

Redaktion

P. Biberthaler, München
T. Gössling, Braunschweig
T. Mittlmeier, Rostock



3 Punkte sammeln auf...

springermedizin.de/ eAkademie

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Als Zeitschriftenabonnent von Der Orthopäde oder Der Unfallchirurg können Sie kostenlos alle e.CMEs der beiden Zeitschriften nutzen: 24 e.CMEs pro Jahr. Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

K.-J. Prommersberger¹ · M. Mühldorfer-Fodor¹ · K. Kalb¹ · R. Schmitt² · J. van Schoonhoven¹

¹ Klinik für Handchirurgie, Rhön-Klinikum Bad Neustadt

² Abteilung für diagnostische und interventionelle Radiologie, Rhön-Klinikum Bad Neustadt

Die skapholunäre Bandverletzung

Zusammenfassung

Verletzungen des skapholunären Bandes sind die häufigste Ursache für eine karpale Instabilität. Entsprechend gilt: Bleibt eine skapholunäre Bandruptur unerkannt, kann dies für den betroffenen Patienten gravierende Auswirkungen haben. Im vorliegenden Beitrag werden die Anatomie des Bandes sowie die Kinematik der Handwurzel bei intaktem und zerrissenem Band beschrieben. Nach Erläuterung der Diagnostik sowohl der isolierten skapholunären Bandverletzung als auch der Bandverletzung im Rahmen einer distalen Radiusfraktur wird unser aktueller Behandlungsalgorithmus dargestellt, in welchem die verschiedenen Stadien der Verletzung gezielt adressiert werden.

Schlüsselwörter

Skaphoid · Lunatum · Bänder · SLAC („scapholunate advanced collapse“) · Kapsulodese

Zusatzmaterial online

Dieser Beitrag enthält 3 zusätzliche Videos. Videos 1 und 2 zeigen den Kahnbeinverschiebetest nach Watson in der Ansicht von palmar bzw. radial, Video 3 den arthroskopischen Nachweis der Komplettruptur des Bandes.

Dieses Supplemental finden Sie unter dx.doi.org/10.1007/s00113-014-2621-4.

Ein SLAC macht nicht selten eine mediokarpale Teilversteifung des Handgelenks erforderlich

Das skapholunäre Band ist reich innerviert

Der dorsale Bandanteil spielt für die Erhaltung der karpalen Stabilität eine wichtige Rolle

Lernziele

Nach Lektüre dieses Beitrags

- sind Sie in der Lage, Hinweise für eine skapholunäre Bandverletzung zu erkennen,
- können Sie eine situationsadäquate Diagnostik durchführen bzw. veranlassen,
- wissen Sie, wie eine stadiengerechte Therapie gestaltet sein kann,
- kennen Sie die Folgen einer übersehenen skapholunären Bandverletzung und ihre Behandlungsmöglichkeiten.

Hintergrund

Die **Ruptur des skapholunären Bandes** ist weder immer einfach zu erkennen noch stets befriedigend zu behandeln, andererseits hat sie u. U. für den betroffenen Patienten gravierende Konsequenzen. So mussten 280 der 594 mediokarpalen Teilversteifungen des Handgelenks, die zwischen 1992 und 2001 an der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt durchgeführt wurden, aufgrund eines SLAC („scapholunate advanced collapse“), also einer fortgeschrittenen Handwurzelarthrose infolge einer **skapholunären Dissoziation** (SLD), vorgenommen werden [1]. Im vorliegenden Beitrag wird unser aktuelles Vorgehen in der Diagnostik und Therapie der skapholunären Bandverletzung beschrieben. Unsere Vorgehensweise ist nicht unveränderbar, jedoch für den Moment bewährt.

Anatomie, Bio- und Pathomechanik

Das skapholunäre Band ist die intrinsische Bandverbindung zwischen Kahn- und Mondbein und gehört zur tiefen Schicht der karpalen Bandsysteme. Es ist reich innerviert und trägt wesentlich zur karpalen Propriozeption und damit zur dynamischen Stabilisation des Handgelenks bei [2]. Es spannt sich von der ulnaren Seite des proximalen Kahnbeinpols schräg zur radialen Seitenfläche des Mondbeins und lässt sich in 3 Abschnitte untergliedern [3]:

- Der dorsale Bandanteil ist mit einer Dicke von 3 mm, kurzen quer verlaufenden Fasern und Haltekräften von 260 ± 118 N am kräftigsten. Er ist für die Erhaltung der karpalen Stabilität von entscheidender Bedeutung [4].
- Der mittlere (proximale) Teil enthält Faserknorpel. Er ist mit einer Haltekraft von 63 ± 32 N am schwächsten.
- Palmar ist das Band mit 1 mm wieder etwas dicker und besteht aus schräg verlaufenden kollagenen Fasern, die Kräfte bis 118 ± 21 N standhalten.

Da das Lunatum palmar breiter ist als dorsal, tendiert es dazu, nach palmar aus dem Karpus herauszugleiten und sich somit in Extension zu stellen [DISI-Fehlstellung (DISI: „dorsal intercalated segment instability“)]. Verstärkt wird dies durch die Neigung der Speichengelenkfläche nach palmar und die nicht achsensymmetrische Lage von Radius und Kapitatum. Bedingt durch seinen schrägen Einbau in die Handwurzel mit Lage des distalen Kahnbeinpols palmar des proximalen Pols und den zusätz-

Scapholunate lesions

Abstract

Injuries to the scapholunate ligament are the most frequent cause of carpal instability. Therefore, if a scapholunate lesion is not diagnosed, it may result in a severe dysfunction of the wrist. This review describes the anatomy, and the kinematics of the wrist with an intact as well as a disrupted scapholunate ligament. The diagnostic of an isolated ligament lesion and a ligament injury associated with a fracture of the distal radius is presented. Finally, an algorithm for treatment based on the stage of injury is proposed.

Keywords

Scaphoid bone · Lunate bone · Ligaments · SLAC (scapholunate advanced collapse) · Capsulodesis



Abb. 1 ▲ Chauffeurfraktur des distalen Radius, **a** a.-p. Röntgenbild mit nicht erweitertem SL-Spalt und geringfügig verkürzt wirkendem Kahnbein, **b** seitliche Röntgenaufnahme mit deutlicher DISI-Stellung des Mondbeins bei flektiertem Kahnbein und dadurch vergrößertem SL-Winkel als Hinweis auf eine SLD, **c** kontrastmittelverstärkte MRT 4 Monate nach dem Unfall: eindeutig erkennbare Ruptur des SL-Bandes, ehemalige Radiusfraktur als „bone bruise“ imponierend, kein „bone bruise“ an Skaphoid und Lunatum, **d** bei SLD Grad III mit nicht mehr nähbarem SL-Band, jedoch reponiblen Karpalia und intakten Knorpelverhältnissen Durchführung einer Three-Ligament-Tenodese mit Sicherung mittels Transfixation von Skaphoid und Lunatum sowie Skaphoid und Kapitatum für 8 Wochen, **e, f** nach Entfernung der Kirschner-Drähte gut aufgerichtetes Kahnbein, Mondbein aufgrund teils der Handgelenkextension, teils einer ungenügenden Reposition etwas extendiert, *DISI*, „dorsal intercalated segment instability“, *MRT* Magnetresonanztomografie, *SL* skapholunär, *SLD* skapholunäre Dissoziation

lichen Druck von Trapezium und Trapezoideum auf den distalen Pol wird das Kahnbein flektiert. Ist das skapholunäre Band intakt, sind Kahn- und Mondbein aneinander gekoppelt und ihre entgegengesetzten Bewegungstendenzen werden aufgehoben. Zerreißt das skapholunäre Band, wird die Koppelung beider Knochen aufgehoben, und sie können ihrer Eigenbewegung folgen. Das Mondbein rutscht nach palmar und rotiert in die Extension (**DISI-Stellung**), das Kahnbein flektiert (■ **Abb. 1**). Beides vergrößert den skapholunären Winkel. Wie stark das Kahnbein flektiert, hängt davon ab, ob auch sekundäre Stabilisatoren, insbesondere die kurzen, straffen palmaren Bänder des STT-Gelenks (Gelenk zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum) verletzt sind. Die DISI-Fehlstellung des Mondbeins findet man signifikant häufiger beim Typ-I- als beim Typ-II-Lunatum mit einer separaten Gelenkfläche zum Hamatum [5].

Die Hauptbewegungsachse des Handgelenks entspricht derjenigen der „dart-throwing motion“ (DTM), einer kombinierten Bewegung aus der Radialduktion-Extension in die Ulnarduktion-Flexion. Im Wesentlichen kommt es hierbei zu einer **Rotation im Mediokarpalgelenk**, wohingegen die proximale Handwurzelreihe unter nahezu identischer, minimaler Positionsänderung von Skaphoid und Lunatum nur geringfügig in der koronalen Ebene rotiert [6]. Bei intaktem skapholunärem Band

Zerreißt das skapholunäre Band, wird die Koppelung von Kahn- und Mondbein aufgehoben, und sie können ihrer Eigenbewegung folgen

Die Hauptbewegungsachse des Handgelenks entspricht derjenigen der „dart-throwing motion“

Bei SL-Band-Komplett ruptur nähert sich das Kahnbein dem Radiusstyloid an, und der proximale Kahnbeinpol bewegt sich nach dorsal

Typischerweise beginnen die degenerativen Veränderungen am Radiusstyloid und schreiten sukzessive nach proximal fort

Bis zur Entwicklung des Vollbildes des karpalen Kollapses dauert es 10 bis 20 Jahre

Begleitende Verletzungen des skapholunären Bandes werden im Rahmen distaler Radiusfrakturen häufig beobachtet

Auch degenerative Veränderungen bei rheumatischen Erkrankungen, Gicht und Chondrokalzinose spielen bei der SLD-Entstehung eine Rolle

steht entsprechend der proximale Kahnbeinpol aufgrund der Koppelung beider Knochen unabhängig von der Stellung des Handgelenks zu jedem Zeitpunkt in der **Fossa scaphoidea** des Radius zentriert.

