

Diplomarbeit

Verfasser:

Markus Wipperich

Titel:

Diagnostik und Therapie skapho-lunärer Bandinstabilitäten

Medizinische Universität Graz

Universitätsklinik für Unfallchirurgie

Betreuer:

ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert

Datum der Einreichung: 1.12. 2008

Eidesstattliche Erklärung:

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 26.11.2008

Unterschrift:

Markus Wipperich

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Danksagung	2
3	Zusammenfassung	3
4	Abstract	4
5	Einleitung	5
5.1	Anatomie des Handgelenks	5
5.1.1	Anatomischer Aufbau der Articulatio radiocarpea und Articulatio mediocarpea	5
5.1.2	Bänderkomplex der Handwurzel	7
5.1.2.1	Anatomische Einteilung	7
5.1.2.2	Die klinisch wichtigsten bandhaften Strukturen im proximalen Handgelenk	10
5.1.3	Mechanik und Dynamik des Handgelenks	11
5.1.3.1	Mechanik anhand der konventionellen Anatomie	11
5.1.3.2	Klinische Betrachtungsweise der Mechanik im Handgelenk	13
5.2	Ursache, Einteilung und Folgen von scapho-lunären Bandrupturen	16
5.2.1	Verletzungsmuster, die eine interossäre Bandläsion begünstigen	17
5.2.2	Einteilung von scapho-lunären Bandrupturen	18
5.2.3	Folgen einer Ruptur des interossären scapho-lunären Bandes	22
6	Material und Methoden	23
6.1	Diagnostik von scapho-lunären Bandrupturen	23
6.1.1	Klinische Diagnostik	23
6.1.2	Bildgebende Diagnostik	25
6.1.2.1	Röntgendiagnostik	25
6.1.2.2	Arthrographie	26
6.1.2.3	Computertomographie und Magnetresonanztomographie	26
6.1.2.4	Arthroskopie des Handgelenks	28
6.2	Therapeutische Interventionsmöglichkeiten	32

6.2.1	Direkte Bandnaht und dorsale Kapsulodese	32
6.2.2	Weichteildeckung mittels Bandplastik	37
6.2.2.1	Verwendung einer Sehnenplastik	37
6.2.2.2	Verwendung eines Periost-streifens	45
6.2.2.3	Verwendung eines osteoligamentären Transplantats	48
6.2.3	Entfernung der proximalen Handwurzelreihe	49
6.2.4	Intercarpale Arthrodese	50
7	Studienergebnisse	53
7.1	Diagnostik der scapho-lunären Bandruptur	53
7.1.1	Vergleich zwischen klinischer und röntgenologischer Diagnostik	53
7.1.2	Vergleich zwischen direkter MR-Arthrographie und Arthroskopie	54
7.2	Therapeutische Interventionsmöglichkeiten	56
7.2.1	Direkte Bandnaht und dorsale Kaspulodese	56
7.2.2	Weichteildeckung mittels Bandplastik	58
7.2.3	Entfernung der proximalen Handwurzelreihe	62
7.2.4	Mediocarpale Teilarthrodese	62
8	Diskussion	64
9	Literaturverzeichnis	67
10	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	76
11	Curriculum Vitae	77

1 Vorwort

Seitdem ich mich im Studium der Medizin befinde, habe ich schon immer großes Interesse an der Chirurgie gehabt. Ich wusste schon nach den ersten Semestern, dass ich einmal die Facharztausbildung in einem chirurgischen Fach machen will, deswegen liegt es nahe auch in einem chirurgischen Fach eine Diplomarbeit zu schreiben.

Oktober 2007 beschäftigte ich mich zum ersten Mal mit der Thematik dieser Diplomarbeit. Damals war mir weder Titel noch Fachrichtung bekannt. Dank der Hilfe von Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert war ein Thema schnell gefunden und ich konnte mich der Literaturrecherche widmen. Ende Februar gelang es mir die Literaturrecherche abzuschließen und mit der eigentlichen Arbeit zu beginnen.

Die folgenden Monate waren eine Herausforderung, da sich diese Arbeit mit einer speziellen Thematik befasst, welche im Studium nicht behandelt wird. Je mehr Literatur ich las, desto mehr konnte ich über dieses Thema in Erfahrung bringen und das Schreiben fiel mir nicht mehr schwer. In den Sommerferien absolvierte ich eine Famulatur auf der Handchirurgie in Sydney. Zufälligerweise lernte ich einen Patienten mit dieser traumatischen Verletzung kennen, so konnte ich einige wertvolle intraoperative Aufnahmen gewinnen. Ende Oktober vervollständigte ich meine Arbeit und konnte Bilder, welche ich während meiner Famulatur machte, einfügen.

2 Danksagung

Ich möchte mich für die Hilfe bei der Erstellung dieser Diplomarbeit ganz besonders bei Herrn Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert bedanken. Durch seine Hilfe war es erst möglich ein solch interessantes Thema zu finden und diese Arbeit zu verfassen.

Herr Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert unterstützte mich in jeglicher Richtung und war immer bereit sich meine Fragen anzuhören und mir bei diversen thematischen Problemstellungen zu helfen.

Weiters möchte ich mich recht herzlich bei Dr. Richard Lawson bedanken, der mir das intraoperative Vorgehen bei dieser traumatischen Verletzung zeigte und näher erläuterte. Durch seine Hilfe war es erst möglich intraoperative Bilder zu gewinnen.

Schlussendlich möchte ich mich noch beim anatomischen Institut Graz bedanken. Durch Benutzen der institutseigenen Bibliothek konnte ich einige, zum Teil sehr alte, interessante Arbeiten zu diesem Thema finden.

3 Zusammenfassung

Distale Radiusfrakturen, welche durch Stürze auf die ausgestreckte Hand resultieren, sind häufige traumatische Verletzungen. In 70% der Traumata ist das Ligamentum scapho-lunatum mitbeteiligt (Schädel-Höpfner M. et al., 2001, Handchir. Mikrochir. Plast Chir.; 33: 229-233). Bei ausgedehnter traumatischer Schädigung, vor allem des extrinsischen Bandapparates, resultieren progressive Veränderungen im Handgelenk, welche schließlich das Vollbild des arthrotischen Handgelenks ergeben. Dies Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung und Bewertung der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten. Neben Stadieneinteilung und operativen Techniken, welche zur Behandlung eingesetzt werden, wird auch ein kritischer Überblick auf die Ergebnisse ausgewählter Studien, welche sich mit diesem Thema beschäftigen, eingegangen.

Die Literaturrecherche umfasst dabei Fachbücher und Arbeiten, welche bis zum Februar des Jahres 2008 publiziert wurden. Als Quelle dieser Recherche wurden PubMed, Cochrane, Ovid, die Institutsbibliothek des anatomischen Institutes und die Universitätsbibliothek der Medizinischen Universität Graz verwendet.

Das Ergebnis stellt die kritische Auseinandersetzung der diagnostischen und therapeutischen Verfahren dar, welche zum Teil als umstritten gelten.

4 Abstract

Fractures of the distal Radius, which are a result of falling on the sprawled out hand, are common traumatic injuries. In 70% of the traumata the scapho-lunate ligament is also affected (Schädel-Höpfner M. et al., 2001, Handchir. Mikrochir. Plast Chir.; 33: 229-233). In case of vast traumatic damage, particularly of the extrinsic ligament apparatus, progressive changes in the wrist are resulting, which add up to the complete clinical picture of an arthritic wrist. This paper's objective is the representation of the diagnostic and therapeutic opportunities. Beside classification and surgical techniques, a critical review over selected clinical trials, which deal with this subject, is given.

Literature research includes papers and textbooks which were published till February of the year 2008. PubMed, Cochrane, Ovid, the library of the Anatomical institute and the library of the Medical University of Graz were used as the source of this research.

The result gives a critical discussion about diagnostic and therapeutic procedures which are partly seen controversial.

5 Einleitung

5.1 Anatomie des Handgelenks

Der anatomische Aufbau des Handgelenks ist ein sehr komplexer und oft nicht einfach zu verstehender. Das Handgelenk setzt sich aus einer Vielzahl von anatomischen Strukturen zusammen, die funktionell in engem Zusammenhang stehen. Im folgenden Abschnitt wird versucht diese näher darzustellen und auch Bezug zu klinisch wichtigen anatomischen Gegebenheiten zu nehmen.

5.1.1 Anatomischer Aufbau der Articulatio radiocarpea und Articulatio mediocarpea

Die Articulatio radiocarpea besteht aus mehreren artikulierenden Anteilen. Hierzu zählen der distale Anteil des Radius bzw. der Ulna und die proximale Handwurzelreihe, die sich, von radial nach ulnar gesehen, aus dem Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum zusammensetzt. Das proximale Handgelenk ist ein Eigelenk und setzt sich aus einer Gelenkpfanne und einem Gelenkkopf zusammen. Die Gelenkpfanne wird von der Facies articularis carpea des distalen Radius und dem Discus articularis, der Gelenkkopf von der proximalen Handwurzelreihe und deren Gelenksflächen gebildet. Die Facies articularis carpea wird durch einen First in zwei Facetten getrennt, die radiale gleicht einem Dreieck und steht mit dem Os scaphoideum in Kontakt, die ulnare entspricht einem Viereck und artikuliert mit dem Os lunatum, hauptsächlich mit dem radialen Teil. Der ulnare Teil des Os lunatum hat wiederum Kontakt zum Discus articularis, welcher auch mit dem Os triquetrum, dem am weitesten ulnar liegendem Teil der proximalen Handwurzelreihe, artikuliert (Rauber/Kopsch, 2003, S.414-416). Der Discus articularis besteht aus Faserknorpel und aus straffem Bindegewebe; er reicht von der ulnaren Seite des Radius bis zum Processus styloideus der Ulna. Durch ihn wird die Inkongruenz von Seiten der Ulna ausgeglichen, weiters trennt er die Gelenkhöhle der Articulatio radio-ulnaris distalis von der Gelenkhöhle des proximalen Handgelenks und ist wesentlich für die Führung in diesem Teil des Handgelenks. Im Kindes- und Jugendalter besteht er aus einer dicken Schicht straffem Bindegewebe, welche sich

im höheren Lebensalter abnutzt und sogar bis zu einer Perforation reichen kann. In diesem Fall stehen beide Gelenke, sowohl *Articulatio radio-ulnaris distalis* als auch *Articulatio radiocarpea* in Verbindung. Dies könnte bei entzündlichen Prozessen in diesem Bereich eine wesentliche Rolle spielen (Rauber/Kopsch, 2003, S.102, 414-416). Die Gelenkkapsel des proximalen Handgelenks entspringt an der Knochen-Knorpelgrenze des Radius und am *Discus Articularis* und zieht bis zur Knochen-Knorpelgrenze des *Os scaphoideum*, *Os lunatum* und *Os triquetrum*. Radial als auch ulnar der *Articulatio radiocarpea* bilden sich in der Gelenkkapsel *Recessi* aus, die als Reservefalten für die Ulnar- und Radialduktion dienen (Rauber/Kopsch, 2003, S.416).

Als *Articulatio mediocarpea* wird das Gelenk zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe bezeichnet. Die distale Handwurzelreihe besteht aus *Os trapezium*, *Os trapezoideum*, *Os capitatum* und *Os hamatum*. Das distale Handgelenk wird morphologisch als ein „verzahntes Scharniergelenk“ betrachtet, welches aber funktionell eine zweite zusätzliche Bewegungsachse besitzt. Diese Art des Gelenks ergibt sich aus der Morphologie der zueinander liegenden Handwurzelreihen. Der distale Teil des *Os scaphoideum* ist konvex und artikuliert mit dem proximalen konkaven Teil der *Ossa trapezium* und *trapezoideum*, der proximale Teil des *Os scaphoideum* hingegen bildet gemeinsam mit *Os lunatum* und *Os triquetrum* eine konkave Gelenksfläche, in welche die konvexen Gelenksflächen des *Os capitatum* und *Os hamatum* ragen. Der am weitesten distal und ulnar gelegene Anteil des *Os triquetrum* ist schließlich wieder konvex und steht mit seinem gegenüberliegenden konkaven Teil des *Os hamatum* in Verbindung. Die Knochen der distalen Handwurzelreihe stehen auch selbst durch ihre seitlichen Gelenksflächen miteinander in Verbindung; sie sind durch straffe Bänder in ihrem distalsten Bereich fest aneinander gebunden, wodurch diese Art der Gelenke auch als *Amphiarthrose* bezeichnet werden. Die Gelenkkapsel der *Articulatio mediocarpea* ist palmar straff, jedoch auf der dorsalen Seite der Hand relativ schlaff ausgebildet. Die Gelenkhöhle ist in diesem Gelenk wesentlich größer, da sie sich sowohl zwischen den Knochen der proximalen Handwurzelreihe distal der interossären Bänder erstreckt, als auch bis hin zur *Articulatio carpometacarpea* reicht und schlussendlich in diesen Gelenkraum übergeht. Die *Articulatio radiocarpea* und *mediocarpea* stehen nicht miteinander in Verbindung, da beide durch die oben genannten sog. interossären

Bänder der proximalen Handwurzelreihe voneinander getrennt sind (Rauber/Kopsch, 2003, S. 418,419).

5.1.2 Bänderkomplex der Handwurzel

5.1.2.1 Anatomische Einteilung

Den Bändern im Bereich des Handgelenk kommen unterschiedliche Aufgaben zu, sie verstärken die Gelenkkapsel, führen und hemmen die jeweils möglichen Bewegungen und verbinden die Knochen der Handwurzel und gewährleisten so Stabilität. Im nachfolgenden Text wird auf die Anatomie der Bänder in anatomischer Einteilung eingegangen. Zum einfacheren Verständnis in der klinischen Anatomie beziehe ich mich später auf die Einteilung klinisch wichtiger Bänder und ihrer Zügel. Im Allgemeinen werden dorsale, palmare und interossäre Bänder voneinander unterschieden, welche wiederum in Gruppen eingeteilt werden:

- Liggamenta radiocarpea palmaria/dorsalia
- Liggamenta intercarpea palmaria/dorsalia/interossea

Die Liggamenta radiocarpea erstrecken sich zwischen Unterarm und Carpus, wobei die palmaren von den dorsalen unterschieden werden. Hauptsächlich entspringen diese Bänder vom Radius und setzen an den Knochen der Handwurzel an, bei einigen kann man tiefe Zügel, welche zu den einzelnen Handwurzelknochen ziehen, abgrenzen. Das Ligamentum radiocarpeum dorsale entspringt am Radius und zieht nach ulnar und distal zum Os triquetrum, sein tiefer Anteil setzt am Os lunatum an. Das gleichnamige palmare Band ist in seiner Morphologie stärker ausgeprägt und erstreckt sich zwischen Processus styloideus radii, Os capitatum und Os triquetrum, wobei Faserzüge in der Tiefe am Os lunatum bzw. Os capitatum ansetzen. An dieser Stelle möchte ich noch ein weiteres bedeutendes Band auf der palmaren Seite nennen, das sog. Lig. ulnocarpale palmare. Es entspringt am Processus styloideus ulnae und Discus articularis und zieht schräg nach distal, wo es schließlich am Os triquetrum und Os lunatum inseriert. Auf der lateralen Seite, jeweils von Ulna und Radius entspringend, liegen die Collateralbänder, wobei sich ein palmarer Teil und

ein dorsaler Teil voneinander unterscheiden lassen. Das Ligamentum collaterale carpi radiale ist relativ kräftig und verbindet den Radius mit dem Os scaphoideum, wobei es in seiner Funktion die Ulnarduktion hemmt. Die Radialduktion wird vom Ligamentum collaterale carpi ulnare gehemmt, welches, vom Processus styloideus ausgehend, am Os triquetrum auf der dorsalen Seite bzw. am Os pisiforme auf der palmaren Seite seinen Ansatz hat.

Die Bänder zwischen den einzelnen Handwurzelknochen verbinden diese, es lassen sich dorsale, palmare und sog. Binnenbänder, welche zwischen den einzelnen Knochen liegen, unterscheiden. Auf der palmaren Seite imponiert ein Flächenband, welches vom Os capitatum ausgeht. Es wird als Ligamentum carpi radiatum bezeichnet und verbindet das Os capitatum mit seinen umliegenden benachbarten Knochen. Die Bänder auf dieser Seite der Hand sind stärker ausgeprägt als auf der dorsalen Seite. Dadurch ergibt sich ein größerer Bewegungsumfang bei der Palmarflexion. Dorsal liegt das Ligamentum carpi arcuatum, welches auch als Fick'sches Bogenband bezeichnet wird. Es erstreckt sich vom Os scaphoideum bis hin zum Os triquetrum, wobei sich eine Verankerung am collateralen radialen Band und am Os lunatum erkennen lässt. Einzelne Zügel dieses Bandes inserieren an den Knochen der proximalen und distalen Handwurzelreihe und gewährleisten so zusätzliche Stabilität. Unter anderem begrenzt dieses Band die Palmarflexion (Rauber/Kopsch, 2003, S.419, 420).

Unter den Binnenbändern versteht man straffe Liggamenta, die interossär zwischen den Knochen der Handwurzelreihen liegen. Man unterscheidet sowohl die interossären Bänder der proximalen, als auch die der distalen Handwurzelreihe. Sie begrenzen und schließen die Gelenkhöhlen zwischen Radius, proximaler und distaler Handwurzelreihe ab. Natürlich können bei Defekten einzelner dieser Bänder die Gelenkhöhlen miteinander kommunizieren. Das wichtigste dieser Bänder ist sicherlich das Ligamentum scapho-lunatum interosseum, welches vor allem in der Stabilität des Handgelenks von wesentlicher Bedeutung ist (Rauber/Kopsch, 2003, S.419). R. Fick beschreibt das Kahn-Mondbein-Zwischenknochenband (Lig. naviculunatum interosseum) als einen deutlich erkennbaren Wulst, der sich im Gelenkraum zwischen Radius und proximaler Handwurzelreihe vorwölbt. Es verbindet das Os lunatum und Os scaphoideum von palmar nach dorsal, wobei es in

der Mitte am stärksten, mit einer Breite von 2mm, ausgeprägt ist. In seiner Dicke überragt es oft den Knorpelüberzug beider Knochen, dadurch lässt es sich leicht finden. In Richtung palmar und dorsal verschmälert es sich und ist selten in seiner gesamten Ausdehnung durchbrochen (Fick R., 1904, S.227). Etwa hundert Jahre später lässt sich nach neuerer Erkenntnis dieses Band etwas anders beschreiben. Es ist 18mm lang und 5mm breit, wobei die palmaren Anteile schwächer als die dorsalen ausgeprägt sind (Bahm J. et al., Unfallchirurg 2000-103: S.545). Es werden drei Abschnitte unterschieden, welche sowohl in ihrem histologischen Aufbau, als auch in Bezug auf ihre Belastbarkeit, unterschiedlich sind. Die dorsalen Anteile sind funktionell am Wichtigsten, da sie am Belastbarsten sind. Sie sind zwischen 3 und 5 mm lang und weisen eine Dicke von 2mm auf. Das Besondere ist dabei, dass der dorsale Abschnitt mit der Kapsel verwachsen ist. Der mittlere Abschnitt hat kaum Bedeutung für die Funktionalität, denn er ist relativ dünn und nicht selten degeneriert, vor allem ab dem 3. Lebensjahrzehnt. Die dünne fibrocartilaginäre Membran perforiert bei diesem degenerativen Prozess, ruft jedoch nur in den seltensten Fällen klinische Symptome hervor. Der am weitesten palmar gelegene Anteil verläuft in einer schrägen Richtung von proximal nach distal zwischen Scaphoid und Lunatum. Mechanisch gesehen ist er in seiner Dehnbarkeit von Bedeutung, denn in diesem Bereich rotieren beide Knochen zueinander. Laut Literatur rupturiert der dorsale Anteil bei einer Belastung ab 300 Newton, der palmare schon bei 150 Newton (Schmitt R. et al., Radiologie 2006-46: S.654-655).

