

Aus der Klinik und Poliklinik für
Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. Rainer H. Meffert

**Mittelfristige Erfahrungen und subjektives Outcome nach perkutaner
Osteosynthese von nicht- und minimal dislozierten
Scaphoidfrakturen**

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilian-Universität Würzburg
vorgelegt von

Dagmar Maria Jung
geborene Kuk
aus Landau in der Pfalz

Würzburg, Oktober 2021

Referent: Prof. Dr. Rainer H. Meffert

Korreferent: Prof. Dr. Nicolas Schlegel

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 13.01.2022

Die Promovendin ist Ärztin

Meiner Tochter Sophie

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Anatomie der Hand	3
1.1.1. Die Handwurzel.....	3
1.1.2. Das Handgelenk.....	4
1.1.3. Os scaphoideum.....	4
1.1.4. Bandapparat.....	6
1.2. Scaphoidfraktur.....	8
1.2.1. Epidemiologie.....	8
1.2.2. Pathomechanismus	8
1.2.3. Frakturklassifikation.....	9
1.2.4. Die Scaphoidpseudarthrose	11
1.3. Die Diagnostik der Scaphoidfraktur.....	13
1.3.1. Die klinische Untersuchung	13
1.3.2. Projektionsradiographie.....	13
1.3.3. Die Computertomographie	14
1.3.4. Die Magnetresonanztomographie.....	14
1.3.5. Die Skelettszintigraphie.....	15
1.3.6. Die Sonographie	16
1.4. Therapie.....	17
1.4.1. Konservative Therapie.....	17
1.4.2. Operative Therapie	17
2. Material und Methoden	23
2.1. Studiendesign und Ethikvotum	23
2.2. Patientenkollektiv	24
2.3. Ein- und Ausschlusskriterien.....	25
2.4. Patientenrekrutierung und Datenschutz.....	26
2.5. Nachuntersuchung.....	27
2.5.1. Anamnese	27
2.5.2. Klinische Untersuchung	30
2.5.3. Radiologische Untersuchung.....	31
2.5.4. Messung des klinischen Outcome	32
2.6. Statistische Auswertung.....	34
3. Ergebnisse.....	35
3.1. Patientenkollektiv	35
3.1.1. Geschlechterverteilung	35
3.1.2. Altersverteilung	36

3.1.3. Verteilung der beruflichen Belastung.....	36
3.1.4. Verteilung der Raucher und Nichtraucher.....	37
3.1.5. Seitenverteilung.....	37
3.2. Scaphoidfraktur.....	38
3.2.1. Klassifikation.....	38
3.2.2. Unfallursache.....	38
3.2.3. Präoperative Schmerzlokalisierung	39
3.2.4. Zeitspanne zwischen Unfall und operativer Versorgung	39
3.2.5. Postoperative Ruhigstellung	39
3.2.6. Dauer der Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung.....	40
3.2.7. Dauer der physiotherapeutischen Nachbehandlung	40
3.2.8. Rückkehr in den Beruf, Arbeitsplatzwechsel	40
3.3. Klinisches Outcome	41
3.3.1. Narbenverhältnisse, Sensibilität und postoperativer Schmerz	41
3.3.2. DASH-Score	41
3.3.3. VAS-Schmerz und VAS-Funktion.....	41
3.3.4. Bewegungsausmaß	41
3.3.5. Griffstärke.....	42
3.3.6. Mayo-Wrist-Score.....	43
3.4. Radiologisches Outcome, Komplikationen und Spätfolgen.....	44
4. Diskussion.....	45
5. Zusammenfassung	55
6. Literaturverzeichnis	57
I. Abkürzungsverzeichnis.....	2
II. Abbildungsverzeichnis	4
III. Tabellenverzeichnis	6
IV. Anhang	8
V. Danksagung.....	16
VI. Lebenslauf.....	18
VII. Publikation.....	19

1. Einleitung

Mit einem Anteil von bis zu 80% ist die Scaphoidfraktur die häufigste Fraktur der Handwurzel. Von dieser Verletzung sind vor allem junge Männer im Alter zwischen 20 und 40 Jahren betroffen (1). Die Klinik fällt allerdings oft nur sehr dezent aus, so dass nur selten eine ärztliche Vorstellung erfolgt. Darüber hinaus wird die Diagnose der Scaphoidfraktur bei der initialen ärztlichen Vorstellung häufig nicht erkannt (2). Als Folge einer übersehenen oder unzureichend behandelten Fraktur kann sich eine Pseudarthrose ausbilden. Diese Verletzungsfolge hat weitreichenden Konsequenzen für die Funktionsfähigkeit des Handgelenkes und der Hand (2). Daher sind die initiale Diagnostik und weitere differenzierte Behandlung von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Therapie.

Die Therapie der Scaphoidfraktur reicht von konservativer Therapie mit Ruhigstellung mittels gespaltenem Unterarmgips mit Daumeneinschluss bis hin zur operativen Versorgung mittels Schraubenosteosynthese (3). Hierbei wird insbesondere die Versorgung der akuten nicht- oder gering-dislozierten Scaphoidfraktur in der Literatur kontrovers diskutiert (4). Bei Scaphoidfrakturen vom Typ A2, B1 und B2 nach Herbert (Abbildung 1) findet die operative Versorgung mittels minimal-invasiver perkutaner Schraubenosteosynthese eine immer weitere Verbreitung (5–8). Prospektiv angelegte Studien, die konservative und operative Therapie bei diesen Frakturen vergleichen, beschreiben für die operative Versorgung Vorteile in Bezug auf Patientenzufriedenheit, funktionellen Status, Konsolidierungszeit und Berufsrückkehr (8–10).

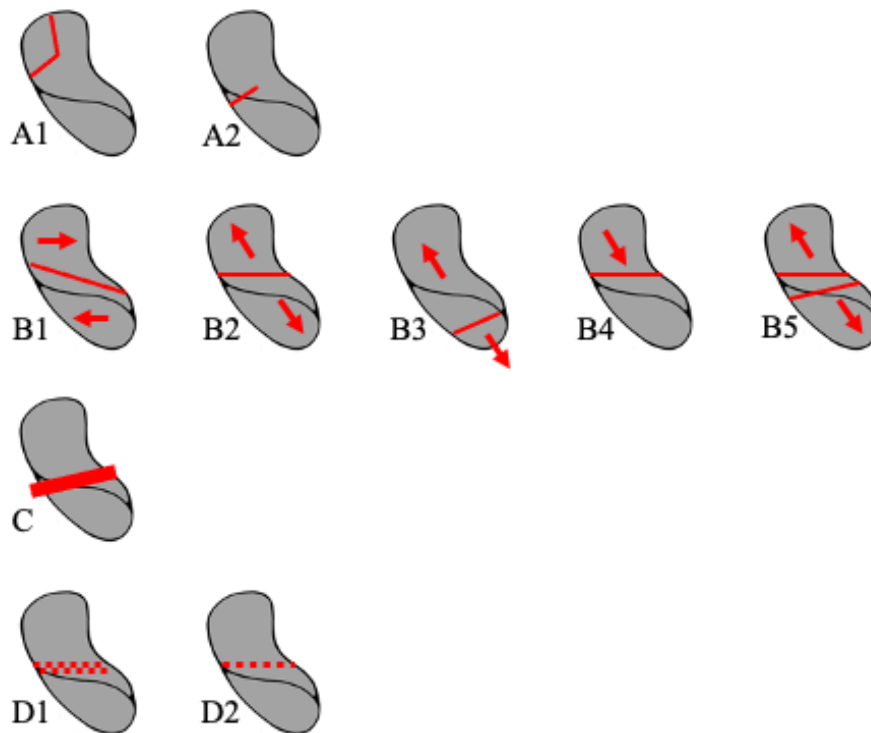


Abbildung 1. Klassifikation der Scaphoidfraktur nach Herbert und Fischer nach Frakturtypen (7).

Die vorliegende Arbeit betrachtet die mittelfristigen Erfahrungen und das subjektive Outcome von Patienten nach perkutaner Osteosynthese von nicht- oder gering-dislozierten Scaphoidfrakturen. Alle Patienten wurden im Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.01.2011 in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg behandelt.

