquetrale Dissoziation

Die LTD ist gekennzeichnet durch einen Verletzungsmechanismus mit Rotationskomponente. Sie kann aus einem Sturz auf die ausgestreckte Hand mit Radialduktion und mediokarpaler Pronation resultieren. Häufiger findet sich in diesem Bereich keine komplette interligamentäre Bandläsion, sondern lediglich ein kleiner dorsaler knöchernen Bandausriss, der in der seitlichen Röntgenaufnahme des Handgelenks erkennbar ist. Liegt jedoch die seltenere komplette Läsion vor, kann diese wie die SLD arthroskopisch gut klassifiziert werden. Im Röntgenbild finden sich folgende Zeichen: Stufe zwischen Os lunatum und Os triquetrum, Mondkonfiguration des Os lunatum, schmale Erscheinung des Os triquetrum in „low position“ und VISI-Fehlstellung mit geringer Extension des Os scaphoideum in Ulnarduktion. Die ulnaren Beschwerden der Patienten sind gekennzeichnet durch Schmerzen bei Ulnarduktion und Supination bei positivem LT-Ballotement-, LT-Kompressions- und LT-Shear-Test.

Bei höhergradigen Läsionen und bestehenden Beschwerden erfolgt therapeutisch entweder bei guter Knorpelsituation eine Bandnaht oder bei Verschleiß eine Bandplastik. Hier werden häufig transossär geführte Sehnenplastiken bevorzugt. Ein relativ gutes Verfahren, insbesondere bei Knorpelverschleiß, ist die lunotriquetrale Fusion. Nach Bandrekonstruktion ist oft eine Ruhigstellung von 6 bis 8 Wochen erforderlich, bei Fusionen je nach Konsolidierung 8 bis 10 Wochen. Ein optimaler Kraftaufbau ist meist erst nach 10 bis 12 Wochen möglich [18, 37].

Verletzungen des triangulären fibroartikulinären Komplexes

Die handchirurgischen Sprechstunden werden häufig von Patienten mit ellenseitigen Handgelenkschmerzen aufgesucht. Das häufig im Vorfeld durchgeführte MRT impliziert eine Ruptur bzw. degenerative Ruptur des TFC. Dabei darf nicht vergessen werden, dass es sich in dieser engen Region zum einen um einen Bandkomplex handelt und hier Läsionen um das Os triquetrum, Os hamatum, Os pisiforme (inkl. Arthrose) und das DRUG eine große Rolle spielen und die Veränderungen am TFC nur zufällig entdeckt und als Beschwerdeursache angeführt werden [38–41].

Besonders betroffen bei der eingangs erwähnten Nachuntersuchung nach Radiusfrakturen war der TFCC in 25 % der Fälle. Abrisse des Processus styloideus ulnae und damit ein potenzielles Risiko der DRUG-Instabilität fanden sich bei 60 % der Patienten [1, 4, 7, 42].

Trotz der zuvor angeratenen Vorsicht eignet sich die MRT, um den Weichteil-

anteil des TFC zu analysieren und Verletzungen von Normvarianten zu differenzieren. Bei unklarem Befund und anhaltender Klinik kann eine arthroskopische Klärung erfolgen [38–40]. Im Zusammenhang mit einer Radiusfraktur und ihrer operativen Versorgung sollte sowohl die Stabilität der Handwurzel als auch die des DRUG geprüft werden. Dies erfolgt durch Kontrolle in maximaler Pronation und Supination. Zum einen wird dabei eine übermäßige relative palmare Dislokation des Radius und zum anderen ein übermäßiges Abweichen des Radius nach dorsal kontrolliert. Findet sich ein solcher Befund, empfiehlt sich die operative Stabilisierung der relevanten Strukturen entweder durch eine Naht der beteiligten Bandanteile oder eine Fixation des abgerissenen Processus styloideus ulnae mittels Knochenanker, Schraube, Zuggurtung oder K-Draht [43, 44].