Das Mond-Dreieckzwischenknochenband (Ligamentum lunato-triquetrum interosseum) hingegen ist wesentlich schmaler und nicht selten perforiert, wobei es in der Mitte am dünnsten ist. Es liegt in der Ebene des Knorpelüberzugs von Os lunatum und Os triquetrum, wodurch sich keine Vorwölbung in den Gelenksraum erkennen lässt. Wie alle interossären Bänder besitzen die oben genannten einen auf ihrer proximalen Seite gelegenen Faserknorpelüberzug, somit ergänzen sie den Knorpelüberzug der proximalen Handwurzelreihe. Distalwärts haben beide Bänder eine keilförmiges Aussehen (Fick R., 1904, S.227). Betrachtet man die Ausdehnung dieser Bänder nach distal so sind sie nur im proximalen Teil der Knochen zu finden, im distalen Teil der Flächen stehen sich Knorpelüberzug der einzelnen Knochen gegenüber, dadurch sind Flächenbewegungen möglich (Fick R., 1904, S. 237). Um die interossären Bänder zu vervollständigen möchte ich an dieser Stelle diejenigen

nennen, die sich zwischen den Handwurzelknochen der distalen Reihe erstrecken. Es sind zum Einen das Ligamentum interosseum trapezio-trapezoideum, welches die unteren Kanten beider Knochen miteinander verbindet, zum Anderen das Ligamentum interosseum capitato-hamatum, ein oft perforiertes Band zwischen Os capitatum und Os hamatum. Zwischen dem Os trapezoideum und Os capitatum ist ein interossäres Ligament ausgespart, somit verbinden sich die beiden Gelenkhöhlen, die der proximalen und der distalen Handwurzelreihe (Henle J., 1871, S.92)

5.1.2.2 Die klinisch wichtigsten bandhaften Strukturen im proximalen Handgelenk

In der klinischen Betrachtungsweise des Handgelenks sind vor allem bandhafte Strukturen von Bedeutung, die arthroskopisch ersichtlich sind und im Gegensatz zur allgemeinen Anatomie anders klassifiziert bzw. spezieller bezeichnet werden. Von palmar gesehen am weitesten radial gelegen blickt man auf das Ligamentum radio-scapho-capitatum, welches auch als RSC-Ligament bezeichnet wird. Es verbindet Radius, Os scaphoideum und Os capitatum. Etwas weiter ulnar, in der oberflächlichen, Schicht finden sich zwei weitere vom Radius ausgehenden Bänder. Es sind das Ligamentum radio-lunatum longum, als LRL-Ligament bezeichnet, und das Ligamentum radio-lunatum breve, welches als SRL-Ligament bezeichnet wird (Chapman M., 2001, 1334). Beide Bänder zusammen werden auch als RLT-Ligament bezeichnet (Ligamentum radio-luno-triquetrum) (Grechenig W., Fellinger M., 1998, S.129). In der tiefsten Schicht, etwas weiter ulnar gelegen, erstreckt sich das Ligamentum Radio-scapholunatum (RSL-Ligament), auch als Testut'sches Band bezeichnet. Es wird von den tiefen Anteilen des LRL- und SRL- Bandes umfasst. Dieses Band verbindet den Radius mit dem Os scaphoideum und Os lunatum, wobei ein Faserzug am Ligamentum interosseum scapholunatum inseriert. (Schmidt, Lanz U., 2003, S.70). Streng genommen kann man diese Struktur nicht als Band bezeichnen, denn es besteht aus Nerven und Gefäßen der Arteria interossea anterior und dem gleichnamigen Nerv. Diese Strukturen sind von synovialer Kapsel umhüllt. Von der Ulna ausgehend zieht das Ligamentum ulnolunatum zum Mondbein, am weitesten ulnar hingegen das Ligamentum ulnotriquetrum zum Os triquetrum (Chapman M., 2001, 1334). Auf die kollateralen Bänder möchte ich an dieser Stelle nicht näher eingehen, diese wurden bereits beschrieben. Durch die bereits

genannten Bänder ergeben sich weitere Strukturen, die von Bedeutung sind. Ein Recessus styloideus radii wird vom radialen und vom RSC-Band gebildet. Zwischen RSC- und RLT-Band liegt die sogenannte Poirier'sche Lücke, durch welche sich eine Aussackung der Synovia in den Gelenkraum vorstülpt. Etwas weiter ulnar des RSL-Bandes befindet sich ein Raum, welcher mit einem gefäßführendem Fettkörper gefüllt ist, dieser wird auch als „synovial tuft“ bezeichnet. Radial des ulnaren kollateralen Bandes lässt sich in den Recessus piriformis einsehen (Grechenig W., Fellingner M., 1998, S.129, 130).

5.1.3 Mechanik und Dynamik des Handgelenks

Bei der Mechanik im Handgelenk ist die Stellung der Gelenkpfanne und des Gelenkkopf von entscheidender Bedeutung. Die Gelenkpfanne im proximalen Handgelenk ist sowohl in der Frontal- als auch in der Sagittalebene gekippt. Betrachtet man das Handgelenk in der Frontalebene so ist die Gelenkpfanne, von Radius und Discus articularis gebildet, von distal radial nach proximal ulnar in einem Winkel von 15-20°, in Bezug zur transversalen Achse, gekippt. Ähnlich verhält sich die Situation in der Sagittalebene, hier verläuft die Gelenkpfanne von distal dorsal nach proximal palmar, in einem Winkel von 10-15° zur dorso-palmaren Achse. Aus diesen Gegebenheiten lässt sich ableiten, dass der Gelenkkopf die Tendenz zeigt, sich in der Frontalebene nach proximal und ulnar, bzw. in der Sagittalebene nach proximal und palmar zu verschieben. Beides wird durch die bandhaften Strukturen im Handgelenk verhindert. (Rauber/Kopsch, 2003, S. 415,416). Die dorso-palmare und die transversale Achse sind die zwei Hauptachsen im Handgelenk, um diese lässt die Hand Flächenbewegungen und Randbewegungen zu.

5.1.3.1 Mechanik anhand der konventionellen Anatomie

Die Palmarflexion und Dorsalextension im Handgelenk verläuft um die Transversalachse, wobei sich die Hand aus der Neutral-0-Stellung um maximal 85° palmar flektieren und um 80° dorsal extendieren lässt. Der größere Bewegungsumfang nach palmar lässt sich durch die relativ schlaffen Bänder auf der Dorsalseite erklären. Bei diesen Bewegungen kippen die Handwurzelreihen um die transversale Achse, wobei sich bei der Palmarflexion die proximale Handwurzelreihe

um 45-50°, die distale um 30-35° dreht. Extendiert die Hand nach dorsal so dreht sich die proximale Carpalreihe um 35°, während die distale Reihe eine Drehung um 50° vollzieht. Stellt man beide Bewegungen gegenüber, so verhält sich der Bewegungsumfang der Handwurzelreihen in ihrem Bewegungsausmaß gegengleich zueinander (Rauber/Kopsch, 2003, S.421).

Radialduktion und Ulnarduktion sind die Bewegungen um die dorso-palmare Achse. Diese Achse verläuft von dorsal nach palmar durch das Os capitatum. Die Radialduktion ist in einem Ausmaß von 25-30°, die Ulnarduktion von 30-40° möglich. Bei beiden Abduktionen führen die Carpalreihen drei Bewegungen aus, Translationsbewegungen um eine dorso-palmare, Drehbewegungen um eine transversale und Rotationsbewegungen um eine longitudinale Achse. Führt die Hand eine Radialduktion aus so verschiebt sich die proximale Handwurzelreihe nach ulnar, flektiert nach palmar und proniert, die distale Handwurzelreihe verhält sich gegengleich dazu, sie verschiebt sich nach radial, extendiert nach dorsal und supiniert. Bei der Ulnarduktion werden die gleichen Bewegungen ausgeführt, jedoch in umgekehrter Reihenfolge (Rauber/Kopsch, 2003, S.421-422).

- Radialduktion: proximale HWR: Pronation/ Palmarflexion/ Ulnarverschiebung, distale HWR: Supination/ Dorsalextension/ Radialverschiebung
- Ulnarduktion: proximale HWR: Supination/Dorsalextension/Radialversch. distale HWR: Pronation/ Palmarflexion/ Ulnarversch.

„Die Summe der Hauptbewegungen in den Handgelenken ist eine Kreiselung (Zirkumduktion). Bei maximaler Ausnutzung des Bewegungsspielraums umfährt eine durch den Mittelfinger gelegte Achse einen Kegelmantel (sogenannter Zirkumduktionskegel).“ (Rauber/Kopsch, 2003, S.422)

Die Achsen, um welche sich die proximale und distale Handwurzelreihe bewegen, werden auch als Henke'sche Achsen bezeichnet.

5.1.3.2 Klinische Betrachtungsweise der Mechanik im Handgelenk

Die anatomische Gliederung der Handwurzelknochen teilt diese in eine proximale und distale Handwurzelreihe ein. In der Klinik ist jedoch eine weitere Einteilung von Bedeutung, dabei werden die Handwurzelknochen in drei Säulen eingeteilt. Von radial nach ulnar gesehen sind es die Skaphoid-, Lunatum- und Triquetrumsäule (Rauber/Kopsch, 2003, S.422). Bei dieser Einteilung sind die Knochen der proximalen Handwurzelreihe mit denen der distalen gekoppelt, d.h. die Scaphoidsäule beinhaltet Os scaphoideum und Os trapezium, die Lunatumsäule ergibt sich aus Os lunatum und capitatum, die Triquetrumsäule setzt sich aus Os triquetrum und Os hamatum zusammen. Natürlich lassen sich bei dieser Einteilung ebenfalls die Bewegungen der Hand, bzw. die Bewegung der einzelnen Knochen zueinander, beschreiben. Bei dieser Darstellung der kinematischen Verhältnisse der Hand sind die Ursachen und Folgen für Instabilitäten im Handgelenk leichter nachvollziehbar.

Die Scaphoidsäule ergibt sich aus Os scaphoideum und Os trapezium. Das Scaphoid ähnelt im Sagittalschnitt einer Niere, d.h. es ist auf der Dorsalseite konvex und auf der palmaren Seite konkav gekrümmt, wobei es sowohl proximal, als auch distal eine konvexe Krümmung besitzt. Ihm sitzt auf der distalen konvexen Seite das Os trapezium mit seiner konkav gekrümmten Seite auf. In der Neutral-0-Stellung ist das Scaphoid nach palmar gekippt, dabei ist der Abstand zwischen Radius und Os trapezium am größten. Bei Extension hingegen richtet sich das Kahnbein nach dorsal auf und es ändern sich sowohl der Kontaktpunkt zwischen Radius und Os scaphoideum, dieser wandert beim Radius nach palmar und beim Scaphoid nach dorsal, als auch die Artikulationsstelle zwischen Os scaphoideum und Os trapezium, dabei schiebt sich das Trapezbein nach dorsal, wie auch die Kontaktstelle des Scaphoids nach dorsal wandert. Bei Flexionsbewegung der Hand dreht sich das Kahnbein nach palmar und es verhalten sich die Kontaktpunkte in entgegengesetzter Richtung. Die Kontaktstelle am Radius liegt somit am weitesten dorsal, die des Kahnbeins am weitesten palmar, wie auch der Artikulationspunkt des Os trapezium. Aus diesem Verhalten lassen sich drei wesentliche Punkte ableiten, die diese Bewegung charakterisieren (Kapandji I., 2006, S. 150-151).

- Der Abstand zwischen Trapezbein und Radius wird bei Flächenbewegungen kleiner.
- Das Os trapezium vollzieht einen Kreisbogen, da es an der dorsalen konvexen Seite des Kahnbeins wandert.
- Zieht man eine Linie zwischen den Artikulationsstellen am Radius und am Trapezbein, so stehen diese annähernd parallel zueinander und haben annähernd den gleichen Abstand.

Die Lunatumsäule lässt sich ähnlich wie die Scaphoidsäule beschreiben. Das Os lunatum gleicht in der Sagittalebene, wie der Name schon beschreibt, einem Halbmond, wobei es in seiner Mächtigkeit palmar dicker ist und dorsal spitzer zusammenläuft. Auch hier lässt sich eine dem Radius zugewandte konvexe Fläche beschreiben, die den Gelenkkopf bildet. Seine konkave Wölbung artikuliert mit dem Kopf des Os capitatum. In der Literatur sind verschiedene Formen des Lunatum beschrieben, auf die ich an dieser Stelle nicht näher eingehen möchte. Im Gegensatz zur Säule des Scaphoids sind bei der Lunatumsäule die Abstände anders definiert. Sie beziehen sich in diesem Fall auf das Zentrum des artikulierenden Capitatumkopfes. Bei Neutral-0-Stellung liegt das Zentrum des Kopfes bzw. die Longitudinalachse des Capitatum in der Longitudinalachse des Radius, die etwas palmar der Schaftmitte des Radius liegt. Das Kopfzentrum weist den maximalen Abstand zur Gelenkpfanne des Radius auf. Bei Extension dreht sich das Lunatum in der Transversalachse nach dorsal, wodurch nun die schmalste Stelle zwischen Capitatum und Radius liegt. Gleichzeitig dreht sich das gesamte Os capitatum, somit wandert auch das Zentrum des Kopfes nach dorsal bzw. proximal und die Längsachse des Capitatum nähert sich der dorso-palmaren Achse. Bei der Flexion hingegen dreht sich das Os lunatum nach palmar, das Kopfzentrum liegt nun palmar und proximal der Neutral-0-Stellung. Auch bei dieser Bewegung nimmt der Abstand zwischen Radius und Zentrum ab, wobei aber diesmal der dickste Teil des Os lunatum zwischen Capitatum und Radius zum liegen kommt. Bei Ausführung maximaler Flächenbewegungen ist der Bewegungsumfang der Beugung im proximalen Handgelenk größer als im distalen. Umgekehrt verhält es sich bei der Extension, hier streckt das proximale weniger als das distale Handgelenk. Bei

Rupturen von Bändern zwischen Unterarm und Lunatum kann das Os lunatum entweder nach dorsal oder palmar kippen. In diesem Fall wandert zwar der Kopf des Capitatus auch nach proximal dorsal bzw. palmar, jedoch übt das Capitatum weder Extension noch Flexion aus. Die Längsachse liegt dabei parallel dorsal bzw. palmar der Longitudinalen des Radius (Kapandji I., 2006, S. 148-149)

Die Triquetrumssäule, gebildet von Os triquetrum und Os hamatum, liegt am weitesten ulnar und stabilisiert das Handgelenk in der Frontalebene, so verhindert sie eine Verschiebung der mittleren und radialen Säule nach ulnar. Dies ist vor allem bei einer Druckbelastung des Handgelenks wichtig (Rauber/Kopsch, 2003, S.422).

Stellt man Scaphoid- und Lunatumsäule bei der Extension gegenüber, so ergeben sich unterschiedliche Bewegungsausmaße. Das Scaphoid richtet sich, wie oben beschrieben, bei der Extension nach dorsal auf, dabei kommt es zu einer zunehmenden Spannung der palmaren Bänder zwischen Unterarm und Kahnbein, bis eine maximale Spannung und somit eine Verriegelung des Kahnbeins zwischen Radius und Trapezbein erreicht ist. In der Lunatumsäule kippt hingegen das Mondbein nach palmar und das Os capitatum extendiert nach dorsal. In dieser Säule findet eine Bewegung statt, auch wenn in der Scaphoidsäule schon eine maximale Streckung erreicht ist. Die Extension wird nicht nur durch die Spannung der palmaren Bänder begrenzt, sondern auch durch den dorsalen Anteil des Radius, wenn das Os capitatum mit seinem Hals gegen den Knochen stößt. Man spricht hierbei von einer Knochenhemmung. Die um 30° vermehrte Drehung des Os lunatum ist durch das Ligamentum interosseum scapho-lunatum möglich, welches durch die Elastizität in diesem Band gegeben ist. Das eben genannte Verhalten der beiden Knochensäulen lässt sich nur bei der maximale Extension beschreiben. Fällt die Bewegung in geringerem Ausmaß aus, verhalten sich beide Säulen zueinander gleich (Kapandji I., 2006, S. 152).

Neben den Flächenbewegungen sollen an dieser Stelle auch die Verschiebungen der Knochen bei Radial- und Ulnarduktion beschrieben werden. Diese sind wesentlich im Zusammenhang mit der Diagnostik von scapho-lunären Bandrupturen. Da bei der Radialduktion die dorso-palmare Achse durch den Kopf des Capitatus verläuft dreht sich die Handwurzel in einer Anfangsbewegung um diesen, wobei sich

die proximale Handwurzelreihe nach ulnar und proximal verlagert. Durch die dabei entstehende Anspannung des kollateralen ulnaren Bandes und der bandhaften Strukturen die zum Os triquetrum ziehen (RST-Band, Lig. ulno-triquetrum) wird die Bewegung des Dreieckbeins allmählich gebremst, somit stößt auch das Lunatum an seine Bewegungsgrenze. Wird eine vermehrte Radialduktion ausgeführt findet diese Bewegung nur mehr innerhalb der distalen Handwurzelreihe statt, wobei sich nun das Capitatum nach distal verlagert. Durch dieses Verhalten kann das Lunatum nach dorsal extendieren, da sich der Raum zwischen Capitatum und Lunatum vergrößert. Im Gegensatz dazu verhält sich die Scaphoidsäule, welche sich nach proximal verlagert. Os trapezium und scaphoideum nähern sich an, das Kahnbein vollzieht schließlich eine Flexion nach palmar.

Bei Ulnarduktion verhalten sich die Handwurzelreihen ähnlich zueinander. Die proximale Handwurzelreihe gleitet nach radial, wobei sich die Scaphoidsäule nach distal in Bewegung setzt, bis diese Bewegung durch das Ligamentum collaterale carpi radiale gehemmt wird. Das Kahnbein extendiert bei diesem Vorgang und richtet sich auf, während das Trapezbein nach palmar flektiert. Ab diesem Zeitpunkt ist die Bewegung in der proximalen Handwurzelreihe abgeschlossen, eine weitere Ulnarduktion ist nur mehr in der distalen Handwurzelreihe zu beobachten. Das Capitatum wandert dabei nach proximal und gleitet mit seinem Kopf an der Innenfläche des Kahnbeins entlang. Das Os lunatum schiebt sich nach ulnar und steht nun in Kontakt mit dem Os triquetrum, welches an der Seitenfläche des Os hamatum zum liegen kommt. (Kapandji I., 2006, S. 154).

Abschließend kann man die eben beschriebenen Bewegungen mit der anatomischen Darstellung der Randbewegung vergleichen. Allgemein stimmen diese überein (vgl. Ulnarduktion u. Radialduktion in Kapitel 3.1.3.1.).

5.2 Ursache, Einteilung und Folgen von scapho-lunären Bandrupturen

In diesem Kapitel sollen die Ursachen, die eine Läsion im Bereich des Ligamentum interosseum scapho-lunatum begünstigen, dargestellt werden. Dabei reichen die Verletzungsmuster von einer einfachen Zerrung bis hin zur vollständigen Ruptur. Eine diagnostische Einteilung zu treffen ist dabei schwierig, vor allem die Relevanz

zwischen frischer und alter Ruptur für die Therapie zu definieren gestaltet sich als nicht eindeutig, da die Meinungen in der Literatur Diskrepanzen aufweisen.

