

Aus der Klinik für Handchirurgie
der Rhön Klinikum AG
in Bad Neustadt an der Saale

Chefärzte:

Prof. Dr. med. Jörg van Schoonhoven

Prof. Dr. med. Karl-Josef Prommersberger

Mittelfristige Ergebnisse nach stadienadaptierter, operativer Versorgung der Ruptur des Bandes zwischen Skaphoid und Lunatum mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese oder 3-Ligament-Tenodese

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Martin Haberzettl
aus Würzburg

Würzburg, Juli 2019



Referent: Prof. Dr. med. Jörg van Schoonhoven
Handchirurgie

Korreferent: Prof. Dr. med. Maximilian Rudert
Orthopädie

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 06.02.2020

Der Promovend ist Arzt.

Inhaltsverzeichnis:

Abkürzungsverzeichnis:	IV
1. Einleitung	1
2. Grundlagen	3
2.1 Anatomie und Pathogenese	3
2.1.1 Knochen und Bänder des Handgelenkes.....	3
2.1.2 Biomechanik der Handwurzel	6
2.1.3 Pathomechanik bei SL-Bandläsion	8
2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion.....	10
2.2.1 Stadieneinteilung der skapholunären Instabilität.....	10
2.2.2 SLAC wrist, Arthrose bei SL-Dissoziation.....	14
2.2.3 Schweregrad von Arthrose im Röntgenbild	17
2.3 Therapie der SL-Bandläsion.....	18
2.3.1 Algorithmus zur stadienadaptierten Therapie der SL-Bandläsion	18
2.3.2 Das Operationsverfahren der SL-Bandnaht zzgl. dorsaler Kapsulodese.....	24
2.3.3 Das Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese	26
2.3.4 Problematik der Therapie bei dynamischer oder statischer SL-Instabilität.....	30
3. Ziel der Studie	32
4. Material und Methoden	34
4.1 Erfassung der Patienten mit operativ versorgter SL-Bandläsion	34
4.2 Kriterien zur Eingrenzung des Patientengut	35
4.3 Planung der Nachuntersuchung.....	37
4.4 Befundung der Röntgenaufnahmen	38
4.5 Klinische Untersuchung und Komplikationsanalyse	43
4.6 Statistische Methoden	46
5. Patientengut und Ergebnisse	49
5.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese.....	50
5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn	51
5.1.1.1 Radiologische Ergebnisse bei SL-Kaps dyn.....	53
5.1.1.2 Komplikationen bei SL-Kaps dyn	58
5.1.1.3 Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei SL-Kaps dyn	62
5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat	65

5.1.2.1	Radiologische Ergebnisse bei SL-Kaps stat.....	66
5.1.2.2	Komplikationen bei SL-Kaps stat.....	70
5.1.2.3	Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei SL-Kaps stat.....	74
5.1.3	Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat.....	77
5.1.3.1	Korrelationsanalyse der radiologischen Messwerte.....	77
5.1.3.2	Zusammenhangsanalysen der Begleitfaktoren bei SL-Kaps dyn & stat.....	79
5.2	3-Ligament-Tenodese.....	82
5.2.1	Patientengruppe 3LT dyn.....	83
5.2.1.1	Radiologische Ergebnisse bei 3LT dyn.....	84
5.2.1.2	Komplikationen bei 3LT dyn.....	88
5.2.1.3	Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei 3LT bei dyn.....	91
5.2.2	Patientengruppe 3LT stat.....	94
5.2.2.1	Radiologische Ergebnisse bei 3LT stat.....	96
5.2.2.2	Komplikationen bei 3LT stat.....	103
5.2.2.3	Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei 3LT stat.....	117
5.2.3	Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn.....	121
5.2.3.1	Korrelationsanalyse der radiologischen Messwerte.....	121
5.2.3.2	Zusammenhangsanalysen der Begleitfaktoren bei 3LT stat & dyn.....	123
5.3	Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen.....	128
5.3.1	Vergleich der Operationszeiten:.....	128
5.3.2	Vergleich der radiologischen Messwerte:.....	129
5.3.3	Vergleich der Arthroseentwicklung:.....	131
5.3.4	Vergleich der Komplikationen:.....	132
5.3.5	Vergleich der klinischen Ergebnisse:.....	134
5.3.6	Vergleich der Begleitfaktoren:.....	137
5.4	Literaturrecherche und Übersichtstabellen.....	140
6.	Diskussion.....	148
6.1	SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese.....	149
6.1.1	SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität:...	149
6.1.2	SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei präoperativ statischer SL-Instabilität:.....	153
6.1.3	Vergleich SL-Kaps dyn vs SL-Kaps stat:.....	156
6.1.4	Begleitfaktoren bei SL-Kaps dyn & stat:.....	157

6.2	3-Ligament-Tenodese	161
6.2.1	3-Ligament-Tenodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität:	161
6.2.2	3-Ligament-Tenodese bei präoperativ statischer SL-Instabilität:	164
6.2.3	Vergleich 3LT dyn vs 3LT stat:	172
6.2.4	Begleitfaktoren bei 3-LT dyn & stat:	174
6.3	Vergleich SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese vs 3LT:	177
7.	Zusammenfassung.....	179
8.	Anhang.....	182
8.1	Untersuchungsbogen	182
8.2	Postalisch versandter Fragebogen.....	186
8.3	SPSS-Variablen	188
8.4	Zusätzliche Tabellen	196
8.5	Tabellenverzeichnis	205
8.6	Grafikverzeichnis.....	212
8.7	Abbildungsverzeichnis	213
8.8	Literaturverzeichnis	215
	Danksagung	1
	Lebenslauf.....	2

Abkürzungsverzeichnis:

#	Fraktur
3LT	3-Ligament-Tenodese
a	Jahre
Abb.	Abbildung
a.p.	anterior posterior
art.	arteria
CID	Carpal Instability Dissoziative
CRPS	Complex Regional Pain Syndrome
dist.	distal
DISI	Dorsal Intercalated Segmental Instability
d.p.	dorsopalmar
DRUG	distales Radioulnargelenk
dyn	dynamisch
FCR	M. flexor carpi radialis
HG	Handgelenk
K-Draht	Kirschnerdraht
Lig.	Ligamentum
M.	Morbus
M.	Musculus
MC	mediocarpal
ME	Metallentfernung
MKTA	Mediokarpale Teilarthrodese
N.	Nervus
N	Newton
POS	Plattenosteosynthese
Proc.	Processus
PRC	Proximal Row Carpectomie
PRWE	Patient Related Wrist Evaluation
PSR	Processus styloideus radii
RC	radiocarpal
RSA	Resektions-Suspensions-Arthroplastik
RSD	Reflex Sympathetic Dystrophy

RSS	Rotary Subluxation of the Scaphoid
SD	Standard Deviation
SLAC	Scapholunate Advanced Collapse
SL	skapholunär
SLIL	scapholunate interosseous ligament
s.o.	siehe oben
stat	statisch
STT	Skaphotrapeziotrapezoidal
LTq	Lunotriquetral
TFCC	triangular fibrocartilage complex
VISI	Volar Intercalated Segmental Instability
vs	versus
Z.n.	Zustand nach
zzgl.	zuzüglich

1. Einleitung

Die Handwurzel besteht aus 8 Knochen, die sich in eine körpernahe und eine körperferne Reihe gliedern lassen. Diese Handwurzelknochen werden durch ein komplexes System an intrinsischen und extrinsischen Bändern stabilisiert.

Das Band zwischen Kahnbein und Mondbein (SL-Band) hat zentralen Einfluss auf die Stabilität der einzelnen Knochen der proximalen Handwurzelreihe zueinander und die Stabilität zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe.¹

Eine Läsion des SL-Bandes in Form einer Insuffizienz oder einer Ruptur ist häufig traumatischer Genese. Sie kann einerseits als Begleitverletzung einer distalen Radiusfraktur auftreten, ist aber häufig auch die alleinige Folge einer Distorsion des Handgelenks.²

Die durch eine frische SL-Bandläsion verursachten Beschwerden sind meist gering, die Konsequenzen können jedoch schwerwiegend sein.

Bei zusätzlicher Schwächung des sekundär stabilisierenden extrinsischen Bandapparates kann sich eine skapholunäre Dissoziation, also ein gegeneinander Verkippen und Auseinanderweichen von Kahn- und Mondbein entwickeln.³

Die daraus resultierende Inkongruenz der Gelenkflächen zueinander führt zu einer abnormalen Belastung und langfristig zur Entwicklung eines karpalen Kollapses mit posttraumatischer Handgelenksarthrose dem sog. Scapholunate Advanced Collapse, dem SLAC wrist.⁴

¹ Berger (1997) || Garcia-Elias and Lluch (2016c)

² Mayfield, Johnson et al. (1980) || Klempka, Wagner et al. (2016) || Garcia-Elias and Lluch (2016d)

³ Linscheid, Dobyys et al. (1972) || Mitsuyasu, Patterson et al. (2004)

⁴ Watson and Ballet (1984) || Watson, Weinzweig et al. (1997)

1 Einleitung

Weist das Handgelenk Beschwerden beim funktionellen Einsatz sowie mangelnde Belastbarkeit auf und zeigt sich eine unnatürliche Kinematik der Handwurzelknochen im natürlichen Bewegungsablauf so spricht man von karpaler Instabilität.⁵

Das Krankheitsbild der skapholunären Instabilität (SL-Instabilität) als mögliche Folge einer SL-Bandläsion umfasst unterschiedliche Schweregrade. Es lassen sich verschiedene Stadien in Abhängigkeit vom Ausmaß der Schädigung des SL-Bandes, der Schädigung der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder, der Stellung der Handwurzelknochen zueinander und ggf. bereits bestehenden arthrotischen Veränderungen unterscheiden.⁶

Ziele der Therapie der SL-Bandläsion sollten der Erhalt oder die Wiederherstellung eines physiologischen karpalen Gefüges, der Erhalt der Griffkraft sowie der Handgelenksbeweglichkeit, nach Möglichkeit die Prävention einer Handgelenksarthrose und letztlich die Schmerzfreiheit sein.⁷

Die Therapie sollte in einem möglichst frühen Stadium erfolgen und sich am Ausmaß des vorhandenen Schadens orientieren.

Ein praxisorientierter Behandlungsalgorithmus mit Einteilung der skapholunären-Dissoziation in 6 verschiedene Stadien und jeweils daran angepassten Therapieoptionen wurde von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* publiziert.

In der handchirurgischen Klinik Bad Neustadt erfolgt die operative Therapie der SL-Bandläsion ebenfalls stadienadaptiert und basiert dabei auf dem o.g. Algorithmus in modifizierter Form.⁸

⁵ IFSSH, *Garcia-Elias M et al.* (1999)

⁶ *Wolfe* (2001)

⁷ *Kitay and Wolfe* (2012)

⁸ *Prommersberger, Mühlendorfer-Fodor et al.* (2014)

2. Grundlagen

2.1 Anatomie und Pathogenese

2.1.1 Knochen und Bänder des Handgelenkes

Das Handgelenk ist ein Komplex aus 20 einzelnen Gelenken welche 15 Knochen miteinander verbinden: Speiche (Radius), Elle (Ulna), die 8 Handwurzelknochen (Karpalia) und die 5 Mittelhandknochen (Metatarsalia).⁹

Die Handwurzel (Karpus) kann auf frontaler/ koronaler Ebene in eine proximale und eine distale Reihe unterteilt werden.

Die proximale Reihe wird von Kahnbein (Skaphoid), Mondbein (Lunatum) und Dreieckbein (Triquetrum) gebildet. Zwischen diesen Knochen werden als straffe Interkarpalgelenke das skapholunäre (SL-) Gelenk sowie das lunotriquetrale (LT-) Gelenk gebildet. ⁹

Das Erbsenbein (Pisiforme), kann als Sesambein im Verlauf der Sehne des M. flexor carpi ulnaris betrachtet werden. ⁹

Die distale Reihe setzt sich aus großem- (Trapezium) und kleinem Vieleckbein (Trapezoideum), Kopfbein (Kapitatum) und Hakenbein (Hamatum) zusammen.⁹

Das Radiokarpalgelenk verbindet die konkav geformte Gelenkfläche des distalen Radius und den triangulären Faserknorpelkomplex (TFCC) mit den konvex geformten proximalen Gelenkflächen der proximalen Reihe, welche auch als karpale Kondyle bezeichnet werden kann. ⁹

Der Gelenkanteil zwischen der radialen Gelenkfläche des distalen Radius (fossa scaphoidea) und dem Skaphoid ist stärker gekrümmt als der Gelenkanteil zwischen der ulnaren Gelenkfläche des distalen Radius (fossa lunata) und dem Lunatum. ⁹

Das Mediokarpalgelenk verbindet die konkav geformten distalen Gelenkflächen der Karpalia der proximalen Reihe mit den konvex geformten, proximalen Ge-

⁹ Garcia-Elias and Lluch (2016a)

2.1 Anatomie und Pathogenese

lenkflächen der Knochen der distalen Reihe. Hier können das Gelenk zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT-Gelenk), das Gelenk zwischen Skaphoid und Kapitatum (SC-Gelenk), als Normvariante ein Gelenk zwischen Lunatum und Hamatum, sowie das Gelenk zwischen Triquetrum und Hamatum (TqH-Gelenk) unterschieden werden.⁹

Die Klassifikation der Handgelenksbänder ist komplex.^{9 10 11}

Neben den 3 extrakapsulär gelegenen Handgelenksbändern Lig. carpi transversum (\triangleq Retinaculum flexorum), Lig. pisohamatum und Lig. pisometacarpale existiert eine Vielzahl an intrakapsulär und interossär gelegenen Bändern.⁹

Die intrakapsulären und interossären Bänder werden ihrem Bandverlauf entsprechend in extrinsische- und intrinsische Bänder unterteilt.⁹

Die extrinsischen Handgelenksbänder verbinden Radius und Ulna mit den Handwurzelknochen. Ursprung und Ansatz sind meist knöchern lokalisiert. Histologisch sind diese vermehrt aus elastischen Fasern zusammengesetzt. Bei Überbelastung reißen extrinsische Handgelenksbänder eher im intraligamentären Anteil und weniger im Bereich ihrer knöchernen Verankerung.⁹

Es können 7 palmar lokalisierte extrinsische Handgelenksbänder unterschieden werden.

Die radiokarpalen Bänder: Lig. radioscaphoideum, Lig. radioscaphocapitatum, Lig. radiolunatum breve und Lig. radiolunatum longum.⁹

Die ulnokarpalen Bänder: Lig. ulnolunatum, Lig. ulnotriquetrum und Lig. ulnocapitatum.⁹

Das einzige dorsal lokalisierte extrinsische Band ist das Lig. radiolunotriquetrum dorsale.⁹

Das Lig. collaterale radiale und das Lig. collaterale ulnare zählen ebenfalls zu den extrinsischen Handgelenksbändern.¹⁰

Die intrinsischen Handgelenksbänder haben ihren Ansatz und Ursprung meist kartilaginär. Sie besitzen meist weniger elastische Fasern als extrinsische, sind

¹⁰ Schmitt and Lanz (2015a)

¹¹ Lanz and Schmidt (2003)

2.1 Anatomie und Pathogenese

stabiler und neigen bei Überbelastung vermehrt zur Avulsion am Insertionsbereich und weniger zur intraligamentären Ruptur.⁹

Bei den intrinsischen Handgelenksbändern können mediokarpale Bänder von interkarpalen, transversal verlaufenden Bändern unterschieden werden.

Die mediokarpalen intrinsischen Handgelenksbänder überziehen das Mediokarpalgelenk und verbinden die Handwurzelknochen der proximalen Reihe mit denen der distalen Reihe.⁹

Zu den mediokarpalen Bändern zählen das palmar lokalisierte Lig. arcuatum (\cong Lig. scaphocapitatum, Lig. triquetrocapitatum und Lig. triquetohamatum), das dorsolateral lokalisierte Lig. scaphotrapeziotrapezoideum und das dorsal lokalisierte Lig. intercarpale dorsale.⁹

Die interkarpalen intrinsischen Handgelenksbänder verbinden die Knochen derselben Handwurzelreihe untereinander.⁹

Innerhalb der distalen Handwurzelreihe können die palmaren-transversalen von den dorsalen-transversalen interkarpalen Bändern unterschieden werden.⁹

Innerhalb der proximalen Handwurzelreihe kann das skapholunäre Band (Lig. scapho-lunatum / SL-Band) vom lunotriquetralen Band (Lig. lunotriquetrum / LTq-Band) unterschieden werden. Beide Bänder sind U-förmig konfiguriert und bestehen distal jeweils aus einem kräftigen palmaren und kräftigen dorsalen Bandanteil sowie proximal, mittig aus einem membranösen Bandanteil.⁹

Der membranöse Anteil ist jeweils der schwächste. Bis zur Ruptur widersteht er einer durchschnittlichen Zugkraft von bis zu 65 Newton (N).¹²

Beim lunotriquetralen Band ist der palmare Anteil (bis zu 300 N) kräftiger als der dorsale (bis zu 120 N).¹²

Beim skapholunären Band ist der dorsale Anteil (bis zu 300 N) kräftiger als der palmare (bis zu 150 N).¹²

Dem kräftigen distalen, dorsalen Anteil des SL-Bandes kommt eine zentrale Rolle bei der Stabilisierung des Skaphoids zu.⁹

¹² Berger (1997)

2.1 Anatomie und Pathogenese

2.1.2 Biomechanik der Handwurzel

Natürliche Bewegungen des Handgelenkes verlaufen meist in Kombination mehrerer anatomischer Achsen.

Die sog. dart throwers motion ist ein häufiges, physiologisches Bewegungsmuster bei dem das Handgelenk zwischen Extension mit Radialduktion und Flexion mit Ulnarduktion bewegt wird. Dabei findet die Bewegung hauptsächlich im Mediokarpalgelenk statt, die proximale Handwurzelreihe bewegt sich dabei kaum und das Handgelenk behält radiokarpal ein hohes Maß an Stabilität.¹³

Bei der gegenläufigen Bewegung, der sog. reversed dart throwers motion wird das Handgelenk zwischen Extension mit Ulnarduktion und Flexion mit Radialduktion bewegt. Die Bewegung findet dabei hauptsächlich im Radiokarpalgelenk statt.¹⁴

Ein stabiles Handgelenk sollte in jeder Position in der Lage sein einer physiologischen Belastung stand zu halten, ohne dass sich die karpalen Knochen über ihre normalen Bewegungsgrenzen hinaus verschieben.^{14, 15}

Die proximale Handwurzelreihe weist keine Sehnenursprünge oder Ansätze auf. Sie ist ein zwischengeschaltetes Segment (\triangleq intercalated segment) zwischen beiden Unterarmknochen und der distalen Handwurzelreihe.¹⁴

Ohne die stabilisierenden Effekte der Handgelenkskapsel, der Bänder und Muskeln würde die einzelnen Knochen der proximalen Handwurzelreihe schon bei geringer axialer Belastung dislozieren. Dabei hat das Skaphoid aufgrund seiner schräg verlaufenden Längsachse die Tendenz in Flexion und Supination zu verkippen. Das Lunatum aufgrund seiner keilförmigen, dorsal schmälere Form und auch das Triquetrum zeigen die Tendenz in Extension und Supination zu verkippen. Beide Bewegungen sind gegenläufig und wirken bei intaktem Bandapparat stabilisierend.¹⁴

¹³ *Crisco, Coburn et al. (2005)*

¹⁴ *Garcia-Elias and Lluch (2016b)*

¹⁵ *IFSSH, Garcia-Elias M et al. (1999)*

2.1 Anatomie und Pathogenese

Neben den intrinsischen Bändern (SL-Band und LTq-Band) haben auch die extrinsischen Bänder eine sekundär stabilisierende Wirkung.

Weiterhin verfügen die karpalen Bänder, insbesondere in der Region des Triquetrums über Mechanorezeptoren, deren propriozeptive Signale einen wichtigen Beitrag zur neuromuskulären Stabilisation des Handgelenks leisten.¹⁶

Der M. extensor carpi radialis longus und M. abductor pollicis longus antagonisieren die Flexions- und Pronations-Bewegung des Skaphoid.

Der M. extensor carpi ulnaris antagonisiert die Extensions- und Supinationsbewegung des Lunatum und Triquetrum.^{14, 17}

¹⁶ Hagerl, Garcia-Elias et al. (2007)

¹⁷ Salva-Coll, Garcia-Elias et al. (2011)

2.1 Anatomie und Pathogenese

2.1.3 Pathomechanik bei SL-Bandläsion

Im Rahmen des Pathomechanismus der perilunären Instabilität tritt die SL-Bandläsion als Folge einer Distorsion des Handgelenkes auf.^{18, 19}

Der dafür relevante Unfallmechanismus ist eine Hyperextension des Handgelenkes mit Verdrehung der Handwurzel in Ulnardeviation und Supination.^{18, 19} Dieser kann zur Veranschaulichung die Folge eines Motorradunfalles sein, bei dem der Fahrer von der Maschine stürzt, während seine Hand die Lenkstange festhält.¹⁹ Er kann aber auch durch das Abfangen eines Sturzes nach dorsal mit Extension im Handgelenk bedingt sein.²⁰

Die Pathomechanik der perilunären Instabilität kann mit jeweils ansteigendem Schweregrad in die folgenden 4 Stadien unterteilt werden:¹⁹

- I. SL-Dissoziation oder Skaphoidfraktur,
- II. Perilunäre Dislokation,
- III. Ruptur des lunotriquetralen Bandes oder Triquetrumfraktur und
- IV. Dislokation des Lunatums nach palmar

Im Stadium I. wird bei Ulnarduktion das Skaphoid über das Lig. scaphotrapezio-trapezoideum und das Lig. scaphocapitatum (mediokarpale intrinsische Bänder) in Hyperextension und Supination gezogen. Das Lunatum kann der extremen Bewegung nicht endgradig folgen, da es durch das Lig. radiolunatum breve und Lig. radiolunatum longum (extrinsische Bänder) zurückgehalten wird.

Diese Torsion kann zu einer Ruptur der SL-Bandes vom membranösen über den palmaren bis zum dorsalen Anteil führen.¹⁹

In Radialduktion des Handgelenkes kann bei gleichem Mechanismus eine Skaphoidfraktur resultieren.

¹⁸ *Mayfield, Johnson et al. (1980)*

¹⁹ *Garcia-Elias and Lluch (2016k)*

²⁰ *Andersson and Garcia-Elias (2013)*

2.1 Anatomie und Pathogenese

In Studien an anatomischen Präparaten wurde gezeigt, dass eine Teilruptur des SL-Bandes mit alleiniger Durchtrennung der palmaren SL-Band Anteils lediglich eine geringe Auswirkung auf die Stabilität des Skaphoids hat. Erst die Durchtrennung des kräftigen dorsalen SL-Bandanteils führt im Rahmen der karpalen Kinematik zu einer pathologischen, deutlich vermehrten Flexion des Skaphoids.²¹

Während der klinischen Untersuchung fällt der Skaphoidverschiebetest nach Watson²² erst dann positiv aus, wenn der dorsale Anteil des SL-Bandes komplett rupturiert ist.²³

Bei Ruptur des dorsalen Anteils des SL-Bandes können weitere Ausprägungen unterschieden werden.

In einer von *Andersson and Garcia-Elias im Jahr 2013* publizierten Studie trat eine Avulsion des SL-Bandes lateral vom Skaphoid bei 42%, eine mediale Avulsion vom Lunatum bei 16%, eine mittige, intraligamentäre Ruptur bei 20% und eine Teilruptur mit Elongation des dorsalen Anteils bei 22% der Fälle auf.

Das SL-Band ist der primäre Stabilisator der SL-Gelenkes.

Wichtige sekundäre Stabilisatoren des SL-Gelenkes sind das Lig. radioscapho-capitatum (extrinsisch), Lig. scaphocapitatum (mediokarpal, intrinsisch) und Lig. scaphotrapezotrapezoideum (mediokarpal, intrinsisch).^{18, 24, 25}

Die vollständige und alleinige Ruptur des gesamten SL-Bandes führt nicht zwangsläufig zur Dissoziation zwischen Skaphoid und Lunatum auf koronaler Ebene. Erst eine Läsion der sekundären Stabilisatoren, welche sich entweder akut traumatisch oder nach SL-Bandläsion durch chronische Überbelastung im Verlauf entwickeln kann, führt zu einem Voranschreiten der SL-Instabilität mit SL-Dissoziation und statischer Fehlstellung von Skaphoid und Lunatum.^{18, 24, 25}

²¹ *Waters, Werner et al. (2016)*

²² *Watson, Ashmead et al. (1988)*

²³ *Garcia-Elias, Lluch et al. (2006)*

²⁴ *Short, Werner et al. (2002)*

²⁵ *Short, Werner et al. (2005)*

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

2.2.1 Stadieneinteilung der skapholunären Instabilität

Bei Handgelenksbeschwerden, mangelnder Belastbarkeit und unnatürlicher Kinematik der Handwurzel während eines natürlichen Bewegungsablaufes infolge einer SL-Band Läsion kann die Diagnose einer dissoziativen karpalen Instabilität (CID) im Sinne einer skapholunären Instabilität (SL-Instabilität) gestellt werden.²⁶

Eine einheitliche Klassifikation der verschiedenen Ausprägungen der Pathologien nach SL-Bandläsion existiert nicht.

Die vorliegende Arbeit verwendet die von *Wolfe im Jahr 2001* veröffentlichte Einteilung der skapholunären Instabilität in 5 verschiedene Stadien mit Nennung von röntgenologischen Diagnosekriterien.²⁷

Stages of Scapholunate Instability:					
	Occult (I)	Dynamic (II)	Scapholunate Dissociation (III)	DISI (IV)	SLAC (V)
Injured Ligaments:	Patial SLIL	Incompetent or torn SLIL; partial palmar extrinsics	Complete SLIL, volar or dorsal extrinsics	Complete SLIL, volar or dorsal extrinsics; RL, ST, DIC	As in stage IV
Radio-graphs:	Normal	Usually normal	SL gap \geq 3 mm \pm SL angle \geq 70°	SL gap \geq 3 mm SL angle \geq 70° RL angle \geq 15° CL angle \leq -15°	I. Styloid DJD II. RS DJD III. CL DJD IV. Pancarpal
Stress Radio-graphs:	Normal; abnormal fluoroscopy	Abnormal	Grossly abnormal	Unnecessary	Unnecessary
Abbreviations: abn, abnormal; CL, capitulate; DIC, dorsal intercarpal ligament; DJD, degenerative joint disease; RL, radiolunate; RS, radioscapoid; SL, scapholunate; SLIL, scapholunate unterosseous ligament; ST, scaphotrapezoid.					

Tabelle 1: Tabelle zur Stadieneinteilung der skapholunären Instabilität.²⁸

²⁶ *IFSSH, Garcia-Elias M et al. (1999) || Wolfe (2001)*

²⁷ *Schmitt and Lanz (2015c)*

²⁸ Originaltabelle in *Wolfe (2001) TABLE 1* auf Seite 49. With permission from Elsevier.

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

Die 5 Stadien der skapholunären Instabilität können dementsprechend folgendermaßen beschreiben werden:

I Okkulte SL-Instabilität (oder prädynamische SL- Instabilität):

Pathologie:

Es besteht eine Teilruptur oder Ausdünnung von SL-Bandanteilen ohne Beteiligung des dorsalen Bandabschnittes.

Klinik:

Die Patienten sind entweder beschwerdefrei, oder sie klagen über Schmerzen oder ein Klicken bei Belastung oder endgradiger Handgelenksbewegung.

Konventionelles Röntgen:

Die Röntgenaufnahmen sind sowohl statisch, als auch unter Belastung unauffällig.

Weitere Bildgebung ist erforderlich:

Die MR- oder CT-Arthrografie kann einen Hinweis auf die SL-Bandschädigung geben.

Die Arthroskopie oder ein auffälliger Skaphoid-Verschiebetest unter kinemato-graphischer Kontrolle ermöglichen die Diagnosestellung.

II Dynamische SL-Instabilität (oder dynamische SL-Dissoziation):

Pathologie:

Es besteht eine teil- oder vollständige Ruptur des SL-Bandes, mit Beteiligung des dorsalen Bandabschnittes. Die extrinsischen, sekundär stabilisierenden Bänder sind unauffällig.

Klinik:

Die Patienten klagen ebenfalls über Belastungsschmerzen und zeigen eine un-natürliche Kinematik der Handwurzel.

Konventionelles Röntgen:

Die statischen Röntgenaufnahmen des Handgelenkes sind unauffällig. Die Röntgenaufnahmen unter Belastung des Handgelenkes sind auffällig. Dabei ist die Weite des SL-Spalten in der d.p.-Stressaufnahme über das normale Aus-maß von 2-3 mm erhöht. Auch die ‚clenched fist‘ d.p.-Aufnahme in Supination oder die d.p.-Aufnahme in Ulnarduktion zeigen einen erweiterten SL-Spalt.

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

Seitenaufnahmen in maximaler Flexion können im Vergleich zur Gegenseite eine vermehrte Flexion des Skaphoid und eine verminderte Flexion des Lunatums zeigen.

Weitere Bildgebung:

Durch Kinematographie kann während der Handgelenksflexion eine Subluxation des proximalen Skaphoidpoles über die dorsale Radiuskante dargestellt werden. Der Skaphoid-Verschiebetest ist ebenfalls positiv.

Durch Arthroskopie lassen sich die geschädigten SL-Bandanteile darstellen.

III (statische) skapholunäre-Dissoziation (oder statische SL-Instabilität):

Pathologie:

Zusätzlich zur kompletten Ruptur des SL-Bandes besteht ein Schaden eines oder mehrerer sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder. Es resultiert eine Verkippung des Kahnbeines in Flexion, Ulnarduktion und Pronation, während das Mondbein gegensätzlich in Extension, Radialduktion und Supination verkippert. Diese Fehlstellung ist entweder reponibel, oder fixiert im zeitlichen Verlauf durch Narbenbildung und Fibrosierung.

Klinik:

Die Patienten klagen ebenfalls über Belastungsschmerzen und zeigen eine unnatürliche Kinematik der Handwurzel.

Konventionelles Röntgen:

Bereits in der statischen d.p.-Aufnahme ist entweder die Weite des SL-Spaltens auf $\geq 3\text{mm}$ erhöht und/oder der Winkel zwischen Kahn- und Mondbein in der streng seitlichen Aufnahme auf $\geq 70^\circ$ vergrößert.

Die Belastungsaufnahmen des Handgelenkes sind ebenfalls deutlich auffällig. Eine weitere Bildgebung ist nicht erforderlich.

IV Dorsal intercalated segment instability (DISI):

Pathologie:

Die o.g. Fehlstellungen von Kahnbein und Mondbein verstärken sich. Durch Aufweitung des Spaltens zwischen Kahn- und Mondbein und vermehrte Extension des Mondbeines verschiebt sich das Kapitatum nach dorsal und proximal.

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

Ein karpaler Kollaps ist die Folge. Die resultierende Fehlstellung ist durch Narbenbildung und Fibrosierungsprozesse meist fixiert.

Klinik:

Die Patienten klagen ebenfalls über Belastungsschmerzen und zeigen eine unnatürliche Kinematik der Handwurzel.

Manche Patienten können auch symptomfrei sein.

Konventionelles Röntgen:

In der statischen d.p.-Aufnahme ist die Weite des SL-Spaltes auf $\geq 3\text{mm}$ erhöht. In der streng seitlichen Aufnahme ist der Winkel zwischen Kahn- und Mondbein auf $\geq 70^\circ$ vergrößert. Das Lunatum ist deutlich in Extensionsstellung nach dorsal verkippt. Der Winkel zwischen der Radiuslängsachse und Längsachse des Lunatum beträgt $\geq 15^\circ$. Der Winkel zwischen Längsachse des Kapitatum und des Lunatum beträgt $\leq -15^\circ$.

Auf das Anfertigen von Belastungsaufnahmen kann verzichtet werden.

Eine weitere Bildgebung ist nicht erforderlich.

V scapholunate advanced collapse SLAC Wrist

Pathologie:

Unnatürlicher Kontakt der Handwurzelknochen und unnatürliche Lastverteilung führen zu degenerativen Veränderungen. Es entwickelt sich eine posttraumatische Arthrose nach dem Muster des SLAC wrist.

Klinik:

Die Patienten klagen ebenfalls über Belastungsschmerzen und zeigen eine unnatürliche Kinematik der Handwurzel.

Konventionelles Röntgen:

Siehe Klassifikation SLAC wrist.

Weitere Bildgebung:

Die Computertomografie ermöglicht eine genauere Einschätzung der degenerativen Veränderungen im Radiokarpal- und Mediokarpalgelenk.

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

2.2.2 SLAC wrist, Arthrose bei SL-Dissoziation

Die Bezeichnung des Scapholunate Advanced Collapse (SLAC) wurde von *Watson and Ballet im Jahr 1984* eingeführt.

In einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 1997 wurde die Skaphoid-Instabilität als Folge einer Läsion der Bänder, welche das Skaphoid umgeben beschrieben und verschiedene Stadien unterschieden.²⁹

Im Stadium der Rotations-Subluxation des Skaphoids (RSS) mit degenerativen Veränderungen kann ein SLAC Muster mit 3 unterschiedlichen Schweregraden entstehen.

SLAC I: Degenerative Veränderung radial an der Fossa scaphoidea radii und radial am proximalen Skaphoidpol, im Röntgenbild sichtbar am Proc. styloideus radii.



Abbildung 2.2-1: SLAC I Arthrose 10,1 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. (St-ID 26)

²⁹ *Watson, Weinzweig et al. (1997)*

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

Die Fossa scaphoidea radii und der proximale Kahnbeinpol sind ovalär geformt. Durch Verkipfung und Verdrehung des Skaphoids wird die Gelenkflächenkongruenz aufgehoben. Es entstehen unphysiologische Belastungsspitzen an den Radiuskanten. Watson, Weinzweig et al. vergleichen dies mit 2 ovalären Teelöffeln welche konkav auf konvex übereinander liegen und durch Rotation auf horizontaler Ebene nicht mehr kongruent zueinander sind.³⁰

Bei skapholunärer Dissoziation verkippt das Skaphoid in eine Flexionsstellung, verdreht sich in Pronationsstellung und neigt sich mit dem proximalen Anteil nach radial (\triangleq Unlärduktionsbewegung).

Der proximale Skaphoidpol neigt zur Subluxation über die Radiuskante nach dorsal. Als Folge sind bereits im SLAC I Stadium degenerative Veränderungen an der dorsalen Radiuskante vorhanden.

Das Lunatum und das Triquetrum verkippen in Extensionsstellung, verdrehen sich in Supinationsstellung und neigen sich mit dem proximalen Anteil nach ulnar (\triangleq Radialduktionsbewegung).

Aufgrund der runden Form der Fossa lunata und des proximalen Lunatumpoles bleiben die Gelenkpartner im radiolunaren Kompartiment kongruent und es entstehen kaum degenerative Veränderungen.³¹ (siehe Abbildung 2.2-2: SLAC II)

Als Folge des Auseinanderweichens von Skaphoid und Lunatum auf koronaler Ebene schiebt das Kapitatum über die radiale, distale Kante des Lunatums nach proximal in Richtung der entstandenen skapholunären Lücke.

Degenerative Veränderungen im lunokapitalen Segment sind die Folge.³⁰ (siehe Abbildung 2.2-3: SLAC III)

³⁰ Watson, Weinzweig et al. (1997)

³¹ Garcia-Elias and Lluch (2016f)

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

SLAC II: Degenerative Veränderungen des gesamten radioskaphoidalen Kompartimentes.



Abbildung 2.2-2: SLAC II Arthrose 7,3 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. (St-ID 20)

Stadium III: Degenerative Veränderungen des lunokapitalen Kompartimentes und Migration des Kapitatum nach proximal.



Abbildung 2.2-3: SLAC III Arthrose 6,2 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese (St-ID 46)

2.2 Diagnostische Klassifikationen bei SL-Bandläsion

In der Erstauflage von „Disorders of the Hand Volume 3: Inflammation, Arthritis and Contractures“ berichtet *Lluch im Jahr 2015* von einer Erweiterung dieser ursprünglich 3 Stadien umfassenden Einteilung auf 5 Stadien.

Im Stadium SLAC IV finden sich zusätzlich degenerative Veränderungen zwischen Triquetrum und Hamatum.

Im Stadium SLAC V finden sich degenerative Veränderungen auch zwischen Radius und Lunatum.³²

2.2.3 Schweregrad von Arthrose im Röntgenbild

Eine Systematik um den Schweregrad degenerativer Veränderungen im Röntgenbild zu definieren wurde von *Kellgren and Lawrence im Jahr 1957* publiziert. Je nach Schwere der Ausprägung wurde die Arthrose nach einer 5 stufigen Gradeinteilung bewertet.³³

Grad 0 = Keine arthrotischen Veränderungen jeglicher Art.

Grad 1 = Fragliche arthrotische Veränderungen mit fraglicher Gelenkspaltverschmälerung und möglichen osteophytären Veränderungen.

Grad 2 = Eindeutige aber nur leicht ausgeprägte degenerative Veränderungen mit möglicher Gelenkspaltverschmälerung und leichten jedoch klar erkennbaren osteophytären Veränderungen.

Grad 3 = Mittelgradig ausgeprägte degenerative Veränderungen mit klar erkennbarer Gelenkspaltverschmälerung, mittelgradigen osteophytären Veränderungen, etwas subchondraler Sklerose und möglicher Deformierung der knöchernen Gelenkanteile

Grad 4 = Schwere degenerative Veränderungen mit deutlicher Gelenkspaltverschmälerung, großen osteophytären Formationen, deutlicher subchondraler Sklerosierung und klar erkennbarer Deformierung der knöchernen Gelenkanteile.

³² *Lluch (2015) || Lane, Daher et al. (2010)*

³³ *Wright (2014) || Kohn, Sassoon et al. (2016)*

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

2.3.1 Algorithmus zur stadienadaptierten Therapie der SL-Bandläsion

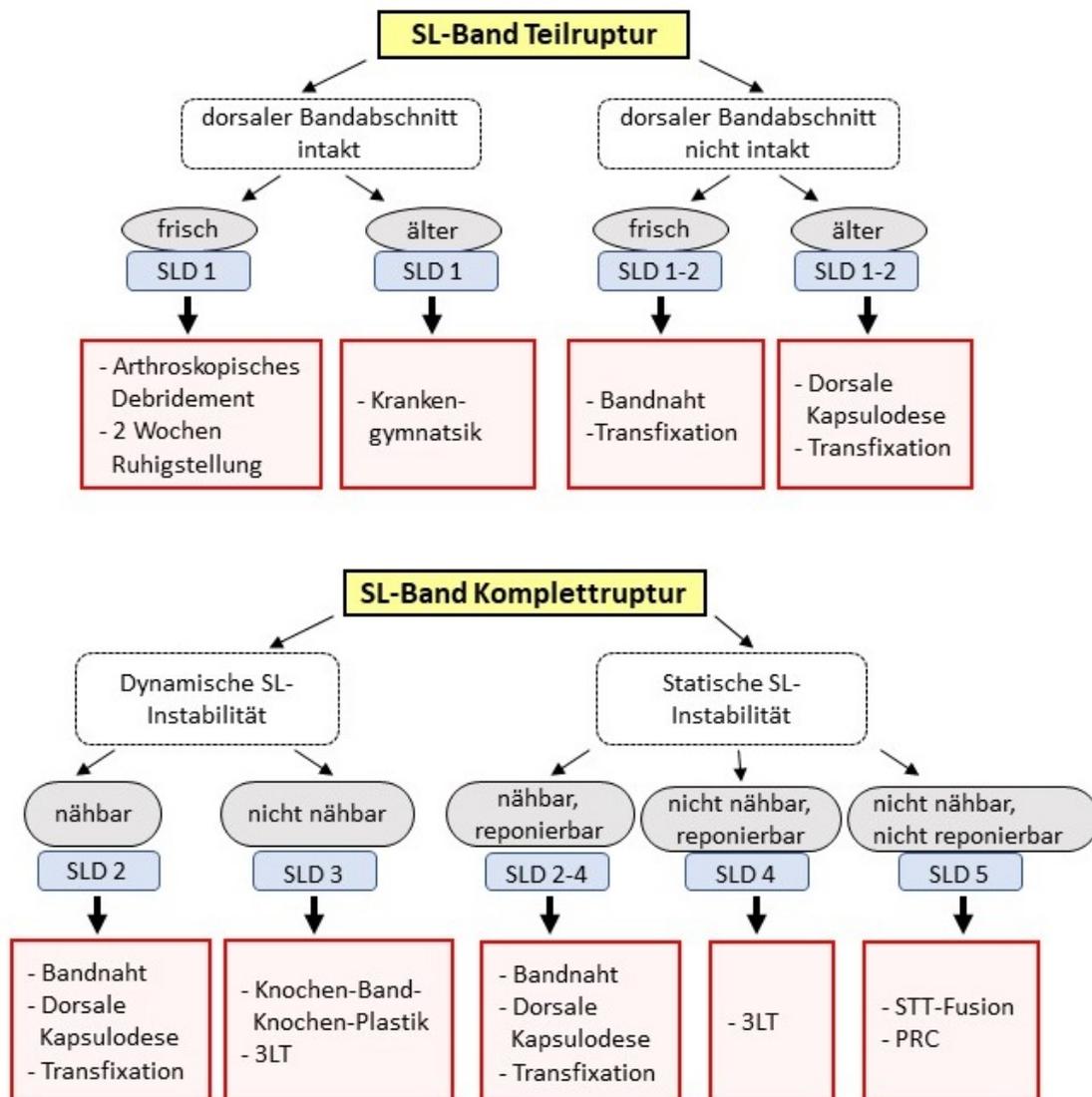
Die 1992 gegründete handchirurgische Klinik in Bad Neustadt steht zum Zeitpunkt der Studiendurchführung unter der Führung der beiden Chefarzte Prof. Dr. med. Jörg van Schoonhoven und Prof. Dr. med. Karl-Josef Prommersberger. Das Ärzteteam umfasst 4 Oberärzte, ca. 10 Fachärzte und ca. 5 Assistenzärzte. Pro Jahr werden mehr als 5500 handchirurgische operative Eingriffe durchgeführt.

In der handchirurgischen Klinik Bad Neustadt orientiert sich seit 2004 die Auswahl des jeweils indizierten Operationsverfahren an der morphologischen Einteilung und Differenzierung der SL-Bandschädigung.

Das zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Jahr 2015 in unserer Klinik angewendete Therapieschema bei SL-Bandläsionen entspricht dem in einem Artikel von *Prommersberger, Mühldorfer-Fodor et al. im Jahr 2014* beschriebenen Algorithmus mit geringer Modifikation.

(siehe Grafik 2.3-1)

2.3 Therapie der SL-Bandläsion



Grafik 2.3-1: Algorithmus zur Therapie der SL-Bandläsion.³⁴

Im Folgenden soll dieser Therapiealgorithmus³⁵ in Abhängigkeit von der von *Garcia-Elias, Lluch et al.* im Jahr 2006 publizierten Stadieneinteilung (siehe Tabelle 2) mit Bezugnahme auf die in dieser Arbeit nachuntersuchten Operationsverfahren erläutert werden.

³⁴ Quelle: Originalgrafik, modifiziert aus ‚Die skapholunäre Bandverletzung‘ *Prommersberger, Mühlendorfer-Fodor et al.* (2014) a und b aus Abb. 4 auf Seite 735. Als Modifikation wurden die korrespondierenden Stadien der skapholunären Dissoziation = SLD eingefügt. With permission from Springer Nature.

³⁵ *Prommersberger, Mühlendorfer-Fodor et al.* (2014)

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Staging of Scapholunate Dissociations						
SLD Stage	1	2	3	4	5	6
Is there a particular rupture with a normal dorsal SL ligament?	Yes	No	No	No	No	No
If ruptured, can the dorsal SL ligament be repaired?	Yes	Yes	No	No	No	No
Is the scaphoid normally aligned (radioscaphoid angle $\leq 45^\circ$)?	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Is the carpal malalignment easily reducible?	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Are the cartilages at both RC and MC joints normal?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

Tabelle 2: Stadien der skapholunären Dissoziation.³⁶

Stadium 1 erfasst die Teilruptur des SL-Bandes ohne Schädigung des dorsalen Bandanteiles, welcher eine zentrale, stabilisierende Bedeutung hat. Dieses Stadium kann als prä-dynamische SL-Instabilität bezeichnet werden.

Liegt das zur Läsion führende Unfallereignis nur kurz zurück, sollte eine 2-wöchige Ruhigstellung erfolgen. Erfolgt die Diagnosestellung im Rahmen einer Arthroskopie kann ein Débridement sinnvoll sein.

Bei älteren Läsionen ist keine operative Therapie erforderlich. Krankengymnastische Therapie sollte erfolgen.

Zwischen Stadium 1 und 2 lässt sich folgende, von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* nicht beschriebene Konstellation ergänzen: Das Vorliegen einer Teilruptur des SL-Bandes mit intakten palmaren und mittleren Abschnitten und Zerreißung des dorsalen Bandabschnittes, ohne dynamische SL-Dissoziation, ohne statische SL-Dissoziation und somit auch ohne Insuffizienz der sekundär stabilisierenden Bänder. Patienten mit dieser Befundkonstellation sind durch eine radiologische Untersuchung gar nicht und durch die klinische Untersuchung nur schwer zur ermitteln. Die Diagnose erfolgt durch eine diagnostische Arthroskopie des Handgelenkes.

Bei frischer Läsion mit vitalen, nähbaren SL-Bandresten erfolgt die offene SL-Bandnaht. Eine zusätzlich stabilisierende dorsale Kapsulodese scheint nicht erforderlich. (siehe 2.3.2)

³⁶ Originaltabelle in *Garcia-Elias, Lluch et al. (2006)* Table 1 auf Seite 127. With permission from Elsevier.

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Eine alternative Möglichkeit der operativen Versorgung, bei mittiger, intraligamentärer Ruptur des SL-Bandes besteht in einer arthroskopischen Naht der Bandstümpfe mit Refixation der Bandstümpfe an der dorsalen Handgelenkscapsel.³⁷

Bei einer älteren Läsion mit nicht nähbaren dorsalen Bandresten sowie intakten palmaren und mittleren Abschnitten wird auf eine Refixation verzichtet. Der dorsale Bandabschnitt kann jedoch durch eine dorsale Kapsulodese stabilisiert werden. Ergänzend erfolgt die temporäre Transfixation der Handwurzelknochen z.B. mit K-Drähten.

Stadium 2 beschreibt die komplette Ruptur des SL-Bandes zeitnah zum Unfall. Es sind noch vitale Bandreste mit guter Heilungstendenz vorhanden. In diesem Stadium besteht entweder noch keine Lücke zwischen Kahnbein und Mondbein oder eine kleine Lücke bei Belastung, entsprechend der unter 2.2.1 genannten dynamischen SL-Instabilität. Eine statische SL-Instabilität liegt nicht vor (somit auch keine Insuffizienz der sekundär stabilisierenden Bänder). Hier erfolgt die offene SL-Bandnaht zuzüglich einer dorsalen Kapsulodese. (siehe 2.3.2)

Stadium 3 beschreibt das Vorliegen einer meist veralteten Ruptur des SL-Bandes, bei der keine nähbaren und vitalen Bandreste mehr vorhanden sind. Es besteht eine dynamische SL-Instabilität, jedoch keine statische SL-Instabilität, also kein Schaden der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder. Hier kann einerseits wie durch *Prommersberger, Mühldorfer-Fodor et al. im Jahr 2014* favorisiert eine Stabilisierung des skapholunären Gelenkabschnittes mittels Knochen-Band-Knochen-Plastik erfolgen. In unserer Klinik wird dieses Operationsverfahren wie von *Cuenod im Jahr 1999* publiziert durchgeführt. Dazu wird ein Knochen-Band-Knochen-Transplantat vom Karpometakarpal-II-Gelenk entnommen.³⁸

Andererseits besteht im Stadium 3 die Möglichkeit die Funktion der Stabilisatoren des SL-Gefüges (intrinsische und extrinsische Bänder) unter Verwendung

³⁷ *Wahegaonkar and Mathoulin (2013)*

³⁸ *Kalb and Prommersberger (2009)*

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

eines autologen Sehnenstreifens im Sinne einer anatomischen Rekonstruktion wiederherzustellen.