Neben dieser relativen Überbeweglichkeit zwischen Radius und Ulna nach palmar oder dorsal muss auch eine übermäßige Translation (>5 mm) ausgeschlossen werden, insbesondere eine Essex-Lopresti-Läsion bei gleichzeitigen Verletzungen des Ellenbogens (z. B. Radiushalsfraktur). Für die chronische Instabilität in diesem Bereich sind zahlreiche Methoden etabliert, inzwischen hat sich jedoch die anatomische Rekonstruktion der dorsalen bzw. palmaren Bandanteile mittels Sehnentransplantat durchgesetzt [45, 46]. Wird dies nicht beachtet und das DRUG nicht ausreichend stabilisiert, muss konsekutiv mit der Entwicklung einer Arthrose gerechnet werden. Dabei ist zu beachten, dass die DRUG-Arthrose häufiger ist als die Radiokarpalarthrose und der ulnare Handgelenkschmerz oft auftritt. Die

Abb. 2 ◀ Konventionelle Röntgenaufnahme einer skapholunären Bandläsion. **a** Präoperativ, **b** postoperativ

operative und konservative Therapie der häufigen PSU-Läsion gerade nach Radiusfraktur sind trotz höherer Pseudarthroserate gleich. Bei der Fraktur des Radius ist dessen Rekonstruktion der wichtigste Faktor, um das DRUG zu stabilisieren [47–50].

Karpale Instabilität ohne Dissoziation

Diese Form der Instabilität ist gekennzeichnet durch eine Bandläsion bzw. funktionelle Störung zwischen Radius und proximaler Reihe bzw. proximaler und distaler Reihe. Die Bandstrukturen zwischen den einzelnen Handwurzelknochen einer Reihe sind davon unberührt.

Eine radiokarpale Instabilität findet sich häufiger bei entzündlichen (z. B. rheumatoide Arthritis) oder angeborenen bzw. entwicklungsbedingten Deformitäten. Nach Verletzungen, Überlastungsschäden oder bei Hyperlaxizität ist die mediokarpale Instabilität im diagnostischen Szenario wesentlicher.

Mediokarpale Instabilität

Das Zusammenspiel der proximalen und distalen Handwurzelreihe ist gekennzeichnet durch die Tendenz der proximalen Reihe zur Flexion und Pronation. Dies wird wesentlich durch das triquetrohamatokapitäre (THC-)Band, das dorsale skaphotrapeziotrapezoidale (DSTT-)Band und das skaphokapitäre (SC-)Band verhindert, die die proximale mit der distalen Handwurzelreihe verbinden. Läsionen mit Laxizität dieser Bandstrukturen haben folglich zwei Konsequenzen. Erstens führt die Kraftübertragung zu einem Kollaps mit VISI-Deformität und einer asynchronen Bewegung der proximalen Reihe zwischen Extension und Flexion. Zweitens verspürt der Patient ab einem gewissen Grad von Ulnardeviation ein ggf. schmerzhaftes Klicken im Handgelenk. Dieser Bewegungsablauf ist einer der typischen Tests bei Verdacht auf mediokarpale Instabilität (Catch-up-clunk-Test). Aus der Literatur ist bekannt, dass sich 50 % der Patienten nicht an ein Trauma erinnern [11, 51–57].

Die Wahl der Therapie bei der MCI richtet sich nach der exakten Lokalisation

der Verletzung. Dabei findet sich eine anteriore MCI mit Läsion des THC-, STT- und SC-Bandes oder eine posteriore MCI mit Dysfunktion des palmaren radioskaphokapitären (RSC-)Bandes und meist Laxizität des dorsalen interkarpalen Bandes. Auch eine Kombination der Formen ist möglich und tritt meist bei Jugendlichen mit generell laxen Bandstrukturen auf.

