

# Die modifizierte SLAM (scapholunate axis method) Technik zur sekundären SL-Band-Rekonstruktion – Erste Ergebnisse

## Modified SLAM (scapholunate axis method) technique for secondary SL reconstruction: preliminary results

### Autoren

Jürgen H. Dolderer<sup>1</sup>, Katja Zimny<sup>1</sup>, Silvan Klein<sup>1</sup>, Michael Koller<sup>2</sup>, Lukas Prantl<sup>1</sup>, Sebastian Geis<sup>1</sup>

### Institute

- 1 Universitätsklinikum Regensburg, Zentrum für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
- 2 Universitätsklinikum Regensburg, Zentrum für klinische Studien

### Schlüsselwörter

SLAM, mediokarpaler Kollaps, skapho-lunäre Rekonstruktion

### Key words

SLAM, mediocarpal collapse, scapholunate ligament reconstruction

eingereicht 26.08.2018

akzeptiert 17.01.2019

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/a-0839-4926>

Handchir Mikrochir Plast Chir 2019; 51: 32–37

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0722-1819

### Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. Jürgen H. Dolderer

Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Ästhetische und Handchirurgie

Klinikum Bayreuth

Preuschwitzer Str. 101

95445 Bayreuth

E-Mail: [drdolderer@hotmail.com](mailto:drdolderer@hotmail.com)

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund** Die gängigen Verfahren zur sekundären Rekonstruktion des skapholunären (SL) Bandes erzielen eine Schmerzreduktion und Sicherung des Repositionsergebnisses meist nur auf Kosten der Beweglichkeit und Kraft. Dahingegen scheint die SLAM- (scapholunate axis method) Technik eine Stabilisierung von Skaphoid und Lunatum ohne Verlust an Beweglichkeit zu erlauben. Wir haben die Technik durch zusätzliche Fixierung eines Endes des Sehnentransplantates am Kapitatum modifiziert, hoffend dass so eine Palmarkippung des Skaphoids noch besser verhindert wird.

**Ziel** Die Studie hatte zum Ziel, ob mittels der modifizierten SLAM-Technik eine Stabilisierung von Skaphoid und Lunatum

sowie Schmerzreduktion möglich ist, ohne dass es zu einem Verlust an Beweglichkeit und Kraft kommt.

**Patienten und Methoden** 5 männliche Patienten mit einer veralteten SL-Band-Läsion (3–10 Monate) im Alter zwischen 36 und 60 Jahren wurden mit der modifizierten SLAM-Technik operiert. Präoperativ und nach 12 Monaten wurden die Beweglichkeit, die Grobkraft, die Schmerzen, der SL-Winkel sowie der DASH- und der Mayo Wrist-Scores erfasst und miteinander verglichen.

**Ergebnisse** Bei allen Patienten zeigte sich bei der Untersuchung nach 12 Monaten eine Verbesserung im DASH- Score von durchschnittlich 60,4 auf 34,4 Punkte sowie beim Mayo Wrist-Score von 41 auf 74 Punkte. Die Grobkraft nahm von durchschnittlich 24,6 kg auf 38 kg zu. Ruhe- und Belastungsschmerzen sanken von durchschnittlich 1,4 auf 0,2, respektive von 5,4 auf 1,4 auf der 10stelligen visuellen Analogskala. Der SL-Winkel zeigte sich im Mittel mit 64,8° postoperativ gegenüber 63,2° nahezu unverändert, wobei lediglich bei 2 Patienten eine Verbesserung erzielt wurde. Die Beweglichkeit war zwar bei der Nachuntersuchung im Mittel in allen Freiheitsgraden gegenüber präoperativ verbessert (Extension/Flexion: 58–0–60 vs. 50–0–49; Radial-/Ulnaradduktion: 19–0–45 vs. 15–0–25 und Supination/Pronation: 87–0–90 vs. 81–0–81), allerdings nicht bei allen Patienten in allen Ebenen.

**Schlussfolgerung** Zwar konnte eine Verbesserung des DASH- und Mayo Wrist Scores sowie der Grobkraft und eine Schmerzreduktion erzielt werden, jedoch keine Verbesserung des SL-Winkels, noch eine Verbesserung der Handgelenksbeweglichkeit bei allen Patienten in allen Ebenen. Somit bleibt die Studie den Nachweis schuldig, dass mit der modifizierten SLAM-Technik eine Stabilisierung von Skaphoid und Lunatum sowie Schmerzreduktion möglich ist, ohne dass es zu einem Verlust an Beweglichkeit kommt.