Bei Komplett ruptur des SL-Bandes verändert das Mondbein seine Position während der DTM kaum, während sich der proximale Kahnbeinpol verstärkt Richtung Radiusstyloid bewegt. Hierdurch weichen Skaphoid und Lunatum auseinander. Der größte Abstand zwischen den beiden Karpalia wird kurz vor Erreichen der maximalen Ulnar duktion-Flexion beobachtet [6]. Neben der Annäherung des Kahnbeins an den Griffelfortsatz der Speiche transloziert der proximale Kahnbeinpol nach dorsal und rutscht über die dorsale Radiuslippe.

Beide Mechanismen – sowohl die unphysiologische Annäherung des Kahnbeins an das Radiusstyloid als auch die Dorsalwanderung des proximalen Kahnbeinpol – verursachen eine Schädigung des Knorpels am Kahnbein und am Radius. Typischerweise beginnen die degenerativen Veränderungen am Radiusstyloid [**Schliffarthrose**, Stadium I des SLAC (SLAC Grad I)] und schreiten sukzessive nach proximal fort, um schließlich die gesamte Fossa scaphoidea zu umfassen (SLAC Grad II). In diesem Punkt unterscheidet sich der karpale Kollaps bei Kahnbein pseudarthrose [SNAC („scaphoid nonunion advanced collapse“)] von dem bei SLD. Denn beim SNAC endet die Arthrose in der Regel auf Höhe des Pseudarthrosenspalts des Kahnbeins und betrifft nicht die gesamte Fossa scaphoidea. Sowohl beim SLAC als auch beim SNAC springt die Arthrose im weiteren Verlauf, bedingt durch die vermehrte Druckbelastung des Mondbeinhinterhorns durch den Kapitatumkopf bei DISI-Fehlstellung des Mondbeins, in das Mediokarpalgelenk (SLAC Grad III). Beschleunigt wird dies im Falle des SLAC durch das Tiefertreten des Kapitatumkopfs zwischen Kahn- und Mondbein aufgrund des Auseinanderweichens beider Knochen. Bis zur Entwicklung des Vollbildes des karpalen Kollapses dauert es 10 bis 20 Jahre. Für lange Zeit bleiben **Fossa lunata** und die proximale Gelenkfläche des Lunatums unversehrt, was Voraussetzung für eine mediokarpale Teilversteifung ist.

Unfallmechanismen und Inzidenz

Sturzereignisse und **erhebliche Verdrehtraumen**, z. B. das Verdrehen des Handgelenks beim Festfressen einer Bohrmaschine, sind als geeignet anerkannt, eine **Zerrei ßung des SL-Bandes** zu verursachen.

Die Inzidenz der isolierten skapholunären Bandruptur ist nicht bekannt. Mayfield et al. [7] konnten zeigen, dass jede perilunäre Luxation bzw. Lunatumluxation mit der Zerrei ßung des SL-Bandes beginnt. Begleitende Verletzungen des skapholunären Bandes werden im Rahmen distaler Radiusfrakturen häufig beobachtet. So konnten Forward et al. [8] mittels Arthroskopie bei 51 distalen Radiusfrakturen 10 klinisch relevante hochgradige Teil- oder Komplett rupturen und 34 klinisch unbedeutende Teilrupturen und Einblutungen in das Band beobachten. Im eigenen Patientengut fanden sich bei der CT-Arthrografie (CT: Computertomografie) von 233 intraartikulären Frakturen des distalen Radius 65-mal Läsionen des dorsalen, 52-mal des mittleren und 23-mal des palmaren Bandabschnitts. Der für die Stabilität entscheidende dorsale Bandabschnitt wies 20 Komplett rupturen auf.

Bei 41 Frakturen des Kahnbeins im mittleren Drittel konnten Jørgsholm et al. [9] arthroskopisch 29 zusätzliche Verletzungen des skapholunären Bandes, davon 10 Komplett rupturen nachweisen, wobei sich kein signifikanter Unterschied zwischen dislozierten und undislozierten Frakturen zeigte. Passend dazu fanden Strobel et al. [10] bei MRT-Untersuchungen von 20 Patienten mit operativ versorgter transskaphoidaler perilunärer Luxationsfraktur durchschnittlich 67 Monate postoperativ 5 Komplett- und 2 Teilrupturen des SL-Bandes [10]. Diese hohe Koinzidenz von Kahnbeinfraktur und SLD kann unsererseits nicht bestätigt werden, obwohl wir regelmäßig Kahnbeinfrakturen des mittleren und proximalen Drittels schraubenosteosynthetisch von dorsal stabilisieren.

Neben der traumatischen Genese spielen degenerative Veränderungen im Rahmen rheumatischer Erkrankungen, der Gicht und Chondrokalzinose bei der Entstehung einer SLD eine Rolle. Entsprechend sind solche Erkrankungen im Rahmen von Zusammenhangsgutachten stets als mögliche Ursache zu diskutieren. Die von amerikanischen Kollegen oft postulierte altersbedingte Degeneration des SL-Bandes mit Rupturen bis 50% ab dem 65. Lebensjahr kann unsererseits nicht nachvollzogen werden.

Diagnostik

Beschwerden und klinisches Erscheinungsbild

Die Beschwerden bei einer frischen skapholunären Bandverletzung sind oft gering und von kurzer Dauer, was die hohe Zahl von Diagnosestellungen zu einem Zeitpunkt erklärt, zu dem die Bandnaht nicht mehr möglich und/oder nicht mehr sinnvoll ist. Umso mehr gilt es, bei jeder Distorsion des Handgelenks an eine SL-Band-Läsion zu denken, insbesondere wenn sich neben einer Schwellung dorsal über dem skapholunären Gelenk ein **lokaler Druckschmerz** auslösen lässt. Ein positiver Kahnbeinverschiebetest gilt als nahezu pathognomonisch [11]. Falsch-positiv kann er bei allgemeiner Hyperlaxizität des Bandapparats ausfallen.

Kahnbeinverschiebetest nach Watson. Der Untersucher sitzt vor dem Patienten, dessen verletzter Arm mit dem Ellenbogen auf dem Untersuchungstisch aufsteht, wobei der Unterarm in Neutralstellung zur Decke weist. Das verletzte Handgelenk findet sich in Ulnarduktion und leichter Extension und wird von der einen Hand des Untersuchers in Radialduktion und leichte Flexion gebracht (*Zusatzmaterial online: Video 1 und 2*). Während dieser Bewegung fixiert der Untersucher den proximalen Kahnbeinpol des Patienten zwischen seinem Zeigefinger und Daumen. Bei rupturiertem SL-Band schnappt der proximale Kahnbeinpol in Radialduktion-Flexion nach dorsal, was der Untersucher tastet und der Patient oft als derart schmerzhaft empfindet, dass er bei einer erneuten Untersuchung kräftig gegenspannt, um das Schnappen zu verhindern. Nicht selten geht dieses mit einem hörbaren Klickgeräusch einher.

Nicht alle, jedoch viele Patienten, bei denen nach der akuten Phase Beschwerden über Wochen und Monate persistieren, berichten als Ausdruck der Instabilität, ihr Handgelenk würde sich verhalten und/oder bei Belastung nachgeben. Häufiger ist jedoch, dass einige Tage nach dem Unfallereignis keine oder kaum noch Beschwerden bestehen. Nach Jahren kommt es dann – nicht selten nach einem erneuten Trauma – zu einer radiodorsalen Schwellung am Handgelenk, die mit zunehmenden, anfangs belastungsabhängigen, dann auch in Ruhe auftretenden Schmerzen einhergeht. Die radiodorsale Schwellung sollte nicht als Handgelenkganglion fehlinterpretiert werden. Ebenso wenig darf das jüngste Unfallereignis bei radiologisch eindeutigen Zeichen für einen karpalen Kollaps in diesen Fällen als ursächlich gewertet werden, auch wenn der Patient noch so sehr beteuert, er habe bis dato keine Beschwerden gehabt und könne sich an keinen Jahre zurückliegenden Unfall erinnern.

Bildgebung

Ergibt die klinische Untersuchung den Verdacht auf eine Läsion des SL-Bandes, gilt es diese mittels Bildgebung entweder zu verifizieren oder sicher auszuschließen.

Projektionsradiografie

Die Basisdiagnostik umfasst stets **Röntgenaufnahmen** des Handgelenks in 2 Ebenen, ggf. ergänzt durch **dorsopalmare Stressaufnahmen** in maximaler Ulnarduktion sowie in Neutralstellung des Handgelenks beim Zusammenpressen eines Balls (Ballaufnahme; **Abb. 2**). Bei uns bewährte es sich, die Stressaufnahmen im Seitenvergleich zu fertigen. Liegt eine Komplettruptur des SL-Bandes mit gleichzeitiger Schädigung sekundärer Stabilisatoren vor (SLD Grad III), finden sich bereits auf den Röntgenaufnahmen unter Ruhebedingungen charakteristische Hinweise (**statische Instabilität**):

- Verkipfung des Mondbeins in die DISI-Stellung in der Seitenaufnahme,
- vergrößerter skapholunärer Winkel (normal $<60^\circ$) in der Seitenaufnahme,
- Unterbrechung des proximalen Karpalbogens zwischen Kahn- und Mondbein in der dorsopalmaren Aufnahme,
- Erweiterung des skapholunären Spalts in der dorsopalmaren Aufnahme und
- Ringschatten des Kahnbeins in der dorsopalmaren Aufnahme.