Das Ziel dieser Arbeit war es retrospektiv den Therapieerfolg in Hinsicht auf Funktion, Schmerz, Patientenzufriedenheit und Komplikationen zu überprüfen.

1.1. Anatomie der Hand

1.1.1. Die Handwurzel

Das Skelett der Handwurzel besteht aus acht Handwurzelknochen (Ossa carpalia, Abbildung 2). Die Handwurzelknochen lassen sich in eine proximale und distale Handwurzelreihe unterteilen. Das Kahnbein (Os scaphoideum), das Mondbein (Os lunatum), das Dreiecksbein (Os triquetrum) und das Erbsenbein (Os pisiforme) bilden von radial nach ulnar betrachtet die proximale Reihe der Handwurzelknochen. Die distale Reihe wird (von radial nach ulnar) vom großen Vielecksbein (Os trapezium), vom kleinen Vielecksbein (Os trapezoideum), vom Kopfbein (Os capitatum) und vom Hakenbein (Os hamatum) gebildet. Die Hohlhandrinne (Sulcus carpi) wird durch das Retinaculum flexorum zum Karpaltunnel (Canalis carpi) ergänzt. Durch den Karpaltunnel ziehen die Beugesehnen der Hand und der Nervus medianus (11–13).

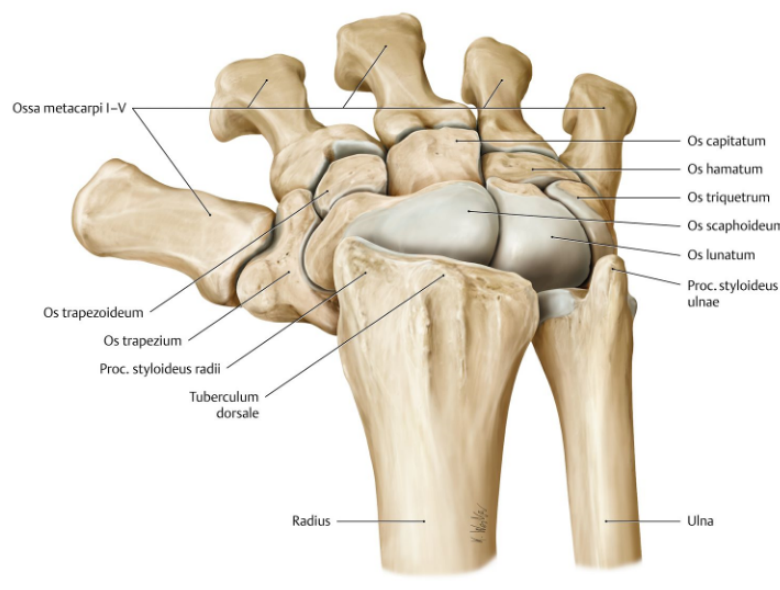


Abbildung 2. Anatomische Darstellung der Handwurzel mit Sicht auf das volarflektierte Os scaphoideum und Os lunatum, In: (14). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

1.1.2. Das Handgelenk

Das Handgelenk wird in ein proximales und distales Gelenk unterteilt. Das ellipsoide proximale Handgelenk, Art. (Articulatio) radiocarpalis, wird durch die proximale Reihe der Handwurzelknochen (Abbildung 2) sowie der Gelenkpfanne des Radius und dem Discus articularis der Ulna gebildet. Zwischen der distalen und proximalen Handwurzelknochenreihe liegt das distale Handgelenk (Art. mediocarpalis). Der Gelenkspalt verläuft hier wellenförmig. Die gelenkigen Verbindungen der einzelnen Handwurzelknochen untereinander werden als Articulationes intercarpales bezeichnet. Das Os pisiforme selbst bildet ein eigenständiges Gelenk auf dem Os triquetrum (Art. ossis pisiformis) (11–13).

1.1.3. Os scaphoideum

Das Os scaphoideum fungiert als Verbindungsglied zwischen proximaler und distaler Reihe der Handwurzelknochen und befindet sich an der radialen Seite der proximalen Handwurzelreihe. Es handelt sich hierbei um einen länglichen, schlanken, unregelmäßig ellipsoiden Knochen, der nach distal und ulnar gebogen ist. Unterteilen lässt sich das Os scaphoideum in drei Anteile: proximaler Pol, Tailenregion und distaler Pol (15–17).

Nach dem Os capitatum stellt das Os scaphoideum den zweitgrößten Handwurzelknochen dar (15,16). In der Arbeit von Heinzelmann et al. (18) werden hierbei für die maximale Länge des Os scaphoideum bei Männern $31,3 \pm 2,1\text{mm}$ angegeben und bei Frauen eine maximalen Länge von $27,3 \pm 1,7\text{mm}$ angegeben. Die Breite des proximalen Polbereiches wird für Männer mit $4,5 \pm 1,4\text{mm}$ angegeben und für Frauen mit $3,7 \pm 0,5\text{mm}$ angegeben. Die Breite des Os scaphoideum wird mit $13,6 \pm 2,6\text{mm}$ bei Männern und mit $11,1 \pm 1,2\text{mm}$ bei Frauen für den Corpushbereich beschrieben. Die Breite des distalen Pols wird für Männer mit $7,2 \pm 1,0\text{mm}$ für Frauen mit einer Breite von $7,2 \pm 1,2\text{mm}$ angegeben (18).

Mit seinen konvex und konkav gekrümmten Gelenkflächen steht das Os scaphoideum mit Os radii und den angrenzenden Handwurzelknochen, dem Os lunatum, dem Os capitatum, dem Os trapezoideum sowie dem Os trapezium in Verbindung. Das Os scaphoideum nimmt an allen Bewegungen des Handgelenkes teil. Die größte

Gelenkfläche ist hierbei die *Facies articularis radii*, die Gelenkfläche zum *Os radii* (15). Messungen von Botte et al. beschreiben die artikulierenden Knorpeloberflächen des *Os scaphoideum* mit 42% und die nicht artikulierende Oberfläche mit 58% (15,19). Der proximale Pol, der die Gelenkflächen zum *Radius* (*Facies articularis radii*, *Facies proximalis*), zum *Os lunatum* (*Facies articularis lunata*, *Facies ulnaris*) und zum proximalen Anteil der Gelenkfläche zum *Os capitatum* bildet (*proximale Facies capitata*), besteht nahezu nur aus Gelenkfläche (15). Der distale Pol enthält das *Tuberculum ossis scaphoidei*. Er bildet die Gelenkflächen zum *Os trapezium*, *Os trapezoideum* (*Facies articularis trapezia*, *Facies articularis trapezoidea*) und dem distalen Anteil der Gelenkfläche zum *Os capitatum* (*distale Facies capitata*). Der Taillenberg lässt sich nur schwer abgrenzen und wird oft auch vereinfacht als *Corpus scaphoidei* bezeichnet (15). Die Dorsalseite ist hier ohne Knorpelüberzug und dient als Anheftungsbereich der dorsalen Handgelenkscapsel. Hier verlaufen Blutgefäße, die das *Os scaphoideum* versorgen. Diese Blutgefäße verlaufen in einer länglichen Grube, dem sogenannten *Sulcus scaphoidei* (*Fossa scaphoidea*). Diese Grube bildet dorsal einen Kamm, der als *Crista dorsalis scaphoidei* bezeichnet wird (15,16).