### ABSTRACT

**Background** The common techniques for scapholunate (SL) ligament reconstruction achieve pain relief and maintenance of reposition at the expense of mobility and grip strength. In contrast, the scapholunate axis method (SLAM) technique seems to stabilise the scaphoid and lunate bones without a loss of function. We modified the technique with an additional anchor fixation of the tendon graft to the capitate bone in order to prevent palmar dislocation of the scaphoid bone.

**Purpose** This study aimed to examine whether or not it is possible to stabilise the scaphoid and lunate bones and to reduce pain without a loss of function and grip strength using the modified SLAM technique.

**Patients and Methods** The SLAM technique was performed on 5 male patients aged between 36 and 60 years with an SL ligament lesion (3–10 months old). Preoperatively and after 12 months, the postoperative range of motion, grip strength, pain, SL angle, DASH Score and Mayo Wrist Score were assessed and compared to each other.

**Results** An improvement of the DASH Score (60.4 to 34.4 on average) and the Mayo Wrist Score (41 to 74 on average) was observed at the 12-month follow-up. Grip strength was enhanced from an average of 24.6 kg to 38 kg. Pain was

improved from an average of 1.4 to 0.2 (at rest) and from 5.4 to 1.4 (under load). The SL angle changed only marginally from an average of 64.8° preoperatively to 63.2° postoperatively. The average range of motion was improved (extension/flexion: 58–0–60 vs. 50–0–49; radial/ulnar duction: 19–0–45 vs. 15–0–25 und supination/pronation: 87–0–90 vs. 81–0–81): However, function did not improve in every patient and all planes.

**Conclusion** The modified SLAM technique improved the DASH Score, the Mayo Wrist Score, grip strength and pain. However, the SL angle and range of motion did not improve in every patient and plane. Consequently, it cannot be confirmed that the modified SLAM technique ensures a reliable stabilisation of the scaphoid and lunate bones and reduction of pain without a loss of function.

## Einleitung

Bisher gibt es keinen Goldstandard für die sekundäre Behandlung von skapholunären (SL-) Bandverletzungen. Zur Verfügung stehen neben stabilisierenden Eingriffen wie der dorsalen Kapsulodese rekonstruktive Verfahren (Knochen-Ligament-Knochen-Transplantat, Tenodese) und ablativ Verfahren (mediokarpale Teilarthrodese, Resektion der proximalen Handwurzelreihe) [1].

Die dorsale Kapsulodese bewirkt zwar eine Schmerzreduktion und Kraftzunahme, gewährleistet jedoch keine ausreichende Sicherung des Repositionsergebnisses [2, 3]. Die ablativen Verfahren sind mit einer deutlichen Reduktion der Beweglichkeit vergesellschaftet [4]. Rekonstruktive Eingriffe liefern zwar einen hohen Grad an Stabilität und eine deutliche Schmerzabnahme, verbessern jedoch nicht die Beweglichkeit, gleich welche Technik (Gracia-Elias, Brunelli oder Abeele) angewandt wird [5–7]. Die SLAM- (scapholunate axis method) Technik soll durch Platzierung eines Sehnen-transplantates entlang der Rotationsachse von Skaphoid und Lunatum in der Sagittalebene und zusätzlicher Rekonstruktion des dorsalen Abschnitts des SL-Bandes mit dem überstehenden Anteil des Sehnen-transplantates einerseits eine hohe Stabilität von Skaphoid und Lunatum gewährleisten und andererseits eine verbesserte Beweglichkeit postoperativ gegenüber präoperativ ermöglichen. Lee und Mitarb. konnten entsprechend in ihrer biomechanischen Studie zeigen, dass die SLAM-Technik der modifizierten Tenodese nach Brunelli und der dorsalen Kapsulodese in puncto Verkleinerung des SL-Spaltes und Wiederherstellung des physiologischen SL-Winkels überlegen ist [8].