5.2.1 Verletzungsmuster, die eine interossäre Bandläsion begünstigen

Bei der Entstehung von Bandläsionen müssen Akuttraumen von Bagatelltraumen unterschieden werden, dabei wird als Akuttrauma eine Verletzung definiert, die als unmittelbare Folge eine Läsion des interossären Bandes zur Folge hat. Bei einem Bagatelltrauma rupturiert das Band als sekundäre Folge von Begleiterkrankungen. Die häufigste Ursache einer Bandruptur des interossären Ligaments ist der Sturz auf die ausgestreckte Hand, dabei spricht man von einem Hyperextensionstrauma. Die Kraft, die dabei auf das Ligamentum interosseum scapho-lunatum wirkt, verstärkt sich zusätzlich bei einer Ulnarduktion. Nicht selten resultieren dabei distale Radiusfrakturen, wobei eine intraartikuläre Fraktur vom Typ Chauffeur, bei der es zu einem radialen Keilbruch durch den Processus styloideus radii kommt, häufiger mit dieser Art der Bandruptur vergesellschaftet ist. Wenn bei einer Radiusfraktur ein Frakturverlauf in Richtung des scapho-lunären Spaltes ersichtlich ist, sollte man von einer Beteiligung des interossären Bandes ausgehen und dies mit diversen diagnostischen Verfahren ausschließen. Prädisponierende Erkrankung für die Bandruptur bei Bagatelltraumen sind die Chondrokalzinose, rheumatoide Arthritis, Hämachromatose, aber auch kongenitale Erkrankungen, die das Bindegewebe betreffen (Schmitt et al., Radiologe 2006-46: 655 ff).

In einer Studie im Jahre 2001 wurden Patienten mit einer distalen Radiusfraktur untersucht und arthroskopiert, um Begleitverletzungen zu erheben. Das erstaunliche dabei ist, dass in 69% aller Fälle eine Mitbeteiligung des scapho-lunären Bandapparates festgestellt wurde. Das am häufigsten vorgefundene Stadium war die dynamische Instabilität (63%), d.h. eine Komplettruptur des interossären Bandes ohne Beteiligung der palmaren und dorsalen Bandverbindungen zwischen Unterarm und scapho-lunären Kompartiment. Die Korrelation zwischen Bruchverlauf und einer vorgefundenen Läsion war dabei entscheidend, wenig von Bedeutung zeigten sich sowohl Ausmaß der Dislokation des Radiusfragments, als auch die Winkelverhältnisse zwischen Unterarm und Carpus (Schädel-Höpfner M. et al., 2001, Handchir. Mikrochir. Plast Chir.; 33: 229-233).

5.2.2 Einteilung von scapho-lunären Bandrupturen

Bei der Ruptur des Ligamentum interosseum scapho-lunatum werden allgemein drei Stadien unterschieden, wobei sich ein viertes Stadium optional hinzufügen lässt. Im Stadium I rupturieren die palmaren Anteile des Bandes, dies kann auch mit einer Ruptur des mittleren Abschnittes assoziiert sein. Die Symptomatik in diesem Stadium ist zu vernachlässigen, denn die Anordnung der einzelnen Knochen bleibt anatomisch erhalten, es kommt auch zu keiner Dissoziation bei Randbewegungen der Hand. Die palmaren und dorsalen Bänder zwischen Unterarm und Os lunatum sind nicht beteiligt.

Das Stadium II wird auch als dynamisches Stadium bezeichnet. Im Gegensatz zu Stadium I rupturieren alle Abschnitte des interossären Bandes, sowohl die schwach ausgeprägten palmaren Anteile, als auch die mittleren und dorsalen starken Faserzüge. Auch in diesem Stadium bleiben die sog. „sekundären Stabilisatoren“, also die palmaren und dorsalen Bänder des Os lunatum, unbeteiligt. Durch diesen Umstand lässt sich in der Neutral-0-Stellung der Hand weder eine Dissoziation zwischen Scaphoid und Lunatum, noch eine Fehlstellung des Os scaphoideum und Os lunatum nachweisen. Führt man hingegen Stressaufnahmen, vor allem Ulnarduktion, der Hand durch, so zeigt sich eine signifikante Dissoziation im scapho-lunären Spalt. Klinisch lassen sich dabei ein Klick- bzw. Schnappphänomen und Grifschwäche bei Handgelenksbewegungen erheben, nicht zu vergessen sind die dabei entstehenden Schmerzen (siehe Abbildung 1).

Das Stadium III umfasst das Vollbild der scapho-lunären Dissoziation, es rupturieren zum einen das interossäre Ligament, zum anderen die extrinsischen Bänder auf der palmaren und dorsalen Seite. In der Röntgenansicht sind eine deutliche Vergrößerung des scapho-lunären Spaltes, sowie die typische Rotationsfehlstellung des Scaphoids und des Lunatums erkennbar. Klinisch imponieren Grifschwäche, Schwellung und Schmerzen in Ruhe. Der Verlauf ist progredient und zieht eine Destruktion des Handgelenks nach sich (siehe Abbildung 2).

Optional lässt sich auch noch ein Stadium IV klassifizieren. Dieses beschreibt das Vollbild dieser Verletzung mit den typischen Folgen. Das Hauptzustandsbild des

Stadium IV ist die Arthrosis deformans, welche durch die Rotationsfehlstellung bedingt ist. Je nach Lokalisation lassen sich Subtypen dieses Stadiums unterscheiden. Bei einer beginnenden radioscapoidalen Arthrose spricht man von Stadium IVa, greift diese auf mediokarpal über, wird dies als Stadium IVb bezeichnet. Das schwerste Zustandsbild ist schlussendlich der karpale Kollaps, der in der englischen Literatur auch als SLAC wrist (scapho-lunate advanced collapse) bezeichnet wird. Die Symptomatik wird von zunehmender Schwellung, Bewegungseinschränkung und chronischen Schmerzen ergänzt (siehe Abbildung 3) (Schmitt et al., Radiologe 2006-46: 657).

- Stadium I: prädynamisch, Teilruptur des Bandes, sekundäre Stabilisatoren sind intakt, normale Gefügeanordnung auch unter Belastung, meist keine Symptomatik
- Stadium II: dynamisch, Komplettruptur, sekundäre Stabilisatoren intakt, Dissoziation nur unter Beanspruchung, Klick- und Schnappphänomen, Grifschwäche, Schmerzen bei Belastung
- Stadium III: statisch, Komplettruptur, Ruptur der sekundären Stabilisatoren, Dissoziation bereits in Ruhe, Rotationsfehlstellung von Scaphoid und Lunatum, Schwellung, Schmerzen, Grifschwäche
- Stadium IV: arthrotisch, Komplettruptur, Ruptur der sek. Stab., Arthrosis deformans radioscapoidal (a), übergreifend mediokarpal (b), bzw. Endstadium des SLAC-wrist

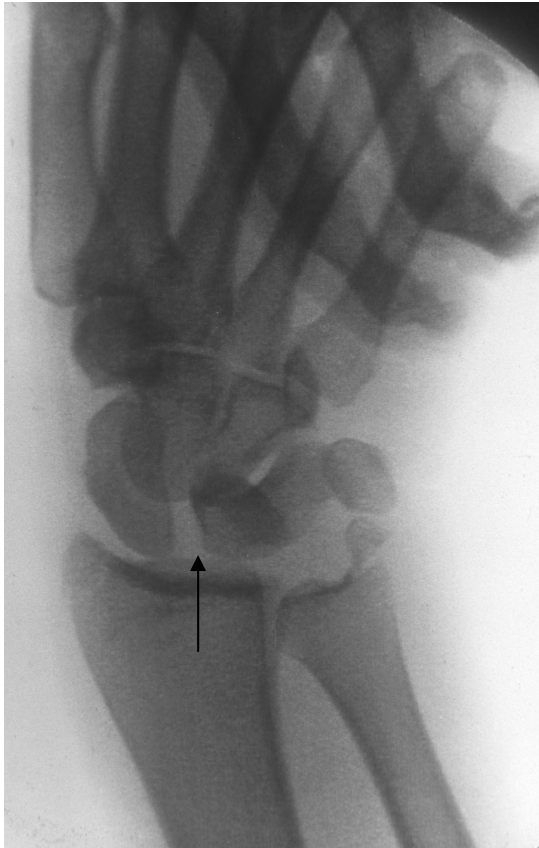


Abbildung 1: Stressaufnahme mit Verbreiterung des SL-Abstandes (Pfeil)



Abbildung 2: statische SL-Dissoziation in Neutral-0-Stellung (Pfeil)



Abbildung 3: SLAC-wrist mit den typischen arthrotischen Veränderungen (Pfeile)

Ein weiterer Aspekt in der Einteilung ist die Unterscheidung zwischen frischen und alten Bandrupturen. Hierbei spricht man von einem akuten und einem chronischen Stadium, wobei die Meinungen in der Literatur bei der Beschreibung auseinandergehen. So wird nach Larsen et al. als Akutstadium der Zeitraum innerhalb der ersten drei Wochen bezeichnet, danach folgt das subakute Stadium bis zur 6. Woche, anschließend spricht man vom chronischen Stadium (Larsen et al., *Journal of Hand Surgery*, 1995-20A: 757-764). Eine andere Sichtweise wird von Walsh et al. vertreten, wobei eine Bandruptur als chronisch bezeichnet wird, wenn sie länger als 3 Monate besteht (Walsh JJ. et al., *Journal of academic orthop. surgery* 2002-10: S32-42). Gegensätzlich dazu wird nach Hahn et al. eine Bandruptur dann als frisch bezeichnet, wenn nahtfähige Bandreste vorhanden sind. Dies ist vier bis sechs Monate nach Unfallereignis möglich (Hahn et al., *Handchir., Mikrochir., Plast. Chir.*, 1999-31: S.346-350).

Zusammenfassend gilt zu sagen, dass die Einteilung zwischen akuten und chronischen scapho-lunären Bandrupturen schwierig zu treffen ist. Allgemein haben frischere Rupturen, in Bezug auf das therapeutische Vorgehen, ein besseres Outcome als ältere Verletzungen, da es bei diesen bereits zu degenerativen Prozessen kommen kann.

5.2.3 Folgen einer Ruptur des interossären scapho-lunären Bandes

Durch die unterschiedliche Belastbarkeit innerhalb der einzelnen Abschnitte rupturiert, wie bereits oben erwähnt, zunächst der palmare Anteil des interossären Bandes. Erst bei ausgedehnten Traumen weitet sich die Läsion auch auf den dorsalen Abschnitt des Bandes aus. Am häufigsten rupturieren dabei die Faserzüge, welche am Os scaphoideum inserieren, da in diesem Bereich eine geringere Faserdichte vorhanden ist. Sind die sekundären Stabilisatoren bei diesem Trauma beteiligt, so stellt sich das Bild der statischen scapho-lunären Dissoziation ein. Es ist zum Einen eine Vergrößerung des interossären Spaltes, zum Anderen eine Höhenminderung des Carpus nachweisbar, welche durch die Rotation von Os scaphoideum und Os lunatum entsteht. Das Kahnbein flektiert dabei nach palmar, wobei es sich in seiner Gesamtheit etwas nach dorsal verlagert, sodass der proximale Teil auf der dorsalen Gelenkfläche des Radius zum liegen kommt. Das Lunatum hingegen luxiert nach ulnar, vollzieht eine Extension und wandert nach palmar. Die Höhenminderung lässt sich dabei durch Vordringen des Capitatum-Kopfes, welcher sich in den geweiteten scapho-lunären Spalt schiebt, nach proximal erklären. Anfangs kommt es zu einer Arthrose auf der dorsalen Seite des Radius. Zwischen ihm und dem Skaphoid stellt sich ein Impingement ein. Klassischerweise bleibt das Lunatum und seine ihm gegenüberliegende Gelenkfacetten von arthrotischen Veränderungen ausgespart, jedoch das Vordringen des Capitatum und die dadurch veränderte Gelenksstellung bedingt ein weitere Arthrose im Mediocarpalgelenk. Das Endstadium einer SLAC-wrist ist somit erreicht (Schmitt et al., Radiologe 2006-46: 656-658).

Durch die eben beschriebenen Verhältnisse lässt sich leicht nachvollziehen, dass die Folgen einer Instabilität, in diesem Bereich des Handgelenks, gravierend sind. Neben Schmerzen kommt es zu Kraftminderung und Bewegungseinschränkung, welche im Alltag schwierig zu meistern sind und in den meisten Fällen zu eingeschränkter Berufsfähigkeit führen.

6 Material und Methoden

Im folgenden Abschnitt möchte ich die Methoden zur Diagnostik und Therapie der scapho-lunären Bandruptur näher erläutern. Neben konventionellen gibt es auch eine Reihe von spezifischen diagnostischen Verfahren um dieses Verletzungsmuster zu erkennen. Therapeutische Verfahren umfassen sowohl die konservative Therapie, als auch die operativen Verfahren, wobei ich in diesem Teil das Vorgehen und die Technik der einzelnen operativen Verfahren beschreiben möchte.

6.1 Diagnostik von scapho-lunären Bandrupturen

6.1.1 *Klinische Diagnostik*

Die klinische Untersuchung umfasst Anamnese, Inspektion und Palpation der Hand. Anamnestisch ist in den meisten Fällen, wie oben bereits erwähnt, ein Sturz auf die dorsal extendierte Hand erhebbbar. Klinisch imponiert eine Schwellung im dorsalen Bereich, sowie eine Bewegungseinschränkung und Schmerzen, wobei der Schweregrad individuell unterschiedlich ist.

Standard in der Untersuchung ist der „scaphoid-shift-test“ nach Watson, welcher relativ leicht durchführbar ist. Der Untersucher legt vier Finger auf die dorsale Seite des Radius, wobei es die gleiche Hand sein sollte, welche untersucht wird. Anschließend wird das Tuberculum ossis scaphoidei ertastet. Ausgehend von einer Ulnarduktion wird die Hand nach radial abduziert, wobei gleichzeitig eine Druckbelastung mit dem Daumen auf das Scaphoid ausgeführt wird. Sollte eine Instabilität im Bereich des Scaphoids und Lunatums vorliegen, so vernimmt man ein deutliches Schnappphänomen, welches aus der Subluxation des Scaphoids resultiert. Diese Subluxation des proximalen Scaphoidpols ist auch auf der dorsalen Seite deutlich tastbar (siehe Abbildung 4 und 5). Ein weiterer Test ist der Fingerextensions-Test, bei dem der Untersucher die Hand des Patienten passiv palmar flektiert und ihn gegen einen Widerstand die Finger dorsal extendieren lässt.

Entstehen dabei Schmerzen, so ist er als positiv zu werten (siehe Abbildung 6)
(Chapman M., Madison M., 1993, S.1369).

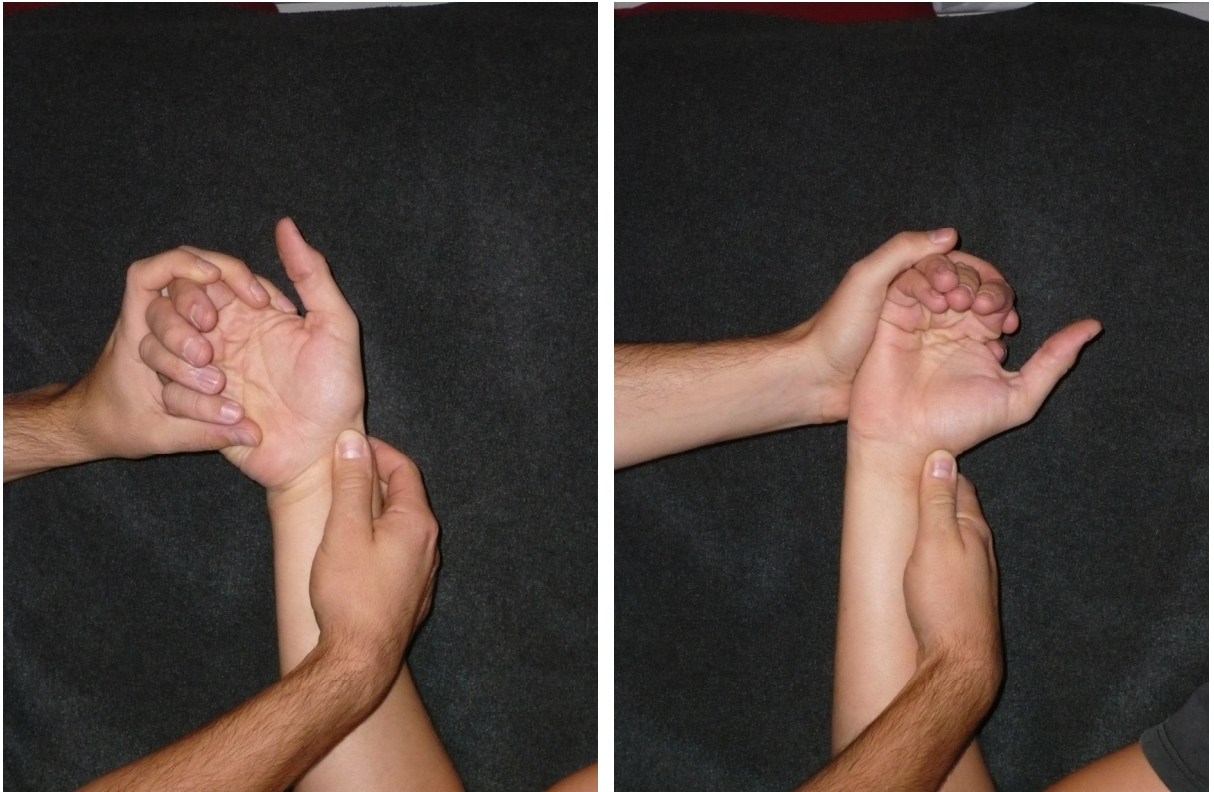


Abbildung 4 und 5: Scaphoid-shift-test nach Watson

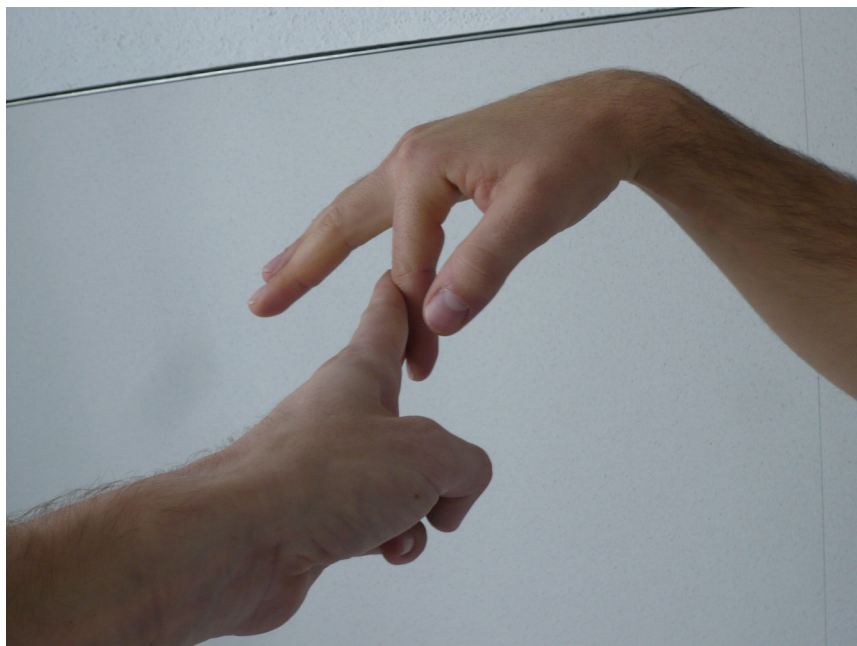


Abbildung 6: Finger-extensions-Test

Die weiterfolgende Diagnostik ist die Bildgebende, bei der Röntgen, CT und MRT zum Einsatz kommen. Diese sollte nach positiven klinischen Zeichen und einem positiven Watson-Test fortgeführt werden.