Geben die Röntgenaufnahmen in Ruhe keinen Hinweis auf eine SLD, obwohl die Stressaufnahmen die charakteristischen Zeichen hierfür bieten, liegen eine SLD Grad II und eine **dynamische Instabilität** vor. Auch in diesen Fällen ist das Band vollständig gerissen, die sekundären Stabilisatoren sind jedoch intakt. Bei niedergradigen Teilrupturen finden sich sowohl auf den Röntgenaufnahmen in

Bei jeder Distorsion des Handgelenks ist an eine SL-Band-Läsion zu denken

Ein positiver Kahnbeinverschiebetest gilt als nahezu pathognomonisch für eine SL-Band-Läsion

Bei rupturiertem SL-Band schnappt der proximale Kahnbeinpol im Kahnbeinverschiebetest in Radialduktion-Flexion nach dorsal

Die häufig erst Jahre nach dem schädigenden Ereignis auftretende radiodorsale Schwellung sollte nicht als Handgelenkganglion fehlinterpretiert werden

Bei einer SLD Grad III finden sich bereits auf den Röntgenaufnahmen unter Ruhebedingungen charakteristische Hinweise



Abb. 2 ◀ **a** a.-p. Aufnahme des Handgelenks mit unauffälligen Gelenkverhältnissen, **b** unter Belastung mit einem Ballon deutliche Aufweitung des skapholunären Spalts als Ausdruck einer dynamischen skapholunären Dissoziation

Die Diagnose SLD Grad I kann letztlich nur anhand einer weitergehenden Diagnostik gestellt werden

Ruhe als auch auf den Stressaufnahmen unauffällige Befunde. Die Diagnose SLD Grad I kann letztlich nur anhand einer weitergehenden Diagnostik mittels MRT, MR- oder CT-Arthrografie und Arthroskopie gestellt werden.

Finden sich auf den Röntgenaufnahmen in Ruhe bereits Zeichen für einen karpalen Kollaps, bedarf es nicht der Stressaufnahmen. Die Degeneration infolge einer SLD beginnt am Radiusstyloid (SLAC Grad I), breitet sich nach proximal aus, um schließlich die gesamte Fossa scaphoidea einzunehmen (SLAC Grad II), wobei sich das Kahnbein tief in die Speiche eingraben kann, und erfassen im weiteren Verlauf das Mediokarpalgelenk (SLAC Grad III). Finden sich auch degenerative Veränderungen proximal am Mondbein oder/und in der Fossa lunata, liegt ein SLAC Grad IV vor.

Kinematografie

Dynamische Formen der skapholunären Dissoziation (SLD Grad II) können in der kinematografischen Bewegungsanalyse zuverlässig detektiert werden. In der digitalen Aufzeichnung ist eine Bildfrequenz von **mindestens 15 Bildern/s** Voraussetzung, um passagere Gefügestörungen zwischen Kahn- und Mondbein sicher erfassen zu können. Während der Radial- und Ulnarduktion in dorso-palmarer sowie der Flexion und Extension in seitlicher Ansicht stellt sich die skapholunäre Fehlstellung dynamisch nur in einem Bruchteil einer Sekunde dar. Die Bewegungsszenen werden im PACS („picture archiving and communication system“) aufgezeichnet.

Vorteile der Kinematografie sind ihre einfache Durchführbarkeit und die ubiquitäre Verfügbarkeit von Durchleuchtungsgeräten.

Sonografie

Mit hochfrequenten Schallköpfen (10–20 MHz) kann der dorsale Abschnitt des SL-Bandes aufgrund des kurzen Zugangswegs in 90% der Handgelenke dargestellt werden, allerdings beweist eine fehlende Banddarstellung nicht sicher eine Bandruptur. Aufgrund dieser Limitationen spielt die Sonografie in der Diagnostik der SLD bislang keine Rolle.

Arthrografie

Arthrografisch sind Defekte am SL-Band anhand eines interkompartimentalen Kontrastmittelübertritts zwar sehr sensitiv nachweisbar, aufgrund des Projektionscharakters ist jedoch keine Aussage zur Lokalisation des Defekts an den Bandsegmenten möglich. Die Arthrografie sollte deshalb nur in Kombination mit einer nachfolgenden MRT (als MR-Arthrografie) oder CT (als CT-Arthrografie) zur Anwendung kommen. Dabei ist die **Zweikompartimentarthrografie** mit Kontrastfüllung der radio- und mediokarpalen Kompartimente vor der nachfolgenden MRT bzw. CT zur Beurteilung ausreichend.

Vorteile der Kinematografie sind ihre einfache Durchführbarkeit und die ubiquitäre Verfügbarkeit von Durchleuchtungsgeräten

Die Sonografie spielt in der Diagnostik der SLD bislang keine Rolle

Die Arthrografie sollte nur in Form einer MR- oder CT-Arthrografie zur Anwendung kommen

Tab. 1 Geissler-Klassifikation von SL- und LT-Band-Schäden. (Nach [13])

Grad 1	Dehnung oder Blutimbtion interossärer Bänder, sichtbar von radiokarpal Keine Inkongruenz im karpalen Gefüge von mediokarpal sichtbar
Grad 2	Dehnung oder Blutimbtion interossärer Bänder, sichtbar von radiokarpal Inkongruenz oder Stufenbildung zwischen den Karpalia, sichtbar von mediokarpal Minimale Lückenbildung zwischen den Karpalia, kleiner als der Tasthaken
Grad 3	Inkongruenz und Auseinanderweichen der Karpalia, sichtbar von radio- und mediokarpal Tasthaken kann in den Spalt zwischen die Karpalia eingebracht werden und diesen – im Gegensatz zur 2,7-mm-Optik – passieren.
Grad 4	Inkongruenz und Auseinanderweichen der Karpalia, von radio- und mediokarpal zu sehen Deutlich erweiterte Lücke zwischen den Karpalia, für 2,7-mm-Optik passierbar

LT lunotriquetral, SL skapholunär

Tab. 2 Stadien der skapholunären Instabilität

I	Teilrupturen des SL-Bandes ohne Fehlstellungen
II	Dynamische Instabilität
III	Statische Instabilität mit erweitertem SL-Spalt und Rotationsfehlstellung des Kahnbeins
IV	Statische Instabilität mit zusätzlicher DISI-Fehlstellung des Mondbeins
V	„SLAC wrist“

DISI „dorsal intercalated segment instability“,
SL skapholunär, SLAC „scapholunate advanced collapse“

Computertomografie

Die CT ohne vorherige Arthrografie ist in frühen Instabilitätsstadien nicht indiziert. In den späten Stadien ist sie die Methode der Wahl, wenn arthrotische Veränderungen in den radioskaphoidalen oder mediokarpalen Gelenkkompartimenten nachgewiesen oder ausgeschlossen werden sollen, da sie diesbezüglich der Projektionsradiografie überlegen ist. Am Handgelenk erlangte die CT-Arthrografie einen hohen diagnostischen Stellenwert und erzielt hier der MR-Arthrografie vergleichbare Resultate (Genauigkeit um 95%).

Magnetresonanztomografie (MRT)

In nativer MRT-Technik können Bandrupturen nur anhand des T2-Kontrasteffekts direkt visualisiert werden, wenn die Rupturstelle von einem signalreichen Gelenkerguss umgeben ist. Die Nachweisrate von SL-Band-Rupturen bei nichtstatischen Dissoziationen beträgt lediglich 55% gegenüber der Arthroskopie als Referenzstandard.

Bei der kontrastverstärkten MRT beobachtet man in einem Zeitraum bis 6 Monate posttraumatisch an der Rissstelle des SL-Bandes eine fokale Gadoliniumanreicherung in fettsaturierten T1-FSE-Sequenzen (FSE: „fast spin echo“). Durch die i.v. Gadoliniumgabe kann die Nachweisrate von SL-Band-Rupturen auf etwa 90% gesteigert werden.

Die **intraartikuläre Kontrastmittelgabe** von verdünntem Gadolinium hat bei der direkten MR-Arthrografie 2 Effekte: Zum einen führt das eingebrachte Volumen zur Distension der intrinsischen Ligamente vom umgebenden hyalinen Gelenkknorpel und damit zu einer besseren Abgrenzbarkeit, zum anderen steigert das Gadolinium durch Verkürzung der T1-Zeit den Kontrast um das SL-Ligament. Im Vergleich zur Arthroskopie weist die direkte MR-Arthrografie eine Sensitivität und Spezifität von jeweils mehr als 95% auf.

Ein Vorteil der MRT ist neben der direkten Beurteilung des SL-Bandes die Möglichkeit des Nachweises von Begleitverletzungen wie Knochenkontusionen (Knochenmarködem bzw. „bone bruise“). Findet sich ein „bone bruise“ an Skaphoid und/oder Lunatum, spricht dies für eine frische Verletzung, das Fehlen jedoch nicht dagegen. Der klinische Alltag zeigt leider, dass die Voraussetzungen für eine aussagekräftige MRT-Untersuchung des SL-Bandes (Verwendung einer Handgelenkspule, mindestens i.v. Kontrastmittelgabe) oft nicht eingehalten werden [12].

Ein Vorteil der MRT ist neben der direkten Beurteilung des SL-Bandes die Möglichkeit des Nachweises von Begleitverletzungen wie Knochenkontusionen (Knochenmarködem bzw. „bone bruise“). Findet sich ein „bone bruise“ an Skaphoid und/oder Lunatum, spricht dies für eine frische Verletzung, das Fehlen jedoch nicht dagegen. Der klinische Alltag zeigt leider, dass die Voraussetzungen für eine aussagekräftige MRT-Untersuchung des SL-Bandes (Verwendung einer Handgelenkspule, mindestens i.v. Kontrastmittelgabe) oft nicht eingehalten werden [12].

