

Zusammenfassung

Fragestellung: Unter den Handwurzelteilarthrodesen dient die Fusion von Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT) zur Stabilisierung der radialen Säule. Die in der Literatur berichteten Ergebnisse differieren jedoch zum Teil erheblich.

Methodik: Von 1992 bis 1997 wurden 111 Patienten mit einer STT-Fusion versorgt. Indikation war in 15 Fällen eine statische SL-Dissoziation, in elf Fällen eine STT-Arthrose, in 84 Fällen eine fortgeschrittene Lunatumnekrose und in einem Fall eine traumatische Trapeziumluxation. Die Patienten wurden prä- und postoperativ sowie nach vier (zwei bis acht) Jahren klinisch und radiologisch nachuntersucht.

Ergebnisse: Die Beweglichkeit in Streckung/Beugung betrug durchschnittlich 81% und in Radial-/Ulnardeviation 68% des präoperativen Wertes. Durch den Eingriff konnte die Schmerzempfindung auf der visuellen Analogskala um 76% in Ruhe und 55% unter Belastung reduziert werden. Die grobe Griffkraft wurde auf 65% der Gegenseite gesteigert. Im modifizierten Mayo-Wrist-Score konnte mit 66 Punkten (71 Punkte bei STT-Arthrose, 62 Punkte bei Lunatumnekrose und 60 Punkte bei SL-Dissoziation) ein gutes Ergebnis erzielt werden. Im DASH-Fragebogen gaben die Patienten mit 27 eine für eine Rettungsoperation akzeptable subjektive Beeinträchtigung an.

Schlussfolgerung: Unsere Ergebnisse zeigen, dass die STT-Fusion bei oben genannten Indikationen eine zuverlässige Methode als Rettungsoperation darstellt.

Abstract

Background: Scapho-trapezio-trapezoid (STT)/triscaphe fusion is used to stabilize the radial column of the wrist. However the reported results are controversial.

Material and Methods: 111 patients were treated with STT fusion from 1992 to 1997. Indications were chronic dissociation of the scapholunate joint (n=15), idiopathic arthrosis of the scaphotrapeziotrapezoid joint (n=11), Kienböck's disease in advanced stage (n=84) and dislocation of the trapezium (n=1). This study reviews the results after an average follow-up period of four years (range, two to eight years).

Results: Patients showed an average wrist motion (ROM) in extension and flexion of 81% of the preoperative range and in radial and ulnar deviation of 68% of the preoperative range. Preoperative pain values (VAS) were reduced 76% (non-stress) and 55% (stress). The average grip strength improved to 65% of the contra-lateral side. Good results were reached according to the modified Mayo wrist score with a score of 66 points (71 points in arthritis of the STT joint; 62 points in Kienböck's disease, 60 points in SL-dissociation). The patients described low disability in the DASH scores, with an average of 27 points.

Conclusions: Our data show that STT fusion is reliable and effective for treatment and pain relief and offers reasonable functional results in the above mentioned indications.

Institutsangaben

Klinik für Handchirurgie, Bad Neustadt/Saale (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. U. Lanz)

Nach einem Vortrag auf dem 43. Symposium der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie vom 23. bis 26. Oktober 2002 in Wien

Korrespondenzadresse

Dr. med. Reinhard Meier · Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover · Carl-Neuberg-Straße 1 · 30625 Hannover · E-mail: reinhard.meier@handchirurgie.org · Internet: www.mh-unfallchirurgie.de

Eingang des Manuskriptes: 4. 2. 2003 · **Angenommen:** 18. 4. 2003

Bibliografie

Handchir Mikrochir Plast Chir 2003; 35: 323 – 327 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0722-1819

Schlüsselwörter

STT-Arthrodesis · Handgelenk · skapholunäre Dissoziation · Lunatumnekrose · Verletzung des Karpus · Arthrose

Key words

Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis · wrist · scapholunate dissociation · Kienböck's disease · carpal injury · arthritis