Gelberman und Menon (20) untersuchten die Gefäßversorgung des *Os scaphoideum* mit Hilfe einer Injektionstechnik an Kadaverexemplaren. Es zeigte sich, dass die Primärversorgung des *Os scaphoideum* durch die *Arteria radialis* (*A. radialis*) erfolgt (20). Hierbei ist der dorsale Ast, der *Ramus dorsalis* (*R. dorsalis*) *scaphoidei* *arteria radialis* für die Blutversorgung des *Os scaphoideum* am wichtigsten (Abbildung 3). Die weitere Blutversorgung des Kahnbeins erfolgt über kleine direkte Äste der *A. radialis* zum *Tuberculum scaphoidei* sowie direkte Äste aus dem *Arcus intercarpalis palmaris* zur Palmarseite des *Os scaphoideum*. Die Blutversorgung der proximalen 70 – 80% des *Os scaphoideum* erfolgt über die dorsalen Äste der *A. radialis* und die 20 – 30% des distalen Anteils des *Os scaphoideum* werden über die palmaren Äste der *A. radialis* versorgt (15). Durch viele kleine Foramina im Bereich des *Sulcus scaphoidei* erfolgt die dorsale Vaskularisation (20). Ob eine intraossäre Kommunikation zwischen den distalen und proximalen Anteilen des *Os scaphoideum* erfolgt, ist umstritten (20,21). Besonders der proximale Pol des *Os scaphoideum* ist aufgrund der insuffizienten Gefäßversorgung besonders gefährdet (22). Deshalb kommt es bei Frakturen des *Os scaphoideum* in diesem Bereich häufig zur Ausbildung von Osteonekrosen und Pseudarthrosen (2).

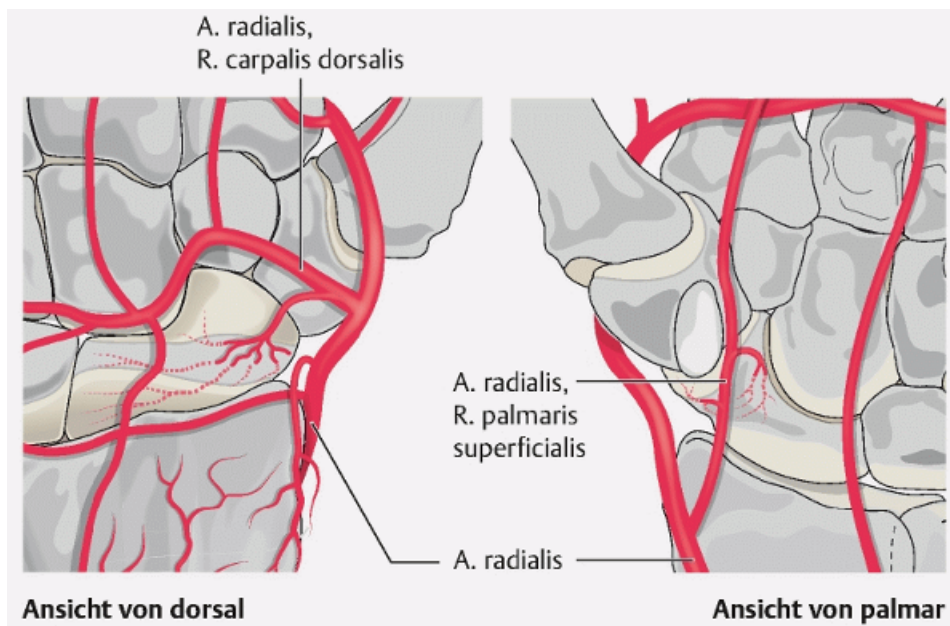


Abbildung 3. Blutversorgung des Skaphoids, In: (23). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

1.1.4. Bandapparat

Der Bandapparat des Handgelenkes lässt sich in ein intrinsisches und ein extrinsisches Bandsystem unterscheiden. Das extrinsische Bandsystem verbindet den distalen Anteil von Radius und Ulna mit dem Carpus und den Metacarpalknochen. Das intrinsische Bandsystem stabilisiert die Handwurzelknochen untereinander (24).

Die extrinsischen Bänder bestehen zum einen auf der palmaren Seite aus dem Ligamentum radioscapocapitatum (Lig. radioscapocapitatum), dem langen und kurzen Lig. radiolunatum und den ulnocarpalen Bändern (Lig. ulnolunatum, Lig. ulnotriquetrum, Lig. ulocapitatum) (25). Das Lig. radioscapocapitatum stützt das Scaphoid bei Palmarflexion und Dorsalextension, welche während der Radial- und Ulnardeviation des Handgelenks stattfindet. Auf Höhe der Scaphoidtaille überspannt es das Scaphoid palmarseitig (25). In Zusammenarbeit mit dem langen Lig. radiolunatum verhindert es eine Subluxation des Carpus in Relation zum Radius indem es die radiale Seite des Carpus verstärkt. Auf der ulnaren Seite verhindern die ulnocarpalen Bänder ein ebensolches palmares Absinken bzw. Subluxieren (25).

Zu den dorsalen extrinsischen Bändern gehören das Lig. radiocarpale dorsale, welches den distalen Radius und das Os triquetrum verbindet. Das Lig. intercarpale dorsale stellt eine Verbindung zwischen Os triquetrum, Os scaphoideum und Os trapezium her (25).

Das intrinsische Bandsystem, das aus den Verbindungen der einzelnen Handwurzelknochen untereinander besteht, ermöglicht eine koordinierte, wechselseitige Bewegung zwischen den beiden Handwurzelreihen. Unterscheiden lässt sich hierbei die ligamentäre Verbindung der Handwurzelknochen, die derselben Handwurzelreihe angehören (transverse intercarpale Bänder), von der ligamentären Verbindung zwischen den Handwurzelknochen der distalen und proximalen Reihe (mediokarpale Bänder) (26).

Das Lig. scapholunatum besteht aus drei Bandanteilen, deren dorsaler Anteil am kräftigsten und stabilsten ausgebildet ist. Beim Lig. lunotriquetrum ist hingegen der palmare Bandanteil am kräftigsten ausgebildet (25,26). Die Verbindung zwischen distaler Handwurzelreihe und Scaphoid wird durch das Lig. scaphocapitatum hergestellt. Dieses bildet mit dem Lig. scaphotrapeziotrapezoideum das Kollateralband des scaphotrapeziotrapezoidalen Gelenkes (STT) (26).

1.2. Scaphoidfraktur

1.2.1. Epidemiologie

Gemessen an allen Frakturen des Menschen gehört die Scaphoidfraktur mit 1–4% zu den seltenen Verletzungen. Bezogen auf die Handwurzel selbst macht sie bis zu 80% aller Frakturen aus (27).

Am häufigsten tritt die Scaphoidfraktur im Alter zwischen 20 und 40 Jahren auf. Betroffen sind meistens sportlich und beruflich aktive Männer. Das Verhältnis von Männern zu Frauen beträgt 6:1. Mit steigendem Alter nimmt der Geschlechterunterschied ab. Die jährliche Inzidenz der Scaphoidfraktur beträgt ca. 0,5 Promille. Bei Kindern kommt es sehr selten zu Scaphoidfrakturen. Die kindliche Scaphoidfraktur betrifft meistens das distale Drittel. Die Fraktur ist bei Kindern meistens unverschoben oder inkomplett. In bis zu 6% aller Scaphoidfrakturen kommt es zu einer gleichseitigen Verletzung des Radiuskopfes. Daher sollten Begleitverletzungen stets in Betracht gezogen werden und entsprechend diagnostisch adressiert werden (17,27).

Bei bis zu 60% aller Scaphoidfrakturen ist das mittlere Scaphoiddrittel betroffen. Circa 15% der Scaphoidfrakturen liegen im Bereich von distalem und proximalem Drittel. Bei 10% der Scaphoidfrakturen ist das Tuberculum ossis scaphoidei betroffen (28).

1.2.2. Pathomechanismus

Als typischer Unfallmechanismus gilt der Sturz auf die dorsal extendierte Hand. Der proximale Scaphoidbereich wird dabei zwischen distalem Radius und dem Lig. radioscaphocapitatum fixiert. Die durch den Sturz einwirkende Kraft läuft direkt auf den distalen Scaphoidanteil zu (17,28). Wenn bei dem Sturz eine Ulnarduktion des Handgelenkes vorliegt kommt es eher zu einer Scaphoidfraktur im Bereich des proximalen Kahnbeindrittels. Liegt eine Radialduktion der Handgelenkes vor, resultiert eine palmare Kippung des Scaphoids und somit tritt die Fraktur im distalen Drittel auf (17,28).

Auch durch eine direkte Gewalteinwirkung kann es zu einer Scaphoidfraktur kommen (27). Hier sind beispielsweise Rückschlagtraumata gegen die Hand zu nennen. Grundsätzlich sind Lokalisation und Art der Fraktur von der individuellen Anatomie des

Kahnbeins, dem Alter des Patienten und der Stellung des Handgelenks beim Sturz abhängig (23).