Therapie. Im Vordergrund steht die unter den therapeutischen Grundlagen skizzierte konservative Therapie. Sollte diese versagen, muss entsprechend der Lokalisation eine geeignete operative Strategie gewählt werden. Bei der anterioren MCI kann bei lateraler Lokalisation im Bereich des STT-Gelenks eine Bandplastik mittels Sehne gemäß der Technik nach Brunelli u. Brunelli durchgeführt werden [22] oder bei Knorpelverlust eine STT-Arthrodese. Bei anteriomedialer Lokalisation empfiehlt sich die Sehnaugmentation des palmaren TCH- und dorsalen radiokarpalen Bandes [11]. Wie bei anderen anhaltenden Bandinstabilitäten kann auch eine Teilversteifung zwischen Os triquetrum und Os hamatum oder auch mediokarpal bzw. zwischen Radius und Os lunatum gewählt werden. Im Fall einer posterioren MCI wurde sehr oft der Verschluss des Poirier-Raums über einen erweiterten Karpaltunnelzugang propagiert. In letzter Zeit wird häufiger eine dorsale Kapsulodese empfohlen, um das dorsale interkarpale Band zu verstärken, [32]. Bei Versagen der Rekonstruktion erscheint die radiolunäre Fusion Erfolg versprechend. Dies gilt insbesondere auch für Läsionen aller Bereiche der erwähnten Bandstrukturen.

Komplexe karpale Instabilitäten

Außer bei der reinen radiokarpalen Luxation ohne Dissoziation sind bei der CCI sowohl die Handwurzelknochen innerhalb einer Reihe als auch die Strukturen zwischen den Reihen betroffen. Es werden dabei 5 Gruppen unterschieden:

- DPLD (kleiner Bogen)
- DPLFD (großer Bogen)
- PPLD
- AD
- ICBD

Abb. 3 ◀ Darstellung einer skapholunären Bandläsion mittels MRT. **a** T1-gewichtet, **b** T2-gewichtet, **c** sagittale Darstellung mit D1-SI-Deformität. D1-SI, „dorsal intercalated segment instability“

Die DPLFD und die DPLD haben gemeinsam, dass die Läsion um das Os lunatum herum liegt. Die DPLD ist eine reine Bandverletzung, bei der DPLFD sind ein oder mehrere Handwurzelknochen betroffen. Zusammen mit der PPLD gleichen sie sich pathophysiologisch und ihre Versorgung ist sehr ähnlich. Am besten erklärt sich der Läsionsmechanismus mit einem zunehmenden perilunären Instabilitätsgrad („progressive perilunate instability pattern“), der in mehrere Schritte unterteilt werden kann:

1. Extension der distalen Reihe mit Öffnung nach palmar (Poirier-Raum), Blockade des Os lunatum durch das RL-Band und Versagen des SL-Bandes
2. Dislokation der distalen Reihe und Blockade der Dorsaldislokation durch das RSC-Band
3. Persistierende Hyperextension mit Zug und Versagen des LT-Bandes
4. Zug des Os capitatum durch das RSC-Band in den radiokarpalen Raum mit palmarer Dislokation des Os lunatum

Dabei kann es zu isolierten Bandrupturen, isolierten Frakturen, aber auch zu Kombinationsverletzungen, wie eine Os scaphoideum-Fraktur mit SLD, kommen [52, 55, 58–61].

Wesentlich seltener sind die axiale Dislokation und die isolierte Karpalknochendislokation. Hier finden sich meist eine Crush-Verletzung bei der axialen und eine Kraftkonzentration über einem einzelnen Handwurzelknochen bei der Karpalknochendislokation. Über solche Dislokationen wird auch von allen Hand-

wurzelknochen in der Literatur berichtet. Überraschend ist, dass bis auf das Os lunatum bzw. Os scaphoideum solche Verletzungen gut toleriert werden.