In der Absicht der Palmarkippung des Skaphoides und somit einer Erhöhung des SL-Winkels noch stärker entgegen zu wirken, haben wir die von der Arbeitsgruppe um Yao [9] beschriebene SLAM-Technik dahingehend modifiziert, dass ein Ende des Sehnen-transplantates nach Aufrichten des Skaphoids dorsal am Kapitatum befestigt wird. Ziel dieser Arbeit war es zu prüfen, ob mittels der so modifizierten SLAM-Technik eine Stabilisierung von Skaphoid und Lunatum sowie Schmerzreduktion möglich ist, ohne dass es zu einem Verlust an Beweglichkeit und Kraft kommt.

## Patienten und Methoden

Fünf männliche Patienten wurden aufgrund einer älteren SL-Bandruptur mit der modifizierten SLAM-Methode operiert. Der Altersdurchschnitt betrug 48,6 (36 bis 60) Jahre. Vier Patienten waren Rechtshänder; viermal war das linke, zweimal das dominante Handgelenk betroffen. Zwei Patienten waren beruflich vorwiegend sitzend tätig (Verwaltungsbeamter und Innendienstmitarbeiter). Drei Patienten mussten schwere körperliche Arbeiten verrichten (Schreiner, Facharbeiter und Krankenpfleger) (► **Tab. 1**).

Das Zeitintervall zwischen Verletzung und operativer Versorgung variierte zwischen 3 und 10 Monaten mit einem durchschnittlichen Alter der Verletzungen von 7 Monaten. Ein Patient konnte sich an kein adäquates Trauma erinnern. Bei 4 Patienten lag eine dynamische SL-Bandruptur vor, einmal eine statische (► **Abb. 1a** und ► **Abb. 1b**). Arthrotische Veränderungen fanden sich nicht.

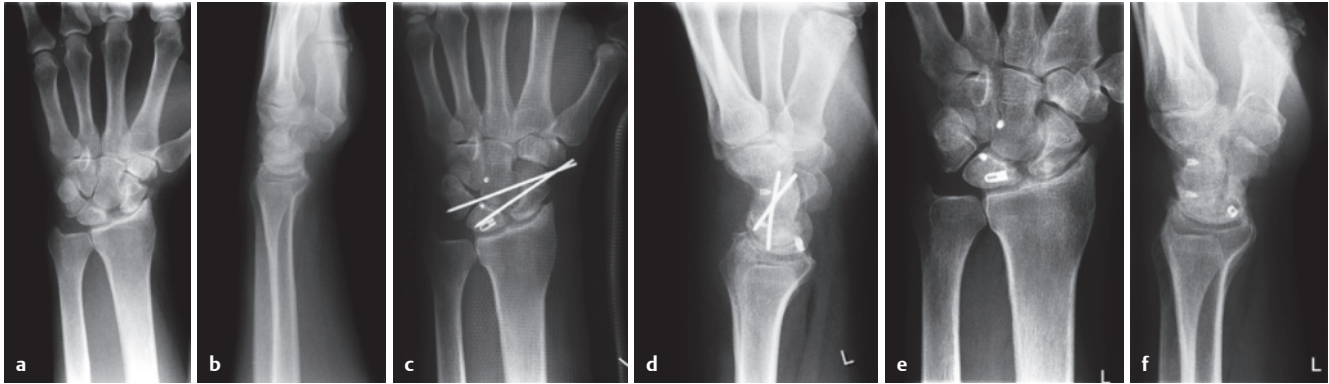
Präoperativ und 12 Monate postoperativ wurden folgende Daten erfasst: das Bewegungsausmaß mittels Goniometer für kleine Gelenke, die Grobkraft mit einem hydraulischen Jamar-Handdynamometer (Sammons Preston, Bolingbrook, Illinois), die Ruhe- und Belastungsschmerzen mittels der visuellen Analogskala (VAS), der DASH- und des Mayo Wrist Scores erfasst. Auf Röntgenaufnahmen des Handgelenkes wurde durch einen unabhängigen Radiologen der SL-Winkel gemessen.

Präoperativ betrug Extension/Flexion durchschnittlich 50–0–49°, Radial-/Ulnarduktion 15–0–25° und Supination/Pronation 81–0–81°. Die Grobkraft betrug präoperativ durchschnittlich 24,6 kg (13–42 kg). Der DASH-Score lag präoperativ durchschnittlich bei 60,4 (39–83), der Mayo Wrist Score bei 41 (20–60) Punkten. Der SL-Winkel betrug präoperativ durchschnittlich 63,2 (48–86)°. Die Ruheschmerzen lagen präoperativ durchschnittlich bei 1,4 (0–4). Die Belastungsschmerzen betrug präoperativ im Mittel 5,4 (3–7) (► **Tab. 2** bis ► **Tab. 4**).