1.2.3. Frakturklassifikation

Es existieren verschiedene Klassifikationen zur Einteilung der Scaphoidfraktur. 1954 unterteilte Böhler et al. (29,30) die Frakturen in einen horizontalen Schrägbruch, einen Querbruch und einen vertikalen Schrägbruch.

6 Jahre später unterteile Russe (31), in Anlehnung an Böhler, die Scaphoidfrakturen ebenfalls in drei Frakturtypen. Gleichzeitig beschreibt diese Klassifikation eine Aussage über die Stabilität der Scaphoidfraktur. Russe unterschied: Typ 1 (Frakturverlauf schräg–horizontal, Kompression, stabil), Typ 2 (Frakturverlauf quer) und Typ 3 (Frakturverlauf schräg vertikal, Abscherung, instabil, Abbildung 4 A–C) (30).

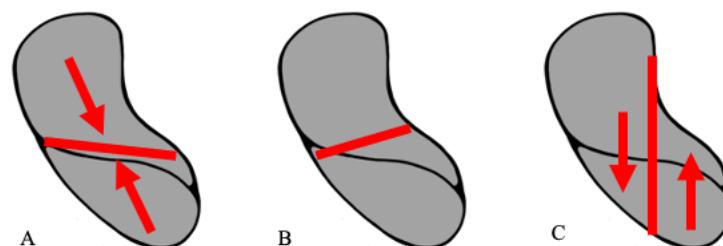


Abbildung 4. Einteilung der Fraktur des Os scaphoideum nach Russe et al.: **A:** schräg-horizontale; Kompression, stabil, **B:** quer, **C:** schräg-vertikal, Abscherung, instabil.

Eine im klinischen Alltag häufiger verwendete Klassifikation ist die Klassifikation von Herbert und Fisher (7) (Abbildung 1). Anhand von konventionellen Röntgenbildern nimmt Herbert die Einteilung der Frakturen und Pseudarthrosen in vier Hauptgruppen A–D vor. Unter Typ A werden die akuten, stabilen Frakturen zusammengefasst. Typ A1 ist eine Tuberkelfraktur, Typ A2 ist eine unvollständige Fraktur der Scaphoidtaille. Akute instabile Frakturen werden unter Typ B zusammengefasst. Hierbei bezeichnet die Typ B1 nach Herbert eine schräg verlaufende Fraktur im mittleren Drittel. Die Typ B2 Scaphoidfraktur nach Herbert ist eine

vollständige Fraktur. Die Typ B3 Scaphoidfraktur nach Herbert ist eine proximale Polfraktur. Die Typ B4 Scaphoidfraktur nach Herbert ist eine Fraktur bei gleichzeitiger perilunärer Luxation. Die Typ B5 Scaphoidfraktur nach Herbert ist eine Trümmerfraktur. Unter Typ C Scaphoidfraktur nach Herbert werden Frakturen mit einer verzögerten Heilung zusammengefasst. Von einer verzögerten knöchernen Heilung spricht man, wenn radiologisch nach 6 Wochen keine knöchernen Durchbauungszeichen ersichtlich sind. Unter Typ D Scaphoidfraktur nach Herbert werden Pseudarthrosen zusammengefasst. Die Typ D1 Scaphoidfraktur beschreibt eine fibröse Pseudarthrose und die Typ D2 Scaphoidfraktur nach Herbert beschreibt eine sklerosierte Pseudarthrose (7,30). Die Definition der Pseudarthrose wird unter 1.2.4. beschrieben.

Mit Einführung der Computer Tomographie (CT) publizierten Krimmer et al. (5) eine modifizierte Herbert-Klassifikation und passten diese an die aktuellen klinischen Gegebenheiten an. Einige Frakturen die in der Röntgendiagnostik zufolge als vermeintlich stabil eingestuft werden, zeigen in der CT Diagnostik Dislokationen oder Trümmerzonen auf und müssen dann als instabil eingestuft werden (5,17,27). Krimmer et al. beschreiben stabile Scaphoidfrakturen als Typ A Frakturen. Die Typ A1 Frakturen betreffen das Tuberculum ossis scaphoidei. Die Typ A2 Scaphoidfraktur nach Krimmer et al. beschreibt undislozierte Rissfrakturen mit quерem Verlauf im mittleren oder distalen Drittel. Diese Frakturen können in der Regel konservativ behandelt werden (A1) oder bedürfen einer minimal invasiven operativen Stabilisierung (A2). Als instabil bezeichnet werden Schrägfrakturen (B1), dislozierte oder klaffende Frakturen (B2), Frakturen des proximalen Drittels (B3) sowie transscaphoidale perilunäre Luxationsfrakturen (B4) (5,30).

Schernberg und Elzein (32) unterteilen das Os scaphoideum von proximal nach distal in sechs Frakturzonen. Bei der Typ I Scaphoidfraktur ist der proximale Scaphoidpol betroffen. Bei Typ II Frakturen ist der proximalen Korpus des Scaphoids betroffen. Bei Typ 3 Frakturen ist der distale Korpus des Scaphoids betroffen. Die Typ IV schließt Frakturen der Tuberositas scaphoidea ein. Die Typ V Fraktur betrifft die distale Intermediärzone des Scaphoids. Die Typ Va Scaphoidfraktur ist eine Tuberkulumfraktur mit kleinem Fragment. Die Typ Vb Fraktur ist eine Tuberkulumfraktur mit Abbruch der halben scaphotrapezialen Gelenkfläche. Die Typ Vc Scaphoidfraktur ist eine Tuberkulumfraktur mit Abbruch der gesamten scaphotrapezialen Gelenkfläche (30,32).

Des Weiteren gibt es die Einteilung der Scaphoidfraktur nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesen (AO) (33).

1.2.4. Die Scaphoidpseudarthrose

Die physiologische knöcherne Konsolidierung einer Scaphoidfraktur beträgt 12 Wochen (22). Tritt die Konsolidierung der Scaphoidfraktur nach 13 – 24 Wochen ein, besteht eine verzögerte Frakturheilung. Bleibt eine Konsolidierung der Scaphoidfraktur nach 24 Wochen aus, spricht man von einer Scaphoidpseudarthrose (22). Scaphoidpseudarthrosen treten häufig nach initial übersehender Scaphoidfraktur auf (2). Als weitere Ursachen einer ausbleibenden Konsolidierung der Scaphoidfraktur gelten eine unzureichende Immobilisation und eine Frakturlokalisation im proximalen Drittel (34,35).

Bei der Scaphoidpseudarthrose werden vier Stadien unterschieden. Im Stadium I zeigt sich eine vermehrte Entkalkung an den fraktur-nahen Fragmentabschnitten. Diese Veränderung ist unter adäquater Ruhigstellung potenziell reversibel. Im Stadium II zeigen sich pseudozystische Resorptionsareale. Das Stadium II gilt als irreversibel. Im Stadium III hat sich eine Osteosklerose der Fragmentränder mit Ausbildung von Osteophyten und eine Fragmentverkipfung (Humpback–Deformität) gebildet (Abbildung 5) (35).

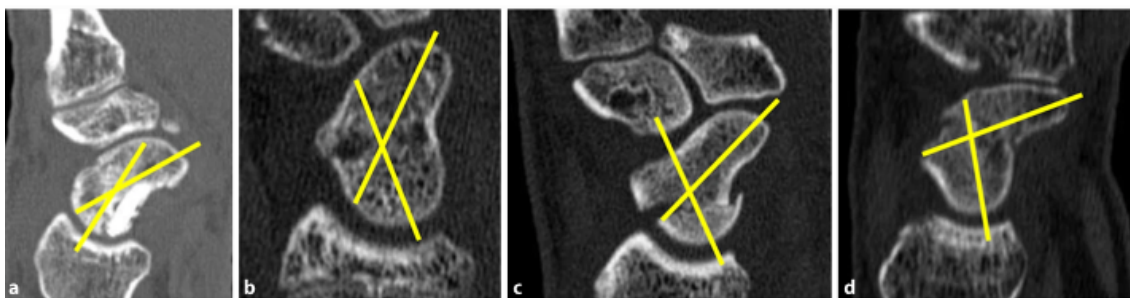


Abbildung 5. Darstellung der Humpback–Deformität in der Computertomographie (CT) mit den eingezeichneten Messlinien (gelb). Es werden unterschiedliche Humpback–Deformitäten in aufsteigender Gradzahl dargestellt: 30° (a), 45° (b), 70° (c), 80° (d). In: (36). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Je nachdem ob der Pseudarthrosenspalt leer oder mit Bindegewebe gefüllt ist, unterscheidet man eine stabile Pseudarthrose von einer instabilen Pseudarthrose (35,37).