In unserer Klinik kommt dafür das Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese wie von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* publiziert zum Einsatz. (siehe 2.3.3)

Stadium 4 beschreibt zusätzlich zum oben genannten Vorliegen einer veralteten SL-Bandruptur ohne nähbare Bandreste einen Schaden der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder. Hierdurch entsteht eine statische SL-Instabilität, also eine dauerhafte Verkippung und Verdrehung von Kahnbein und Mondbein. Diese Fehlstellung kann jedoch durch Radialduktionsbewegung noch kurzzeitig aufgehoben werden. Sie gilt somit als reponibel.

Hier kommt ebenfalls das Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese zum Einsatz.

Zwischen Stadium 2 bis 4 lässt sich folgende, von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* noch nicht beschriebene Konstellation ergänzen: Die Kombination von nähbaren, vitalen SL-Bandresten und gleichzeitigem Schaden der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder mit folglich statischer, reponibler SL-Instabilität. Diese Konstellation kann sich sowohl bei frischen, als auch bei SL-Bandrupturen die älter als 6 Wochen sind finden.

Auch in diesem Fall erfolgt die operative Versorgung mittels offener SL-Bandnaht zuzüglich einer dorsalen Kapsulodese.

Das Stadium 5 beschreibt wie im vorherigen Stadium eine SL-Bandruptur mit Schaden der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder und statischer SL-Instabilität. Die Verkippung und Verdrehung von Kahnbein und Mondbein ist jedoch nicht mehr reponibel. Eine Bandersatzplastik kommt nicht in Betracht. Rettungsoperationen wie eine Versteifung zwischen Kahnbein, großem und kleinem Vieleckbein (STT-Fusion) oder die Entfernung der proximalen Handwurzelreihe (Proximal Row Carpectomy / PRC) kommen zum Einsatz.

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Das Stadium 6 beschreibt den sogenannten karpalen Kollaps (SLAC wrist). Hier besteht zusätzlich zu den Kriterien des Stadium V bereits eine radiokarpale und/oder mediokarpale Arthrose; also eine posttraumatische Arthrose nach SL-Bandruptur.

Je nach Schädigung der Gelenkflächen kommen als Rettungsoperationen die mediokarpale Teilarthrodese oder die PRC zum Einsatz.

Diese in den späten Stadien (Stadium V und Stadium VI) durchgeführten Rettungsoperationen führen immer zu einer deutlichen Bewegungseinschränkung am Handgelenk. Die noch verbleibenden, Gelenkflächen sind meist stärker und punktueller belastet. Sie haben dementsprechend ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer sekundären Arthrose.

Ist der verbliebene Gelenkknorpel im radiokarpalen und mediokarpalen Gelenk aufgebraucht, stellt die Vollversteifung des Handgelenkes die letzte und endgültige Therapiemöglichkeit dar, um Schmerzfreiheit zu erlangen.

Diese Rettungsoperationen sind in der Literatur bezüglich ihrer Langzeitergebnisse gut erforscht.

Solange keine Arthrose oder fixierte, statische Fehlstellung von Kahnbein und Mondbein vorliegt, erscheint es notwendig die stabilisierende Wirkung des SL-Bandes frühzeitig wiederherzustellen oder zu rekonstruieren um den karpalen Kollaps mit Entstehung einer posttraumatischen Arthrose (SLAC wrist) zu verhindern.

2.3.2 Das Operationsverfahren der SL-Bandnaht zzgl. dorsaler Kapsulodese

Die Naht des SL-Bandes erfolgt offen über einen dorsalen Zugang zum Handgelenk. Der Nervus interosseus posterior wird durchtrennt und langstreckig reseziert. Die Handgelenkscapsel wird radiokarpal quer inzidiert und das skapholunäre Intervall dorsal dargestellt.³⁹ Bei Rotationsfehlstellung können dünne K-Drähte ins Kahnbein und Mondbein eingebracht werden und diese in Joystick-Technik reponiert werden. (\cong Reponierbarkeit)

Bei einer mittigen Ruptur des dorsalen Anteils des SL-Bandes besteht die Möglichkeit einer direkten, intraligamentären Bandnaht.

Im Fall einer Avulsion des SL-Bandes von seinem knorpel- oder knöchernen Ansatz am Skaphoid oder Lunatum erfolgt die Refixation mit einer transossären Naht oder unter Verwendung eines Knochenankers.⁴⁰

Die SL-Bandnaht soll die Stabilität des SL-Gefüges auf koronaler Ebene wiederherstellen. Um die Stabilität auf sagittaler Ebene zu sichern sollte sowohl bei dynamischer SL-Instabilität, als auch bei reponibler statischer SL-Instabilität



Abbildung 2.3-1: SL-Bandruptur mittig.⁴¹



Abbildung 2.3-2: Intraligamentäre Bandnaht.

³⁹ Hahn, Krimmer et al. (1999)

⁴⁰ Bickert, Sauerbier et al. (2000)

⁴¹ Mit freundlicher Genehmigung von Dr. med. Florian Goetz, Klinik für Handchirurgie NES

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

ergänzend zur SL-Bandnaht eine dorsale Kapsulodese durchgeführt werden.⁴² Ziel der Kapsulodese ist die Aufrichtung des Skaphoids und die Zentrierung des proximalen Skaphoidpoles um dessen Subluxation nach dorsal über die Radiuskante zu verhindern.⁴³

Bei der von *Blatt im Jahr 1987* beschriebene Methode wurde ein am distalen Radius gestielter Kapselstreifen am distalen Pol des Skaphoids fixiert.⁴³

Die Kapsulodese existiert heute in zahlreichen, modifizierten Formen.

In unserer Klinik wird hierzu ein Sehnenstreifen aus dem Lig. intercarpale dorsale separiert, ulnar am Triquetrum abgesetzt und radial am distalen Skaphoidpol gestielt belassen. Dieser wird dann durch einen Schlitz im dorsalen radio-triquetralen Band geführt, umgeschlagen und mit sich selbst vernäht.⁴³

Abschließend erfolgt die temporäre Transfixation von Kahnbein mit Mondbein und Kahnbein mit Kopfbein mit K-Drähten welche für 8 Wochen belassen werden. Die Ruhigstellung erfolgt mit radialumgreifender Unterarmgipsschiene für 6 Wochen.

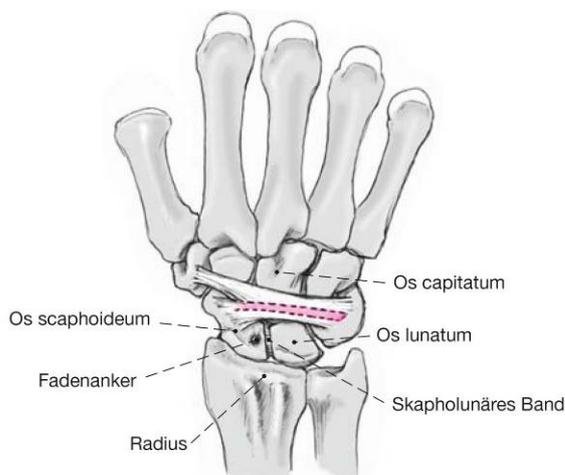


Abbildung 2.3-3: Sehnenstreifen aus dem Ligamentum intercarpale dorsale.⁴⁴



Abbildung 2.3-4: Sehnenstreifen am Skaphoid gestielt, durchs radiotriquetrale Band geführt und mit sich selbst vernäht.⁴⁴

⁴² Kitay and Wolfe (2012)

⁴³ Stephan, Prommersberger et al. (2009)

⁴⁴ Abbildungsquelle: Stephan, Prommersberger et al. (2009) Abbildung 5a auf Seite 410 und Abbildung 8 auf Seite 411. With permission from Springer Nature.

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

2.3.3 Das Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese

Eine Methode zur Rekonstruktion des SL-Bandes unter Verwendung eines Sehnenstreifens der Handgelenksexensoren wurde bereits von *Linscheid, Dobyms et al. im Jahr 1972* publiziert. „Diese Technik beinhaltete große Bohrlöcher in schlecht durchbluteten Knochenanteilen und bedingte nicht selten Frakturen und degenerative Veränderungen. Infolge wurde von der Verwendung abgesehen und teilversteifende Operationen bevorzugt.“⁴⁵

Die von *Brunelli and Brunelli im Jahr 1995* publizierte Methode zur Stabilisierung des Skaphoids durch Verwendung eines Streifens aus der Sehne des M. flexor carpi radialis (FCR-Sehnenstreifen) welcher distal gestielt durch einen transversal verlaufenden Bohrkanal im distalen Skaphoidpol geführt und schließlich an der ulnaren Radiushinterkante vernäht wurde, erzielte große Aufmerksamkeit.⁴⁶ Leider zeigten die Nachuntersuchungen methodenbedingt eine starke Einschränkung der Handgelenksflexion und ein zunehmendes Ausmaß an radioskaphoidaler Arthrose im zeitlichen Verlauf.⁴⁶

Die von *Van Den Abbeele, Loh et al. im Jahr 1998* publizierte Modifikation der Brunelli-Technik verzichtete auf die das Radiokarpalgelenk überziehende Fixierung des FCR-Sehnenstreifens zugunsten einer Fixierung innerhalb der proximalen Handwurzelreihe und versprach somit eine bessere Handgelenksflexion.⁴⁶

Dieses Verfahren wurde von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* verfeinert und als 3-Ligament-Tenodese (3LT) bezeichnet.⁴⁶

⁴⁵ *Garcia-Elias and Lluch (2016i)*

⁴⁶ *Garcia-Elias and Lluch (2016h)*

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Ziel des Operationsverfahren der 3LT ist es unter Verwendung eines autologen Sehnenstreifens die Funktion intrinsischer und extrinsischer Bänder zur Stabilisation des SL-Gefüges im Sinne einer anatomischen Rekonstruktion wiederherzustellen.

Dazu wird das Handgelenk durch einen radialseitig gestielten Kapsellappen nach Berger ⁴⁷ eröffnet, präpariert und der durchtrennte Nervus interosseus posterior langstreckig reseziert. Über zwei palmare Inzisionen wird die Sehne des M. flexor carpi radialis (FCR) längs gespalten und ein distal gestielter Sehnenstreifen präpariert. Mittels Kirschner-Führungsdraht und kanüliertem Bohrer wird ein Bohrkanal mit 3,2mm Durchmesser schräg durch das Skaphoid, von dorsal vom Insertionspunkt des dorsalen Anteils des skapholunären Bandes nach palmar zum distalen Kahnbeinpol ziehend gesetzt.

Der FCR-Sehnenstreifen wird von seinem Ansatzpunkt an der Basis des Metakarpale II kommend durch den Bohrkanal geführt. (siehe Abbildung 2.3-5) Hierdurch wird eine Aufrichtung des Skaphoids gewährleistet. Die Funktion des Lig. scaphotrapezotrapezoideum wird unterstützt.

Das Kahnbein, Mondbein und Kopfbein werden durch K-Drähte mittels Joystick-Technik in ihre physiologische Position reponiert und mittels 2 weiterer K-Drähte transfixiert.

⁴⁷ Berger and Bishop (1997)

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

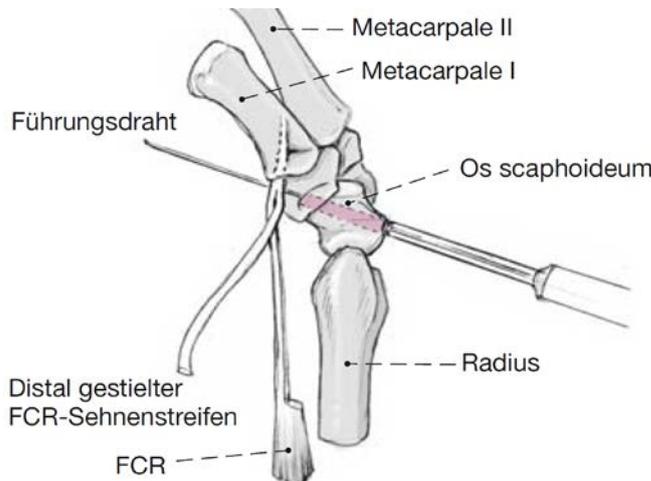


Abbildung 2.3-5: Bohrkanal im Skaphoid zum einfädeln des FCR-Sehnenstreifen. ⁴⁸

Abbildung 2.3-6: FCR-Sehnenstreifen dorsal, nach Durchzug durch den Bohrkanal. ⁴⁹

Dorsal wird der Sehnenstreifen über das SL-Gelenk in einer gefrästen Rinne über dem Lunatum nach ulnar geführt und mittels Konchenanker im Lunatum fixiert. Dies entspricht der Rekonstruktion des dorsalen Anteils des SL-Bandes und soll der Entstehung der skapholunären Dissoziation entgegenwirken.

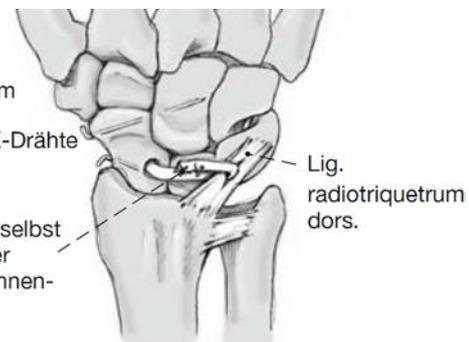
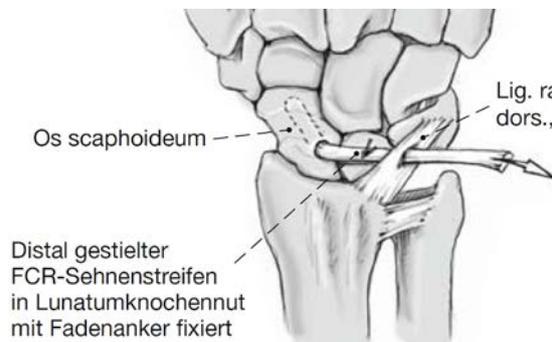


Abbildung 2.3-7: FCR Sehnenstreifen mit Knochenanker am Lunatum fixiert und durchs radiotriquetrale Band gefädelt. ⁴⁸

Abbildung 2.3-8: Transfixation der Handwurzelknochen, Spannung und Verknötung des FCR-Streifens mit sich selbst. ⁴⁸

⁴⁸ Abbildungsquellen: *Kalb, Blank et al.* (2009) Abbildung 7b auf Seite 435, Abbildung 13 und Abbildung 13 auf Seite 437. With permission from Springer Nature.

⁴⁹ Mit freundlicher Genehmigung von Dr. med. Florian Goetz, Klinik für Handchirurgie NES.

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Schließlich wird der FCR-Sehnenstreifen durch einen Schlitz im dorsalen radiotriquetralen Band geführt, umgeschlagen und mit sich selbst vernäht. Hierdurch soll einer Translokation des Os lunatum nach ulnar entgegengewirkt werden, indem das dorsale radiotriquetrale Band gespannt wird. (siehe Abbildung 2.3-8) Die Funktion des Lig. intercarpale dorsale wird unterstützt.

Anders als bei der ursprünglichen von *Brunelli and Brunelli im Jahr 1995* publizierten Technik, bei der der FCR-Sehnenstreifen, nach Durchzug durch den Bohrkanal im Skaphoid dorsal am Os lunatum und dorsal an der ulnaren Ecke des Radius festgenäht wird, überkreuzt der FCR-Sehnenstreifen bei der 3LT das radiokarpale Gelenk nicht. Dadurch soll im Vergleich eine verbesserte Flexionsfähigkeit des Handgelenkes resultieren.

In der von *Van Den Abbeele, Loh et al. im Jahr 1998* publizierten modifizierten Brunelli Technik überkreuzt der FCR-Sehnenstreifen das radiokarpale Gelenk ebenfalls nicht, sondern wird entweder mittels Fadenanker dorsal im Os lunatum fixiert oder durch das radiotriquetrale Band gezogen, gespannt und mit sich selbst vernäht. Die 3LT kombiniert diese beiden Schritte.



Abbildung 2.3-9: Temporäre Transfixation der Handwurzelknochen

Postoperativ erfolgt die Ruhigstellung für 6 Wochen in einer Unterarmgips-schiene mit Einschluss des Daumengrundgelenkes.

Nach 8 Wochen postoperativ werden die transfixierenden K-Drähte gezogen.

2.3.4 Problematik der Therapie bei dynamischer oder statischer SL-Instabilität

Wie unter 2.1.3 und 2.2.1 beschrieben sind bei statischer SL-Instabilität das Ausmaß der Schädigung des Bandapparates, sowohl des SL-Bandes als primärem Stabilisator der SL-Gelenkes als auch der sekundär stabilisierenden extrinsischen Bänder größer als bei dynamischer SL-Instabilität. Auch die physiologische Artikulation der Handwurzelknochen sowohl bei Belastung als auch in Ruhe ist dauerhaft und schwerwiegender gestört als bei der dynamischen SL-Instabilität.

Um bei der Nachuntersuchung im Rahmen dieser klinischen Studien eine gut vergleichbare homogene Ausgangssituation der Patientengruppen zu erhalten wurden diese beiden unterschiedlichen Schweregrade der SL-Instabilität getrennt voneinander erfasst und ausgewertet.

Bei dynamischer oder reponibler statischer SL-Instabilität mit nähbaren SL-Bandresten, ohne Knorpelschäden ist die Reparatur des SL-Bandes (mittels Bandnaht oder knöcherner Refixation der SL-Bandreste) ohne oder mit zusätzlicher dorsalen Kapsulodese ein etabliertes und in der Praxis häufig angewandtes Verfahren.⁵⁰

Bei der Literaturrecherche konnte jedoch lediglich eine Studie ermittelt werden, welche speziell die Operationsvariante der SL-Bandnaht zuzüglich konsekventer Durchführung einer dorsalen Kapsulodese mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mehr als 5 Jahren erfasste.⁵¹

Bei dynamischer oder reponibler statischer SL-Instabilität ohne nähbare SL-Bandreste und ohne Knorpelschaden ist eine Reparatur des Bandes nicht möglich und eine teilversteifende Operation noch nicht notwendig, sodass alternative Verfahren gefordert sind.

⁵⁰ Zarkadas, Gropper et al. (2004)

⁵¹ Pomerance (2006)

2.3 Therapie der SL-Bandläsion

Durch Verwendung von Knochen-Band-Knochen-Transplantaten kann der dorsale Anteil des rupturierten SL-Bandes rekonstruiert werden. Dies erscheint insbesondere bei dynamischer SL-Instabilität, also bei intakten sekundär stabilisierenden Bändern sinnvoll.⁵²

Die Rekonstruktion der Funktion des SL-Bandes mittels Bandersatzplastik unter Verwendung eines Sehnenstreifens ist ein häufig und seit längerer Zeit verwendetes Verfahren und speziell bei reponibler statischer SL-Instabilität mit Versagen der sekundär stabilisierenden Bänder, ohne nähbare SL-Bandreste und ohne Knorpelschaden angebracht.

Die von *Garcia-Elias, Lluch et al.* im Jahr 2006 publizierte 3-Ligament-Tenodese ist ein solches, in unserer Klinik häufig angewendetes Verfahren der Bandersatzplastik unter Verwendung eines Streifens aus der Sehne des *M. flexor carpi radialis* (FCR-Sehnenstreifen). (siehe 2.3.3) Studien zur Nachuntersuchung, speziell der 3LT welche einerseits mittelfristige Ergebnisse über einen Zeitraum von mehr als 5 Jahren beinhalten und andererseits eine Unterscheidung zwischen präoperativ dynamischer oder statischer SL-Instabilität zulassen existieren zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit nicht.

Mittelweile existieren zahlreiche Verfahren zur Rekonstruktion der Funktionen des SL-Bandes unter Verwendung von Sehnenstreifen, teilweise als weitere Modifikationen der 3LT und teilweise auch arthroskopisch unterstützt.⁵³

Allein die Existenz der Vielzahl an verschiedenen Operationsverfahren zur Rekonstruktion des SL-Bandes zeigt, dass eine zuverlässige Methode als Goldstandard noch nicht gefunden wurde.

Bei nicht reponibler, statischer SL-Instabilität noch ohne, oder bereits mit Knorpelschäden stehen mittels teilversteifender Handgelenksoperationen gut nachuntersuchte und etablierte Verfahren zur Auswahl.⁵⁴

⁵² *Cuenod* (1999) || *Kalb and Prommersberger* (2009) || *Gray, Cuenod et al.* (2015)

⁵³ *Ross, Loveridge et al.* (2013) || *Henry* (2013) || *Corella, Del Cerro et al.* (2013)

⁵⁴ *Krimmer, Krapohl et al.* (1997) || *Ferreres, Garcia-Elias et al.* (2009) || *Neubrech, Muhldorfer-Fodor et al.* (2012)

3. Ziel der Studie

Diese Arbeit befasst sich mit den Ergebnissen nach stadienadaptierter, operativer Therapie der vollständigen SL-Bandruptur bei dynamischer- oder reponibler, statischer SL-Instabilität ohne Knorpelschäden.

Diese erfolgt in der handchirurgischen Klinik in Bad Neustadt hauptsächlich und je nach Vorhandensein nährbarer SL-Bandreste entweder mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese oder mittels 3 Ligament-Tenodese (3LT).

Es werden die klinischen und radiologischen Ergebnisse dieser 2 Operationsverfahren nach einem mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum 5-11 Jahre postoperativ einzeln retrospektiv erfasst und ausgewertet. Die Auswertung erfolgt jeweils getrennt nach präoperativ dynamischer oder präoperativ reponibler, statischer SL-Instabilität, sodass 4 verschiedene Gruppen resultieren.

Die Ansprüche an das jeweilige Operationsverfahren sind die Wiederherstellung oder der Erhalt eines physiologischen karpalen Gefüges, der Griffkraft, der Handgelenksbeweglichkeit und der Belastbarkeit sowie die Prävention einer posttraumatischen Handgelenksarthrose, die Schmerzfreiheit und das Vermeiden von Komplikationen.⁵⁵

Es soll diskutiert werden inwiefern die Operationsverfahren diese Ansprüche erfüllen. Die Ergebnisse sollen in den Kontext der vorhandenen Literatur eingeordnet werden.

Weiterhin soll bei jeweils gleichem Operationsverfahren beurteilt werden ob bei präoperativ höherem Schweregrad mit reponibler, statischer SL-Instabilität schlechtere Ergebnisse resultieren als bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität.

⁵⁵ *Kitay and Wolfe (2012)*

3 Ziel der Studie

Andererseits soll bei gleicher präoperativer Ausgangssituation (dynamische oder statische SL-Instabilität) beurteilt werden, ob die Methode der Reparatur des SL-Bandes unter Verwendung der natürlichen anatomischen Struktur (Naht des SL-Bandes zuzüglich dorsaler Kapsulodese) gegenüber der Methode der Rekonstruktion der Funktion des SL-Bandes mittels FCR-Bandplastik (3LT) überlegen ist.

Zuletzt sollen, soweit dies die Fallzahlen zulassen, mögliche Zusammenhänge zwischen Begleitfaktoren wie dem Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation, dem Geschlecht, dem Alter der SL-Bandruptur, der beruflichen, manuellen Belastung der operierten Hand, dem Vorliegen von Rentenbegehren, und den Ergebnissen der Nachuntersuchung für die 4 Gruppen ausgewertet und mit statistischen Methoden getestet werden.

4. Material und Methoden

4.1 Erfassung der Patienten mit operativ versorgter SL-Bandläsion

Das Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese wird seit 2004 in unserer Klinik angewendet. Dies berücksichtigend wurde um mittel- bis langfristige Ergebnisse zu erhalten der nachzuuntersuchende Zeitraum auf 5-11 Jahre postoperativ festgelegt.

Die Patientenerfassung erfolgte über die hausinterne Medfolio-Datenbank. Es wurden die ICD-10 S63.3, M24.23 und M24.24 sowie die OPS 5-841.42 und 5-841.82 abgefragt.

Im Zeitraum zwischen Januar 2004 und Dezember 2009 wurden demnach insgesamt 207 Handgelenke mit SL-Bandläsion im akuten oder chronischen Stadium operativ versorgt. Nicht erfasst sind dabei die direkten Rettungsoperationen die aufgrund einer bestehenden SLAC wrist Arthrose oder aufgrund mangelnder Reponierbarkeit der Handwurzelknochen erfolgten.

Diese 207 Operationen lassen sich in folgende Operationsverfahren untergliedern:

- 64 Handgelenke wurden mittels 3-Ligament-Tenodese versorgt
- 64 Handgelenke wurden mit einer SL-Bandnaht zuzüglich Kapsulodese versorgt
- 69 Handgelenke wurden mit einer SL-Bandnaht ohne Kapsulodese versorgt. (In dieser Arbeit nicht nachuntersucht)
- 3 Handgelenke wurden mittels Konchen-Band-Knochen-Transplantat nach Cuénod versorgt. (In dieser Arbeit nicht nachuntersucht)
- 7 Handgelenke wurden mit alleiniger Kapsulodese versorgt. (In dieser Arbeit nicht nachuntersucht)

4.2 Kriterien zur Eingrenzung des Patientengut

Dem bereits unter 2.3.1 beschriebenen Therapiealgorithmus entsprechend trafen folgende Kriterien auf die untersuchten Patienten zu:

Spezifische Einschlusskriterien:

- Patienten im akuten oder chronischen Zustand nach vollständiger Ruptur des skapholunären Bandes.
- Patienten mit dynamischer oder statischer SL-Instabilität.
- Patienten ohne Vorliegen degenerativer Handgelenksveränderungen.
- Patienten bei denen sich die Fehlstellung des Skaphoids und des Lunatum intraoperativ als reponibel erwies.
- Operationszeitraum zwischen Januar 2004 und Dezember 2009.

Allgemeine Einschlusskriterien:

- Alter zwischen 16 bis 70 Jahren.
- Ausreichende Deutschkenntnisse.
- Keine Schwangerschaft oder Stillzeit.
- Bestehende Einwilligungsfähigkeit. Keine Grunderkrankung wie z.B. Demenz oder traumatischer Hirnschaden.

4 Material und Methoden

Um eine Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse durch Begleitpathologien des betroffenen Handgelenkes zu vermeiden wurden folgende Ausschlusskriterien angewendet:

Häufig anzuwendende Ausschlusskriterien:

- Frakturen im Handgelenksbereich: z.B. intraartikuläre Radiusfraktur (bei 39 Patienten), Skaphoidfraktur, Lunatumfraktur
- Begleitende, zusätzliche Bandläsionen: z.B. Läsion des lunotriquetralen Bandes, perilunäre Luxation

Vereinzelt anzuwendende Ausschlusskriterien:

- Teilruptur des SL-Bandes mit intaktem dorsalem Anteil
- Höhergradige Knorpelläsionen radiokarpal oder mediokarpal
- Voroperationen am betroffenen Handgelenk: z.B. SL-Bandnaht auswärts
- Chondrokalzinose
- Hyperurikämie
- Rheumatoide Arthritis

Das Auftreten folgender Begleitpathologien führten nicht zum Ausschluss:

Kein Ausschluss erfolgte bei den folgenden Begleitpathologien:

- Teilruptur des lunotriquetralen Bandes.
- Läsion des Triangulären-Faserknorpel-Komplexes.
- Ulnaimpactionssyndrom mit Ulnaverkürzungsosteotomie.
- Sulcus-Ulnaris-Syndrom mit Ventralverlagerung des Nervus ulnaris.
- Karpaltunnelsyndrom mit Karpaldachspaltung.
- Extraartikuläre distale Radiusfraktur ohne Fehlstellung der Gelenkfläche.

4.3 Planung der Nachuntersuchung

Ein Studienplan wurde vorab erstellt.

Nach der Bitte um Stellungnahme durch die lokale Ethikkommission am RHÖN-KLINIKUM Campus Bad Neustadt wurde im Juni 2014 ein zustimmendes Votum erteilt.

Die Adressen der in Frage kommenden Patienten wurden aus der medfolio Datenbank abgerufen.

Ein erstes schriftliches Anschreiben mit einer Einladung zur klinischen Nachuntersuchung wurde erstellt und versendet.

Bei fehlender Rückmeldung wurde ein 2. Anschreiben versendet und versucht den Patienten telefonisch zu kontaktieren.

Falls eine persönliche Anreise der Patienten zur Klinik nicht möglich war wurde, falls erwünscht ein schriftlicher Fragebogen und ein Dash-Fragebogen zugesandt.

Die klinischen Nachuntersuchungen wurden im Zeitraum zwischen 04/2015 und 10/2015 durchgeführt.

4.4 Befundung der Röntgenaufnahmen

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden 6 Röntgenbilder angefertigt. Beide Handgelenke wurden statisch im dorsopalmaren (d.p.) und im streng seitlichen Strahlengang sowie dynamisch in der Ballgriffaufnahme geröntgt.

Die Röntgenaufnahmen wurden in der Radiologieabteilung unserer Klinik nach standardisiertem Verfahren von routinierten medizinisch-technischen Radiologieassistenten angefertigt und uns freundlicher Weise vom damaligen Chefarzt der Radiologieabteilung Prof. Dr. Rainer Schmitt überlassen.

Die statische SL-Spaltweite wurde in Millimetern auf den Röntgenaufnahmen im d.p.-Strahlengang gemessen. Diese wurden standardisiert bei geöffneter Hand, in Neutralstellung der Extension/Flexion, der Pronation/Supination und mit Längsachse des Mittelhandknochen III in Verlängerung der Längsachse des Radius angefertigt.⁵⁶

Die 2 Messpunkte wurden im SL-Spalt entsprechend der von *Schimmerl-Metz, Metz et al. im Jahr 1999* publizierten Methode jeweils in der Mitte der parallel zueinander verlaufenden Abschnitte der radialen Fläche des Os lunatum und der ulnaren Fläche des Os scaphoideum angesetzt.

Dementsprechend wurde auch die Messung der dynamischen Erweiterung des SL-Spalt in Millimeter, in den Belastungsaufnahmen im d.p.-Strahlengang durchgeführt. Während dieser sogenannten Ballgriffaufnahmen mussten die Patienten einen Gummiball so kräftig wie schmerzfrei möglich, zusammendrücken.⁵⁶

(siehe Abbildung 4-1)

⁵⁶ *Schmitt and Lanz (2015b)*



Abbildung 4-1: Messung der SL-Spaltweite in der Ballgriffaufnahme.

Um eine Vergleichbarkeit der spätpostoperativen mit den retrospektiv erfassten prä- und frühpostoperativen Aufnahmen zu gewährleisten, wurde auf spezielle Aufnahmetechniken wie sie beispielsweise von *Kindynis, Resnick et al.* im Jahr 1990 publiziert mit Abwinkelung der Röhre um ca. 10° nach radial zur akkuraten Bestimmung der SL-Spaltweite verzichtet.

Der SL-Winkel wurde entsprechend der von *Larsen, Mathiesen et al.* im Jahr 1991 publizierten Methode gemessen. Dabei wurde zur Winkelmessung ein Schenkel als tangentielle Linie palmar an die proximale sowie die distale Konvexität des Kahnbeins angelegt und der zweite Schenkel als Senkrechte auf

4 Material und Methoden

die Verbindungslinie zwischen dem distalen Mondbeinpolen palmar und dorsal angelegt. (siehe Abbildung 4-2)



Abbildung 4-2: Messung des SL-Winkels in der seitlichen Röntgenaufnahme.

Ein spezielles Gestell zur Fixierung des Handgelenkes wurde nicht verwendet. Die Messung des Winkels zwischen der Radiuslängsachse und der Tangente dorsal an den Mittelhandknochen III angelegt, zeigte teilweise eine deutliche Abweichung von der anatomischen Nullstellung des Handgelenks im Bereich zwischen 1° Flexion bis 25° Extension. Der Median der Handgelenksexension lag bei den präoperativen Aufnahmen bei $5,0^\circ$, bei den frühpostoperativen Aufnahmen bei $20,0^\circ$ und spätpostoperativ bei $11,5^\circ$.

In einer von *Koh, Lee et al.* im Jahr 2013 publizierten Studie an 25 Kadaver-Handgelenken ohne Läsion des SL-Bandes wurde beschrieben, dass eine Zunahme der Extensionsstellung des Handgelenkes um jeweils 5° zu jeweils -1°

4 Material und Methoden

Reduktion des SL-Winkels und jeweils +3° Erweiterung des radiolunaren Winkels führte. Diese zu erwartende Auswirkung von max. -5° artifizieller Ungenauigkeit bei Messung des SL- Winkels musste also toleriert werden.

Auf eine Auswertung des radiolunaren Winkels zur Beurteilung der Dorsal Intercalated Segment Instability (DISI) wurde aufgrund der damit erhöhten Ungenauigkeit der Winkelangabe von bis zu +15° verzichtet.

Die Bewertung der Messergebnisse und Klassifizierung der SL-Instabilität erfolgte nach dem unter 2.2.1 beschriebenen Schema.⁵⁷ So wurde ab einer SL-Spaltweite von größer/gleich 3mm und/oder einem SL-Winkel von größer/gleich 70° von einer statischen SL-Instabilität gesprochen.

Der Schweregrad der posttraumatischen Arthrose am operierten Handgelenk wurde nach seinem Auftreten in den radiokarpalen und mediokarpalen Handgelenkskompartimenten entsprechend dem ursprünglichen von *Watson and Ballet im Jahr 1984* beschriebenen Muster des scapholunate advanced collapse (SLAC) in die Stadien von I bis III eingeteilt. (siehe 2.2.2)

In der vorliegenden Arbeit wurden die Begriffe SLAC I, SLAC II oder SLAC III verwendet, wenn die Röntgenaufnahmen im jeweils definierten Handgelenkskompartiment (siehe 2.2.2) arthrotische Veränderungen entsprechend einem Schweregrad ≥ 2 nach Kellgren und Lawrence zeigten. (siehe 2.2.3)

Zur Befundung wurden die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigten spätpostoperativen, als auch die präoperativen und frühpostoperativen Röntgenbilder aus dem elektronischen Bildarchiv abgerufen.

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte durch den Autor an einem PC mit PACS-Software und einem Monitor in Befundungsqualität.

Im Ergebnisteil erfolgte die tabellarische Auflistung der Statistikdaten aus den Messwerten der SL-Spaltweite und des SL-Winkels von den konventionellen Röntgenaufnahmen im zeitlichen Verlauf von präoperativ nach frühpostoperativ zu spätpostoperativ.

⁵⁷ Wolfe (2001)

4 Material und Methoden

Von den verfügbaren präoperativen Röntgenaufnahmen, wurden die möglichst zeitnah, vor dem Operationstermin angefertigten Aufnahmen ausgewählt.

Von den verfügbaren frühpostoperativen Röntgenaufnahmen, wurden die möglichst zeitnah, nach Entfernung der temporär transfixierenden K-Drähte angefertigten Aufnahmen ausgewählt. In manchen Fällen erfolgte die Metallentfernung auswärts, sodass die frühpostoperativen Röntgenbilder nicht bei allen Patienten verfügbar waren.

Die spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 5-11 Jahre postoperativ angefertigt.

Zur Beurteilung ob das jeweilige Operationsverfahren geeignet war, eine physiologische Artikulation der Handwurzelknochen, speziell des Skaphoid und Lunatum wiederherzustellen und/oder zu erhalten wurden die Messwerte im zeitlichen Verlauf miteinander verglichen und statistisch getestet.

Weiterhin wurde die Anzahl der Patienten mit pathologisch erhöhten Messwerten dokumentiert. Als pathologisch erhöhte Messwerte wurde eine SL-Spaltweite $< 3\text{mm}$ und ein SL-Winkel $< 70^\circ$ gewertet.

4.5 Klinische Untersuchung und Komplikationsanalyse

Ein Aufklärung- und Einwilligungsbogen zur Darstellung des Studienziels, der Weiterverarbeitung der Patientendaten und speziell dem Risiko der Strahlenbelastung durch die Röntgenuntersuchung der Handgelenke wurde den Studienteilnehmern vor Beginn der Untersuchungen ausgehändigt und gemeinsam besprochen.

Die Patienten wurden nach dem Mechanismus und dem Datum des für die SL-Bandläsion in Frage kommenden Traumas befragt. Die Krankengeschichte der operierten Hand und eventuell bestehende Erkrankungen der gesunden Gegenseite sowie Einschränkungen der Arbeitsfähigkeit wurden erfasst.

Daten zur Errechnung der Funktionsscores wurden erfragt.

Im Rahmen des Mayo-Wrist-Scores wurde eine 4 stufige verbale Schmerzskala und ein 4 stufiger funktioneller Status zur Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand bezogen auf die Arbeitsfähigkeit erfasst.⁵⁸

Im Rahmen des modifizierten Mayo-Wrist-Score wie er von *Krimmer, Wiemer et al. im Jahr 2000* publiziert wurde, wurde eine 4 stufige verbale Schmerzskala mit der Unterscheidung zwischen Ruhe- und Belastungsschmerzen sowie ein 4 stufiger funktioneller Status zur Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand, bezogen auf die Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand im Alltag erfasst.

Die Patienten füllten einen Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand- (DASH) Fragebogen aus.⁵⁹

Die visuelle Schmerz-Analogskala⁶⁰ von 1-100 wurde in 5er Schritten erfasst und zur Ergebnisdarstellung auf 1-10 Punkte reduziert.

Zur subjektiven Bewertung des Operationsergebnisses wurde gefragt, ob die Patienten mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden seien und ob sie die Operation nochmals durchführen lassen würden.

⁵⁸ *Cooney, Bussey et al. (1987)*

⁵⁹ *Germann, Wind et al. (1999)*

⁶⁰ *Aitken (1969)*

4 Material und Methoden

Im Rahmen der Berufsanamnese im Verlauf nach der Operation wurde nach allgemeiner manueller Belastung und speziell nach manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf gefragt.

Während der klinischen Untersuchung wurden die typischen Schmerzpunkte am Handgelenk (Tabatiere, palmar über der FCR-Sehne sowie ulnar über dem TFCC) getestet. Stabilitätstest wie der Skaphoid-Verschiebetest, die Testung des lunotriquetralen Ballottement und der Stabilitätstest am DRUG wurden durchgeführt.

Das Bewegungsausmaß des operierten Handgelenkes und der gesunden Gegenseite wurden für Extension/Flexion, Pronation/Supination und Ulnar-/Radialduktion nach der 1962 von der American Academy of Orthopedic Surgeons eingeführten Neutral-0-Methode aktiv erfasst.⁶¹

Die Messwerte wurden in Winkelgrad (°) erfasst. Zur objektiven Vergleichbarkeit wurde das Bewegungsausmaß der operierten Hand in Prozent zum Bewegungsausmaß der gesunden, nicht operierten Hand berechnet.

Zur Bestimmung der Grobgriffkraft wurde ein hydraulisches Jamar-Dynamometer verwendet. Beginnend mit der gesunden, nicht operierten Hand wurden jeweils 3 Messungen mit Einstellung der Griffweite auf Stufe II und nach ca. 5min Pause mit Griffweite auf Stufe III durchgeführt. Dabei saßen die Patienten locker auf einem Stuhl, hielten den Ellenbogen in 90° Flexion und das Handgelenk in Neutralstellung. Zur Auswertung wurde der Mittelwert der Messungen verwendet. Diese Vorgehensweise wurde beispielsweise in der Gebrauchsanleitung zum Modell J00105 der Firma Lafayette Instrument Company aus dem Jahr 2004 beschrieben und von *Mathiowetz, Weber et al. im Jahr 1984* publiziert.

Die Messwerte wurden in Kilogramm (kg) erfasst. Zur objektiven Vergleichbarkeit wurde der Griffkraftwert der operierten Hand in Prozent zum Kraftwert der gesunden, nicht operierten Hand berechnet.

⁶¹ *Schlichtenwolf and Hollo (2014)*

4 Material und Methoden

Der im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung ausgefüllte allgemeine Fragebogen und der DASH-Fragebogen beinhalten die Möglichkeit der Errechnung des DASH-Scores, die Ermittlung des VAS-Scores in Ruhe und bei Belastung, o.g. Aussagen zur Ergebniszufriedenheit, zur dominanten Hand, zur Arbeitsfähigkeit und der manuellen Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf.

Der allgemeine Fragebogen und der DASH-Fragebogen wurden postalisch versandt, falls die Patienten eine Nachuntersuchung ablehnten.

Im Ergebnisteil erfolgte die tabellarische Auflistung der Statistikdaten der Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung.

Falls verfügbar wurden der DASH-Scores, der VAS-Score in Ruhe und bei Belastung, die Ergebniszufriedenheit, die Arbeitsfähigkeit und die manuelle Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf um die Ergebnisse aus den postalisch versandten und retournierten Fragebögen ergänzt, sodass in diesen Punkten jeweils eine etwas höhere Fallzahl ausgewertet werden konnte.

Das Auftreten von revisionspflichtigen Komplikationen wurde durch Anamnesen gesichtet. Patienten bei denen eine Rettungsoperation durchgeführt worden war, wurden falls möglich zur klinischen Nachuntersuchung einbestellt oder telefonisch befragt.

Weiterhin wurden sowohl diese Patienten mit nachoperierten Komplikationen, als auch Patienten mit nicht operationspflichtigen, jedoch behandlungsbedürftigen Beschwerden wie beispielsweise einem komplexen regionalen Schmerzsyndrom (CRPS) oder Patienten mit starken Handgelenksbeschwerden als unbefriedigende Ergebnisse erfasst.

Als stark wurden Handgelenksbeschwerden gewertet, wenn der DASH-Score > 39.9 , oder der VAS-Score bei Belastung $> 4,9$ lag, oder Schmerzmitteleinnahme erforderlich war, oder Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Handgelenksbeschwerden bestand, oder der Mayo-Score-, oder der modifizierte Mayo-Wrist-Score ein schlechtes Ergebnis zeigte.

4.6 Statistische Methoden

Alle Daten aus der medfolio Datenbank, den DASH-Bögen und den Untersuchungsbögen wurden primär in einer Exceltabelle erfasst.

Zur statistischen Auswertung wurden die Daten in eine SPSS-Tabelle konvertiert.

Die erfassten metrischen, ordinalen und nominalen SPSS-Variablen sind im Anhang aufgelistet.

Zur Darstellung der Statistik der Messwerte einer nachuntersuchten Patientengruppe wurden jeweils der kleinste Messwert (Min), der größte Messwert, der Mittelwert (Max), der Median, die Standardabweichung (SD) und der Mittelwert tabellarisch aufgelistet.

Die Normalverteilung der metrischen Variablen wurde jeweils nach Shapiro-Wilk oder Kolmogorov-Smirnoff getestet. Bei negativem Testergebnis wurde die Variable logarithmiert erneut getestet und bei positiver Testung als Grundlage zur weiteren Testung verwendet.

Im Rahmen der abschließenden Statistik erfolgte eine explorative Testung zur Beurteilung des Zusammenhangs der radiologischen Messwerte und der klinisch erfassten Werte.

Die Korrelationsanalyse zwischen zwei metrischen Variablen wurde bei Normalverteilung mittels Pearson-Korrelation oder falls keine Normalverteilung vorlag mittels Spearman-Korrelation durchgeführt. Die grafische Darstellung erfolgte durch Streudiagramme mit Trendgeraden.

4 Material und Methoden

Die Stärke des Korrelationskoeffizienten wurde folgendermaßen interpretiert:

0,0 bis 0,3	Keine Korrelation
0,3 bis 0,5	Geringe Korrelation
0,5 bis 0,7	Mittlere Korrelation
0,7 bis 0,9	Hohe Korrelation
über 0,9	Sehr hohe Korrelation

Tabelle 3: Interpretation des Korrelationskoeffizienten

Bei Gruppierung einer normalverteilten metrischen Variable nach einer ordinalen Variable oder nach einer nominalen Variable mit mehr als 2 Gruppen erfolgte der Test auf Lageunterschied mittels ANOVA-Varianzanalyse und T-Test bei unabhängigen Stichproben als post-hoc Test.

Bei Gruppierung einer nicht normalverteilten, metrischen Variable nach einer ordinalen Variable oder nach einer nominalen Variable mit mehr als 2 Gruppen erfolgte der Test auf Lageunterschied mittels Kruskal-Wallis Test und Mann-Whitney-U Test als post-hoc Test.

Patientengruppen kleiner/gleich 3 Personen wurden von der Testung ausgeschlossen.

Bei in 2 Gruppen (nach einer dichotomen, nominalen Variable) aufgeteilten, normalverteilten metrischen Variablen erfolgte der Test auf Lageunterschied mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben.

Bei, nach einer dichotomen, nominalen Variable gruppierten, nicht normalverteilten, metrischen Variable erfolgte der Test auf Lageunterschied mittels Mann-Whitney-U Test.

Bei Vergleich des Zusammenhangs zweier dichotomer Variablen erfolgte die Signifikanztestung in Kreuztabellen mittels Fishers exaktem Test.

4 Material und Methoden

Beim Vergleich des Zusammenhangs zwischen 2 nominalen oder ordinalen Variablen mit mehr als 2 Ausprägungen wurde der Chi-Quadrat-Test unter Betrachtung des Pearson-Chi-Quadrat durchgeführt.

Bei Vergleich des Zusammenhangs zweier dichotomer Variablen erfolgte die Testung mittels Chi-Quadrat-Test unter Betrachtung von Fishers exaktem Test. Die Verwendung des Chi-Quadrat-Test war bei mehreren Variablen mit einer erwarteten Häufigkeit kleiner 5 nicht möglich.

In den Ergebnistabellen wurde in diesem Fall das Ergebnis der Signifikanztestung mit einem p-Wert = „x“ angegeben.

Beim Vergleich der normalverteilten prä-, frühpost- und spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurde der gepaarte T-Test durchgeführt.

Bei einem p-Wert $< 0,050$ wurde der Unterschied als signifikant gewertet.

Bei einem p-Wert zwischen $0,050$ bis $0,100$ wurde von Tendenz zur Signifikanz gesprochen.

Bei einem p-Wert von $>0,100$ wurde von einem statistisch nicht relevanten Unterschied gesprochen.

Eine Korrektur des Signifikanzniveaus erfolgte nicht.

5. Patientengut und Ergebnisse

Im Zeitraum zwischen 01/2004 bis 12/2009 wurden in der handchirurgischen Klinik Bad Neustadt insgesamt an 64 Patientenhandgelenken eine 3-Ligament-Tenodese und an 133 Patientenhandgelenken eine Naht des skapholunären Bandes durchgeführt. Die Diagnose einer SL-Band Läsion wurde prä- oder intraoperativ jeweils mittels Arthroskopie gesichert und Knorpelschäden ausgeschlossen.

Nach Berücksichtigung der unter 4.2 genannten Ausschlusskriterien ergab sich im Zeitraum zwischen 01/2004 bis 12/2009 folgende Untergliederung der beiden Operationsverfahren:

- 46 Handgelenke mittels 3-Ligament-Tenodese versorgt.
- 41 Handgelenke mittels SL-Bandnaht zzgl. dorsaler Kapsulodese versorgt

Somit wurden in dieser Studie 87 Patienten nach operativer Behandlung einer SL-Bandläsion erfasst.

Für die 2 Operationsverfahren wurden die Patienten in jeweils 2 Gruppen mit präoperativ dynamischer oder reponibler, statischer SL-Instabilität unterteilt und nachuntersucht.

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden die Gruppen der mittels 3-Ligament-Tenodese versorgten Patienten bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität als „**3LT dyn**“ und bei präoperativ statischer SL-Instabilität als „**3LT stat**“ abgekürzt.

Die Gruppen der mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese versorgten Patienten mit vollständiger Ruptur des SL-Bandes wurden bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität als „**SL-Kaps dyn**“ und bei präoperativ reponibler, statischer SL-Instabilität als „**SL-Kaps stat**“ abgekürzt.

5.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

Stadien der präoperativen SL-Instabilität bei den mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese versorgten Patienten:

SL-Bandnaht zuzüglich Kapsulodese insgesamt	41
Dynamische SL-Instabilität	21
Statische SL-Instabilität	20

Tabelle 4: Fallzahlen SL-Bandnaht mit Kapsulodese (SL-Kaps) unterteilt nach SL-Instabilität

Bei diesen 41 mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese versorgten Patientenhandgelenken erwies sich im Falle der statischen SL-Instabilität die Fehlstellung der Handwurzelknochen intraoperativ als reponibel. Die SL-Bandreste waren vorhanden, vital und nähbar. Es lagen keine der unter 4.2 genannten Begleitpathologien vor.

Die Operationen wurden von 14 verschiedenen Ärzten durchgeführt. Bei 28 Operationen war der Operateur ein Oberarzt. Bei einer Operation wurde dem operierenden Facharzt von einem Oberarzt assistiert. 12 Operationen wurden durch erfahrene Fachärzte durchgeführt.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

Patientendaten:

Von 21 Patienten in dieser Gruppe waren 3 unbekannt verzogen.