Arthroskopie

Die Handgelenkarthroskopie gilt weiterhin als **Goldstandard** in der Diagnostik der SL-Band-Läsion, auch wenn sie gegenüber der MRT die Nachteile eines invasiven Verfahrens wie das Risiko der Infektion und Sehnenverletzung sowie Gefahren seitens der Anästhesie aufweist. Sie ist sowohl zur Abklärung frischer als auch veralteter Verletzungen indiziert. Bei frischen Verletzungen kann neben der reinen Diagnosestellung zusätzlich eingeschätzt werden, ob das Band bei einer Komplettruptur noch nährbar ist. Des Weiteren kann bei einer Teilruptur, sofern notwendig, ein Débridement erfolgen. Bei veralteten Verletzungen gilt es abzuklären, ob bereits degenerative Veränderungen bestehen.

In den späten Stadien ist die CT die Methode der Wahl

Im Vergleich zur Arthroskopie weist die direkte MR-Arthrografie eine Sensitivität und Spezifität von jeweils mehr als 95% auf

Findet sich ein „bone bruise“ an Skaphoid und/oder Lunatum, spricht dies für eine frische Verletzung, ihr Fehlen jedoch nicht dagegen

Die Arthroskopie ist sowohl zur Abklärung frischer als auch veralteter Verletzungen indiziert

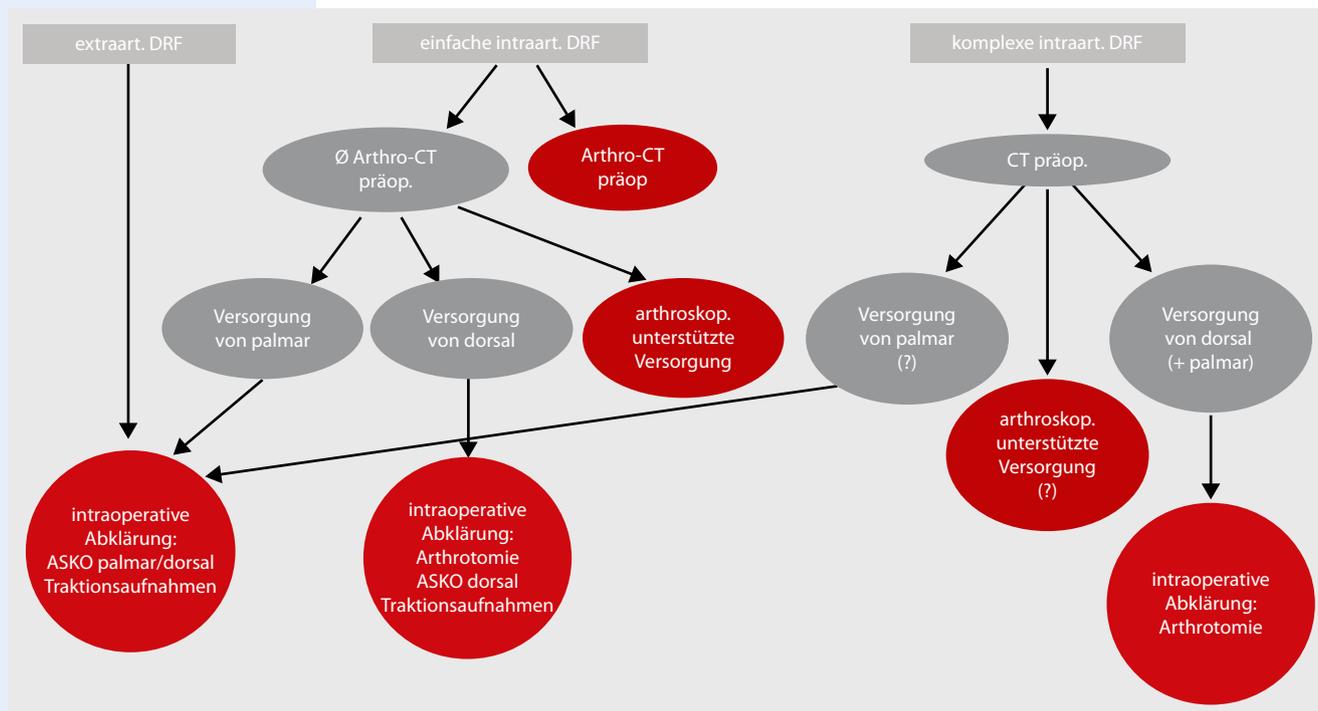


Abb. 3 ▲ Diagnostischer Algorithmus der Abklärung des Status des skapholunären Bandes bei operationsbedürftiger distaler Radiusfraktur (DRF), ASKO Arthroskopie, arthroskop. arthroskopisch, CT Computertomografie, extraart. extraartikulär, intraart. intraartikulär, präop. präoperativ

Die Arthroskopie wird, sofern keine Radiusfraktur vorliegt, im Aushang mit Gas als Arthroskopiemedium durchgeführt

Verletzungen des SL-Bandes werden entsprechend der 4-stufigen Einteilung von Geissler beurteilt

Die Arthroskopie führen wir, sofern keine Radiusfraktur vorliegt, im Aushang mit Gas als Arthroskopiemedium durch. Stets werden sowohl das Radio- als auch das Mediokarpalgelenk inspiziert. Radiokarpal wird das Arthroskop durch das 3/4-, der **zwingend notwendige Tasthaken** durch das 4/5- oder 6R-Portal eingebracht; mediokarpal verwenden wir das radiale Portal für das Arthroskop und das ulnare für den Tasthaken. Erfolgt ein Débridement mit dem Shaver, wird zu **Ringer-Lösung** als Arthroskopiemedium gewechselt.

Die Verletzungen des SL-Bandes werden entsprechend der 4-stufigen Einteilung von Geissler et al. [13] beurteilt (■ **Tab. 1**). Kann man mit dem Arthroskop von radiokarpal den SL-Spalt nach mediokarpal passieren und auf den Kapitatumkopf schauen, gilt dies als Beweis für eine Komplettruptur des Bandes (Geissler IV, s. *Zusatzmaterial online: Video 3*). Liegt lediglich eine Teilruptur vor, gilt es zwingend abzuklären, ob der dorsale, stabilitätsgebende Anteil vollständig zerrissen ist (Geissler III) oder nicht (Geissler II). Lässt sich der Tasthaken, jedoch nicht die 2,7-mm-Optik, zwischen Skaphoid und Lunatum einbringen und drehen und kommt es nach Entfernung des Gewichts zur Distraction des Handgelenks zu einer deutlichen **Stufenbildung** zwischen beiden Knochen, ist von einer Ruptur des dorsalen Bandanteils (Geissler III) auszugehen. Besteht zwar eine kleine Stufen- und Lückenbildung zwischen Kahn- und Mondbein beim Blick von mediokarpal, in die der Tasthaken jedoch nicht eingebracht werden kann, und zeigt sich das Band von radiokarpal lediglich eingeblutet oder gedehnt, ist der dorsale Bandabschnitt zumindest nicht vollständig zerrissen. Zeigt sich das Band von radiokarpal lediglich eingeblutet oder gedehnt ohne Stufen- und Lückenbildung bei Sicht von mediokarpal, liegt eine Verletzung Grad I nach Geissler vor.

SL-Band-Diagnostik bei distalen Radiusfrakturen

Prinzipiell sollte man bei jeder distalen Radiusfraktur daran denken, dass eine begleitende SLD vorliegen kann (■ **Abb. 3**). Hinweise auf eine mögliche SL-Band-Läsion auf den präoperativen Röntgenbildern sind:

- ein Verlauf des Frakturspalts bei intraartikulären Frakturen in Richtung SL-Spalt,
- eine die Dorsalkippung der Radiusgelenkfläche um mehr als 10° übersteigende Dorsalkippung des Mondbeins (■ **Abb. 4**).



Abb. 4 ▲ CT einer Radiusextensionsfraktur mit deutlich die Dorsalkippung der Radiusgelenkfläche übersteigender Dorsalkippung des Mondbeins (DISI-Fehlstellung) als Hinweis auf eine mögliche skapholunäre Dissoziation, *DISI* „dorsal intercalated segment instability“

Erfordert die Fraktur (auch) eine Stabilisation von dorsal, inspizieren wir das SL-Band stets direkt nach der Arthrotomie des Radiokarpalgelenks. Liegt eine ausgedehnte Zertrümmerung des distalen Radius vor, sodass wir eine Stabilisation von palmar und dorsal planen [14], führen wir präoperativ lediglich eine konventionelle CT durch und inspizieren das SL-Band unter direkter Sicht bei der offenen Rekonstruktion der Speichengelenkfläche von dorsal. Bei einfachen, intraartikulären Frakturen, die für eine Versorgung mittels palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese geeignet sind, fertigen wir präoperativ, wenn immer möglich, ein **Arthro-CT** (▣ **Abb. 5**) an, wobei zuerst stets das Medio- und anschließend das Radiokarpalgelenk mit Kontrastmittel gefüllt werden.

Liegt kein präoperatives Arthro-CT vor und ist keine offene Rekonstruktion der Radiusgelenkfläche geplant, während der die Bandverhältnisse abgeklärt werden könnten, muss das evtl. Vorliegen einer Mitverletzung des SL-Bandes intraoperativ abgeklärt werden, was mittels **Arthroskopie** oder per **Durchleuchtung** möglich ist. Bei Stabilisation des Radius von der Beugeseite lässt sich das SL-Band sehr gut über einen palmaren Zugang zwischen der Sehne des M. flexor carpi radialis und der A. radialis arthroskopisch darstellen (▣ **Abb. 6**, [15]). Die Arthroskopie wird hierbei unter horizontalem

Zug mit Ringer-Lösung durchgeführt. Selbstverständlich kann sie auch im Aushang von dorsal erfolgen, was jedoch ein Umlagern erfordert. Findet sich bei der Durchleuchtung nach Stabilisation des Radius in der Seitenaufnahme eine DISI-Stellung des Mondbeins oder kommt es bei Distraction an Daumen und Zeigefinger im dorsopalmaren Strahlengang zu einer Stufenbildung zwischen Kahn- und Mondbein [16], besteht dringender Verdacht auf eine SLD, den es weiter abzuklären gilt.