Im weiteren Verlauf kommt es zunehmend zu einer Verkipfung des proximalen Scaphoidfragments und zu einer Extension des Os lunatum. Hieraus resultiert eine DISI-Stellung (dorsoflexed intercalated segment instability) (38).

Im Stadium IV finden sich degenerative Veränderungen in den angrenzenden Gelenken. Die Maximalform stellt die Ausbildung eines SNAC-Wrist (scaphoid nonunion advanced collapse) mit mediocarpaler Arthrose und karpalem Kollaps dar (22,35,38).

1.3. Die Diagnostik der Scaphoidfraktur

1.3.1. Die klinische Untersuchung

Die Verdachtsdiagnose einer Scaphoidfraktur lässt sich aus der entsprechenden Anamnese und dem klinischen Befund stellen. Meistens beklagen die Patienten nur milde Beschwerden. Die meisten Patienten berichten, dass es erst nach einem weitestgehend beschwerdearmen Zeitintervall zu einer Schmerzzunahme im Bereich des radialen Handgelenkes gekommen sei. Insbesondere werden Beschwerden bei Belastung und Pro- und Supination des Unterarmes beschrieben (39).

Ein erster klinischer Hinweis auf eine Scaphoidfraktur ergibt sich aus der Palpation der Handwurzel. Hier sind insbesondere ein Druckschmerz in der Tabatière, ein Druckschmerz im Bereich des Tuberculum scaphoideum sowie Schmerzen bei axialer Kompression, Handgelenkextension oder Radialabduktion auslösbar. Da jedoch auch Verletzungen des Bandapparates solche Beschwerden auslösen können, ist die klinische Untersuchung in der Akutphase eines Handtraumas nur bedingt verwertbar (17,27).

1.3.2. Projektionsradiographie

Am akut traumatisierten Handgelenk sind dorsopalmare und seitliche Röntgenaufnahmen in Neutralstellung mit Zentrierung auf das Radiokarpalgelenk die diagnostische, radiologische Grundlage (35,40). Scaphoidfrakturen können in diesen Standardprojektionen, aufgrund der um 45° flektierten Lage des Os scaphoideum, übersehen werden. Deshalb sollten ergänzende Projektionsaufnahmen erstellt werden (27,35). Hierzu zählen insbesondere die Projektionsaufnahme nach Stecher (Faustschluss in Ulnarabduktion, Abbildung 6a, e), die Projektionsaufnahme nach Schreck (45° Schreibfederstellung), die Projektionsaufnahme nach Bridgeman (30° Dorsalextension) und die Hyperpronationsaufnahme. Man bezeichnet diese vier Projektionsaufnahmen auch als Scaphoidquartett (27,35).

In der S3 Leitlinie Scaphoidfraktur werden die Projektionsaufnahmen nach Stecher, die posterior–anteriore sowie laterale Projektionsaufnahme in Neutralstellung des Handgelenks als Standard empfohlen (41). Als sichere Frakturzeichen gelten zum einen die Fragmentdislokation und zum anderen eine Frakturlinie die zwei gegenüberliegende Kompaktaabschnitte erreicht (35,40).

Da die Frakturfragmente aufgrund des straffen Kapsel-Bandapparates oft anatomisch aneinander liegen, können in der Projektionsradiographie Frakturzeichen fehlen und somit Frakturen übersehen werden (35). Coblenz et al. (35) beschrieben eine Detektionsrate von 61% in der initialen Diagnostik mittels Projektionsradiographie.

1.3.3. Die Computertomographie

Sollten der klinische Befund und der Befund der Projektionsradiographie nicht übereinstimmen, sollte immer eine weiterführende Diagnostik in Betracht gezogen werden (41). Deshalb wird immer häufiger die Durchführung einer CT (Abbildung 5) empfohlen, um zum einen die Diagnose zu sichern, und zum anderen die weitere Therapie der Scaphoidfraktur zu planen (8,28). Zur Beurteilung und Festlegung der genauen Frakturmorphologie bei bereits nachgewiesener Scaphoidfraktur, ist die Durchführung einer CT indiziert (Abbildung 6b, f) (35). Des Weiteren wird eine CT des Scaphoid zur Kontrolle nach konservativer oder operativer Therapie empfohlen (35).

Um geringe oder minimale Dislokationen oder Trümmerzonen zu erfassen, sollte die verletzte Hand in einem Winkel von 45° zur Körperachse im Computertomographen gelagert werden. Die Primärschichten in der CT sollten parallel zur Längsachse des Os scaphoideum und mit einer Schichtdicke von 0,5 – 1mm erstellt werden (28).

1.3.4. Die Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (MRT, Abbildung 6c, d und Abbildung 6g, h) hat eine hohe Sensitivität beim Nachweis von radiologisch nicht sichtbaren Frakturen. Jedoch können durch Knochenkontusionen Frakturen vorgetäuscht werden und zu inkorrekten Interpretation führen (27). Zur Darstellung und genauen Beurteilung der Frakturzone ist daher die CT–Untersuchung der Goldstandard. Wurde im MRT eine Fraktur nachgewiesen, sollte die Diagnostik immer mittels einer computertomographischen Diagnostik komplementiert werden (28).