Verwertbare Rückmeldung erhielten wir somit bei 18 von 21 Patienten (86%).

Ein Patient litt zum Zeitpunkt der Datenerhebung an den Folgen eines Schlaganfalls. Sein Handgelenk wurde bei telefonischer Nachfrage bis dato als beschwerdefrei beschrieben.

4 Patienten lehnten eine Nachuntersuchung ab, retournierten uns jedoch den Informations- und DASH-Fragebogen:

Davon war 1 Patient bei einem Dash-Wert von 0,8 zufrieden mit dem Operationsergebnis. Eine Folgeoperation war nicht durchgeführt worden.

Ein Patient litt bei einem Dash-Wert von 22,5 unter gelegentlich auftretenden Schmerzen und unter Beeinträchtigung der Arbeitsfähigkeit. Ein Berufswechsel war deshalb jedoch nicht erforderlich. Eine Folgeoperation war nicht geplant.

Ein Patient litt an persistierenden Handgelenksschmerzen bei einem DASH-Score von 46,7. Aufgrund der Beschwerden war ein Berufswechsel erfolgt. Eine Rettungsoperation war nicht geplant.

Ein Patient litt an persistierenden Handgelenksschmerzen bei einem DASH-Score von 49,2. Er berichtete das eine versteifende Handgelenksoperation auswärts geplant sei.

Bei einem weiteren Patienten war, wie unter 5.1.1.2 geschildert, zwischenzeitlich eine das Handgelenk versteifende Rettungsoperation durchgeführt worden.

n = 12 Patienten mit präoperativ dynamischer SL-Instabilität wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht:

Die Nachuntersuchung erfolgte im Zeitraum zwischen 69 bis 121 Monaten postoperativ. Der Mittelwert des Nachuntersuchungszeitraumes lag bei 86 Monaten.

Das Lebensalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation zwischen 17 bis 58 Jahren. (Mittelwert: 42 Jahre)

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

Es wurden 10 Männer (83%) und 2 Frauen operiert.

In 6 Fällen (50%) war die dominante Hand betroffen. In 6 Fällen die nicht dominante Hand.

Bei 5 Patienten (42%) war ein Arbeitsunfall die Ursache für die SL-Bandruptur, sodass ein Rentenbegehren vorlag.

Das Alter der SL-Ruptur betrug nach anamnestischen Angaben zwischen 2 Wochen bis 52 Wochen. (Mittelwert: 22 Wochen, Median: 19 Wochen, SD \pm 15,3 Wochen)

Bei 4 Patienten wurde ein Rupturalter von mehr als 6 Monate angegeben.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.1.1 Radiologische Ergebnisse bei SL-Kaps dyn

Die präoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 7 Wochen präoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 9 Wochen postoperativ angefertigt.

Die spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also durchschnittlich 86 Monate postoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen, statischen d.p.-Röntgenaufnahmen waren bei nur 10 von 12 Patienten verfügbar.

Die frühpostoperativen, seitlichen Röntgenaufnahmen waren ebenfalls bei nur 10 von 12 Patienten verfügbar.

Bei 4 Patienten war keine präoperativ angefertigten Ballaufnahmen verfügbar. Es waren keine frühpostoperativen Ballaufnahmen vorhanden.

SL-Spaltweite, statisch, präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite statisch (d.p.-Bild)				Lageunterschiede:		
n=10	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 82Monate)	präOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	präOP vs spätpostOP
Min	0,6 mm	0,4 mm	0,4 mm			
Max	2,6 mm	2,7 mm	2,7 mm			
Median	1,9 mm	2,1 mm	2,1 mm	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 0,7 mm	± 0,8 mm	± 0,8 mm	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100
Mittelwert (Ø)	1,8 mm	2,0 mm	1,9 mm			

Tabelle 5: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

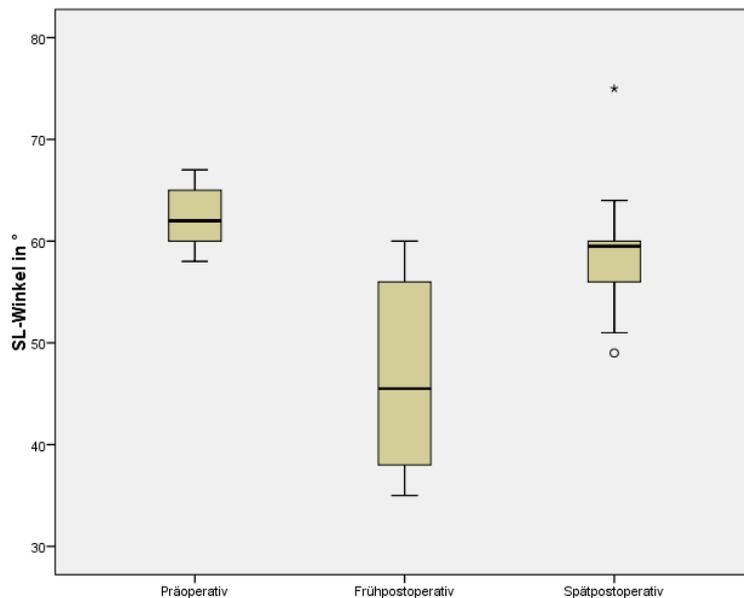
Bei keinem Patienten war die SL-Spaltweite spätpostoperativ, statisch, in den d.p.-Röntgenbildern auf mehr als 3 mm angestiegen.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

SL-Winkel prä-, früh- und spätpostoperativ:

SL-Winkel (Seitenaufnahme)				Lageunterschiede:		
n=10	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 82Monate)	präOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	präOP vs spätpostOP
Min	58°	35°	49°			
Max	67°	60°	75°			
Median	62°	46°	60°	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 3,5°	± 8,9°	± 7,2°	p-wert	p-wert	p-wert
Mittelwert (Ø)	62°	47°	59°	< 0,001	< 0,001	> 0,100

Tabelle 6: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn. Signifikanz jeweils **fett**



Grafik 5.1.1-1: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn

- Die Testung präoperativ versus frühpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert des SL-Winkels präoperativ.
- Die Testung frühpostoperativ versus spätpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert des SL-Winkels spätpostoperativ.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

- Die Testung präoperativ versus spätpostoperativ zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten des SL-Winkels.

Bei 1 von 12 Patienten (8%) war der SL-Winkel spätpostoperativ wieder auf über 70 ° angestiegen.

SL-Spaltweite, dynamisch prä- und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite (Ballaufnahme)			Lageunterschiede
n=8	präoperativ	spätpostOP (Ø 85 Monate)	präoperativ vs spätpostoperativ
Min	1,9 mm	1,6 mm	
Max	5,9 mm	5,0 mm	Gepaarter T-Test p-Wert > 0,100
Median	3,5 mm	3,4 mm	
SD	± 1,3 mm	± 1,1 mm	
Mittelwert (Ø)	3,6 mm	3,3 mm	

Tabelle 7: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn

- Testung auf Lageunterschied ohne Signifikanz.

Bei 7 von 12 Patienten (58%) war die SL-Spaltweite spätpostoperativ in den Ballaufnahmen immer noch auf mehr als 3mm erweitert.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

Handgelenksarthrose spätpostoperativ:

7 von 12 Patienten hatten eine Handgelenksarthrose entwickelt.

Keine Arthrosezeichen	Nur PSR und dist. Skaphoidpol ($\hat{=}$ SLAC I)	Zzgl. Radioskaphoidal ($\hat{=}$ SLAC II)	Zzgl. Mediokarpal ($\hat{=}$ SLAC III)
5	2	2	3

Tabelle 8: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe SL-Kaps dyn

Von den 2 Patienten mit SLAC I zeigten beide schon zum Zeitpunkt des Röntgenbildes nach ME (siehe Abbildung 5.1.1-2) initiale arthrotische Veränderungen an Proc. styloideus radii. Präoperativ waren diese nicht vorhanden. (Abbildung 5.1.1-1) Keiner litt an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden.

Von den 2 Patienten mit SLAC II Arthrose hatte ein Patient durchschnittliche klinischen Messwerte und keine behandlungsbedürftigen Beschwerden. Der andere Patient zeigte starke Handgelenksbeschwerden mit Schwellung bei Belastung. Eine weiterführende operative Therapie wurde jedoch abgelehnt.

Von den 3 Patienten mit SLAC III Arthrose hatten 2 Patienten durchschnittliche klinische Messwerte und keine behandlungsbedürftigen Beschwerden. Ein Patient (St-ID 48) hatte stärkere Belastungsschmerzen welche konservativ behandelt wurden.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn



Abbildung 5.1.1-1: Keine Arthrose präoperativ
(St-ID 19)



Abbildung 5.1.1-2: arthrotische Veränderungen am proc. styloideus radii nach ME
(St-ID 19)



Abbildung 5.1.1-3: SLAC I Arthrose 5,8 Jahre nach SL-Bandnaht und Kapsulodese (St-ID 19)

Unter Berücksichtigung der unter Komplikationen genannten Patienten und des einen Patienten mit MKTA bei SLAC I-Arthrose litten in der Patientengruppe SL-Kaps dyn 3 von 13 Patienten (23%) an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden bei arthrotischen Veränderungen.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.1.2 Komplikationen bei SL-Kaps dyn

Wundinfekte oder das Auftreten eines CRPS waren nach SL-Bandnaht mit Kapsulodese nicht dokumentiert.

Bei den mittels **SL-Bandnaht mit dorsaler Kapsulodese** versorgten Patienten mit präoperativ **dynamischer SL-Instabilität** traten folgende Komplikationen auf:

Anzahl Rückmeldungen SL-Kaps dyn:	n=18
Revisionspflichtige Komplikationen:	1 (6%)
Davon Rettungsoperationen:	1 (6%) MKTA
Konservativ behandelte Patienten und starke Handgelenksbeschwerden:	5 (28%)
Behandlungsbedürftige Patienten und unbefriedigende Ergebnisse insgesamt:	6 (33%)

Tabelle 9: Komplikationen in der Patientengruppe SL-Kaps dyn

2 Patienten mit persistierenden Handgelenksbeschwerden:

Ein 34-jähriger Lagerist (St-ID 18) sagte die Nachuntersuchung ab, retournierte uns jedoch den DASH-Fragebogen. Er litt an persistierenden Handgelenkschmerzen bei einem DASH-Score von 46,7. Aufgrund der Beschwerden sei ein Berufswechsel erforderlich gewesen. Eine Rettungsoperation war nicht geplant.

Eine 37-jährige Büroangestellte (St-ID 51) gab an aufgrund von Handgelenkschmerzen nicht arbeitsfähig zu sein. Sie war bereits präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung arbeitslos. Der DASH-Score ergab 44,2 Punkte. Im Mayo-Wrist-Score wurde ein schlechtes und im modifizierten Mayo-Wrist-Score ein gutes Ergebnis erzielt. Eine Handgelenksarthrose war bis dato nicht ersichtlich. Bei Bedarf wurden orale Schmerzmittel eingenommen.

1 Patientin mit Handgelenksbeschwerden bei SLAC II

Eine 38-jährige Bürokauffrau (St-ID 29) litt präoperativ an einer dynamischen SL-Instabilität. Sie berichtete 86 Monate postoperativ über Schwellung der Hand bei Belastung und ein pelziges Gefühl am Handrücken. Sie erzielte ein

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

schlechtes Ergebnis im modifizierten Mayo-Wrist-Score und im Mayo-Wrist-Score und 54,2 Punkte im DASH-Score. Aufgrund der Handgelenksbeschwerden sei sie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht arbeitsfähig gewesen. Das Röntgenbild zeigte eine SLAC II Arthrose. Eine versteifende Handgelenksoperation wurde empfohlen, zunächst jedoch abgelehnt, sodass vorerst die konservative Therapie weitergeführt wurde.

1 Patient mit Handgelenksbeschwerden bei SLAC III Arthrose

Ein 58-jähriger in Büroarbeit tätiger Patient (St-ID 48) litt präoperativ an einer dynamischen SL-Instabilität. Er hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine SLAC III Arthrose entwickelt. Er klagte über Kraftmangel, Bewegungseinschränkung und Handgelenksschmerzen bei Belastung. Der VAS-Wert bei Belastung wurde mit 5,0 angegeben. Im Mayo-Wrist-Score wurde ein befriedigendes und im modifizierten Mayo-Wrist-Score ein gutes Ergebnis erreicht. Der DASH-Score ergab 39,2. Es wurde eine konservative Weiterbehandlung empfohlen.

1 Patient mit auswärts geplanter Rettungsoperation bei Handgelenksschmerzen

Ein 43-jähriger als Straßenbauer tätiger Patient (St-ID 33) hatte die SL-Bandruptur im Rahmen eines Arbeitsunfalls erlitten und litt präoperativ an einer dynamischen SL-Instabilität. Im Rahmen einer klinischen Untersuchung 2,5 Jahre postoperativ berichtete er über persistierende Handgelenksschmerzen bei Belastung sowie Bewegungseinschränkung und Kraftverlust. Im Röntgenbild 29,5 Monate postoperativ waren geringgradige arthrotische Veränderungen radiokaphoidal und mediokarpal ersichtlich. Eine Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie 6,7 Jahre postoperativ lehnte er ab. Er klagte über persistierende Handgelenksschmerzen, erzielte einen DASH-Score von 49,2 im retournierten Fragebogen und berichtete, dass eine versteifende Handgelenksoperation auswärts geplant sei.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

1 Rettungsoperation 15 Monate nach SL-Bandnaht mit dorsaler Kapsulodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität:

1 Patient mit MKTA bei SLAC I Handgelenksarthrose:

Ein 43-jähriger Systemadministrator (St-ID 92) mit präoperativ dynamischer SL-Instabilität wurde mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese versorgt. Bei initialer SLAC I Arthrose wurde 15 Monate postoperativ aufgrund von persistierenden Handgelenksschmerzen während Alltagsbelastungen eine mediokarpale Teilarthrodese (MKTA) durchgeführt. Im Röntgenbild 9 Monate postoperativ Betrag der SL-Winkel 33° . Die SL-Spaltweite betrug 1,8 mm. Die ursprüngliche SL-Bandruptur war die Folge eines Arbeitsunfalles. Bei einer Nachuntersuchung zuletzt 3 Jahre postoperativ klagte der Patient noch über persistierende Belastungsschmerzen im Handgelenk, insbesondere bei Drehbewegungen. Das Röntgenbild (Abbildung 5.1.1-5) zeigte radiolunare Arthrose und Arthrose im distalen Radioulnargelenk.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn



Abbildung 5.1.1-4: Röntgenaufnahme SLAC I Arthrose vor MKTA (St-ID 92)



Abbildung 5.1.1-5: Röntgenaufnahme ca. 1 Jahr nach MKTA (St-ID 92)

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.1.3 Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei SL-Kaps dyn

Im Folgenden wurden, wenn möglich die Daten aus den 4 retournierten DASH-Bogen berücksichtigt.

Handgelenksbeweglichkeit und Grobgriffkraft:

n = 12	Extension	Flexion	Ulnarduktion	Radialduktion	Griffkraft
Min	35°	20°	20°	10°	8 kg
Max	65°	70°	45°	20°	54 kg
Median	48°	48°	33°	15°	41 kg
SD	± 10,1°	± 17,8°	± 7,8°	± 4,0°	± 13,5 kg
Mittelwert	50°	48°	33°	15°	39 kg
Prozent zur Gegenseite (Mittelwert Ø)	82%	60%	82%	89%	88%
Prozent zur Gegenseite (Median)	88%	56%	87%	100%	87%

Tabelle 10: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe SL-Kaps dyn

- Die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand zeigte für **Extension** (p-Wert im gepaarten T-Test =0,005) und **Flexion** (p-Wert im gepaarten T-Test <0,001) einen signifikant schlechteren Wert als die nicht operierte Gegenseite (oben nicht aufgelistete Werte).
- Der Mittelwert der **Flexion** der operierten Hand (in Prozent zur gesunden Gegenseite) war signifikant (p-Wert im gepaarten T-Test =**0,004**) niedriger als der Mittelwert der **Extension**.
- Bezüglich der **Grobgriffkraft** der operierten Hand zeigte sich kein statistisch relevanter Unterschied im Vergleich zur gesunden Gegenseite.

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

DASH-Scores und Visuelle-Analog-Schmerzskala bei Ruhe und Belastung:

n = 16	DASH-Score	VAS-Ruhe	VAS-Belastung
Min	0,8	0,0	0,0
Max	54,2	5,0	8,0
Median	18,8	0,0	3,5
SD	±19,3	±1,7	± 2,3
Mittelwert (Ø)	22,9	1,0	3,5

Tabelle 11: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

Verbale Schmerzskala:

n = 16	Verbale Analogskala
Schmerzfrei	3 (19%)
Gelegentlich leichte Schmerzen	8 (50%)
Mittelstarke Schmerzen	4 (25%)
Unerträgliche Schmerzen	1 (6%)

Tabelle 12: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

Ergebniszufriedenheit:

n = 16	ja	nein
Ich bin mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden	12	4
Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen	14	2

Tabelle 13: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.1 Patientengruppe SL-Kaps dyn

Manuelle Belastung während der Arbeit:

n = 15	ja	nein
Bei der postoperativ durchgeführten Tätigkeit wird die operierte Hand vermehrt manuell belastet.	5	10

Tabelle 14: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

Arbeitsfähigkeit:

n = 16	Arbeitsfähigkeit
Normale Arbeitsfähigkeit	7 (44%)
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	7 (44%)
Arbeitsfähig aber arbeitslos	0 (%)
Nicht Arbeitsfähig wegen Schmerzen	2 (17%)

Tabelle 15: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

Von 2 Patienten (St-ID 29 & St-ID 51) welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufgrund von Handgelenksschmerzen nicht arbeitsfähig waren, arbeitete einer präoperativ in einem, das betroffene Handgelenk manuell belastenden Beruf. (siehe 5.1.1.2) Beide erzielten eine schlechte Wertung im Mayo-Wrist Score.

Mayo-Wrist-Scores und modifizierter Mayo-Wrist-Scores:

n = 12	Mayo-Wrist Score (Mittelwert 66 P)	Modifizierter Mayo-Wrist-Score (Mittelwert 81 P)
Sehr gut	0	5 (42%)
Gut	2 (17%)	6 (50%)
Befriedigend	8 (67%)	0 (%)
Schlecht	2 (17%)	1 (9%)

Tabelle 16: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

Patientendaten:

Von 20 Patienten in dieser Gruppe erhielten wir von einem Patienten keinerlei Rückmeldung und 4 Patienten waren unbekannt verzogen.

Verwertbare Rückmeldung erhielten wir somit bei 15 von 20 Patienten (75%).

2 Patienten lehnten die Untersuchung ab. Ein Fragebogen wurde nicht retourniert. Bei telefonischer Nachfrage waren beide zufrieden mit dem operierten Handgelenk. Eine Folgeoperation war nicht durchgeführt worden.

2 Patienten lehnten eine Nachuntersuchung ab, retournierten uns jedoch den Informations- und DASH-Fragebogen.

Beide Patienten waren bei Dash-Werten von 2,5 und 14,2 zufrieden mit dem Operationsergebnis. Eine Folgeoperation war nicht durchgeführt worden.

n = 11 Patienten mit präoperativ statischer SL-Instabilität wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht:

Von den nachuntersuchten Patienten litten 11 präoperativ an einer statischen SL-Fehlstellung.

Die Nachuntersuchung erfolgte im zwischen 73 bis 131 Monaten postoperativ.

Der Mittelwert des Nachuntersuchungszeitraumes lag bei 89 Monaten.

Das Lebensalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation zwischen 28 bis 68 Jahren. (Mittelwert: 41 Jahre)

Es wurden 8 Männer (73%) und 3 Frauen operiert.

In 5 Fällen (45%) war die dominante Hand betroffen. In 6 Fällen die nicht dominante Hand.

Bei 2 Patienten (18%) war ein Arbeitsunfall die Ursache für die SL-Bandruptur, sodass ein Rentenbegehren vorlag.

Das Alter der SL-Ruptur betrug nach anamnestischen Angaben zwischen 2 Wochen bis 49 Wochen. (Mittelwert: 17 Wochen, Median: 10 Wochen, SD \pm 15,6 Wochen)

Bei 3 Patienten wurde ein Rupturalter von mehr als 6 Monate angegeben.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2.1 Radiologische Ergebnisse bei SL-Kaps stat

Die präoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 4 Wochen präoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 9 Wochen postoperativ angefertigt.

Die spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also durchschnittlich 89 Monate postoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen, statischen d.p.-Röntgenaufnahmen waren bei nur 9 von 11 Patienten verfügbar.

Die frühpostoperativen, seitlichen Röntgenaufnahmen waren bei nur 8 von 11 Patienten verfügbar.

Bei einem Patienten war keine präoperativ angefertigte Ballaufnahme verfügbar. Frühpostoperative Ballaufnahmen waren generell nicht vorhanden.

SL-Spaltweite, statisch, präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite statisch (d.p.-Bild)				Lageunterschiede:		
n=9	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 91Monate)	PräOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	PräOP vs spätpostOP
Min	1,4 mm	0,1 mm	1,3 mm			
Max	3,5 mm	4,2 mm	4,2 mm			
Median	2,7 mm	2,6 mm	2,5 mm	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 0,7 mm	± 1,1 mm	± 0,9 mm	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100
Mittelwert (Ø)	2,7 mm	2,4 mm	2,7 mm			

Tabelle 17: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

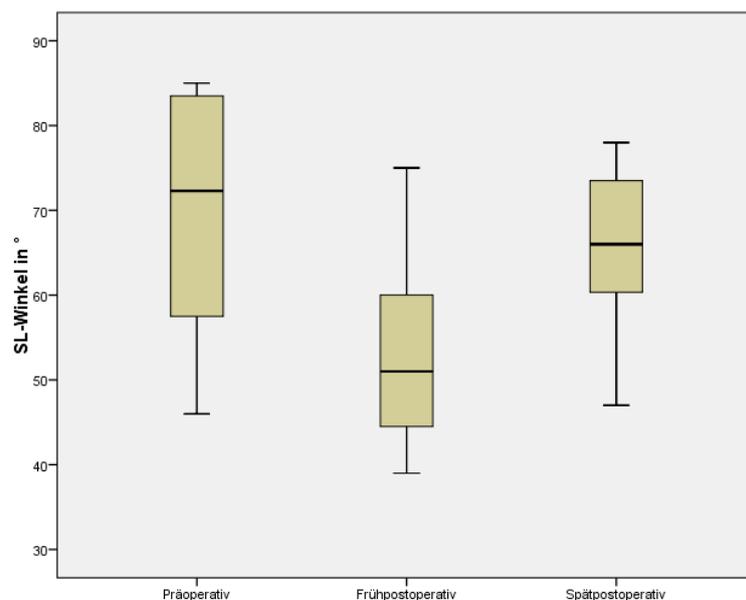
Bei 4 von 11 Patienten (36%) war die SL-Spaltweite spätpostoperativ statisch, in den d.p.-Röntgenbildern auf mehr als 3 mm angestiegen.

Davon waren bei 2 Patienten (18%) sowohl die SL-Spaltweite auf mehr als 3 mm als auch der SL-Winkel wieder auf über 70 ° angestiegen.

SL-Winkel prä-, früh- und spätpostoperativ:

SL-Winkel (Seitaufnahme)				Lageunterschiede:		
n=8	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 92Monate)	PräOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	PräOP vs spätpostOP
Min	46°	39°	47°	Gepaarter T-Test p-wert = 0,032	Gepaarter T-Test p-wert = 0,017	Gepaarter T-Test p-wert > 0,100
Max	85°	75°	78°			
Median	72°	51°	66°			
SD	± 15,0°	± 11,9°	± 10,0°			
Mittelwert (Ø)	70°	53°	66°			

Tabelle 18: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat. Signifikanz jeweils **fett**



Grafik 5.1.2-1: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

- Die Testung präoperativ versus frühpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert des SL-Winkels präoperativ.
- Die Testung frühpostoperativ versus spätpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert des SL-Winkels spätpostoperativ.

Bei 5 von 11 Patienten (36%) war der SL-Winkel spätpostoperativ wieder auf über 70 ° angestiegen.

SL-Spaltweite, dynamisch prä- und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite (Ballaufnahme)			Lageunterschiede:
n=10	präoperativ	spätpostOP (Ø 90 Monate)	Präoperativ vs spätpostoperativ
Min	2,5 mm	1,5 mm	Gepaarter T-Test p-Wert > 0,100
Max	8,3 mm	5,6 mm	
Median	4,2 mm	4,2 mm	
SD	± 1,7 mm	± 1,2 mm	
Mittelwert (Ø)	4,6 mm	4,0 mm	

Tabelle 19: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

Bei 8 von 11 Patienten (73%) war die SL-Spaltweite spätpostoperativ in den Ballaufnahmen immer noch auf mehr als 3mm erweitert.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

Handgelenksarthrose spätpostoperativ:

6 von 11 Patienten hatten eine Handgelenksarthrose entwickelt.

Keine Arthrosezeichen	Nur PSR und dist. Skaphoidpol ($\hat{=}$ SLAC I)	Zzgl. Radio-skaphoidal ($\hat{=}$ SLAC II)	Zzgl. Mediokarpal ($\hat{=}$ SLAC III)
5	1	3	2

Tabelle 20: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe SL-Kaps stat

Der Patient mit SLAC I zeigte keine behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden.

Von den 3 Patienten mit SLAC II Arthrose hatte ein Patient durchschnittliche klinischen Messwerte und keine behandlungsbedürftigen Beschwerden.

Die beiden anderen Patienten (St-ID 32 & St-ID 40) mit SLAC II Arthrose litten unter starken Beschwerden und hatten zusätzlich eine ulnare Translokation des Lunatums entwickelt. (siehe 5.1.2.2)

Beide Patienten mit SLAC III Arthrose (St-ID 46 & St-ID 28) hatten durchschnittliche klinische Messwerte und keine behandlungsbedürftigen Beschwerden.

Auch unter Berücksichtigung der unter Komplikationen genannten Patienten litten in der Patientengruppe SL-Kaps stat 2 von 11 Patienten (18%) an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden bei arthrotischen Veränderungen.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2.2 Komplikationen bei SL-Kaps stat

Wundinfekte oder das Auftreten eines CRPS waren nach SL-Bandnaht mit Kapsulodese nicht dokumentiert.

Bei den mittels **SL-Bandnaht mit dorsaler Kapsulodese** versorgten Patienten mit präoperativ **statischer SL-Instabilität** traten folgende Komplikationen auf:

Anzahl Rückmeldungen SL-Kaps stat:	n=15
Revisionspflichtige Komplikationen:	0 (%)
Davon Rettungsoperationen:	0 (%)
Konservativ behandelte Patienten und starke Handgelenksbeschwerden:	2 (13%)
Behandlungsbedürftige Patienten und unbefriedigende Ergebnisse insgesamt:	2 (13%)

Tabelle 21: Komplikationen in der Patientengruppe SL-Kaps stat

2 Patienten mit Translokation der proximalen Handwurzelreihe nach ulnar:

Die 53-jährige Reinigungskraft (St-ID 32) erzielte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen DASH-Score 45,8 Punkte, der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab ein gutes Ergebnis, der Mayo-Wrist-Score ein schlechtes Ergebnis und der VAS-Wert bei Belastung 9,0 Punkte. Sie gab an aufgrund von Handgelenksschmerzen nicht mehr in ihrem manuell belastenden Beruf als Reinigungskraft arbeiten zu können und war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung arbeitslos. Nebenbefundlich, habe sie eine im Verlauf aufgetretene Depression nach eigenen Angaben erfolgreich überwunden. Auf den 68 Monate postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen war eine ulnare Translokation der proximalen Handwurzelreihe und eine SLAC II-Arthrose ersichtlich. (Abbildung 5.1.2-2: Ulnare Translokation und SLAC II (St-ID 32)Abbildung 5.1.2-2)

Eine handgelenksversteifende Rettungsoperation wurde abgelehnt, so dass konservative Maßnahmen empfohlen wurden.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat



Abbildung 5.1.2-1: Präoperative Röntgenaufnahme (St-ID 32)



Abbildung 5.1.2-2: Ulnare Translokation und SLAC II (St-ID 32)

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

Bei dem 45-jährigen Patienten mit ulnarer Translokation der Handwurzelreihe (St-ID 40) ergab der DASH-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 40,0 Punkte, der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab ein befriedigendes Ergebnis, der Mayo-Wrist-Score ein schlechtes Ergebnis. Im Röntgenbild 131 Monate postoperativ (Abbildung 5.1.2-4) zeigte sich eine ulnare Translokation der proximalen Handwurzelreihe und SLAC II-Arthrose. Seine Arbeitsfähigkeit schilderte er als beeinträchtigt, war jedoch weiterhin in seinem manuell belastenden Beruf als Flugzeugabfertiger tätig. Einen weiteren operativen Eingriff lehnte er ab.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat



Abbildung 5.1.2-3: Präoperative Röntgenaufnahme (St-ID 40)



Abbildung 5.1.2-4: Ulnare Translokation und SLAC II (St-ID 40)

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2.3 Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei SL-Kaps stat

Im Folgenden wurden, wenn möglich die Daten aus den 6 retournierten DASH-Bogen berücksichtigt.

Handgelenksbeweglichkeit und Grobgriffkraft:

n = 11	Extension	Flexion	Ulnarduktion	Radialduktion	Griffkraft
Min	40°	35°	25°	10°	16 kg
Max	65°	70°	50°	20°	55 kg
Median	50°	55°	35°	15°	34 kg
SD	± 7,8°	± 12,3°	± 7,9°	± 4,4°	± 11,5 kg
Mittelwert	53°	50°	37°	14°	33 kg
Prozent zur Gegenseite (Mittelwert Ø)	79%	62%	88%	80%	91%
Prozent zur Gegenseite (Median)	79%	65%	88%	67%	96%

Tabelle 22: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe SL-Kaps stat

- Die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand zeigte für **Extension** (p-Wert im gepaarten T-Test = **0,001**) und **Flexion** (p-Wert im gepaarten T-Test **<0,001**) einen signifikant schlechteren Wert als die nicht operierte Gegenseite (oben nicht aufgelistete Werte).
- Der Mittelwert der **Flexion** der operierten Hand (in Prozent zur gesunden Gegenseite) war signifikant (p-Wert im gepaarten T-Test = **0,020**) niedriger als der Mittelwert der **Extension**.
- Bezüglich der **Grobgriffkraft** der operierten Hand zeigte sich kein statistisch relevanter Unterschied im Vergleich zur gesunden Gegenseite.

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

DASH-Scores und Visuelle-Analog-Schmerzskala bei Ruhe und Belastung:

n = 13	DASH-Score	VAS-Ruhe	VAS-Belastung
Min	0,0	0,0	0,0
Max	45,8	6,0	9,0
Median	14,2	0,0	2,5
SD	±14,5	±1,7	±2,5
Mittelwert (Ø)	14,7	0,8	2,9

Tabelle 23: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

Verbale Schmerzskala:

n = 13	Verbale Analogskala
Schmerzfrei	4 (31%)
Gelegentlich leichte Schmerzen	7 (54%)
Mittelstarke Schmerzen	2 (15%)
Unerträgliche Schmerzen	0 (%)

Tabelle 24: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

Ergebniszufriedenheit:

n = 13	ja	nein
Ich bin mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden	12	1
Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen	13	0

Tabelle 25: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.2 Patientengruppe SL-Kaps stat

Manuelle Belastung während der Arbeit:

n = 13	ja	nein
Bei der postoperativ durchgeführten Tätigkeit wird die operierte Hand vermehrt manuell belastet.	2	11

Tabelle 26: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

Arbeitsfähigkeit:

n = 13	Arbeitsfähigkeit
Normale Arbeitsfähigkeit	7 (54%)
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	5 (38%)
Arbeitsfähig aber arbeitslos	0
Nicht Arbeitsfähig wegen Schmerzen	1 (7%)

Tabelle 27: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

Die Patientin (St-ID 32) welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufgrund von Handgelenksschmerzen nicht arbeitsfähig war, arbeitete in einem das betroffene Handgelenk manuell belastenden Beruf. (siehe 5.1.2.2)

Mayo-Wrist-Scores und modifizierter Mayo-Wrist-Scores:

n = 11	Mayo-Wrist Score (Mittelwert 70 P)	Modifizierter Mayo-Wrist Score (Mittelwert 79 P)
Sehr gut	0	5 (45%)
Gut	4 (36%)	4 (36%)
Befriedigend	5 (45%)	2 (18%)
Schlecht	2 (18%)	0 (%)

Tabelle 28: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat

5.1.3 Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat

Um die Zusammenhanganalysen der meist postoperativ erfassten Faktoren und Begleitfaktoren innerhalb der mittels SL-Bandnaht mit dorsaler Kapsulodesese versorgten Patientengruppen durchzuführen war eine Unterteilung in präoperativ dynamische und statische Instabilität nicht sinnvoll. Um auswertbare, hohe Fallzahlen zu erhalten wurden die Patientengruppen SL-Kaps dyn und SL-Kaps stat zur Gruppe „**SL-Kaps dyn & stat**“ zusammengefasst.

5.1.3.1 Korrelationsanalyse der radiologischen Messwerte

Zusammenfassung:

- Je höher der Messwert im präoperativen Röntgenbild war, desto signifikant höher war der Messwert beim gleichen Patienten im spätpostoperativen Röntgenbild. Der Zusammenhang war für die SL-Spaltweite statisch, den SL-Winkel und die SL-Spaltweite in der Ballgriffaufnahme signifikant.

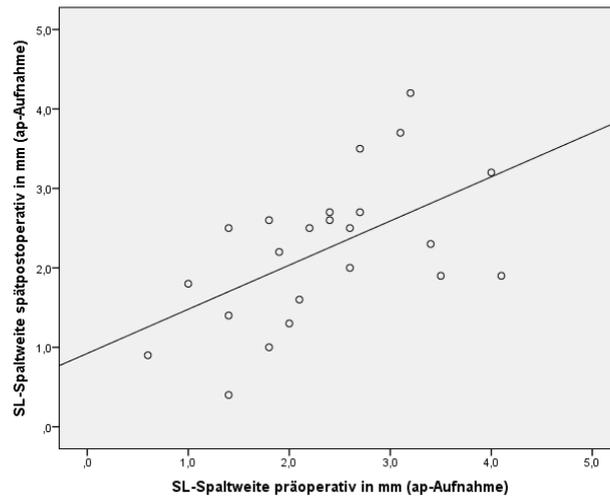
Korrelationsanalysen präoperativ vs spätpostoperativ:

Korrelationen: Messwerte im Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ	n = 23 Analyseergebnisse:	Wertung:
SL-Spaltweite statisch, (d.p.-Bild)	Korrelationskoeffizient nach Pearson = + 0,55 p-Wert = 0,006	Signifikanter, mittelgradig positiver Zusammenhang
SL-Winkel (seitliches Röntgenbild)	Korrelationskoeffizient nach Pearson = + 0,59 p-Wert = 0,003	Signifikanter, mittelgradig positiver Zusammenhang
SL-Spaltweite, dynamisch (Ball- griffaufnahme)	Korrelationskoeffizient nach Pearson = 0,71 p-Wert = 0,001	Signifikanter, hochgradig positiver Zusammenhang

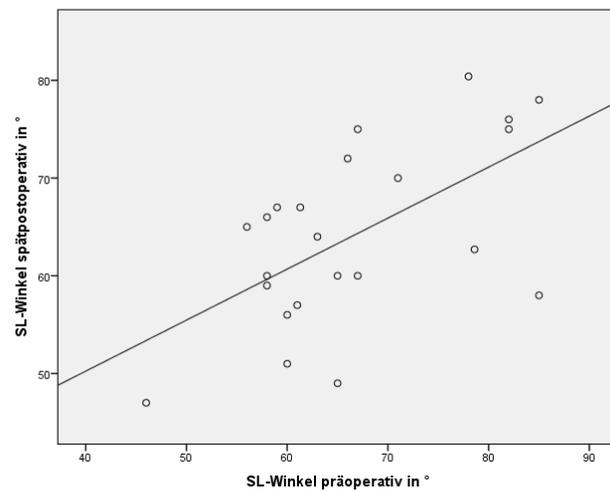
Tabelle 29: Ergebnisse der Korrelationsanalysen der präoperativen mit den spätpostoperativen Messwerten der Röntgenbilder in der Patientengruppe SL-Kaps dyn & stat.

Signifikanz jeweils **fett**

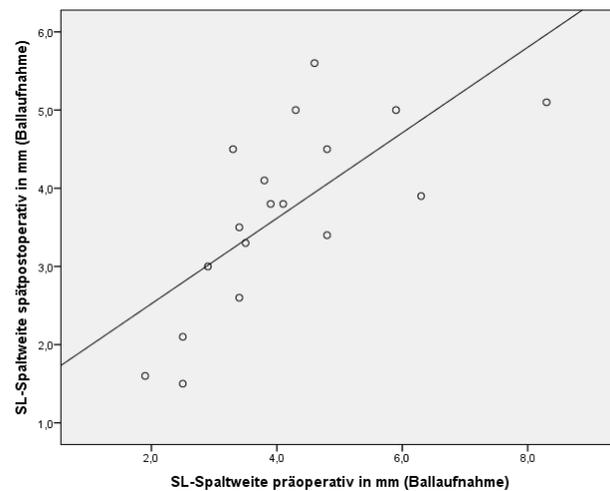
5.1.3 Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat



Grafik 5.1.3-1: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat



Grafik 5.1.3-2: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte des SL-Winkels im seitlichen Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat



Grafik 5.1.3-3: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite dynamisch in der Ballgriffaufnahme, präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat

5.1.3 Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat

5.1.3.2 Zusammenhangsanalysen der Begleitfaktoren bei SL-Kaps dyn & stat

Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen zwischen den Begleitfaktoren Lebensalter, Geschlecht, Alter der SL-Bandruptur, Berufsanamnese und Rentenbegehren

VS

den Messwerten der SL-Spaltweite, dem SL-Winkel, dem Vorliegen arthrotischer Veränderungen, den Messwerten der Extension, der Flexion, der Grobgriffkraft, dem Majo-Wrist-Score und dem modifizierten Majo-Wrist-Score aus der Nachuntersuchung sowie der Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, den VAS-Werten in Ruhe, den VAS-Werten bei Belastung und den DASH-Score aus der Nachuntersuchung + den postalisch retournierten Fragebögen.

Zusammenfassung:

- Die Patienten mit Rentenbegehren zeigten mit Tendenz zur Signifikanz eine bessere Handgelenksexension in Prozent zur gesunden Gegenseite als die Patienten ohne Rentenbegehren. Die Werte der Extension in ° waren jedoch ähnlich.
- Die Patienten mit manueller Belastung des operierten Handgelenkes im Beruf zeigten eine signifikant schlechtere prozentuale Handgelenksexension als die Patienten ohne manuelle Belastung des operierten Handgelenkes im Beruf. Die Werte der Extension in ° waren jedoch ähnlich.

Im Folgenden wurden, wenn möglich die Daten aus den 6 retournierten Fragebögen berücksichtigt.

5.1.3 Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat

Lebensalter:

- Kein statistisch relevanter Zusammenhang zeigte sich bei den Korrelationsanalysen zwischen dem Lebensalter und den Ergebnissen der 23 nachuntersuchten Patienten bzw. der 29 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

Geschlecht:

- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigte die Testung auf Lageunterschiede der 18 männlichen versus der 5 weiblichen Patienten bei den Ergebnissen der 23 nachuntersuchten Patienten bzw. der 29 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

Anamnestisches Alter der SL-Bandruptur:

- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigten die Testungen auf Lageunterschiede der 16 Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur < 6 Monate versus der 7 Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur > 6 Monate bei den Ergebnissen der 23 nachuntersuchten Patienten bzw. der 27 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

Rentenbegehren:

- Bei den 7 Patienten mit Rentenbegehren war der Durchschnittswert der prozentualen Handgelenksexension (90%) mit Tendenz zur Signifikanz (p-Wert = **0,052**) höher als bei den 16 Patienten ohne Rentenbegehren (77%). Bei Betrachtung des Mittelwertes der Extension in ° (49° vs 41°) war kein relevanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ersichtlich.
- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigten die Testungen bezogen auf die SL-Spaltweite, den SL-Winkel, das Vorliegen arthrotischer Veränderungen, die Flexion, die Grobgriffkraft, den Majo-Wrist-Score und den modifizierten Majo-Wrist-Score der 23 nachuntersuchten Patienten sowie die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, die

5.1.3 Zusammengefasste Gruppe: SL-Kaps dyn & stat

VAS in Ruhe, die VAS bei Belastung und den DASH-Score der 29 Patienten von denen ein Fragebogen vorlag.

Berufsanamnese:

- Bei den 6 Patienten mit manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf war der Mittelwert der Handgelenksexension mit 68 % zur gesunden Gegenseite signifikant niedriger (p-Wert = **0,011**) als bei den 17 Patienten ohne manuelle Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf mit 85% zur gesunden Gegenseite. Bei Betrachtung der Mittelwerte der Extension in ° (48° vs 53°) war kein Unterschied zwischen beiden Gruppen ersichtlich.
- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigten die Testungen bezogen auf die SL-Spaltweite, den SL-Winkel, das Vorliegen arthrotischer Veränderungen, die Flexion, die Grobgriffkraft, den Majo-Wrist-Score und den modifizierten Majo-Wrist-Score der 23 nachuntersuchten Patienten sowie die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, die VAS in Ruhe, die VAS bei Belastung und den DASH-Score der 27 Patienten von denen ein Fragebogen vorlag.

5.2 3-Ligament-Tenodese

Stadien der präoperativen SL-Instabilität bei den mittels 3-Ligament-Tenodese versorgten Patienten:

3-Ligament-Tenodese insgesamt	46
Dynamische SL-Instabilität	10
Statische SL-Instabilität	36

Tabelle 30: Fallzahlen 3-Ligament-Tenodese unterteilt nach SL-Instabilität

Bei diesen 46 Patienten erwies sich die Fehlstellung der Handwurzelknochen intraoperativ als reponibel. Das SL-Band war jeweils nicht mehr vorhanden oder die verbliebenen Bandreste waren avital und somit nicht mehr nähbar. Es lagen keine der unter Ausschlusskriterien geschilderten Begleitpathologien vor.

Die Operationen wurden von 10 verschiedenen Ärzten durchgeführt. Bei 20 Operationen war der Operateur ein Oberarzt. Bei 4 Operationen wurde dem operierenden Facharzt durch einen Oberarzt assistiert. 12 Operationen wurden durch erfahrene Fachärzte durchgeführt.

Die Durchführung einer 3LT bei statischer und DISI-Fehlstellung dauerte vom Schnitt bis zum Ende der Hautnaht durchschnittlich 1 Stunde und 45 min (Mindestens 63 Minuten und maximal 183 Minuten).

Die Durchführung einer 3LT bei dynamischer Fehlstellung dauerte vom Schnitt bis zum Ende der Hautnaht durchschnittlich 1 Stunde und 22 min (Mindestens 49 Minuten und maximal 130 Minuten).

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

Patientendaten:

Bei 10 Patienten in dieser Gruppe erhielten wir von 3 Patienten keinerlei Rückmeldung.

Verwertbare Rückmeldung erhielten wir somit bei 7 von 10 Patienten (70%).

Zwei Patienten lehnten eine Nachuntersuchung ab, retournierten uns jedoch einen Informations- und einen DASH-Fragebogen. Beide waren zufrieden mit dem Operationsergebnis und normal arbeitsfähig. Eine Folgeoperation war nicht durchgeführt worden.

Der eine Patient schilderte leichte Belastungsschmerzen am Handgelenk mit einem VAS-Score von 2,0 und verneinte Ruheschmerzen. Der DASH-Score ergab 0,8 Punkte.

Der zweite Patient mit einem DASH-Wert von 15,8 litt unter Ruheschmerzen von 3,0 auf der VAS und Belastungsschmerzen von 7,0.

n = 5 Patienten mit präoperativ dynamischer SL-Instabilität wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht:

Die Nachuntersuchung erfolgte im Zeitraum zwischen 78 bis 100 Monate postoperativ. Der Mittelwert der Nachuntersuchung lag bei 94,0 Monaten.

Das Lebensalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 36 bis 61 Jahren. (Mittelwert: 48 Jahre)

Es wurden 5 Männer (100%) und keine Frauen operiert.

In 4 Fällen (80%) war die dominante Hand betroffen. In einem Fall die nicht dominante Hand.

Bei 3 Patienten (60%) wurde ein Arbeitsunfall als Ursache der SL-Bandruptur beschrieben, sodass ein Rentenbegehren vorlag.

Das Alter der SL-Ruptur betrug nach anamnestischen Angaben zwischen 15 Wochen bis 1 Jahr. (Mittelwert: 36 Wochen, Median: 34 Wochen, SD \pm 15 Wochen)

Bei 4 Patienten wurde ein Rupturalter von mehr als 6 Monate angegeben.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

5.2.1.1 Radiologische Ergebnisse bei 3LT dyn

Die präoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 7 Wochen präoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 11 Wochen postoperativ angefertigt.

Die spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also durchschnittlich 94 Monate postoperativ angefertigt.

Bei einem Patienten war keine präoperative Ballgriffaufnahme verfügbar.

Es waren keine frühpostoperativen Ballaufnahmen vorhanden.

SL-Spaltweite, statisch, präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite statisch (d.p.-Bild)				Lageunterschiede:		
n=5	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 94Monate)	präOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	präOP vs spätpostOP
Min	1,4 mm	1,7 mm	1,6 mm			
Max	2,6 mm	3,2 mm	3,4 mm			
Median	2,0 mm	1,7 mm	2,0 mm	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 0,4 mm	± 0,7 mm	± 0,8 mm	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100
Mittelwert (Ø)	2,0 mm	2,2 mm	2,3 mm			

Tabelle 31: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

Bei 1 von 5 Patienten (20%) betrug die SL-Spaltweite spätpostoperativ statisch, im d.p.-Röntgenbild mehr als 3mm.

Bei keinem Patienten waren spätpostoperativ sowohl die SL-Spaltweite auf mehr als 3 mm als auch der SL-Winkel auf über 70 ° angestiegen.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

SL-Winkel prä-, früh- und spätpostoperativ:

SL-Winkel (Seitenaufnahme)				Lageunterschiede:		
n=5	PräOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 94Monate)	PräOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	PräOP vs spätpostOP
Min	52°	53°	54°			
Max	69°	63°	72°			
Median	57°	55°	58°	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 7,3°	± 4,3°	± 7,2°	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100	p-wert > 0,100
Mittelwert (Ø)	59°	58°	61°			

Tabelle 32: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

Bei 1 von 5 Patienten (20%) war der SL-Winkel spätpostoperativ auf über 70 ° angestiegen.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

SL-Spaltweite, dynamisch prä- und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite (Ballaufnahme)			Lageunterschiede:
n=4	präoperativ	spätpostOP (Ø 94Monate)	Präoperativ vs spätpostoperativ
Min	2,2 mm	1,9 mm	
Max	5,5 mm	5,2 mm	Gepaarter T-Test p-Wert > 0,100
Median	3,5 mm	3,4 mm	
SD	± 1,5 mm	± 1,8 mm	
Mittelwert (Ø)	3,7 mm	3,5 mm	

Tabelle 33: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn.

- Testungen auf Lageunterschiede ohne Signifikanz.

Bei 2 von 4 Patienten (50%) war die SL-Spaltweite spätpostoperativ in den Ballaufnahmen immer noch auf mehr als 3mm erweitert.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

Handgelenksarthrose spätpostoperativ:

2 von 5 Patienten hatten eine Handgelenksarthrose entwickelt.

Keine Arthrosezeichen	Nur PSR und dist. Skaphoidpol ($\hat{=}$ SLAC I)	Zzgl. Radio-skaphoidal ($\hat{=}$ SLAC II)	Zzgl. Mediokarpal ($\hat{=}$ SLAC III)
3	1	0	1

Tabelle 34: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe 3LT dyn.

Der Patient (St-ID 102) mit SLAC I Arthrose entwickelte im Verlauf eine STT-Gelenks-Arthrose sodass eine Resektions-Suspensions-Arthroplastik durchgeführt wurde. (siehe 5.2.1.1 Abbildung 5.2.1-2)

Der Patient (St-ID 94) mit SLAC III Arthrose war aufgrund von Handgelenkschmerzen nicht arbeitsfähig.