Therapie. In der Literatur werden im Wesentlichen 3 Therapieoptionen nach Reposition der Handwurzel aufgeführt: die Gipsruhigstellung, die Ruhigstellung mit gedeckter K-Draht-Fixation und die offene Stabilisierung. Nach Reposition durch zunächst Dorsalextension unter Zug und dann Flexion mit Gegendruck von palmar auf das Os lunatum (Methode nach Tavernier [62]) sollte eine geschlossene Behandlung mit 12-wöchiger Ruhigstellung nur dann erfolgen, wenn eine exakte anatomische Stellung der Handwurzelknochen gegeben ist oder schwerwiegende medizinische Gründe gegen eine operative Intervention vorliegen. Auch die alleinige gedeckte Stabilisierung hat gezeigt, dass eine geschlossene exakte anatomische Reposition schwierig ist, weswegen die offenen Verfahren mit Bandrekonstruktion und ossärer Stabilisierung favorisiert werden. Als Zugang wird zunehmend eine Kombination aus dorsalem und palmarer Zugang gewählt [63–65]. Wesentlich ist zudem die Beseitigung von osteochondralen Fragmenten innerhalb der Gelenkflächen, jeder Bandrest sollte für die Rekonstruktion verwendet werden. Läsionen am Radius, z. B. Frakturen des Processus styloideus ulnae, sollten stabilisiert und Fragmente, auch kleinerer Art, eingepasst werden, um einer weiteren Destabilisierung der radiokarpalen Bänder entgegenzuwirken. Bei ausgeprägter Knorpelzerstörung kann eine Entfernung der proximalen Handwurzel-

reihe (PRC) angezeigt sein. Die Ruhigstellung nach solch einer Komplexverletzung beträgt meist 8 Wochen. Die Rehabilitation dauert sehr lange und eine berufliche Integration wird bei schwerer körperlicher Arbeit selten vor 6 Monaten, eher erst nach 12 Monaten, erreicht.

Komplikationen

Neben den typischen Komplikationen komplexer Luxationen, wie Sehnen-, Nerven- und Gefäßverletzungen sowie das Kompartmentsyndrom im Bereich der Hand und des Unterarms, stehen die Folgen bei unterbliebener Therapie bzw. Therapieversagern oder auch schicksalshafte Verläufe nach adäquater Versorgung im Vordergrund.

Im Bereich der Handwurzel geht die unzureichende Versorgung einer signifikanten Bandverletzung mit einer persistierenden Instabilität einher. Dies führt dann meist zu Schmerzen und Belastungsbeschwerden, die eine berufliche Reintegration verhindern können. Die Instabilität kann auch ein Trigger für ein komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS) sein, insbesondere bei Nervenirritation durch die Instabilität/Dislokation. Hier ist ellenseitig v. a. der N. ulnaris und im Bereich des Karpaltunnels der N. medianus gefährdet.

Auf Dauer ist dann ein karpaler Kollaps möglich, der im Verlauf zu einer Arthrose führt, die nicht selten Teilversteifungen und gar eine Handgelenksarthrodese zur Folge hat. Stressbelastungen durch Fehlstellung oder Instabilität, aber auch Komplexverletzungen nach korrekter und optimaler Versorgung können zu

Osteonekrosen im Bereich der Handwurzelknochen führen, die dann häufig ebenfalls nur mit Fusionen in diesem Bereich zu behandeln sind.

Begutachtung

Die Bandverletzungen im Bereich der Handwurzel können in der Beurteilung des Unfallzusammenhangs und Einschätzung der Folgezustände große Probleme bereiten. Dies steht im Gegensatz zu den Frakturen, die durch diagnostische Maßnahmen und klarere therapeutische Strategien besser eingeschätzt werden können. Die Bandverletzungen sind insbesondere dann eine Herausforderung, wenn in der Primärdiagnostik kein eindeutiger Nachweis der Läsion erbracht worden ist. Hier hilft das Wissen um den typischen Verletzungsmechanismus, wie z. B. die Rotationskomponente bei Läsionen des TFCC oder die hyperextendierte Hand beim Sturz mit SL-Verletzungen. Die MRT ist bei der posttraumatischen Diagnostik sehr hilfreich, da z. B. ein „bone bruise“ in der betroffenen Region Hinweise auf den Unfallzusammenhang geben kann. Gleichzeitig wirft sie bei der Beurteilung, ob es sich um eine frische Verletzung oder einen chronischen Schaden handelt, neue Fragen auf. Am Ende bleibt oft die arthroskopische Klärung das Mittel der Wahl, aber auch hier muss, da sie oft lange nach dem Unfall erfolgt, die Differenzierung zwischen chronischer Läsion und narbigen Veränderungen nach akuter Läsion mit Bedacht durchgeführt werden.