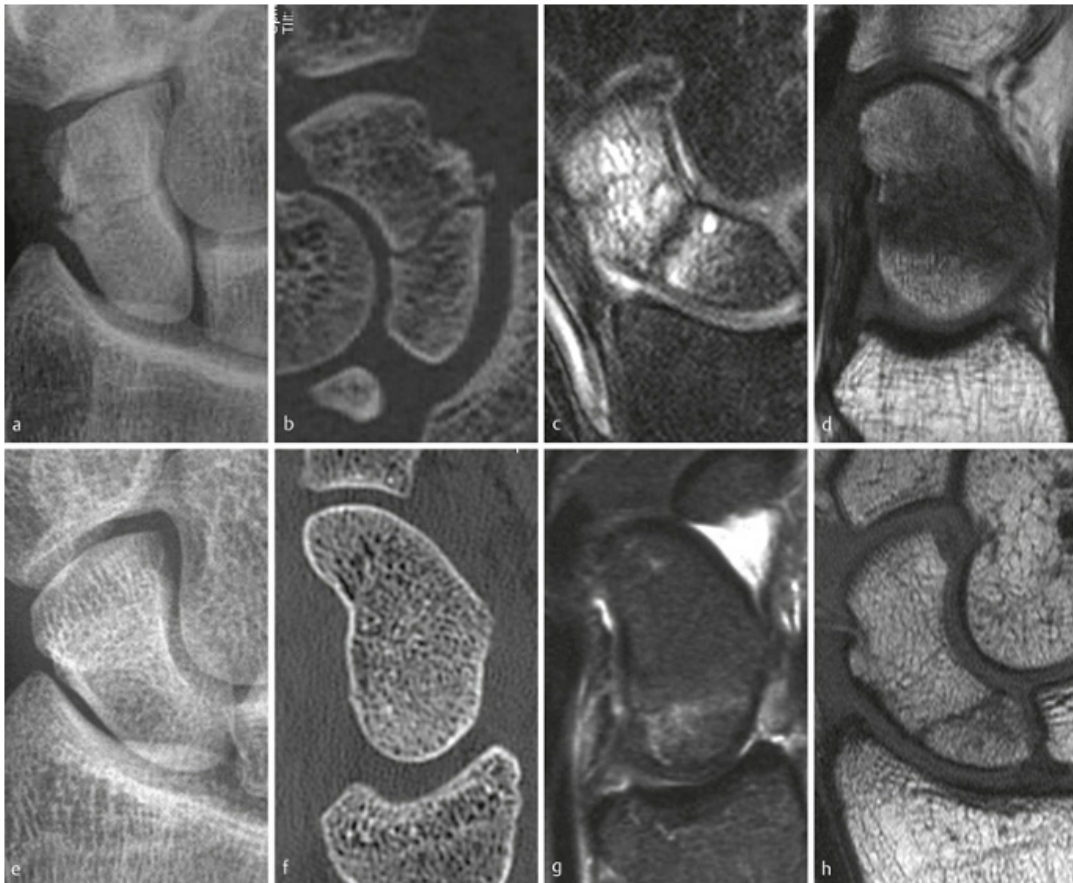


Abbildung 6. Darstellung von zwei Scaphoidfrakturen (1: Scaphoidfraktur Typ A2 nach Herbert, **a–d**; 2: okkulte Scaphoidfraktur Typ B3 nach Herbert, **e–h**) mit unterschiedlichen bildgebenden Verfahren: Projektionsradiographie (**a, e**), CT-Bildgebung (**b, f**) und MRT Diagnostik (**c, d, g, h**). In: (42). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

1.3.5. Die Skelettszintigraphie

Die Skelettszintigraphie hat als Untersuchungsmethode eine hohe Sensitivität zur Detektion eines Knochentraumas, jedoch besteht nur eine geringe Spezifität. Deshalb sollte bei positivem Szintigraphiebefund immer eine CT- oder MRT-Diagnostik angeschlossen werden (27,35).

1.3.6. Die Sonographie

Einige Studien zeigen, dass auch mit hochauflösender sonographischer Untersuchung Scaphoidfrakturen detektiert werden können (43). Durch die Verwendung hochfrequenter Schallköpfe (10 – 14 MHz) lassen sich der mittlere und der distale Abschnitt des Os scaphoideum an der Handwurzel gut einsehen. Der proximale Anteil des Os scaphoideum ist mittels Sonographie nicht beurteilbar (35). Als direktes Frakturzeichen gilt im Rahmen der Sonographie eine kortikale Stufenbildung. Als indirektes Frakturzeichen bei Scaphoidfraktur gilt in der Sonographie ein knochenumgebendes, echoarmes Weichteilhämatom. Da die Sonographie keine vollständige Beurteilung des Os scaphoideum zulässt und komplexe Frakturen nicht sicher beurteilt werden können, spielt die Sonographie in der Diagnostik der Scaphoidfraktur nur eine untergeordnete Rolle (35).

1.4. Therapie

Das Ziel der Therapie der Scaphoidfraktur ist es die Funktion der Hand zu erhalten, Schmerzen zu reduzieren und mögliche Komplikationen wie eine verzögerte Durchbauung, eine Pseudarthrose oder eine Fehlstellung zu vermeiden. Da der Patient die Entscheidung zur konservativen oder operativen Therapie mittragen muss, ist eine ausführliche Aufklärung über das Für und Wider der einzelnen Behandlungsoptionen von entscheidender Bedeutung (27).

1.4.1. Konservative Therapie

Viele Jahre lag die Therapie der Scaphoidfraktur im Zuständigkeitsbereich der konservativen Therapie. Entscheidend für die Wahl der Versorgung ist die Fragmentstabilität.

Extraartikuläre Tuberkulumfrakturen (Typ A1 nach Krimmer/Herbert) haben eine gute Heilungstendenz und werden in der Regel konservativ behandelt. Die Ruhigstellung erfolgt in einem Scaphoidgips. Hierbei handelt es sich um eine Unterarmgips oder –cast mit Einschluss des Metacarpale I. Empfohlen wird diese Ruhigstellung für 6 – 8 Wochen. Mittels Röntgen– oder auch CT–Untersuchung wird die knöcherne Durchbauung regelmäßig kontrolliert. Früher erfolgte das konservative Vorgehen auch bei nichtdislozierten Querfrakturen des mittleren Drittels (Typ A2 nach Krimmer/Herbert). Um die Ruhigstellung im Scaphoidgips zu verkürzen, werden die Scaphoidfrakturen vom Typ A2 nach Krimmer/Herbert immer häufiger operativ mittels perkutaner Verschraubung therapiert (27,28,35).

Als Nachteile der konservativen Therapie der Scaphoidfraktur gelten die potenzielle Einsteifung der benachbarten Gelenke, die Gefahr der Muskelatrophie, eine mögliche Kalksalzminderung der Knochen sowie eine langandauernde Arbeitsunfähigkeit des Patienten (27).

1.4.2. Operative Therapie

In der Regel erfolgt bei instabilen Scaphoidfrakturen die operative Versorgung. Das Ziel ist eine stabile Frakturversorgung, die eine frühe Mobilisation ermöglicht und

Spätfolgen wie eine verzögerte oder ausbleibende knöcherne Durchbauung verhindert (22).

Timothy Herbert revolutionierte 1984 die Behandlung der Scaphoidfrakturen mit einer intraossär versenkbaren Schraube und einem dafür passenden Zielgerät (7,22). Die Nachteile dieses offenen Operationsverfahren sind die Gefahr interkarpaler Bandverletzungen, sowie eine mögliche Verletzung der Knorpeloberfläche des Os scaphoideum (22).

Mit Entwicklung eines minimalinvasiven Verfahrens konnte der operative Zugangsweg und somit auch das intraoperative Trauma, einschließlich möglicher Bandverletzungen, deutlich reduziert werden. Bei dem minimalinvasiven Operationsverfahren wird initial perkutan ein Kirschnerdraht in das Os scaphoideum plaziert (Abbildung 7 und 8) (5,8,22).



Abbildung 7. Die Hand ist dorsalextendiert auf dem Operationstisch gelagert. Eine Blutsperre liegt an. Eine Rolle unter dem Handgelenk bietet dem Operateur Stabilität als Hypomochlion. Unter Bildverstärker (BV) wird der Eintrittspunkt für den 1,0mm Kirschnerdraht in der Tuberositas scaphoidei bestimmt. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.



Abbildung 8. Der 1,0mm Kirschnerdraht sollte idealerweise entlang der Längsachse des Os scaphoideum (gelbe Linie) eingebracht werden (a). Ideale Lage des 1 mm Kirschnerdrahtes entlang der biomechanisch günstigen Achse im anterior-posterioren (b) und im seitlichen (c) Strahlengang des BV. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Im nächsten Operationsschritt erfolgt eine kurzstreckige, ca. 5mm lange Hautinzision. Anschließend wird der 1mm Kirschnerdraht mit einem kanülierten Stufenbohrer überbohrt (Abbildung 9) (8,22,44).

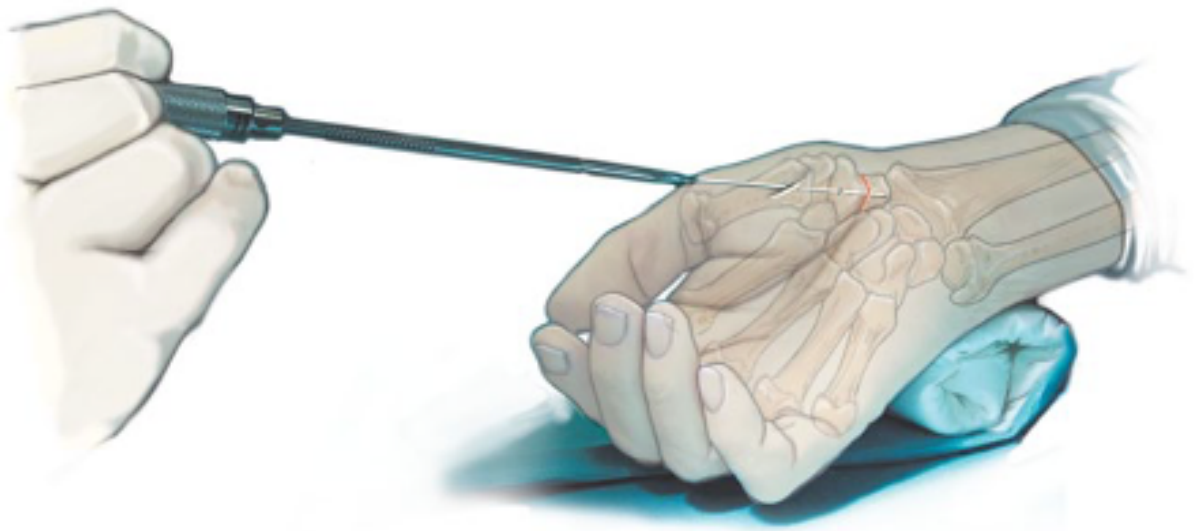


Abbildung 9. Der 1,0mm Kirschnerdraht wird nach Hautinzision mit einem kanüliertem Stufenbohrer überbohrt. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Nach Vorbohren der Herbert-Schraube erfolgt die Längenbestimmung der Schraube. Hierbei kann zum einen eine Messlehre verwendet werden oder auch die