Auch unter Berücksichtigung der unter Komplikationen genannten Patienten litten in der Patientengruppe 3LT dyn 2 von 5 Patienten (40%) an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden bei arthrotischen Veränderungen.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

5.2.1.2 Komplikationen bei 3LT dyn

Bei den mittels 3-Ligament-Tenodese versorgten Patienten mit **präoperativ dynamischer SL-Instabilität** traten folgende Komplikationen auf:

Anzahl Rückmeldungen 3LT dyn:	n=7
Revisionspflichtige Komplikationen:	3 (43%)
Davon Rettungsoperationen:	0 (%)
Konservativ behandelte Patienten und starke Handgelenksbeschwerden:	0 (%)
Behandlungsbedürftige Patienten und unbefriedigende Ergebnisse insgesamt:	3 (43%)

Tabelle 35: Komplikationen in der Patientengruppe 3LT dyn

1 Patient mit STT-Gelenksarthrose und SLAC I

Ein 58-jähriger Heizungsbauer (St-ID 102) entwickelte mehrere Jahre nach der operativen Versorgung mittels 3LT eine progrediente Rhizarthrose (Abbildung 5.2.1-1) sodass 3,5 Jahre postoperativ eine Resektions-Suspensions-Arthroplastik (RSA) (Abbildung 5.2.1-2) durchgeführt wurde. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 6,5 Jahre postoperativ nach 3LT betrug der DASH-Score 27,5. Im modifizierten Mayo-Wrist-Score wurde ein befriedigendes Ergebnis erzielt. Das Röntgenbild zeigte eine SLAC I Arthrose. Der SL-Winkel betrug 63° und die SL-Spaltweite war auf 3,4 mm erweitert. Die Handgelenksbeschwerden waren bei leichten Druckschmerzen in der Tabatière moderat und wurden akzeptiert. Eine weiterführende Behandlung war nicht notwendig.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn



Abbildung 5.2.1-1: SLAC I, STT-Arthrose und Rhizarthrose 3,3 Jahre nach 3LT (St-ID 102)



Abbildung 5.2.1-2: Röntgenaufnahme 3 Jahre nach RSA (St-ID 102)

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

1 Patient mit Wundinfekt:

Ein 42-jähriger Waschmaschinentechner (St-ID 101) entwickelte postoperativ einen Wundinfekt ohne mikrobiologisch nachweisbaren Erreger. 1 Woche postoperativ erfolgte ein Revisionseingriff. Der Wundinfekt konnte im Verlauf zur Ausheilung gebracht werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 8,3 Jahre postoperativ waren im Röntgenbild keine Arthrosezeichen ersichtlich. Im DASH-Score wurden 8 Punkte erreicht. Der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab ein befriedigendes Ergebnis.

1 Patient mit Narbenschmerzen und stark symptomatischer SLAC III Arthrose im Verlauf:

Ein 61-jähriger LKW-Fahrer (St-ID 94) mit SLAC III Arthrose berichtete aufgrund von Handgelenksschmerzen frühverrentet worden zu sein. 6,5 Monate postoperativ war aufgrund von Narbenschmerzen eine Neurolyse der sensiblen Hautnerven (N. medianus Ramus palmaris und N. radialis Ramus superficialis) am operierten Handgelenk und eine Anschluss-Heilbehandlung durchgeführt worden. Ein Neurom fand sich intraoperativ nicht.

Das zur SL-Bandläsion führende Unfallereignis war berufsgenossenschaftlich versichert. Bei der klinischen Nachuntersuchung 8,5 Jahre postoperativ erzielte er einen DASH Score von 81,7 Punkten und ein schlechtes Ergebnis im modifizierten Mayo-Wrist- sowie im Mayo-Wrist-Score. Im Röntgenbild war eine massive Arthrose mediokarpal betont, aber auch radioskaphoidal ersichtlich. Der SL-Winkel betrug 58° und die SL-Spaltweite betrug 2,0 mm. Eine weitere operative Versorgung mittels vollversteifender Rettungsoperation lehnte der Patient ab. Das Fortführen der konservativen Therapie wurde empfohlen.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

5.2.1.3 Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei 3LT bei dyn

Im Folgenden wurden, wenn möglich die Daten aus den 2 retournierten DASH-Bogen berücksichtigt.

Handgelenksbeweglichkeit und Grobgriffkraft:

n = 5	Extension	Flexion	Ulnarduktion	Radialduktion	Griffkraft
Min	15°	25°	25°	5°	10kg
Max	65°	45°	40°	15°	56kg
Median	45°	40°	30°	5°	42kg
SD	± 17,9°	± 9,4°	± 5,7°	± 4,5°	±20,8kg
Mittelwert	42°	35°	32°	7°	33kg
Prozent zur Gegenseite (Mittelwert Ø)	69%	50%	73%	61%	70%
Prozent zur Gegenseite (Median)	73%	50%	67%	50%	84%

Tabelle 36: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn

- Die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand für **Extension** (p-Wert im gepaarten T-Test =**0,008**) und **Flexion** (p-Wert im gepaarten T-Test =**0,003**) zeigte ein signifikant niedrigeren Wert als die nicht operierte Gegenseite (oben nicht aufgelistete Werte).
- Bezüglich der **Grobgriffkraft** (p-Wert im gepaarten T-Test =**0,075**) zeigte sich lediglich die Tendenz zur Signifikanz eines niedrigeren Wertes der operierten Hand im Vergleich zur gesunden Gegenseite.
- Der Mittelwert der Flexion der operierten Hand (in Prozent zur gesunden Gegenseite) zeigte keinen statistisch relevanten Unterschied im Vergleich mit der Extension.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

DASH-Scores und Visuelle-Analog-Schmerzskala bei Ruhe und Belastung:

n = 7	DASH-Score	VAS-Ruhe	VAS-Belastung
Min	0,8	0	0
Max	81,7	7,0	9,0
Median	8,3	1,0	4,0
SD	±28,1	±2,6	±3,1
Mittelwert (Ø)	20,9	2,0	4,1

Tabelle 37: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

Verbale Schmerzskala:

n = 7	Verbale Analogskala
Schmerzfrei	2 (29%)
Gelegentlich leichte Schmerzen	4 (57%)
Mittelstarke Schmerzen	0
Unerträgliche Schmerzen	1 (14%)

Tabelle 38: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

Ergebniszufriedenheit:

n = 7	ja	nein
Ich bin mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden	7	0
Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen	7	0

Tabelle 39: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

5.2.1 Patientengruppe 3LT dyn

Manuelle Belastung während der Arbeit:

n = 7	ja	nein
Bei der postoperativ durchgeführten Tätigkeit wird die operierte Hand vermehrt manuell belastet.	3	4

Tabelle 40: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

Arbeitsfähigkeit:

n = 7	Anzahl
Normale Arbeitsfähigkeit	4 (57%)
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	2 (29%)
Arbeitsfähig aber arbeitslos	0
Nicht Arbeitsfähig wegen Schmerzen	1 (14%)

Tabelle 41: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

Ein Patient (St-ID 94) mit SLAC III Arthrose war aufgrund von Handgelenkschmerzen in seinem, das betroffene Handgelenk manuell belastenden Beruf nicht arbeitsfähig. (siehe 5.2.1.2)

Mayo-Wrist-Scores und modifizierter Mayo-Wrist-Scores:

n = 5	Mayo-Wrist Score (Mittelwert 57P)	Modifizierter Mayo-Wrist Score (Mittelwert 67P)
Sehr gut	1 (20%)	2 (40%)
Gut	0	1 (20%)
Befriedigend	2 (40%)	1 (20%)
Schlecht	2 (40%)	1 (20%)

Tabelle 42: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Patientendaten:

Bei 36 Patienten in dieser Gruppe erhielten wir von einem Patienten keinerlei Rückmeldung, 2 Patienten waren unbekannt verzogen und 1 Patient war verstorben.

Verwertbare Rückmeldung erhielten wir somit bei 32 von 36 Patienten (89%):

Ein Patient (St-ID 72) war wie unter 5.2.2.2 geschildert stark unzufrieden und klagte telefonisch über ein CRPS. Ein Fragebogen wurde nicht retourniert.

3 Patienten lehnten eine Nachuntersuchung ab, retournierten uns jedoch den Informations- und DASH-Fragebogen.

Davon war eine Patientin bei einem DASH von 47,5 unzufrieden mit dem Operationsergebnis. Sie war arbeitsfähig, jedoch mit Beeinträchtigung.

Zwei Patienten waren bei einem DASH von 0,8 und 0,0 sehr zufrieden mit dem Operationsergebnis und normal arbeitsfähig.

Der Patient mit plattenosteosynthetisch versorgter Kahnbeinfraktur (siehe 5.2.2.2) wurde 5 Jahre postoperativ in unserer ambulanten Sprechstunde nachuntersucht und schilderte Beschwerdefreiheit. Bezüglich der Anfrage zur Nachuntersuchung im Rahmen der Studie erhielten wir leider keine Rückmeldung.

Bei 8 Patienten war (siehe 5.2.2.2) zwischenzeitlich eine das Handgelenk versteifende Rettungsoperation durchgeführt worden. Diese Gruppe wurde nicht zur Nachuntersuchung einbestellt, sondern anhand der Patientenakten ausgewertet.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

n = 19 Patienten mit präoperativ statischer SL-Instabilität wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht:

Die Nachuntersuchung erfolgte im zwischen 69 bis 112 Monate postoperativ.

Der Mittelwert des Nachuntersuchungszeitraumes lag bei 93,5 Monaten.

Das Lebensalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation zwischen 27 bis 55 Jahren. (Mittelwert: 41 Jahre)

Es wurden 15 Männer (79%) und 4 Frauen (21%) operiert.

In 10 Fällen (53%) war die dominante Hand betroffen. In 9 Fällen die nicht dominante Hand.

Es lag kein Arbeitsunfall vor.

Das Alter der SL-Ruptur betrug nach anamnestischen Angaben zwischen 18 Wochen bis 11 Jahren (Mittelwert:26 Monate, Median: 13 Monate, SD \pm 37 Monate). Bei 13 Patienten wurde ein Rupturalter von mehr als 6 Monate angegeben.

Die Datumsanamnese des Traumas war häufig unklar und lieferte extrem breit gefächerte Zeitangaben. Anamnestisch lagen teilweise Jahre zwischen einem als Ursache für die SL-Bandläsion in Frage kommenden Unfallereignis und später plötzlich auftretenden Handgelenksschmerzen welche letztendlich zur Operation führten.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

5.2.2.1 Radiologische Ergebnisse bei 3LT stat

Die präoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 12 Wochen präoperativ angefertigt.

Die frühpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden durchschnittlich 9 Wochen postoperativ angefertigt.

Die spätpostoperativen Röntgenaufnahmen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also durchschnittlich 93 Monate postoperativ angefertigt.

Bei 2 Patienten waren keine frühpostoperativen d.p.- Aufnahmen verfügbar.

Bei 3 Patienten waren keine frühpostoperativen Seit-Aufnahmen verfügbar.

Bei 2 der nachuntersuchten Patienten waren keine präoperativen Ballgriffaufnahmen verfügbar.

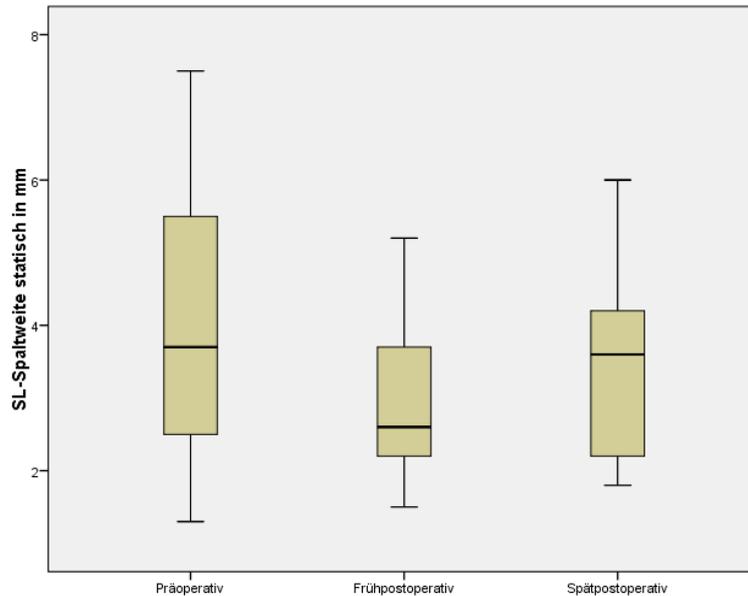
Es waren keine frühpostoperativen Ballaufnahmen vorhanden.

SL-Spaltweite, statisch, präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite statisch (d.p.-Bild)				Lageunterschiede:		
n=17	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 94Monate)	PräOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	PräOP vs spätpostOP
Min	1,3 mm	1,5 mm	1,8 mm			
Max	7,5 mm	5,2 mm	6,0 mm			
Median	3,7 mm	2,6 mm	3,6 mm	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test	Gepaarter T-Test
SD	± 1,9 mm	±1,0 mm	±1,2 mm	p-wert = 0,021	p-wert = 0,073	p-wert = 0,079
Mittelwert (Ø)	4,0 mm	2,9 mm	3,4 mm			

Tabelle 43: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils **fett**

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat



Grafik 5.2.2-1: Boxplot SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat.

- Die Testung präoperativ versus frühpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert der SL-Spaltweite präoperativ.
- Die Testung frühpostoperativ versus spätpostoperativ zeigte mit Tendenz zur Signifikanz einen höheren Mittelwert der SL-Spaltweite spätpostoperativ.
- Die Testung präoperativ versus spätpostoperativ zeigte mit Tendenz zur Signifikanz einen höheren Mittelwert der SL-Spaltweite präoperativ.

Bei 11 von 19 Patienten (58%) betrug die SL-Spaltweite spätpostoperativ in dem statischen Röntgenbild d.p. mehr als 3 mm.

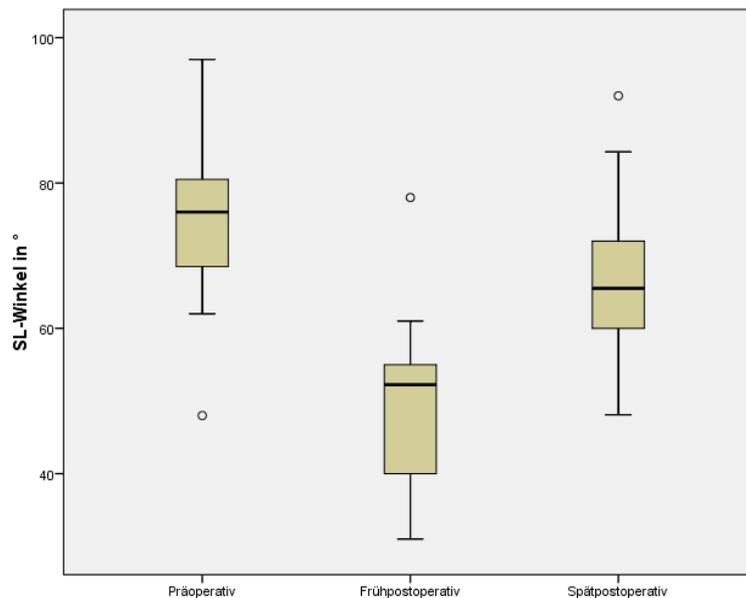
Davon waren bei 5 Patienten spätpostoperativ sowohl die SL-Spaltweite auf mehr als 3 mm als auch der SL-Winkel auf über 70° angestiegen.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

SL-Winkel prä-, früh- und spätpostoperativ:

SL-Winkel (Seitaufnahme)				Lageunterschiede:		
n=16	präOP	frühpostOP (nach ME)	spätpostOP (Ø 94Monate)	präOP vs frühpostOP	frühpostOP vs spätpostOP	präOP vs spätpostOP
Min	48°	31°	48°			
Max	97°	78°	92°			
Median	76°	52°	66°	Gepaarter T-Test p-wert < 0,001	Gepaarter T-Test p-wert < 0,001	Gepaarter T-Test p-wert = 0,003
SD	± 11,2°	±11,1°	±11,6°			
Mittelwert (Ø)	75°	51°	66°			

Tabelle 44: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils **fett**



Grafik 5.2.2-2: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat

- Die Testung präoperativ versus frühpostoperativ zeigte einen signifikant höheren Mittelwert der SL-Spaltweite präoperativ.
- Die Testung frühpostoperativ versus spätpostoperativ zeigte mit Tendenz zur Signifikanz einen höheren Mittelwert der SL-Spaltweite spätpostoperativ.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

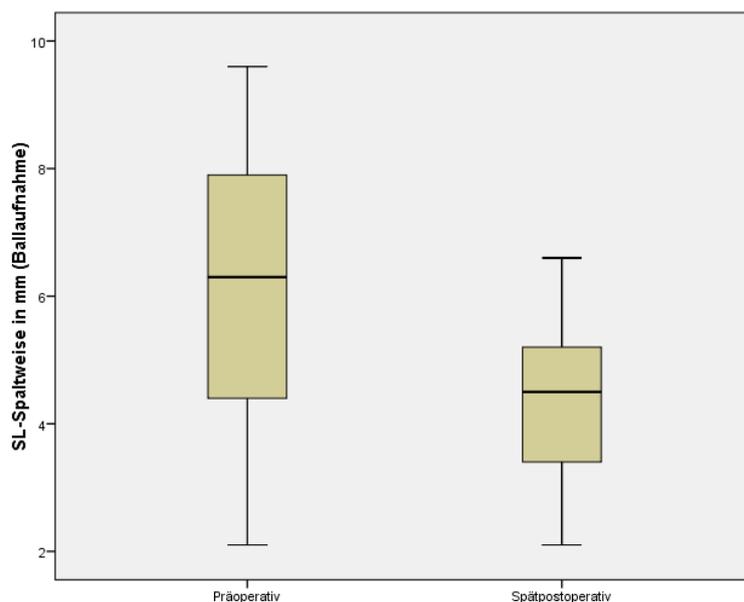
- Die Testung präoperativ versus spätpostoperativ zeigte mit Tendenz zur Signifikanz einen höheren Mittelwert der SL-Spaltweite präoperativ.

Bei 6 von 19 Patienten (32%) betrug der SL-Winkel spätpostoperativ mehr als 70 °.

SL-Spaltweite, dynamisch prä- und spätpostoperativ:

SL-Spaltweite (Ballaufnahme)			Lageunterschiede:
n=17	präoperativ	spätpostOP (Ø 94 Monate)	präoperativ vs spätpostoperativ
Min	2,1 mm	2,1 mm	Gepaarter T-Test p-wert < 0,001
Max	9,6 mm	6,6 mm	
Median	6,3 mm	4,5 mm	
SD	±2,3 mm	±1,4 mm	
Mittelwert (Ø)	6,1 mm	4,4 mm	

Tabelle 45: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils **fett**



Grafik 5.2.2-3: Boxplot SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballgriffaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

- In den spätpostoperativen, Ballgriffaufnahmen war die SL-Spaltweite noch signifikant niedriger als präoperativ.

Bei 16 von 19 Patienten (84%) war die SL-Spaltweite spätpostoperativ in den Ballaufnahmen immer noch auf mehr als 3mm erweitert.

Handgelenksarthrose spätpostoperativ:

13 von 19 Patienten hatten eine Handgelenksarthrose entwickelt:

Keine Arthrosezeichen	Nur PSR und dist. Skaphoidpol ($\hat{=}$ SLAC I)	Zzgl. Radio-skaphoidal ($\hat{=}$ SLAC II)	Zzgl. Mediokarpal ($\hat{=}$ SLAC III)
7	7	0	5

Tabelle 46: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe 3LT stat.

Keiner der Patienten mit SLAC I Arthrose litt an behandlungsbedürftigen Beschwerden. Von den 7 Patienten zeigten 4 schon zum Zeitpunkt des frühpostoperativen Bildes nach ME arthrotische Veränderungen an Proc. styloideus.

(Abbildung 5.2.2-2)

Präoperativ waren diese nicht vorhanden. (Abbildung 5.2.2-1)



Abbildung 5.2.2-1: Keine Arthrose präoperativ (Ballaufnahme) (St-ID 78)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat



Abbildung 5.2.2-2: Leichte arthrotische Veränderungen am proc. styloideus, frühpostoperativ nach ME. (St-ID 78)



Abbildung 5.2.2-3: SLAC I 8,5 Jahre nach 3LT. (St-ID 78)

Unter den 5 Patienten mit SLAC III Arthrose fand sich der Patient (St-ID 58) welcher postoperativ einen Wundinfekt entwickelt hatte. (siehe 5.2.2.2)

Ein Patient (St-ID 76) hatte zwischenzeitlich eine ulnare Translokation des Lunatums mit Ulna-impaktionssyndrom entwickelt. (siehe 5.2.2.2)

Ein Patient (St-ID 64) litt mit einem VAS-Score bei Belastung von 6,0 an relativ starken Schmerzen. (siehe 5.2.2.2)

Ein Patient (St-ID 57) war nahezu beschwerdefrei. Er erzielte ein sehr gutes Ergebnis im modifizierten Mayo-Wrist-Score und 0,8 Punkte im DASH-Score.

Ein Patient (St-ID 81) erzielte leicht unterdurchschnittliche Ergebnisse ohne behandlungsbedürftige Beschwerden.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Von den 8 Patienten welche im Verlauf eine Rettungsoperation benötigten hatte sich bei 3 Patienten eine Handgelenksarthrose entwickelt.

Unter Ergänzung dieser 3 Patienten zeigte sich also folgende Verteilung der arthrotischen Veränderungen:

Keine Arthrosezeichen	Nur PSR und dist. Skaphoidpol (\cong SLAC I)	Zzgl. Radio-skaphoidal (\cong SLAC II)	Zzgl. Mediokarpal (\cong SLAC III)
7	7	2	6

Tabelle 47: Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und mit Rettungsoperation im Verlauf, nach 3LT stat.

Unter Berücksichtigung der unter Komplikationen genannten Patienten und den Patienten mit Rettungsoperation bei arthrotischen Veränderungen litten in der Patientengruppe 3LT stat 6 von 22 Patienten (27%) an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden bei arthrotischen Veränderungen.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

5.2.2.2 Komplikationen bei 3LT stat

Bei den mittels 3-Ligament-Tenodese versorgten Patienten mit **präoperativ statischer SL-Instabilität** traten folgende Komplikationen auf:

Anzahl Rückmeldungen 3LT dyn:	n=32
Revisionspflichtige Komplikationen:	10 (31%)
Davon Rettungsoperationen:	8 (25%) 5x MKTA 3x Vollversteifung
Konservativ behandelte Patienten und starke Handgelenksbeschwerden:	5 (16%)
Behandlungsbedürftige Patienten und unbefriedigende Ergebnisse insgesamt:	15 (47%)

Tabelle 48: Komplikationen in der Patientengruppe 3LT stat

1 Patienten mit Wundinfekt:

Ein 45-jähriger Dachdecker (St-ID 58) entwickelte postoperativ einen Wundinfekt mit mikrobiologisch nachgewiesener Staphylococcus species. Er wurde 1,5 Wochen postoperativ revidiert und konnte im Anschluss zur Ausheilung gebracht werden. 7,75 Jahre postoperativ zeigten die Röntgenbilder eine SLAC III entsprechende Arthrose. Der Dash-Wert betrug 41 Punkte. Der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab nur ein befriedigendes Ergebnis. Im VAS bei Belastung wurde ein Wert von 5,5 angegeben. Ein Folgeeingriff war zwischenzeitlich nicht durchgeführt worden und wurde vom Patienten auch nicht gewünscht.

1 Patient mit komplexem regionalem Schmerzsyndrom (CRPS):

Ein 54-jähriger Patient (St-ID 72) lehnte die Nachuntersuchung ab. Im Telefongespräch 9,5 Jahre postoperativ war er stark unzufrieden mit dem Operationsergebnis. Die Handgelenksbeweglichkeit betrage 30% des präoperativen Wertes. Auswärts sei eine M. Sudeck-Erkrankung diagnostiziert worden. Eine weitere Behandlung in unserer Klinik lehnte er ab. Eine Folgeoperation sei bis dato nicht durchgeführt worden.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

1 Patient mit persistierenden Handgelenksbeschwerden:

Die 53-jährige Altenpflegerin (St-ID 66) lehnte eine Nachuntersuchung ab, re-tournierte uns jedoch den DASH-Fragebogen. Bei einem Punktwert von 47,5 war sie unzufrieden mit dem Operationsergebnis. Sie war arbeitsfähig, jedoch mit Beeinträchtigung.

1 Patient mit SLAC III Arthrose, schmerzhaft bei Belastung

Ein 54-jähriger Büroangestellter (St-ID 64) erzielte im Rahmen der Nachuntersuchung 6,5 Jahre postoperativ ein gutes Ergebnis im modifizierten Mayo-Wrist-Score und 35,0 Punkten im DASH-Score. Die Schmerzen waren mit einem VAS-Score bei Belastung von 6,0 relativ hoch. Im Röntgenbild war eine SLAC III Arthrose ersichtlich. Die SL-Spaltweite betrug 2,7 mm der SL-Winkel betrug 92°. Die Möglichkeit einer teilversteifenden Handgelenksoperation wurde vom Patienten jedoch abgelehnt und ein konservatives Vorgehen bevorzugt.

1 Patient mit Ulnaimpaktionssyndrom bei Translokation des Lunatums nach ulnar

Ein 51-jähriger Postbeamter (St-ID 76) war anfangs sehr zufrieden mit dem Ergebnis und spielte postoperativ zeitweise sogar Tennis. Ungefähr 4 Jahre postoperativ entwickelten sich zunehmende Handgelenksschmerzen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 5,7 Jahre postoperativ zeigte das Röntgenbild eine SLAC III Arthrose und eine ulnare Translokation des Lunatums. (siehe Abbildung 5.2.2-5) Die SL-Spaltweite betrug 4,0 mm und der SL-Winkel 68°.

Im modifizierten Mayo-Wrist-Score wurde ein befriedigendes Ergebnis und im DASH-Score 38,3 Punkte erzielt.

Klinisch standen ulnare Handgelenksschmerzen im Vordergrund. Bei normwertiger Ulnalänge wurde ein Ulnaimpaktionssyndrom diagnostiziert. Es wurde zunächst ein konservatives Vorgehen empfohlen und bei Beschwerdeprogredienz das Durchführen einer Ulnaverkürzungsosteotomie diskutiert.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat



Abbildung 5.2.2-4: Röntgenaufnahme präoperativ. (St-ID 76)



Abbildung 5.2.2-5: SLAC III Arthrose und Ulna-impaktionssyndrom nach 3LT. (St-ID 76)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

1 Patient mit Lockerung des Fadenankers 8 Monate postoperativ:

Bei einem 48-jährigen Büroangestellten (St-ID 83) erfolgte entgegen dem üblichen Standard keine temporäre Transfixation der Handwurzelknochen. Im Rahmen einer Wiedervorstellung in unserer ambulanten Sprechstunde 8 Monate postoperativ schilderte er eine Bewegungseinschränkung und einen Kraftmangel. Schmerzen wurden nicht angegeben. Der Fadenanker hatte sich gelockert und war im Röntgenbild dorsal des Lunatums, extraossär lokalisiert. Der SL-Winkel war von 60° frühpostoperativ auf nun 75° erweitert. Die spätpostoperative Nachuntersuchung wurde abgelehnt, jedoch ein DASH-Bogen mit einem Punktwert von 0,0 retourniert. Sowohl Ruhe- als auch Belastungsschmerzen wurden mit einem VAS-Score von 0,0 verneint.



Abbildung 5.2.2-6: Lockerung des Fadenankers am Lunatum (St-ID 83)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

1 Patient mit Kahnbeinfraktur 6 Monate postoperativ:

Der 25-jähriger Energieanlagenelektroniker (St-ID 70) berichtete 6 Monate postoperativ über plötzlich auftretende Schmerzen ohne adäquates Trauma. Das Röntgenbild zeigte eine Kahnbeinfraktur im mittleren Drittel.

Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 2,5 mm, in der Ballaufnahme 4,3 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 90°. Im OP-Bericht war dokumentiert, dass der primär mit 3,2mm Durchmesser gebohrte Knochenkanal im Skaphoid vor Durchzug des FCR-Sehnenstreifens mit einem 4,5mm Bohrer erweitert wurde.



Abbildung 5.2.2-7: Kahnbeinfraktur 6 Monate nach 3LT. (St-ID 70)

Bei vitalem proximalem Pol erfolgte die operative Versorgung mittels Mini-Plattenosteosynthese. Die Metallentfernung war nach 8 Monaten möglich.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat



Abbildung 5.2.2-8: Mini-Plattenosteosynthese nach Kahnbeinfraktur. (S-ID70)

Bei einer ambulanten Nachuntersuchung 5,5 Jahre nach 3LT hatte der Patient kaum Beschwerden. Der VAS-Score wurde in Ruhe mit 0 und bei Belastung mit 3 angegeben. Im Röntgenbild, ca. 4 Jahre nach Entfernung Mini-POS, lag eine mediokarpal zwischen Kapitatum und Lunatum betonte SLAC- III Arthrose vor. Aufgrund der guten klinischen Situation wurde keine Folgeoperation diskutiert.



Abbildung 5.2.2-9: Mediokarpale- und STT-Arthrose 4 Jahre nach ME. (St-ID 70)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

8 Rettungsoperationen Ø 24 Monate nach 3-Ligament-Tenodese bei präoperativ statischer SL-Instabilität:

3 Patienten mit Arthrose bedingter versteifender Handgelenksoperation:

Ein 42-jähriger Fabrikarbeiter (St-ID 84) erhielt bei Z.n. auswärtiger Handgelenksdenervierung (12 Monate postOP) aufgrund persistierender Belastungsschmerzen während der Arbeit bei SLAC II Arthrose 19 Monate postoperativ eine mediokarpale Teilarthrodese. (Abbildung 5.2.2-11) Bei persistierender Schmerzsymptomatik und radiolunarer Arthrose 5,5 Jahre postoperativ erfolgte eine Vollversteifung des Handgelenkes. (Abbildung 5.2.2-12)

Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 6,0 mm, in der Ballaufnahme 6,3 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 86°. Im ersten uns vorliegenden Röntgenbild ½ Jahr postoperativ war der SL-Winkel wieder auf 75 ° und die SL-Spaltweite auf 5,5 mm vergrößert. Es bestand eine leichte DISI-Fehlstellung des Lunatum mit -12° CL-Winkel. Die ursächliche SL-Bandruptur war die Folge eines Arbeitsunfalles. Eine Nachuntersuchung wurde nicht durchgeführt. Ob die Vollversteifung eine Reduktion der Beschwerden bewirken konnte war nicht bekannt.



Abbildung 5.2.2-10: SLAC II Arthrose 18 Monate nach 3LT (St-ID 84)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat



Abbildung 5.2.2-11: Röntgenaufnahme 6 Jahre nach MKTA. (St-ID 84)



Abbildung 5.2.2-12: Röntgenaufnahme 2,5 Jahre nach Vollarthrodese des Handgelenkes.
(St-ID 84)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Ein 39-jähriger Heizungsbauer (St-ID 89) erhielt aufgrund von Handgelenkschmerzen bei SLAC II Arthrose 4 Monate postoperativ eine mediokarpale Teilarthrodese. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 5,2 mm, in der Ballaufnahme 5,2 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 84°. Im Röntgenbild nach Entfernung der transfixierenden K-Drähte 8 Wochen postoperativ betrug der SL-Winkel 70°, die SL-Spaltweite 2,0 mm. Das Lunatum war leicht nach dorsal verkippt mit einem CL-Winkel von -14°. Die ursächliche SL-Bandruptur war die Folge eines Arbeitsunfalles.

Im zweiten Rentengutachten 37 Monate post OP berichtete der Patient über persistierende Belastungsschmerzen, Kraftmangel und gestörtes Gefühlsempfinden am Handgelenk. Die Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde auf 20 v. Hundert gesetzt. Eine Nachuntersuchung wurde nicht durchgeführt.

Ein 49-jähriger Gärtner (St-ID 87) erhielt aufgrund von Handgelenksschmerzen bei SLAC III Arthrose 35 Monate postoperativ eine mediokarpale Teilarthrodese. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 3,2 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 69°. Im Röntgenbild nach Entfernung der transfixierenden K-Drähte 8 Wochen postoperativ war keine Arthrose ersichtlich. Die karpalen Winkel lagen im normwertigen Bereich. Die SL-Spaltweite war regelgerecht. Im Röntgenbild 34 Monate postoperativ war der SL-Winkel auf 73° vergrößert. Die SL-Spaltweite betrug 2,7 mm. Das Lunatum war leicht nach dorsal verkippt, bei einem CL-Winkel von -14°. Bei einer Nachuntersuchung 5,5 Jahre postoperativ wurde ein DASH-Score von 32,5 ermittelt. Der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab ein schlechtes Ergebnis. Eine weitere Rettungsoperation wurde nicht gewünscht.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

2 Patienten mit auswärtig durchgeführter versteifender Handgelenksoperation ohne genau nachvollziehbaren Befund:

Ein 47-jähriger Landwirt (St-ID 85) erhielt aufgrund von Handgelenksbeschwerden 29 Monate postoperativ auswärts eine mediokarpale Teilarthrodese. Der auswärtige Arzt habe ein CRPS diagnostiziert. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 3,9 mm, in der Ballaufnahme 6,7 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 80°

Bei einer Nachuntersuchung 8 Jahre postoperativ wurde ein DASH-Score von 22,5 ermittelt. Der modifizierte Mayo-Wrist-Score ergab ein gutes Ergebnis.



Abbildung 5.2.2-13: Röntgenaufnahme 5,4 Jahre nach auswärtiger MKTA (St-ID 85)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Einer 26-jährige Bürokauffrau (St-ID 90) sei 3,5 Monate postoperativ im Rahmen eines häuslichen Unfalls ihr kleiner Sohn mit Wucht gegen das betroffene Handgelenk getreten. In den 1 Monat später durchgeführten Röntgenaufnahmen war der SL-Winkel wieder von 60° postoperativ auf 78° angestiegen und die SL-Spaltweite von 2,8 mm auf 4,3mm erweitert sodass der Verdacht auf einen Ausriss der FCR-Bandplastik bestand. Der Mitek-Anker lag allerdings ohne Lockerungszeichen im Mondbein. Wesentliche Arthrosezeichen fanden sich nicht. Bei zunehmenden Handgelenksschmerzen wurde 6 Monate postoperativ auswärts eine mediokarpale Teilarthrodese durchgeführt. 3 Jahre postoperativ wurde auswärts eine Vollversteifung durchgeführt. In der telefonischen Befragung 8 Jahre postoperativ berichtete sie unter einem komplexen regionalen Schmerzsyndrom zu leiden und aufgrund der persistierenden, starken Schmerzen frühzeitig berentet worden zu sein. Ein Rentenbegehren im Sinne eines berufsgenossenschaftlich versicherten Arbeitsunfalls lag nicht vor. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 3,5 mm, in der Ballaufnahme 3,4 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 68°.



Abbildung 5.2.2-14: Verdacht auf Ausriss der FCR-Bandplastik 4,5 Monate nach 3LT, ohne ersichtliche Lockerung des Fadenankers. (St-ID 90)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

2 Patienten mit versteifender Handgelenksoperation aufgrund eines beschädigten proximalen Skaphoidpoles:

Bei einem 62-jährigen Lageristen (St-ID 86) führten wir aufgrund einer kompletten älteren SL-Bandruptur und eines Ulna-impaktionssyndroms bei Überlänge der Ulna eine 3LT in Kombination mit einer Ulna-Verkürzungsosteotomie durch. 7 Monate postoperativ stürzte die Pat. auf einer Treppe aufwärts und erlitt infolge dieses Bagatell-Traumas eine Fraktur des proximalen Skaphoidpoles. Aufgrund einer verzögerten Knochenheilung wurde 12 Monate postoperativ eine mediokarpale Teilarthrodese durchgeführt. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 1,6 mm, in der Ballaufnahme 3,7 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 72°. Im OP-Bericht wurde beschrieben, dass die Austrittsstelle des Knochenkanals im Skaphoid dorsal, radial am proximalen Skaphoid Pol lokalisiert war. Es wurden 3 Versuche für das Einbringen des Kirschner-Zieldrahtes in Längsachse des Skaphoids beschrieben. Und 2 Versuche für das Überbohren des Drahtes mit dem kanülierten Bohrer. In einem Dünnschicht CT des Skaphoid welches 8 Monate postoperativ durchgeführt wurde, war der Bohrkanaal im Skaphoid mit 3,6mm um 4 mm weiter als die angestrebte Weite von 3,2 mm. (vgl. 2.3.3) Nach Entfernung der transfixierenden K-Drähte nach MKTA erfolgte keine erneute Vorstellung in unserer Klinik.



Abbildung 5.2.2-15: CT: Mangelnde knöcherne Durchbauung 5 Monate nach Kahnbeinfraktur.
(St-ID 86)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Eine 50-jährige Sekretärin (St-ID 88) entwickelte aufgrund einer Destruktion des proximalen Skaphoidpols ohne erinnerliches Trauma eine SLAC II Arthrose. Als mögliche Ursache für die Destruktion wurde eine Nekrose des proximalen Kahnbeinpols diskutiert. Schließlich wurde 4 Monate postoperativ eine medio-karpale Teilarthrodese durchgeführt. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 2,2 mm, in der Ballaufnahme 5,6 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 82°. Im OP-Bericht wurden 3 Versuche für das Einbringen eines 1,6 mm Kirschner-Zieldrahtes in Längsachse des Skaphoids beschrieben. Nach Entfernung der transfixierenden K-Drähte nach MKTA erfolgte keine erneute Vorstellung in unserer Klinik.



Abbildung 5.2.2-16: Destruktion des proximalen Kahnbeinpols 4 Monate nach 3LT. (St-ID 88)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Ein Patient mit versteifender Handgelenksoperation aufgrund einer Osteonekrose des Lunatum:

Ein 29-jähriger Werkzeugmechaniker (St-ID 91) litt im Verlauf an Handgelenkschmerzen dorsal, betont über dem Os lunatum. Präoperativ betrug die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild 1,7 mm und der SL-Winkel in der Seitenaufnahme 73°. Nach MRT-Untersuchung des Handgelenks 6,3 Jahre postoperativ wurde der Verdacht einer sekundären Nekrose des Os lunatum gestellt. 6,8 Jahre postoperativ wurde eine Entfernung der proximalen Handwurzelreihe zusätzlich einer Vollversteifung des Handgelenkes durchgeführt. Der Histologiebefund beschrieb eine partielle alte, aseptische Osteonekrose des Os lunatum mit angrenzenden kräftigen Umbauvorgängen. Nach weiteren 1,25 Jahren entfernten wir aufgrund von Lockerungszeichen die im Os capitatum platzierte Schraube. Seitdem erfolgte keine erneute Wiedervorstellung in unserer Klinik.

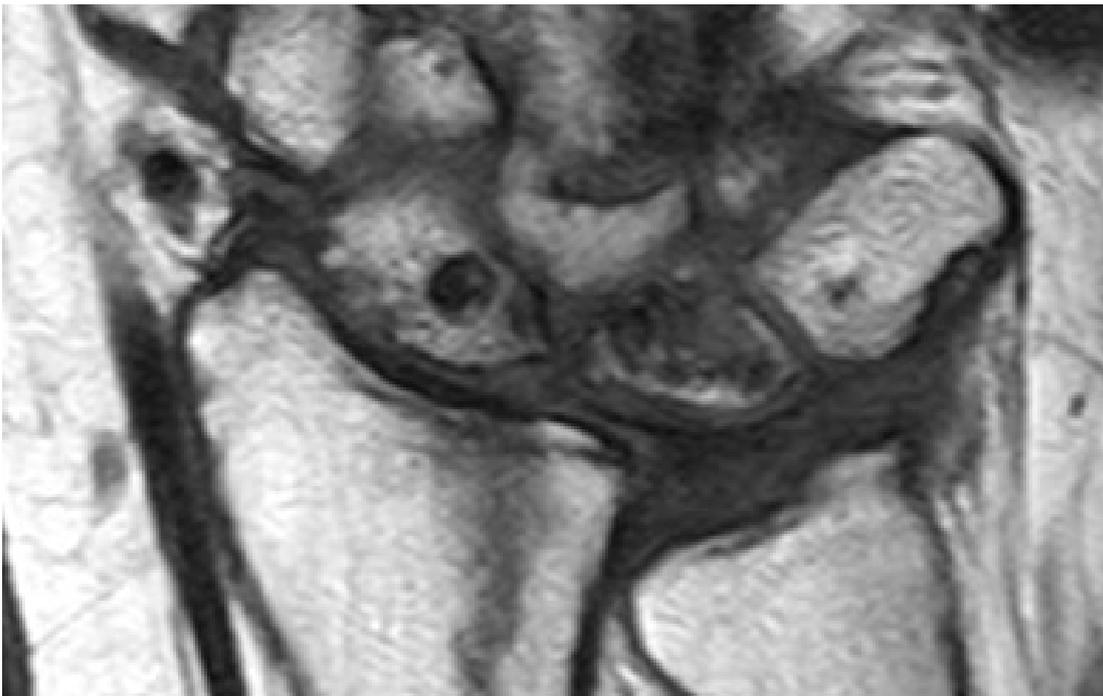


Abbildung 5.2.2-17: MRT: sekundäre Lunatumnekrose nach 3LT. (St-ID 91)

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

5.2.2.3 Klinisch-funktionelle Ergebnisse bei 3LT stat

Im Folgenden werden, wenn möglich die Daten aus den 3 retournierten DASH-Bogen berücksichtigt.

Handgelenksbeweglichkeit und Grobgriffkraft:

n = 19	Extension	Flexion	Ulnarduktion	Radialduktion	Griffkraft
Min	20°	20°	20°	10°	13kg
Max	75°	85°	50°	25°	48kg
Median	55°	55°	35°	13°	34kg
SD	± 16,6°	± 16,3°	± 7,8°	± 4,3°	±9,7kg
Mittelwert	54°	54°	37°	14°	35kg
Prozent zur Gegenseite (Mittelwert Ø)	83%	70%	86%	70%	91%
Prozent zur Gegenseite (Median)	86%	74%	89%	67%	94%

Tabelle 49: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe 3LT stat

- In der statistischen Auswertung zeigte sowohl die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand für **Extension** (p-Wert im gepaarten T-Test = **0,001**) und **Flexion** (p-Wert im gepaarten T-Test = **0,005**) als auch die **Grobgriffkraft** (p-Wert im gepaarten T-Test = **0,033**) einen signifikant niedrigeren Wert als die nicht operierte Gegenseite (oben nicht aufgelistete Werte).
- Der Mittelwert der **Flexion** der operierten Hand (in Prozent zur gesunden Gegenseite) war mit Tendenz zur Signifikanz (p-Wert = **0,100** im gepaarten T-Test) niedriger als der Mittelwert der **Extension**.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

DASH-Scores und Visuelle-Analog-Schmerzskala bei Ruhe und Belastung:

n = 22	DASH-Score	VAS-Ruhe	VAS-Belastung
Min	0	0	0
Max	47,5	4,0	8,0
Median	9,6	0	2,5
Standard -abweichung SD	±15,3	±1,1	±2,2
Mittelwert (Ø)	15,0	0,6	2,7

Tabelle 50: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

Verbale Schmerzskala:

n = 22	Verbale Analogskala
Schmerzfrei	4 (18%)
Gelegentlich leichte Schmerzen	13 (59%)
Mittelstarke Schmerzen	5 (23%)
Unerträgliche Schmerzen	0

Tabelle 51: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

Ergebniszufriedenheit:

n = 22	ja	nein
Ich bin mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden	20	2
Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen	20	2

Tabelle 52: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Manuelle Belastung während der Arbeit:

n = 22	ja	nein
Bei der postoperativ durchgeführten Tätigkeit wird die operierte Hand vermehrt manuell belastet.	2	20

Tabelle 53: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

Arbeitsfähigkeit:

n = 22	Arbeitsfähigkeit
Normale Arbeitsfähigkeit	11 (50%)
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	9 (41%)
Arbeitsfähig aber arbeitslos	2 (9%)
Nicht Arbeitsfähig wegen Schmerzen	0

Tabelle 54: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

Bei 4 Patienten erfolgte postoperativ ein Wechsel der beruflichen Tätigkeit zu manuell weniger belastender Arbeit.

Von den 2 Patienten welche Arbeitsfähigkeit aber Arbeitslosigkeit schilderten, war eine Patientin (St-ID 59) aufgrund eines Bandscheibenvorfalles Erwerbsunfähigkeitsrentnerin. Im DASH-Score erzielte sie 32,7 Punkte, im Mayo-Wrist-Score ein befriedigendes und im modifizierten Mayo-Wrist-Score ein sehr gutes Ergebnis.

Die zweite arbeitsfähige aber arbeitslose Patientin (St-ID 62) war Berufssoldatin und befand sich in Elternzeit. Der DASH-Score ergab 7,5 Punkte, im Mayo-Wrist-Score wurde ein befriedigendes und im modifizierten Mayo-Wrist-Score ein sehr gutes Ergebnis erzielt.

Es war also festzustellen das keiner der 19 nachuntersuchten zzgl. 3 Patienten welche einen DASH-Fragebogen retournierten aufgrund der Handgelenksbeschwerden arbeitsunfähig wurden.

5.2.2 Patientengruppe 3LT stat

Mayo-Wrist-Scores und modifizierter Mayo-Wrist-Scores:

n = 19	Mayo-Wrist Score (Mittelwert 71P)	Modifizierter Mayo-Wrist Score (Mittelwert 81P)
Sehr gut	1 (5%)	11 (58%)
Gut	4 (21%)	5 (26%)
Befriedigend	13 (68%)	3 (16%)
Schlecht	1 (5%)	0

Tabelle 55: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat

5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn

Um die Zusammenhanganalysen der meist postoperativ erfassten Faktoren und Begleitfaktoren innerhalb der mittels 3LT versorgten Patientengruppen durchzuführen war eine Unterteilung in präoperativ dynamische und statische Instabilität nicht sinnvoll. Um auswertbare, hohe Fallzahlen zu erhalten wurden einerseits die Patientengruppen 3LT dyn und 3LT stat zur Gruppe „**3LT dyn & stat**“ zusammengefasst.

5.2.3.1 Korrelationsanalyse der radiologischen Messwerte

Zusammenfassung:

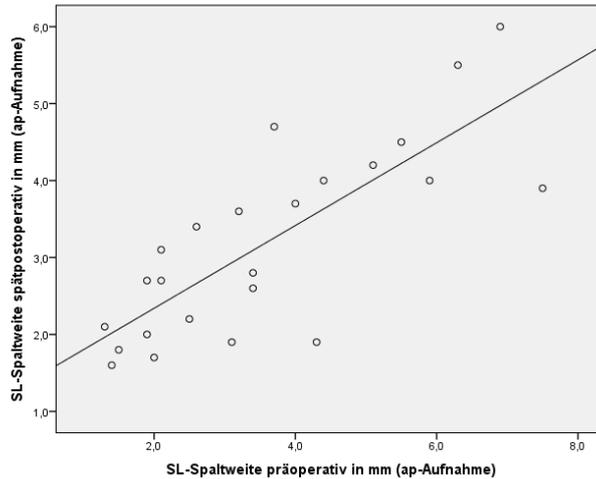
- Je höher der Messwert im präoperativen Röntgenbild war, desto signifikant höher war der Messwert beim gleichen Patienten im spätpostoperativen Röntgenbild. Der Zusammenhang war für die SL-Spaltweite statisch, den SL-Winkel und die SL-Spaltweite in der Ballgriffaufnahme signifikant.