Einleitung

Die STT-Arthrodesis als Fusionierung von Skaphoid, Trapezium und Trapezoid stellt eine der am häufigsten verwendeten Teilarthrodesen am Handgelenk dar. Erstbeschrieben von Peterson und Lipscomb [18], wurde diese Teilfusion vor allem durch die Gruppe um Watson [22–25] popularisiert. Das Grundprinzip der STT-Fusion ist vielfältig. Je nach Indikation sind unterschiedliche Momente entscheidend. Zum einen schaltet die STT-Fusion, wie andere Teilarthrodesen am Handgelenk [15], pathologisch veränderte Gelenkflächen aus. Dies ist vor allem bei der STT-Arthrose wichtig. Bei Instabilitäten soll sie den Karpus stabilisieren und bei der fortgeschrittenen Lunatumnekrose zusätzlich durch die Verschiebung des Kraftflusses auf die radiale Säule eine Druckentlastung erzielen [14–16].

Im Folgenden berichten wir über die mittelfristigen Ergebnisse von 110 über einen Zeitraum von sechs Jahren durchgeführten Skaphoid-, Trapezium- und Trapezoideum-(STT) Fusionen.

Material und Methoden

Indikation

Neben der symptomatischen, idiopathischen STT-Arthrose (Abb. 1) besteht die Indikation zur STT-Fusion bei veralteter skapholunärer Dissoziation mit statischer Instabilität. Hier ist eine Rekonstruktion des SL-Bandes nicht mehr möglich. Voraussetzung ist allerdings eine verschleißfreie radioskaphoidale Gelenkfläche. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die fortgeschrittene Lunatumnekrose, in der ein karpaler Kollaps bei nicht mehr möglicher Sanierung des Lunatums vorhanden ist (Stadium III b nach Lichtman [13]). Auch hier gelten als Voraussetzung intakte radioskaphoidale Gelenkflächen. Durch die STT-Fusion soll das Skaphoid aufgerichtet und so kongruente Gelenkflächen geschaffen werden. Der Karpus wird stabilisiert (Abb. 2). Ebenfalls resultiert eine Verlagerung der Kraftübertragung vom radiolunaren auf den radioskaphoidalen Pfeiler [1].

Operative Technik

Wir führen die STT-Fusion über einen dorsalen S-förmig geschwungenen Zugang durch [2]. Nach Eröffnungen des 2., 3. und 4. Strecksehnenfaches und Resektion des Nervus interosseus posterior wird die Gelenkkapsel quer eröffnet und bei intaktem radioskaphoidalem Gelenkabschnitt der Gelenkknorpel von Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum bis auf den spongösen Knochen abgetragen. Je ein Kirschner-Draht wird von dorsal-distal in das Trapezium und das Trapezoideum eingebracht und nach Reposition des Skaphoids auf zirka 60 Grad sowie Einbringen von Radiuspongiosa nach proximal in das Kahnbein vorgebracht. Nach radiologischer Stellungskontrolle werden die Drähte subkutan versenkt. Es erfolgt eine Ruhigstellung über mindestens sechs Wochen in einer Unterarm-Handgelenk-Gipschiene. Die Entfernung der Implantate erfolgt nach zehn Wo-

chen. Eine Resektion des Lunatums wird auch bei Lunatumnekrose nicht mehr durchgeführt. Bei Bedarf erfolgt eine teilweise Exstirpation von Anteilen des fragmentierten Lunatums.