6.1.2 Bildgebende Diagnostik

6.1.2.1 Röntgendiagnostik

Bei der Röntgendiagnostik werden Aufnahmen in zwei Ebenen durchgeführt. Die dorso-palmare Aufnahme und die seitliche sind dabei wesentlich. Diese Standardaufnahmen sind zur Diagnosesicherung der statischen scapho-lunären Dissoziation von Bedeutung, da es nur in diesem Stadium in der Neutral-0-Stellung zu einer Rotationsfehlstellung und einer Vergrößerung des scapho-lunären Spaltes kommt. Für das Stadium II, also die dynamische Instabilität, benötigt es gezielte Aufnahmen, sog. Stressaufnahmen der Hand. Bei der Durchführung wird dabei die Hand nach ulnar abduziert bzw. ein maximaler Faustschluss vollzogen. Somit wird eine Stressbelastung im scapho-lunären Spalt induziert. Diese Aufnahmen erfolgen im a.p.-Strahlengang. Ist eine Verbreiterung des scapho-lunären Spaltes von mehr als 2, bzw. 3mm (nach Schmitt et al.) zu sehen, so ist dies als pathologisch zu werten (Martini A., 2003, S.502). Ein weiteres diagnostisches Kriterium ist der scapho-lunäre Winkel, welcher die Stellung zwischen OS scaphoideum und Os lunatum in der Seitenansicht beschreibt. Normalerweise liegt er in einem Bereich zwischen 30 und 60°. Durch die pathologische Drehung der beiden Knochen zueinander vergrößert sich dieser auf über 70°. In späteren Stadien sind schließlich Arthrosezeichen und osteophytäre Neubildungen nachweisbar.

Ist die konventionelle Röntgendiagnostik nicht ausreichend für die Diagnosestellung können zusätzlich kinematographische Aufnahmen gemacht werden, d.h. es werden Stressaufnahmen des Handgelenks sowohl in der dorso-palmaren, als auch in der seitlichen Ansicht mittels Bildwandler durchgeführt. Bei diesem Vorgehen vollzieht der Untersucher eine Ulnarduktion, welche aus der maximal radial abduzierten Stellung hervorgeht. Diese Untersuchungsmethode wird vor allem bei dynamischen scapho-lunären Instabilitäten angewandt, da sich bei dieser Form der Diagnostik auch kurzzeitige Fehlrotationen des Scaphoids und Erweiterungen des scapho-

lunären Spaltes darstellen lassen. Um diese Veränderungen sicher darstellen zu können, wird eine Bildwiderholungsfrequenz von 15/s empfohlen (Schmitt R. et al., Radiologe 2006-46: S.660).

6.1.2.2 Arthrographie

Die alleinige Arthrographie hat in der Diagnostik solcher Läsionen keinen Stellenwert mehr. Die Korrelation zwischen dem Schweregrad der Läsion und der Klinik kann nicht eindeutig verifiziert werden. Weiters ist eine genaue Lokalisation des Defektes mit diesem Verfahren nicht möglich, weshalb MRT und CT mit diesem Verfahren kombiniert werden (Schmitt R. et al., Radiologe 2006-46: S.660)

6.1.2.3 Computertomographie und Magnetresonanztomographie

Bei der Computertomographie werden zwei Formen der Diagnostik unterschieden, es können entweder native CT-Aufnahmen oder eine CT-Arthrographie durchgeführt werden.

„Die Mehrzeilen-Spiral-CT besitzt lediglich im SLD-Stadium III eine Indikation, wenn eine radioskaphoidale Arthrose vor geplanter Kapsulodese oder eine radiolunäre Arthrose vor einer mediokarpalen Teilarthrose ausgeschlossen werden sollen“.
(Schmitt R. et al., Radiologe 2006-46: S.662)

Die CT-Arthrographie hat in ihrer Bedeutung an Wichtigkeit verloren. Nach meinen Recherchen, die die neueste Literatur betreffen, wird die Magnetresonanztomographie als Referenz im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren herangezogen. Schmitt et al. bezieht sich auf eine Studie von Schmid MR et al., in welcher CT- und MR-Arthrographie verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die gleichen Trefferquoten von scapho-lunären Bandläsionen bei beiden Verfahren erreicht wurden.

Das MRT besitzt den Vorteil, dass Weichteilstrukturen direkt dargestellt werden können. Dies ist bei der Computertomographie nicht möglich, hier können nur durch

Kontrastmittelgabe Rückschlüsse auf die Weichteilsituation gezogen werden. Bei der MRT-Untersuchung stehen diverse Möglichkeiten in der Diagnostik zur Verfügung:

- Native MRT
- Kontrastmittelverstärkte MRT
- Indirekte MR-Arthrographie
- Direkte MR-Arthrographie
- Real-time-cine-MRT

Bei der Durchführung eines nativen MRT werden T2-gewichtete Sequenzen bevorzugt. In dieser Darstellung kann man das interossäre SL-Ligament als eine hypointense Struktur wahrnehmen. Rupturen im Bereich des Bandes haben die Exsudation von Flüssigkeit zur Folge, welche sich nachfolgend hyperintens darstellt. Bei der Aufnahmeart werden koronale von axialen Bildern unterschieden, wobei die Wahl der Schichtdicke von 2mm als sinnvoll erachtet werden soll. Dabei dienen die axialen Bilder zur Darstellung der dorsalen Anteile des interossären Bandes, welche bei der Stabilität die entscheidende Rolle spielen. Zusätzlich können auch 3D-Bilder im Anschluss errechnet werden. Nach neuesten Erkenntnissen bezüglich der extrinsischen Stabilisatoren im Handgelenk wurde eine Beteiligung dieser in der MRT nachgewiesen.

Bei der kontrastmittelverstärkten MRT wird das Kontrastmittel i.v. verabreicht, somit lässt sich eine Signalverstärkung im sapho-lunären Bereich erzielen, da es durch posttraumatische Reparationsvorgänge zur Exsudation desselbigen kommt.

Unter indirekter MR-Arthrographie versteht man die Aufnahme des Handgelenks bei passiven Bewegungen der Hand. Dadurch kommt es zu einer transsynovialen Diffusion des Kontrastmittels in den Gelenkspalt. Dies führt zu einem verbesserten Kontrast in T1-gewichteten Bildern, jedoch ist es im Vergleich der direkten MR-Arthrographie unterlegen.

Die direkte Arthrographie gilt als Standardverfahren in der MR-Diagnostik. Durch direkte Injektion des Kontrastmittels in den Gelenkraum zwischen Radius und proximaler HWR, bzw. proximaler und distaler Handwurzelreihe, kann ein maximaler Kontrast erreicht werden. Es lassen sich dabei selbst die sekundären Stabilisatoren genau darstellen, bzw. können die drei Abschnitte des interossären SL-Bandes unterschieden werden, d.h. Partialdefekte lassen sich von Komplettrupturen differenzieren. Die Beteiligung der extrinsischen Ligamente kann bei diesem Verfahren ebenfalls verifiziert werden (Schmitt R. et al., Radiologe 2006-46: S.660-662). Das Kontrastmittel, bestehend aus einer Mischung aus Gadolinium-DTPA und Iotrolan im Mischverhältnis 1:200, wird dabei zuerst in den radiocarpalen Gelenkraum injiziert. Anschließend erfolgt die Bildaufnahme mit einem MRT, welches mit einer Spule mit 1,5 Tesla Flussdichte ausgestattet ist. Sollte es bereits Bandläsionen zwischen den Knochen der proximalen Handwurzelreihe geben, kann ein direkter Übertritt in das Mediokarpalgelenk beobachtet werden, vor allem ab dem 30. Lebensjahr, in dem es, wie oben bereits erwähnt, häufig zu degenerativen Prozessen kommt (Meier R. et al., 2005, Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005; 37:85-89).

Das real-time-cine-MRT ist eine neuartige Untersuchungsform, bei der eine Bewegungsanalyse durch Hochfeldscanner möglich ist. Es wird aber derzeit nicht als Standarduntersuchung benutzt, da es keine zusätzlichen Vorteile gegenüber der röntgenologischen Kinematographie besitzt. Aus diesem Grund möchte ich an dieser Stelle nicht näher auf dieses Verfahren eingehen, jedoch sollte es zumindest erwähnt werden (Schmitt R. et al., Radiologe 2006-46: S.662).

6.1.2.4 Arthroskopie des Handgelenks

Die Arthroskopie ist die genaueste Untersuchung, um Beteiligungen des Bandkomplexes bei Traumen festzustellen. Vor allem lässt sich auch der Gelenkknorpel inspizieren, somit können genaue Aussagen in Bezug auf arthrotische Veränderungen getroffen werden, bzw. sollte eine Bandruptur vorliegen, ist es möglich therapeutisch sofortige operative Maßnahmen zu setzen.

Um natürlich besser in den Gelenkspalt eingehen zu können muss die Hand, bzw. der zweite, dritte und vierte Strahl, mittels einer Vorrichtung extendiert werden, damit eine Erweiterung im Gelenkspalt erzielt wird. Dazu werden die Finger in einer speziellen Haltevorrichtung fixiert und mit einem Gewicht von etwa 5 Kg beschwert. Weiters benötigt man bei der Arthroskopie eine Reihe von Instrumenten und apparativen Einrichtungen für die Durchführung (Hempfling H., 1992, S.57-62):

- Rundarthroskop verschiedener Größe
- Dilatationssatz
- Lumbal-/Punktionskanüle
- verschiedene Taststäbe
- Nadelhalter, Pinzette, Fadenschere
- Biopsie-/Fass-/Kornzange
- Rongeur
- Meniskotom
- große Nadeln

Es gibt diverse verschiedene Zugänge im Handgelenk, welche für das Radiocarpalgelenk, andere wiederum ermöglichen die Arthroskopie im Mediocarpalgelenk. Im Allgemeinen erfolgt der Zugang auf der dorsalen Seite über die folgenden Pforten bzw. Zugangsmöglichkeiten:

- 3-4 Pforte
- 4-5 Pforte
- 6R-Pforte

- Midcarpale radiale Pforte
- Midcarpale ulnare Pforte

Bei der am weitesten radial gelegenen Pforte (3-4) erfolgt der Zugang zwischen den Sehnen des Musculus extensor pollicis longus, Musculus extensor carpi radialis brevis und dem Musculus extensor digitorum communis. Die proximale Grenze ist dabei das distale Radiusende, die distale die Verbindung zwischen Os scaphoideum und Os lunatum. Die Inzisionstelle sollte dabei ca 1cm distal des Tuberculum Listeri liegen. Dieser Zugang eignet sich besonders für die Begutachtung der radialen Seite des Gelenks.

Der Zugang 4-5 liegt etwas weiter ulnar und wird einerseits von den Sehnen des Musculus extensor digitorum communis, andererseits vom Musculus extensor digiti minimi begrenzt. Proximal der Eintrittspforte liegt der Discus triangularis, als distalste Begrenzung wird das Os lunatum erachtet. Als Anhaltspunkt für das Auffinden der Inzisionsstelle nimmt man einen Punkt an, welcher 1cm ulnar in Bezug zur oben beschriebenen Pforte liegt. Durch diesen Zugang lässt sich besonders gut die ulnare Seite des Radiocarpalgelenks inspizieren, d.h. den fibrocartilaginären Komplex, das Lig. interosseum luno-triquetrum und das ulnare Kollateralband.

Eine weitere Möglichkeit für die Arthroskopie im Radiocarpalgelenk ist die Pforte 6R, d.h. der Zugang befindet sich radial des 6. Strecksehnenfaches, zwischen den Sehnen des Musculus extensor carpi ulnaris und der 5. Sehne des Musculus extensor digitorum communis.

Um Einsicht in das Mediocarpalgelenk zu bekommen stehen uns zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Ein Zugang befindet sich auf der radialen Seite, zwischen den Sehnen des M. extensor carpi radialis brevis und M. extensor indices. Die proximale Begrenzung ist dabei das Ligamentum scapho-lunatum, die distale das Os capitatum.

Um auch die ulnare Seite des Mediocarpalgelenks zu überprüfen, wird der Zugang zwischen 4. und 5. Sehne des Musculus extensor digitorum communis gewählt. Es wird dabei beachtet zwischen den beiden Handwurzelreihen zu inzidieren.

Der am häufigsten verwendete Zugang für die Arthroskopie ist der Zugang 3-4, mittels Tasthaken, welcher über den Zugang 4-5 eingeführt wird. Dadurch lässt sich die Integrität des Ligamentum interosseum scapho-lunatum überprüfen. Dem Operateur steht natürlich auch die Möglichkeit offen mittels einer Ulnarduktion den scapho-lunären Spalt zu inspizieren und somit eine Vergrößerung desselbigen zu beobachten. Der gesamte Vorgang erfolgt unter Lavage mittels Kochsalzlösung. Bei Bandrupturen, bzw. Synovialitis lassen sich optional Bandreste oder Synovia mit einem Shaver abtragen. Auch Defekte im Bereich des Gelenkknorpels können mit dieser Technik abgetragen werden. Lege artis sollten auch die Beteiligung anderer bandhafter Strukturen überprüft werden, dies erfolgt über die bereits oben beschriebenen Zugänge (Gelberman RH., 1994, S:26ff).

Der Vorteil der Handgelenkarthroskopie liegt bei der bestmöglichen Beurteilbarkeit des Radiocarpal und Mediocarpalgelenks, sowohl der damit verbundenen bandhaften Strukturen, als auch des Gelenkknorpel und der Synovialis. Intraoperativ lassen sich auch durch Randbewegungen die Stabilität des Handgelenks überprüfen. Sollten diverse Veränderungen, die eine operative Behandlung benötigen, diagnostiziert werden, kann sofort therapeutisch interveniert werden, sei es durch direkte Bandnaht oder Fixation mittels Kirschner-Drähten, auch eine anschließende offene Reposition ist möglich.

Die Nachteile bei diesem Verfahren sind sowohl die bei jeder Operation möglichen Komplikation von Seiten der Anästhesie, als auch intraoperative Komplikationen in Bezug auf die Arthroskopie selbst. Dies können z.B. intraoperativ verursachte Bandrupturen, Knorpelschäden, ja sogar Frakturen sein. Aus diesem Grund sollte die Notwendigkeit mit den Risiken genau abgewogen werden. Eine Arthroskopie ist dann sinnvoll, wenn operative Maßnahmen zu erwarten sind oder persistierende Probleme ohne genaue Diagnosefindung bestehen.

6.2 Therapeutische Interventionsmöglichkeiten

In der operativen Handchirurgie steht eine Reihe von Verfahren zur Verfügung, durch welche sich eine traumatische Verletzung des interossären scapho-lunären Bandes therapieren lässt. Leider gibt es derzeit kein universelles Verfahren, welches in jedem Stadium dieser traumatischen Schädigung, ein absolutes und zufriedenstellendes Ergebnis liefert, da es in den verschiedenen Stadien unterschiedliche Therapieziele gibt. Im Stadium I und II gilt es eine Wiederherstellung des skapho-lunären Bandes zu erreichen. Sofern es der Zeitraum zwischen Schädigung und operativem Eingreifen zulässt sollte eine direkte Bandnaht angestrebt werden; dies kann aber auch im frischen Stadium III angewandt werden, wenn es die intraoperativen Verhältnisse zulassen. Ansonsten kommen die verschiedenen Bandplastiken zur Anwendung. In einem fortgeschrittenen Stadium ist das therapeutische Ziel hauptsächlich eine möglichst schmerzfreie Restfunktion des Handgelenks mit einer akzeptablen Grobkraft zu erreichen. Im nachfolgenden Abschnitt werden die wichtigsten operativen Möglichkeiten vorgestellt und näher erklärt.

6.2.1 *Direkte Bandnaht und dorsale Kapsulodese*

Die Bandnaht stellt eine Option bei frischen traumatischen Verletzungen dar, da sich die Stümpfe des interossären Ligaments wieder adaptieren lassen. In der Regel wird die Bandnaht bei frischen Rupturen im Stadium I, II bzw. III angewandt, zusätzlich erfolgt eine Fixation mittels Kirschner-Drähten oder es kommt eine Verschraubung zum Einsatz (siehe Abbildung 7-9).



Abbildung 7: Fixation mit Kirschner-Drähten (anterior/posterior)



Abbildung 8: Fixation mit Kirschner-Drähten (seitlich)

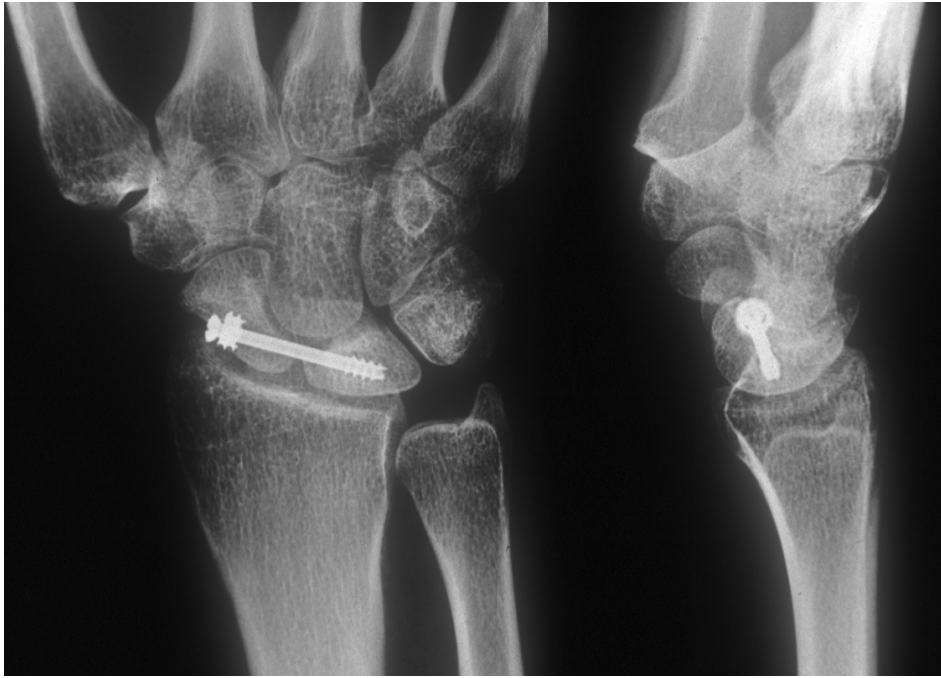


Abbildung 9: Fixation mit Schraube (anterior/posterior und seitlich)

Die dorsale Kapsulodese findet ihre Anwendung hingegen bei alten Rupturen, die keine direkte Adaption des Bandes mehr zulassen, wobei das Stadium II, also die dynamische Instabilität, die primäre Indikation darstellt. Auch hier werden K-Drähte zur Fixation zusätzlich eingebracht (Busse F. et al., 2002, Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.; 34: 173-181)

Bei der operativen Therapie erfolgt der Zugang hauptsächlich auf der dorsalen Seite der Handwurzel. Zuerst wird eine S-förmige Inzision über dem Lister'schen Tuberkel vollzogen, anschließend erfolgt die Präparation des subcutanen Gewebes, welches in diesem Bereich nur schwach ausgeprägt ist. Unter Blutstillung wird versucht das Retinaculum musculorum extensorum und die Strecksehnenfächer darzustellen. Die Eröffnung erfolgt zwischen dem dritten und vierten Sehnenfach mit anschließender Präparation des N. interosseus posterior, welcher nachfolgend durchtrennt wird. Nach Darstellung der Kapsel wird diese mittels Längsschnitt eröffnet und das Radiocarpalgelenk inspiziert. Nun erkennt man das Ausmaß der traumatischen Verletzung, welche das therapeutische Verfahren bedingt. Es wird auf die Bandreste des Ligamentum interosseum scapho-lunatum geachtet. Sollten ausreichende Bandreste erkennbar sein, kann eine Bandnaht angestrebt werden. Bevor dies erfolgt, müssen Os scaphoideum und Os lunatum, falls fehlrotiert, reponiert werden.

Das interossäre Band wird anschließend mit einem nicht-resorbierbaren Faden der Stärke 3/0 adaptiert.