SL-Spaltweite und SL-Winkel präoperativ vs spätpostoperativ:

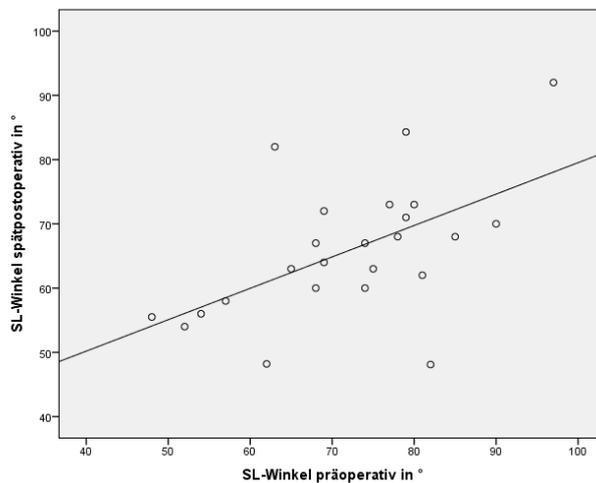
Korrelationen: Messwerte im Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ	n= 24 Analyseergebnisse:	Wertung:
<u>SL-Spaltweite statisch,</u> <u>(d.p.-Bild)</u>	Korrelationskoeffizient nach Pearson = + 0,791 p-Wert < 0,001	Signifikanter, hochgradig positiver Zusammenhang
<u>SL-Winkel</u>	Korrelationskoeffizient nach Pearson = + 0,553 p-Wert = 0,005	Signifikanter, mittelgradig positiver Zusammenhang
<u>SL-Spaltweite, dynamisch</u> <u>(Ballaufnahme)</u>	Korrelationskoeffizient nach Pearson = 0,755 p-Wert < 0,001	Signifikanter, hochgradig positiver Zusammenhang

Tabelle 56: Ergebnisse der Korrelationsanalysen der präoperativen mit den spätpostoperativen Messwerten der Röntgenbilder in der Patientengruppe 3LT dyn & stat. Signifikanz jeweils **fett**.

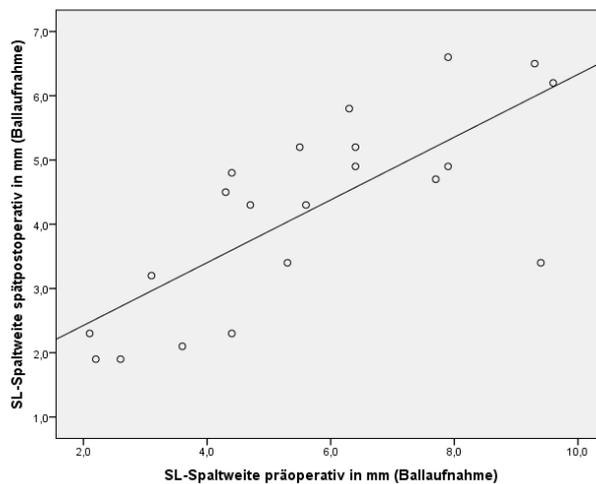
5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn



Grafik 5.2.3-1: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat



Grafik 5.2.3-2: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte des SL-Winkels im seitlichen Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat



Grafik 5.2.3-3: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite dynamisch in der Ballgriffaufnahme, präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat

5.2.3.2 Zusammenhangsanalysen der Begleitfaktoren bei 3LT stat & dyn

Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen zwischen den Begleitfaktoren Lebensalter, Geschlecht, Alter der SL-Bandruptur, Berufsanamnese und Rentenbegehren

VS

den Messwerten der SL-Spaltweite, dem SL-Winkel, dem Vorliegen arthrotischer Veränderungen, den Messwerten der Extension, der Flexion, der Grobgriffkraft, dem Mayo-Wrist-Score und dem modifizierten Mayo-Wrist-Score aus der Nachuntersuchung sowie der Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, mit notwendiger Rettungsoperation, den VAS-Werten in Ruhe, den VAS-Werten bei Belastung und den DASH-Score aus der Nachuntersuchung sowie den postalisch retournierten Fragebögen.

Zusammenfassung:

- Es zeigte sich ein geringgradiger Zusammenhang mit Tendenz zur Signifikanz, dass Patienten mit höherem Lebensalter eine schlechtere prozentuale Handgelenksflexion im Vergleich zur nicht betroffenen Gegenseite und einen niedrigeren Punktwert im Mayo-Wrist-Score erreichten als jüngere Patienten. Auch das Durchschnittsalter der Patienten mit höhergradiger Handgelenksarthrose (SLAC II & -III) und mit einem unbefriedigenden Ergebnis war signifikant höher.
- Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von weniger als 6 Monaten erzielten signifikant bessere Mittelwerte der prozentualen Grobgriffkraft, sowie des VAS-Score in Ruhe und bei Belastung, sowie ein signifikant niedrigeres Vorkommen von Handgelenksarthrose als Patienten mit einem Alter der SL-Bandruptur von mehr als 6 Monaten.

Im Folgenden wurden, wenn möglich die Daten aus den 3 retournierten Fragebögen berücksichtigt.

5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn

Lebensalter:

Korrelationen: Lebensalter vs Messwert der Nachuntersuchung:		Analyseergebnis:	Wertung:
Lebensalter vs Extension in %		p-wert = 0,116	Keine Signifikanz
Lebensalter vs Extension in °		Korrelationskoeffizient nach Pearson = - 0,384 p-wert = 0,064	geringgradiger negativer Zusammenhang mit Tendenz zur Signifikanz
Lebensalter vs Flexion in %		Korrelationskoeffizient nach Pearson = - 0,389 p-wert = 0,090	geringgradiger negativer Zusammenhang mit Tendenz zur Signifikanz
Lebensalter vs Flexion in °		Korrelationskoeffizient nach Pearson = - 0,397 p-wert = 0,055	geringgradiger negativer Zusammenhang mit Tendenz zur Signifikanz
Lebensalter vs Mayo-Wrist		Korrelationskoeffizient nach Spearman = - 0,378 p-Wert = 0,069	geringgradiger negativer Zusammenhang mit Tendenz zur Signifikanz
Unbefriedigendes Ergebnis:	23 x Nein	Ø Alter: 41 Jahre	p-Wert = 0,003
	5x Ja	Ø Alter: 54 Jahre	
18x keine oder SLAC I Arthrose		Ø Alter: 41 Jahre	p-Wert = 0,040
6x SLAC II oder III Arthrose		Ø Alter: 50 Jahre	

Tabelle 57: Ergebnisse der Korrelationsanalysen des Lebensalters mit den Messwerten der klinischen Nachuntersuchung und des DASH-Bogens. Signifikanz jeweils **fett**

- Je höher das Lebensalter der Patienten in der Gruppe 3LT dyn & stat zum Zeitpunkt der Operation war, desto niedriger war der Wert der prozentualen Handgelenksflexion im Vergleich mit der gesunden Gegenseite. Bezogen auf die absoluten Werte in ° war sowohl die Flexion als auch die Extension bei älteren Patienten mit Tendenz zur Signifikanz niedriger als bei jüngeren Patienten.
- Je höher das Lebensalter der Patienten der Gruppe 3LT dyn & stat zum Zeitpunkt der Operation war, desto niedriger war der erzielte Punktwert im Mayo-Wrist-Score.

5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn

- Das Alter der Patienten ohne arthrotische Veränderungen oder mit leichter SLAC I Arthrose war signifikant niedriger als das Alter der Patienten mit höhergradiger Arthrose (SLAC II oder SLAC III)
- Das Alter der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis war signifikant niedriger als das Alter der Patienten mit zufriedenstellendem Ergebnis.
- Keinen signifikanten Zusammenhang zeigten die Korrelationsanalysen zwischen dem Lebensalter und den Messwerten der SL-Spaltweite, des SL-Winkels, der Extension, der Flexion, der Grobgriffkraft, dem Majo-Wrist-Score und dem modifizierten Majo-Wrist-Score der 24 nachuntersuchten Patienten sowie der Notwendigkeit von Rettungsoperationen, den VAS-Werten in Ruhe, den VAS-Werten bei Belastung und den DASH-Score der 29 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

Geschlecht:

- Aufgrund der niedrigen Zahl von $n = 4$ nachuntersuchten Frauen in der Gruppe 3LT dyn & stat war die statistische Auswertung der Messwerte der Nachuntersuchung nicht sinnvoll.
- Zwischen den 6 Frauen und den 23 Männern, die einen Fragebogen postalisch retournierten zeigte sich kein statistisch relevanter Unterschied bezogen auf die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, der Notwendigkeit von Rettungsoperationen, den DASH-Score und die VAS-Werte in Ruhe und bei Belastung.

5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn

Anamnestisches Alter der SL-Bandruptur:

Messwerte der Nachuntersuchung:	Mittelwert (Median) Rupturalter < 6 Monate n= 7 / 7	Mittelwert (Median) Rupturalter > 6 Monate n= 17 / 18	Lageunterschiede: < 6 Monate vs > 6 Monate
Ø Griffkraft in % (Median)	92% (94%)	82% (92%)	p-wert = 0,043
Ø VAS in Ruhe (Median)	< 0,1 (< 0,1)	1,4 (0,8)	p-wert = 0,017
Ø VAS Belastung (Median)	1,5 (1,5)	3,7 (3,0)	p-wert = 0,040
keine Arthrose oder SLAC I	7 (100%)	11 (65%)	p-Wert = 0,092
SLAC II oder III Arthrose	0	6 (35%)	
keine Arthrose	6 (86%)	4 (24%)	p-Wert = 0,009
SLAC I, -II oder -III Arthrose	1 (14%)	13 (76%)	

Tabelle 58: Durchschnittswerte der klinischen Ergebnisse und Ergebnisse der statistischen Testung auf Lageunterschiede der Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von <6 Monate vs >6 Monate in der Gruppe 3LT dyn & stat. Signifikanz jeweils **fett** (n= *klinisch nachuntersucht* / nachuntersucht + Fragebögen retourniert)

- Die 17 Patienten in der Gruppe 3LT dyn & stat mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von weniger als 6 Monaten erzielten einen signifikant höheren Mittelwert der prozentualen Grobgriffkraft als die 7 Patienten mit einem Alter der SL-Bandruptur von mehr als 6 Monaten.
- Die 18 Patienten der Gruppe 3LT dyn & stat mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von weniger als 6 Monaten erzielten einen signifikant niedrigeren Mittelwert des VAS-Score, sowohl in Ruhe als auch bei Belastung, als die 7 Patienten mit einem Alter der SL-Bandruptur von mehr als 6 Monaten.
- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigten die Testungen auf Lageunterschiede bezogen auf die Messwerte der SL-Spaltweite, des SL-Winkel, der Extension, der Flexion, den Majo-Wrist-Score und den modifizierten Majo-Wrist-Score der 24 Patienten aus der Nachuntersuchung sowie der Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis, der Notwendigkeit von Rettungsoperationen, und den DASH-Score der 25 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

5.2.3 Zusammengefasste Gruppe: 3LT stat & dyn

Rentenbegehren:

- Aufgrund der niedrigen Zahl von $n = 3$ Patienten mit Rentenbegehren in der Gruppe 3LT dyn & stat war die statistische Auswertung der Ergebnisse aus der Nachuntersuchung und den Fragebögen nicht sinnvoll.

Berufsanamnese:

- Keinen statistisch relevanten Unterschied zeigte die Testung auf Lageunterschiede zwischen den 19 Patienten ohne postoperativ manuelle Belastung des operierten Handgelenkes versus der 5 Patienten mit postoperativ manueller Belastung bezogen auf die Ergebnisse der 24 nachuntersuchten Patienten bzw. der 29 Patienten bei denen ein Fragebogen vorlag.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.1 Vergleich der Operationszeiten:

Zusammenfassung:

- Im Kollektiv der mittels der SL-Bandnaht zuzüglich Kapsulodese versorgten Patienten zeigte sich kein statistisch relevanter Unterschied zwischen den Patientengruppen mit präoperativ dynamischer- oder statischer SL-Instabilität.
- Im Kollektiv der mittels 3-LT versorgten Patienten war präoperativ statischer SL-Instabilität die Operationsdauer mit Tendenz zur Signifikanz höher als bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität.
- Bei präoperativ statischer SL-Instabilität war die Operationszeit für die SL-Bandnaht mit Kapsulodese signifikant niedriger als für die 3LT.

OP-Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch
Anzahl:	n=20	n=20	n=10	n=27
Min	42'	39'	49'	63'
Max	101'	133'	130'	184'
Median	76'	79'	82'	105'
SD	±17,3'	±27,7'	±32,8'	±29,4'
Mittelwert (Ø)	73'	79'	84'	104'

Tabelle 59: Statistik: Statistik der Operationsdauer der verschiedenen OP- Verfahren insgesamt vom Schnitt bis zum Ende der Hautnaht in Minuten ('). Niedrigster Ø grün, höchster rot.

	p-Werte zu den OP-Zeiten:			
OP-Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch
Anzahl:	n=20	n=20	n=10	n=27
SL-Kaps dyn		p=0,444	p=0,318	-
SL-Kaps stat			-	p= 0,004
3LT dyn				p= 0,087

Tabelle 60: Kreuztabelle der p-Werte aus der Testung auf Lageunterschiede zwischen den OP-Zeiten der verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils **fett**.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.2 Vergleich der radiologischen Messwerte:

Zusammenfassung:

- Im Kollektiv der mittels SL-Bandnaht zuzüglich Kapsulodese versorgten Patienten waren die SL-Spaltweite und der SL-Winkel in der Gruppe SL-Kaps dyn sowohl präoperativ als auch spätpostoperativ signifikant niedriger als in der Gruppe SL-Kaps stat.
- Im Kollektiv der mittels 3LT versorgten Patienten war die SL-Spaltweite spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn mit Tendenz zur Signifikanz niedriger als in der Patientengruppe 3LT stat. Präoperativ waren sowohl SL-Spaltweite als auch SL-Winkel in der Gruppe 3LT dyn signifikant niedriger.
- Bei präoperativ statischer SL-Instabilität, war die SL-Spaltweite in der Gruppe SL-Kaps stat präoperativ signifikant und spätpostoperativ mit Tendenz zur Signifikanz niedriger als in der Gruppe 3LT stat.

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dynamisch	statisch
Anzahl:	n=12	n=11	n=5	n=19
Mittelwert (Ø) SL-Spaltweite präoperativ im stat. Röntgenbild (Median)	1,8 mm (1,9mm)	3,0 mm (3,1mm)	2,0 mm (2,0mm)	4,0 mm (3,7mm)
Ø SL-Spaltweite spätpostoperativ im stat. Röntgenbild (Median)	1,8 mm (1,9mm)	2,7 mm (2,5mm)	2,3 mm (2,0mm)	3,4 mm (3,6mm)
Ø SL-Winkel präOP (Median)	62° (61°)	72° (78°)	59° (57°)	75° (77°)
Ø SL-Winkel spätpostoperativ (Median)	60° (60°)	68° (70°)	61° (58°)	67° (67°)
Ø SL-Spaltweite präoperativ in der Ballaufnahme (Median)	3,6 mm (3,5mm)	4,6 mm (4,2mm)	3,7 mm (3,5mm)	6,1 mm (6,3mm)
Ø SL-Spaltweite spätpostoperativ in der Ballaufnahme (Median)	3,3 mm (3,4mm)	4,0 mm (3,9mm)	3,5 mm (3,4mm)	4,4 mm (4,5mm)

Tabelle 61: Übersicht über die radiologischen Messwerte (Mittelwert (Ø) und Median) der verschiedenen Patientengruppen im zeitlichen Verlauf. Niedrigster Ø grün, höchster rot.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

		p-Werte zu den radiologischen Messwerten:			
		SL-Spaltweite statisch /		SL-Winkel /	
		SL-Spaltweite Ballgriff			
OP- Verfahren:		SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:		dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:		n=12	n=11	n=5	n=19
<u>Aus den präoperativen Röntgenbildern:</u>					
SL-Kaps dyn	a)		<u>p=0,001</u> /	p=0,515 /	
	b)		<u>p=0,037</u> /	p=0,491 /	-
	c)		p=0,197	p=0,919	
SL-Kaps stat	a)				<u>p=0,043</u> /
	b)			-	p=0,438 /
	c)				<u>p=0,070</u>
3LT dyn	a)				<u>p<0,001</u> /
	b)				<u>p=0,006</u> /
	c)				<u>p=0,058</u>
<u>Aus den spätpostoperativen Röntgenbildern:</u>					
SL-Kaps dyn	a)		<u>p=0,016</u> /	p=0,263 /	
	b)		<u>p=0,036</u> /	p=0,945 /	-
	c)		<u>p=0,094</u>	p=0,936	
SL-Kaps stat	a)				<u>p=0,096</u> /
	b)			-	p=0,785 /
	c)				p=0,500
3LT dyn	a)				<u>p=0,062</u> /
	b)				p=0,229 /
	c)				p=0,118

Tabelle 62: Kreuztabelle der p-Werte aus der Testung auf Lageunterschiede der radiologischen Messwerte aus den prä- und postoperativen Röntgenbildern mittels T-Test zwischen den verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils **fett**.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.3 Vergleich der Arthroseentwicklung:

Zusammenfassung:

- Arthrotische Veränderungen lagen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei grob betrachtet der Hälfte der Patienten vor.
- Ein statistisch relevanter Unterschied zwischen den 4 Gruppen lag nicht vor.

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=12/13*	n=11	n=5	n=19/22*
Keine Arthrosezeichen	5 (42%) / 5 (38%)*	5 (46%)	3 (60%)	7 (37%) / 7 (32%)*
SLAC I	2 (17%) / 3 (23%)	1 (9%)	1 (20%)	7 (37%) / 7 (32%)*
SLAC II	2 (17%) / 2 (15%)*	3 (27%)	0 (%)	0 (%) / 2 (9%)*
SLAC III	3 (25%) / 3 (23%)*	2 (18%)	1 (20%)	5 (26%) / 6 (27%)*
Arthrotische Veränderungen vorhanden: (SLAC I, -II, -III)	7 (58%) / 8 (62%)*	6 (55%)	2 (40%)	12(63%)/ 15(68%)*
Höhergradige Arthrose vorhanden: (SLAC II & III)	5 (42%) / 5 (38%)*	5 (46%)	1 (20%)	5 (26%) / 8 (36%)*
Behandlungsbedürftige arthrotische Veränderungen:	2 (17%) / 3 (23%)*	2 (18%)	2 (40%)	3 (16%) / 6 (27%)*

Tabelle 63: Übersicht über die Häufigkeit der Entwicklung einer posttraumatischen Handgelenksarthrose spätpostoperativ in den verschiedenen Patientengruppen. Bei Markierung * sind Patienten mit Rettungsoperation aufgrund von Arthrose mitgezählt.

Bester Prozentwert grün, schlechtester rot.

-> Als „behandlungsbedürftige arthrotische Veränderungen“ wurden die Patienten erfasst, bei denen auf Grund der Handgelenksbeschwerden konservative oder weiterführende operative Therapie (einschließlich Rettungsoperationen) notwendig waren.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.4 Vergleich der Komplikationen:

Zusammenfassung:

- Bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität erzielten die mittels SL-Bandnaht mit Kapsulodese versorgten Patienten mit Tendenz zur Signifikanz eine niedrigere Anzahl an revisionspflichtigen Komplikationen als die mittels 3LT versorgten Patienten.
- Bei präoperativ statischer SL-Instabilität erzielten die mittels SL-Bandnaht mit Kapsulodese versorgten Patienten eine signifikant niedrigere Anzahl an revisionspflichtigen Komplikationen und eine signifikant niedrigere Anzahl an behandlungsbedürftigen oder unbefriedigenden Ergebnissen als die mittels 3LT versorgten Patienten.

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl Rückmeldungen:	n=18	n=15	n=7	n=32
Revisionspflichtige Komplikationen:	1 (6%)	0 (%)	3 (43%)	10 (31%)
Davon Rettungsoperationen:	1 (6%)	0 (%)	0 (%)	8 (25%)
Konservativ behandelte Patienten und Patienten mit starken Handgelenksbeschwerden:	5 (28%)	2 (13%)	0 (%)	5 (16%)
Behandlungsbedürftige Patienten und unbefriedigende Ergebnisse insgesamt:	6 (33%)	2 (13%)	3 (43%)	15 (47%)

Tabelle 64: Tabellarische Übersicht über die Häufigkeit der Entwicklung postoperativer Komplikationen in den verschiedenen Patientengruppen. Niedrigster Prozentwert grün, höchster rot.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

		p-Werte zu den Komplikationen: Revisionspflichtige Komplikationen / Behandlungsbedürftige oder unbefriedigende Ergebnisse insgesamt			
OP- Verfahren:		SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:		dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:		n=18	n=15	n=7	n=32
SL-Kaps dyn	a) b)		p=1,000 / p=0,413	p=0,053 / p=0,640	-
SL-Kaps stat	a) b)			-	p=0,019 / p=0,049
3LT dyn	a) b)				p=0,666 / p=1,000

Tabelle 65: p-Werte aus der Testung der Anzahl von Patienten mit revisionspflichtigen Komplikationen und Behandlungsbedürftigen oder unbefriedigende Ergebnisse mittels Fishers exaktem Test zwischen den Gruppen. Signifikanz jeweils **fett**.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.5 Vergleich der klinischen Ergebnisse:

Zusammenfassung:

- Im Kollektiv der mittels 3LT versorgten Patienten war der Mittelwert der Flexion in % zur gesunden Gegenseite in der Gruppe 3LT dyn mit Tendenz zur Signifikanz niedriger als in der Gruppe 3LT stat.
- Zwischen den 4 Gruppen lag kein statistisch relevanter Unterschied bezogen auf den VAS-Score in Ruhe und bei Belastung, den DASH-Score, den Mayo-Wirst-Score, den modifizierten Mayo-Wirst-Score und die Arbeitsfähigkeit vor.

Handgelenksbeweglichkeit und Grobgriffkraft:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn.	stat.	dyn	stat
Anzahl:	n=12	n=11	n=5	n=19
Operation der dominanten Hand	6 von 12	5 von 11	4 von 5	10 von 19
Mittelwert (Ø) der Extension in ° (Median)	50° (48°)	53° (50°)	42° (45°)	54° (55°)
Ø Extension in % zur gesunden Gegenseite (Median)	82 % (88 %)	79 % (79 %)	69 % (73%)	83 % (86 %)
Ø Flexion in ° (Median)	48° (48°)	50° (55°)	35° (40°)	54° (55°)
Ø Flexion in % zur gesunden Gegenseite (Median)	60 % (56 %)	62 % (65 %)	50 % (50 %)	70 % (74 %)
Ø Grobgriffkraft der operierten Seite in kg (Median)	39 kg (41 kg)	33 kg (34 kg)	33 kg (42 kg)	35 kg (34 kg)
Ø Grobgriffkraft in % zur gesunden Gegenseite (Median)	88 % (87%)	91 % (96 %)	70 % (84 %)	91 % (94 %)

Tabelle 66: Übersicht über die Mittelwerte und Mediane der Extension, Flexion und Grobgriffkraft der einzelnen Patientengruppen. Höchster Ø grün, niedrigster rot.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

		p-Werte zu den klinischen Messwerten:			
		Extension in % zur gesunden Gegenseite /			
		Flexion in % zur gesunden Gegenseite /			
		Grobgriffkraft in % zur gesunden Gegenseite			
OP- Verfahren:		SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:		dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:		n=12	n=11	n=5	n=19
SL-Kaps dyn	a)		p=0,585 /	p=0,188 /	-
	b)		p=0,773 /	p=0,373 /	
	c)		p=0,787	p=0,225	
SL-Kaps stat	a)			-	p=0,599 /
	b)				p=0,258 /
	c)				p=0,679
3LT dyn	a)				p=0,191 /
	b)				p=0,056 /
	c)				p=0,229

Tabelle 67: p-Werte der Testung auf Lageunterschiede der Extension, Flexion und Grobgriffkraft zwischen den verschiedenen Patientengruppen mittels T-Test oder Mann-Whitney-U-Test.

Signifikanz jeweils **fett**.

VAS- und DASH-Score:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=16	n=13	n=7	n=22
Mittelwert (Ø) der VAS 0-10 in Ruhe (Median)	1,0 (0)	0,8 (0)	2,0 (1,0)	0,6 (0)
Ø VAS 0-10 bei Belastung (Median)	3,5 (3,5)	2,9 (2,5)	4,1 (4,0)	2,7 (2,5)
Ø DASH-Score (Median)	22,9 (18,8)	14,7 (14,2)	20,9 (8,3)	15,0 (9,6)

Tabelle 68: Übersicht über die Mediane der VAS und des DASH-Score der einzelnen Patientengruppen. Niedrigster Ø grün, höchster rot.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

Mayo-Wrist-Score und modifizierter Mayo-Wrist-Score:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=12	n=11	n=5	n=19
Mittelwert (Ø) Mayo-Wrist-Punktescore (Median)	66 (70)	70 (70)	57 (65)	71 (70)
Ø Modifizierter Mayo-Wrist-Punktescore (Median)	81 (80)	79 (80)	67 (75)	81 (85)

Tabelle 69: Übersicht über die Mediane des Mayo-Wrist-Score und modifizierten Mayo-Wrist-Score der einzelnen Patientengruppen. Höchster Ø grün, niedrigster rot.

Arbeitsfähigkeit:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=16	n=13	n=7	n=22
Normale Arbeitsfähigkeit	7 (44%)	7 (54%)	4 (57%)	11 (50%)
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	7 (44%)	5 (38%)	2 (29%)	9 (41%)
Arbeitsfähig aber Arbeitslos	0	0	0	2 (9%)
Nicht Arbeitsfähig wegen Schmerzen	2 (12%)	1 (8%)	1 (14%)	0

Tabelle 70: Kreuztabelle der verschiedenen Patientengruppe und der Kategorie der Arbeitsfähigkeit. Bester Prozentwert grün, schlechtester rot.

- Die statistische Auswertung mittels Chi-Quadrat-Test war aufgrund der hohen Anzahl der Gruppen mit einer erwarteten Häufigkeit kleiner 5 nicht anwendbar.
- Bei Testung mittels Fishers exaktem Test ergab sich kein signifikanter Unterschied.
- In der Gruppe 3LT stat gab kein Patient Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Handgelenksschmerzen an. Die höchste Quote an Patienten mit Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Handgelenksschmerzen zeigte mit 14% (n=1) die Gruppe 3LT dyn.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

5.3.6 Vergleich der Begleitfaktoren:

Zusammenfassung:

- Zwischen den 4 Gruppen lag kein statistisch relevanter Unterschied im durchschnittlichen Patientenalter vor.
- Im Kollektiv der mittels SL-Bandnaht versorgten Patienten zeigte sich kein statistisch relevanter Unterschied bezogen auf das anamnestische Alter der SL-Bandruptur.
- Bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität war das anamnestische Alter der SL-Bandruptur in der Gruppe der mittels 3LT versorgten Patienten mit Tendenz zur Signifikanz höher als in der mittels SL-Bandnaht zusätzlich Kapsulodese versorgten Patienten.
- Bei präoperativ an einer statischen SL-Instabilität litten war das anamnestische Alter der SL-Bandruptur in der Gruppe der mittels 3LT versorgten Patienten signifikant höher als in der mittels SL-Bandnaht mit Kapsulodese versorgten Patienten.
- Zwischen den 4 Gruppen lag kein statistisch relevanter Unterschied bezogen auf das Vorliegen von Rentenbegehren, auf die Berufsanamnese und auf das Geschlecht vor.

Lebensalter:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=16	n=13	n=7	n=22
Min (Jahre)	17	28	24	27
Max (Jahre)	58	68	61	55
Median (Jahre)	41,5	45,0	42,0	45,0
SD (Jahre)	9,8	12,7	12,7	8,9
Mittelwert (Ø) (Jahre)	41,6	42,4	43,9	42,2

Tabelle 71: Statistische Daten zum Lebensalter der Patienten in den verschiedenen Patientengruppen. Patientenanzahl n= klinisch nachuntersuchte + Patienten mit postalisch retournierten Fragebögen. Höchster Ø grün, niedrigster rot.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

Geschlecht:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=16	n=13	n=7	n=22
Männlich	14 (88%)	10 (77%)	6 (86%)	17 (77%)
Weiblich	2 (12%)	3 (23%)	1 (14%)	5 (23%)

Tabelle 72: Übersichtstabelle zur Geschlechterverteilung in den verschiedenen Gruppen.

Niedrigster Prozentwert grün, höchster rot.

Alter der SL-Bandruptur:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=14	n=13	n=5	n=20
Min (Wochen)	2	2	15	7
Max (Wochen)	52	49	56	615
Median (Wochen)	18	10	34	58,5
SD (Wochen)	14,8	14,8	15,2	166,4
Mittelwert (Wochen)	20,6	15,8	35,8	113,5
Mittelwert (Ø) (Monate)	4,8	3,7	8,4	26,5
Anzahl der Fälle älter 6 Monate	4 (29%)	3 (23%)	4 (80%)	4 (70%)

Tabelle 73: Statistische Daten zum Alter der SL-Bandruptur in den verschiedenen Patientengruppen. Niedrigster Ø grün, höchster rot.

	p-Werte zum Vergleich des Rupturalters:			
OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität präoperativ:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=14	n=13	n=5	n=20
SL-Kaps dyn		p=0,408	p=0,066	p<0,001
SL-Kaps stat			p=0,021	p<0,001
3LT dyn				p=0,185

Tabelle 74: p-Werte der Testung auf Lageunterschiede der Altersangaben zur SL-Bandruptur zwischen den verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils **fett**.

5.3 Statistischer Vergleich der Operationsverfahren und der präoperativen Ausgangssituationen

Rentenbegehren:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=16	n=13	n=7	n=22
Rentenbegehren	6 (38%)	2 (15%)	3 (43%)	1 (5%)
Kein Rentenbegehren	10 (62%)	11 (85%)	4 (57%)	21 (95%)

Tabelle 75: Übersichtstabelle zur Häufigkeit von berufsgenossenschaftlichen versicherten Patienten und dem Vorliegen von Rentenbegehren aufgrund eines Arbeitsunfalles als Ursache der SL-Bandruptur in den verschiedenen Patientengruppen.

Niedrigster Prozentwert grün, höchster rot.

Berufsanamnese:

OP- Verfahren:	SL-Kaps		3-LT	
SL-Instabilität:	dyn	stat	dyn	stat
Anzahl:	n=15	n=12	n=7	n=22
Manuelle Belastung des operierten HG im Beruf postoperativ	5 (33%)	2 (17%)	3 (43%)	2 (9%)
Keine manuelle Belastung des operierten HG im Beruf postoperativ	10 (67%)	10 (83%)	4 (57%)	20 (91%)

Tabelle 76: Übersichtstabelle zur Häufigkeit von manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf in den verschiedenen Patientengruppen.

Niedrigster Prozentwert grün, höchster rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

In der folgenden Übersicht wurden Studien erfasst welche die postoperativen Ergebnisse der SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese oder der 3-Ligament-Tenodese nachuntersucht haben.

Autoren (Jahr)	Patientenzahl (n) & SL-Instabilität	OP-Technik	Studientyp / Ø Nachuntersuchungszeit ↓
<i>Wyrick, Youse et al.</i> (1998)	17 x statisch	SL-Bandnaht 13x zzgl. Kapsulodese	Retrospektiv / 30 Monate (2,5 a)
<i>Lavernia, Cohen et al.</i> (1992)	21x statisch oder dynamisch	SL-Bandnaht 14x zzgl. Kapsulodese	Retrospektiv / 33 Monate (2,8 a)
<i>Pomerance</i> (2006)	17x dynamisch	SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese	Retrospektiv / 66 Monate (5,5 a)
Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	13x dynamisch	SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese	Retrospektiv / 86 Monate (7,2 a)
Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	11x statisch	SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese	Retrospektiv / 89 Monate (7,4 a)
<i>Kalb, Blank et al.</i> (2009)	1x dynamisch 13 x statisch	3LT	Retrospektiv / 10,5 Monate
<i>Elgammal and Lukas</i> (2016)	12x dynamisch 8x statisch	3LT	Retrospektiv / 24 Monate (2 a)
<i>Pauchard, Dederichs et al.</i> (2013)	8x dynamisch 12x statisch	3LT	Prospektiv / 25 Monate (2,1 a)
<i>Garcia-Elias, Lluch et al.</i> (2006)	21x dynamisch 17x statisch	3LT	Retrospektiv / 46 Monate (3,8 a)
Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	5x dynamisch	3LT	Retrospektiv / 94 Monate (7,8 a)
Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	27x statisch	3LT	Retrospektiv / 94 Monate (7,8 a)

Tabelle 77 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:

Autor, Jahrgang, Patientenzahl und Typ der SL-Instabilität, getrennt nach OP-Technik und jeweils aufsteigend sortiert nach Nachuntersuchungszeitraum.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	Ø SL-Spaltweite in mm			Ø SL-Winkel in °			Rupturalter in Monaten Ø (min-max)	
	PräOP	Früh- postOP	Spät- postOP	PräOP	Früh- postOP	Spät- postOP		
Wyrick: 17x stat	4mm	2 mm	3 mm	78°	47°	72°	3 (0,1-16)	
Lavernia: 21x dyn & stat	3,2mm	-	1,9 mm	62°	-	57°	17 (1-84)	
Pomerance: 17x dyn	3 mm	-	3 mm	49°	-	55°	5 (4-9)	
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	1,8mm	2,0 mm	1,9 mm	62°	47°	59°	4,8 (0,5-12)	
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	2,7mm	2,4 mm	2,7 mm	70°	53°	66°	3,7 (0,5-11)	
Kalb: 14x dyn & stat	3,6mm	2,7 mm	3,3 mm	73°	64°	73°	-	
Elgammal: 20x dyn & stat	4 mm	2,5 mm	3 mm	82°	64°	77°	12 (4-18)	
Pauch- ard:	8x dyn	3,9mm	-	3,6mm	61°	-	66°	13,2 (2-79)
	12xstat				80°		81°	
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	-	-	-	-	-	-	
Dissertation 3LT: 5x dyn	2,0mm	2,2 mm	2,3 mm	59°	58°	61°	8,4 (3,5-13)	
Dissertation 3LT 19x stat	4,0mm	2,9 mm	3,4 mm	75°	51°	66°	26,5 (1,6-144)	

Tabelle 78 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:

Radiologische Messwerte, SL-Spaltweite und SL-Winkel, Ø Rupturalter in Monaten.

Keine Angaben: '-'. Jeweils niedrigster Ø grün, höchster rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	Ø Ext ° / % zur Ge- genseite	Ø Flex ° / % zur Gegenseite	Ø Griffkraft kg / % zur Gegenseite	Ø Patientenalter in Jahren
Wyrick: 17x stat	44° / 61%	47° / 61%	71%	35
Lavernia: 21x dyn & stat	normal	52° (69° Gegenseite) (63° präOP)	35 kg (33kg Gegenseite) (28kg präOP)	(14-52 Jahre)
Pomerance: 17x dyn	44°	50°	38 kg	36
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	50° / 82%	48° / 60%	39 kg / 88%	42
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	53° / 79%	50° / 62%	33 kg / 91%	41
Kalb: 14x dyn & stat	53° / -	35° / -	- / 80%	42
Elgammal: 20x dyn & stat	54° / (79% zu präOP)	41° / (68% zur präOP)	- / 81%	43
Pauch- ard:	8x dyn	43°	41°	43
	12x stat	44°	37°	
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	52° / 77%	51° / 74%	- / 65%	31
Dissertation 3LT: 5x dyn	42° / 69%	35° / 50%	33 kg / 70%	48
Dissertation 3LT: 19x stat	54° / 83%	54° / 70%	35 kg / 91%	41

Tabelle 79 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:

Durchschnitt der Extension, Flexion, Grobgriffkraft und Patientenalter.

Keine Angaben: '-'. Jeweils niedrigster Ø rot, höchster grün.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	Ø DASH 1 - 100	ØVAS präOP (1-10)	Ø VAS postOP (Ruhe / Belast.)	No return to work & Arbeitsun- fähigkeit	Schadenser- satzanspruch / Rentenbe- gehren
Wyrick: 17x stat	-	-	-	0	-
Lavernia: 21x dyn & stat	-	-	-	0	-
Pomerance: 17x dyn	31	3	3	(1x berentet)	6x (35%)
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	22,9	-	1,0 / 3,5	2x (17%)	5x (42%)
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	14,7	-	0,8 / 2,9	1x (7%)	2x (18%)
Kalb: 14x dyn & stat	25	5,2	2,8	-	-
Elgammal: 20x dyn & stat	Prä:37 Post:20	6	3	5x (25%)	-
Pauch- ard:	8x dyn	32,6	3,2 / 6,4	2,3 / 5,9 1,1 / 4,2	5x (25%) 10x (50%)
	12xstat	30,4			
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	-	-	(2x (5%) berentet)	-
Dissertation 3LT: 5x dyn	20,8	-	2,0 / 4,1	1x (20%)	3x (60%)
Dissertation 3LT 19x stat	15	-	0,6 / 2,7	0	0

Tabelle 80: Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:

Visuelle Schmerz-Analogskala, Arbeitsunfähigkeit, Rentenbegehren und Rentenbegehren.

Keine Angaben: '-'. Jeweils niedrigster Ø grün, höchster rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	weitere Funktionsscore	Ordinale Schmerzscores
Wyrick: 17x stat	Modifizierter Green and O'Brien-Score: 2x (%) exzellent/gut, 8x (%) ausreichend, 15x (%) schlecht	7x (41%) Ruheschmerzen
Lavernia: 21x dyn & stat	Patientenzufriedenheit Ø 9,0 von 10,0	19x (90%) schmerzfrei oder minimale Schmerzen 2x (10%) Belastungsschmerzen
Pomerance: 17x dyn	Mayo-Wrist-Score Ø 67 von 100: 2x (12%) gut, 10x (59%) befriedigend, 5x (29%) schlecht	1x (6%) schmerzfrei, 8x (47%) leichte Schmerzen 7x (41%) mittelstarke Schmerzen 1x (6%) starke Schmerzen
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	Mayo-Wrist-Score Ø = 66 von 100 Modifizierter Mayo-Wrist-Score Ø = 81 von 100 5x(42%)sehr gut, 6x(50%)gut, 1x(9%)schlecht	3x (19%) Schmerzfrei, 8x (50%) leichte Schmerzen, 4x (25%) mittelstarke Schmerzen, 1x (6%) unerträgliche Schmerzen
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	Mayo-Wrist-Score Ø = 70 von 100 Mod. Mayo-Wrist-Score Ø = 79 von 100 5x (45%) sehr gut, 4x (36%) gut, 2x (18%) befriedigend	4x (31%) Schmerzfrei, 7x (54%) leichte Schmerzen 2x (15%) mittelstarke Schmerzen
Kalb: 14x dyn & stat	Mod. Mayo-Wrist-Score Ø = 80 von 100 6x (43%) sehr gut, 4x (29%) gut, 3x (21%) befriedigend	-
Elgammal: 20x dyn & stat	Mayo-Wrist-Score: 7x (35%) exzellent, 2x (10%) gut, 8x (40%) befriedigend, 3x (15%) schlecht	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	Patient-related wrist evaluation von 100: Ø 39,6 (dyn), Ø 29,3 (stat)	-
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	28x (74%) keine Ruheschmerzen 8x (21%) milde Belastungsschmerzen 2x (5%) Schmerzen bei den meisten Alltagsbelast.
Dissertation 3LT: 5x dyn	Mayo-Wrist-Score Ø = 57 von 100 Mod. Mayo-Wrist-Score Ø = 67 von 100 2x (40%) sehr gut, 1x (20%) gut, 1x (20%) befriedigend, 1x (20%) schlecht	1x (20%) Schmerzfrei, 3x (60%) leichte Schmerzen, 1x (20%) unerträgliche Schmerzen
Dissertation 3LT 19x stat	Mayo-Wrist-Score Ø = 71 von 100 Mod. Mayo-Wrist-Score Ø = 81 von 100 11x (58%) sehr gut, 5x (26%) gut, 3x (16%) befriedigend	2x (11%) Schmerzfrei, 13x (68%) leichte Schmerzen, 4x (21%) mittelstarke Schmerzen

Tabelle 81: Literaturübersicht weitere Funktionsscores, ordinale Schmerzscores und Ergebniszufriedenheit. Keine Angaben: '-'. Bester Wert Ø grün, schlechtester rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	Arthrose	Bemerkungen zum Röntgenbild
Wyrick: 17x stat	-	-
Lavernia: 21x dyn & stat	3x degenerative Veränderungen, ohne fortgeschrittenen karpalen Kollaps => 14%	-
Pomerance: 17x dyn	2x (12%) SLAC I 1x (6%) SLAC II => 18 %	
Dissertation SL-Kaps: 13x dyn	3x (23%) SLAC I, 2x (15%) SLACII, 3x (23%) SLAC III =>62%	
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	1x (9%) SLAC I, 3x (27%) SLACII, 2x (18%) SLAC III =>55%	-
Kalb:14xdyn&stat	0	-
Elgammal: 20x dyn & stat	3x SLAC II =>15%	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	2x (10%) STT-Arthrose, 1x SLAC, 1x SLAC II => 20%	8x (40%) DISI, 1x (5%) Eintrübung des proximalen Kahnbeinpol (V.a. Kahnbeinnekrose)
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	7x (18%) degenerative Veränderungen am PSR, 2x (5%) globaler SLAC =>24%	1x (3%) DISI-Stellung, 1x (3%) VISI-Stellung
Dissertation 3LT: 5x dyn	1x (20%) SLAC I 1x mediokarpal =>40%	-
Dissertation 3LT 22x stat	7x (37%) SLAC I, 2x (9%) SLAC II 6x (27%) SLAC III, =>68%	-

Tabelle 82 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:

Arthroseentwicklung und Bemerkungen zum Röntgenbild.

Keine Angaben: '-'. Niedrigster Wert Ø grün, höchster rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

Autoren: (n) & SL-Instabilität	Rettungsoperationen (Ursache)	Andere Komplikationen (<i>ohne Arthrose</i>) / Operationen (Ursache)
Wyrick: 17x stat	2x proximal row carpektomie 2x Vollversteifung => 24%	1x Pin-Infekt
Lavernia: 21x dyn & stat	0	0
Pomrance: 17x dyn	0	2x Neurapraxie des N. radialis superficialis 2x oberflächlicher Pin-Infekt => 24%
Dissertation SL-Kaps: 18x dyn	1x MKTA (SLAC I) =>6%	0
Dissertation SL-Kaps: 15x stat	0	2x ulnare Translokation der proximalen Handwurzelreihe => 13%
Kalb: 14xdyn&stat	1x MKTA, 1x Vollversteifung bei (persist. Schmerzen) =>14%	0
Elgammal: 20x dyn & stat	1x Four-Corner-Fusion (SLAC II), 1x proximal row carpektomie (SLAC II) =>10%	0
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	1x STT-Fusion (STT-Arthrose), 2x Four-Corner-Fusion (SLAC III, Lunatum #) =>15%	1x Lunatumfraktur bei Bagateltrauma 2x CRPS 1x FCR- Sehnenansatzbeschwerden =>15%
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	0	1x abnorm hohe Flexionsfähigkeit. => 3%
Dissertation 3LT: 7x dyn	0	1x RSA (STT-Arthrose), 1x Revision bei Narbenbeschwerden, 1x Wundinfekt =>43%
Dissertation 3LT 32x stat	8x Rettungsoperation => 25%	1x Wundinfekt, 1x Kahnbein#, 1x Ankerlockerung, 1xCRPS, 1x ulnare Trans. =>16%

Tabelle 83 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT: Rettungsoperationen, andere Operationen und Komplikationen. Niedrigster Wert Ø grün, höchster rot.

5.4 Literaturrecherche und Übersichtstabellen

In manchen Studien wurde das SL-Band genäht, ohne dass zusätzlich eine Kapsulodese durchgeführt wurde.⁶²

In anderen Studien wurden unterschiedliche Operationsvarianten der SL-Bandnaht mit oder ohne zusätzliche Kapsulodese und teilweise auch die Durchführung einer Kapsulodese ohne Naht des SL-Bandes in einer Patientengruppe zusammengefasst.⁶³

In manchen Studien lagen anteilig zusätzliche Verletzungen wie Skaphoidfrakturen, intraartikuläre Radiusfrakturen oder vereinzelt auch eine LT-Bandläsion vor.⁶⁴

Abgesehen von der häufig zitierten Studie von *Lavernia, Cohen et al.* (1992) und der Studie von *Wyrick, Youse et al.* (1998) mit einem hohen Anteil der SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei 13 von 17 Patienten und ausschließlich statischer SL-Instabilität präoperativ wurden die Studien mit o.g. inhomogener Ausgangssituation nicht in den Übersichtstabellen aufgelistet.

Auch Studien, die ähnliche Varianten einer Versorgung der SL-Bandruptur mittels Bandersatzplastik beispielsweise durch eine FCR-Bandplastik in der von *Van Den Abbeele, Loh et al.* im Jahr 1998 publizierten Modifikation nach John K. Stanley nachuntersuchten⁶⁵ wurden nicht aufgelistet und nicht zum Vergleich der Messwerte herangezogen. In bestimmten Punkten der Diskussion wurden sie jedoch berücksichtigt.

(weitere Tabellen im Anhang unter 8.3)

⁶² *Bickert, Sauerbier et al.* (2000) || *Rosati, Parchi et al.* (2010) || *Hahn, Krimmer et al.* (1999)

⁶³ *Lavernia, Cohen et al.* (1992) || *Rohman, Agel et al.* (2014) || *Chen, Calfee et al.* (2015) || *Minami and Kaneda* (1993) || *Wyrick, Youse et al.* (1998)

⁶⁴ *Schweizer and Steiger* (2002) || *Rosati, Parchi et al.* (2010) || *Rohman, Agel et al.* (2014) || *Bickert, Sauerbier et al.* (2000) || *Minami and Kaneda* (1993)

⁶⁵ *Van Den Abbeele, Loh et al.* (1998) || *De Smet and Van Hoonacker* (2007) || *De Smet, Goeminne et al.* (2011) || *Chabas, Gay et al.* (2008) || *Talwalkar, Edwards et al.* (2006) || *Sousa, Aido et al.* (2014) || *Nienstedt* (2013)

6. Diskussion

Diese Arbeit orientiert sich an dem unter 2.3.1 genannten Algorithmus zur stadienadaptierten, operativen Therapie der vollständigen Ruptur des skapholunären Bandes (SL-Band) bei dynamischer- oder reponibler, statischer skapholunärer Instabilität (SL-Instabilität), ohne Knorpelschäden.

Es wurden die mittelfristigen Ergebnisse nach operativer Versorgung mittels SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese oder mittels 3 Ligament-Tenodese (3LT) nachuntersucht.

Die Patienten wurden getrennt nach präoperativ dynamischer- oder statischer SL-Instabilität erfasst und ausgewertet.

Somit werden 4 Patientengruppen unterschieden:

SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei dynamischer SL-Instabilität (SL-Kaps dyn), SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei statischer SL-Instabilität (SL-Kaps stat), 3LT bei dynamischer (3LT dyn) und 3LT bei statischer SL-Instabilität (3LT stat)

Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung liegt in den Patientengruppen 3LT dyn und 3LT stat bei durchschnittlich 7,8 Jahren und mindestens bei 5,8 Jahren postoperativ.

Er liegt in den Patientengruppen SL-Kaps dyn bei durchschnittlich 7,2 Jahren, in der Gruppe SL-Kaps stat bei durchschnittlich 7,4 Jahren und ebenfalls mindestens bei 5,8 Jahren.

Die klinischen und radiologischen Ergebnisse, sowie die Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen nach 3LT werden einerseits mit denen nach Naht des SL-Band zuzüglich dorsaler Kapsulodese verglichen, andererseits erfolgt der Literaturvergleich mit Studien welche mittels 3LT⁶⁶ oder mittels SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese operierte Patienten möglichst spät postoperativ nachuntersucht hatten.

⁶⁶ Garcia-Elias, Lluch et al. (2006) || Kalb, Blank et al. (2009)

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

6.1.1 SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität:

Bei dynamischer SL-Instabilität lagen präoperativ, in den statischen Röntgenbildern keine pathologisch erhöhten Messwerte vor, sodass eine Stellungskorrektur im Sinne einer Verringerung der SL-Spaltweite oder Aufrichtung des Skaphoid oder Lunatum durch die Operation auch nicht erforderlich war.

Die Auswertung in der Patientengruppe SL-Kaps dyn zeigte gute Ergebnisse für die SL-Spaltweite statisch, im Röntgenbild, mit Mittelwerten von jeweils <2 mm präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ (=Zeitpunkt der Nachuntersuchung). Bei keinem Patienten war die statische SL-Spaltweite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auf mehr als 3mm angestiegen.

Zwar war die SL-Spaltweite in der Ballgriff-Belastungsaufnahme bei über 50% der Patienten immer noch auf mehr als 3 mm erweitert, der Mittelwert lag mit 3,3 mm jedoch noch knapp unter dem präoperativen Ausgangswert. Nur ein Patient zeigte in der Ballgriffaufnahme eine SL-Spaltweite von >5 mm.