Begriffsdefinitionen

Vorstehende Ausführungen über das radiologische Erscheinungsbild der skapholunären Dissoziation machen bereits die Problematik der verwendeten Terminologie deutlich, finden sich doch definitionsgemäß bei der SLD Grad I kein Auseinanderweichen und keine Stufenbildung zwischen Kahn- und Mondbein.

Noch schwieriger ist die Situation im Hinblick auf den Begriff der skapholunären Instabilität. War dieser anfänglich auf Situationen beschränkt, in denen Kahn- und/oder Mondbein auf den Nativröntgenaufnahmen bereits eindeutige Fehlstellungen aufwiesen, also eine statische SLD vorlag, wurde er später auf alle Situationen erweitert, in denen es unter Belastung zu Symptomen und einer unphysiologischen Bewegung kommt.

„*Scapholunate instability is defined as a wrist that is symptomatic during mechanical and load-bearing activities, demonstrating abnormal kinematics during motion.*“ [17]

Streng genommen schließt diese Definition jene Fälle aus, in denen sich auch in den Stressaufnahmen keine Fehlstellung von Skaphoid und Lunatum zeigt. Ungeachtet dessen ist es heute international üblich, auch bei Teiltraktionen des skapholunären Bandes ohne jegliche Fehlstellung von skapholunärer Instabilität zu sprechen. Insbesondere in der angelsächsischen Literatur werden hierbei 5 Stadien unterschieden (▣ **Tab. 2**, [18]). Diese Definition mag sowohl unter sprachlichen als auch funktionellen Gesichtspunkten nicht in allen Bereichen treffend sein, ihre Sinnhaftigkeit erfährt sie jedoch aus dem differenzialtherapeutischen Vorgehen, das sich aus dieser Einteilung ergibt.

Bei Frakturstabilisation von dorsal bzw. von palmar und dorsal wird das SL-Band direkt von dorsal inspiziert

Liegt kein präoperatives Arthro-CT vor und ist keine offene Rekonstruktion der Radiusgelenkfläche geplant, muss das SL-Band intraoperativ abgeklärt werden

Heute werden international auch Teiltraktionen des skapholunären Bandes ohne Fehlstellung als skapholunäre Instabilität bezeichnet



Abb. 5 ◀ CT-Arthrografie einer einfachen intraartikulären Radiusfraktur mit eindeutig intaktem SL-Band, aber Riss im triangulären fibrokartilaginären Komplex

Therapie

Marc Garcia-Elias [19] stellte – unseres Wissens erstmals – 2004 auf dem Kongress der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie in Bad Neustadt einen **Behandlungsalgorithmus** basierend auf 5 Fragen vor:

1. Liegt eine Teilruptur vor?
2. Ist das SL-Band bei Komplettruptur nährbar?
3. Liegt zusätzlich eine Verletzung sekundärer Stabilisatoren, insbesondere des palmaren Bandapparats des STT-Gelenks, vor?
4. Können Kahn- und Mondbein noch reponiert werden?
5. Ist der Knorpel noch intakt?

Zwischenzeitlich wurden die Fragen weiter verfeinert, die grundsätzliche Ausrichtung hat jedoch Bestand. Unser nachfolgend dargestellter Behandlungsalgorithmus ist eine Modifikation des Vorgehens von Garcia-Elias et al. [19]. Es ist uns sehr wohl bewusst, dass es neben den von uns in den jeweiligen Stadien durchgeführten Operationen Alternativen gibt, die sich dem einen oder anderen Autor bewährten. Andererseits fehlt bis dato der Nachweis, dass innerhalb eines Instabilitätsstadiums eine Behandlungsmethode einer anderen statistisch signifikant überlegen wäre, sodass wir keinen Grund sehen, unser Vorgehen derzeit zu modifizieren oder gar jedes neu beschriebene Operationsverfahren aufzugreifen.

Bei allen nachfolgend angeführten offenen Operationen resezieren wir stets den N. interosseus posterior am Boden des 4. Strecksehnenfachs und transfixieren Skaphoid und Kapitatum sowie Skaphoid und Lunatum mit je einem **Kirschner-Draht**. Postoperativ wird das Handgelenk unter Einschluss des Daumengrundgliedes für 6 Wochen ruhiggestellt [20]. Die Kirschner-Drähte entfernen wir ambulant nach 8 Wochen über eine gesonderte Inzision in der Tabatiere.

In unserem Vorgehen ist bei frischen Bandruptur immer die Indikation zur Naht gegeben. Spätestens seit wir zeigen konnten, dass die Ergebnisse von intraartikulären distalen Radiusfrakturen ohne und mit begleitender SL-Ruptur identisch sind, sofern die Bandverletzung mit versorgt wird, besteht hieran kein Zweifel [21].

Problematisch ist die Indikationsstellung bei **veralteten Bandrupturen**, also wenn das Band nicht mehr nährbar ist. Oft hört und liest man, dies sei bereits 3 Monate oder sogar schon 6 Wochen nach dem Unfall nicht mehr möglich. Dies entspricht nicht unserer Erfahrung. Wir konnten Bänder dauerhaft erfolgreich auch noch nach 1 Jahr nähen. Entsprechend interpretieren wir den Begriff akute SL-Bandruptur auch nicht unter zeitlichen, sondern unter morphologischen Gesichtspunkten. So lange das Band nährbar ist, Mondbein und Kahnbein reponibel sind und keine Knorpelschäden vorliegen, erachten wir die Verletzung als frisch.

Postoperativ wird das Handgelenk unter Einschluss des Daumengrundgliedes für 6 Wochen ruhiggestellt

Bei frischer Bandruptur ist stets deren Naht indiziert



Abb. 6 ▲ Nach Einbringen des Arthroskops durch palmares Portal zwischen A. radialis und Sehne des M. flexor carpi radialis und Freispülen des Gelenks: guter Blick auf SL-Band (hier intakt) und in der Tiefe – im Gegensatz zum Blick durch 3/4-Portal von dorsal – auf die dorsale Kapsel statt der palmaren Bänder (vgl. *Zusatzmaterial online: Video 3: Komplettruptur des skapholunären Bandes*: Beim Blick von radiokarpal durch die 3/4 Pforte finden sich unauffällige Knorpelverhältnisse an Skaphoid und Radius. Das SL-Band zeigt sich am Skaphoid abgerissen, mit deutlich verdicktem Rand als Ausdruck für eine länger zurückliegende Verletzung, andererseits muss es als nähbar eingestuft werden. Nach Passage des skapholunären Spalts mit der 2,7-mm-Optik ist der Kapitatumkopf zu sehen, der noch keine degenerativen Veränderungen aufweist.)

Ist das Band nicht mehr nähbar, haben viele Patienten Schmerzen und die Belastbarkeit ihres Handgelenks ist reduziert, andererseits ist die Beweglichkeit meist nicht eingeschränkt. Alle zur Stabilisation des skapholunären Gelenks in Betracht kommenden Operationen schränken die Handgelenkbeweglichkeit ein. Leider gelingt mit keiner eine sichere Stabilisation in allen Fällen, noch kommt es stets zu einer deutlichen Schmerzminderung. Andererseits wird die vorhandene Instabilität im karpalen Kollaps enden, der früher oder später eine Teil- oder gar Vollversteifung erfordert, was durch eine erfolgreiche operative Stabilisation des SL-Gelenkabschnitts verhindert werden kann. Diese Problematik gilt es, dem Patienten bei der Indikationsstellung bei veralteter Bandruptur klar zu verdeutlichen.

Liegt bereits ein karpaler Kollaps vor, sind es allein die vorhandenen Schmerzen, die ein operatives Vorgehen indizieren. Bei guter Beweglichkeit und mäßigen Schmerzen ist stets die Möglichkeit der **Handgelenkdenervation** zu diskutieren – mit dem Wissen, dass diese nur vorübergehend Linderung bringt [22]. Bestehen kaum Schmerzen, kann mit jeglichem Eingriff zugewartet werden, es sei denn, man befürchtet, dass in naher Zukunft die Arthrose auch auf den radiolunären Gelenkabschnitt übergreift, was eine Kontraindikation für eine bewegungserhaltende mediokarpale Teilversteifung darstellt.

Wahl des operativen Verfahrens

In **Abb. 7** ist unser Algorithmus zur Therapie der skapholunären Bandläsion dargestellt.

Teilruptur

Klinisch ist diese Situation dadurch gekennzeichnet, dass die Patienten über **Schmerzen bei Belastung** klagen. Der Kahnbeinverschiebetest ist schmerzhaft, allerdings lässt sich der proximale Kahnbeinpol nicht nach dorsal herausdrücken. Weder bei Teilrupturen ohne noch mit Beteiligung des wichtigen dorsalen Bandabschnitts zeigen die Röntgenaufnahmen in Ruhe oder die Stressaufnahmen Auffälligkeiten.

Die Diagnose wird mittels kontrastmittelverstärkter MRT, MR- oder CT-Arthrografie und/oder Arthroskopie gestellt.

Teilruptur mit intaktem dorsalem Anteil. Bei der Arthroskopie findet sich beim Blick von mediokarpal nur eine geringfügige Lücke/Stufe skapholunär. Liegt das Unfallereignis kurz zurück, stellen wir das Handgelenk in einer Unterarmgipsschiene mit Einschluss des Daumengrundglieds für 2 Wochen ruhig. Erfolgt die Diagnosestellung arthroskopisch, wird zusätzlich ein **Débridement des SL-Bandes** vorgenommen. Nach Aufhebung der Ruhigstellung sollte ebenso wie in Fällen mit länger zurückliegendem Unfallereignis eine **krankengymnastische Übungsbehandlung** zur Kräftigung der Handgelenkstabilisatoren erfolgen. Für veraltete Fälle wurden positive Ergebnisse für das „thermal shrinkage“ berichtet [23], eine Methode, die wir nicht einsetzen.