In einigen Fällen rupturiert dieses Band jedoch nicht in seiner Ausdehnung, sondern es kommt zu einem knöchernem Ausriss am Os scaphoideum. In diesem Fall muss eine transossäre Bandnaht angestrebt werden. Bei diesem Vorgang erfolgt ein L-förmiger Zugang in der Kapsel über dem scapho-lunären Kompartiment. Anschließend wird versucht mit einer Spezialklemme nach Richard's die scapho-lunäre Diastase zu verringern. Bei diesem Vorgang müssen jedoch zuerst zwei Löcher mittels K-Draht, jeweils in das Scaphoid und Lunatum, gebohrt werden. Die Bohrkanäle liegen dabei dorsal der zwei Knochen, beim Scaphoid am proximalen Pol, beim Lunatum auf der dorso-radialen Seite. Nun kann die Klemme, welche ein hirschgeweihartiges Aussehen hat, in diese zwei Löcher fassen und das Os scaphoideum und Os lunatum unter Reposition aneinander fügen. Der nächste Schritt besteht im Setzen von Kirschner-Drähten, um die Reposition zu fixieren. Dieser Vorgang geschieht natürlich unter Bildwandlerkontrolle. Sind drei K-Drähte in korrekter Position, also scapho-lunär und scapho-capitär, gesetzt, kann die Klemme entfernt und mit der Fixation des Bandes an das Os scaphoideum begonnen werden. Das Setzen der Nähte erfolgt dabei durch Kapsel, interossäres Band und Bohrkanäle im Scaphoid. Anschließend wird durch die Kapsel zurückgestochen und chirurgische Knoten gesetzt. Der Vorteil bei dieser Technik ist, dass die Refixation nicht nur an das Scaphoid erfolgt, sondern auch an den dorsalen Kapselanteil, somit sind die anatomischen Gegebenheiten wiederhergestellt. Am Schluss erfolgt schichtweise der Wundverschluss beginnend mit der Kapsel (Gelberman RH., 1994, S.138ff).

Eine weitere Option ist die dorsale Kapsulodese, welche mit dem oben beschriebenen Verfahren kombiniert werden kann. Dieses Verfahren wurde von Blatt entwickelt und ursprünglich für dynamische scapho-lunäre Dissoziationen verwendet, bei denen es zu einer Rotationssubluxation des Scaphoids kommt. Die absolute Kontraindikation der Kapsulodese ist das Stadium III bzw. IV der Dissoziation, in dem es bereits zu arthrotischen Veränderungen im Gelenk kommt. Die Operation beginnt mit einer Hautinzision auf der radialen und dorsalen Seite der Hand. Das subcutane Gewebe wird präpariert und der Ramus superficialis des Nervus radialis dargestellt. Präpariert man etwas in die Tiefe kommt das Retinaculum zum Vorschein, dabei ist

auf die radiale Muskulatur zu achten. Der Musculus extensor pollicis longus und extensor carpi radialis longus wird dabei nach radial, der Musculus extensor carpi radialis brevis nach ulnar verlagert. Nun lässt sich das Radiocarpalgelenk, im speziellen der proximale Pol des Scaphoids, ertasten. Die Kapsel wird in der Schrägachse des Scaphoids eröffnet, nun blickt man auf das scapho-lunäre Kompartiment und seine Anteile. Der nächste Schritt besteht in der Präparation eines 1-1,5cm breiten gestielten Kapsellappens, die ulnarseitig der Inzision beginnt. Es ist darauf zu achten den Lappen nicht zu kurz zu wählen, um eine Reserve des Gewebes zu erhalten. Anschließend wird das Scaphoid aus der pathologischen Palmarflexion in seine korrekte Stellung reponiert und mittels Kirschner-Draht an das Capitatum bzw. die Metacarpale-II-Basis fixiert. Durch passive Bewegung der Hand (Palmarflexion/Dorsalextension) lässt sich die hergestellte Stabilität überprüfen. Bevor der Kapsellappen am distalen Teil des Scaphoids inseriert werden kann, sollte ein frisches Knochenbett mittels Bohrer erstellt werden. Um den Kapselanteil zu inserieren werden mittels Kirschnerdraht Kanäle in das distale Scaphoid gebohrt. Anschließend erfolgt die Adaption mittels Naht der Stärke 2-0, welche über einen Knopf vernäht wird. Die verbleibenden Kapselenden werden mobilisiert und vernäht. Anschließend erfolgt der Wundverschluss schichtweise und es wird ein Kompressionsverband angelegt. Das Prolene-Nahtmaterial der Kapselinsertion wird nach zwei, der Kirschner-Draht nach etwa drei Monaten unter Lokalanästhesie entfernt. Das postoperative Management ist wesentlich für den Erfolg bei diesen operativen Methoden (Gelberman RH., 1994, S.147ff).

Eine weitere Möglichkeit eine dorsale Kapsulodese durchzuführen besteht in der Verwendung des Ligamentum intercarpale dorsale. *„Über einen dorsalen Zugang wird ein etwa 3 cm langer und 1 cm breiter Streifen aus dem Ligamentum intercarpale dorsale gehoben. Dieser wird distal am Scaphoid gestielt belassen und unter maximalem Zug mit dem Periost der dorsalen Radiuslippe vernäht. Im Idealfall gelingt durch den so umgelenkten Bandstreifen neben einer Aufrichtung des Kahnbeins auch eine Führung des proximalen Scaphoidpols, so dass insbesondere bei der Flexionsbewegung ein Verkanten über die dorsale Radiuskante unterbleibt“* (Busse F. et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.; 34: 174).

6.2.2 Weichteildeckung mittels Bandplastik

Bei diesen operativen Verfahren wird das Ligamentum interosseum scapho-lunatum durch ein Transplantat ersetzt. Auch hierbei gibt es mehrere Möglichkeiten. Neben der Sehnenplastik aus dem Musculus palmaris longus, dem M. extensor carpi radialis brevis und longus kommen Interponate aus dem Periost, bzw. aus dem Carpometacarpalgelenk zur Anwendung.

6.2.2.1 Verwendung einer Sehnenplastik

Bei der Sehnenplastik eignen sich mehrere Muskeln als Interponate. In der Literatur sind Musculus extensor carpi radialis longus et brevis, sowie M. palmaris longus beschrieben. Der operative Zugang liegt wiederum auf der dorsalen Seite der Hand, dabei erfolgt die S-förmige Inzision radial, etwas weiter distal dem Lister'schen Tuberkel. Nach Präparation des subcutanen Gewebes und Aufsuchen des Ramus superficialis erfolgt unter Schonung die Darstellung der radialen dorsalen Muskulatur. Nach Identifikation des Musculus extensor pollicis longus erfolgt seine Verlagerung nach ulnar, um bessere Sicht auf den Musculus extensor carpi radialis longus und seine Sehnenscheide zu erhalten. Seine Sehne wird aus der Scheide präpariert und die restlichen Anteile dieser reseziert. Der nächste Schritt besteht im Öffnen der Gelenkkapsel zwischen Radius und Carpus, welches durch eine Längsinzision erfolgt. Es wird nicht nur der scapho-lunäre Gelenkspalt, sondern auch der scapho-trapezoidäre dargestellt. Um die Sehne an das Scaphoid fixieren zu können muss vorerst ein Bohrloch im distalen Teil des Os scaphoideum erstellt werden. Die verwendete Schraube ist eine AO cancellous Schraube mit einer Länge von 3,5 mm, die zuerst eingesetzt wird, um die korrekte Lage zu überprüfen. Es ist dabei besonders darauf zu achten, dass die Schraube nicht intraartikulär zwischen Os scaphoideum und Os trapezium zu liegen kommt. Anschließend wird die Sehne des Muskels mittels Haken nach distal gezogen und mit der Schraube an das Scaphoid fixiert. Dies geschieht natürlich unter Aufrichtung des Scaphoids, um eine korrekte Lage zu gewährleisten. Am Ende erfolgt die Kapselnaht über der Sehne und schichtweise der Wundverschluss. Die Schraube wird nach einer postoperativen Zeit von 12 Wochen entfernt, wobei bereits nach 6 Wochen mit einer Physiotherapie begonnen werden kann (Bleuler P. et al; J. Hand Surg. 2008; 33A: 281ff).

Eine weitere Methode ist die Operation nach Brunelli. Bei dieser Technik wird die Sehne des Musculus flexor carpi radialis verwendet. „Diese setzt an der Basis des Os metacarpale und Os trapezium an. Durch Längsspaltung wird das Sehnentransponat gewonnen. Nach der Reposition des Scaphoids und einer Kirschner-Draht-Transfixation zwischen Kahnbein und Mondbein wird die Sehne durch einen Bohrkanal von palmar nach dorsal im distalen Pol des Scaphoids geführt. Anschließend wird sie an der dorsalen Radiuskante festgenäht. Die überstehenden Anteile des Transponats werden im scapho-lunären Spalt als Ersatz für das SL-Band vernäht“ (Martini A., 2003, S.503) (siehe Abb. 10-23).



Abbildung 10: Präparation des interossären Ligaments über dorsalen Zugang zum Radiocarpalgelenk



Abbildung 11: Volarer Zugang zum M. flexor carpi radialis



Abbildung 12: Präparation der Sehne



Abbildung 13: Anfrischen der Rupturstelle auf der dorsalen Seite



Abbildung 14: Kanalbohrung durch das Scaphoid von volar nach dorsal

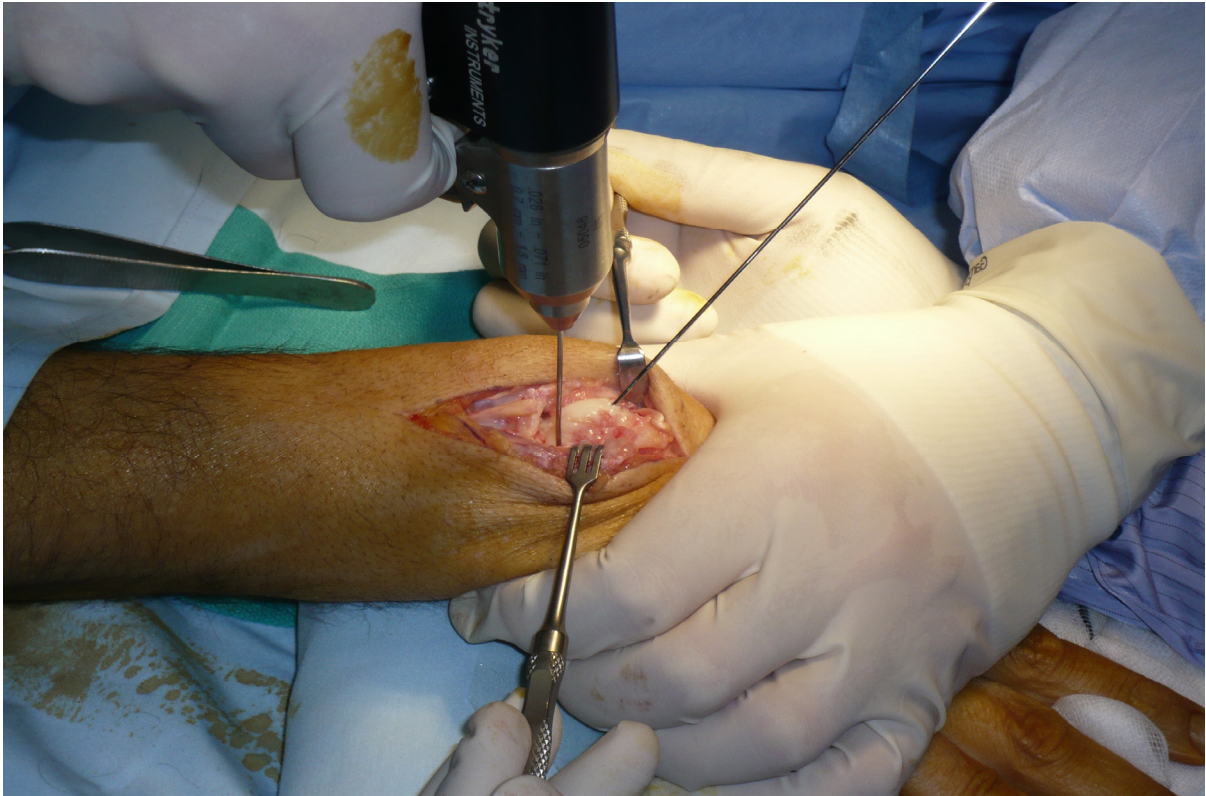


Abbildung 15: Einbringen von Kirschner-Drähten in Lunatum und Scaphoid, welche die Reposition erleichtern (Joy-Sticks)

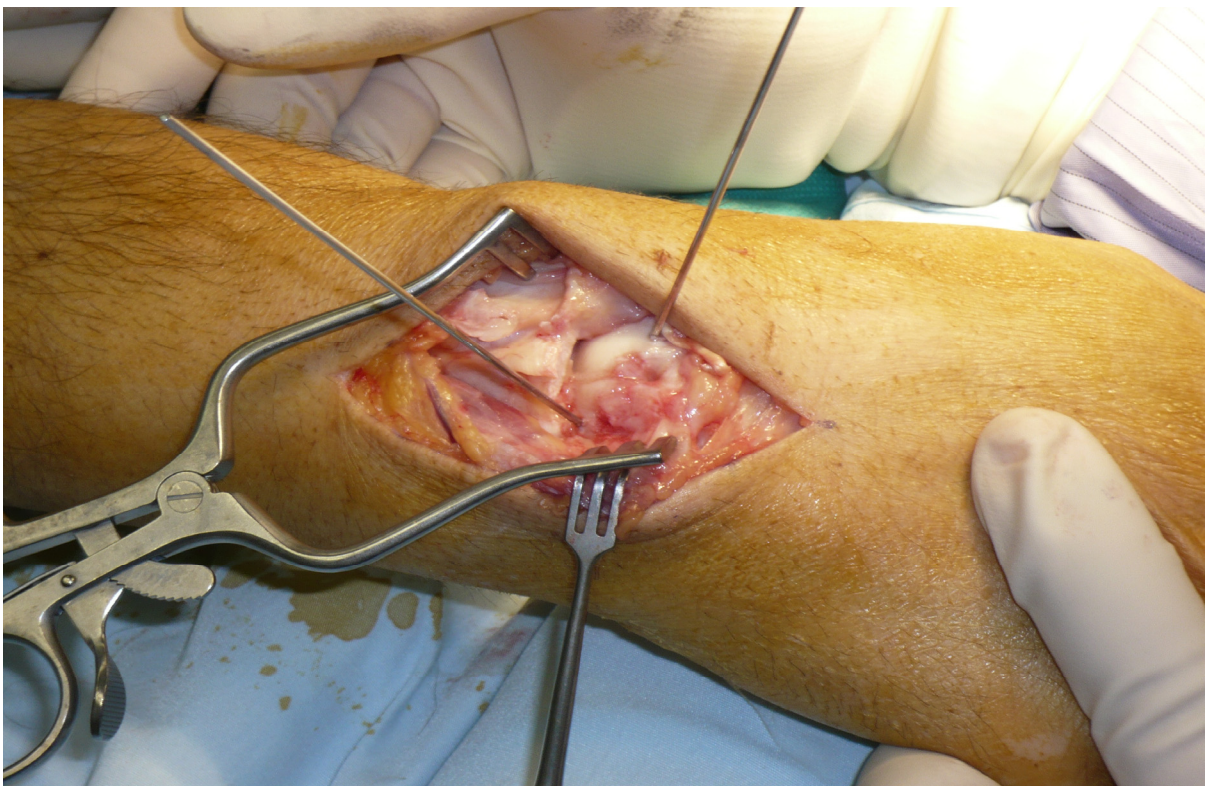


Abbildung 16: Scaphoid und Lunatum können mit Hilfe der K-Drähte gegeneinander rotiert werden



Abbildung 17: Fixation von Scaphoid und Lunatum nach Reposition



Abbildung 18: Durchführen der Sehne von volar nach dorsal durch den Bohrkanal

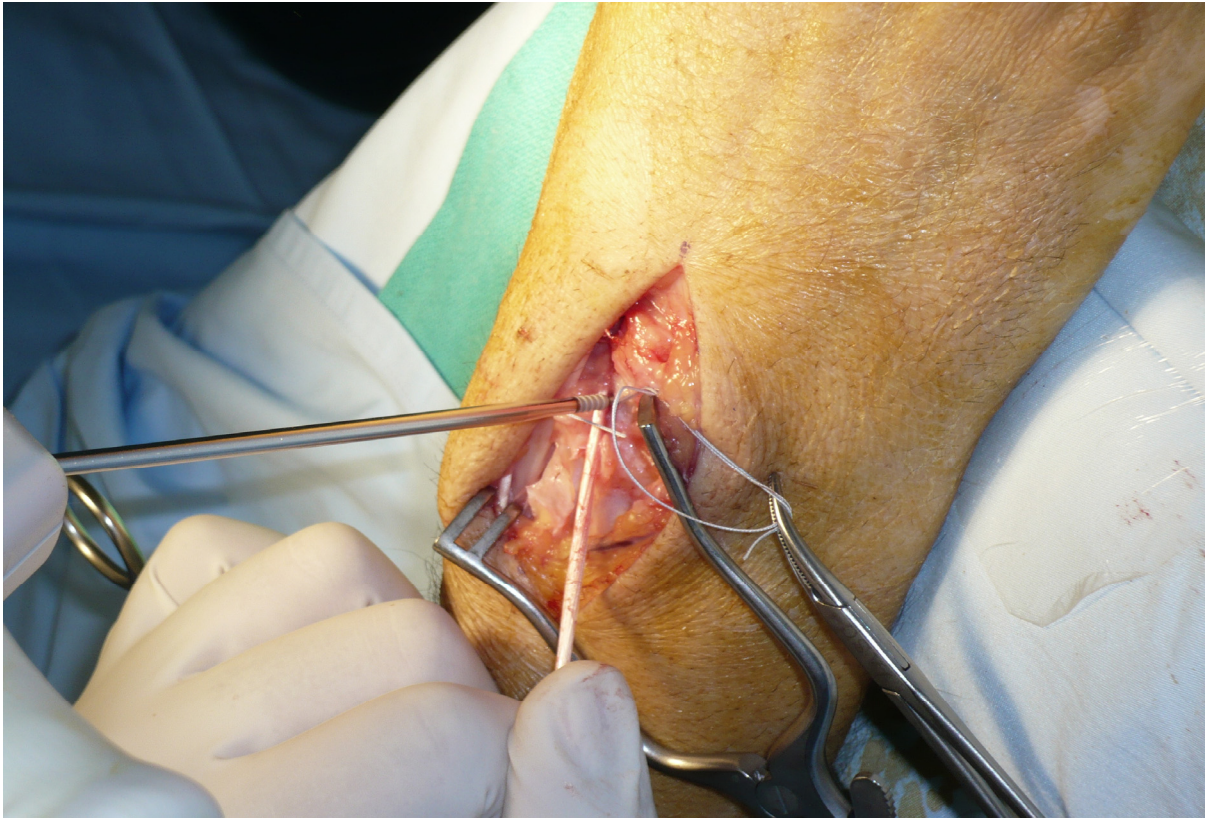


Abbildung 19: Verankerung der Sehne im Lunatum (normalerweise an der Radiuskante)