Der Mittelwert des SL-Winkels spätpostoperativ war mit 59° zufriedenstellend. Bei Betrachtung des zeitlichen Verlaufs war der Mittelwert des SL-Winkels spätpostoperativ zwar signifikant höher als frühpostoperativ, er lag jedoch noch unter dem, bereits präoperativ nicht pathologischen Niveau. Lediglich bei einem Patienten (8%) war der SL-Winkel auf >70° (=75°) angestiegen.

Ein relevanter Korrekturverlust der SL-Spaltweite und des SL-Winkels war insgesamt also nicht ersichtlich.

Eine von *Pomerance im Jahr 2006* publizierte Studie mit kürzerem Nachuntersuchungszeitraum und präoperativ ebenfalls rein dynamischer SL-Instabilität schildert geringgradig schlechtere Messwerte aus den Röntgenbildern. Dabei erzielten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung etwa 66 Monate postoperativ 17 Patienten mit präoperativ dynamischer SL-Instabilität eine durchschnittliche statische SL-Spaltweite von 3 mm (min. 2 mm & max. 4 mm) und eine SL-Spaltweite von 4 mm (min. 3 mm & max. 6 mm) in der Belastungsaufnahme. Der SL-Winkel betrug durchschnittlich 55° (min. 45° & max. 66°). Bei 3 Patien-

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

ten (18%) lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine statische SL-Instabilität vor, welche durch eine statische SL-Spaltweite von >3 mm und einen SL-Winkel von $>60^\circ$ definiert wurde. Bei 5 Patienten (29%) lag die SL-Spaltweite in der Belastungsaufnahme bei >5 mm, was als Versagen der SL-Bandnaht gewertet wurde.

Arthrotische Handgelenksveränderungen traten in der Patientengruppe SL-Kaps dyn mit $>60\%$ häufig auf und waren bei knapp der Hälfte dieser Patienten (3 von 13) auch behandlungspflichtig.

Bei 1 von 18 Patienten (6%) von denen wir eine verwertbare Rückmeldung erhielten war bei persistierenden Handgelenksschmerzen und SLAC I Arthrose die Notwendigkeit einer versteifenden Handgelenksoperation zu beklagen.

Die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis war mit 33% relativ hoch. Als unbefriedigend werteten wir das Ergebnis, wenn eine Rettungsoperation im Verlauf durchgeführt worden war, der Patient revisionspflichtige oder nicht operationspflichtige, jedoch behandlungsbedürftige Komplikationen entwickelt hatten, oder der DASH-Score > 39.9 , oder der VAS-Score bei Belastung $> 4,9$, oder Schmerzmitteleinnahme aufgrund von Handgelenksschmerzen erforderlich war, oder Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Handgelenksbeschwerden bestand, oder der Mayo-Score, oder der modifizierte Mayo-Wrist-Score ein schlechtes Ergebnis zeigte.

In der Studie von *Pomerance* (2006) war die Quote der Patienten mit schlechtem Ergebnis ähnlich hoch. Die Ergebnisse von 5 Patienten (29%) wurden als schlecht gewertet, weil persistierende Schmerzen bestanden, ein niedriger Mayo-Wrist-Score, ein niedriger DASH-Score, eine verminderte Handgelenksbeweglichkeit oder eine Erweiterung des SL-Spaltes in den Belastungsaufnahmen vorlagen, ohne dies jeweils genauer zu definieren. (Die Ergebnisse der Nachuntersuchung wurden als erfolgreich bewertet, wenn ein VAS-Score ≤ 3 und ein Mayo-Wrist-Score > 75 Punkte erzielt wurde.) Die Entwicklung von Handgelenksarthrose war mit 18% der Fälle der Studie, deutlich seltener als in unserer Patientengruppe SL-Kaps dyn. Konservativ behandelte Komplikationen wie Pin-Infekte und eine Neurapraxie des N. radialis superficialis traten in deren Studie

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

relativ häufig, bei 24% der Patienten auf. Rettungsoperationen waren nicht erforderlich geworden.

Die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand war im Vergleich zur nicht operierten Gegenseite in der Gruppe SL-Kaps dyn signifikant eingeschränkt und für die Flexion signifikant stärker eingeschränkt als für die Extension. In der Studie von *Pomerance* (2006) wurde ebenfalls eine vermehrte Einschränkung der Flexion im Vergleich zur Extension beschrieben. Als Ursache wird die stabilisierende und auch straffende Wirkung der dorsalen Kapsulodese angeführt.

Auch in einer von *Lavernia, Cohen et al.* im Jahr 1992 publizierten Studie war die Einschränkung der Flexion signifikant stärker als die, der Extension.

Die Grobgriffkraft der Gruppe SL-Kaps dyn war im Vergleich zur gesunden Gegenseite nur leicht reduziert.

Die Schmerzsituation schien mit einem durchschnittlichen VAS-Score von 3,5 bei Belastung noch moderat. Allerdings waren 2 Patienten (17%) aufgrund von Handgelenksschmerzen (1x bei SLAC II) nicht arbeitsfähig und erzielten ein schlechtes Ergebnis im Mayo-Wrist-Score.

Das klinische Gesamtergebnis war mit durchschnittlich 66 Punkten im Mayo-Wrist-Score und mit 81 von 100 Punkten im modifizierten Mayo-Wrist-Score, einem guten oder sehr guten Ergebnis bei 92% der Patienten und einem DASH-Score mit durchschnittlich 22,9 Punkten zufriedenstellend.

Der von *Krimmer, Wiemer et al.* im Jahr 2000 publizierte modifizierte Mayo-Wrist-Score verwendet eine modifizierte Schmerzbewertung, bewertet vor allem die Gebrauchsfähigkeit der Hand im Alltag und verzichtet auf eine Wertung der beruflichen Situation. Auch bei der Wertung der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft ist die Schwelle zur maximalen Punktzahl etwas niedriger angesetzt.

Der in der Studie von *Pomerance* (2006) erzielte durchschnittliche Mayo-Wrist-Score von 67 Punkten war unserem Ergebnis ähnlich und wurde als ausreichend gewertet. Dabei erzielten allerdings 5 Patienten (29%) ein schlechtes Ergebnis. Bei einem DASH-Score von 31 Punkten wurden mittelgradige funkti-

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

onelle Einschränkungen angenommen. Insgesamt wird im Verlauf der mehrzei-
tigen Nachuntersuchungen eine Verschlechterung der Ergebnisse mit unzuver-
lässigen langfristigen Ergebnissen beschrieben. Als Folge der Studie be-
schränkten die Autoren die Indikation zur SL-Bandnaht zzgl. dorsaler Kapsulo-
dese auf Patienten mit vollständiger Ruptur SL-Band, ohne Veränderungen in
den statischen Röntgenbildern und ohne hohe, tägliche Belastung des Handge-
lenkes in Beruf und Alltag. Der Schwerpunkt der Studie lag auf dem Vergleich
der Ergebnisse von Patienten mit und ohne manuelle Belastung in der Berufsa-
namnese. (siehe auch: 6.1.4)

In der von *Lavernia, Cohen et al. im Jahr 1992* publizierten Studie wurden 21x
Patienten mit vorwiegend dynamische SL-Instabilität präoperativ im Durch-
schnitt 32 Monate postoperativ nachuntersucht. Dabei wurde die SL-Bandnaht
zzgl. Kapsulodese bei 14 Patienten durchgeführt. Bei 4 Patienten wurde auf-
grund guter Reposition durch die SL-Bandnaht auf eine zusätzliche Kapsulode-
se verzichtet. Bei 3 Patienten, bei denen der membranöse, mittlere und der
dorsale Anteil des SL-Bandes nicht vollständig rupturiert waren wurde aus-
schließlich eine dorsale Kapsulodese durchgeführt. Eine pathologische Erweite-
rung der SL-Spaltweite und des SL-Winkel war im Rahmen des kürzeren Nach-
untersuchungszeitraumes nicht aufgetreten. Die Arthrosequote war mit 14%
gering. Es traten keine Komplikationen auf. Die Patienten waren zu 90%
schmerzfrei oder hatten nur minimale Schmerzen. Kein Patient war arbeitsun-
fähig. Die klinischen Ergebnisse waren besser als in unserer Patientengruppe
SL-Kaps dyn. Die Autoren empfehlen die SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese für
die meisten Fälle der SL-Dissoziation, unabhängig vom Alter der SL-
Bandruptur, falls keine arthrotischen Veränderungen vorliegen. (siehe auch
6.1.4)

➔ Den Ergebnissen unserer Studie entsprechend scheint die SL-Bandnaht zu-
sätzlich dorsaler Kapsulodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität weit-
gehend in der Lage zu sein einer pathologischen Erweiterung des SL-Spaltes
und des SL-Winkels vorbeugen zu können und eine physiologische Artikulation
der Handwurzelknochen erhalten zu können.

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

Trotzdem entwickelte sich öfter als in den Vergleichsstudien eine Handgelenksarthrose und verursachte häufig auch Beschwerden. Das Vorbeugen einer symptomatischen Handgelenksarthrose, scheint nicht sicher gewährleistet. Die Notwendigkeit der Rettungsoperation bei einem Patienten ist sehr unerfreulich, findet sich jedoch teilweise auch in anderen Studien⁶⁷ und bleibt die einzige revisionspflichtige Komplikation nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. Obwohl die Quote an Patienten mit einem unbefriedigenden Ergebnis aufgrund von Handgelenksschmerzen und nicht arbeitsfähigen Patienten etwas höher war als in den Vergleichsstudien, waren die klinischen Ergebnisse, bei leicht eingeschränkter Handgelenksbeweglichkeit und bei operationsmethodenbedingter, vermehrter Einschränkung der Handgelenksflexion insgesamt zufriedenstellend.

6.1.2 SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese bei präoperativ statischer SL-Instabilität:

In der Patientengruppe SL-Kaps stat war der Mittelwert der SL-Spaltweite spätpostoperativ mit durchschnittlich 2,7 mm wieder so hoch wie präoperativ und im Literaturvergleich relativ hoch, aber noch zufriedenstellend.

Der präoperativ pathologisch erweiterte SL-Winkel konnte zunächst korrigiert werden, mit signifikant niedrigeren Messwerten in den frühpostoperativen Aufnahmen. Er war spätpostoperativ jedoch wieder signifikant vergrößert, was einen deutlichen Korrekturverlust anzeigt. Die durchschnittlich 66° spätpostoperativ waren der schlechteste Wert im Literaturvergleich, lagen jedoch noch unter dem präoperativen Ausgangswert von durchschnittlich 70°.

Bei einer hohen Anzahl von mehr als 60% der Patienten lag spätpostoperativ eine Erweiterung des SL-Winkels auf <70° und/oder der SL-Spaltweite auf <3 mm, wie bei statischer SL-Instabilität vor.

⁶⁷ Wyrick, Youse et al. (1998) || Bickert, Sauerbier et al. (2000) || Berschback, Kalainov et al. (2010)

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

In einer von *Wyrick, Youse et al.* im Jahr 1998 publizierten Studie wurden 17 Patienten mit präoperativ statischer SL-Instabilität durchschnittlich 30 Monate postoperativ nachuntersucht. Es zeigte sich ein bedeutsamer Korrekturverlust von frühpostoperativ nach spätpostoperativ, den SL-Winkel und die SL-Spaltweite betreffend. Die SL-Bandreparatur konnte also den auf das Handgelenk wirkenden Belastungen im Verlauf nicht standhalten. Rechtfertigend wurde die schlechtere Ausgangsbedingung bei statischer SL-Instabilität mit durchschnittlich 78° SL-Winkel präoperativ im Vergleich zur Studie von *Lavernia, Cohen et al.* (1992) mit einem SL-Winkel von durchschnittlich nur 62° präoperativ angeführt.

Arthrotische Handgelenksveränderungen traten in der Gruppe SL-Kaps stat häufig, bei >50% (n=6) der Patienten auf. Davon litten 2 Patienten (18%) mit SLAC II Arthrose an behandlungsbedürftigen Schmerzen. Diese 2 zeigten im Röntgenbild zusätzlich eine ausgeprägte ulnare Translokation des Lunatums, welche prädisponierend auch präoperativ schon geringfügig vorhanden war. Zur Vermeidung dieser Komplikation sollte bei präoperativ bekannter ulnarer Translokation des Lunatums die Durchführung einer SL-Bandnaht im Einzelfall kritisch diskutiert und ggf. einer teilversteifenden Operation der Vorzug gewährt werden. (siehe auch: Diskussion der ulnaren Translokation unter 6.2.2)

Die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis beschränkte sich auf diese beiden Patienten. Bei keinem unserer Patienten waren weitere operative Eingriffe erforderlich geworden.

In der Studie von *Wyrick, Youse et al.* (1998) war im Verlauf bei 24% der Patienten eine Rettungsoperation erforderlich.

Wie aufgrund der dorsalen Kapsulodese zu erwarten, war die Handgelenksbeweglichkeit in der Gruppe SL-Kaps stat für die Flexion signifikant stärker eingeschränkt als für die Extension. Auch die Handgelenksbeweglichkeit insgesamt war im Vergleich zur nicht operierten Gegenseite signifikant eingeschränkt. Die Grobgriffkraft war im Vergleich zur gesunden Gegenseite nur minimal reduziert. Die Schmerzsituation erschien mit einem durchschnittlichen VAS-Score von 2,9

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

bei Belastung zufriedenstellend. Einer der beiden Patienten mit ulnarer Translokation des Lunatums war aufgrund von Handgelenksschmerzen arbeitsunfähig. Beide Patienten erzielten jeweils ein schlechtes Ergebnis im Mayo-Wrist-Score (18%). Im modifizierten Mayo-Wrist-Score war das Gesamtergebnis mit 81% gutem oder sehr gutem Ergebnis und im DASH-Score mit durchschnittlich 14,7 Punkten gut.

Die schlechtesten klinischen Ergebnisse im Literaturvergleich wurden in der Studie von *Wyrick, Youse et al.* (1998) erzielt. Als Konsequenz der insgesamt schlechten Ergebnisse und auf Empfehlung von MD William P. Cooney hin schränken die Autoren die Indikation zur SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese auf Patienten mit einem Rupturalter von weniger als 1 Jahr, ohne manuell belastende Berufsanamnese, einen SL-Winkel von $<70^\circ$ und eine SL-Spaltweite von $<5\text{mm}$ ein. Bei präoperativ statischer SL-Instabilität tendieren die Autoren nun zu mediokarpal versteifenden Operationen.

➔ Die SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese scheint bei präoperativ statischer SL-Instabilität allenfalls einer zunehmenden, endgradigen Erweiterung des SL-Spaltes und SL-Winkels vorbeugen zu können. Ein Korrekturverlust mit pathologisch erhöhten Messwerten kann jedoch nicht verhindert werden. Eine physiologische Artikulation der Handwurzelknochen wird nur kurzzeitig postoperativ wiederhergestellt, kann aber auf lange Zeit nicht sicher erhalten werden. Auch der Entwicklung einer Handgelenksarthrose kann nicht effektiv vorgebeugt werden. Die klinischen Ergebnisse waren trotz Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit, speziell der Flexion zufriedenstellend.

Die Anzahl von 2 Patienten mit schlechtem Ergebnis wovon ein Patient aufgrund von Handgelenksschmerzen nicht arbeitsfähig war, könnte in Zukunft durch eine kritischere Indikationsstellung möglicherweise noch reduziert werden.

Die Ergebnisse der Patientengruppe SL-Kaps stat waren insgesamt besser als in der Studie von *Wyrick, Youse et al.* (1998) und kaum schlechter als in der Studie von *Lavernia, Cohen et al.* (1992).

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

6.1.3 Vergleich SL-Kaps dyn vs SL-Kaps stat:

Der direkte Vergleich der SL-Spaltweite und des SL-Winkels beider Gruppen zeigte, wie erwartet, signifikant niedrigere Messwerte bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität. Dieser Unterschied konnte durch die Operation nicht angeglichen werden und blieb auch spätpostoperativ noch signifikant.

Auch die Korrelation der zusammengefassten Messwerte beider Gruppen ergab einen signifikanten, mittelgradigen Zusammenhang, dass Patienten mit präoperativ höheren Messwerten des SL-Winkels und der SL-Spaltweite auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung höhere Messwerte zeigten.

Die präoperative Ausgangssituation scheint den entscheidenden Faktor für den Erhalt der physiologischen Stellung und Artikulation der Handwurzelknochen postoperativ darzustellen.

Der Anteil an Patienten mit arthrotischen Veränderungen war in beiden Gruppen ähnlich und mit über 50% relativ hoch.

Der Anteil an behandlungsbedürftigen Beschwerden und Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis war in der Gruppe SL-Kaps dyn höher, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Eine Erklärung dafür ließ sich nicht finden. Möglicherweise waren die Beschwerdesymptomatik und der Leidensdruck bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität geringer, sodass postoperativ die eingeschränkte Funktionalität des Handgelenkes mit verminderter Beweglichkeit und Belastbarkeit durch die Patienten schlechter bewertet wurde.

Insbesondere der DASH-Score war in der Gruppe SL-Kaps dyn mit 22,9 etwas höher als in der Gruppe SL-Kaps stat mit 14,7. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Die Handgelenksbeweglichkeit, Griffkraft, die Schmerzsituation und die Ergebnisse der Funktionsscores waren ähnlich und gut bis zufriedenstellend.

Im Literaturvergleich fanden sich keine Studien, welche die Ergebnisse zwischen präoperativ dynamischer vs präoperativ statischer SL-Instabilität nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese direkt miteinander verglichen.

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

6.1.4 Begleitfaktoren bei SL-Kaps dyn & stat:

Lebensalter und Geschlecht:

Ein Zusammenhang zwischen dem Lebensalter oder dem Geschlecht und den Ergebnissen der Nachuntersuchung war in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat nicht ersichtlich.

Der Frauenanteil war mit 12% und 23% in den Gruppen SL-Kaps dyn und SL-Kaps stat niedrig.

Alter der SL-Bandruptur:

Das anamnestische Alter der SL-Bandruptur zeigte in den Gruppen SL-Kaps dyn (Ø 21 Monate) und SL-Kaps stat (Ø16 Monate) keinen relevanten Unterschied.

Innerhalb dieser Arbeit zeigten in der zusammengefassten Gruppe SL-Kaps dyn & stat 29% der Patienten eine anamnestisches Rupturalter der SL-Bandläsion von mehr als 6 Monaten. Bezogen auf die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung war ein Unterschied zwischen den 16 Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von <6 Monate und den 7 Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von >6 Monate nicht ersichtlich.

Im Literaturvergleich fanden sich einerseits Studien welche die Nähbarkeit von SL-Bandresten auf einen engen Zeitrahmen von 6 Wochen oder bis zu 6 Monate nach dem ursächlichen Trauma beschränkten.

In der von *Hahn, Krimmer et al. im Jahr 1999* publizierten Studie wird das Vorliegen von nähbaren SL-Bandresten im Zeitraum bis zu 6 Monate nach einem ursächlichen Trauma beschrieben. Bei einem Rupturalter von mehr als 6 Monaten waren die Bandreste degeneriert sodass die Durchführung einer Bandplastik notwendig wurde.

In der von *Garcia-Elias, Lluch et al. im Jahr 2006* publizierten Studie wird ein schlechtes Heilungspotential bei intraligamentären SL-Bandrupturen mit retrahierten oder nekrotischen Bandresten geschildert. Bei Avulsionen des SL-Bandes mit- oder ohne knöchernes Fragment kann jedoch selbst im chroni-

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

schen Stadium eine stabile Situation erreicht werden, wenn die Bandreste in ihrer ursprünglichen anatomischen Position refixiert werden.⁶⁸

In der von *Rohman, Agel et al. im Jahr 2014* publizierten Studie werden signifikant mehr Komplikationen in einer Gruppe von 28 Patienten mit einem anamnestischen Rupturalter von < 6 Wochen im Vergleich zur Gruppe von 59 Patienten mit einem anamnestischen Rupturalter von > 6 Wochen beschrieben.

Beide Patientengruppen zeigen allerdings insgesamt eine stark heterogene Zusammensetzung. So wurden unterschiedlichen Operationsmethoden wie die SL-Bandnaht mit und ohne Kapsulodese, die Reduction and association of the scaphoid and lunate‘ (RASL-) Prozedur oder der SL-Bandrekonstruktion mit einer modifizierten Brunelli Technik sowie SL-Bandläsion mit Begleitverletzungen wie der distalen Radiusfraktur in beiden Gruppen zusammengefasst.

Wieder andere Studien berichteten von der Nähbarkeit der SL-Bandreste auch noch mehr als 6 Monate nach dem ursächlichen Trauma, ohne schlechtere Ergebnisse zu erzielen.

In der von *Lavernia, Cohen et al. im Jahr 1992* publizierten Studie wurde die SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese durchschnittlich 17 Monate nach einem ursächlichen Trauma durchgeführt und nähbare Bandreste bis zu 84 Monate nach einem ursächlichen Trauma beschrieben. Den Autoren nach kommt die SL-Bandnaht mit oder ohne zusätzliche Kapsulodese bei den meisten Patienten mit akuter und subakuter SL-Bandläsion in Frage. Die besten Bedingungen bestünden im Fall einer knöchernen Avulsion des SL-Bandes.

In der von *Pomerance im Jahr 2006* publizierten Studie wurde die SL-Bandnaht bis zu 9 Monate und im Durchschnitt 5 Monate nach einem ursächlichen Trauma durchgeführt.

Die von *Chen, Calfee et al. im Jahr 2015* publizierte Studie vergleicht die klinischen Ergebnisse, das Auftreten eines SLAC, sowie die Messwerte aus den Röntgenbildern von Patienten nach Versorgung einer SL-Bandruptur mittels Bandnaht in Abhängigkeit vom Alter der Verletzung die zur SL-Bandruptur ge-

⁶⁸ *Garcia-Elias and Lluch (2016g)*

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

führt hatte. Die SL-Bandnaht wurde nur teilweise mit einer Kapsulodese ergänzt, ohne Nennung der jeweiligen Fallzahlen.

Ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Ergebnisse zwischen den 12 Patienten mit einem Alter der SL-Bandruptur von weniger als 6 Wochen und den 10 Patienten mit einem Alter der SL-Bandruptur zwischen 6-12 Wochen liegt nicht vor. Der Autoren werten die Ergebnisse beider Gruppen als ähnlich.

→ Den Ergebnissen unserer Arbeit nach zu urteilen, sollte der Zustand der SL-Bandreste intraoperativ bewertet werden. Falls nähbare Bandreste vorhanden sind, sollte auch bei einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von mehr als 6 Monaten die Naht des SL-Bandes gegenüber einem rekonstruktiven Verfahren bevorzugt werden.

Rentenbegehren:

Die Anzahl der Patienten mit Rentenbegehren in der zusammengefassten Gruppe SL-Kaps dyn & stat war niedrig und lag bei 28% (n=8).

Bei den Ergebnissen der klinischen Nachuntersuchung erzielten die Patienten mit Rentenbegehren einen signifikant höheren Durchschnittswert bezogen auf die Handgelenksextension in Prozent zur gesunden Gegenseite. Eine Erklärung hierfür könnte in der meist intensiveren physiotherapeutischen Nachbehandlung der berufsgenossenschaftlichen Patienten liegen. Bei Betrachtung der Absolutwerte der Extension in ° und der weiteren Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung war kein Unterschied ersichtlich.

In der o.g. Studie von *Rohman, Agel et al. (2014)* mit stark heterogener Zusammensetzung der Operationsmethoden und teilweise zusätzlichen Begleitverletzungen hatten die 11 Patienten mit Rentenbegehren eine signifikant höhere Quote an Rettungsoperation und ein höhere Rate an ‚noncompliance‘ als die 32 Patienten ohne Rentenbegehren.

→ In unserer Studie fand sich kein Hinweis darauf, dass das Vorliegen von Rentenbegehren einen Einfluss auf die Ergebnisse der Nachuntersuchung hat.

6.1 SL-Bandnaht zuzüglich dorsaler Kapsulodese

Ein solcher Zusammenhang kann jedoch vorkommen und wurde in anderen Studien ausführlich untersucht.⁶⁹

Berufsanamnese:

Die Anzahl der Patienten mit manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf lag in der zusammengefassten Gruppe SL-Kaps dyn & stat bei 26% (n=7).

Bei den Ergebnissen der klinischen Nachuntersuchung erzielten die Patienten ohne eine das betroffene Handgelenk manuell belastende Berufsanamnese nur bezogen auf die Handgelenksexension in Prozent zur gesunden Gegenseite einen signifikant höheren Durchschnittswert. Bei Betrachtung der Absolutwerte der Extension in ° und der anderen Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung waren keine Unterschiede ersichtlich. Speziell auch bei Betrachtung der Häufigkeit der Entwicklung einer posttraumatischen Handgelenksarthrose war kein Unterschied zwischen beiden Gruppen ersichtlich.

In der von *Pomerance im Jahr 2006* publizierten Studie erzielten die 8 Patienten mit manueller Belastung in der Berufsanamnese signifikant schlechtere Ergebnisse in der Handgelenksbeweglichkeit, der Griffkraft, dem VAS-Score, dem Mayo-Wrist-Score und der dynamischen SL-Spaltweite in der Belastungsaufnahme als die 9 Patienten der Gruppe ohne manuelle Belastung in der Berufsanamnese. Die Autoren vermuten das die SL-Bandnaht mit Kapsulodese der täglichen mechanischen Belastung auf Dauer nicht ausreichend standhalten kann.

➔ Den Ergebnissen unserer Arbeit nach hat manuelle Belastung des operierten Handgelenkes in der Berufsanamnese keinen negativen Einfluss auf die spät-postoperativen Ergebnisse.

⁶⁹ Gruson, Huang et al. (2013)

6.2 3-Ligament-Tenodese

6.2.1 3-Ligament-Tenodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität:

In der Patientengruppe 3LT dyn zeigten die konventionellen Röntgenbilder von präoperativ über frühpostoperativ nach spätpostoperativ sowohl die SL-Spaltweite, als auch den SL-Winkel betreffend keine signifikanten Veränderungen der Messwerte.

Bei dynamischer SL-Instabilität lagen präoperativ, in den statischen Röntgenbildern keine pathologisch erhöhten Messwerte vor, sodass eine Stellungskorrektur im Sinne einer Verringerung der SL-Spaltweite oder einer Aufrichtung des Skaphoid oder Lunatums durch die Operation auch nicht erforderlich war.

Spätpostoperativ waren die Mittelwerte der SL-Spaltweite mit 2,3 mm und des SL-Winkels mit 61° zwar die besten Werte im Literaturvergleich. Allerdings zeigten trotz der guten Ausgangssituation jeweils 1 Patient von 5 (=20%) spätpostoperativ eine SL-Spaltweite >3mm (3,4mm) und 1 Patient einen SL-Winkel >70° (72°), wie bei statischer SL-Instabilität. Dies entspricht wiederum einer hohen Quote an Patienten mit Verlust der physiologischen Artikulation der Handwurzelknochen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Arthrotische Veränderungen im Röntgenbild des Handgelenkes lagen bei 2 von 5 nachuntersuchten Patienten (40%) und somit häufiger als in den Studien des Literaturvergleiches vor.

Die Quote an revisionspflichtigen Komplikationen war mit 43% im Vergleich am höchsten und auch häufiger als die Quote von 30% in der von *Pauchard, Dederichs et al. im Jahr 2013* publizierten Studie mit einem relativ schlechtem Outcome.

Genauer betrachtet litten in der Gruppe 3LT dyn, unter anderem die 2 Arthrosepatienten an behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden. Davon hatte der Patient mit SLAC I Arthrose im Verlauf zusätzlich eine Arthrose im Gelenk zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT-Gelenk) entwickelt, welche mittels Resektions-Suspensions-Arthroplastik (RSA) erfolgreich operativ versorgt werden konnte, ohne Beschwerdenpersistenz.

6.2 3-Ligament-Tenodese

Im Literaturvergleich berichten *Pauchard, Dederichs et al.* (2013) über 2 Fälle von STT-Gelenksarthrose, von denen ein Patient mittels STT-Fusion operativ versorgt wurde. Als mögliche Ursache diskutieren die Autoren einerseits die vermehrte Belastung des STT-Gelenkes durch das aufgerichtete Kahnbein, andererseits auch eine möglicherweise inakkurate Positionierung des Bohrkanals im Kahnbein oder eine Veränderung der Gelenkflächenkongruenz als Folge des Druckes welcher über die Bandersatzplastik unter Verwendung der M. flexor carpi radialis Sehne (FCR- Bandplastik) geleitet wird.

Bei dem Patienten der Gruppe 3LT dyn mit SLAC III-Arthrose war 6,5 Monate postoperativ aufgrund von Narbenschmerzen eine Neurolyse der sensiblen Hautnerven durchgeführt worden. Intraoperativ konnte kein Neurom nachgewiesen werden. Dieser Patient mit Rentenbegehren war der Einzige dieser Gruppe (14%), welcher aufgrund von Handgelenksschmerzen arbeitsunfähig war, frühverrentet wurde und als einziger ein schlechtes Ergebnis im modifizierten Mayo-Wrist-Score erzielte.

Im Literaturvergleich finden sich ebenfalls Patienten mit Narbenbeschwerden und teilweise revisionspflichtiger Neuromentwicklung trotz routinemäßiger Exzision des Nervus interosseus posterior und auch wenn, wie bei von *Chabas, Gay et al.* im Jahr 2008 explizit beschrieben, die einzelnen Nervenäste gezielt dargestellt und geschont wurden. Von Neuromexzisionen bei 2 Patienten wurde auch in der Studie von *Van Den Abbeele, Loh et al.* (1998), bei 2 Patienten in der Studie von *Chabas, Gay et al.* (2008) und bei 3 Patienten in der Studie von *Talwalkar, Edwards et al.* im Jahr 2006 berichtet.

Ein Patient der Gruppe 3LT dyn erlitt einen revisionspflichtigem Wundinfekt, welcher folgenlos verheilte.

Von versteifenden Handgelenksoperationen im Sinne einer Rettungsoperation war im Verlauf bei keinem der 7 Patienten von denen wir verwertbare Rückmeldung erhielten berichtet worden.

6.2 3-Ligament-Tenodese

Sowohl die Handgelenksflexion als auch die Extension waren in der Gruppe 3LT dyn signifikant eingeschränkt und etwas niedriger als in den Vergleichsstudien. Der Durchschnittswert der Grobgriffkraft schnitt etwas besser ab, lag im Literaturvergleich jedoch auch am unteren Ende.

Die Mittelwerte der VAS waren mit durchschnittlich 4,1 bei Belastung noch zufriedenstellend und niedriger als in der Studie von *Pauchard, Dederichs et al.* (2013). Der durchschnittliche Mayo-Wrist-Score von 57 Punkten war niedrig aber noch ausreichend. Der durchschnittliche DASH-Score von 20,8 war zufriedenstellend und nahezu identisch mit den durchschnittlich 20 DASH-Punkten in der von *Elgammal and Lukas im Jahr 2016* publizierten und 20 Patienten umfassenden Studie.

→ Bei der kleinen Fallzahl von 5 Patienten ist die Aussagekraft der Ergebnisse in der Gruppe 3LT dyn stark eingeschränkt.

Aufgrund der hohen Quote (40%) an Patienten mit pathologisch erweiterten Messwerten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wird jedoch davon ausgegangen, dass das Operationsverfahren der 3LT auch bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität nicht geeignet ist eine pathologische Erweiterung der SL-Spaltweite und des SL-Winkels im zeitlichen Verlauf zu verhindern und eine physiologische Artikulation der Handwurzelknochen zu erhalten.

Auch der Entwicklung einer Handgelenksarthrose kann nicht effektiv vorgebeugt werden.

Die klinischen Ergebnisse waren etwas schlechter als in den Vergleichsstudien, jedoch ausreichend.

Die Anzahl an revisionspflichtigen Komplikationen war hoch.

Speziell bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität können alternative Verfahren zur Rekonstruktion des SL-Bandes wie die Interposition eines Knochen-Band-Knochen-Transplantates erwogen werden.⁷⁰

⁷⁰ *Kalb and Prommersberger (2009) || Soong, Merrell et al. (2013) || Gray, Cuenod et al. (2015)*

6.2 3-Ligament-Tenodese

6.2.2 3-Ligament-Tenodese bei präoperativ statischer SL-Instabilität:

In der Patientengruppe 3LT stat konnten die präoperativ pathologisch erhöhten Messwerte von durchschnittlich 4,0 mm SL-Spaltweite und 75° SL-Winkel auf einen signifikant niedrigeren Mittelwert, frühpostoperativ von 2,9 mm SL-Spaltweite und 51° SL-Winkel reduziert werden.

Im zeitlichen Verlauf von früh- nach spätpostoperativ erhöhten sich die Mittelwerte zwar signifikant auf 3,4 mm SL-Spaltweite und 66° SL-Winkel. Sie verblieben jedoch noch mit Tendenz zur Signifikanz niedriger als präoperativ. Wir vermuten, dass das als Bandersatz dienende Sehnenmaterial zwar im zeitlichen Verlauf vermehrt nachgibt, jedoch nicht endgültig zerreißt.

Bei einer hohen Zahl von mehr als 60% der Patienten lag spätpostoperativ eine Erweiterung des SL-Winkels auf $<70^\circ$ und/oder der SL-Spaltweite auf <3 mm, wie bei statischer SL-Instabilität vor.

Im Literaturvergleich wird das o.g. Phänomen einer Zunahme der durch die Operation korrigierten SL-Spaltweite und des SL-Winkels im zeitlichen Verlauf ebenfalls beschrieben.

Die von *Elgammal and Lukas im Jahr 2016* publizierte Studie dokumentiert eine signifikante Verschlechterung des SL-Winkels in beiden Patientengruppen und eine signifikante Verschlechterung der SL-Spaltweite bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität. Die unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften zwischen der FCR-Bandplastik und dem ursprünglichen SL-Band werden als mögliche Ursache für den Korrekturverlust genannt.

In der von *Chabas, Gay et al. im Jahr 2008* publizierten Studie vergrößerte sich der SL-Winkel minimal über das präoperative Niveau hinaus, ohne dass sich die SL-Spaltweite vergrößerte. Eine Dehnung der FCR-Bandplastik auf sagittaler Ebene wurde vermutet und auf die unterschiedlichen histologischen und mechanischen Eigenschaften im Vergleich zum ursprünglichen Band hingewiesen.

In der von *Sousa, Aido et al. im Jahr 2014* publizierten Studie vergrößerte sich die SL-Spaltweite im Verlauf. Die Messwerte des SL-Winkels waren nicht dokumentiert.

6.2 3-Ligament-Tenodese

In der von *Pauchard, Dederichs et al.* im Jahr 2013 publizierte Studie lag der SL-Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit 75° über dem präoperativen Messwert von 72° . Eine zunehmende Lockerung des Bandapparates wurde als Ursache vermutet.

Die Publikation von *Nienstedt* (2013) dokumentiert eine Zunahme des SL-Winkel und eine leichte Zunahme der SL-Spaltweite von postoperativ bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, ohne dass diese die präoperativen Ausgangswerte erreichten.

Mit Arthrose bei 68% der Patienten hatte die Gruppe 3LT stat die höchste Quote im Literaturvergleich. Etwas weniger als die Hälfte davon (27%) hatte behandlungsbedürftige Handgelenksschmerzen.

Die Patienten mit SLAC I Arthrose zeigten allerdings keine behandlungsbedürftigen Handgelenksbeschwerden.

Im Literaturvergleich werden Patienten trotz arthrotischer Veränderungen teilweise als beschwerdefrei beschrieben. Die Studie von *Garcia-Elias, Lluch et al.* (2006) schildert degenerative Veränderungen bei 9 von 38 Patienten (24%). Davon lagen bei 7 Patienten (18%) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung leichte degenerative Veränderungen am Proc. styloideus radii vor, bei denen therapiebedürftige Beschwerden verneint wurden.

Geringgradige arthrotische Veränderungen am Proc. styloideus radii haben unserer Meinung nach nicht zwangsläufig einen Krankheitswert. So zeigten sich initiale, arthrosetypische Veränderungen bereits in den Röntgenaufnahmen frühpostoperativ nach Metallentfernung bei 4 der 7 Patienten mit SLAC I in der Patientengruppe 3LT stat, bei 1 von 5 Patienten in der Patientengruppe 3LT dyn und bei 2 von 3 Patienten in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat. Eine mögliche Ursache könnte der mechanische Reiz bei beginnender manueller Belastung im Zeitraum zwischen Beendigung der Ruhigstellung nach 6 Wochen und dem Entfernen der temporären K-Draht Transfixation nach 8 Wochen sein.

6.2 3-Ligament-Tenodese

Die Anzahl an Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis der Gruppe 3LT stat war mit 15 von 32 (47%) Patienten hoch.

Unter anderem berichtete ein Patient telefonisch, ein komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS) entwickelt zu haben. Folgeoperationen waren bis dato nicht durchgeführt worden.

Im Literaturvergleich finden sich Fälle von CRPS relativ häufig, in allen o.g. Studien bis auf *Elgammal and Lukas (2016)* und *De Smet and Van Hoonacker (2007)*.

Die Anzahl an 31% revisionspflichtigen Komplikationen in der Gruppe 3LT stat war ebenfalls der höchste Wert im Literaturvergleich.

Davon hatte ein Patient unmittelbar postoperativ einen revisionspflichtigen Wundinfekt entwickelt.

Ein anderer Patient litt an den Beschwerden eines Ulnaimpaktionssyndroms, welches auf eine im postoperativen Verlauf aufgetretene Translokation des Os lunatum nach ulnar zurückzuführen war. Zunächst wurde die konservative Therapie und bei Beschwerdepogredienz das Durchführen einer Ulnaverkürzungsosteotomie empfohlen.

In der Studie von *Talwalkar, Edwards et al. (2006)* wurde von 2 Patienten berichtet bei denen postoperativ im Verlauf eine Ulnaverkürzungsosteotomie aufgrund ulnar betonter Handgelenksschmerzen durchgeführt wurde. Eine ulnare Translokation der Handwurzelreihe als Ursache wurde nicht beschrieben.

In der aktuellen, 7. Auflage von „Green's Operative Hand Surgery“ ermahnen Garcia-Elias und Lluch bei SL-Instabilität präoperativ eine ulnare Translokation des Lunatums auszuschließen, da sonst keine stabile Grundlage zur Bandrekonstruktion vorhanden sei.⁷¹ Normwertig sollten 2/3 der Breite des Lunatum in der d.p.-Aufnahme mit der Fossa lunata des Radius artikulieren.⁷²

Bei den 2 Fällen von ulnarer Translokation aus der Patientengruppe SL-Kaps stat zeigte das Lunatum präoperativ zu weniger als 50% der Breite eine Artikulation mit der Fossa lunata. Dies stellte einen Risikofaktor dar.

⁷¹ *Garcia-Elias and Lluch (2016j)*

⁷² *Schuind, Linscheid et al. (1992)*

6.2 3-Ligament-Tenodese

Ein weiterer revisionspflichtiger Patient der Gruppe 3LT stat erlitt 6 Monate postoperativ eine Kahnbeinfraktur ohne adäquates Trauma. Diese konnte mittels Mini-Plattenosteosynthese operativ versorgt und zur Ausheilung gebracht werden (siehe 5.2.1.2). Eine Rettungsoperation konnte vermieden werden. Im OP-Bericht zur 3LT fiel auf, dass der primär mit 3,2mm Durchmesser gebohrte Knochenkanal im Skaphoid vor Durchzug des FCR-Sehnenstreifens mit einem 4,5mm Bohrer erweitert wurde. Dies könnte das Kahnbein strukturell stark geschwächt haben.

In der aktuellen, 7. Auflage von Green's operative hand surgery empfehlen Garcia-Elias und Lluch in den ‚critical points‘⁷³ zur 3LT die Verwendung eines 2,7mm kanülierten Bohrers anstatt eines 3,2 mm Bohrers wie in der ursprünglichen Publikation aus dem Jahr 2006.⁷⁴

Im Literaturvergleich findet sich kein Fall einer mittels Osteosynthese versorgten Skaphoidfraktur nach SL-Bandrekonstruktion.

Die in der handchirurgischen Klinik Bad Neustadt angefertigte, von *Kalb, Blank et al. im Jahr 2009* publizierte Studie zur 3LT mit einem kürzeren Zeitraum von 10,5 Monaten schilderte die Notwendigkeit von Rettungsoperation noch bei einer geringeren Anzahl mit 2 von 14 (14%) Patienten und empfahl die Verwendung der 3-Ligament-Tenodese (3LT) bei gut reponibler statischer SL-Instabilität mit nicht nähbaren SL-Bandresten.

Bei 8 von insgesamt 32 Patienten (25%) in der Patientengruppe 3LT stat von denen wir verwertbare Rückmeldung erhielten waren im Verlauf aufgrund von progredienten Beschwerden, versteifende Handgelenksoperationen als Rettungseingriff durchgeführt worden.

Es wurden 5 Patienten mittels mediokarpaler Teilarthrodese (MKTA) und 3 mittels vollversteifender Arthrodese versorgt.

⁷³ Garcia-Elias and Lluch (2016e)

⁷⁴ Garcia-Elias, Lluch et al. (2006)

6.2 3-Ligament-Tenodese

Zusammenfassend waren die Ursachen der zur Rettungsoperation führenden Handgelenksbeschwerden bei 3 Patienten arthrotische Veränderungen, bei 2 Patienten ein geschädigtes Kahnbein und bei einem Patienten eine Lunatumnekrose.

Von 2 auswärts mit Rettungsoperation versorgten Patienten schilderte eine Patientin nach einem häuslichen Unfall 3,5 Monate postoperativ den Verdacht auf eine Ruptur der FCR-Bandplastik. Dies war retrospektiv jedoch nicht sicher als Ursache nachvollziehbar. Bei adäquatem Trauma muss nicht zwingend von einer Schwäche der Bandrekonstruktion ausgegangen werden.

Der in der Studie von *Pauchard, Dederichs et al.* (2013) beschriebene Ausriss der Sehnenfixation am Os lunatum wird weiter unten erläutert.

Von den insgesamt 3 Patienten der Gruppe 3LT stat mit geschädigtem Kahnbein lag neben der o.g. Fraktur eine weitere Kahnbeinfraktur bei nur leichtem Trauma und ein Fall mit Verdacht auf Kahnbeinnekrose vor. Als Ursache der Nekrose wird ein zu breiter Bohrkanal oder zu häufig eingebohrter Kanal im Kahnbein angenommen.

Ein Fallbericht über eine Kahnbeinfraktur auf dem Boden einer avaskulären Nekrose des proximalen Kahnbeinpols mehr als 1 Jahr nach operativer Versorgung einer SL-Instabilität mittels 3-Ligament-Tenodese wurde von *De Smet, Sciote et al.* im Jahr 2011 publiziert. Technisch war eine modifizierte Version der 3LT mit Knochenankerfixation des FCR-Sehnenstreifens sowohl dorsal im Lunatum als auch dorsal im Skaphoid durchgeführt worden. Obwohl im publizierten Fall das Aufrichten des flektierten Skaphoids leicht möglich war, so dass auf eine ausgedehnte Exzision von Narbengewebe verzichtet werden konnte, wurde allgemein das Darstellen und Mobilisieren des Kahnbeins intraoperativ als hauptsächlicher Risikofaktor für eine gestörte Blutversorgung des proximalen Pols gewertet. Der proximale Kahnbeinpol wird lediglich durch einen Ast, dorsal aus der arteria radialis retrograd über intraossäre Gefäßkanäle vom distalen Kahnbeinpol kommend versorgt.⁷⁵ Auch der Durchmesser und die Positionie-

⁷⁵ *Taleisnik and Kelly* (1966) || *Gelberman and Menon* (1980)

6.2 3-Ligament-Tenodese

Die Bohrung des schräg verlaufenden und somit weit bis in den proximalen Kahnbeinpol reichenden Bohrkanals werden als Risikofaktor für eine Störung der intraossären Blutversorgung diskutiert. Als Konsequenz verwenden die Autoren nun einen 2,0-2,5 mm Bohrer und positionieren den Bohrkanal lediglich quer von palmar nach dorsal, durch den distalen Kahnbeinpol verlaufend, angelehnt an die ursprüngliche, von *Brunelli and Brunelli im Jahr 1995* publizierte Technik. Einen anderen Fall von Skaphoidnekrose, ohne das Vorhandensein eines Bohrkanals im Skaphoid schildern *Berschback, Kalainov et al. im Jahr 2010* nach Durchführung einer dorsalen Kapsulodese und SL-Bandnaht mit Platzierung von 3 metallischen Knochenankern im Skaphoid. Auch in der Studie von *Sousa, Aido et al. (2014)* wird im Röntgenbild eine Eintrübung des proximalen Kahnbeinpoles mit Verdacht auf Nekrose beschrieben.

Bei einem weiteren rettungsoperationspflichtigen Patienten der Gruppe 3LT stat wurde nach MRT-Untersuchung des Handgelenkes der Verdacht auf eine Nekrose des Os lunatum gestellt. 6,5 Jahre postoperativ wurde eine Entfernung der proximalen Handwurzelreihe zuzüglich einer Vollversteifung des Handgelenkes durchgeführt. Der Histologiebefund bestätigte die Verdachtsdiagnose.

Ein Fall von Mondbeinnekrose nach 3LT findet sich im Literaturvergleich nicht. *Pauchard, Dederichs et al. (2013)* beschreiben das Auftreten einer Fraktur des Lunatum im Rahmen eines Bagatelltrauma 11 Monate postoperativ. Dabei war die Sehnenfixation im Os lunatum gerissen, der SL-Spalt erweitert und das Lunatum nach dorsal verkippt (DISI-Stellung). Als Rettungsoperation wurde eine MKTA durchgeführt.

In einer Publikation von *Bickert, Sauerbier et al. im Jahr 2000* wird ein Fall von Mondbeinnekrose nach SL-Bandnaht unter Verwendung eines Knochenankers beschrieben. Als Rettungsoperation wurde eine Fusion von Skaphoid und Karpitatum durchgeführt.

Die Messwerte der klinischen Untersuchung der Gruppe 3LT stat zeigten signifikant niedrigere Durchschnittswerte der Handgelenksexension, -Flexion und der Grobgriffkraft im Vergleich zur gesunden Gegenseite, jedoch die besten

6.2 3-Ligament-Tenodese

Werte im Literaturvergleich. Die prozentuale Flexionsfähigkeit war mit Tendenz zur Signifikanz etwas stärker eingeschränkt als die prozentuale Extension.

Anders als bei der ursprünglichen, von *Brunelli and Brunelli im Jahr 1995* publizierten Technik, bei der der FCR-Sehnenstreifen, nach Durchzug durch den BohrkanaI im Skaphoid dorsal am Os lunatum und dorsal am Radius ulnar festgenäht wurde und eine Handgelenksflexionsfähigkeit zwischen 30-60% der Gegenseite erreicht wurde, überkreuzt der FCR-Sehnenstreifen bei der 3LT oder der nach *Van Den Abbeele, Loh et al. (1998)* modifizierten FCR-Tenodese das radiokarpale Gelenk nicht. Dadurch sollte eine vermehrte Einschränkung der Flexionsfähigkeit vermieden werden.

Im Literaturvergleich dokumentieren jedoch alle Studien außer der Publikation von *De Smet and Van Hoonacker (2007)* eine vermehrte Einschränkung der Flexionsfähigkeit im Vergleich zur Extensionsfähigkeit.

Dies könnte wie in der Studie von *Nienstedt (2013)* angedeutet auch durch Vernarbungen in Folge des operativen Zugangsweges dorsal am Handgelenk erklärt werden.

Bei den klinischen Ergebnissen der Gruppe 3LT stat waren die durchschnittlichen Punkte auf der VAS mit 2,7 bei Belastung der beste Wert im Literaturvergleich. Kein Patient war aufgrund von Handgelenksschmerzen arbeitslos geworden.

Im Mayo-Wrist-Score wurden durchschnittlich 71 Punkte und im modifizierten Mayo-Wrist-Score 81 Punkte sowie mit 58% sehr gut 26% gut und 16% befriedigend ein gutes Ergebnis erzielt.

Der DASH-Punktescore ergab ein gutes Ergebnis mit durchschnittlich 15,0 Punkten und das beste Ergebnis des Literaturvergleichs. Die schlechtesten DASH Mittelwerte waren in den Studien von *Pauchard, Dederichs et al. (2013)* mit 31 Punkten dokumentiert.