Patienten und Datenerhebung

Einhundertelf Patienten wurden zwischen 1992 und 1997 mit einer STT-Fusion versorgt. Die Indikation wurde in 15 Fällen bei skapholunärer Dissoziation, bei elf Patienten mit idiopathischer STT-Arthrose und in 84 Fällen mit Lunatumnekrose gestellt. Des Weiteren wurde in einem Fall eine STT-Fusion nach traumatischer Trapeziumluxation durchgeführt. Der letzte Fall wurde aus dieser Untersuchung ausgeschlossen. Ebenso wurden die Daten eines Patienten mit STT-Arthrose und eines weiteren mit SL-Dissoziation nicht in der Auswertung berücksichtigt, da zwischenzeitlich eine Mediokarpale- beziehungsweise Totalarthrodesis durchgeführt wurde. Diese Fälle sind jedoch in der Komplikationsstatistik dargestellt. 72 der Patienten waren Männer, 39 Frauen. Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug 39 (17 bis 76) Jahre. Prä-, postoperativ und nach durchschnittlich vier (zwei bis acht) Jahren wurden die klinischen und radiologischen Daten der Patienten dokumentiert und ausgewertet. Neben der Beweglichkeit, erhoben nach der Neutral-Null-Methode, wurden die grobe Griffkraft, gemessen mit einem Vigorimeter, Standardballgröße 5, und der Schmerz anhand der visuellen Analogskala (VAS) erhoben. Hierbei stehen 0 Punkte für keine und 100 Punkte für unerträgliche, maximale Schmerzen. Um Vergleichbarkeit der Daten zu erlangen, flossen die gewonnenen Ergebnisse dieser Standardparameter in den von Krimmer modifizierten traditionellen Handgelenkscore nach Cooney ein [4,11]. Zur weiteren Beurteilung des Behandlungsergebnisses hinsichtlich der Lebensqualität und der subjektiven Empfindungen dieser Patienten wurde der DASH-Fragebogen (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) [8] erhoben. Wir benutzten die deutsche Übersetzung mit Teil A Funktion und Teil B Symptomatik [6]. Gemäß der empfohlenen Auswertung stehen 100 Punkte für eine maximale, 0 Punkte für keine Beeinträchtigung.

An konventionellen Röntgenaufnahmen im posterior-anterioren und seitlichen Strahlengang sowie am Handgelenk-CT wurden knöcherne Durchbauung und Arthrosezeichen beurteilt.

Statistische Auswertung

Prä- und postoperativer Bewegungsumfang, Griffkraft, Schmerzempfinden und Handgelenkscore wurden mit dem gepaarten Student t-Test auf statistische Signifikanz geprüft. Ebenfalls wurden diese Parameter im Seitenvergleich mit dem ungepaarten t-Test überprüft. Signifikanz wurde für $p < 0,05$ angenommen.

Ergebnisse

83 (75%) der Patienten konnten nach durchschnittlich vier (zwei bis acht) Jahren klinisch und radiologisch, inklusive Computertomogramm, untersucht werden. Hierbei handelte es sich um 65



Abb. 1 **a** bis **c** **a** 57-jähriger Patient mit idiopathischer STT-Arthrose. **b** Versorgung mit STT-Fusion. **c** Sieben Jahre nach STT-Fusion.



Abb. 2 **a** bis **c** **a** 51-jährige Patientin mit Lunatumnekrose. **b** Versorgung mit STT-Fusion. **c** Fünf Jahre nach STT-Fusion, regelrechter Kalksalzgehalt des Lunatums.

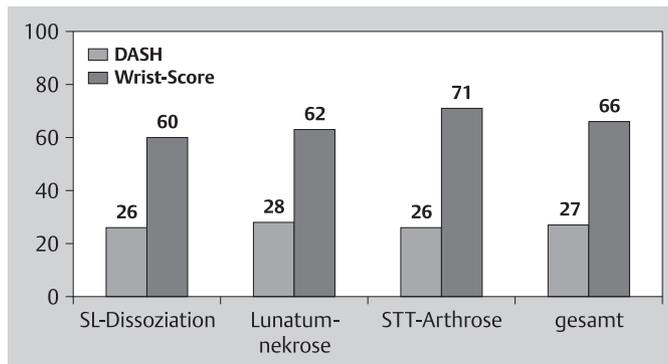


Abb. 3 Ergebnisse nach STT-Fusion im DASH-Score und im traditionellen Mayo-Handgelenk-Score, modifiziert nach Krimmer, bei verschiedenen Indikationen.

Patienten mit Lunatumnekrose, acht Patienten mit STT-Arthrose und zehn Patienten mit veralteter skapholunärer Dissoziation mit statischer Instabilität.