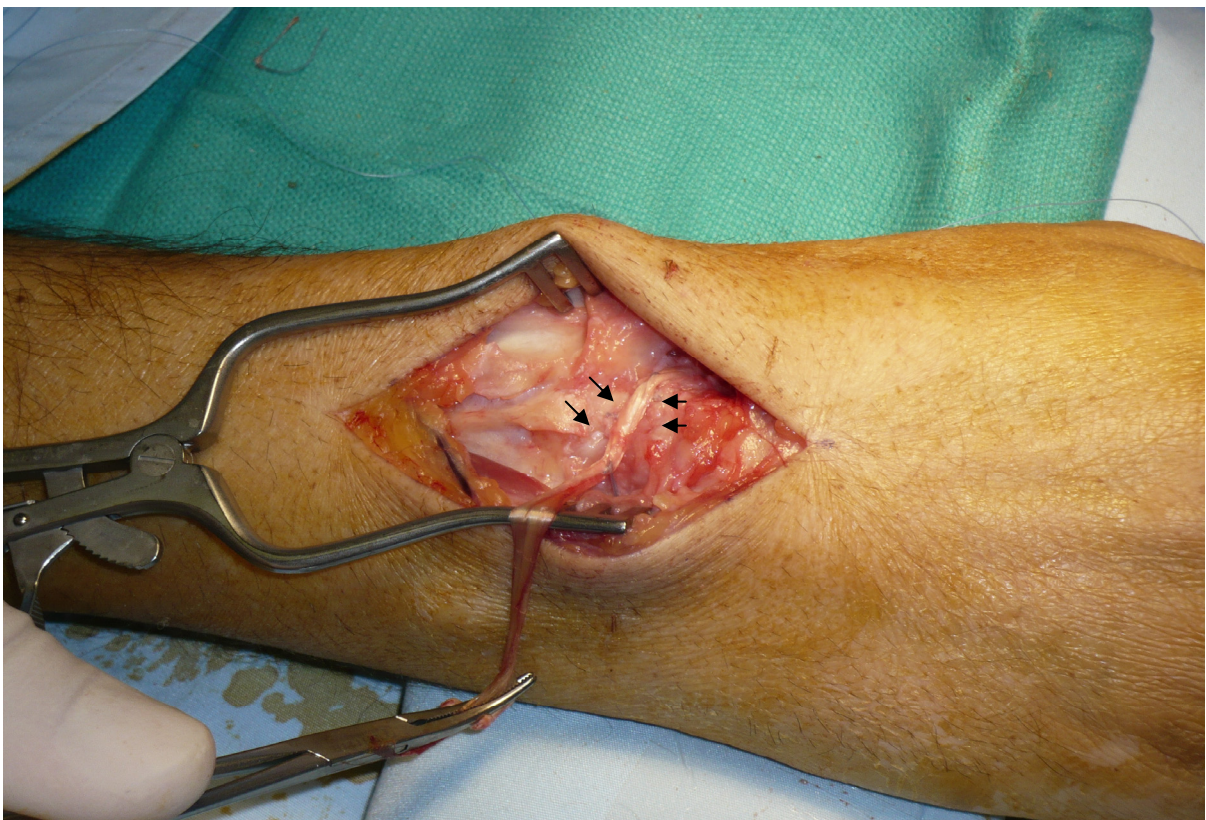


Abbildung 20: intraoperatives Bild nach Fixation des Transplantates (Pfeile)



Abbildung 21: anschließende Kapsulodese zur weiteren Stabilisierung (optional durchführbar)



Abbildung 22: Kapsulodese-Naht



Abbildung 23: intracutane Fortlaufnaht als abschließender Wundverschluss

6.2.2.2 Verwendung eines Periost-streifens

Eine sicherlich neuere Methode ist die Weichteildeckung mittels Periost-Streifen aus dem vorderen Darmbeinkamm. Dieses Verfahren wurde in Studien nach Lutz et al. in den letzten Jahren angewendet und evaluiert. Wichtig dabei ist, dass das Transplantat biomechanisch den Eigenschaften des SL-Bandes ähnelt, um den Kräfteanforderungen im Handgelenk gerecht zu werden. Untersuchungen an Leichenpräparaten zeigten, dass das Periost ähnliche Eigenschaften in Bezug auf Reißfestigkeit und Steifigkeit besitzt. Histologische Untersuchungen haben auch gezeigt, dass es innerhalb eines gewissen Zeitraumes zur Umwandlung der netzförmig angelegten kollagenen Fasern in bandähnliche Strukturen kommt, was bei diesem Verfahren ja besonders erwünscht ist. Die Gewinnung des autologen Materials wird an der Crista iliaca angestrebt. Mit einem feinen Raspatorium erfolgt das Abheben des Lappens und Abpräparieren von der Bauchwandmuskulatur, welche nach Entfernung des Perioststreifens wieder refixiert wird. Die Breite des

Interponats sollte etwa 8 mm, die Länge 25 mm betragen. Der operative Zugang im Handgelenk erfolgt wieder auf der dorsalen Seite, etwas distal des Ligamentum radio-triquetrum. Beim nächsten Schritt erfolgt die Osteotomie, jeweils in den dorsalen und proximalen Anteilen des Kahn- und Mondbeins, um den Perioststreifen in einem der nachfolgenden Schritte in diese vorgefertigte Nut einlegen zu können. Es ist darauf zu achten die Nut nicht über die gesamte Ausdehnung des Os lunatum zu osteotomieren, da ansonsten die restlichen Bandanteile des dorsalen intercarpalen Ligaments zerstört werden. Um Scaphoid und Lunatum zu reponieren erfolgt das Setzen von Kirschner-Drähten in beide Knochen, somit können diese aus ihrer Rotationsfehlstellung leichter reponiert werden. Nach Reposition beider Knochen erfolgt die Fixation durch Kirschner-Drähte unter Bildwandlerkontrolle. Schlussendlich wird der Perioststreifen in die Nut eingelegt und über die Bohrkanäle der zuerst dorso-palmar eingebrachten K-Drähte mittels Schrauben fixiert. Durch dieses Vorgehen soll das Einheilen des Interponats besser funktionieren. Um die Operation abzuschließen erfolgt wieder schichtweise der Wundverschluss. Postoperativ wird ein Kahnbeingipsverband für zwölf Wochen angelegt und die K-Drähte für 2 Monate belassen (Lutz M. et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005; 37: 295ff) (siehe Abb. 24-27).

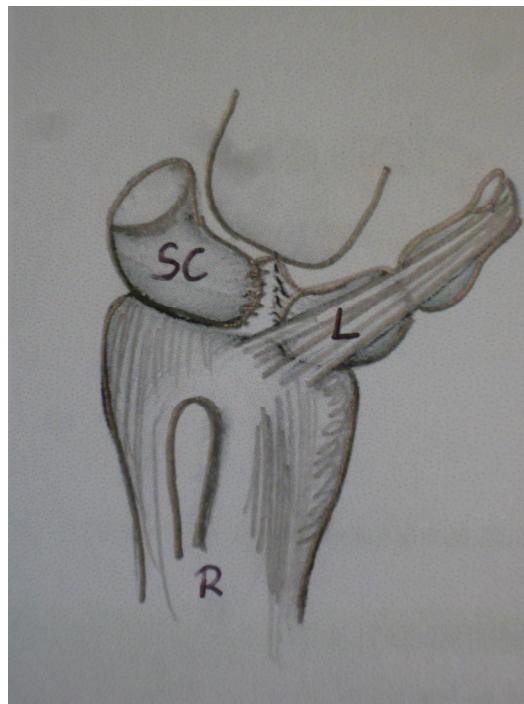


Abbildung 24: schematische Darstellung der operativen Ausgangssituation

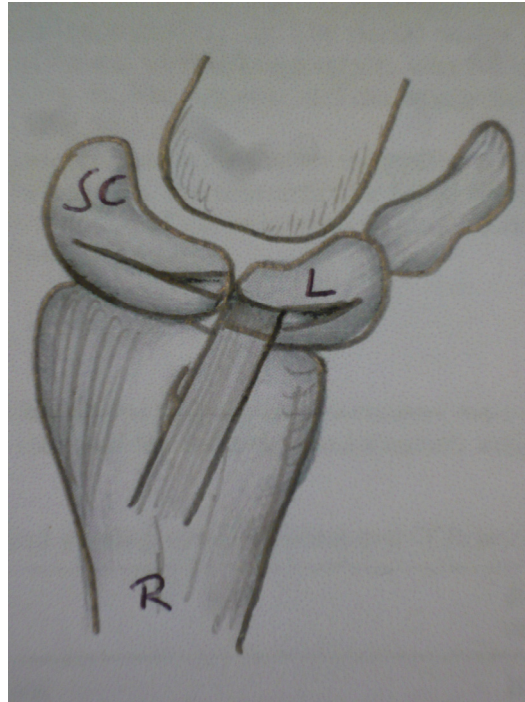


Abbildung 25: Osteotomie von Scaphoid und Lunatum

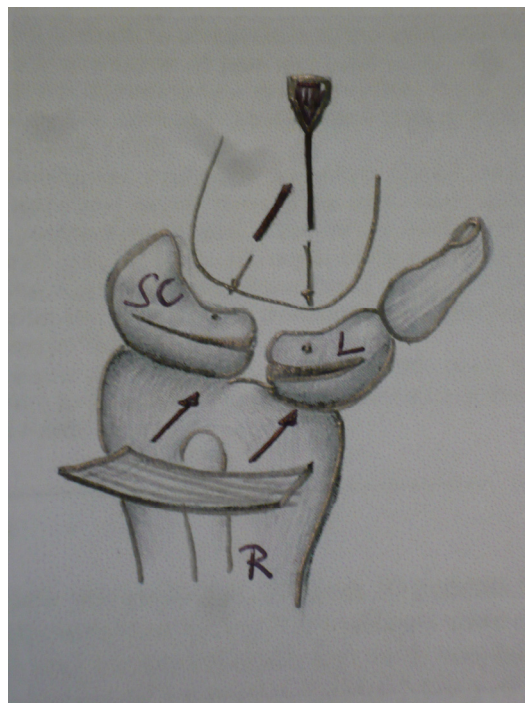


Abbildung 26: Bohren der Kanäle und Einbringen des Periost-streifens

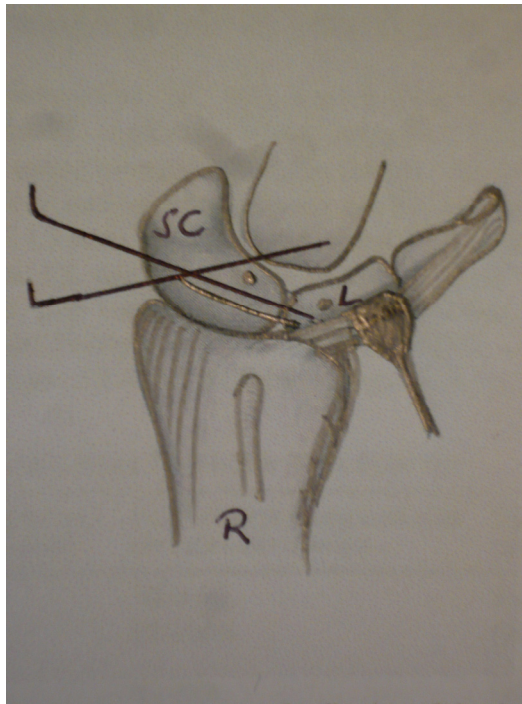


Abbildung 27: Fixation durch Kirschner-Drähte

6.2.2.3 Verwendung eines osteoligamentären Transplantats

Ein vergleichbares Verfahren wurde von Cuénod entwickelt, er verwendete hingegen eine Osteoligamentoplastik, welche in der gleichen Art und Weise transplantiert wird, wie bereits oben beschrieben wurde. Dieses Transplantat stammt aus dem Carpometacarpalgelenk II und entspricht ebenfalls den biomechanischen Eigenschaften des SL-Ligaments. Zusätzlich erfolgt anschließend eine Kapsulodese, jedoch in abgewandelter Art und Weise wie sie oben bereits beschrieben wurde. Der Lappen wird dabei aus dem dorsalen intercarpalen Ligament gehoben und am distalen Pol des Scaphoids gestielt belassen. Mittels einem Knochenanker, welcher mit zwei separaten Fäden bestückt ist, erfolgt schließlich die Insertion am hinteren Horn des Os lunatum, wobei der Anker in der Spongiosa der freigelegten Nut zum liegen kommt. Es ist auch möglich eine vereinfachte Form anzuwenden, bei der ein Knochenanker, welcher mit einem Faden bestückt ist, zur Verwendung kommt. Diese vereinfachte Technik wurde in der von mir recherchierten Studie angewandt (Kalb M. et Markert S., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2003; 35:310ff).

Abschließend ist bei diesen Techniken zu sagen, dass sowohl eine Anwendung im Stadium II als auch im Stadium III der scapho-lunären Dissoziation möglich ist. Da aber keine adäquate Einteilung, was die Verwendung der einzelnen Verfahren betrifft, existiert ist es schwierig die idealste operative Technik anzuwenden. Dieser Umstand wirkt sich auch auf das Outcome der Patienten wesentlich aus, doch dies wird in Kapitel 7 näher erörtert.

6.2.3 Entfernung der proximalen Handwurzelreihe

Die PRC (proximal row carpectomy) ist ein häufig angewandtes Verfahren, welches im Stadium II des karpalen Kollapses angewandt wird. Stadium I der SLAC-wrist (scapholunate advanced collapse wrist) umfasst dabei die Schliffarthrose zwischen Processus styloideus radii und distalem Scaphoid, Stadium II Arthrose des distalen Scaphoidfragments mit Beteiligung der Fossa scaphoidea des Radius und als Stadium III werden die oben bereits genannten Veränderungen in Kombination mit einer zusätzlichen mediocarpalen Arthrose bezeichnet (siehe Tabelle 1) (Baumeister et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005;37: 106ff).

Stadium	Arthroseausmaß
I	Schliffarthrose zwischen Proc. styloideus radii und distalem Scaphoidfragment
II	Arthrose distales Scaphoidfragment mit Beteiligung der Fossa scaphoidea des Radius
III	zusätzlich mediocarpale Arthrose

Tabelle 1: SLAC-/SNAC- Stadieneinteilung

Das Ziel dieser operativen Technik ist die Schaffung eines neuen Gelenks zwischen den Knochen der distalen Handwurzelreihe und dem Unterarm. Der Zugang erfolgt auf der dorsalen Seite der Hand mit einer S-förmigen Inzision mit nachfolgender Darstellung des Retinaculum der Extensoren. Die Sehne des langen Daumenstreckers wird nach radial verlagert und die Sehnenfächer des zweiten und vierten Faches eröffnet. Die Denervierung des N. interosseus posterior wird am Boden des vierten Strecksehnenfaches durchgeführt und die distalen Nervenanteile reseziert. Durch einen auf der radialen Seite gestielten Kapsellappen erfolgt der Zugang zum Handgelenk. Wesentlich bei der weiterführenden Operation ist zuerst die Inspektion der knorpeligen Anteile der Handgelenksknochen durchzuführen, da sich das weiterführende Procedere danach richtet. Ist das Stadium II in Bezug auf die Diagnose gesichert, werden anschließend Scaphoid, Lunatum und Triquetrum entfernt, der Kopf des Capitatums muss dabei besonders geschont werden, da dieser nach Entfernung mit dem Radius artikulieren soll. Der nächste Schritt besteht in der Entfernung des Processus styloideus radii, wobei die ligamentären Strukturen geschont werden. Nach diesem Procedere erfolgt die Naht der Kapsel, welche raffend verschlossen wird. Die Wunde wird schichtweise verschlossen und das Handgelenk in einer um zehn Grad nach volar gebeugten Stellung mittels Gips für vier Wochen ruhig gestellt. Dieser Eingriff im Handgelenk ist natürlich relativ gravierend und verändert die Bewegungsabläufe maßgeblich, jedoch wird durch eine künstliche Vereinfachung des Gelenks versucht die Schmerzsymptomatik der resezierten arthrotischen Bestandteile zu verringern und eine maximale Beweglichkeit und Kraftentwicklung zu erzielen (Baumeister et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005;37: 106ff).

6.2.4 Intercarpale Arthrodesse

Als Arthrodesse bezeichnet man die Versteifung artikulierender Strukturen, um ein Gelenk zu eliminieren bzw. ein neues zu bilden. In der Handchirurgie gibt es dabei mehrere Varianten eine Arthrodesse im Handwurzelbereich durchzuführen

- Scaphoid-Trapezium-Trapezoid
- Scapho-lunär

- Scapho-capitär
- Scapholunär-capitär
- Mediocarpale Teilarthrodese

Eine sehr häufig verwendete Methode ist die STT-Arthrodese, bei der Os scaphoideum, trapezium und trapezoideum miteinander verbunden werden. Das Prinzip ist dabei recht einfach. Knorpelige Anteile der zueinander artikulierenden Knochen werden entfernt und die daraus resultierenden interossären Räume mit autologem Knochenmaterial wieder aufgefüllt. Das Knochenmaterial kann dabei aus dem Beckenkamm bzw. aus dem Radius entnommen werden. Um eine Einheilung und Stabilisierung der Knochen zu gewährleisten werden Kirschner-Drähte zwischen den Knochen eingebracht. Das wahrscheinlich Schwierigste bei der STT-Arthrodese ist die korrekte anatomische Stellung der Knochen zu fixieren, bzw. das Scaphoid aus seiner Malrotation in die richtige Lage zu bringen. Am einfachsten funktioniert dies, wenn man zuerst die K-Drähte in das Os trapezoideum einbringt, anschließend die Hand um 25° dorsal extendiert und um 20° radial abduziert, um schlussendlich die Drähte in das Scaphoid vorbringen zu können. Das Ziel sollte ein seitlicher Winkel von 50° zwischen Scaphoidachse und Unterarm sein. Diese Methode klingt zwar theoretisch einfach, ist aber in der Praxis nicht so leicht durchzuführen. Dieses Verfahren wird in der Literatur häufig beschrieben, dennoch gibt es eine Reihe von Komplikationen, die aus dieser operativen Technik resultieren. Verlust von Kraft und Bewegung, Impingement im Bereich des Proc. Styloideus und Auswirkung auf die restlichen Gelenke in der Handwurzel sind dabei nennenswerte Probleme. Das Impingement lässt sich durch eine routinemäßig durchgeführte Styloidektomie verhindern.

Die scapho-lunäre Arthrodese klingt bei einer scapho-lunären Bandläsion als logische Therapievariante, da ja versucht werden soll zwischen beiden Knochen eine Stabilisierung zu erreichen. Dieser Ansatz vernachlässigt aber die Einzelbewegungen zwischen Mond- und Kahnbein, weshalb eine dauerhafte Stabilisierung schwierig zu erreichen ist. Dieses Verfahren wird zwar in der Literatur beschrieben, jedoch lassen sich keinerlei neuere Studien zu diesem Thema finden.

Die Arthrodese zwischen Os scaphoideum und Os capitatum stellt eine weitere Operationsvariante dar, jedoch ähnelt sie in der Bewegungseinschränkung der Ulnar- und Radialduktion weitgehend der STT-Arthrodese.

Arthrodedisiert man zusätzlich das Mondbein zu der Scapho-capitären Verbindung, so eliminiert man die Bewegung im Mediocarpalgelenk und die Bewegungseinschränkung beträgt bis zu 50 % im Vergleich zur gesunden Seite (Hunter JM. et al.; 1995, 889ff).

Eine sicherlich neuere Variante stellt die mediocarpale Teilarthrodese dar, welche als Therapie der Wahl im Stadium III, als auch in modifizierter Art und Weise im Stadium II der SLAC-wrist verwendet wird. Im englischsprachigen Raum wird diese operative Methode auch als „four-corner fusion“ bezeichnet, da Os lunatum, capitatum, hamatum und triquetrum miteinander fusioniert werden. Im Stadium zwei wird zusätzlich zur Arthrodese das Scaphoid entfernt. Der Operationszugang ist dabei derselbe wie er im Kapitel 6.2.4 besprochen wurde. Die knorpeligen Anteile der miteinander zu arthrodierenden Knochen werden entfernt und die entstehenden Zwischenräume mit Spongiosa aufgefüllt, um schlussendlich die Arthrodese mittels K-Drähten, Schrauben oder Spezialinstrumenten, wie z.B. Spiderplatte, zu fixieren. Postoperativ wird ein Unterarmgips für acht Wochen mit Daumeneinschluss empfohlen, wobei erst nach Entfernung mit einer Physiotherapie begonnen werden kann. Die K-Drähte werden meist zwölf Wochen belassen. Der Vorteil gegenüber der PRC besteht darin, dass die Länge der Handwurzel erhalten bleibt, wodurch es zu einem verbessertem Ergebnis in Bezug zur Grobkraft kommt (Dacho A. et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005;37: 119-125) (Baumeister et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005;37:106 ff).

7 Studienergebnisse

In diesem Kapitel möchte ich die Vor- und Nachteile in der Diagnostik und Therapie der scapho-lunären Dissoziation anhand von Studien näher hervorheben. Die verschiedenen Verfahren unterscheiden sich in ihrem Outcome wesentlich voneinander, vor allem im Bezug auf die verschiedenen Stadien der Schädigung des interossären Bandes. Dies wird sowohl in der Diagnostik als auch in der Therapie ersichtlich.