Die Studie von *Pauchard, Dederichs et al. (2013)* schildert nach unserer Arbeit die zweithäufigste Anzahl an revisionspflichtigen Komplikationen und führt dies unter anderem auf den hohen Anteil an Patienten mit manueller Belastung in der Berufsanamnese zurück. (siehe auch: 6.2.4) Die 3LT wird als technisch an-

6.2 3-Ligament-Tenodese

spruchsvolles Operationsverfahren, welches zu Komplikationen führen kann beschrieben.

→ Ähnlich der SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese scheint die 3LT bei präoperativ statischer SL-Instabilität zwar kurzfristig eine physiologische Artikulation der Handwurzelknochen wiederherzustellen, kann diese jedoch im zeitlichen Verlauf nicht effektiv erhalten. Es kann allenfalls eine zunehmende, endgradige Erweiterung des SL-Spaltes und SL-Winkels verhindert werden.

Auch der Entwicklung einer Handgelenksarthrose kann nicht ausreichend vorgebeugt werden. Die klinischen Ergebnisse waren trotz Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit und der Griffkraft gut und auch besser als in den Vergleichsstudien. Der große Anteil von 25% der Patienten mit zwischenzeitlich erfolgter Rettungsoperation war jedoch von der klinischen Untersuchung ausgeschlossen.

Die Anzahl der revisionspflichtigen Komplikationen und notwendigen Rettungsoperationen nach 3LT war sowohl bei präoperativ dynamischer als auch statischer SL-Instabilität entschieden zu hoch.

Die 3LT erscheint als kurativer Eingriff bei Patienten mit dynamischer oder reponibler statischer SL-Instabilität und nicht nähbaren SL-Bandresten ungeeignet.

Alternativ sollten weniger invasive Behandlungsverfahren wie beispielsweise die dorsale Kapsulodese⁷⁶ oder die symptomatische Therapie mittels Denervation oder eine konservative, schmerzlindernde Therapie diskutiert werden.

Speziell bei Patienten mit statischer SL-Instabilität kann vorgezogen auch die knöcherne Stabilisierung durch eine teilversteifende Rettungsoperation wie beispielsweise die mediokarpale Teilarthrodese erwogen werden.⁷⁷

⁷⁶ Gajendran, Peterson et al. (2007) || Stephan, Prommersberger et al. (2009) || Megerle, Bertel et al. (2012)

⁷⁷ Krimmer, Wiemer et al. (2000) || Ferreres, Garcia-Elias et al. (2009) || Neubrech, Muhlendorfer-Fodor et al. (2012) || Luegmair and Saffar (2013)

6.2 3-Ligament-Tenodese

6.2.3 Vergleich 3LT dyn vs 3LT stat:

Der direkte Vergleich der radiologischen Messwerte der Patientengruppen 3LT dyn und 3LT stat zeigte, wie erwartet bei der präoperativen Ausgangssituation signifikant niedrigere Messwerte der SL-Spaltweite und des SL-Winkels in der Gruppe 3LT dyn.

Spätpostoperativ war in der Gruppe 3LT dyn die SL-Spaltweite noch mit Tendenz zur Signifikanz niedriger. Bezogen auf den SL-Winkel war der Unterschied zwischen 3LT dyn und 3LT stat noch ersichtlich aber nicht mehr signifikant.

Die Korrelation der zusammengefassten Messwerte beider Gruppen ergab einen signifikanten, mittelgradigen Zusammenhang, dass Patienten mit präoperativ höheren Messwerten des SL-Winkels und der SL-Spaltweite auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung höhere Messwerte zeigten.

Die präoperative Ausgangssituation scheint also auch bei der 3LT der entscheidende Faktor für das Ausmaß der Fehlstellung der SL-Spaltweite und des SL-Winkels spätpostoperativ zu sein. Eine physiologische Stellung und Artikulation der Handwurzelknochen konnten jedoch in beiden Gruppen nicht erhalten werden.

Ähnlich zu unseren Ergebnissen schilderten *Elgammal and Lukas im Jahr 2016* bei der Nachuntersuchung, signifikant niedrigere Messwerte der SL-Spaltweite und des SL-Winkels nach 3LT bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität und höhere Werte bei präoperativ statischer SL-Instabilität.

Die Anzahl an revisionspflichtigen Komplikationen war in den beiden Gruppen 3LT dyn & 3LT stat mit mehr als 30% hoch.

Die Anzahl der Patienten mit posttraumatischer Handgelenksarthrose war in der Gruppe 3LT dyn mit 40%, etwas niedriger (ohne Signifikanz) als in der Gruppe 3LT stat mit 68%. Eine effektive Arthroseprävention war in beiden Gruppen nicht möglich.

Die Patientengruppe 3LT dyn erzielte im direkten Vergleich mit Tendenz zur Signifikanz eine niedrigere prozentuale Flexionsfähigkeit als die Patientengruppe 3LT stat. Die mittleren Werte für Extension und Grobgriffkraft waren bei 3LT

6.2 3-Ligament-Tenodese

dyn ebenfalls etwas niedriger als bei 3LT stat. Der Unterschied war statistisch jedoch nicht relevant. Eine Erklärung dafür ließ sich nicht finden.

Im Vergleich zu dem einen Patienten mit Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Handgelenksschmerzen in der Gruppe 3LT dyn war in der Gruppe 3LT stat kein Patient arbeitsunfähig geworden.

Die Gruppe 3LT stat zeigte etwas niedrigere Schmerzangaben, jedoch ohne signifikanten Unterschied.

Auch bei den Funktionsscores DASH-, Mayo-Wrist-Score und modifizierter Mayo-Wrist-Score waren die Mittelwerte bei 3LT dyn weniger gut als in der Gruppe 3LT stat. Auch hier war der Unterschied statistisch nicht relevant.

Insgesamt wurden nach 3-Ligament-Tenodese bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität also etwas weniger gute, jedoch noch zufriedenstellende klinische Ergebnisse erzielt als bei präoperativ statischer SL-Instabilität.

In der Studie von *Pauchard, Dederichs et al.* (2013) erzielte die Patientengruppe mit präoperativ statischer SL-Instabilität eine teilweise signifikant bessere Schmerzreduktion, höhere Griffkraft, bessere HG-Beweglichkeit und bessere Werte im Patient-related wrist evaluation (PRWE)- Score als die Gruppe mit präoperativ dynamischer SL-Instabilität.

In den Studien von *Elgammal and Lukas* (2016), *Chabas, Gay et al.* (2008) und *Talwalkar, Edwards et al.* (2006) wurden ebenfalls die klinischen Ergebnisse der Patientengruppen mit präoperativ dynamischer oder statischer SL-Instabilität miteinander verglichen. Ein Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen zeigte sich dabei nicht.

6.2 3-Ligament-Tenodese

6.2.4 Begleitfaktoren bei 3-LT dyn & stat:

Lebensalter und Geschlecht:

Obwohl zum Operationszeitpunkt alle Patienten im berufsfähigen Alter waren und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung max. 68 Jahre alt, scheint das aufwendige Operationsverfahren der 3-Ligament-Tenodese und die Nachbehandlung bei älteren Menschen mit vermehrten Einschränkungen verbunden zu sein, als dies bei jüngeren Patienten der Fall ist.

Patienten mit höherem Lebensalter erzielten mit Tendenz zur Signifikanz einen niedrigeren Wert der Handgelenksextension, -Flexion und einen niedrigeren Punktwert im Mayo-Wrist-Score. Das durchschnittliche Alter der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis und mit höhergradiger SLAC II oder SLAC III Arthrose war signifikant höher und lag über 50 Jahren.

Das Durchschnittsalter der Studien aus dem Literaturvergleich lag zwischen 42-43, mit Ausnahme der Studie von *Garcia-Elias, Lluch et al. (2006)* mit einem durchschnittlichen Alter von 31 Jahren.

Aufgrund der niedrigen Zahl an nachuntersuchten Frauen von $n < 5$ in der Gruppe 3LT dyn & stat konnte die Frage nach einem geschlechtsabhängigen Unterschied der Ergebnisse der Nachuntersuchung nicht beantwortet werden. Studien die ihre Ergebnisse bezogen auf das Patientenalter oder das Geschlecht verglichen, fanden sich im Literaturvergleich nicht.

Alter der SL-Bandruptur:

Die Altersangaben der SL-Bandruptur lagen bei den Patienten nach 3LT sowohl bei präoperativ dynamischer als auch bei präoperativ statischer SL-Instabilität deutlich über den Angaben der Patienten welche mittels SL-Bandnaht mit Kapulodese versorgt wurden.

Das bekräftigt die Annahme, dass bei weiter in der Vergangenheit liegendem Trauma seltener vitale, nähbare SL-Bandreste vorhanden sind. Nichtsdestotrotz scheint, ein höheres Alter der SL-Bandruptur das Vorhandensein nähbarer SL-Bandreste nicht auszuschließen.

6.2 3-Ligament-Tenodese

Die retrospektive Anamnese des Alters der SL-Band Ruptur zum Zeitpunkt der Indikationsstellung gestaltete sich speziell in der Patientengruppe 3LT stat als schwierig, war teilweise nicht möglich oder sehr ungenau. Die Altersangaben lagen bei 3LT stat zwischen 4,5 Monaten bis 11 Jahren mit einem Mittelwert von 26 Monaten.

Innerhalb der zusammengefassten Gruppe 3LT dyn & stat zeigten 76% (n=19) der Patienten ein anamnestisches Rupturalter der SL-Bandläsion von mehr als 6 Monaten.

Bezogen auf die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung zeigten die Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von weniger als 6 Monaten signifikant bessere Werte der prozentualen Grobgriffkraft, des VAS-Score in Ruhe und bei Belastung, sowie eine signifikant niedrigere Rate an SLAC-Arthrose als die Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von mehr als 6 Monaten.

→ Trotz dieser Tendenz zu besseren klinischen Ergebnissen und weniger Arthrose bei anamnestisch jüngerer SL-Bandruptur ist unserer Erfahrung nach, eine zuverlässige Anamnese des Alters der SL-Bandläsion kaum möglich sodass dieses im Endeffekt keine Einschränkungen bezogen auf die Indikationsstellung zur 3LT zur Folge haben sollte.

Rentenbegehren:

Aufgrund der niedrigen Zahl von <5 Patienten mit Rentenbegehren in der Gruppe 3LT dyn & stat konnte die Frage nach einem Unterschied der Ergebnisse der Nachuntersuchung in Abhängigkeit von Rentenbegehren nicht beantwortet werden.

Beim Literaturvergleich wurden in den Studien von *Van Den Abbeele, Loh et al.* (1998), *Chabas, Gay et al.* (2008) und *Talwalkar, Edwards et al.* (2006) schlechtere Ergebnisse der klinischen Messwerte und der subjektiven Bewertungen in den Patientengruppen mit Rentenbegehren beschrieben.

6.2 3-Ligament-Tenodese

In der Studie von *Pauchard, Dederichs et al.* (2013) waren die vergleichsweise schlechteren klinischen Messwerte der Patientengruppe mit anerkanntem Arbeitsunfall als Ursache der SL-Bandläsion nicht signifikant schlechter. Im Unterschied zu den anderen, retrospektiven Studien war deren Studie als einzige prospektiver Natur. Zwar erbrachte die Gruppe mit anerkannten Arbeitsunfällen einseitig schlechtere klinische Messwerte, allerdings fielen die klinischen Messwerte dieser Patientengruppe bereits in der präoperativen Ausgangsuntersuchung schlechter aus.

Berufsanamnese:

Innerhalb der zusammengefassten Gruppe 3LT dyn & stat lag der Anteil an Patienten mit manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf bei 17% (n=5).

Ein Zusammenhang zwischen der Berufsanamnese und den Ergebnissen der Nachuntersuchung war in der Gruppe 3LT dyn & stat nicht ersichtlich.

Beim Literaturvergleich sehen *Pauchard, Dederichs et al.* (2013) in der Patientengruppe mit statischer SL-Instabilität die Ursache für schlechte klinische Ergebnisse und Komplikationen im hohen Anteil von 91% Handwerkern. Als Konsequenz verzichtet die Gruppe auf die Durchführung einer 3LT bei Patienten mit beruflich manuell belastender Tätigkeit und führen stattdessen auch bei reponibler statischer SL-Instabilität eine Fusion von Skaphoid und Kapitatum durch.

6.3 Vergleich SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese vs 3LT:

Bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität zeigte die Patientengruppe nach 3LT zwar kaum schlechtere durchschnittliche radiologische Messwerte präoperativ und spätpostoperativ als die Gruppe nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. Im Gegensatz dazu zeigte in der größeren Gruppe SL-Kaps dyn jedoch auch spätpostoperativ nur ein Patient (8%) einen pathologisch erhöhten Messwert, den SL-Winkel betreffend im Vergleich zu 2 Patienten (40%) in der Gruppe 3LT dyn.

Bei präoperativ statischer SL-Instabilität war die SL-Spaltweite nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese spätpostoperativ zwar mit Tendenz zur Signifikanz niedriger, der präoperative Ausgangswert war jedoch bereits ebenfalls signifikant niedriger. Bezogen auf den SL-Winkel zeigten die Mittelwerte sowohl prä- als auch spätpostoperativ keinen signifikanten Unterschied.

Die Quote an Patienten mit spätpostoperativ pathologisch erhöhten Messwerten der SL-Spaltweite und des SL-Winkels lag in beiden Gruppe über 60%.

In der von *Rohman, Agel et al. im Jahr 2014* publizierten Studie mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 5 Monaten postoperativ wurden die Ergebnisse einer Gruppe von 29 Patienten nach einer SL-Bandrekonstruktion mittels einer nicht genauer spezifizierten, modifizierten Brunelli Technik mit den Ergebnissen einer Gruppe von 32 Patienten welche mittels SL-Bandnaht, jeweils zu gleichen Anteilen mit und ohne Kapsulodese versorgt wurden, verglichen. Die Gruppe nach Bandrekonstruktion erzielte signifikant bessere Messwerte der SL-Spaltweite und des SL-Winkels im Röntgenbild und hatte tendenziell eine niedrigere Anzahl Rettungsoperation. Der Autor empfiehlt die SL-Bandrekonstruktion bei Patienten mit einem anamnestischen Rupturalter des SL-Bandes von > 6 Wochen. (siehe auch 6.1.4)

Der Anteil der Patienten mit Handgelenksarthrose war in unserer Studie mit einer Quote zwischen 40-68% hoch, ohne signifikanten Unterschied zwischen den Operationsmethoden.

6.2 3-Ligament-Tenodese

Der Anteil der revisionspflichtigen Komplikationen war nach 3LT bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität mit Tendenz zur Signifikanz und bei präoperativ statischer SL-Instabilität signifikant höher als nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. Auch die Anzahl der Patienten mit unbefriedigendem Ergebnis war in der Gruppe SL-Kaps stat signifikant niedriger als in der Gruppe 3LT stat. Die klinischen Ergebnisse waren zufriedenstellend, ohne relevanten Unterschied zwischen den Operationsmethoden.

➔ Bezogen auf die Prävention einer pathologischen Erweiterung des SL-Spaltens und des SL-Winkels und den Erhalt einer physiologischen Artikulation der Handwurzelknochen bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität, scheint die SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese der 3LT überlegen. Bei präoperativ statischer SL-Instabilität erzielen diesbezüglich sowohl die SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese als auch die 3LT keine überzeugenden Ergebnisse.

Keine der beiden Operationsvarianten scheint der Entwicklung einer Handgelenksarthrose effektiv vorbeugen zu können.

Die Quote an revisionspflichtigen Komplikationen war nach 3 LT sowohl bei dynamischer als auch bei statischer SL-Instabilität zu hoch und signifikant höher als nach SL-Bandnaht zzgl. dorsaler Kapsulodese.

Die klinischen Ergebnisse waren bei beiden Operationsverfahren zufriedenstellend.

7. Zusammenfassung

Das Ausmaß der präoperativen Fehlstellung der SL-Spaltweite und des SL-Winkels scheint der relevante Faktor für die Prävention des karpalen Kollapses mittels SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese zu sein.

Nur bei präoperativ noch erhaltener physiologischer Artikulation der Handwurzelknochen im Sinne einer dynamischen SL-Instabilität konnte durch Naht des SL-Bandes zzgl. dorsaler Kapsulodese das Entstehen eines karpalen Kollapses mit pathologischer Erweiterung des SL-Spalt und des SL-Winkels über einen Zeitraum von 7,2 Jahren verhindert werden.

Die Effizienz der 3-Ligament-Tenodese (3LT) diesbezüglich lässt sich bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität aufgrund unserer keinen Fallzahl nicht sicher beurteilen. Eine Prävention des karpalen Kollapses war zumindest in der 5 Patienten zählenden Gruppe unserer Studie nicht möglich.

Bei präoperativ bereits bestehender Fehlartikulation der Handwurzelknochen im Sinne einer statischen SL-Instabilität war eine Prävention des karpalen Kollapses sowohl durch die 3LT als auch durch die SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese nicht möglich.

Eine effektive Prävention der Arthroseentstehung war sowohl bei präoperativ statischer, als auch bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität weder mittels SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese, noch mittels 3LT möglich. Die Arthrosequote zwischen 40-68% war in allen 4 Gruppen jeweils höher als in den Vergleichsstudien, mit niedrigerem Nachuntersuchungszeitraum.

Die Patienten mit milder SLAC I Arthrose zeigten allerdings bis auf eine Ausnahme keine behandlungsbedürftigen Beschwerden.

Die durchschnittlich 7,8 Jahre postoperativ nachuntersuchten, mittels 3LT versorgten Patienten mit präoperativ statischer SL-Instabilität zeigten deutlich mehr revisionspflichtige Komplikationen (31%) mit einem sehr hohen Anteil an Rettungsoperationen (25%), als die Vergleichsstudien. Markant waren 3 Fälle mit Schädigung des proximalen Kahnbeinpols im postoperativen Verlauf.

7 Zusammenfassung

In der kleinen Patientengruppe mit 3LT, bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität waren zwar keine Rettungsoperationen erforderlich geworden, das Ausmaß der revisionspflichtigen Komplikationen (43%) war jedoch ebenfalls hoch.

Bei den Patienten mit SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese waren, bis auf einen Fall mit mediokarpaler Teilarthrodese im Verlauf keine weiteren Revisionseingriffe erforderlich.

Die Entstehung von revisionspflichtigen Komplikationen scheint also durch das hochinvasive Operationsverfahren der 3LT bedingt zu sein und nicht durch das Ausmaß der präoperativen Fehlstellung der Handwurzelknochen im Sinne der dynamischen- oder statischen SL-Instabilität.

Bei den klinischen Ergebnissen scheint eine hohe Zahl der Patienten in allen 4 Gruppen von den Operationen zu profitieren. Bei retrospektiven Studiendesign mit ausschließlich postoperativ erhobenen Messwerten ist diese Aussage jedoch beschränkt. Eine genauere Quantifizierung des klinischen Erfolges wäre erst bei prospektivem Studiendesign möglich.

Die klinischen Messwerte und die Ergebnisse der Funktionsscores der 4 nachuntersuchten Patientengruppen waren zwar ähnlich, gut bis zufriedenstellend und im Literaturvergleich im oberen Bereich angesiedelt. Speziell in der Patientengruppe mit 3LT bei statischer SL-Instabilität kann dies jedoch nur eingeschränkt als positiv gewertet werden, weil ein großer Anteil von 25% der Patienten aufgrund der zwischenzeitlich erfolgten Rettungsoperation von der klinischen Untersuchung ausgeschlossen wurde.

Bei einem Altersdurchschnitt von Anfang 40 Jahren zeigten die älteren Patienten mit 3LT etwas schlechtere klinische Ergebnisse und eine höhere Rate an Handgelenksarthrose als die jüngeren Patienten. Bezogen auf das Geschlecht, dem Vorliegen von Rentenbegehren sowie der manuellen Belastung der operierten Hand im postoperativ ausgeübten Beruf waren sowohl nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese als auch nach 3LT keine relevanten Unterschiede bei den Ergebnissen der Nachuntersuchung ersichtlich.

7 Zusammenfassung

Das Alter der SL-Bandläsion ist meist schwierig zu ermitteln und sollte bei der Indikationsstellung zur 3LT keine Einschränkungen zur Folge haben.

In den Patientengruppen mit Naht des SL-Bandes zzgl. Kapsulodese war beim Vergleich der Nachuntersuchungsergebnisse kein Unterschied zwischen einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von > 6 Monate und < 6 Monate ersichtlich.

Als Konsequenz der prospektiven Studie von *Pauchard, Dederichs et al. (2013)* mit kürzerem Nachuntersuchungszeitraum schränkten die Autoren die Indikationsstellung zur 3LT deutlich ein.

Als Resultat unserer Studie stellen wir die Wertigkeit der 3LT zur kurativen Therapie der SL-Bandläsion gänzlich in Frage.

Die 3LT scheint bei Patienten mit nicht nähbaren SL-Bandresten sowohl bei dynamischer als auch bei reponibler statischer SL-Instabilität nicht als Präventiveingriff geeignet um eine physiologische Artikulation der Handwurzelknochen wiederherzustellen und zu erhalten. Knapp 8 Jahre postoperativ resultieren eine hohe Rate sowohl an arthrotischen Veränderungen als auch an operationsimmanenten Komplikationen bis hin zur Notwendigkeit von Rettungsoperationen. Als Alternativen zur Therapie der SL-Instabilität ohne nähbare Reste des rupturieren SL-Bandes mittels 3LT sollten knöchern stabilisierende Verfahren oder weniger invasive, symptomatische Therapien wie beispielsweise die dorsale Kapsulodese oder die Handgelenksdenervation oder eine rein konservative, schmerzlindernde Therapie diskutiert werden.

Falls intraoperativ schließlich noch vitale und nähbare Reste des rupturieren SL-Bandes identifiziert werden können, sollte auch bei länger als 6 Monate zurückliegendem ursächlichen Trauma eine Naht des SL-Bandes zuzüglich Kapsulodese bevorzugt durchgeführt werden. Diese Operation bietet einerseits bei präoperativ dynamischer SL-Instabilität die Perspektive einer effizienten kurativen Therapie. Diesbezüglich sind weitere Langzeitstudien mit prospektivem Design wünschenswert. Andererseits bietet sie bei präoperativ statischer Instabilität eine gute symptomatische Therapie mit einer geringen Komplikationsrate.

8. Anhang

8.1 Untersuchungsbogen

Studie SL-Bandruptur

M. Haberzettl, Prof. Dr. J. van Schoonhoven

Einschlusskriterium:

- Volljährigkeit
- Ausreichende Deutschkenntnisse
- Alter: 18-65 Jahre
- Alle Patienten die von 01/2004 bis 12/2009 die stadienorientierte Therapie einer SL-Bandläsion mit Naht des SL-Bandes oder Rekonstruktion des SL-Bandes (Brunelli OP) erhalten haben.

Jeder Patient erhält den **DASH-Fragebogen**. Bei jedem Patienten werden **Röntgen-Untersuchungen** durchgeführt (Handgelenk rechts und links in 2 Ebenen + Ballaufnahme beidseits)

Patientenkleber	Untersuchungsdatum:
-----------------	---------------------

Diagnose:			
Unfalldatum:			
Unfallanamnese/Traumamechanismus:			
Voroperationen an der betr. Hand:			
Vorerkrankung an der betr. Hand:			
Wetterfühligkeit:			
Risikofaktoren (Diabetes mellitus, Gicht, Rheuma, Raucher):			
Beruf (Prä-OP):		Beruf (Post-OP):	
Normale Arbeitsfähigkeit <input type="checkbox"/>	Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt <input type="checkbox"/>	Arbeitsfähig, aber arbeitslos <input type="checkbox"/>	Nicht arbeitsfähig wegen Schmerzen <input type="checkbox"/>
OP-Seite <input type="checkbox"/> Rechts <input type="checkbox"/> Links	Dominante Hand: <input type="checkbox"/> Rechts <input type="checkbox"/> Links		
Anamnese:			

8.1 Untersuchungsbogen

Visuelle Analogskala: Ruheschmerz (A = Vor OP , B = nach OP)	
kein Schmerz	stärkster Schmerz
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
A/B	

Visuelle Analogskala: Belastungsschmerz (A = Vor OP , B = nach OP)	
kein Schmerz	stärkster Schmerz
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
A/B	

Verbale Analogskala (Krimmer-Score):	Prä-OP	Post-OP
1 = schmerzfrei		
2 = ausschließlich Belastungsschmerz		
3 = noch erträglich, aber Ruhe + Belastungsschmerz		
4 = starke, unerträgliche Schmerzen		

Verbale Analogskala (Mayo Wrist Score):	Prä-OP	Post-OP
1 = schmerzfrei		
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen		
3 = mittelstarke Schmerzen		
4 = unerträgliche Schmerzen		

Gebrauchsfähigkeit (Krimmer-Score)	
1 = normal, keine Einschränkung	
2 = nur bei speziellen Tätigkeiten eingeschränkt	
3 = erhebliche Einschränkungen	
4 = starke Einschränkung bereits im Alltag	

Einschränkung durch:	
Kraftminderung	
Schmerzen	
Bewegungseinschränkung	
Keine Einschränkung	

Schmerzpunkte		Tests zur Stabilität		
Distal radioulnar	SL-Band dorsal	Watson	pos	neg
ulnokarpal (TFCC)	STT	Ballotement	pos	neg
Tabatiere	Sonstige:	Schublade	pos	neg
Dist. Kahnbeinpol:	FCR:	DRUG	stabil	instabil
laxe Bänder:				
Bewegungsschmerz:	Bei Hyperextension:	Bei Hyperflexion:		
Nein:	Ulnaduktion:	Radialduktion:		

8.1 Untersuchungsbogen

Bewegungsumfang	rechts			links		
Extension/Flexion aktiv						
passiv						
Pro-/Supination aktiv						
passiv						
Ulnar-/Radialduktion akt.						
passiv						

Kraftmessung (Jamardynamometer Stufe 3):

Stufe	rechts			Durchschnitt rechts	links			Durchschnitt links
3								
2								

Narbensituation (incl. Messung):

Zufriedenheit

Ich würde die Operation nochmals durchführen lassen. Ja Nein

Ich bin mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden. Ja Nein

Rö Winkel:

	Prä / Datum	Früh Post / Datum	Spät post
SLD ap			
Gegenseite			
SL Winkel			
Gegenseite			
Ball			
Gegenseite			

8.1 Untersuchungsbogen

Auswertung

Verbale Analogskala (Krimmer-Score):	Punkte:
1 = schmerzfrei	20
2 = ausschließlich Belastungsschmerz	15
3 = noch erträglich, aber Ruhe + Belastungsschmerz	10
4 = starke, unerträgliche Schmerzen	0

Verbale Analogskala (Mayo Wrist Score):	Punkte:
1 = schmerzfrei	25
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen	20
3 = mittelstarke Schmerzen	15
4 = unerträgliche Schmerzen	0

Gebrauchsfähigkeit (Krimmer-Score)	Punkte:
1 = normal, keine Einschränkung	30
2 = nur bei speziellen Tätigkeiten eingeschränkt	20
3 = erhebliche Einschränkungen	10
4 = starke Einschränkung bereits im Alltag	0

Extension / Flexion	Punkte :	Ulnar- / Radialdeviation	Punkte:
<31	0	<11 °	0
31-60°	10	11-35°	10
61-100	15	36-50°	15
> 100°	20	> 50°	20

Bewegungsumfang (Mayo Wrist Score)		
Extension / Flexion im Vgl. zur Gegenseite	Punkte :	Extension / Flexion wenn kein Vgl. zur Gegenseite mögl.
0-24 %	0	<30 °
25-49 %	5	30-60°
50-74 %	10	60-90°
75-99 %	15	90-120°
100 %	25	> 120°

Kraft Krimmer-Score		Kraft Mayo Wrist Score	
Kraft % der Gegenseite	Punkte :	Kraft % der Gegenseite	Punkte :
0-25%	0	0-24 %	0
26-50%	10	25-49 %	5
51-75%	20	50-74 %	10
>75%	30	75-99 %	15
		100 %	25

Funktioneller Status Mayo Wrist Score	Punkte
Normale Arbeitsfähigkeit	25
Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt	20
Arbeitsfähig, aber arbeitslos	15
Nicht arbeitsfähig auf Grund der Schmerzen	0

Krimmer Score Beurteilung: sehr gut >80 Punkte, gut 66-80 Punkte, befriedigend 51-65 Punkte, schlecht ≤ 50

Mayo Wrist Score Beurteilung: Sehr gut 90-100 Punkte, gut 80-90 Punkte, befriedigend 60-80 Punkte, schlecht ≤ 60

Punkte Krimmer Score gesamt:

Punkte Mayo Wrist Score (www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo_wrist_score.html) gesamt:

8.2 Postalisch versandter Fragebogen

Datum: _____

Fragebogen

Name: _____

Geburtsdatum: _____

Operation: _____ am: _____

Operierte Seite: L R dominante Hand: L R

Ist Ihnen der Unfall/ die Verletzung die zum Bänderriss und die o.g. Operation geführt haben könnte erinnerlich? Wenn ja, wann(Datum) war dies?

War die Hand dabei zum Handrücken gestreckt, zur Handfläche gebeugt, zu Elle oder zur Speiche verkippt oder verdreht?

Sind Ihnen frühere Verletzungen oder Knochenbrüche der Hände oder der Ellenbogen vor der Operation, z.B. im Jugendalter erinnerlich?

Betroffene (operierte) Hand:

Gegenseite:

Sind seit dem letzten Eingriff bei uns an der betroffenen Hand noch andere operative Eingriffe (insbesondere Versteifende Handgelenkoperationen) durchgeführt worden?

Nein

Ja: welcher Eingriff:

Wann:

Haben Sie zur Zeit noch Schmerzen in der operierten Hand?

Verbale Analogskala (die Hand betreffend) :	Bitte eines ankreuzen
1 = schmerzfrei	<input type="checkbox"/>
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen	<input type="checkbox"/>
3 = mittelstarke Schmerzen	<input type="checkbox"/>
4 = unerträgliche Schmerzen	<input type="checkbox"/>

Einschränkung durch:	Bitte zutreffende ankreuzen
Kraftminderung	<input type="checkbox"/>
Schmerzen	<input type="checkbox"/>
Bewegungseinschränkung	<input type="checkbox"/>
Keine Einschränkung	<input type="checkbox"/>

8.2 Postalisch versandter Fragebogen

Beruf:		
Welchen Beruf üben sie momentan aus?		
Welchen Beruf haben Sie vor der Handgelenksoperation ausgeübt?		
Ist die Hand während der beruflichen Tätigkeit vermehrt belastet?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Berufswechsel wegen der Handgelenksbeschwerden?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Beeinträchtigung im Beruf:

Normale Arbeitsfähigkeit <input type="checkbox"/>	Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt <input type="checkbox"/>	Arbeitsfähig, aber arbeitslos <input type="checkbox"/>	Nicht arbeitsfähig wegen Schmerzen <input type="checkbox"/>
---	--	--	---

Leiden Sie unter Wetterfühligkeit im betroffenen Handgelenk?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
--	-----------------------------	-------------------------------

Zufriedenheit mit Therapieergebnis			
sehr zufrieden <input type="checkbox"/>	zufrieden <input type="checkbox"/>	mäßig zufrieden <input type="checkbox"/>	unzufrieden <input type="checkbox"/>

Nehmen Sie Schmerzmittel aufgrund der Handgelenksbeschwerden ein? Wenn ja welche?

Versuchen sie eine Belastung betroffenen Hand zu vermeiden und setzen diese im Alltag nur selten ein.

- Nein.
- Ja, Vermeidung schwerer Tätigkeiten mit
- Vermeidung jeglicher Verwendung der betroffenen Hand im Alltag

Hat sich die Beweglichkeit des Handgelenks im Vergleich zu vor der Operation

- gebessert
- ist gleich geblieben
- verschlechtert

Wie hat sich die Kraft der operierten Hand im Vergleich zu vor der Operation verändert?

- gebessert
- ist gleich geblieben
- verschlechtert

Sind folgende Erkrankung bekannt?

- Diabetes mellitus
- Gicht
- Rheuma

Haben Sie zum Zeitpunkt der Operation geraucht? Ja/Nein

Rauchen sie momentan? Ja/Nein

8.3 SPSS-Variablen

Metrische Variablen:

- alt
Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren.
- Alter_der_Ruptur_in_Wochen
Zeitspanne zwischen dem anamnestisch geschilderten Datum des mutmaßlich für die SL-Band Ruptur ursächlichen Trauma und dem Datum der operativen Versorgung.
- Alter_spätpostOP_in_Monaten
Zeitspanne zwischen dem Datum der operativen Versorgung und dem Nachuntersuchungstermin.
- DASHScore
Punkte Score von 0 bis 100, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- Ext_Verlust_Prozent_der_Gegenseite
Prozentualer Verlust der Flexion im Vergleich zur gesunden Gegenseite, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- Flex_Verlust_Prozent_der_Gegenseite
Prozentualer Verlust der Flexion im Vergleich zur gesunden Gegenseite, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- Kraftwert_in_Prozent_der_Gegenseite
Griffkraftwert in Prozent zur gesunden Gegenseite, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- KrimmerScore
1-100 Punktwert des modifizierten Mayo-Wrist Scores, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- MayoWrist_Score
1-100 Punktwert des Mayo-Wrist Scores, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.
- VAS_postOP_bei_Belastung
1-100 Punktwert der visuellen Analogskala bei Belastung, zum Zeitpunkt, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

8.3 SPSS-Variablen

- VAS_postOP_in_Ruhe
1-100 Punktwert der visuellen Analogskala in Ruhe, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Ordinale Variablen:

- Arbeitsfähigkeit_Übersicht
1= Normale Arbeitsfähigkeit
2= Arbeitsfähigkeit beeinträchtigt
3= Arbeitsfähig, aber arbeitslos
4= Nicht arbeitsfähig wegen Schmerzen
- Ergebnissgruppe_Arthrose_fein
Unterteilung in initiale SLAC Wrist Arthrose oder massive SLAC Wrist Arthrose
0= Keine Arthrose
1= SLAC I
2= SLAC II, III oder isolierte Mediokarpalarthrose
- Ergebnisgruppe_Funktionell_alle
Einteilung in gut, mittelmäßig und schlechtes Ergebnis falls einer der folgenden Faktoren zutrifft:
3= Schlechtes Ergebnis, wenn:
DASH-Score > 39.9 oder
VAS_postOP_bei_Belastung > 49.9 oder
Ergebniszufriedenheit = 0 oder
Arbeitsfähigkeit_Übersicht = 4 oder
mayo_beurt = 4 oder
krim_beurt = 4 oder
Verbale_Analogskala = 4 oder
Arbeitsfähigkeit_Übersicht = 4 oder
wenn eine Rettungsoperation notwendig war.
2= mittelmäßiges Ergebnis, wenn:

8.3 SPSS-Variablen

mayo_beurt = 3 oder

krim_beurt = 3

1= Gutes Ergebnis, wenn

Ergebnisszufriedenheit = 1 und Arbeitsfähigkeit_Übersicht < 4 und mayo_beurt < 3 und krim_beurt < 3

- Ergebnisgruppe_Funktionell_MAYO_Krimm
Einteilung in gut, mittelmäßig und schlechtes Ergebnis falls einer der folgenden Faktoren zutrifft:
 - 1= gut, wenn mayo_beurt < 3 und krim_beurt < 3
 - 2= Mittelmäßig, wenn mayo_beurt = 3 oder krim_beurt = 3
 - 3= Schlecht, wenn mayo_beurt = 4 oder krim_beurt = 4
oder wenn eine Rettungsoperation notwendig war
- krim_beurt
Abstufung des modifizierten Mayowrist-Score in
 - 1= sehr gut
 - 2=gut
 - 3=befriedigend
 - 4= schlecht
- mayo_beurt
Abstufung des Mayo-Wrist Score in
 - 1= sehr gut
 - 2=gut
 - 3=befriedigend
 - 4= schlecht
- Oberarzt_in_OP
 - 1=Ein Oberarzt oder Chefarzt war der Operateur
 - 2= Ein Oberarzt oder Chefarzt war der Assistent
 - 3=Facharztstandard. Kein Oberarzt oder Chefarzt anwesend.

8.3 SPSS-Variablen

- spät_postOP_SLAC_Stufen
Ausmaß der Handgelenksarthrose im Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:
0=Keine Arthrose
1=SLAC I
2=SLAC II
3= Arthrose nur mediokarpal und am Proc. styloideus
4= SLAC III
- PräOP_OPSeite_SLWinkelKategorie
Weite des SL-Winkels im präoperativen Röntgenbild
0= $< 60^\circ$
1= $>60^\circ$
2= $>70^\circ$
- PräOP_OPSeite_SLD_Kategorie
Weite des SL-Spaltes präoperativ in der statischen Röntgenuntersuchung
0= $<2\text{mm}$
1= $>2\text{mm}$
2= $>3\text{mm}$
3= $>4\text{mm}$
4= $>5\text{mm}$
5= $>6\text{mm}$
- präOP_Ball_OP_SLDKategorie
Weite des SL-Spaltes in der präoperativen Belastungsaufnahme
0= $<2\text{mm}$
1= $>2\text{mm}$
2= $>3\text{mm}$
3= $>4\text{mm}$
4= $>5\text{mm}$
5= $>6\text{mm}$

8.3 SPSS-Variablen

- spät_postOPBild_OPSeite_SLWinkelKategorie
Weite des SL-Winkels im Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0= < 60°
1= >60°
2=>70°
- spät_postOPBild_OPSeite_SLDKatergorie
Weite des SL-Spaltes in der statischen Röntgenuntersuchung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0= <2mm
1= >2mm
2= >3mm
3= >4mm
4= >5mm
5= >6mm
- spät_postOP_Ballaufnahme_OPSeite_SLDKategorie
Weite des SL-Spaltes in der Belastungsaufnahme zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0= <2mm
1= >2mm
2= >3mm
3= >4mm
4= >5mm
5= >6mm
- spät_keine_Fehlstellung
Umfang des Korrekturverlustes im Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0=kein Korrekturverlust
1= Korrekturverlust des SL-Winkels oder der SL-Spaltweite
2= Korrekturverlust des SL-Winkels und der SL-Spaltweite

8.3 SPSS-Variablen

- Verbale_Analogskala
Verbale Analogskala zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
1 = schmerzfrei
2 = gelegentliche, leichte Schmerzen
3 = mittelstarke Schmerzen
4 = unerträgliche Schmerzen

Nominale Variablen:

- BGlich
SL-Bandruptur im Rahmen eines Arbeitunfalls. Es liegt ggf. ein Rentenbegehren vor:
1=BG-lich
0=nicht BG-lich
- Ergebniszufriedenheit:
Sie sind mit dem Behandlungsergebnis insgesamt zufrieden?
0= Nein
1= Ja
- Ergebnissgruppe_Arthrose_grob
Vorhandensein von Arthrose im Röntgenbild zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0= Keine Arthrose
1= Arthrose
- Eingriffnochmal
Sie würden die Operation nochmals durchführen lassen?
1=Ja
2=Nein
- OPSeite_dominant
1= Die Operation wurde an der dominanten Hand durchgeführt.
0= Die Operation wurde an der nicht dominanten Hand durchgeführt.

8.3 SPSS-Variablen

- OA_als_Operateur
Der Operateur war Oberarzt oder Chefarzt
0= Nein
1= Ja
- postoperativ_manuell_Belastender_Beruf
Der postoperativ ausgeübte Beruf wurde vom Patienten als manuell belastend eingestuft.
0= nein
1= ja
- postoperativ_OP_DOMINANT_Belastender_Beruf
Bei als manuell belastender Tätigkeit erfolgte die Operation an der dominanten Hand.
1=Ja
2=Nein
- spät_post_SLD3_und_SLW70
Korrekturverlust der SL-Spaltweite und des SL-Winkels zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:
0= Kein Korrekturverlust oder Korrekturverlust nur der SL-Spaltweite oder des SL-Winkels
1= Korrekturverlust der SL-Spaltweite und des SL-Winkels
- spät_post_SLD3_und_oder_SLW70
Korrekturverlust der SL-Spaltweite oder des SL-Winkels oder beider zusammen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
0=kein Korrekturverlust
1=Korrekturverlust
- spät_post_ungenügende_SLD_Korrektur
Korrekturverlust der SL-Spaltweite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:
0= SL-Spaltweite kleiner 3mm
1= SL-Spaltweite größer 3mm

8.3 SPSS-Variablen

- spät_post_ungenügende_SLWinkel_Korrektur
Korrekturverlust des SL-Winkels zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:
0= SL-Winkel größer kleiner 70°
1=SL-Winkel größer 70°
- spät_postOP_Ballaufnahme_OPSeite_SLD3
SL-Spaltweite in der Belastungsaufnahme größer 3mm
0= nein
1=ja

8.4 Zusätzliche Tabellen

Studientyp / Ø Zeitraum	Autoren (Jahr)	OP-Technik	Patientenzahl (n) & SL- Instabilität
Prospektiv / 9 Monate	<i>Van Den Abbeele, Loh et al.</i> (1998)	FCR-Tenodese van den Abbeele (mit und ohne Anker)	15x prä-dynamisch 4x dynamisch 3x statisch
Retrospektiv / 10,5 Monate	<i>Kalb, Blank et al.</i> (2009)	3LT	1x dynamisch 13 x statisch
Retrospektiv/ 24 Monate	<i>Elgammal and Lukas</i> (2016)	3LT	12x dynamisch 8x statisch
Prospektiv/ 25 Monate	<i>Pauchard, Dederichs et al.</i> (2013)	3LT	8x dynamisch 12x statisch
Retrospektiv/ 29 Monate	<i>De Smet and Van Hoonacker</i> (2007)	FCR-Tenodese van den Abbeele (mit 2 Ankern)	10x statisch
Retrospektiv / 33 Monate	<i>Lavernia, Cohen et al.</i> (1992)	21x statisch oder dyna- misch	Davon 14x SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese
Retrospektiv/ 37 Monate	<i>Chabas, Gay et al.</i> (2008)	FCR-Tenodese van den Abbeele (ohne Anker)	12x dynamisch 7x statisch
Retrospektive/ 40 Monate	<i>De Smet, Goeminne et al.</i> (2011)	FCR-Tenodese van den Abbeele (Variation)	25x statisch (13x gutes Ergebnis) (12x Rettungs-OP)
Retrospektiv / 46 Monate	<i>Garcia-Elias, Lluch et al.</i> (2006)	3LT	21x dynamisch 17x statisch
Retrospektiv/ 48 Monate	<i>Talwalkar, Edwards et al.</i> (2006)	FCR-Tenodese van den Abbeele (ohne Anker)	32x dynamisch 23x statisch (117x Fragebogen)
Retrospektiv/ 61 Monate	<i>Sousa, Aido et al.</i> (2014)	FCR-Tenodese van den Abbeele	22x statisch oder dyna- misch
Retrospektiv/ 87 Monate	Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	SL-Bandnaht & dorsale Kapsulodese	12x dynamisch 11x statisch
Retrospektiv/ 94 Monate	Dissertation Haberzettl, van Schoonhoven	3LT	5x dynamisch 27x statisch
Retrospektiv/ 13,8 Jahre	<i>Nienstedt</i> (2013)	FCR-Tenodese van den Abbeele (mit Anker)	8x statisch

Tabelle erweiterte Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT: aufsteigend sortiert nach Länge des Nachuntersuchungszeitraums. Jahrgang, OP-Technik, Patientenzahl, Typ der SL-Instabilität.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren (n) & SL-Instabilität	Ext / % zur Gegenseite	Flex / % zur Gegenseite	Griff- kraft
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	49° / (9° weniger als präOP)	42° / (12° weniger als präOP)	58%**
Kalb: 14x dyn & stat	53° / -	35° / -	80%
Elgammal: 20x dyn & stat	54°/ (79% zur präOP Ext)	41°/ (68% zur präOP Flex)	81%
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	43°(dyn) 44°(stat) / 86%	41°(dyn) 37°(stat) / 75%	76%
De Smet: 10x stat	48° / 69%	49° / 69%	77%
Lavernia: 21x dyn & stat	normal	52° (69° Gegenseite) (63° präOP)	35 kg (33kg Gegenseite) (28kg präOP)
Chabas: 12x dyn. 7x stat	52°(dyn) 46°(stat) / 75%	43°(dyn) 37°(stat) / 73%	78%
De Smet: 25x stat	- Nur Röntgenbild-Auswertung. Keine klinischen Messwerte. -		
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	52° / 77%	51° / 74%	65%
Talwalkar: 32x dyn 23x stat	54°(dyn) 57°(stat) / 80%	46°(dyn) 45°(stat) / 69%	80%
Sousa: 22x stat & dyn	(22° weniger als Ge- genseite)	(23° weniger als Gegen- seite)	67%
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	50° / 82%	48° / 60%	88%
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	53° / 79%	50° / 62%	91%
Diss. 3LT: 5x dyn	42° / 69%	35° / 50%	70%
Diss. 3LT: 19x stat	54° / 83%	54° / 70%	91%
Nienstedt: 8x stat	63°* / 81%*	37°* / 51%*	85%
* = Aus den Einzelwerten für diese Tabelle errechnet.			
** = aus den Mittelwerten errechnet.			