Teilruptur mit zerrissenem dorsalem Anteil. Im Gegensatz zur Teilruptur mit intaktem dorsalem Bandabschnitt finden sich bei der Arthroskopie eine skapholunäre Stufe und Lücke, in die der Tasthaken eingebracht werden kann (Geissler III). Für diese Fälle empfehlen wir die **Naht des dorsalen Bandanteils**, welche wir offen vornehmen. Sollte das Band weder am Kahn- noch am Mondbein, sondern mittig gerissen sein, was jedoch nur in 20% der Fälle zu beobachten ist [24], kommt alter-

Alle zur Stabilisation des skapholunären Gelenks in Betracht kommenden Operationen schränken die Handgelenkbeweglichkeit ein

Bei bereits vorliegendem karpalem Kollaps indizieren allein die vorhandenen Schmerzen ein operatives Vorgehen

Die Diagnose einer Teilruptur wird mittels kontrastmittelverstärkter MRT, MR- oder CT-Arthrografie und/oder Arthroskopie gestellt

Bei frischer Teilruptur mit intaktem dorsalem Anteil wird das Handgelenk in einer Unterarmgipsschiene mit Einschluss des Daumengrundglieds ruhiggestellt

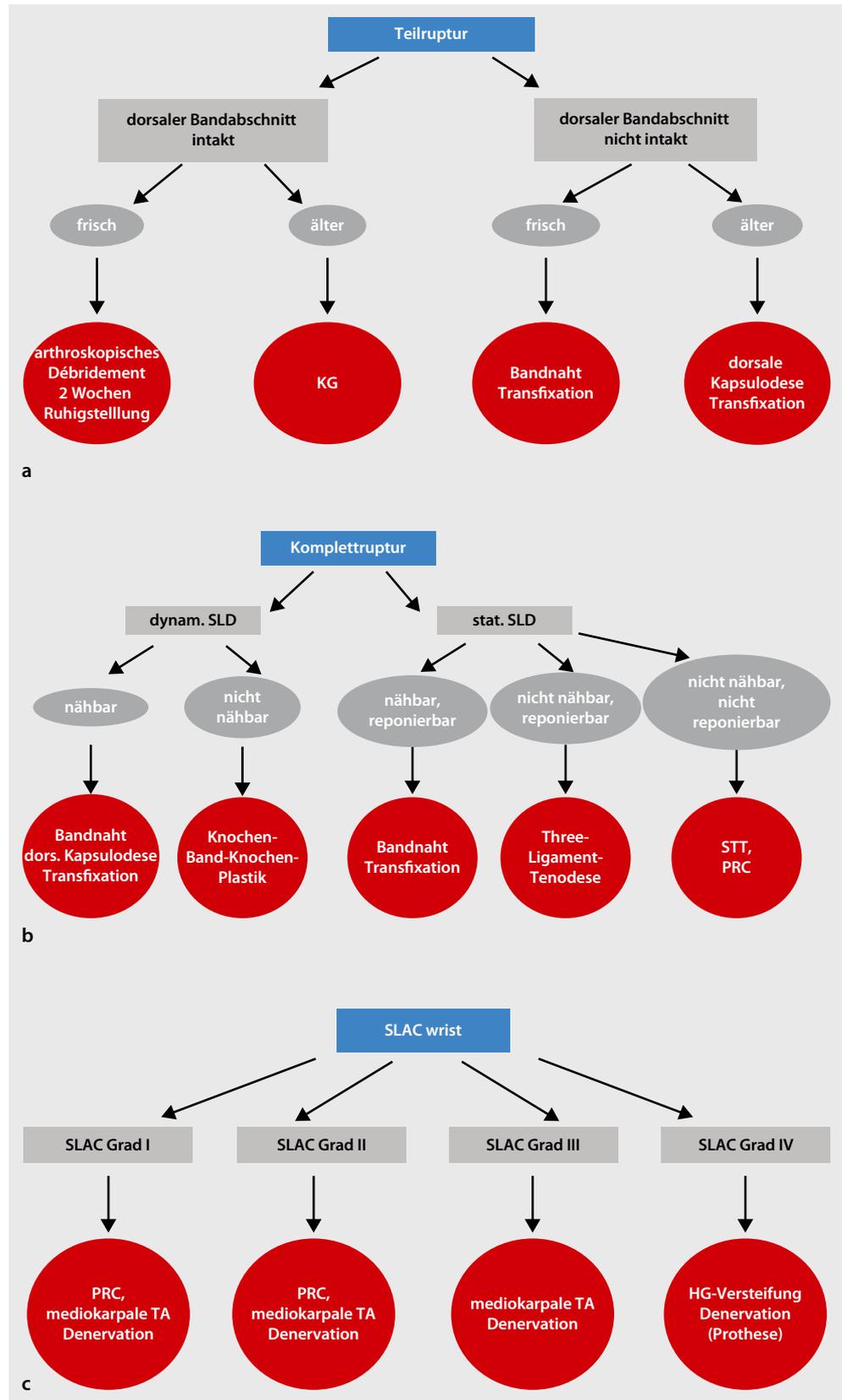


Abb. 7 ▲ Algorithmus der Therapie der skapholunären Bandläsion, **a** SL-Band-Teilruptur, **b** SL-Band-Komplett ruptur, **c** „SLAC wrist“, dors. dorsale, dynam. dynamische, HG Handgelenk, KG Krankengymnastik, PRC „proximal row carpectomy“, SL skapholunär, SLAC „scapholunate advanced collapse“, SLD skapholunäre Dissoziation, stat. stationäre, STT Gelenk zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum, TA Teilarthrodese

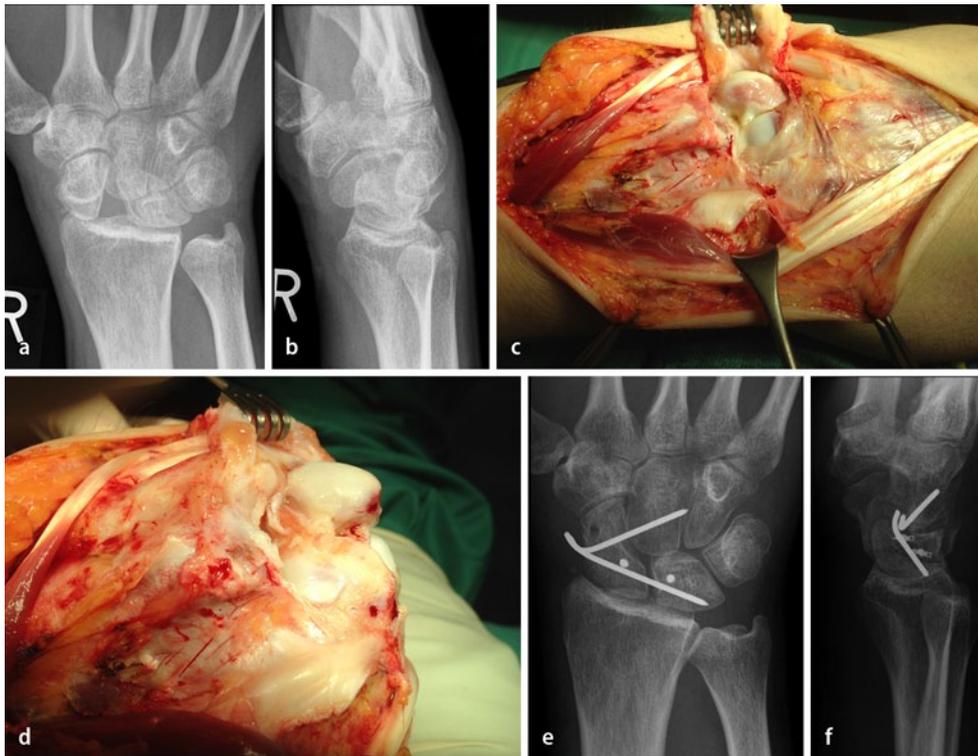


Abb. 8 ▲ SLD Grad III, **a,b** extreme Fehlstellung des Skaphoids mit stark erweitertem skapholunärem Spalt und erheblicher DISI-Fehlstellung des Lunatums, **c,d** intraoperative Situation: **c** entknorpelte Gelenkfläche des Kahnbeins zum Mondbein, **d** intakter Knorpel am proximalen Kahnbeinpol und – bis auf eine minimal ausgedünnte Stelle – am Lunatum, nähbare Bandanteile, **e,f** Bandnaht, dorsale Kapsulodese mit Transfixation des Karpus sowie Einbringung von Knochenankern sowohl am Skaphoid als auch am Lunatum, da SL-Band dorsal am Skaphoid, palmar jedoch am Lunatum abgerissen, DISI „dorsal intercalated segment instability“, SL skapholunär

nativ eine arthroskopische Naht mit Fixation der Bandstümpfe an der dorsalen Kapsel in Betracht [25]. Während wir früher das Band transossär fast ausschließlich refixierten, verwenden wir heute meist **Knochenanker**, jedoch keine resorbierbaren. Sind die Bandstümpfe nicht mehr nähbar, lässt sich der dorsale Bandabschnitt durch eine dorsale Kapsulodese stabilisieren. In diesem Fall ist eine Transfixation des Karpus angebracht.

Komplettruptur

Dynamische SLD mit nähbaren Bandanteilen. Unsere Therapie der Wahl in diesen Fällen ist die Bandnaht verstärkt durch eine dorsale Kapsulodese mit passagerer **Transfixation des Karpus** (▣ **Abb. 8**, [26]).