Schraube im Strahlengang des BV über das Os scaphoideum gelegt werden (Abbildung 10) (8). Eine andere Möglichkeit besteht darin die Schraubenlänge bereits präoperativ anhand der Computertomographie zu bestimmen. Von allen drei Messmethoden sollte immer die Frakturspaltbreite abgezogen werden, sodass nach entsprechender Schraubenimplantation und Frakturkompression keine intraartikuläre Schrauben- oder Gewindelage resultiert (8).

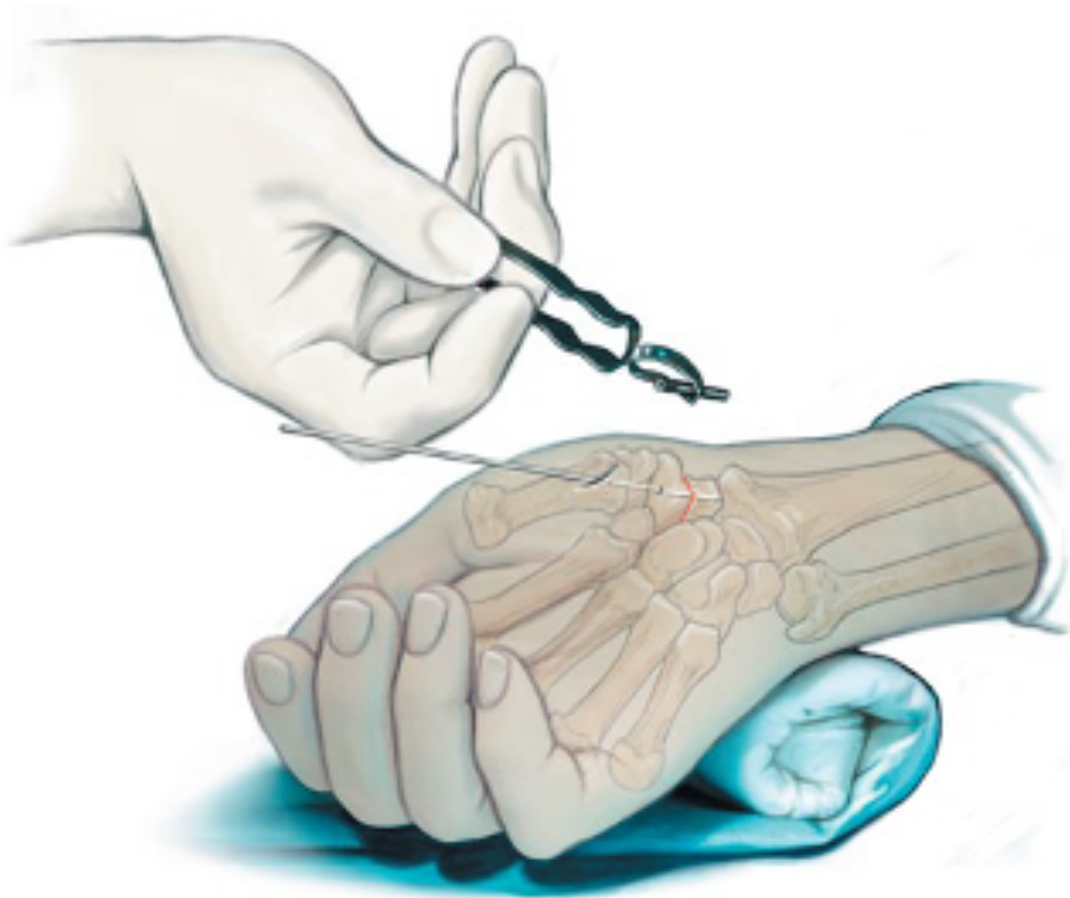


Abbildung 10. Längenbemessung der Herbertschraube im anterioren–posterioren Strahlengang des BV. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlags.

Der nächste Schritt der perkutanen Osteosynthese des Os scaphoideum stellt das manuelle Einbringen der Herbertschraube dar (Abbildung 11). Es sollte während des Einbringens der Schraube eine radiologische Durchleuchtung unter BV in den Standartebenen erfolgen (Abbildung 12) (8).

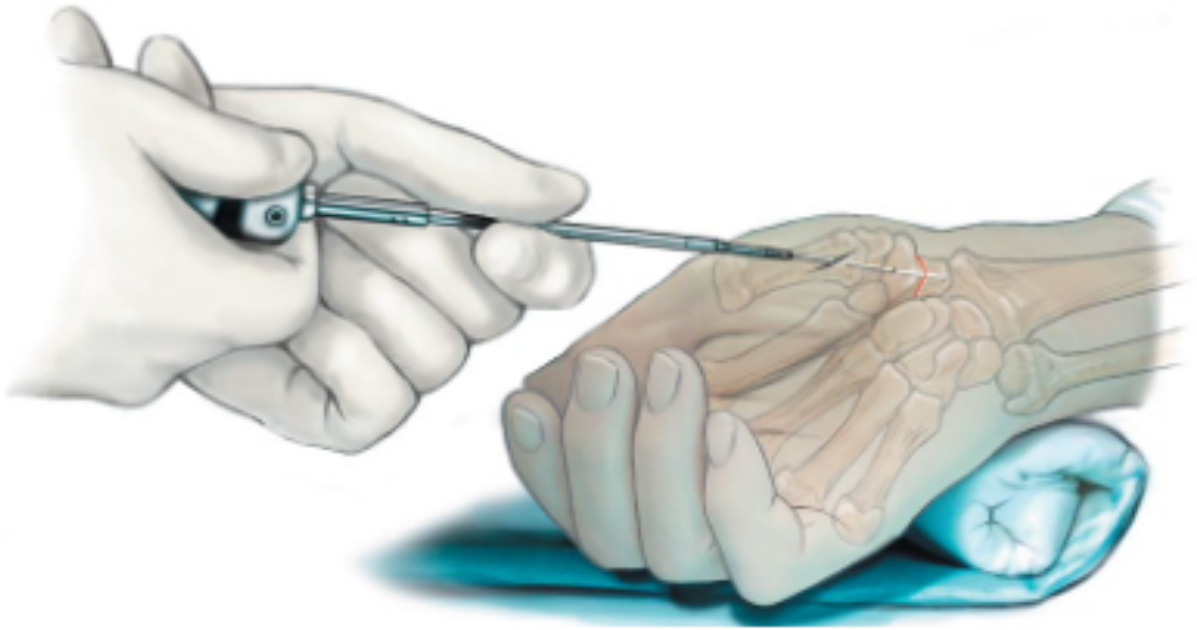


Abbildung 11. Manuelles, perkutanes Einschrauben der Herbertschraube. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