7.1 Diagnostik der scapho-lunären Bandruptur

7.1.1 *Vergleich zwischen klinischer und röntgenologischer Diagnostik*

In einer türkischen Studie aus dem Jahre 2005 stellten die Autoren die klinische Untersuchung der röntgenologischen gegenüber. Die Untersuchungsmethode der Wahl war der bereits beschriebene Watson-Test. In der Röntgendiagnostik wurden sowohl Nativaufnahmen, als auch Stressaufnahmen durchgeführt und die erhobenen Ergebnisse im Bezug auf die Trefferquote in dynamische und statische SL-Instabilität unterteilt. Das Kollektiv umfasste dabei 22 Patienten, die eine Schädigung des SL-Bandes vorzuweisen hatten. Das röntgenologische Kriterium einer Ruptur war dabei der SL-Abstand und die DISI-Kriterien (Ozçelik et al., European Journal of Radiology, 2005, 358-361).

Unter DISI versteht man die englische Bezeichnung für „dorsal intercalated segment instability“. Das bedeutet, dass es durch die Ruptur des scapho-lunären Bandes zu einer Rotation des Os lunatum nach dorsal kommt; der scapho-lunäre Winkel ist definitionsgemäß größer als 60°. Im Gegensatz dazu steht die Bezeichnung VISI (volar intercalated segment instability), welche durch eine Ruptur des lunotriquetralen Bandes zustande kommt. Der Winkel verkleinert sich bei der Rotation des Lunatums nach volar und beträgt unter 30°. Auf die VISI-Fehlstellung möchte ich an dieser Stelle jedoch nicht näher eingehen, da es nicht Hauptthema dieser Arbeit ist (McAlinden, PS.; Teh, J.; 2003, S.183f).

Die weiteren klinischen Kriterien umfassten dabei Unfallhergang und Watson-Test. Der klinische Test eignete sich wesentlich besser für die Diagnose von statischen als für dynamische Instabilitäten. In 75% der Fälle wurden somit eine statische, in 61% eine dynamische Instabilität diagnostiziert. In den nativen anterior/posterior Röntgenaufnahmen war in 75% eine statische SL-Dissoziation ersichtlich, welche als eine Verbreiterung des SL-Spaltes imponiert, jedoch wurde in keinem der Fälle eine dynamische Instabilität diagnostiziert. Dies ist insofern nachvollziehbar, da ja bei der dynamischen Instabilität die „sekundären Stabilisatoren“ erhalten bleiben und somit keine Verbreiterung des SL-Abstandes zustande kommt. In diesem Falle wurden Stressaufnahmen der Hand durchgeführt, d.h. Röntgenaufnahmen unter Dorsalextension und Palmarflexion, wobei sich die Dorsalextension am besten für die Diagnosefindung eignete. Bei diesen Aufnahmen wurden sowohl alle dynamischen, als auch statischen SL-Dissoziationen diagnostiziert. Die DISI-Kriterien eigneten sich nur für die Diagnosestellung des statischen Stadiums, da sich nur in diesem der SL-Winkel ändert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der klinische Test nach Watson einen ersten Schritt für die Diagnosestellung darstellt, jedoch Stressaufnahmen der Hand unerlässlich für die nicht-invasive Diagnostik von dynamischen Instabilitäten sind. Leider wurden in dieser Studie keine Stressaufnahmen bei Ulnar- und Radialduktion durchgeführt, deshalb können keinerlei Aussagen darüber getroffen werden (Ozçelik et al., European Journal of Radiology, 2005, 358-361).

Abschließend möchte ich noch anmerken, dass bei jeglichen Röntgenaufnahmen immer beide Handgelenke beurteilt werden sollten, da bei einigen Patienten eine Verbreiterung des SL-Spaltes auch auf der gesunden Seite ohne Unfallereignis zu verzeichnen ist. In diesem Fall muss über die klinische Relevanz der betroffenen Seite diskutiert werden. Bleibt eine Symptomatik im Handgelenk aus, so würde ich eine Röntgenkontrolle als weiteres Procedere empfehlen.

7.1.2 Vergleich zwischen direkter MR-Arthrographie und Arthroskopie

Die Arthroskopie stellt den „Goldstandard“ für die Diagnose von Rupturen des SL-Bandes dar. Je nach Abhängigkeit des Untersuchers lässt sich so am Besten auf den

SL-Spalt und das interossäre Band einsehen. Es lassen sich somit nahezu 100% der Rupturen, sowohl Partialdefekte als auch Komplett rupturen, diagnostizieren bzw. ausschließen. Es wird durch dieses Verfahren eine Spezifität und Sensitivität von 100% erreicht. In den letzten Jahren wurden vermehrt Studien durchgeführt, welche den Vergleich zwischen der direkten MR-Arthrographie und der Arthroskopie ziehen. Die indirekte MR-Arthrographie stellt dabei kein gutes diagnostisches Verfahren dar, da das Kontrastmittel i.v. appliziert wird und nur in gut durchbluteten Strukturen eine Signalverstärkung zulässt. In den Gelenkspalt gelangt es nur durch Diffusion. Bei der direkten MR-Arthrographie wird das Kontrastmittel durch eine Punktion in den Gelenkspalt direkt eingebracht.

In einer Studie durchgeführt von Schmitt et al. wurden 125 Patienten in Bezug auf Pathologien des Handgelenks untersucht. Dabei wurde das Patientenkollektiv nicht nur auf das SL-Band untersucht, jedoch möchte ich mich an dieser Stelle auf Verletzungen des interossären Bandes beschränken. Insgesamt wurden bei 28 Patienten Läsionen des Ligamentum scapho-lunatum interosseum entdeckt, dabei waren in der Arthroskopie 12 komplett und 16 partiell rupturiert. Anschließend erfolgte die direkte MR-Arthrographie, wobei zuerst das radiocarpale und nachfolgend das mediocarpale Gelenk punktiert wurden. Durch dieses Vorgehen war es möglich Kontrastmittelübertritt von proximal nach distal zu sehen, um auf einen Defekt schließen zu können. Bei den kompletten SL-Rupturen konnten 11 richtig positiv und 113 richtig negativ diagnostiziert werden. Bei keinem Patienten wurde ein falsch positives Ergebnis erzielt, jedoch konnte in einem Fall eine komplette Bandruptur nicht erkannt werden. Dies entspricht einer Spezifität von 91,7% und einer Sensitivität von 100%. Bei kompletten Rupturen erreicht also die direkte MR-Arthrographie ein vergleichbares Ergebnis zur Arthroskopie. Anders verhält es sich bei den inkompletten Rupturen, was dem prä-dynamischen Stadium gleichkommt. Nur in 10 von 16 Fällen wurde der Defekt richtig erkannt, jedoch wurden auch hierbei kein falsch positives Ergebnis erzielt. Die Sensitivität erreicht bei den partiellen Defekten nur 62,5%, die Spezifität 100% (Schmitt R. et al., Fortschr. Röntgenstr. 2003; 175: 911-919). Die annähernd gleichen Ergebnisse erzielten auch Meier et al. 2002 und 2005 (Meier et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2002; 34: 381-385) (Meier et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005; 37: 85-89).

Zusammenfassend stellt die MR-Arthrographie ein wichtiges diagnostisches Mittel dar, dennoch kann sie die Arthroskopie nicht vollständig ersetzen, da keine Sensitivität von hundert Prozent erreicht wird. Der Vorteil in der MR-Arthrographie liegt in der minimal-invasiven Technik. Mittels dieser Diagnostik können unnötige arthroskopische Eingriffe reduziert werden und sie bietet dem Chirurgen die Möglichkeit einen genauen Überblick über das Ausmaß der SL-Schädigung zu bekommen, um das weitere operative Procedere festzusetzen (Meier et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2002; 34: 381-385) (Meier et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005; 37: 85-89).

7.2 Therapeutische Interventionsmöglichkeiten

7.2.1 *Direkte Bandnaht und dorsale Kapsulodese*

Die operative Therapie mittels Bandnaht bzw. dorsaler Kapsulodese stellt sicher eine einfachere Therapieform dar, welche auch wenig Zeit, im Verhältnis zu den anderen Möglichkeiten, in Anspruch nimmt.

Meine Recherchen bezüglich dieses operativen Eingriffs beginnen im Jahre 2000. Nach einer Studie von Bahm J. et al. wurden 37 Patienten mit einer Ruptur des scapho-lunären Bandes entweder durch alleinige Bandnaht, Kapsulodese, oder durch Kombination beider therapiert. Der Beobachtungszeitraum lag bei dieser Studie bei 27 Monaten. Die Beurteilungskriterien sind Beweglichkeit, Grobkraft und Schmerz. Die Beweglichkeit verringerte sich postoperativ um bis zu 11° bei Beugung und Streckung und um bis zu 4° bei Radial- und Ulnarduktion, wobei Beugung und Ulnarduktion am meisten betroffen waren. Die Grobkraft verbesserte sich in geringem Ausmaß von 24 auf 28 Kilogramm, jedoch war die Reduktion des Schmerzwertes am deutlichsten ersichtlich. Dieser verringerte sich um 83%, was meiner Meinung nach ein wichtiges Therapieziel sein sollte. Die Einschränkung der Beugung des Handgelenks ergibt sich durch die Kapsulodese bzw. Bandnaht, da durch diesen Eingriff eine Hemmung auf der dorsalen Handgelenksseite geschaffen wird. Dies hat aber auch einen Vorteil, denn durch eine reduzierte Beugung verringert sich auch die Belastung im Handgelenk. Laut dieser Studie wirken sich gut erhaltene Bandreste, eine dynamische Instabilität und kongruente Gelenkflächen

positiv auf das postoperative Outcome aus, somit sollte eine definitive Unterscheidung zwischen Bandnaht und/oder Kapsulodese erst intraoperativ getroffen werden. Erst nach Eröffnung des Handgelenks lässt sich eine definitive Aussage bezüglich der erhaltenen Bandreste treffen. Im Allgemeinen sind diese innerhalb der ersten sechs Monate nach Trauma gut erhalten (Bahm et al., Unfallchirurg 2000; 103(7):545-51). Die Ergebnisse bei Busse et al. decken sich im Allgemeinen mit den oben beschriebenen, jedoch konnte bei diesem Patientenkollektiv keine signifikante Verbesserung bezüglich der Grobkraft erreicht werden. Die Reduzierung der Schmerzen betrug lediglich ein Drittel, jedoch war dies der Hauptgrund, warum für den Patienten die Operation als ein Erfolg erachtet wurde. 86% waren mit dem postoperativem Ergebnis zufrieden und würden sich noch einmal operieren lassen (Busse F. et al., 2002, Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.; 34: 173-181). Auch die englische Literatur deckt sich weitgehend mit den oben beschriebenen Verhältnissen, selbst bis in das Jahr 2007. Es konnten zwar bei nahezu allen Patienten eine Reduzierung der Schmerzen erreicht werden, jedoch war bei fast keinem eine vollkommene Schmerzfreiheit evaluierbar. Die Grobkraft konnte auch nur unwesentlich bis gar nicht verbessert werden und bei jedem Patienten war eine Einschränkung in der Beweglichkeit gegeben, sowohl prä- als auch postoperativ, im Vergleich zur gesunden Seite. Die Mobilitätseinschränkung war postoperativ sogar stärker ausgeprägt (Szabo et al., 2002, Hand Surg.; 27A: 978-984) (Moran et al., 2005, Hand Surg.; 30A: 16-23) (Moran et al., 2006, Hand Surg.; 31A: 1438-1446) (Konduru et al., 2006, Hand Surg.; 31B: 3: 311-316) (Pomerance J., 2006, Hand Surg.; 31A: 1380-1386) (Gajendran et al., 2007, Hand Surg.; 32A:1323-1333).

Zusammenfassend lässt sich herausheben, dass diese Therapieform eine Komplikationsärmere Methode darstellt, mit der gute Resultate erzielt werden können. Dieses operative Verfahren eignet sich besser für die dynamische Instabilität als für die statische. Es kommt zu einer wesentlichen Schmerzreduktion und einer geringen Verbesserung der Grobkraft, jedoch muss kritisch erwähnt werden, dass dieses Verfahren kein generell anwendbares ist und eine genaue Patientenselektion vorgenommen werden muss, sowohl in Bezug auf das Ausmaß der traumatischen Schädigung, als auch auf die Anforderungen des Patienten. Es ist jedenfalls nicht die Therapie der Wahl bei chronischen statischen Instabilitäten.

7.2.2 Weichteildeckung mittels Bandplastik

Wie bereits oben beschrieben gibt es mehrere Möglichkeiten eine Bandplastik durchzuführen. Dieses Verfahren kann mit autologem Sehnenmaterial, Perioststreifen oder als Osteoligamentplastik erfolgen.

Bei der Beurteilung der Sehnenplastik verwende ich zwei Studien aus dem Jahre 1999 und 2005. Bei Hahn et al. wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt, welche entweder eine Bandnaht oder eine Bandplastik erhielten. Insgesamt umfasste das Krankengut 20 Patienten. Die direkte Bandnaht wurde bei frischen Verletzungen (im Mittel 2,5 Monate nach Unfallereignis), die Sehnenplastik bei älteren Traumata (im Mittel 27,7 Monate nach Unfallereignis) angewandt. Im Laufe der postoperativen Beobachtungszeit mussten vier Patienten beider Gruppen erneut wegen zunehmender Beschwerden operiert werden. Der SL-Winkel, sowie das subjektive Schmerzempfinden konnten in beiden Gruppen verringert werden. Intraoperativ stellte sich auch bei dieser Studie heraus, dass eine Bandnaht nur bis maximal sechs Monaten nach Unfallhergang möglich ist. Bei den meisten älteren Verletzungen sind die Bandreste soweit degeneriert, dass eine Bandnaht nicht mehr möglich ist. Insgesamt wurden schlechtere Ergebnisse in der Gruppe der Bandplastik erzielt, jedoch kann bei dieser Studie keine genaue Aussage bezüglich der Stadien getroffen werden, da sowohl Stadium II als auch III in beiden Gruppen vertreten ist. Die Unterscheidung erfolgt nur in Bezug auf die verwendete Operationstechnik. Bandnaht mit achsengerechter Reposition stellt in dieser Studie die Therapie der Wahl dar, da hierbei die besten Ergebnisse erzielt wurden (Hahn et al., *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 31 (1999); 346-350).

In einer Studie nach Wieloch et al. wurde bei acht Patienten eine Sehnenplastik mittels *M. palmaris longus* durchgeführt. Bei der Selektion des Krankenguts wurden Patienten ausgewählt, welche bereits einen Knorpelschaden und einen beginnenden karpalen Kollaps aufzuweisen hatten. Nach der oben beschriebenen Stadieneinteilung würde dies einem Stadium IV entsprechen. Postoperativ zeigte sich, dass eine Aufrichtung des Karpus nicht erreicht werden konnte. Weiters blieben die Ergebnisse bezüglich der Kraftentwicklung im Vergleich zur gesunden Seite weiterhin unzufrieden. Obwohl der SL-Winkel verringert werden konnte, zeigte sich

bei Stressaufnahmen eine Zunahme des SL-Spaltes. Der scapho-lunäre Komplex konnte somit nicht wiederhergestellt werden, was eine Zunahme der arthrotischen Veränderungen vermuten lässt. In einem solch fortgeschrittenem Stadium zeigt sich diese Technik als ungeeignet, um die Folgen des karpalen Kollapses zu verhindern. Dieses Verfahren sollte bei Instabilitäten angewendet werden, bei denen sich keine arthrotischen Veränderungen und kein karpaler Kollaps zeigen (Wieloch et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005; 37:90-96).

2007 wurden 19 Patienten mit einer neuen Technik operiert, welche als Sehnenplastik den M. extensor carpi radialis longus verwendet. Das Krankengut betrifft Patienten welche sich im dynamischen Stadium einer scapho-lunären Instabilität befinden. Alle Patienten konnten nach spätestens 4 Monaten in ihren Beruf zurückkehren, bei fast allen war eine deutliche Schmerzreduktion erkennbar. Insgesamt beurteilten alle Patienten diese Methode als einen Erfolg. Fraglich bleibt wie die Erfolgsrate im Stadium III der scapho-lunären Instabilität ist (Bleuler P et al.; J. Hand Surg., 2008;33A: 281ff).

In einer Studie von Lutz et al., welche 2005 veröffentlicht wurde, kommt eine operative Technik zur Anwendung, welche sich eines Periost-streifens des vorderen Darmbeinkamms bedient. Das Krankengut umfasst bei dieser Studie Patienten, welche sich im statischen Stadium der scapho-lunären Instabilität befinden. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Trauma und Operation lag bei 15 Monaten, der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum bei 29 Monaten. Von elf Patienten war einer vollkommen schmerzfrei, neun hatten Einschränkungen bei speziellen Tätigkeiten. Radiologisch konnte die statische Fehlstellung deutlich verbessert werden, sowohl der pathologische SL-Abstand, als auch SL-Winkel konnten weitgehend normalisiert werden. Lediglich bei zwei Patienten kam es wieder zu einer statischen Fehlstellung, da der Bandersatz bei einem der beiden Knochen ausriss. Bei statischen Fehlstellungen und deren Therapie kommt es häufig zu Rezidiven, jedoch liefern diese ersten Ergebnisse eine Tendenz. Als einzige Kontraindikation wird die fixierte Fehlstellung angegeben, welche nur durch großen Kraftaufwand gelöst werden kann. Natürlich sind dies keine Langzeitergebnisse und das Patientenkollektiv ist zu klein, um definitive Aussagen zu dieser operativen

Therapieform zu treffen (Lutz M. et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005; 37: 295ff).

Bei der Verwendung einer osteoligamentären Plastik, in der Studie von Kalb et Markert, wird ein Transplantat aus dem Karpometakarpalgelenk II verwendet und zusätzlich eine Kapsulodese durchgeführt. In dem Zeitraum zwischen 2000 und 2003 wurden zwölf Patienten mit einer chronischen scapho-lunären Dissoziation ohne Arthrosezeichen operiert. Hauptsächlich (n=10) befanden sich die Patienten im III. Stadium, zum Teil (n=2) im Stadium II. Die postoperativen Ergebnisse bei dieser Technik sind meiner Meinung nach sehr differenziert zu betrachten. Die Schmerzreduktion, welche nach einer subjektiven Schmerzskala bemessen wurde, betrug im Mittel 14%, die Grobkraft verschlechterte sich postoperativ um 8% von 90% auf 82% in Bezug zur gesunden Seite. Aufgrund der Kapsulodese verschlechterte sich auch der Bewegungsumfang im Handgelenk. Von einer präoperativen durchschnittlichen Streckung von 60° und einer Beugung von 55°, reduzierte sich der Bewegungsumfang um durchschnittlich 16° bei Streckung und 20° bei Beugung (siehe Abbildung 28 und 29). Diese Reduzierung ist natürlich hinsichtlich der Einschränkung im alltäglichen Leben nicht zu vernachlässigen. Eine komplette Korrigierung der Fehlstellung konnte nur in drei von zehn Fällen erreicht werden, in vier von zwölf Fällen kam es sogar zu einem Versagen des Transplantates, welches durch ein erneutes Klaffen des SL-Spalttes festgestellt wurde. Als Erklärung wird entweder eine Durchblutungsstörung in diesem Bereich, oder ein progredientes Fortschreiten einer kleinen Läsion im palmaren Anteil der Plastik vermutet. Insgesamt zeigt sich bei dieser Studie, dass die verwendete Technik sowohl gute Erfolge durch Wiederherstellung des Bandkomplexes, als auch Misserfolge durch Insuffizienz der Plastik erzielt. Als mögliche Ursache für Versagen dieser Technik werden die unzureichende Indikationsstellung und das schlechte Klassifikationssystem der scapho-lunären Dissoziation angenommen (Kalb M. et Markert S., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2003; 35:310ff).