Alle Patienten wurden über den Inhalt der Studie aufgeklärt und willigten in die Teilnahme ein. Alle Patienten signierten ein Informationsdokument und eine Einverständniserklärung. Ein positives Ethikvotum lag vor und die Studie wurde gemäß den Richtlinien der Deklaration von Helsinki durchgeführt.

► **Tab. 1** Demographische Daten

	Alter	Geschlecht	Händigkeit	betroffene Hand	Beruf	Zeitintervall Unfall -OP
1	49	männlich	links	links	Innendienst	3 Monate
2	36	männlich	rechts	links	Zimmerer	10 Monate
3	60	männlich	rechts	links	Verwaltungsbeamter	8 Monate
4	58	männlich	rechts	links	Facharbeiter	unbekannt
5	40	männlich	rechts	rechts	Krankenpfleger	8 Monate



► **Abb. 1** **a** präoperative a.p. Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur. **b** präoperative seitliche Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur. **c** postoperative (2.postoperativer Tag) a.p. Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur nach sekundärer SL-Bandrekonstruktion in der SLAM Technik. **d** postoperative (2.postoperativer Tag) seitliche Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur nach sekundärer SL-Bandrekonstruktion in der SLAM Technik. **e** postoperative (12 Monate postoperativ) a.p. Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur nach sekundärer SL-Bandrekonstruktion in der SLAM Technik. **f** postoperative (12 Monate postoperativ) seitliche Aufnahme einer statischen SL-Bandruptur nach sekundärer SL-Bandrekonstruktion in der SLAM Technik.

► **Tab. 2** DASH-Score, Mayo wrist Score und SL-Winkel präoperativ und 12 Monate postoperativ

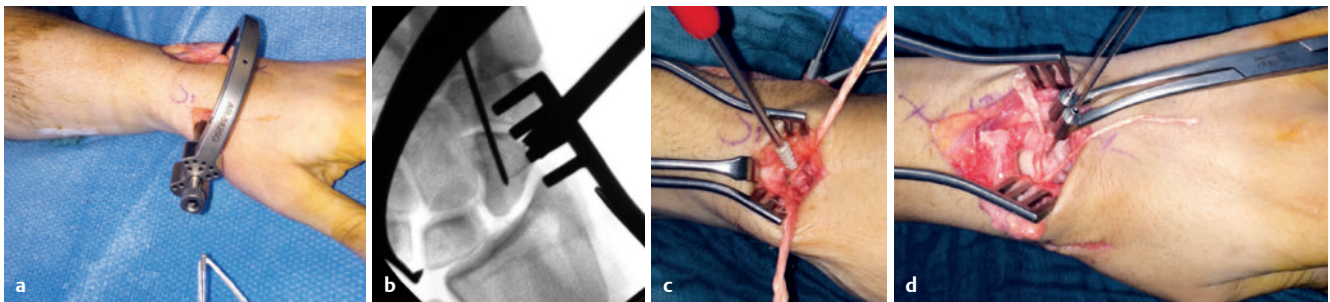
Patient	DASH -Score	DASH -Score	Mayo Wrist Score	Mayo Wrist Score	SL-Winkel	SL-Winkel
	präop	12 Mo	präop	12 Mo	präop	12 Mo
1	39	35	45	85	48°	50°
2	53	25	60	80	86°	80°
3	83	32	45	70	65°	60°
4	76	44	35	70	62°	64°
5	51	36	20	65	55°	70°

► **Tab. 3** Kraft (gemessen mit einem hydraulischen Jamar Handdynamometer) und Bewegungsausmaß präoperativ und 12 Monate postoperativ.