Die Gesamtauswertung aller nachuntersuchten Patienten nach dem traditionellen Handgelenkbeurteilungsschema ergab, unabhängig von der zugrunde liegenden Indikation, im Durchschnitt 66 Punkte und somit ein gutes Ergebnis (Abb. 3). Aufgeschlüsselt nach den einzelnen Indikationen fanden sich die besten Ergebnisse bei der idiopathischen STT-Arthrose mit 71 Punkten, gefolgt von der Lunatumnekrose mit 62 Punkten und der SL-Dissoziation mit 60 Punkten. Nach der empfohlenen Auswertung resultierten somit bei allen Indikationen gute Ergebnisse [11]. Die subjektive Beurteilung durch die Patienten im DASH-Score betrug durchschnittlich 27 Punkte (Abb. 3). Die Kraft im Vergleich zur Gegenseite betrug für die Patienten mit STT-Arthroese nach SL-Dissoziation und nach Lunatumnekrose im Mittel 65% der Gegenseite und bei der STT-Arthrose 84%. Insgesamt fand sich eine grobe Griffkraft von 66% der Gegenseite. Bei der Lunatumnekrose war eine Restbeweglichkeit von 81% und bei der STT-Arthrose von 90% der bereits läsionsbedingt eingeschränkten präoperativen Extension/Flexion (60% sowie 70% im Vergleich zur Gegenseite) vorhanden. Die postoperative Beweglichkeit betrug bei SL-Dissoziation rund 68% des präoperativen Ausgangswertes für Streckung und Beugung (63% im Vergleich zur Gegenseite). Insgesamt war die Extension-/Flexionsbewegung postoperativ mit 81% des präoperativen Ausgangswertes erhalten. In Radial-/Ulnarduktion war eine Restbeweglichkeit im Vergleich zum präoperativem Ausgangswert von 77% bei STT-Arthrose, 69% bei Lunatumnekrose und 58% bei SL-Dissoziation vorhanden. Im Vergleich zur Gegenseite war die Restbeweglichkeit in Radial-/Ulnarduktion nach STT-Arthrose 56%, nach Lunatumnekrose 52% und nach SL-Dissoziation 57%. Nach der STT-Fusion fanden wir insgesamt eine Restbeweglichkeit von 68% des präoperativen Ausgangswertes in Radial-/Ulnarduktion. Die gravierendsten Einschränkungen fanden wir für die Radialduktion bei allen Indikationen. Im Durchschnitt gaben die Patienten aller Indikationsgruppen eine deutliche Schmerzlinderung durch die Operation von 76% in Ruhe und 55% bei Belastung an. Die größte Schmerzreduktion ergab sich anhand der visuellen Analogskala für die Patienten mit STT-Arthrosen in Ruhe um 78% und unter Belastung um 63%. Bei den Patienten mit Lunatumnekrose war die Schmerzsymptomatik um 77% beziehungsweise um 53%

und bei den Patienten mit SL-Dissoziationen um 61% beziehungsweise um 55% reduziert.

Insgesamt zeigten sich im radiologischen Verlauf 13 Ne-Arthrosen, von denen neun klinisch relevant waren. Sieben hiervon kamen mittels Refusion zur Ausheilung. Bei einem Patienten nach SL-Dissoziation und folgender Ne-Arthrose wurde die STT-Fusion aufgelöst und eine Mediokarpalarthrodese bei fortschreitendem karpalem Kollaps durchgeführt. Eine STT-Fusion bei STT-Arthrose musste letztendlich in eine Handgelenkarthrodese überführt werden. Des Weiteren traten zwei algodystrophe Reaktionen, zwei reversible Irritationen des Ramus superficialis des Nervus radialis, zwölf Arthrosen am Processus styloideus radii und eine postoperative Infektion auf. Ein signifikanter Unterschied der Komplikationsrate bei den einzelnen Indikationen konnte nicht gezeigt werden. Bei Patienten mit Lunatumnekrose kam es teilweise zu einer Erholung des Lunatums (Abb. 2).