Fazit für die Praxis

- Die operative Therapie ligamentärer Läsionen mit und ohne Luxation stellt eine Herausforderung dar.
- Die Problematik ist bei den Komplexverletzungen durch die technisch schwierige Rekonstruktion aller beteiligten stabilisierenden Strukturen gekennzeichnet und erfordert ein hohes Maß an operativer Erfahrung im Handbereich.
- Es gilt, durch zügiges Handeln eine sichere Reposition zu erreichen, um weitere Komplikationen wie Sehnen- und Nervenschäden sowie Osteonekrosen zu vermeiden.

- Auf die Behandlung folgt eine lange Phase der Rehabilitation mit unsicherem Ausgang bezüglich Reintegration bei schwerer körperlicher Arbeit.
- Die weniger komplexen Läsionen bestechen durch die diagnostischen Fallstricke und erfordern ein dezidiertes Abwägen der konservativen Optionen gegenüber der gegebenen Erfolgsrate bei operativer Intervention.
- Besonders schwierig bleibt dabei die Differenzierung eines degenerativen Vorschadens oder einer anlagebedingten Bandlaxizität von einem tatsächlich unfallbedingten Bandschaden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. J. Frank

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Universitätsklinikum Frankfurt
Goethe-Universität, Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main
j.frank@trauma.uni-frankfurt.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. Frank, A.L. Sander, M. Lehnert und I. Marzi geben 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. Frank J, Pralle H, Lehnert M, Marzi I (2010) Begleitverletzungen distaler Radiusfrakturen. Unfallchirurg 113:796–803
2. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH et al (1996) Intra-articular soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg Am 78:357–365
3. Stoffelen D, De Mulder K, Broos P (1998) The clinical importance of carpal instabilities following distal radial fractures. J Hand Surg Br 23:512–516
4. Frank J, Kelm A, Marzi I (2013) Begleitverletzungen bei distaler Radiusfraktur. OP-Journal 28:234–239
5. Schneiders W, Amlang M, Rammelt S, Zwipp H (2005) Häufigkeit der traumatischen und chronischen skapholunären Bandläsion bei distaler Radiusfraktur. Differenziertes Behandlungsschema. Unfallchirurg 108:715–720
6. Tang JB, Shi D, Gu YQ, Zhang Q (1996) Can cast immobilization successfully treat scapholunate dissociation associated with distal radius fractures? J Hand Surg Am 21A:583–590