Patient	ext/flex	ext/flex	rad/uln	rad/uln	sup/pro	sup/pro	Grobkraft	Grobkraft
	präop	12 Mo	präop	12 Mo	präop	12 Mo	präop	12 Mo
1	60–0–60	50–0–60	20–0–30	30–0–40	90–0–90	75–0–90	42	50
2	70–0–70	70–0–70	30–0–40	20–0–45	90–0–90	90–0–90	25	43
3	55–0–45	50–0–60	10–0–20	20–0–45	85–0–85	90–0–90	13	36
4	20–0–30	70–0–55	5–0–5	10–0–45	50–0–50	90–0–90	25	29
5	45–0–40	50–0–55	10–0–30	15–0–35	90–0–90	90–0–90	19	32

► **Tab. 4** Schmerzentwicklung in Ruhe und unter Belastung präoperativ und 12 Monate postoperativ

Patient	VAS (Ruhe)		VAS (Belastung)	
	präop	12 Mo	präop	12 Mo
1	0	0	6	1
2	0	0	3	0
3	4	0	7	3
4	3	1	7	2
5	0	0	4	1



► **Abb. 2** **a** intraoperativer Situs. Der dorsale und der radiale Zugang sind präpariert und der Zielbügel platziert. Der Sehnenanker ist bereits mit dem Sehnentransplantat beladen und wird in den Zielbügel eingeführt. **b** intraoperative Durchleuchtungskontrolle nach Platzierung des Zielbügels. **c** intraoperativer Situs. Die PEEK-Tenodese Schraube wird in das Skaphoid eingebracht und die Enden des Sehnentransplantates auf Spannung gehalten, um den SL-Spalt zu verringern. **d** intraoperativer Situs. Die beiden Sehnenenden des Sehnentransplantates werden zum Lunatum und zum Kapitatum umgeschlagen und mit Knochenankern fixiert.

## Operations-Technik

Die Operation erfolgt in Rückenlagerung, Blutleere und unter optischer Lupenvergrößerung. Die Sehnenentnahme der Palmaris-longus (PL)-Sehne erfolgt mit Hilfe eines Sehnen-Strippers minimal-invasiv. Wenn keine PL-Sehne vorhanden ist, wird ein Teil der Flexor-carpi-radialis-Sehne entnommen. Eine Transplantatlänge von ca. 15 cm ist für zur Rekonstruktion des SL-Bandes erforderlich.

Der Zugang zum Handgelenk erfolgt über eine dorsale, geschwungene Hautinzision. Nach Spaltung des Retinakulum extensorum entlang der Extensor-pollicis-longus-Sehne wird das Handgelenk über einen radial gestielten Kapsellappen nach Berger-Bishop eröffnet. Narbengewebe wird aus dem SL-Spalt entfernt, um eine suffiziente Reposition zu gewährleisten. Die Reposition mit Korrektur der DISI-Fehlstellung des Lunatums gelingt mit Hilfe einer Repositionszange [10].

Der Zugang zur Platzierung des Zielbügels erfolgt über eine 2,5 cm lange geschwungene Inzision direkt über der Tabatière (► **Abb. 2a**). Nach der Hautinzision wird unter Schonung des Ramus superficialis Nervi radialis und der Arteria radialis in die Tiefe präpariert und die Kapsel im Verlauf des Skaphoids eröffnet. Die Platzierung des Zielbügels ist der entscheidende Schritt der Operation. Der Eintrittspunkt ist mittig im Skaphoid am Übergang der knorpeltragenden zur nichtknorpeltragenden Fläche lokalisiert. Der korrespondierende Austrittspunkt am Lunatum ist am proximalen ulnaren Anteil lokalisiert (► **Abb. 2b**). Durch eine kleine Farbmarmarkierung lässt sich der Eintrittspunkt am Skaphoid nach Setzen des Zielbügels leichter finden. Flexion und Ulnarduktion des Hand-

gelenkes erleichtert das Einhängen des Zielbügels am Lunatum und das Platzieren des K-Drahtes im Skaphoid und Lunatum. Es ist auf eine korrekte Platzierung zu achten, um ein Ausbrechen der Tenodese-Schraube und eine Fehlbohrung nach mediokarpal zu vermeiden. Ist der Zielbügel einmal gesetzt kann er im Röntgenbild den SL-Spalt verdecken. Ein Kippen des Zielbügels aus der Ebene heraus sollte vermieden werden, da dadurch der Zielbügel verrutschen und damit die achsgerechte Positionierung verloren gehen kann. Nach radiologischer Kontrolle (► **Abb. 2b**) erfolgt das Einbringen eines 1,6 mm Kirschner-Drahtes und das Überbohren mit dem kanülierten Stufenbohrer. Die ulnare Kortikalis des Lunatums bleibt hierbei intakt, um ein Durchbrechen des Ankers zu verhindern.