Tabelle: Literaturübersicht Extension, Flexion und Grobgriffkraft.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren (n) & SL- Instabilität	VAS präOP (1-10)	VAS postOP (Ruhe / Be- last.)	No return to work/ Arbeitsunfähigkeit	Schadensersatzan- spruch / Rentenbe- gehren
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	7,1	3,0	8x (36%)	8x (36%)
Kalb: 14x dyn & stat	5,2	2,8	-	-
Elgammal: 20x dyn & stat	6	3	5x (25%)	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat		dyn: (2,3/5,9) stat: (1,1/4,2)	5x (25%)	10x (50%)
De Smet: 10x stat	-	-	1x (10%)	-
Lavernia: 21x dyn & stat	-	-	0	-
Chabas: 12x dyn. 7x stat	7,5	dyn: 2,5 stat: 3,9	2x (11%) gekündigt 2x (11%) berentet	53%
De Smet: 25x stat	- Nur radiologische Auswertung -			
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	-	(2x (5%) berentet)	-
Talwalkar: 32x dyn 23x stat	-	3,7	4%	18x (33%)
Sousa: 22x stat & dyn		2	2x (9%)	15x (68%)
Dissertation SL- Kaps: 12x dyn	-	1,0 / 3,5	2x (17%)	5x (42%)
Dissertation SL- Kaps: 11x stat	-	0,8 / 2,9	1x (7%)	2x (18%)
Dissertation 3LT: 5x dyn	-	2,0/4,1	1x (20%)	3x (60%)
Dissertation 3LT: 19x stat	-	0,6/2,7	0	0
Nienstedt: 8x stat	-	-	1x (13%)	1x (13%)

Tabelle: Literaturübersicht visuelle Schmerz-Analogskala, Arbeitsunfähigkeit, Rentenbegehren.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren (n) & SL-Instabilität	Ordinale Schmerzscores	Zufrieden mit dem Ergebnis
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	-	17x (77%) bereuen die Operation nicht
Kalb: 14x dyn & stat	-	-
Elgammal: 20x dyn & stat	-	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	-	15x (75%)
De Smet: 10x stat	2x Schmerzfrei, 7x befriedigend, 1x schlecht	-
Lavernia: 21x dyn & stat	19x (90%) schmerzfrei oder minimale Schmerzen 2x (10%) Schmerzen bei Belastung	-
Chabas: 12x dyn. 7x stat	3x (16%) Keine Schmerzen, 12x (63%) milde Schmerzen, 4x (21%) Schmerzen bei den meisten Alltagsbelastungen	16x (84%) Zufrieden 17x (89%) bereuen Operation nicht
De Smet: 25x stat	- Nur radiologische Auswertung -	
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	28x (74%) keine Ruheschmerzen 8x (21%) milde Belastungsschmerzen 2x (5%) Schmerzen bei den meisten Alltagsbelast.	-
Talwalkar: 32x dyn 23x stat	62% milde Schmerzen, 28% mittelstarke Schmerzen, 6% schwere Schmerzen	92x (79%) Ja 22x (18%) Nein 3x (2,5%) Kein Unter- scheid
Sousa: 22x stat & dyn	7x (32%) keine Schmerzen, 8x (36%) leichte Schmerzen, 7x (32%) mittelstarke Schmerzen	-
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	3x (19%) Schmerzfrei, 8x (50%) leichte-, 4x (25%) mittelstarke-, 1x (6%) unerträgliche Schmerzen	75%
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	4x (31%) Schmerzfrei, 7x (54%) leichte-, 2x (15%) mittelstarke Schmerzen	92%
Dissertation 3LT 5x dyn	1x (20%) Schmerzfrei, 3x (60%) leichte-, 1x (20%) unerträgliche Schmerzen	100%
Dissertation 3LT 19x stat	2x(11%) Schmerzfrei, 13x(68%) leichte Schmerzen, 4x (21%) mittelstarke Schmerzen	91%
Nienstedt: 8x stat	6x (75%) schmerzfrei, 1x (13%) gelegentlich Schmerzen, 1x (13%) Ruheschmerzen	7x (88%) zufrieden und bereuen Operation nicht

Tabelle: Literaturübersicht ordinale Schmerzscores und Ergebniszufriedenheit.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren (n) & SL-Instabilität	DASH 1 - 100	Anderer Funktionsscore
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	-	Wrightington activity of daily living = 15 *
Kalb: 14x dyn & stat	25	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 80 von 100 6x (43%) sehr gut, 4x (29%) gut, 3x (21%) befriedigend
Elgammal: 20x dyn & stat	Prä:37 Post:20	Mayo-Wrist-Score: 7x (35%) exzellent, 2x (10%) gut, 8x (40%) befriedigend, 3x (15%) schlecht
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	Dyn: 32,6 Stat: 30,4	Patient-related wrist evaluation: 33,6 von 100
De Smet: 10x stat	12	Patient-related wrist evaluation: 26 von 100
Lavernia: 21x dyn & stat	-	Patientenzufriedenheit Ø 9,0 von 10,0
Chabas: 12x dyn, 7x stat	30	Wrightington hospital evaluation form: 9x (47%) exzellent, 6x (32%) gut, 3x (16%) ausreichend, 1x (5%) schlecht
De Smet: 25x stat		- Nur radiologische Auswertung -
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	-
Talwalkar: 32x dyn, 23x stat	-	Wrightington activity of daily living: dyn = 13,4; stat = 13,7
Sousa: 22x stat & dyn	16	-
Dissertation SL- Kaps: 12x dyn	22,9	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 81 von 100 5x (42%) sehr gut, 6x (50%) gut, 1x (9%) schlecht
Dissertation SL- Kaps: 11x stat	14,7	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 79 von 100 5x (45%) sehr gut, 4x (36%) gut, 2x (18%) befriedigend
Dissertation 3LT: 5x dyn	20,8	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 67 von 100 2x (40%) sehr gut, 1x (20%) gut, 1x (20%) befriedigend, 1x (20%) schlecht
Dissertation 3LT 19x stat	15	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 81 von 100 11x (58%) sehr gut, 5x (26%) gut, 3x (16%) befriedigend
Nienstedt: 8x stat	9	Modifizierter Mayo-Wrist-Score = 83 von 100 Grenn & O'Brian Funktionsscore: 2x (22%) Exzellent, 5x (56%) gut, 1x (11%) schlecht
*: von 8 (bestes Ergebnis) bis 32 (schlechtestes Ergebnis)		

Tabelle: Literaturübersicht DASH-Score, Mayo-Wrist-Score und andere Funktionsscores.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren / (n) & SL-Instabilität	SL-Spaltweite in mm			SL-Winkel in °			Ruptur-alter in Monaten (min-max)
	PräOP	Früh-postOP	Spät-postOP	PräOP	Früh-postOP	Spät-postOP	
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	-	-	-	50°	-	50°	-
Kalb: 14x dyn & stat	3,6 mm	2,7 mm	3,3 mm	73°	64°	73°	-
Elgammal: 20x dyn & stat	4 mm	2,5 mm	3 mm	82°	64°	77°	12 (4-18)
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	3,9mm	-	3,6mm	dyn:61° stat:80°	-	dyn:66° stat:81°	13,2 (2-79)
De Smet: 10x stat	-						-
Lavernia: 21x dyn & stat	3,2mm	-	1,9mm	62°	-	57°	17 (1-84)
Chabas: 12x dyn, 7x stat	2,8 mm	2,4 mm	2,4 mm	61°	53°	62°	15 (2-108)
De Smet 13x ex.	-	-	2,9 mm	76°	-	66°	-
12x salvage	-	-	5,3 mm	74°	73°	81°	-
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	-	-	-	-	-	-	-
Talwalkar: 32x dyn, 23x stat	- Keine Röntgenbilder dokumentiert -						10 (6-26)
Sousa: 22x stat & dyn	-	1,9 mm	3,1 mm	- Nicht erfasst -		57°	-
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	1,8 mm	2,0 mm	1,9 mm	62°	47°	59°	4,8 (0,5-12,1)
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	2,7 mm	2,4 mm	2,7 mm	70°	53°	66°	3,7 (0,5-11,4)
Dissertation 3LT: 5x dyn	2,0 mm	2,2 mm	2,3 mm	59°	58°	61°	8,4 (3,5-13)
Dissertation 3LT 19x stat	4,0mm	2,9 mm	3,4 mm	75°	51°	66°	26,5 (1,6-144)
Nienstedt: 8x stat	5,1 mm	2,4 mm	2,8 mm	72°	46°	63°	4 (1,5-12)

Tabelle: Literaturübersicht radiologische Messwerte, SL-Spaltweite und SL-Winkel, Ø Dauer zwischen Unfall/Beschwerdenbeginn bis zur OP in Monaten.

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren (n) & SL-Instabilität	Arthrose	Bemerkungen zum Röntgenbild	Operateure
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	0	Progrediente SL-Spaltweite. SL-Dissoziation 7x (32%) präOP und 21x (95%) postOP. Der SL-Winkel blieb gleich.	(1)
Kalb: 14x dyn & stat	0	-	-
Elgammal: 20x dyn & stat	3x SLAC II =>15%	-	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	2x (10%) STT-Arthrose, 1x SLAC III, 1x SLAC (?) => 20%	8x (40%) DISI, 1x (5%) Eintrübung des proximalen Kahnbeinpoles (V.a. Kahnbeinnekrose)	-
De Smet: 10x stat	0	2x (20%) SL-Winkel >60°	
Lavernia: 21x dyn & stat	3x degenerative Veränderungen. 0x fortgeschrittener karpaler Kollaps	-	
Chabas: 12x dyn, 7x stat	1x SLAC III (milde Symptomatik) (nach longitudinaler Inzision) =>5%	5x (26%) DISI-Stellung	2
De Smet: 25x stat	-	-	
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	7x (18%) degenerative Veränderungen am PSR, 2x(5%) globaler SLAC =>24%	1x (3%) DISI-Stellung, 1x (3%) VISI-Stellung	(3)
Talwalkar: 32x dyn, 23x stat	-	-	4
Sousa: 22x stat & dyn	3x arthrotische Veränderungen =>14%	-	1
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	2x (17%) SLAC I, 2x (17%) SLACII, 3x (25%) mediokarpal =>58%		
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	1x (9%) SLAC I, 3x (27%) SLACII, 1x(9%) SLACIII, 1x(9%) mediok. =>55%	-	
Dissertation 3LT: 5x dyn	1x (20%) SLAC I 1x mediokarpal =>40%	-	
Dissertation 3LT 19x stat	7x (37%) SLAC I, 2x (11%) SLACIII, 3x (16%) mediokarpal =>63%	-	
Nienstedt: 8x stat	1x mediokarpal betonte Arthrose >13%		1

Tabelle: Literaturübersicht Arthroseentwicklung, Bemerkungen und Anzahl der verschiedenen Operateure

8.4 Zusätzliche Tabellen

Autoren / (n) & SL-Instabilität	Rettungsoperationen (Ursache)	Andere Komplikationen (<i>ohne Arthrose</i>) / Operationen (Ursache)
V. d. Abbeele: 22x dyn & stat	0	9x Narbenbeschwerden, davon 2x Revisionen mit Neuromexzision. 2 x RSD/CRPS, 1 x Entfernung des Fadenankers aufgrund von Synovitis. => 23%
Kalb:14xdyn&stat	1x MKTA, 1x Vollversteifung bei (persist. Schmerzen) =>14%	-
Elgammal: 20x dyn & stat	1x Four-Corner-Fusion (SLAC II), 1x proximal row carpektomie (SLAC II) =>10%	-
Pauchard: 8x dyn, 12x stat	1x STT-Fusion (STT-Arthrose), 2x Four-Corner-Fusion (SLAC III, Lunatum #) =>15%	1x Lunatumfraktur bei Bagatelltrauma 2x CRPS 1x FCR- Sehnenansatzbeschwerden =>15%
De Smet: 10x stat	0	0
Lavernia: 21x dyn & stat	0	0
Chabas: 12x dyn, 7x stat	0	2x CRPS 2x Neuromexzision (nach longitudinaler Inzision) =>21%
De Smet: 25x stat	(12x Rettungsoperation)	-
Garcia-Elias: 38x dyn & stat	Keine Rettungsoperationen	1x abnorm hohe Flexionsfähigkeit.
Talwalkar: 32x dyn, 23x stat	2x Fusion von Skaphoid und Kapitatum (Belastungsschmerzen), 2x Vollversteifung (Belastungsschmerzen) =>7%	4x Narbenbeschwerden palmar, davon 3x Neuromexzision. 2x Ulnaverkürzung (ulnare HG-Schmerzen) 1x CRPS =>11%
Sousa: 22x stat & dyn	1x Vollversteifung (Skaphoidnekrose) =>5%	1x avaskuläre Skaphoidnekrose 1x CRPS =>9%
Dissertation SL-Kaps: 12x dyn	1x MKTA (SLAC I) =>6%	0
Dissertation SL-Kaps: 11x stat	0	2x ulnare Translokation der proximalen Handwurzelreihe => 13%
Dissertation 3LT: 5x dyn	0	1x RSA (STT-Arthrose), 1x Revision bei Narbenbeschwerden, 1x Wundinfekt =>60%
Dissertation 3LT 19x stat	8x Rettungsoperation (siehe 5.2.1.2) => 42%	1x Wundinfekt, 1x Kahnbein#, 1x Ankerlockerung, 1xCRPS, 1x ulnare Trans. =>26%
Nienstedt:8x stat	0	1x CRPS =>13%

Tabelle: Literaturübersicht Rettungsoperationen, andere Operationen und Komplikationen.

8.4 Zusätzliche Tabellen

<u>In der Tabelle nicht verwendete Studien zur SL-Bandnaht:</u>
<p>In der von <i>Rosati, Parchi et al.</i> im Jahr 2010 publizierten Studie umfasst die Nachuntersuchung auch 3 Patienten mit einer SL-Bandruptur und gleichzeitiger Skaphoidfraktur.</p> <p>Komplikationen:</p>
<p>In der von <i>Chen, Calfee et al.</i> im Jahr 2015 publizierten Studie wurden 22 Patienten mit einer SL-Bandnaht und zu einem undefinierten Anteil entweder ohne oder mit zusätzlicher Kapsulodese versorgt. (Nachuntersuchung: akut 66 Monate und subakut 73 Monate)</p> <p>Komplikationen:</p>
<p><i>Schweizer and Steiger im Jahr 2002</i> :SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese, retrospektiv, 63 Monate Nachuntersuchungszeitraum. 7x dynamisch 15x statisch. 1x intraartikuläre Radiusfraktur, 1x nichtdislozierte Proc. styloideus radii Fraktur und 1x Skaphoidfraktur. Die verwendete Form der Kapsulodese überbrückt das radiokarpale Gelenk nicht, da der Kapselstreifen an einem Knochenanker dorsal über dem Lunatum fixiert wird.</p> <p>Komplikationen:</p>
<p>Rohman: 5 Monate postoperativ nachuntersucht.</p> <p>Kein Ausschluss bei Begleitverletzungen wie distaler Radiusfraktur.</p> <p>Bandrekonstruktion mit modifizierter Brunelli Technik, ohne eine genauere Spezifizierung. Die 29 Patienten nach Bandrekonstruktion wurden mit einer Patientengruppe verglichen in der die SL-Bandnaht 16-mal mit und 16-mal ohne zusätzliche Kapsulodese sowie die Versorgung unter Verwendung einer Kompressions-Osteosyntheseschraube im Rahmen der ‚Reduction and association of the scaphoid and lunate‘ (RASL-) Prozedur zusammengefasst wurden.</p> <p>Signifikant mehr Komplikationen und tendenziell schlechtere Werte im DASH-Score bei SL-Bandrupturalter > 6 Wochen über alle OP-Methoden.</p> <p>Bei Rupturalter > 6 Wochen wird die Bandrekonstruktion empfohlen.</p>
<p><i>Bickert, Sauerbier et al.</i> (2000) ...</p>
<p><i>Minami and Kaneda</i> (1993)...</p>
<p><i>Hahn, Krimmer et al.</i> (1999)...</p>

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tabelle zur Stadieneinteilung der skapholunären Instabilität.....	10
Tabelle 2: Stadien der skapholunären Dissoziation.....	20
Tabelle 3: Interpretation des Korrelationskoeffizienten.....	47
Tabelle 4: Fallzahlen SL-Bandnaht mit Kapsulodese (SL-Kaps) unterteilt nach SL-Instabilität.....	50
Tabelle 5: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.- Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	53
Tabelle 6: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL- Kaps dyn. Signifikanz jeweils fett	54
Tabelle 7: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL- Kaps dyn	55
Tabelle 8: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe SL- Kaps dyn	56
Tabelle 9: Komplikationen in der Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	58
Tabelle 10: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe SL-Kaps dyn	62
Tabelle 11: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	63
Tabelle 12: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	63
Tabelle 13: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	63

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 14: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn .	64
Tabelle 15: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	64
Tabelle 16: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps dyn.....	64
Tabelle 17: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	66
Tabelle 18: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat. Signifikanz jeweils fett	67
Tabelle 19: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat	68
Tabelle 20: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe SL-Kaps stat	69
Tabelle 21: Komplikationen in der Patientengruppe SL-Kaps stat.....	70
Tabelle 22: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe SL-Kaps stat.....	74
Tabelle 23: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	75
Tabelle 24: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	75
Tabelle 25: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	75

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 26: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat .	76
Tabelle 27: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	76
Tabelle 28: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe SL-Kaps stat.....	76
Tabelle 29: Ergebnisse der Korrelationsanalysen der präoperativen mit den spätpostoperativen Messwerten der Röntgenbilder in der Patientengruppe SL-Kaps dyn & stat.	77
Tabelle 30: Fallzahlen 3-Ligament-Tenodese unterteilt nach SL-Instabilität	82
Tabelle 31: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn	84
Tabelle 32: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn	85
Tabelle 33: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT dyn.	86
Tabelle 34: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe 3LT dyn.	87
Tabelle 35: Komplikationen in der Patientengruppe 3LT dyn	88
Tabelle 36: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn	91
Tabelle 37: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.	92

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 38: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.	92
Tabelle 39: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.	92
Tabelle 40: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.....	93
Tabelle 41: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.	93
Tabelle 42: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT dyn.	93
Tabelle 43: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils fett	96
Tabelle 44: Statistik der Messwerte des SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils fett	98
Tabelle 45: Statistik der Messwerte der SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat. Signifikanz jeweils fett	99
Tabelle 46: Anzahl der nachuntersuchten Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen in der Patientengruppe 3LT stat.	100
Tabelle 47: Patienten mit posttraumatischen arthrotischen Handgelenksveränderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und mit Rettungsoperation im Verlauf, nach 3LT stat.....	102
Tabelle 48: Komplikationen in der Patientengruppe 3LT stat	103
Tabelle 49: Statistik der Messwerte der Handgelenksbeweglichkeit und der Grobgriffkraft des betroffenen Handgelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Gruppe 3LT stat	117

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 50: Statistik der Messwerte des DASH-Score und der VAS in Ruhe und bei Belastung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat	118
Tabelle 51: Häufigkeitsangaben aus der verbalen Schmerzskala aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat	118
Tabelle 52: Häufigkeitsangaben zur Ergebniszufriedenheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat	118
Tabelle 53: Häufigkeitsangaben der manuellen Belastung während der Arbeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat.....	119
Tabelle 54: Häufigkeitsangaben der Angaben zur Arbeitsfähigkeit aus dem Mayo-Wrist-Score-Bogen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat	119
Tabelle 55: Mittelwerte und ordinale Wertung des Mayo-Wrist-Scores und des modifizierten Mayo-Wrist-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; Patientengruppe 3LT stat	120
Tabelle 56: Ergebnisse der Korrelationsanalysen der präoperativen mit den spätpostoperativen Messwerten der Röntgenbilder in der Patientengruppe 3LT dyn & stat. Signifikanz jeweils fett	121
Tabelle 57: Ergebnisse der Korrelationsanalysen des Lebensalters mit den Messwerten der klinischen Nachuntersuchung und des DASH-Bogens. Signifikanz jeweils fett	124
Tabelle 58: Durchschnittswerte der klinischen Ergebnisse und Ergebnisse der statistischen Testung auf Lageunterschiede der Patienten mit einem anamnestischen Alter der SL-Bandruptur von <6 Monate vs >6 Monate in der Gruppe 3LT dyn & stat. Signifikanz jeweils fett	126
Tabelle 59: Statistik: Statistik der Operationsdauer der verschiedenen OP-Verfahren insgesamt vom Schnitt bis zum Ende der Hautnaht in Minuten ('). Niedrigster Ø grün, höchster rot.	128
Tabelle 60: Kreuztabelle der p-Werte aus der Testung auf Lageunterschiede zwischen den OP-Zeiten der verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils fett	128

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 61: Übersicht über die radiologischen Messwerte (Mittelwert (\emptyset) und Median) der verschiedenen Patientengruppen im zeitlichen Verlauf. Niedrigster \emptyset grün, höchster rot.	129
Tabelle 62: Kreuztabelle der p-Werte aus der Testung auf Lageunterschiede der radiologischen Messwerte aus den prä- und postoperativen Röntgenbildern mittels T-Test zwischen den verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils fett	130
Tabelle 63: Übersicht über die Häufigkeit der Entwicklung einer posttraumatischen Handgelenksarthrose spätpostoperativ in den verschiedenen Patientengruppen. Bei Markierung * sind Patienten mit Rettungsoperation aufgrund von Arthrose mitgezählt.	131
Tabelle 64: Tabellarische Übersicht über die Häufigkeit der Entwicklung postoperativer Komplikationen in den verschiedenen Patientengruppen. Niedrigster Prozentwert grün, höchster rot.	132
Tabelle 65: p-Werte aus der Testung der Anzahl von Patienten mit revisionspflichtigen Komplikationen und Behandlungsbedürftigen oder unbefriedigende Ergebnisse mittels Fishers exaktem Test zwischen den Gruppen. Signifikanz jeweils fett	133
Tabelle 66: Übersicht über die Mittelwerte und Mediane der Extension, Flexion und Grobgriffkraft der einzelnen Patientengruppen. Höchster \emptyset grün, niedrigster rot.	134
Tabelle 67: p-Werte der Testung auf Lageunterschiede der Extension, Flexion und Grobgriffkraft zwischen den verschiedenen Patientengruppen mittels T-Test oder Mann-Whitney-U-Test. Signifikanz jeweils fett	135
Tabelle 68: Übersicht über die Mediane der VAS und des DASH-Score der einzelnen Patientengruppen. Niedrigster \emptyset grün, höchster rot.....	135
Tabelle 69: Übersicht über die Mediane des Mayo-Wrist-Score und modifizierten Mayo-Wrist-Score der einzelnen Patientengruppen. Höchster \emptyset grün, niedrigster rot.	136
Tabelle 70: Kreuztabelle der verschiedenen Patientengruppe und der Kategorie der Arbeitsfähigkeit. Bester Prozentwert grün, schlechtesten rot.	136

8.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 71: Statistische Daten zum Lebensalter der Patienten in den verschiedenen	137
Tabelle 72: Übersichtstabelle zur Geschlechterverteilung in den verschiedenen Gruppen.	138
Tabelle 73: Statistische Daten zum Alter der SL-Bandruptur in den verschiedenen	138
Tabelle 74: p-Werte der Testung auf Lageunterschiede der Altersangaben zur SL-Bandruptur zwischen den verschiedenen Patientengruppen. Signifikanz jeweils fett	138
Tabelle 75: Übersichtstabelle zur Häufigkeit von berufsgenossenschaftlichen versicherten Patienten und dem Vorliegen von Rentenbegehren aufgrund eines Arbeitsunfalles als Ursache der SL-Bandruptur in den verschiedenen Patientengruppen.....	139
Tabelle 76: Übersichtstabelle zur Häufigkeit von manueller Belastung des operierten Handgelenkes im postoperativ ausgeübten Beruf in den verschiedenen Patientengruppen.....	139
Tabelle 77 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:	140
Tabelle 78 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:	141
Tabelle 79 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:	142
Tabelle 80: Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:	143
Tabelle 81: Literaturübersicht weitere Funktionsscores, ordinale Schmerzscores und Ergebniszufriedenheit. Keine Angaben: '-', . Bester Wert Ø grün, schlechtester rot.	144
Tabelle 82 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT:	145
Tabelle 83 Literaturübersicht SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese od. 3LT: Rettungsoperationen, andere Operationen und Komplikationen. Niedrigster Wert Ø grün, höchster rot.....	146

8.6 Grafikverzeichnis

Grafik 2.3-1: Algorithmus zur Therapie der SL-Bandläsion.	19
Grafik 5.1.1-1: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps dyn.	54
Grafik 5.1.2-1: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe SL-Kaps stat.	67
Grafik 5.1.3-1: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat.....	78
Grafik 5.1.3-2: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte des SL-Winkels im seitlichen Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL- Kaps dyn & stat	78
Grafik 5.1.3-3: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite dynamisch in der Ballgriffaufnahme, präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe SL-Kaps dyn & stat.....	78
Grafik 5.2.2-1: Boxplot SL-Spaltweite, statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat.	97
Grafik 5.2.2-2: Boxplot SL-Winkel, seitliches Röntgenbild präoperativ, frühpostoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat	98
Grafik 5.2.2-3: Boxplot SL-Spaltweite, dynamisch in der Ballgriffaufnahme präoperativ und spätpostoperativ; Patientengruppe 3LT stat	99
Grafik 5.2.3-1: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite statisch, im d.p.-Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat	122
Grafik 5.2.3-2: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte des SL-Winkels im seitlichen Röntgenbild präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat	122
Grafik 5.2.3-3: Streu-Punktediagramm der Einzelwerte der SL-Spaltweite dynamisch in der Ballgriffaufnahme, präoperativ vs spätpostoperativ in der Gruppe 3LT dyn & stat	122

8.7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.2-1: SLAC I Arthrose 10,1 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. (St-ID 26)	14
Abbildung 2.2-2: SLAC II Arthrose 7,3 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese. (St-ID 20)	16
Abbildung 2.2-3: SLAC III Arthrose 6,2 Jahre nach SL-Bandnaht zzgl. Kapsulodese (St-ID 46)	16
Abbildung 2.3-1: SL-Bandruptur mittig.	24
Abbildung 2.3-2: Intraligamentäre Bandnaht.	24
Abbildung 2.3-3: Sehnenstreifen aus dem Ligamentum intercarpale dorsale. .	25
Abbildung 2.3-4: Sehnenstreifen am Skaphoid gestielt, durchs radiotriquetrale Band geführt und mit sich selbst vernäht. ⁴⁴	25
Abbildung 2.3-5: Bohrkanaal im Skaphoid zum einfädeln des FCR- Sehnenstreifen.	28
Abbildung 2.3-6: FCR-Sehnenstreifen dorsal, nach Durchzug durch den Bohrkanaal.	28
Abbildung 2.3-7: FCR Sehnenstreifen mit Knochenanker am Lunatum fixiert und durchs radiotriquetrale Band gefädelt. ⁴⁸	28
Abbildung 2.3-8: Transfixation der Handwurzelknochen, Spannung und Verknotung des FCR-Streifens mit sich selbst. ⁴⁸	28
Abbildung 2.3-9: Temporäre Transfixation der Handwurzelknochen	29
Abbildung 4-1: Messung der SL-Spaltweite in der Ballgriffaufnahme.	39
Abbildung 4-2: Messung des SL-Winkels in der seitlichen Röntgenaufnahme.	40
Abbildung 5.1.1-1: Keine Arthrose präoperativ (St-ID 19)	57
Abbildung 5.1.1-2: arthrotische Veränderungen am proc. styloideus radii nach ME (St-ID 19)	57
Abbildung 5.1.1-3: SLAC I Arthrose 5,8 Jahre nach SL-Bandnaht und Kapsulodese (St-ID 19)	57
Abbildung 5.1.1-4: Röntgenaufnahme SLAC I Arthrose vor MKTA (St-ID 92)..	61
Abbildung 5.1.1-5: Röntgenaufnahme ca. 1 Jahr nach MKTA (St-ID 92)	61
Abbildung 5.1.2-1: Präoperative Röntgenaufnahme (St-ID 32)	71

8.7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5.1.2-2: Ulnare Translokation und SLAC II (St-ID 32).....	71
Abbildung 5.1.2-3: Präoperative Röntgenaufnahme (St-ID 40)	73
Abbildung 5.1.2-4: Ulnare Translokation und SLAC II (St-ID 40).....	73
Abbildung 5.2.1-1: SLAC I, STT-Arthrose und Rhizarthrose 3,3 Jahre nach 3LT (St-ID 102).....	89
Abbildung 5.2.1-2:Röntgenaufnahme 3 Jahre nach RSA (St-ID 102)	89
Abbildung 5.2.2-1: Keine Arthrose präoperativ (Ballaufnahme) (St-ID 78)	100
Abbildung 5.2.2-2: Leichte arthrotische Veränderungen am proc. styloideus, frühpostoperativ nach ME. (St-ID 78)	101
Abbildung 5.2.2-3: SLAC I 8,5 Jahre nach 3LT. (St-ID 78).....	101
Abbildung 5.2.2-4: Röntgenaufnahme präoperativ. (St-ID 76).....	105
Abbildung 5.2.2-5: SLAC III Arthrose und Ulnaimpaktionssyndrom nach 3LT. (St-ID 76).....	105
Abbildung 5.2.2-6: Lockerung des Fadenankers am Lunatum (St-ID 83).....	106
Abbildung 5.2.2-7: Kahnbeinfraktur 6 Monate nach 3LT. (St-ID 70).....	107
Abbildung 5.2.2-8:Mini-Plattenosteosynthese nach Kahnbeinfraktur.(S-ID70)	108
Abbildung 5.2.2-9: Mediokarpale- und STT-Arthrose 4 Jahre nach ME. (St-ID 70)	108
Abbildung 5.2.2-10: SLAC II Arthrose 18 Monate nach 3LT (St-ID 84)	109
Abbildung 5.2.2-11: Röntgenaufnahme 6 Jahre nach MKTA. (St-ID 84).....	110
Abbildung 5.2.2-12: Röntgenaufnahme 2,5 Jahre nach Vollarthrodese des Handgelenkes. (St-ID 84).....	110
Abbildung 5.2.2-13:Röntgenaufnahme 5,4 Jahre nach auswärtiger MKTA (St-ID 85)	112
Abbildung 5.2.2-14: Verdacht auf Ausriss der FCR-Bandplastik 4,5 Monate nach 3LT, ohne ersichtliche Lockerung des Fadenankers. (St-ID 90).	113
Abbildung 5.2.2-15: CT: Mangelnde knöcherne Durchbauung 5 Monate nach Kahnbeinfraktur. (St-ID 86).....	114
Abbildung 5.2.2-16: Destruktion des proximalen Kahnbeinpols 4 Monate nach 3LT. (St-ID 88).....	115
Abbildung 5.2.2-17: MRT: sekundäre Lunatumnekrose nach 3LT. (St-ID 91)	116

8.8 Literaturverzeichnis

- Aitken R. C. (1969). "Measurement of feelings using visual analogue scales." *Proceedings of the Royal Society of Medicine: Vol. 62 (10)* Page: 989-993.
- Andersson J. K. and M. Garcia-Elias (2013). "Dorsal scapholunate ligament injury: a classification of clinical forms." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 38 (2)* Page: 165-169.
- Berger R. A. (1997). "The ligaments of the wrist. A current overview of anatomy with considerations of their potential functions." *Hand Clin: Vol. 13 (1)* Page: 63-82.
- Berger R. A. and A. T. Bishop (1997). "A fiber-splitting capsulotomy technique for dorsal exposure of the wrist." *Tech Hand Up Extrem Surg: Vol. 1 (1)* Page: 2-10.
- Berschback J. C., D. M. Kalainov and M. S. Bednar (2010). "Osteonecrosis of the scaphoid after scapholunate interosseous ligament repair and dorsal capsulodesis: case report." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 35 (5)* Page: 732-735.
- Bickert B., M. Sauerbier and G. Germann (2000). "Scapholunate ligament repair using the Mitek bone anchor." *The Journal of Hand Surgery. British Volume.: Vol. 25 (2)* Page: 188-192.
- Blatt G. (1987). "Capsulodesis in reconstructive hand surgery. Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and volar capsulodesis following excision of the distal ulna." *Hand Clin: Vol. 3 (1)* Page: 81-102.
- Brunelli G. A. and G. R. Brunelli (1995). "A new technique to correct carpal instability with scaphoid rotary subluxation: a preliminary report." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 20 (3 Pt 2)* Page: S82-85.
- Chabas J. F., A. Gay, D. Valenti, D. Guinard and R. Legre (2008). "Results of the modified Brunelli tenodesis for treatment of scapholunate instability: a retrospective study of 19 patients." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 33 (9)* Page: 1469-1477.
- Chen R., R. P. Calfee, J. Stepan and D. A. Osei (2015). "Outcomes of Acute versus Subacute Scapholunate Ligament Repair." *The Journal Of Hand Surgery: Vol. 40 (9)* Page: e31.

8.8 Literaturverzeichnis

- Cooney W. P., R. Bussey, J. H. Dobyns and R. L. Linscheid (1987). "Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist." *Clinical orthopaedics and related research: Vol. (214)* Page: 136-147.
- Corella F., M. Del Cerro, M. Ocampos and R. Larrainzar-Garijo (2013). "Arthroscopic ligamentoplasty of the dorsal and volar portions of the scapholunate ligament." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 38 (12)* Page: 2466-2477.
- Crisco J. J., J. C. Coburn, D. C. Moore, E. Akelman, A. P. Weiss and S. W. Wolfe (2005). "In vivo radiocarpal kinematics and the dart thrower's motion." *The Journal of bone and joint surgery. American volume.: Vol. 87 (12)* Page: 2729-2740.
- Cuenod P. (1999). "Osteoligamentoplasty and limited dorsal capsulodesis for chronic scapholunate dissociation." *Ann Chir Main Memb Super: Vol. 18 (1)* Page: 38-53.
- De Smet L., S. Goeminne and I. Degreef (2011). "Failures of the three-ligament tenodesis for chronic static scapholunate dissociation are due to insufficient reduction." *Acta orthopaedica Belgica: Vol. 77 (5)* Page: 595-597.
- De Smet L., R. Sciote and I. Degreef (2011). "Avascular necrosis of the scaphoid after three-ligament tenodesis for scapholunate dissociation: case report." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 36 (4)* Page: 587-590.
- De Smet L. and P. Van Hoonacker (2007). "Treatment of chronic static scapholunate dissociation with the modified Brunelli technique: preliminary results." *Acta orthopaedica Belgica: Vol. 73 (2)* Page: 188-191.
- Elgammal A. and B. Lukas (2016). "Mid-term results of ligament tenodesis in treatment of scapholunate dissociation: a retrospective study of 20 patients." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 41 (1)* Page: 56-63.
- Ferrerres A., M. Garcia-Elias and R. Plaza (2009). "Long-term results of lunocapitate arthrodesis with scaphoid excision for SLAC and SNAC wrists." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 34 (5)* Page: 603-608.
- Gajendran V. K., B. Peterson, R. R. Slater, Jr. and R. M. Szabo (2007). "Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 32 (9)* Page: 1323-1333.

8.8 Literaturverzeichnis

- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016a). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Carpal instability: Wrist anatomy. Page: 419-423.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016b). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Carpal instability: Wrist biomechanics. Page: 423-426.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016c). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist Anatomy: Ligamentous Anatomy: Intrinsic Ligaments. Page: 422.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016d). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: CID. Page: 434.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016e). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: Critical Points 3LT. Page: 444.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016f). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: SLAC. Page: 435.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016g). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: Treatment of SL Dissociation: Stage II: complete SL ligament injury, repairable. Page: 440-441.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016h). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: Treatment of SL Dissociation: Stage IV: complete SL ligament injury, nonrepairable, reducible flexion deformity of the scaphoid: SL ligamentoplasty using a tendon graft. Page: 443.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016i). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: Treatment of SL Dissociation: Stage IV: complete SL ligament injury, nonrepairable, reducible flexion deformity of the scaphoid: SL ligamentoplasty using a tendon graft. (eigene Übersetzung! Englisches Original: "These techniques involved large drill holes across poorly vascularized areas, so bone fractures and joint degeneration were not unusual. As such, the technique was abandoned in the early 1980s in favor of partial fusions.). Page: 443.
- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016j). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Carpal instability: ulnar translation. Page: 446.

8.8 Literaturverzeichnis

- Garcia-Elias M. and A. Lluch (2016k). *Green's Operative Hand Surgery*. Vol. 1: Chap.: 13. Wrist instability, Misalignments und Dislocations: Wrist disorders: Pathomechanics: Perilunate Instability. Page: 426 - 428.
- Garcia-Elias M., A. L. Lluch and J. K. Stanley (2006). "Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 31 (1)* Page: 125-134.
- Gelberman R. H. and J. Menon (1980). "The vascularity of the scaphoid bone." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 5 (5)* Page: 508-513.
- Germann G., G. Wind and A. Harth (1999). "Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität [The DASH(Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire-- a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome]." *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie: Vol. 31 (3)* Page: 149-152.
- Gray A., P. Cuenod and M. Y. Papaloizos (2015). "Midterm Outcome of Bone-Ligament-Bone Graft and Dorsal Capsulodesis for Chronic Scapholunate Instability." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 40 (8)* Page: 1540-1546.
- Gruson K. I., K. Huang, T. Wanich and A. A. Depalma (2013). "Workers' compensation and outcomes of upper extremity surgery." *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons: Vol. 21 (2)* Page: 67-77.
- Hagert E., M. Garcia-Elias, S. Forsgren and B. O. Ljung (2007). "Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 32 (1)* Page: 30-36.
- Hahn P., H. Krimmer, K. J. Prommersberger and J. van Schoonhoven (1999). "[Scapholunate dissociation. Results of ligament suture and ligament-plasty]." *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie: Vol. 31 (5)* Page: 346-350.
- Henry M. (2013). "Reconstruction of both volar and dorsal limbs of the scapholunate interosseous ligament." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 38 (8)* Page: 1625-1634.
- IFSSH, Garcia-Elias M, Berger, Horii , Kauer, Lanz, . . . Viegas (1999). "Definition of carpal instability. The Anatomy and Biomechanics Committee of the International Federation of Societies for Surgery of the

8.8 Literaturverzeichnis

- Hand." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 24 (4)*
Page: 866-867.
- Kalb K., S. Blank, J. van Schoonhoven and K. J. Prommersberger (2009).
"Stabilization of the scaphoid according to Brunelli as modified by Garcia-Elias, Lluch, and Stanley for the treatment of chronic scapholunate dissociation." *Oper Orthop Traumatol: Vol. 21 (4-5)* Page: 429-441.
- Kalb K. and K. J. Prommersberger (2009). "Treatment of chronic scapholunate dissociation using Cuenod's bone-ligament-bone autograft." *Oper Orthop Traumatol: Vol. 21 (4-5)* Page: 417-428.
- Kellgren J. H. and J. S. Lawrence (1957). "Radiological assessment of osteoarthritis." *Annals of the rheumatic diseases: Vol. 16 (4)* Page: 494-502.
- Kindynis P., D. Resnick, H. S. Kang, J. Haller and D. J. Sartoris (1990).
"Demonstration of the scapholunate space with radiography." *Radiology: Vol. 175 (1)* Page: 278-280.
- Kitay A. and S. W. Wolfe (2012). "Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 37 (10)* Page: 2175-2196.
- Klempka A., M. Wagner, S. Fodor, K. J. Prommersberger, M. Uder and R. Schmitt (2016). "Injuries of the scapholunate and lunotriquetral ligaments as well as the TFCC in intra-articular distal radius fractures. Prevalence assessed with MDCT arthrography." *European radiology: Vol. 26 (3)*
Page: 722-732.
- Koh K. H., H. I. Lee, K. S. Lim, J. S. Seo and M. J. Park (2013). "Effect of wrist position on the measurement of carpal indices on the lateral radiograph." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 38 (5)* Page: 530-541.
- Kohn M. D., A. A. Sassoon and N. D. Fernando (2016). "Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis." *Clinical orthopaedics and related research: Vol. 474 (8)* Page: 1886-1893.
- Krimmer H., B. Krapohl, M. Sauerbier and P. Hahn (1997). "[Post-traumatic carpal collapse (SLAC- and SNAC-wrist)--stage classification and therapeutic possibilities]." *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie: Vol. 29 (5)* Page: 228-233.
- Krimmer H., P. Wiemer and K. Kalb (2000). "Vergleichende Ergebnisbewertung am Handgelenk - mediokarpale Teilarthrodese und Totalarthrodese [Comparative outcome assessment of the wrist joint--mediocarpal partial arthrodesis and total arthrodesis]." *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie: Vol. 32 (6)* Page: 369-374.

8.8 Literaturverzeichnis

- Lane L. B., R. J. Daher and A. J. Leo (2010). "Scapholunate dissociation with radiolunate arthritis without radioscapoid arthritis." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 35 (7)* Page: 1075-1081.
- Lanz U. and H.-M. Schmidt (2003). *Chirurgische Anatomie der Hand*. Chap.: 3.7.4.5. Übergang Unterarm - Hohlhand: Handgelenksregion: Handgelenke: Karpale Bandsysteme. Page: 68-71.
- Larsen C. F., F. K. Mathiesen and S. Lindequist (1991). "Measurements of carpal bone angles on lateral wrist radiographs." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 16 (5)* Page: 888-893.
- Lavernia C. J., M. S. Cohen and J. Taleisnik (1992). "Treatment of scapholunate dissociation by ligamentous repair and capsulodesis." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 17 (2)* Page: 354-359.
- Linscheid R. L., J. H. Dobyns, J. W. Beabout and R. S. Bryan (1972). "Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics." *The Journal of bone and joint surgery. American volume.: Vol. 54 (8)* Page: 1612-1632.
- Lluch A. (2015). *Disorders of the Hand Volume 3: Inflammation, Arthritis and Contractures*. Chap.: 4. Osteoarthritis of the Wrist and DRUJ. Page: 41-69.
- Luegmair M. and P. Saffar (2013). "Scaphocapitate arthrodesis for treatment of scapholunate instability in manual workers." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 38 (5)* Page: 878-886.
- Mathiowetz V., K. Weber, G. Volland and N. Kashman (1984). "Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 9 (2)* Page: 222-226.
- Mayfield J. K., R. P. Johnson and R. K. Kilcoyne (1980). "Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 5 (3)* Page: 226-241.
- Megerle K., D. Bertel, G. Germann, M. Lehnhardt and S. Hellmich (2012). "Long-term results of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for the treatment of chronic scapholunate instability." *The Journal of bone and joint surgery. British volume: Vol. 94 (12)* Page: 1660-1665.
- Minami A. and K. Kaneda (1993). "Repair and/or reconstruction of scapholunate interosseous ligament in lunate and perilunate dislocations." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 18 (6)* Page: 1099-1106.

8.8 Literaturverzeichnis

- Mitsuyasu H., R. M. Patterson, M. A. Shah, W. L. Buford, Y. Iwamoto and S. F. Viegas (2004). "The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 29 (2)* Page: 279-288.
- Neubrech F., M. Muhlendorfer-Fodor, T. Pillukat, J. Schoonhoven and K. J. Prommersberger (2012). "Long-term results after midcarpal arthrodesis." *J Wrist Surg: Vol. 1 (2)* Page: 123-128.
- Nienstedt F. (2013). "Treatment of static scapholunate instability with modified Brunelli tenodesis: results over 10 years." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 38 (5)* Page: 887-892.
- Pauchard N., A. Dederichs, J. Segret, S. Barbary, F. Dap and G. Dautel (2013). "The role of three-ligament tenodesis in the treatment of chronic scapholunate instability." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 38 (7)* Page: 758-766.
- Pomerance J. (2006). "Outcome after repair of the scapholunate interosseous ligament and dorsal capsulodesis for dynamic scapholunate instability due to trauma." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 31 (8)* Page: 1380-1386.
- Prommersberger K.-J., M. Mühldorfer-Fodor, K.-H. Kalb, R. Schmitt and J. van Schoonhoven (2014). "Die skapholunäre Bandverletzung." *Der Unfallchirurg: Vol. 117 (8)* Page: 723- 739.
- Rohman E. M., J. Agel, M. D. Putnam and J. E. Adams (2014). "Scapholunate interosseous ligament injuries: a retrospective review of treatment and outcomes in 82 wrists." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 39 (10)* Page: 2020-2026.
- Rosati M., P. Parchi, M. Cacianti, A. Poggetti and M. Lisanti (2010). "Treatment of acute scapholunate ligament injuries with bone anchor." *Musculoskeletal surgery: Vol. 94 (1)* Page: 25-32.
- Ross M., J. Loveridge, K. Cutbush and G. Couzens (2013). "Scapholunate ligament reconstruction." *J Wrist Surg: Vol. 2 (2)* Page: 110-115.
- Salva-Coll G., M. Garcia-Elias, M. T. Leon-Lopez, M. Llusà-Perez and A. Rodriguez-Baeza (2011). "Effects of forearm muscles on carpal stability." *The Journal of Hand Surgery. European Volume.: Vol. 36 (7)* Page: 553-559.
- Schimmerl-Metz S. M., V. M. Metz, S. M. Totterman, F. A. Mann and L. A. Gilula (1999). "Radiologic measurement of the scapholunate joint: implications of biologic variation in scapholunate joint morphology." *The*

8.8 Literaturverzeichnis

- Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 24 A (6) Page: 1237-1244.*
- Schlichtenwolf M. and D. Hollo (2014). *Begutachtung der Haltungs- und Bewegungsorgane*. Stuttgart, Vol. 6. Auflage: Chap.: 9.3.1. Messmethode. Befunderhebung an den Gliedmaßen. Page: 416-418.
- Schmitt R. and U. Lanz (2015a). *Bildgebende Diagnostik der Hand*. Chap.: 10.4.4. Anatomie der Handwurzel: Ligamente der Handwurzel. Page: 140-150.
- Schmitt R. and U. Lanz (2015b). *Bildgebende Diagnostik der Hand*. Chap.: 1,4,2. Einstelltechniken. Page: 29-40.
- Schmitt R. and U. Lanz (2015c). *Bildgebende Diagnostik der Hand*. Chap.: 20.1. Skaphoidpseudarthrose: Arterielle Versorgung des Kahnbeins. Page: 297.
- Schuind F. A., R. L. Linscheid, K. N. An and E. Y. Chao (1992). "A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist." *The Journal of bone and joint surgery. American volume.: Vol. 74 (9) Page: 1418-1429.*
- Schweizer A. and R. Steiger (2002). "Long-term results after repair and augmentation ligamentoplasty of rotatory subluxation of the scaphoid." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 27 (4) Page: 674-684.*
- Short W. H., F. W. Werner, J. K. Green and S. Masaoka (2002). "Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 27 (6) Page: 991-1002.*
- Short W. H., F. W. Werner, J. K. Green and S. Masaoka (2005). "Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: Part II." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 30 (1) Page: 24-34.*
- Soong M., G. A. Merrell, F. I. V. Ortmann and A.-P. C. Weiss (2013). "Long-Term Results of Bone-Retinaculum-Bone Autograft for Scapholunate Instability." *Journal of Hand Surgery: Vol. 38 (3) Page: 504-508.*
- Sousa M., R. Aido, D. Freitas, M. Trigueiros, R. Lemos and C. Silva (2014). "Scapholunate ligament reconstruction using a flexor carpi radialis tendon graft." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 39 (8) Page: 1512-1516.*

8.8 Literaturverzeichnis

- Stephan C., K. J. Prommersberger and J. van Schoonhoven (2009). "[Dorsal capsulodesis for the treatment of scapholunate instability]." *Oper Orthop Traumatol: Vol. 21 (4-5)* Page: 405-415.
- Taleisnik J. and P. J. Kelly (1966). "The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone." *The Journal of bone and joint surgery. American volume.: Vol. 48 (6)* Page: 1125-1137.
- Talwalkar S. C., A. T. Edwards, M. J. Hayton, J. H. Stilwell, I. A. Trail and J. K. Stanley (2006). "Results of tri-ligament tenodesis: a modified Brunelli procedure in the management of scapholunate instability." *The Journal of Hand Surgery. British Volume.: Vol. 31 (1)* Page: 110-117.
- Van Den Abbeele K. L., Y. C. Loh, J. K. Stanley and I. A. Trail (1998). "Early results of a modified Brunelli procedure for scapholunate instability." *The Journal of Hand Surgery. British Volume.: Vol. 23 (2)* Page: 258-261.
- Wahegaonkar A. L. and C. L. Mathoulin (2013). "Arthroscopic dorsal capsulo-ligamentous repair in the treatment of chronic scapho-lunate ligament tears." *J Wrist Surg: Vol. 2 (2)* Page: 141-148.
- Waters M. S., F. W. Werner, S. F. Haddad, M. L. McGrattan and W. H. Short (2016). "Biomechanical Evaluation of Scaphoid and Lunate Kinematics Following Selective Sectioning of Portions of the Scapholunate Interosseous Ligament." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 41 (2)* Page: 208-213.
- Watson H. K., D. t. Ashmead and M. V. Makhlof (1988). "Examination of the scaphoid." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 13 (5)* Page: 657-660.
- Watson H. K. and F. L. Ballet (1984). "The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.: Vol. 9 (3)* Page: 358-365.
- Watson H. K., J. Weinzweig and J. Zeppieri (1997). "The natural progression of scaphoid instability." *Hand Clin: Vol. 13 (1)* Page: 39-49.
- Wolfe S. (2001). "Scapholunate instability." *Journal of the american society for surgery of the hand: Vol. 1 (1)* Page: 45-60.
- Wright R. W. (2014). "Osteoarthritis Classification Scales: Interobserver Reliability and Arthroscopic Correlation." *The Journal of bone and joint surgery. American volume.: Vol. 96 (14)* Page: 1145-1151.
- Wyrick J. D., B. D. Youse and T. R. Kiefhaber (1998). "Scapholunate ligament repair and capsulodesis for the treatment of static scapholunate

8.8 Literaturverzeichnis

dissociation." *The Journal of Hand Surgery. British Volume.:* Vol. 23 (6)
Page: 776-780.

Zarkadas P. C., P. T. Gropper, N. J. White and B. H. Perey (2004). "A survey of the surgical management of acute and chronic scapholunate instability." *The Journal of Hand Surgery. American Volume.:* Vol. 29 (5) Page: 848-857.

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. van Schoonhoven für das Überlassen des interessanten Themas, die Möglichkeit Vorträge vor nationalem und internationalem Publikum zu halten und die hervorragende Betreuung bei der Fertigstellung dieser Dissertation.

Für die Unterstützung möchte ich mich auch bei Chefarzt Herrn Prof. Prommersberger, den Oberärzten der handchirurgischen Klinik Herr Dr. med. Karlheinz Kalb, Herr Dr. med. Florian Goetz, Frau Dr. med. Marion Mühldorfer-Fodor und Herr Priv. Doz. Dr. med. Thomas Pillukat sowie den Kollegen Frau Dr. med. Stefanie Schmitt, Herr Dr. med. Christos Georgiou, Herr Dr. med. Bastian König und Herr Dr. med. Wolfram Heitzman bedanken.

Vielen Dank auch an unsere Studiensekretärin Frau Natalie Nagel für die zahlreichen Telefonate zur Terminvereinbarung und die Unterstützung bei der Literaturrecherche.

Vielen Dank an die Ambulanzschwestern der Handchirurgie für die Unterstützung während den klinischen Untersuchungen und für ihren Frohsinn.

Vielen Dank an Chefarzt Herrn Dr. med. Rudolf Bartunek für die Realisierung zeitlicher Freiräume.

Vielen Dank an meine Freunde Jan, Kay, Hütz und Max für ihre Hilfe, Beispruch und Motivation.

Besonderer Dank geht an meine Eltern Wolfgang und Brigitte Habertzettl, meine Schwester Annette und meinen Bruder Peter für die jahrelange Motivation und moralische Unterstützung.