7. Uzdil T, Neumann W, Bauschke A, Winker KH (2001) Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen. Akt Traumatol 31:141–148
8. Gologan R, Ginter VM, Ising N et al (2014) Karpale Begleitleläsionen bei dislozierter distaler Radiusfraktur. Eine systematische Erfassung durch präoperative CT- und MRT-Untersuchung. Unfallchirurg 117:48–53
9. Gradl G, Pillukat T, Fuchsberger T et al (2013) The functional outcome of acute scapholunate ligament repair in patients with intraarticular distal radius fractures treated by internal fixation. Arch Orthop Trauma Surg 133:1281–1287
10. Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA, Hodge JC (1995) Analysis of carpal instability. I. Description of the scheme. J Hand Surg Am 20:757–764
11. Wright TW, Dobyns JH, Linscheid RL (1994) Carpal instability non-dissociative. J Hand Surg Br 19:763–773
12. Lichtman DM, Bruckner JD, Culp RW (1993) Palmar midcarpal instability: results of surgical reconstruction. J Hand Surg Am 18:307–315
13. Tomita K, Berger EJ, Berger RA et al (2007) Distribution of nerve endings in the human dorsal radiocarpal ligament. J Hand Surg Am 32:466–473
14. Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S, Ljung B-O (2007) Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. J Hand Surg Am 32:30–36
15. Messina JC, Overstraeten L van, Luchetti R et al (2013) The EWAS classification of scapholunate tears: an anatomical arthroscopic study. J Wrist Surg 02:105–109
16. Jotanovic Z, Halsey T, Saeed MZ et al (2014) EWAS wrist arthroscopy tour 2014. J Wrist Surg 3:216–217
17. Szabo RM (2008) Scapholunate ligament repair with capsulodesis reinforcement. J Hand Surg Am 33:1645–1654
18. Slutsky DJ, Trevare J (2014) Scapholunate and lunotriquetral injuries. Sports Med Arthrosc Rev 22:12–21
19. Weiss AP (1998) Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft. J Hand Surg Am 23:205–215
20. Cuénod P (1999) Osteoligamentoplasty and limited dorsal capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. Ann Chir Main Memb Super 18:38–53
21. Blatt G (1987) Capsulodesis in reconstructive hand surgery. Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and volar capsulodesis following excision of the distal ulna. Hand Clin 3:81–102
22. Brunelli GA, Brunelli GR (1995) A new surgical technique for carpal instability with scapho-lunar dislocation. (Eleven cases). Ann Chir Main Memb Super 14:207–213
23. Linscheid RL, Dobyns JH (1992) Treatment of scapholunate dissociation. Rotatory subluxation of the scaphoid. Hand Clin 8:645–652
24. Filan SL, Herbert TJ (1998) Herbert screw fixation for the treatment of scapholunate ligament rupture. Hand Surg 03:47–55
25. Sebald JR, Dobyns JH, Linscheid RL (1974) The natural history of collapse deformities of the wrist. Clin Orthop Relat Res 104:140–148
26. Camus EJ, Van Overstraeten L (2013) Dorsal scapholunate stabilization using Viegas' capsulodesis: 25 cases with 26 months-follow-up. Chir Main 32:393–402
27. Cha S-M, Shin H-D, Kim K-C (2013) Clinical and radiological outcomes of scaphoidectomy and 4-corner fusion in scapholunate advanced collapse at 5 and 10 years. Ann Plast Surg 71:166–169