Das Sehnentransplantat wird in den Sehnenanker (Arthrex®, Naples USA) eingeführt (► **Abb. 2a**) und mit einem Hammer in den Bohrkanal eingeschlagen. Das Transplantat wird im Skaphoid durch eine PEEK-Tenodese-Schraube gesichert (Arthrex®, Naples, USA) (► **Abb. 2c**). Die Transplantatenden werden mit zwei Knochenankern im Lunatum und in Modifikation zur Technik von Yao und Mitarb. [9] am Kapitatum fixiert (► **Abb. 2d**). Hierdurch wird einerseits einer erneuten SL-Dissoziation und andererseits einer Palmarkippung des Skaphoids entgegengewirkt. Danach erfolgt eine skapholunäre und skaphokapitäre Transfixation mittels Kirschner-Drähten (Stärke 1,4 mm bis 1,6 mm) (► **Abb. 1c** und ► **Abb. 1d**). Der Wundverschluss erfolgt schrittweise mit Rekonstruktion der Gelenkkapsel und des Retinakulums extensorum.

Eine sechswöchige postoperative Ruhigstellung in einem gespaltenen Unterarm-Handgelenkgips mit Daumengrundgliedein-

schluss ist erforderlich, um das Rekonstruktionsergebnis zu sichern. Danach werden die Kirschner-Drähte entfernt und nach weiteren zwei Wochen mit Physiotherapie begonnen.

## Ergebnisse

Bei der Nachuntersuchung nach 12 Monaten fand sich eine Verbesserung des DASH-Scores mit durchschnittlich 34,4 (35–44) Punkten sowie des Mayo Wrist Scores mit durchschnittlich 74 (65–85) Punkten. Im Gegensatz dazu konnte ein Voranschreiten der SL-Dissoziation und eine damit verbundene Vergrößerung des SL-Winkels nicht bei allen Patienten verhindert werden. Der SL-Winkel betrug durchschnittlich 64,8 (50–80)° und lag bei 3 Patienten im pathologischen Bereich (► **Abb. 1e** und ► **Abb. 1f**) (► **Tab. 2**).

Bei der Nachuntersuchung fand sich die Beweglichkeit im Mittel in allen Freiheitsgraden verbessert (Extension/Flexion: 58–0–60 vs. 50–0–49; Radial-/Ulnaruktion: 19–0–45 vs. 15–0–25 und Supination/Pronation: 87–0–90 vs. 81–0–81), allerdings nicht bei allen Patienten in allen Ebenen. Die Grobkraft stieg von durchschnittlich 25 kg (13–42 kg) präoperativ auf 38 kg (29–50 kg) bei der Nachuntersuchung an (► **Tab. 3**).

Zwölf Monate postoperativ zeigte sich bei allen Patienten eine Reduktion des Ruheschmerzes im Mittel mit 0,2 (0–1), als auch der Schmerzen unter Belastung mit 1,4 (0–3) (► **Tab. 4**).

## Diskussion

Die skapholunäre Bandläsion ist die häufigste karpale Bandverletzung und führt unbehandelt meistens zu schwerwiegenden arthrotischen Veränderungen. Im Rahmen des initialen Traumas wird die Verletzung oftmals übersehen, sodass sekundären Rekonstruktionsverfahren ein hoher Stellenwert eingeräumt werden muss. Die aktuellen sekundären Rekonstruktionsverfahren gewährleisten jedoch Schmerzfreiheit und Stabilität nur auf Kosten der Beweglichkeit und Kraft.

Mit einer alleinigen dorsalen Kapsulodese lässt sich, wie die Langzeitergebnisse zeigen, eine erneute SL-Dissoziation nicht verhindern [2, 3, 11]. Die SL-Bandrekonstruktion mit der Knochen-Ligament-Knochen-Transplantation liefert einen möglichst originalgetreuen Ersatz des skapholunären Bandkomplexes. Das postoperative Bewegungsausmaß zeigte sich in mehreren Studien vielversprechend, allerdings kommt es im Verlauf bei zwei Dritteln der Patienten zu arthrotischen Veränderungen, wie u. a. van Kampen und Mitarb. berichten [3, 12, 13]. Die Tenodese-Technik nach Brunelli gewährleistet eine hohe Stabilität. Jedoch zeigt sich postoperativ eine deutliche Einschränkung der Flexion. So berichten Brunelli und Brunelli von einer Reduktion der Beugung im postoperativen Verlauf von bis zu 60% [5]. Aus diesem Grund modifizierten Garcia-Elias und Mitarb. [6] sowie van der Abeele und Mitarb. [7] das Verfahren unter Verzicht auf eine radiokarpale Fixierung. Van der Abeele und Mitarb. konnten in ihrer Arbeit zeigen, dass sich die Schmerzhaftigkeit deutlich reduzieren ließ. Das postoperative Bewegungsausmaß war jedoch weiterhin eingeschränkt [7].