Dynamische SLD ohne nähbare Bandanteile. Finden sich bei dynamischer SLD keine nähbaren Bandreste, ist die Situation sorgfältig mit dem Patienten zu besprechen. Bestehen Schmerzen und ist die Belastbarkeit herabgesetzt, stabilisieren wir den skapholunären Gelenkabschnitt mittels einer **Knochen-Band-Knochen-Plastik** (▣ **Abb. 9**). Hierbei bewährte sich die von Philipp Cuénod beschriebene Methode, bei der das Knochen-Band-Knochen-Transplantat vom CMC-II-Gelenk (CMC: karpometakarpal) entnommen wird [27]. Dem Patienten muss bewusst sein, dass die Schmerzminderung durch eine Einschränkung der Handgelenkbeweglichkeit erkaufte wird. Alternativ kommt die **RASL-Operation** (RASL: „reduction and association of the scaphoid and lunate“) in Betracht, bei der durch temporäres Einbringen einer Herbert-Schraube zwischen Kahn- und Mondbein eine straffe Pseudarthrose erzeugt werden soll [28].

Sind die Bandstümpfe nicht mehr nähbar, lässt sich der dorsale Bandabschnitt durch eine dorsale Kapsulodese stabilisieren

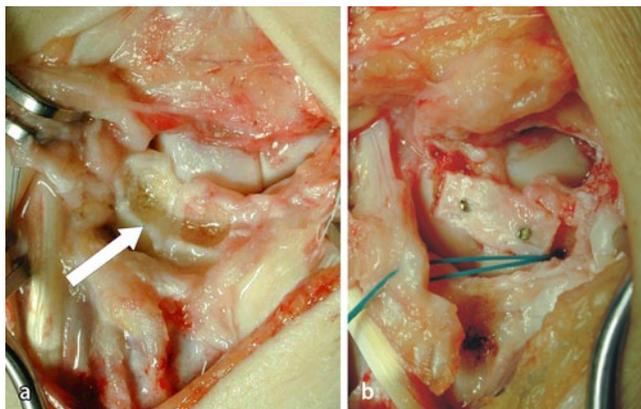


Abb. 9 ◀ Knochen-Band-Knochen-Plastik: **a** in Kahn- und Mondbein jeweils im Bereich des dorsalen Anteils des SL-Bandes gefräste Vertiefungen zur Aufnahme des Knochen-Band-Knochen-Transplantats, **b** Situation nach Einpassen des Transplantats und zusätzlich zur Refixation der dorsalen Kapsel ins Mondbein eingebrachtem Knochenanker

Bei der Three-Ligament-Tenodese wird der Sehnenstreifen am Mondbein befestigt, durch einen Schlitz im Lig. radiotriquetrum dorsale gezogen und mit sich selbst vernäht

Bei statischer SLD ohne nähbare Bandstümpfe und mit nichtreponiblen Karpalia kommen die STT-Fusion und die PRC in Frage

Bei Ausbreitung der Arthrose bis auf den Gelenkabschnitt zwischen Lunatum und Radius wird eine vollständige Versteifung des Handgelenks erforderlich

Statische SLD mit nähbaren Bandstümpfen und reponierbaren Karpalia. Auch in diesen Fällen nähren wir das Band, nehmen zusätzlich eine **dorsale Kapsulodese** vor und transfixieren die Handwurzel für 8 Wochen.

Statische SLD ohne nähbare Bandstümpfe, aber mit reponierbaren Karpalia. Therapie unserer Wahl ist die Three-Ligament-Tenodese, also die Aufrichtung des Kahnbeins durch einen von palmar nach dorsal transossär durch das Kahnbein gezogenen Streifen der FCR-Sehne (FCR: M. flexor carpi radialis). Dieser wird am Mondbein befestigt, durch einen Schlitz im Lig. radiotriquetrum dorsale gezogen und mit sich selbst vernäht. Auch hier ist eine temporäre Transfixation des Karpus sinnvoll [19, 29].

Statische SLD ohne nähbare Bandstümpfe und mit nichtreponiblen Karpalia. Maßnahmen zum Bandersatz kommen in dieser Situation nicht mehr in Betracht. An Therapieoptionen stehen die STT-Fusion (Versteifung zwischen Kahnbein, großem und kleinem Vieleckbein) und die PRC („proximal row carpectomy“) zur Verfügung. Die STT-Fusion zentriert zwar den proximalen Kahnbeinpol in der Fossa scaphoidea, belässt jedoch das Mondbein in der DISI-Fehlstellung, sodass sich regelhaft nach Jahren eine **Arthrose im Mediokarpalgelenk** einstellt. Auch die **Pseudarthrosenrate** ist nach STT-Fusion mit deutlich über 20% recht hoch. Allerdings beobachtet man auch bei der PRC nach Jahren degenerative Veränderungen.

„SLAC wrist“

Während man bei SNAC Grad I durchaus noch über eine Rekonstruktion des Kahnbeins bei gleichzeitiger Resektion des Radiusstyloids nachdenken kann, verbieten sich beim SLAC Grad I und erst recht beim SLAC Grad II rekonstruktive Maßnahmen am SL-Band, da die Chance einer dauerhaften Stabilisation nicht mehr gegeben ist. So lange Kapitulumkopf und Fossa lunata arthrosefrei sind, kommt neben der **mediokarpalen Teilversteifung** mit Verblockung von Kapitulum, Lunatum, Hamatum und Triquetrum auch die „**proximal row carpectomy**“ als Therapie in Betracht. Ist auch das Mediokarpalgelenk von der Arthrose befallen, verbleibt nur die mediokarpale Teilersteifung. Zeigt sich auch eine Degeneration des Gelenkabschnitts zwischen Lunatum und Radius, bedarf es einer vollständigen Versteifung des Handgelenks [30]. Alternativ ist – falls keine große Belastung besteht – über die Implantation einer **Handgelenkprothese** nachzudenken.

Fazit für die Praxis

- Bei jeder Distorsion des Handgelenks und jeder distalen Radiusfraktur sollte an die Möglichkeit einer skapholunären Bandverletzung gedacht werden.
- Unauffällige Nativröntgenbilder schließen eine Komplettruptur des skapholunären Bandes nicht aus.
- Die Handgelenkarthroskopie gilt immer noch als Goldstandard in der Diagnostik der skapholunären Bandverletzung, allerdings erreicht die kontrastmittelverstärkte MR-Arthrografie eine Sensitivität und Spezifität von nahezu 100%.

- Die Therapie der skapholunären Instabilität hat stadiengerecht zu erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen,
 - ob das Band nur partiell oder komplett gerissen ist,
 - ob es nährbar ist oder nicht,
 - ob eine dynamische oder statische Dissoziation vorliegt,
 - ob bei der statischen SLD die Karpalia reponibel sind und
 - ob der Knorpel noch intakt ist.

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. K.-J. Prommersberger

Klinik für Handchirurgie, Rhön-Klinikum Bad Neustadt
Salzburger Leite 1, 97615 Bad Neustadt
hael@handchirurgie.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. K.-J. Prommersberger, M. Mühldorfer-Fodor, K. Kalb, R. Schmitt und J. van Schoonhoven geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Neubrech F, Mühldorfer-Fodor M, Pillukat T et al (2012) Long-term results after midcarpal arthrosis. *J Wrist Surg* 1:123–128
2. Hagert E, Ljung BO, Forsgren S (2004) General innervation pattern and sensory corpuscles in scapholunate interosseous ligament. *Cells Tissues Organs* 177:47–54
3. Berger RA (1996) The cross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am* 21:170–178
4. Berger RA, Imeada T, Berglund L et al (1999) Constraint and material properties of the subregions of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am* 24:953–962
5. Rhee PC, Moran SL, Shin AY (2009) Association between lunate morphology and carpal collapse in cases of scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am* 34:1633–1639
6. Garcia-Elias M, Alomar Serrallach X, Monill Serra J (2014) Dart-throwing motion in patients with scapholunate instability: a dynamic four dimensional computed tomography study. *J Hand Surg Eur* 39:346–352
7. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK (1980) Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunate instability. *J Hand Surg Am* 5:226–241
8. Forward DP, Lindau TR, Melsom DS (2007) Intercarpal ligament injuries associated with fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg [Am]* 89:2334–2340
9. Jorgsholm P, Thomsen NOB, Björkman A et al (2010) The incidence of intrinsic and extrinsic ligament injuries in scaphoid waist fractures. *J Hand Surg Am* 35:368–374
10. Strobel U, Tami I, Andreisek G et al (2014) Vergleich der funktionellen Resultate mit MRT-Befunden nach operativer Versorgung von transskaphoidalen perilunären Luxationsfrakturen: Die Rolle von skapholunären Bandläsionen. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 46:169–176
11. Watson HK, Ashmead D, Makhlof MV (1988) Examination of the scaphoid. *J Hand Surg Am* 13:657–660
12. Mayer S, Hahn P, Bruckner T et al (2013) Aussagekraft präoperativer MRT-Diagnostik hinsichtlich Läsionen des skapholunären Bandes im klinischen Alltag. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 45:26–32
13. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH et al (1996) Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 78A:357–365
14. Pillukat T, Schädel-Höpfner M, Windolf J et al (2013) Komplexe Fragmentation der distalen Radiusgelenkfläche. *Unfallchirurg* 116:617–623
15. Hohendorff B, Eck M, Mühldorfer M et al (2009) Palmare Handgelenksarthroskopie zur Beurteilung karpaler Begleitläsionen bei der operativen Versorgung distaler intraartikulärer Radiusfrakturen. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 41:295–299
16. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Gotzen L et al (2005) Traction radiography for the diagnosis of scapholunate ligament tears. *J Hand Surg Br* 30B:464–467
17. Garcia-Elias M, Berger RA, Horii E et al (1999) Definition of carpal instability. *J Hand Surg Am* 24:866–867
18. Wolfe SW (2001) Scapholunate instability. *J Am Soc Surg Hand* 1:45–60
19. 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
20. Hohendorff B, Mühldorfer M, Schoonhoven J van et al (2009) Gipsverbände in der Handchirurgie. *Oper Orthop Traumatol* 21:510–518
21. Gradi 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
22. Hohendorff B, Mühldorfer-Fodor M, Kalb K et al (2012) Langzeitergebnisse nach Handgelenksdenervation. *Unfallchirurg* 115:343–352
23. Danoff JR, Karl JW, Birman V et al (2011) The use of thermal shrinkage for scapholunate instability. *Hand Clin* 27:309–317
24. Andersson JK, Garcia-Elias M (2013) Dorsal scapholunate ligament injury: a classification of clinical forms. *J Hand Surg Eur* 38:165–169
25. Mathoulin CL, Dauphin N, Waheganonkar AL (2011) Arthroscopic dorsal capsuloligamentous repair in chronic scapholunate ligament tears. *Hand Clin* 27:563–572
26. Stephan C, Prommersberger KJ, Schoonhoven J van (2009) Die dorsale Kapsulodese zur Behandlung der skapholunären Instabilität. *Oper Orthop Traumatol* 21:405–415
27. Kalb K, Prommersberger KJ (2009) Die Behandlung der veralteten skapholunären Dissoziation mittels eines Knochen-Band-Knochen-Transplantats nach Cuénod. *Oper Orthop Traumatol* 21:417–428
28. Rosenwasser MP, Miyasajsa KC, Strauch RJ (1997) The RASL procedure: reduction and association of the scaphoid and lunare using Herbert screw. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1:263–272
29. Kalb K, Blank S, Schoonhoven J van et al (2009) Die Fesselung des Kahnbeins nach Brunelli in der Modifikation nach Garcia-Elias, Luch und Stanley zur Behandlung der veralteten skapholunären Dissoziation. *Oper Orthop Traumatol* 21:429–441
30. Kalb K, Prommersberger KJ (2009) Die vollständige Versteifung des Handgelenks mit der AO-Handgelenk-Arthrodesenplatte. *Oper Orthop Traumatol* 21:498–509