Abbildung 28: postoperative Beweglichkeitsminderung bei Flexion



Abbildung 29: postoperative Beweglichkeitsminderung bei Extension

7.2.3 Entfernung der proximalen Handwurzelreihe

Bei dieser Methode werden die Knochen der proximalen Handwurzelreihe entfernt, dies betrifft das Scaphoid, das Lunatum und das Os Triquetrum. In einer Studie aus dem Jahre 2005 wurde bei 38 Patienten in einem SNAC- bzw. SLAC-Stadium II die proximale Handwurzelreihe entfernt und nachuntersucht. Das Ziel war ein neues arthrosefreies Gelenk zu schaffen. Bei neun Patienten entstand die Arthrose durch einen Riss des skapho-lunären Bandes (SLAC-wrist), in 29 Fällen durch eine Scaphoidpseudarthrose. Das Outcome der Studie schließt beide Krankheitsbilder ein, deshalb muss das Ergebnis kritisch betrachtet werden. Der Bewegungsumfang der Flexion und Extension lag postoperativ bei 57%, der Ulnar- und Radialduktion bei 52%, in Bezug zur gesunden Seite. Ähnlich verhält es sich mit der Grobkraft, sie lag bei 50% im Vergleich zur gesunden Seite. Die eingeschätzte Schmerzreduktion erreichte einen Wert von 77%, wobei die Hälfte der Patienten eine komplette Schmerzreduktion in Ruhe angab, bei Belastung waren es 7% des Patientengutes. Insgesamt waren 76% mit der Operation sehr zufrieden bzw. zufrieden. 73% würden nochmals dieser Operation zustimmen. Betrachtet man dieses Verfahren bezüglich der Schmerzreduktion könnte man die Entfernung der proximalen Handwurzelreihe als Erfolg ansehen, jedoch müssen Patienten mit erheblichen Einbußen bei Flächen-, Randbewegungen und bei der Grobkraft rechnen. Dieses Verfahren wird deshalb nur bei bereits arthrotischen Handgelenken durchgeführt und dient mehr einer Rettungsmaßnahme, als einer vollständigen Wiederherstellung der Handgelenksfunktion. In diesem Stadium ist das therapeutische Ziel, eine relative Schmerzreduktion zu erreichen und eine Restfunktion im Handgelenk wiederherzustellen (Baumeister et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005;37:106 ff).

7.2.4 Mediocarpale Teilarthrodese

In einer Studie nach Dacho et al. kommt die mediocarpale Teilarthrodese zur Anwendung. Nach Meinung der Autoren ist dieses operative Konzept die Therapie der Wahl im Stadium III der SNAC- bzw. SLAC-wrist, kann aber auch im Stadium II neben der Proximal Row Carpectomy angewendet werden. Das Krankengut umfasste 78 Patienten, welche sich im Stadium II und III einer SNAC- bzw. SLAC-

wrist befanden. Postoperativ sank der Bewegungsumfang bei den Flächenbewegungen der im Stadium II operierten von durchschnittlich 78% auf 56% und von etwa 66% auf 57% bei den Randbewegungen. Patienten, welche im Stadium III operiert wurden, hatten ebenfalls postoperativ eine Bewegungsminderung um 7% auf 50% bei den Flächenbewegungen zu verzeichnen, jedoch erhöhte sich der Bewegungsumfang bei den Randbewegungen um 9% auf 61%. Die Werte beziehen sich natürlich in Bezug auf die gesunde Seite. Erstaunlicherweise erhöhte sich aber postoperativ die Grobkraft in beiden Gruppen. Bei im Stadium II operierten Patienten erhöhte sich die Grobkraft um 13% auf 71% und bei im Stadium III operierten konnte eine Verbesserung um 19% erreicht werden, sodass bei diesen Patienten ein durchschnittlicher Wert von 79% gemessen werden konnte. Auch die subjektive Schmerzminderung war deutlich erkennbar. In beiden Gruppen konnten die Schmerzen reduziert werden, acht Patienten erreichten sogar völlige Schmerzfreiheit (Baumeister et al., Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 2005;37:106 ff).

Im Gegensatz zu der im vorigen Kapitel besprochenen operativen Technik kann bei dieser Technik die Grobkraft deutlich verbessert werden. Die Ergebnisse bei der Beweglichkeit erreichen ungefähr dieselben Werte. Aus diesem Grund ist meiner Meinung nach durch diese Studie die mediokarpale Teilarthrodese der Proximal Row Carpectomy vorzuziehen.

8 Diskussion

In den letzten Jahrzehnten haben sich eine Reihe von operativen therapeutischen Verfahren etabliert, welche versuchen das Problem der scapho-lunären Bandruptur zu beheben. Die Stadien I und II sind bis auf weiteres gut therapierbar, selbst im frischen Stadium III lässt sich eine Adaption des Bandes relativ gut möglich. Wie oben bereits erläutert, sprechen die Ergebnisse der einzelnen Verfahren für sich und es kann das Vollbild einer SLAC-wrist vermieden werden. Nach wie vor stellen Patienten, welche sich im chronischen Stadium III befinden ein Problem dar, da in den meisten Fällen keine guten Ergebnisse erzielt werden können. Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Techniken, die auch untereinander kombiniert werden, jedoch wurde bisher kein therapeutisches Verfahren entwickelt, welches als ultimatives Lösungskonzept gilt. Die einzelnen Studien sind oft widersprüchlich, in welchem Stadium das einzelne Verfahren zur Anwendung kommen soll. Dies liegt vielleicht an einem uneinheitlichen Krankengut, in welchem oft verschiedene Stadien gleich therapiert werden, jedoch bin ich der Meinung dass kaum die Möglichkeit besteht einheitliche Patientengruppen zu bilden, da es wenige Patienten in fortgeschrittenen Stadien gibt. Ein möglicher Lösungsansatz wäre die Bildung eines handchirurgischen Zentrums in Mitteleuropa, das sich auf dieses Krankheitsbild spezialisiert und die meisten Fälle in Europa therapiert. In solch einem Zentrum könnten einheitliche und größere Patientengruppen gebildet werden.

Ein weiteres Problem stellt die ungeklärte Ursache dar, welche zu einem Vollbild der SLAC-wrist führt. Das Gefüge der einzelnen Handwurzelknochen ist sehr komplex und bis heute wurden die Bewegungsabläufe und die eigentliche Ursache, die zu einem arthrotischem Handgelenk führt, noch nicht ausreichend geklärt. Das Lig. scapho-lunatum spielt dabei eine Schlüsselrolle, doch auch bei einer suffizienten Bandplastik kann nicht immer die Vermeidung der SLAC-wrist garantiert werden. Diese Vermutung wird deutlich, wenn man die postoperativen radiologischen Ergebnisse betrachtet. Selbst bei bestehenden pathologischen Werten des SL-Spalt es kann eine Operation trotzdem noch als Erfolg erachtet werden. Wichtig scheint dabei die Kongruenz der Gelenkflächen wiederherzustellen.

Für mich war es schwierig eindeutige Aussagen zu treffen und den Vergleich der einzelnen therapeutischen Verfahren zu ziehen, da die postoperativen Einteilungskriterien sehr unterschiedlich waren, bzw. die Gruppen nach sehr unterschiedlich Gesichtspunkten verglichen wurden. Es gibt eine Vielzahl von Scores, welche versuchen das postoperative Ergebnis zu bewerten. Manche korrelieren dabei überhaupt nicht.

Abschließend möchte ich anmerken, dass die Therapie dieser Verletzung relativ schwierig ist. Meiner Meinung nach sollte das therapeutische Verfahren individuell am Patienten angewandt werden, da es verschiedene Anforderungen von seitens der Patienten gibt. Im Vordergrund stehen jedenfalls Schmerzreduktion, Bewegungserhaltung und Verbesserung der Grobkraft.

An dieser Stelle möchte ich noch einmal die Einteilung dieses Verletzungsmusters besonders herausheben, da die Literatur bezüglich der Einteilung sehr unterschiedlich sein kann. Die verschiedenen Autoren unterscheiden zwar grob die Unterteilung in Bezug auf die traumatische Schädigung, jedoch sind die Meinungen über therapeutisches Vorgehen sehr unterschiedlich, vor allem in Bezug auf die Stadieneinteilung. Aus diesem Grund ist die klinische und radiologische Diagnostik besonders wichtig. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Stadien und die wichtigsten diagnostischen Zeichen, sowohl klinisch, als auch radiologisch.

	Stadium I	Stadium II	Stadium III	Stadium IV
Klinische Zeichen	keine	Belastungsschmerz Griffschwäche Klick- bzw. Schnappphänomen	Schwellung Schmerzen Griffschwäche	Schwellung Schmerzen Griffschwäche
Watson-Test	negativ	positiv	positiv	positiv

Statische Röntgen- diagnostik	Keine Dissoziation	Keine Dissoziation	Dissoziation Rotations- fehlstellung	Dissoziation Rotations- fehlstellung Karpalkollaps Arthrose
Dynamische Röntgendiagnostik (Stressaufnahmen)	Keine Dissoziation	Dissoziation	-----	-----
Schnittbild- diagnostik MR/konventionell	Teilruptur eventuell erkennbar	Komplettruptur diagnostizierbar	Dissoziation Komplettruptur Rotations- fehlstellung	Dissoziation Arthrose Karpalkollaps
Therapeutische Intervention	Ruhigstellung	Bandnaht transcutane Fixation Kapsulodese Bandplastik	Bandplastik Kapsulodese (Bandnaht)	PRC Mediocarpale Teilarthrodese

Tabelle 2: SLAC-/SNAC- Stadieneinteilung

9 Literaturverzeichnis

1. Gajendran VK, Peterson B

Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation.

J Hand Surg [Am]. 2007 Nov;32(9):1323-33.

PMID: 17996765

2. Bleuler P, Shafiqhi M, Donati OF, Gurunluoglu R, Constantinescu MA.

Dynamic Repair of Scapholunate Dissociation With Dorsal Extensor Carpi Radialis Longus Tenodesis.

J Hand Surg 2008 Feb;33(2):281-284.

PMID: 18294557

3. Moran SL, Ford KS, Wulf CA, Cooney WP.

Outcomes of dorsal capsulodesis and tenodesis for treatment of scapholunate instability.

J Hand Surg 2006 Nov;31(9):1438-46.

PMID: 17095371

4. Pomerance J.

Outcome after repair of the scapholunate interosseous ligament and dorsal capsulodesis for dynamic scapholunate instability due to trauma.

J Hand Surg 2006 Oct;31(8):1380-6.

PMID: 17027803

5. Schmitt R, Fröhner S, Fodor S, Christopoulos G, Kalb KH.

Early radiological diagnostics for scapholunate dissociation (SLD)

Radiologe. 2006 Aug; 46(8):654-63.

PMID: 16874503

6. Konduru RS, Scott I, Mehdi R, Dent JA, Abboud R, Wigderowitz C.

Dorsal capsulodesis for scapholunate instability--effect on patient disability and wrist pain.

J Hand Surg. 2006 Jun; 31(3):311-6. Epub 2006 Feb 14.

PMID: 16476513

7. Ozçelik A, Günal I, Köse N.

Stress views in the radiography of scapholunate instability.

Eur J Radiol. 2005 Dec; 56(3):358-61. Epub 2005 Jul 19.

PMID: 16046094

8. Kalb K, Markert S.

Preliminary results with Cuénod's osteoligamentoplasty and capsulodesis for treatment of chronic scapholunate dissociation

Handchir. Mikrochir. Plast Chir. 2003 Oct; 35(5):310-6.

PMID: 14577046

9. Szabo RM, Slater RR Jr, Palumbo CF, Gerlach T.

Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic, static scapholunate dissociation: clinical results.

J Hand Surg. 2002 Nov; 27(6): 978-84.

PMID: 12457347

10. Busse F, Felderhoff J, Krimmer H, Lanz U.

Scapholunate dissociation: treatment by dorsal capsulodesis

Handchir Mikrochir Plast Chir. 2002 May; 34(3):173-81.

PMID: 12203151

11. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Junge A, Celik I, Gotzen L.

Arthroscopic diagnosis of concomitant scapholunate ligament injuries in fractures of the distal radius

Handchir Mikrochir Plast Chir. 2001 Jul;33(4):229-33.

PMID: 11518982

12. Bahm J, Saffar P, Duclos L, Sokolow C.

Ligament repair and/or capsulodesis in scapholunate instability

Unfallchirurg. 2000 Jul; 103(7):545-51.

PMID: 10969541

13. Baumeister, S.; Germann, G.; Dragu, A.; Tränkle, M.; Sauerbier, M.

Funktionelle Ergebnisse nach Entfernung der proximalen Handwurzelreihe bei SNAC- und SLAC-Wrist Stadium II

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie; 02, 2005

Doi: 10.1055/s-2004-830435

14. Lutz, M.; Haid, C.; Goebel, G.; Gabl, M.; Pechlaner, S.

Therapie der statischen skapholunären Instabilität - Bandrekonstruktion des dorsalen skapholunären Bandes mit einem Perioststreifen vom vorderen Darmbeinkamm

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie, 05, 2005

DOI: 10.1055/s-2005-872847

15. Lutz, M.; Kralinger, F.; Goldhahn, J.; Zimmermann, R.; Rudisch, A.; Gabl, M.; Pechlaner, S.

Dorsal scapholunate ligament reconstruction using a periosteal flap of the iliac crest

Arch. Orthop. Trauma Surg., 2004; 124:197-202

DOI: 10.1007/s00402-003-0620-y

16. Wieloch, P. T.; Martini, A. -K.; Daecke, W.

Ergebnisse der skapholunären Bandplastik zur Therapie der fortgeschrittenen skapholunären Dissoziation

Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie; 02, 2005

DOI: 10.1055/s-2005-837596

17. Dacho, A.; Grundel, J.; Harth, A.; Germann, G.; Sauerbier, M.

Funktionelle Ergebnisse nach mediokarpaler Teilarthrodese als Behandlungskonzept bei fortgeschrittenem karpalem Kollaps (SNAC-/SLAC-Wrist)

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie; 02, 2005

DOI: 10.1055/s-2004-821287

18. Schmitt, R.; Christopoulos, G.; Meier, R.; Coblenz, G.; Fröhner, S.; Lanz, U.; Krimmer, H.

Direkte MR-Arthrographie des Handgelenks im Vergleich zur Arthroskopie: Eine prospektive Studie an 125 Patienten

RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren; 07, 2003

DOI: 10.1055/s-2003-40434

19. Meier, R.; Schmitt, R.; Krimmer, H.

Handgelenkläsionen in der direkten MR-Arthrographie im Vergleich zur Arthroskopie des Handgelenks

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie; 02, 2005

DOI: 10.1055/s-2004-830376

20. Meier, R.; Schmitt, R.; Christopoulos, G.; Krimmer, H.

Darstellung skapholunärer Verletzungen im Arthro-MRT im Vergleich zur Handgelenkarthroskopie

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie; 06, 2002

DOI: 10.1055/s-2002-37475

21. Hahn, P.; Krimmer, H.; Prommersberger, K. -J.; Schoonhoven, J. van

Die skapholunäre Dissoziation. Ergebnisse nach Bandnaht und Bandplastik

Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie; 05, 1999

DOI: 10.1055/s-1999-13550

22. Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA, Hodge JC

Analysis of carpal instability , 1. Description of the scheme

Journal of hand surgery – American Volume 20A(5): 757-764, 1995

23. John J. Walsh, Richard A. Berger, and William P. Cooney

Current Status of Scapholunate Interosseous Ligament Injuries

J. Am. Acad. Ortho. Surg., January/February 2002; 10: 32 - 42

24. Rauber/Kopsch

Anatomie des Menschen; Band I; Bewegungsapparat; 3., überarbeitete Auflage

Georg Thieme Verlag, 2003, Stuttgart

25. Dr. J. Henle

Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen; erster Band; Knochenlehre,
2. Auflage

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, 1871, Braunschweig

26. Hans Martin Schmidt, Ulrich Lanz

Chirurgische Anatomie der Hand; 2., überarbeitete Auflage

Georg Thieme Verlag, 2003, Stuttgart

27. W. Grechenig, M. Fellingner

Chirurgie; Band 3; Rund um die Hand

Sympomed Verlag für medizinische Publikationen, 1998, München

28. Ibrahim A. Kapandji

Funktionelle Anatomie der Gelenke; Band I: Obere Extremität; 4., unveränderte Auflage

Georg Thieme Verlag, 2006, Stuttgart

29. Rudolf Fick

Anatomie und Mechanik der Gelenke, erster Teil: Anatomie der Gelenke

Verlag von Gustav Fischer, 1904, Jena

30. Abdul-Kader Martini

Orthopädie und orthopädische Chirurgie; Ellenbogen, Unterarm, Hand

Georg Thieme Verlag, 2003, Stuttgart

31. James M. Hunter

Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy; fourth edition

Mosby-Year Book, Inc., 1995, St. Louis

32. Richard H. Gelberman

The wrist; Master techniques in orthopaedic surgery

Raven Press, 1994, New York

33. Michael W. Chapman

Operative orthopaedics; Volume 2; second edition

J.B. Lippincott Company, 1993, Philadelphia

34. Michael W. Chapman

Chapman's orthopaedic surgery; Volume 2, third edition

Lippincott Williams & Wilkins, 2001, Philadelphia

35. Hempfling H.

Die Arthroskopie am Handgelenk

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 1992, Stuttgart

36. McAlinden P. S., Teh J

Imaging of the wrist

Imaging 15:180-192, 2003, The British Institute of Radiology

10 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der einzelnen Stadien der SLAC-/SNAC-wrist und deren Veränderung

Tabelle 2: Auflistung der einzelnen Stadien, deren radiologische Zeichen und deren Therapie

Abbildung 1-3: Röntgenaufnahmen, welche die ossäre Situation nach SL-Ruptur zeigen (mit freundlicher Genehmigung von ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert)

Abbildung 4-5: Scaphoid-shift-test nach Watson

Abbildung 6: Finger-Extensions-Test

Abbildung 7-9: Fixation von Os scaphoideum und Os lunatum mit K-Drähten und Schraube (mit freundlicher Genehmigung von ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert)

Abbildung 10-23: intraoperative Bilder, welche ich bei meiner Famulatur im Royal North Shore Hospital in Sydney mit Genehmigung des Patienten aufgenommen habe

Abbildung 24-27: schematische Zeichnungen, modifiziert nach Lutz M. et al, Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 2005; 37: 295ff

Abbildung 28-29: postoperative Bewegungseinschränkung bei Flexion und Extension (mit freundlicher Genehmigung von ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert)

11 Curriculum Vitae

Persönliche Angaben

Name: Markus Wipperich

Geburtsdatum: 11.05. 1983

Geburtsort: Salzburg

Familienstand: ledig

Adresse: Wartingergasse 16

8010 Graz

Tel.: 0043/6601236540

E-Mail: wippimedizin@hotmail



Ausbildung

1989-1993: Volksschule Morzgg

1993-2001: Privatgymnasium der Herz Jesu Missionare

1999: Englisch-Sprachkurs in Jersey

2000: Französisch-Sprachkurs in Nizza

2001: Italienisch-Sprachkurs in Bologna (Dauer: 6 Wochen)

2002: Militärdienst in Tamsweg bzw. Schwarzenbergkaserne Salzburg

seit 2002: Studium an der Medizinischen Universität Graz (MUG)

seit 2005: Studienassistent am Anatomischen Institut Graz

Bisherige Famulaturerfahrung

30.8. – 24.9. 2004: Orthopädie in den Salzburger Landeskliniken in Oberndorf

1.8. – 29.8. 2005: Interne Medizin bei Dr. Haslauer Friedrich

5.9. – 2.10. 2005: Orthopädie in den Salzburger Landeskliniken in Oberndorf

7.9. – 27.9. 2006: Unfallchirurgie Salzburger Landeskliniken Salzburg

5.2. – 25.2. 2007: Plastische Chirurgie bei Univ. Doz. Dr. Arthur Wörseg in

Wien

7.7. – 4.8. 2008: Handchirurgie Royal North Shore Hospital Sydney

Hobbies und Interessen

Schwimmen, Radfahren, Schifahren, Fliegenfischen, Reisen, Lesen, fremde Kulturen