Ziel dieser Arbeit war es, unsere Modifikation der SLAM-Technik der Arbeitsgruppe um Yao [8, 9] darzustellen und zu prüfen, ob mit ihr eine hohe Stabilität und eine Schmerzreduktion ohne Verlust an Beweglichkeit zu erreichen ist. Die Schwächen der Studie sind vor

allem die geringe Patientenzahl, die eine statistische Auswertung nicht sinnvoll erscheinen ließ, und die kurze Nachuntersuchungszeit mit 12 Monaten. Weitere Schwächen sind das Fehlen von Vergleichsdaten in puncto Kraft und Beweglichkeit der unverletzten Gegenseite sowie der Umstand, dass der Abstand zwischen Skaphoid und Lunatum nicht erfasst wurde, was zumindest bei dem Patienten mit statischer SL-Dissoziation sinnvoll gewesen wäre.

Der innovative Charakter der SLAM-Technik besteht in der mehrdimensionalen Rekonstruktion des SL-Bandes. Die Palmaris-longus-Sehne wird dabei mittig durch das Skaphoid gezogen und im Lunatum verblockt. Zusätzlich wird der dorsale Abschnitt des SL-Bandes durch ein Ende des Sehnentransplantates mit Fixierung dorsal am Lunatum rekonstruiert. Durch diese mehrdimensionale Rekonstruktion soll ein palmares Aufklappen von Lunatum und Skaphoids vermieden werden, wie es bei den rein dorsalen Rekonstruktionsverfahren auftreten kann. Die Fixierung des zweiten Endes des Sehnentransplantates am Kapitatum mit dem Ziel der Palmarkippung des Skaphoids entgegen zu wirken, stellt eine eigene Modifikation der Technik nach Yao [9] dar.

In der vorliegenden Studie war im Durchschnitt eine Steigerung der Handgelenksbeweglichkeit in allen Ebenen, insbesondere aber für die Extension/Flexion zu beobachten, allerdings nicht bei allen Patienten in allen Ebenen. Die grobe Kraft konnte durch die Operation um 20% gesteigert werden. Dieser Effekt ist besonders hervorzuheben, da die Beurteilung der Kraft mittels Dynamometer eine äußerst objektive Variable darstellt und auch indirekt Rückschlüsse auf die Schmerzen zulässt. Während van der Abeele und Mitarb. mit 58% eine deutliche geringere Griffstärke im Vergleich zur gesunden Seite beschrieben, decken sich die Ergebnisse von Garcia-Elias und Mitarb. annähernd mit unseren Ergebnissen von 69% [6, 7]. Sowohl der Ruhe- als auch der Belastungsschmerz konnten im Rahmen dieser Studie deutlich gesenkt werden. Unsere Ergebnisse entsprechen diesbezüglich weitestgehend den Ergebnissen der SL-Bandrekonstruktion mit einem Knochen-Ligament-Knochen-Transplantat und denen der verschiedenen Tenodese-Techniken. Im Gegensatz dazu beklagen 60% der Patienten nach dorsaler Kapsulodese persistierende Schmerzen [2, 3, 5–7, 11–16]. Im Rahmen unserer Studie konnte eine durchschnittliche Reduktion des DASH-Scores um 30 Punkte erzielt werden. Franchignoni und Mitarb. beschrieben eine Reduktion des DASH-Scores um 10–15 Punkte als klinisch relevant [17]. Kritisch ist anzumerken, dass eine Verbesserung des SL-Winkels nur bei 2 unserer 5 Patienten zu verzeichnen war. Bei drei Patienten lag der SL-Winkel bei der Nachuntersuchung im pathologischen Bereich. Hier ist die weitere Entwicklung, auch bzgl. degenerativer Veränderungen, abzuwarten.