28. Ebinger T, Hintringer W, Wachter K et al (2001) Die dorsale V-Bandplastik zur Therapie der posttraumatischen skapholunären Instabilität. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 33:401–407
29. Eichler K, Striebach C, Marzi I et al (2014) Operative Therapie bei skapholunären Bandverletzungen: klinische und radiologische Ergebnisse. *Orthopäde* 43:851–857
30. Ellanti P, Sisodia G, Al-Ajami A et al (2014) The modified Brunelli procedure for scapholunate instability: a single centre study. *Hand Surg* 19:39–42
31. Foo T-L, Lim B-H (2014) Early results of combined palmar-dorsal scapholunate ligament reconstruction. *Hand Surg* 19:33–38
32. Gajendran VK, Peterson B, Slater RR, Szabo RM (2007) Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am* 32:1323–1333
33. Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK (2006) Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. *J Hand Surg Am* 31:125–134
34. Kalb K, Blank S, Schoonhoven J van, Prommersberger K-J (2009) Stabilization of the scaphoid according to Brunelli as modified by Garcia-Elias, Lluch, and Stanley for the treatment of chronic scapholunate dissociation. *Orthop Traumatol* 21:429–441
35. Wollstein R, Watson HK (2005) Scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis for arthritis. *Hand Clin* 21:539–543
36. Luegmair M, Saffar P (2013) Scaphocapitate arthrodesis for treatment of scapholunate instability in manual workers. *J Hand Surg Am* 38:878–886
37. Obdeijn MC, Tuijthof GJM, van der Horst CMAM et al (2013) Trends in wrist arthroscopy. *J Wrist Surg* 2:239–246
38. Urbschat K, Frank J, Marzi I et al (1999) Wertigkeit der MRT in der Diagnostik posttraumatischer Handgelenksbeschwerden. *Zentralbl Chir* 124:977–983
39. Stanley JK, Hodgson SP, Royle SG (1994) An approach to the diagnosis of chronic wrist pain. *Ann Chir Main Memb Super* 13:202–205
40. Rose S, Frank J, Marzi I (1999) Diagnostische und therapeutische Bedeutung der Arthroskopie bei der distalen Radiusfraktur. *Zentralbl Chir* 124:984–992
41. Meier R, Schmitt R, Christopoulos G, Krimmer H (2003) TFCC-Läsionen. Wertigkeit der Arthro-MRT im Vergleich zur Handgelenkarthroskopie. *Unfallchirurg* 106:190–194. doi:10.1007/s00113-002-0505-5
42. Jeffries AO, Craigen MA, Stanley JK (1994) Wear patterns of the articular cartilage and triangular fibrocartilaginous complex of the wrist: a cadaveric study. *J Hand Surg Br* 19:306–309
43. Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P (2000) Peripheral tears of the triangular fibrocartilage complex cause distal radioulnar joint instability after distal radial fractures. *J Hand Surg Am* 25:464–468
44. Shinohara T, Tatebe M, Okui N et al (2013) Arthroscopically assisted repair of triangular fibrocartilage complex foveal tears. *J Hand Surg Am* 38:271–277
45. Schoonhoven J van, Prommersberger K-J, Lanz U (1999) The importance of the distal radioulnar joint for reconstructive procedures in the malunited distal radius fracture. *Orthopäde* 28:864–871. doi:10.1007/PL00003561
46. Lawler E, Adams BD (2007) Reconstruction for DRUJ instability. *Hand* 2:123–126
47. Buijze GA, Doornberg JN, Ham JS et al (2010) Surgical compared with conservative treatment for acute nondisplaced or minimally displaced scaphoid fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 92:1534–1544
48. Buijze GA, Ring D (2010) Clinical impact of United versus nonunited fractures of the proximal half of the ulnar styloid following volar plate fixation of the distal radius. *J Hand Surg Am* 35:223–227
49. Reichl M, Piatek S, Adolf D et al (2011) Unbehandelter Abriss des Processus styloideus ulnae: kein schlechteres Behandlungsergebnis bei distaler Radiusfraktur. *Unfallchirurg* 114:1099–1104
50. Zenke Y, Sakai A, Oshige T et al (2009) The effect of an associated ulnar styloid fracture on the outcome after fixation of a fracture of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 91:102–107
51. Wolfe SW, Garcia-Elias M, Kitay A (2012) Carpal instability nondissociative. *J Am Acad Orthop Surg* 20:575–585
52. Stanley JK, Trail IA (1994) Carpal instability. *J Bone Joint Surg Br* 76:691–700
53. Mouchet A, Belot J (1934) Poignet à ressaut: subluxation mediocarpie en avant. *Bull Mem Soc Nat Chir* 60:1243–1244
54. Sutor CJ (1946) Bilateral recurrent intercarpal subluxation. *Am J Surg* 72:110–113
55. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS (1972) Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am* 54:1612–1632
56. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR (1981) Ulnar midcarpal instability – clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg Am* 6:515–523
57. Taleisnik J, Watson HK (1984) Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am* 9:350–357
58. Camus E (2013) Carpal biomechanics: application to ligamentous injuries. In: Camus E, Overstraeten L van (eds) *Carpal ligament surgery*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 19–37
59. Herzberg G, Comtet JJ, Linscheid RL et al (1993) Perilunate dislocations and fracture-dislocations: a multicenter study. *J Hand Surg Am* 18:768–779
60. Mayfield JK (1980) Mechanism of carpal injuries. *Clin Orthop Relat Res* 149:45–54
61. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK (1980) Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. *J Hand Surg Am* 5:226–241
62. Green DP, O'Brien ET (1980) Classification and management of carpal dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 149:55–72
63. Blazar PE, Murray P (2001) Treatment of perilunate dislocations by combined dorsal and palmar approaches. *Tech Hand Up Extrem Surg* 5:2
64. Sotereanos DG, Mitsionis GJ, Giannakopoulos PN et al (1997) Perilunate dislocation and fracture dislocation: a critical analysis of the volar-dorsal approach. *J Hand Surg Am* 22:49–56
65. Trumble T, Verheyden J (2004) Treatment of isolated perilunate and lunare dislocations with combined dorsal and volar approach and intraosseous cerclage wire. *J Hand Surg Am* 29:412–417