Diskussion

Einige Autoren beschreiben hohe Komplikationsraten nach STT-Fusion [5,10,12]. Jedoch zeigen neuere Untersuchungen, ebenso wie die unsere, übereinstimmend gute Ergebnisse bei größeren Patientenzahlen im mittelfristigen Verlauf. Watson und Mitarb. [25] berichteten über zuletzt 798 Patienten mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 52 (12 bis 197) Monaten. Die erreichte Restbeweglichkeit betrug 75% der Gegenseite und die Griffkraft 80% der Gegenseite bei 4% Ne-Arthrosenbildung. In etwa vergleichbar sind kürzlich aus Deutschland veröffentlichte Ergebnisse von Sauerbier und Mitarb. [19]. Die hier untersuchten 26 Patienten mit Lunatumnekrose erreichten nach durchschnittlich 35 Monaten eine Restbeweglichkeit von 69% in Extension/Flexion und 50% in Ulnar-/Radialduktion. Die grobe Griffkraft betrug 64% der Gegenseite bei einer Schmerzreduktion von 28% in Ruhe und 40% bei Belastung. Diese Gruppe bewertete ihre Patienten sowohl mit dem modifizierten traditionellen Mayo-Wrist-Schema als auch mit dem subjektiven Bewertungsbogen DASH. Hier wurden mit 67,8 bzw. 24,8 jeweils gute Ergebnisse bei einem kürzeren Nachuntersuchungszeitraum als in unserem Patientengut erzielt. Auch Kalb und Mitarb. [9] konnten bei 87 Patienten mit 88 Operationen nach durchschnittlich 36 (6 bis 79) Monaten einen modifizierten Mayo-Wrist-Score von 74 Punkten und ein Ergebnis im DASH von 29 Punkten bei 7,7% Ne-Arthrosen erreichen. Diese Gruppe stellte wie wir ein tendenziell besseres Ergebnis nach STT-Arthrose als nach Lunatumnekrose oder SL-Dissoziation fest. Wir schließen uns der Meinung von Kalb an, dass ein Grund hierfür die im Vergleich zur STT-Arthrose größere Beeinträchtigung der Handgelenkkine-matik und Stabilität bei der SL-Dissoziation und der fortgeschrittenen Lunatumnekrose ist. Einen Rückschluss auf eine erhöhte Ne-Arthrosenrate erlauben unsere für SL-Dissoziation und STT-Fusion relativ geringen Fallzahlen allerdings nicht, zumal nicht jeder radiologisch unvollständige Durchbau klinisch relevant ist. Von der primären Verwendung von Beckenkamm-spongiosa, die teilweise mit einer erheblichen Morbidität an der Entnahmestelle verbunden ist [7], nehmen wir Abstand. Beckenkamm-spongiosa findet jedoch zum Teil bei Refusionen Anwendung. Wichtiger zur Vermeidung von Ne-Arthrosen erscheint uns eine exakte Reposition, die korrekte und exakte Retention sowie kon-

sequente Ruhigstellung bis zum gesicherten Durchbau. Bei vergleichbarem Ergebnis sehen wir in unserem Patientengut auch keine Indikation, wie die oben erwähnten Autoren bereits primär eine partielle Resektion des Processus styloideus radii anzustreben. Die partielle Resektion des Processus styloideus radii kann mit verhältnismäßig geringem Aufwand bei Bedarf sekundär angewendet werden. Die Resektion einer großen Zahl von Griffelfortsätzen, um 18% radiostyloidales Impingement zu vermeiden, betrachten wir in unserem Patientengut als nicht nötig. Zumal biomechanische Studien ein erhöhtes Risiko einer karpalen Instabilität nach partieller Styloidresektion zeigten [3,17,20]. Vielmehr ist unserer Meinung nach die exakte Einstellung des Skaphoids entscheidend, wobei ein Winkel von zirka 60 Grad anzustreben ist. Eine Steilstellung ist unbedingt zu vermeiden, da hieraus ein Impingement am Processus styloideus radii bei gleichzeitiger Verminderung der Kontaktflächen proximal resultiert. Unsere Ergebnisse zeigen, in Übereinstimmung mit der aktuellen Literatur, dass bei korrekter Indikationsstellung die STT-Fusion in der Lage ist, den Pathomechanismus der Degeneration zu unterbrechen und zum Beispiel nach Lunatumnekrose zu einer teilweisen Erholung der veränderten Strukturen führen kann [9,11,14,21,25].