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich

? Das skapholunäre Band ...

- gehört zum mittleren karpalen Bandsystem.
- zieht von der distalen ulnaren Ecke des proximalen Kahnbeinpols zur distalen radialen Kante des Mondbeins.
- ist dorsal am dicksten und hat hier die größte Haltekraft.
- ist nicht innerviert.
- bleibt bei einer Lunatumluxation unverletzt.

? Eine Komplettruptur des skapholunären Bandes ...

- führt zu einer Verkleinerung des skapholunären Winkels.
- führt zu einer Flexionsfehlstellung des Mondbeins (PISI-Stellung).
- schließt eine perilunäre Luxationsfraktur aus.
- geht mit einer Verschmälerung des skapholunären Gelenkspalts einher.
- kann sich in der Diagnostik den Nativröntgenaufnahmen entziehen.

? Verletzungen des skapholunären Bandes ...

- verursachen eine massive, wochenlang anhaltende Schwellung des Handgelenks.
- kommen nicht zusammen mit distalen Radiusfrakturen vor, da sich die Energie beim Bruch des Knochens erschöpft.
- lassen sich per Sonographie sicher diagnostizieren.
- werden in der Bandmitte lediglich in 20% der Fälle beobachtet.
- sind durch einen positiven Ballotementtest leicht klinisch zu erkennen.

? Welche Antwort zur Diagnosestellung einer SL-Band-Verletzung ist falsch?

- Eine Unterbrechung des proximalen Handwurzelbogens mit Stufenbildung zwischen Kahn- und Mondbein weist auf eine SLD hin.
- Eine DISI-Fehlstellung des Mondbeins (Verkippung des Mondbeins in die Streckstellung) ist ein wichtiger Hinweis auf eine SLD.
- Die Diagnose der SL-Band-Verletzung lässt sich anhand nativer MRT-Aufnahmen ebenso sicher stellen wie mit einer kontrastmittelverstärkten MRT.
- Die Handgelenkarthroskopie gilt als Goldstandard in der Diagnostik der SL-Band-Läsion.
- Eine CT-Arthrografie eignet sich zur Abklärung einer vermuteten SL-Band-Verletzung präoperativ bei einfachen intraartikulären Radiusfrakturen.

? Zur Behandlung einer frischen, kompletten SL-Band-Zerreißung ...

- ist eine krankengymnastische Übungsbehandlung ausreichend.
- ist eine kurzfristige Ruhigstellung (etwa 5 Tage) im Oberarmgipsverband sinnvoll.
- wird die arthroskopische Naht des Bands an die dorsale Gelenkkapsel nach Mathoulin durchgeführt.
- bedarf es neben der Bandnaht einer dorsalen Kapsulodese und Transfixation der Handwurzel.
- erfolgt die transossäre Refixation am Os capitatum.

? Liegen keine nähbaren Bandstümpfe bei dynamischer SLD vor, ...

- ist die Therapie unabhängig von der Stellung der Handwurzelknochen zueinander.
- spielt es bei der Therapiewahl keine Rolle, ob schon Knorpelschäden vorhanden sind oder nicht.
- können eine Knochen-Band-Knochen-Plastik oder alternativ die RASL-Operation als Behandlung in Betracht kommen.
- sind operative Maßnahmen kontraindiziert.
- verbleibt letztlich nur die mediokarpale Teilarthrodese als Therapieoption.

? Degenerative Veränderungen bei skapholunärer Bandruptur ...

- beginnen mit einer Schliiffarthrose am Speichengriffelfortsatz.
- sparen die Fossa scaphoidea aus.
- betreffen rasch die Fossa lunata.
- unterscheiden sich nicht von denen bei einer Kahnbeinpseudarthrose.
- werden bereits wenige Monate nach dem Unfall sichtbar.

? Ein 60-jähriger Patient berichtet, er habe sich vor 3 Wochen das Handgelenk angeschlagen. Seither habe er eine Schwellung und Schmerzen. Diese sind dorsal über dem SL-Spalt lokalisiert. Der Kahnbeinverschiebetest ist positiv. Differenzialdiagnostisch haben Sie den Verdacht auf eine Läsion des SL-Bands. Welches ist der nächste Schritt?

- Sie veranlassen als erste diagnostische Untersuchung eine Magnetresonanztomografie.
- Sie verordnen eine Handgelenkorthese und führen eine Nachuntersuchung in 6 Wochen durch.

➤ Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei

- Sie raten zur Naht des SL-Bandes, da der Unfall ja erst 3 Wochen zurückliegt.
- Sie veranlassen eine Röntgenaufnahme des Handgelenks in 2 Ebenen.
- Angesichts der umschriebenen Schwellung raten Sie eher zu einer Ganglionextirpation.
- ?** Eine 20-jährige Frau ist vor 2 Wochen beim Handball auf das Handgelenk gestürzt. Sie beklagt, ihr Handgelenk würde sich verhaken. Die klinische Untersuchung zeigt keine Schwellung. Es lässt sich ein Druckschmerz über dem skapholunären Gelenkabschnitt auslösen. Welches weitere Vorgehen ist am sinnvollsten?
 - Sie prüfen den Kahnbeinverschiebetest und fassen dabei das Mondbein zwischen Daumen und Zeigefinger.
 - Die alleinige Arthrografie ist ausreichend zur Lokalisation des Defekts an den Bandsegmenten.
 - Sie veranlassen eine MRT in nativer Technik.
 - Am ehesten liegt ein Bruch des Kahnbeines vor, sodass sie zu einer Computertomografie der Handwurzelreihe raten.
 - Bei unauffälligen Röntgennativaufnahmen veranlassen Sie Stressaufnahmen des Handgelenks im Seitenvergleich.
- ?** Unter dem SLAC Grad III ...
 - versteht man einen Kollaps der Handwurzel bei Mondbeinnekrose.
 - versteht man einen Kollaps der Handwurzel bei Kahnbeinpseudarthrose.
 - versteht man generalisierte degenerative Veränderungen des Handgelenks, die einer Vollversteifung bedürfen.
- versteht man eine fortgeschrittene Arthrose der Handwurzel, basierend auf einer SLD, bei der jedoch der radiolunäre Gelenkabschnitt noch intakt ist.
- versteht man einen Handwurzelkollaps mit Abrutschen der in sich intakten Handwurzel soweit nach ulnar, dass kein Kontakt zwischen Radius und Lunatum mehr besteht.

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeabschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.



e.Akademie – mehr Service für alle!

Die e.Akademie macht es Ihnen noch einfacher, Ihre Fortbildung zu planen, Ihren Lernerfolg zu messen und zu dokumentieren:

➤ Die **Kursübersicht** umfasst alle Fortbildungen der e.Akademie. Hier können Sie die gewünschten Kurse starten, für die spätere Teilnahme vormerken und die Kursdetails einsehen. Auf Wunsch können Sie die Kursübersicht auch nach Zeitschriften oder Fachgebieten einschränken.

➤ **Mein Kursplaner** zeigt alle Kurse an, die Sie vorgemerkt oder bereits begonnen haben.

➤ **Mein Kursarchiv/Punktekonto** bietet Ihnen jederzeit einen Überblick über die Ergebnisse Ihrer Kursteilnahme und Ihr persönliches Punktekonto. Darüber hinaus haben Sie die

Möglichkeit, Ihre Teilnahmebescheinigungen einzusehen und Kurse zu Übungszwecken zu wiederholen.

➤ **e.Akademie aktuell** informiert Sie über aktuelle Fortbildungsthemen. Sie können diesen kostenlosen monatlichen Newsletter bestellen unter springermedizin.de/Newsletter

Teilnehmen und weitere Informationen unter:
springermedizin.de/eAkademie

Unser Tipp: Noch mehr Fortbildung bietet das e.Med-Komplettpaket. Hier stehen Ihnen in der e.Akademie alle Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin zur Verfügung.

Testen Sie e.Med gratis und unverbindlich unter springermedizin.de/eMed