Kritisch anzumerken sind auch die Kosten für das Einmalinstrumentarium (950 €) im Vergleich zu den kostengünstigeren Alternativen. Zu bedenken ist auch, dass aufgrund der Zugänge dorsal zum Handgelenk und zum Skaphoid über die Tabatiere mit einer verlängerten OP-Zeit zu rechnen ist. Die Technik selbst birgt aufgrund ihrer Invasivität gewisse Risiken. Hierbei ist auf eine zentrale und möglichst proximale Bohrung im Skaphoid zu achten, um ein Ausbrechen der Tenodese-Schraube und eine Fehlbohrung nach mediokarpal zu vermeiden. Die Durchführung setzt eine gewisse Fachexpertise voraus und könnte der Grund für ein mögliches Herausnehmen aus dem Portfolio der Fa. Arthrex sein.

Zusammenfassend muss man feststellen, dass es uns trotz Modifikation der SLAM-Technik nicht gelungen ist, eine Überlegenheit der Methode gegenüber anderen sekundären Verfahren zur Rekonstruktion des SL-Bandes, was die Wiederherstellung eines physiologischen SL-Winkels betrifft, aufzuzeigen, sieht man von der dorsalen Kapsulodese einmal ab. Was die klinischen Parameter betrifft, liefert das Verfahren zwar befriedigende bis gute Ergebnisse, zeigt sich jedoch nicht durchgehend anderen Verfahren gegenüber als überlegen.

## Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Prommersberger KJ, Muhldorfer-Fodor M, Kalb K et al. Die skapholunäre Bandverletzung. *Unfallchirurg* 2014; 117: 723–737; quiz 738–739
- [2] Busse F, Felderhoff J, Krimmer H et al. Die skapholunäre Bandverletzung. Therapie durch dorsale Kapsulodese. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002; 34: 173–181
- [3] Pappou IP, Basel J, Deal DN. Scapholunate ligament injuries: a review of current concepts. *Hand (N Y)* 2013; 8: 146–156
- [4] Meier R, Prommersberger KJ, Krimmer H. [Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis (triscaphe arthrodesis)]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2003; 35: 323–327
- [5] Brunelli GA, Brunelli GR. A new technique to correct carpal instability with scaphoid rotary subluxation: a preliminary report. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 582–85
- [6] Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 125–134
- [7] Van Den Abbeele KL, Loh YC, Stanley JK et al. Early results of a modified Brunelli procedure for scapholunate instability. *J Hand Surg Br* 1998; 23: 258–261
- [8] Lee SK, Zlotolow DA, Sapienza A et al. Biomechanical comparison of 3 methods of scapholunate ligament reconstruction. *J Hand Surg Am* 2014; 39: 643–650
- [9] Yao J, Zlotolow DA, Lee SK. Scapholunate Axis Method. *J Wrist Surg* 2016; 5: 59–66
- [10] Hahn P, Krimmer H, Prommersberger KJ et al. Die skapholunäre Dissoziation. Ergebnisse nach Bandnaht und Bandplastik. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 346–350
- [11] Wyrick JD, Youse BD, Kiefhaber TR. Scapholunate ligament repair and capsulodesis for the treatment of static scapholunate dissociation. *J Hand Surg Br* 1998; 23: 776–780
- [12] Svoboda SJ, Eglseider WA, Jr., Belkoff SM. Autografts from the foot for reconstruction of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 980–985
- [13] van Kampen RJ, Bayne CO, Moran SL et al. Outcomes of Capitoamate Bone-Ligament-Bone Grafts for Scapholunate Injury. *J Wrist Surg* 2015; 4: 230–238
- [14] Gajendran VK, Peterson B, Slater RR, Jr. et al. Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am* 2007; 32: 1323–1333
- [15] Harvey EJ, Berger RA, Osterman AL et al. Bone-tissue-bone repairs for scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am* 2007; 32: 256–264
- [16] Moran SL, Cooney WP, Berger RA et al. Capsulodesis for the treatment of chronic scapholunate instability. *J Hand Surg Am* 2005; 30: 16–23
- [17] Franchignoni F, Vercelli S, Giordano A et al. Minimal clinically important difference of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure (DASH) and its shortened version (QuickDASH). *J Orthop Sports Phys Ther* 2014; 44: 30–39