Literatur

- 1 An KN: The effect of force transmission on the carpus after procedures used to treat Kienböck's disease. *Hand Clin* 1993; 9: 445–454
- 2 Buck-Gramcko D, Lankers J: Ergebnisse in der Therapie der Mondbeinnekrose – Untersuchungen an 91 Patienten. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1990; 22: 28–38
- 3 Carlson JD, Trombly CA: The effect of wrist immobilization on performance of the Jebsen Hand Function Test. *Am J Occup Ther* 1983; 37: 167–175
- 4 Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL: Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop* 1987; 214: 136–147
- 5 Fortin PT, Louis DS: Long-term follow-up of scaphoid-trapezium-trapezoid arthrodesis. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18: 675–681
- 6 Germann G, Wind G, Harth A: Der DASH-Fragebogen – Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999; 31: 149–152
- 7 Gerngross H, Burri C, Kinzl L, Merk J, Müller G-W: Komplikationen an den Entnahmestellen autologer Spongiosatransplantate. *Akt Traumatol* 1982; 12: 146–152
- 8 Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C and The Upper Extremity Collaborative Group (UECG): Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. *Am J Ind Med* 1996; 29: 602–608
- 9 Kalb K, Fuchs V, Bartelmann U, Schmitt R, Landsleitner B: Erfahrungen mit der STT-Arthrodesis. Eine retrospektive Auswertung. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001; 33: 181–188
- 10 Kleinman WB, Carroll C: Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis for treatment of chronic static and dynamic scapho-lunate instability: A 10-year perspective on pitfalls and complications. *J Hand Surg [Am]* 1990; 15: 408–414
- 11 Krimmer H, Wiemer P, Kalb K: Vergleichende Ergebnisbewertung am Handgelenk – mediokarpale Teilarthrodesis und Totalarthrodesis. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32: 369–374
- 12 Larsen CF, Jacoby RA, McCabe SJ: Nonunion rates of limited carpal arthrodesis: A meta-analysis of the literature. *J Hand Surg [Am]* 1997; 22: 66–73
- 13 Lichtman DM, Degnan GG: Staging and its use in the determination of treatment modalities for Kienböck's disease. *Hand Clin* 1993; 9: 409–416
- 14 Meier R, Krimmer H, Prommersberger KJ, Lanz U: Die STT-Fusion als Therapiekonzept der Lunatumnekrose. *Z Orthopädie* 2001; 139: 560–561
- 15 Meier R, Lanz U, Krimmer H: Teilfusionen am Handgelenk – Eine Alternative zur Totalarthrodesis. *Unfallchirurg* 2002; 105: 762–774
- 16 Meier R, Weinand C, Beyermann K, Krimmer H: Salvage Verfahren am Handgelenk, Radius-Skaphoid-Lunatumfusion und Mediokarpale Teilarthrodesis als Alternative zur kompletten Handgelenksarthrodesis. Abstractband zur 64. Jahrestagung des DGU. Hefte zu Der Unfallchirurg 2000; 158–159
- 17 Nakamura T, Cooney WP, Lui WH, Haugstvedt JR, Zhao KD, Berglund L, An KN: Radial styloidectomy: A biomechanical study on stability of the wrist joint. *J Hand Surg [Am]* 2001; 26: 85–93
- 18 Peterson HA, Lipscomb PR: Intercarpal arthrodesis. *Arch Surg* 1967; 95: 127–134
- 19 Sauerbier M, Tränkle M, Erdmann D, Menke H, Germann G: Functional outcome with scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis in the treatment of Kienböck's disease stage III. *Ann Plast Surg* 2000; 44: 618–625
- 20 Siegel DB, Gelberman RH: Radial styloidectomy: An anatomical study with special reference to radiocarpal intracapsular ligamentous morphology. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16: 40–44
- 21 Tränkle M, Sauerbier M, Linsner G, Bickert B, Germann G: Die STT-Arthrodesis zur Behandlung der Lunatumnekrose im Stadium III: funktionelle Ergebnisse. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32: 419–423
- 22 Watson HK, Goodman ML, Johnson TR: Limited wrist arthrodesis. Part II: Intercarpal and radiocarpal combinations. *J Hand Surg* 1981; 6: 223–233
- 23 Watson HK, Hempton RF: Limited wrist arthrodeses. I. The triscaphoid joint. *J Hand Surg* 1980; 5: 320–327
- 24 Watson HK, Ryu J, DiBella A: An approach to Kienböck's disease: Triscaphe arthrodesis. *J Hand Surg [Am]* 1985; 10: 179–187
- 25 Watson HK, Weinzwieg J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D: One thousand intercarpal arthrodeses. *J Hand Surg [Br]* 1999; 24: 307–315