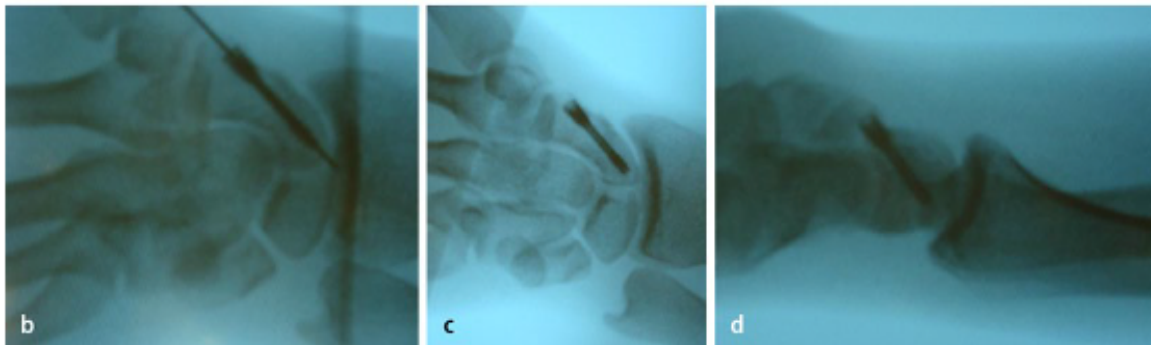


Abbildung 12. Die Herbertschraube wird über den 1,0mm Kirschnerdraht eingebracht (b). Radiologische Kontrolle unter BV im anterioren-posterioren (c) und im seitlichen (d) Strahlengang. Mit den Standartebenen, der Fluoroskopie (nicht dargestellt) und den Stressaufnahmen (nicht dargestellt) kann eine intraartikuläre Schraubenlage ausgeschlossen werden und die Kompression der Fraktur des Os scaphoideum kontrolliert werden. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Die Herbertschraube und die heute verwendeten kanülierten Titan-Schrauben verfügen über ein Doppelgewinde. Am distalen und proximalen Anteil der Schraube sind Gewinde, deren Durchmesser größer ist als der des gewindefreien Schraubenschaftes(22).

Durch einen Gewindeunterschied (proximal < distal) kommt es zu einer interfragmentären Kompression der Scaphoidfragmente. Da die Schraube vollständig intraossär und subchondral zu liegen kommt, kann auf eine Materialentfernung zumeist verzichtet werden (22).

Studien haben aufzeigen können, dass sich mit der Einführung geeigneter Schrauben die Operationssicherheit und operative Technik verbessert haben (8,9,45–47).

Zur Therapie der Scaphoidfraktur existieren verschiedene Operationstechniken. Zum einen wird die offene Reposition und Schraubenosteosynthese über einen palmaren oder dorsalen Zugang beschrieben. Zum anderen ist die geschlossene Reposition mit perkutaner Schraubenosteosynthese über einen palmaren oder dorsalen Zugang möglich. Zusätzlich lässt sich die perkutane Schraubenosteosynthese arthroskopisch assistieren (27).

Die Auswahl des operativen Zugangsweges richtet sich nach der Frakturlokalisation. Scaphoidfrakturen im proximalen Drittel werden in der Regel von dorsal operativ versorgt (28).

Der offene oder minimal–invasive operative Zugangsweg für Scaphoidfrakturen des mittleren und distalen Scaphoiddrittels liegt meist palmar, es ist jedoch auch ein dorsaler Zugang möglich (28). Für die minimal–invasive perkutane Schraubenosteosynthese kommen Scaphoidfrakturen in Frage, die entweder keine Dislokation aufweisen oder sich geschlossen reponieren lassen. Ist eine geschlossene Reposition bei dislozierter Fraktur nicht möglich, muss ein offenes Vorgehen gewählt werden. Bei Vorliegen einer Trümmerzone mit Verkürzung sollte eine Spongiosaplastik durchgeführt werden (5,27).

Neben allgemeinen Operationsrisiken und –komplikationen besteht die Gefahr der verzögerten oder ausbleibenden knöchernen Heilung, insbesondere bei fehlerhafter Positionierung des Implantates oder bei instabiler Osteosynthese (28).

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign und Ethikvotum

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische, klinische Studie, die an der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg durchgeführt wurde. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den postoperativen Therapieerfolg nach perkutaner Verschraubung von nicht- und minimal dislozierten Scaphoidfrakturen zu überprüfen.

Funktionalität, subjektives Empfinden sowie der radiologische Nachweis einer knöchernen Durchbauung wurden als Erfolgsparameter definiert.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Auswertung bereits vorhandener, klinikinterner Patientendaten. Die Nachuntersuchung der Patienten erfolgte zur Qualitätskontrolle nach operativer Versorgung im Rahmen der Handsprechstunde. In die psychische oder körperliche Integrität der Patienten wurde zu Studienzwecken nicht eingegriffen. Die Ergebnisse wurden ausschließlich in anonymisierter Form publiziert. Ein Kurzantrag bei der Ethik-Kommission wurde gestellt (Bearbeitungsnummer 20210924 01), grundsätzliche Bedenken wurden nicht geäußert.

2.2. Patientenkollektiv

Für die vorliegende Studie wurden diejenigen Patienten ausgewählt, die im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.01.2011 in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg eine perkutane Verschraubung einer Scaphoidfraktur erhalten haben. Die Patientenidentifizierung erfolgte mittels der klinikinternen Datenbank SAP anhand des gewählten Versorgungszeitraumes sowie der Diagnose.

2.3. Ein- und Ausschlusskriterien

In die vorliegende Arbeit wurden alle Patienten eingeschlossen, die folgende Kriterien aufwiesen:

(1)

Behandlung in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg im Zeitraum zwischen dem 01.01.2005 und dem 31.01.2011;

(2)

Nicht- oder gering dislozierte Scaphoidfraktur vom Typ A2, B1, B2, oder B3 nach Herbert;

(3)

Alter zwischen 15 und 75 Jahre;

(4)

Unterschriebene Einwilligung in die Studie „Perkutane Verschraubung von Scaphoidfrakturen“.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die bereits zuvor eine ipsilaterale Fraktur des Os scaphoideum erlitten hatten. Patienten mit Begleitverletzungen im Bereich des Handgelenkes oder mit Schädel-Hirn-Trauma (Grad II und III) wurden ebenfalls nicht eingeschlossen. Darüber hinaus wurden Patienten in der Studie nicht berücksichtigt, deren Nachuntersuchungszeitraum unter 12 Monaten lag.

2.4. Patientenrekrutierung und Datenschutz

Alle Patienten erhielten per Postweg ein schriftliches Einladungsschreiben (Anhang 1) in welchem sie über den Zweck sowie die Durchführung der Studie als auch Datenschutz aufgeklärt wurden. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig erfolgt. Alle genannten Punkte wurden am telefonisch vereinbarten Untersuchungstag im Rahmen der Handsprechstunde nochmals ausführlich mit den Patienten besprochen, so dass die Möglichkeit bestand verbliebene Fragen abschließend zu klären. Eine schriftliche Zustimmung für die Untersuchung, als auch die anonymisierte Nutzung der erhobenen Daten, wurde eingeholt (Anhang 2).

Die Nachuntersuchung im Rahmen der Studie erfolgte frühestens 12 Monate postoperativ. Im Rahmen dieser wurden alle Röntgenbilder der Studienteilnehmer fachärztlich befundet und bewertet. Bestanden bei der Nachuntersuchung weiterhin Beschwerden und/oder war eine knöcherne Durchbauung der Fraktur anhand der zuletzt durchgeführten Röntgenaufnahme nicht ersichtlich, wurde individuell die klinische Indikation zu einer Röntgenaufnahme des Handgelenks gestellt. Da es sich hierbei um eine medizinische Indikation der Durchführung einer radiologischen Untersuchung handelt, wurde hier auf einen Antrag beim Bundesamt für Strahlenschutz verzichtet.

Die in der Deklaration von Helsinki des Weltärztebundes niedergelegten ethischen Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen wurden beachtet.

2.5. Nachuntersuchung

2.5.1. Anamnese

Am Nachuntersuchungstermin im Rahmen der Handsprechstunde wurde nach Aufklärungsgespräch, sowie schriftlicher Einwilligungserklärung, zunächst eine unfallchirurgische Anamnese erhoben. Hierbei wurden Unfallursache, dominante Hand, verletzte Hand, präoperative Schmerzlokalisierung, Zeitraum zwischen Verletzung und operativer Versorgung, Dauer der Ruhigstellung, Dauer der Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung, Beruf, Rückkehr in den Beruf, Arbeitsplatzwechsel, Dauer der Nachbehandlung sowie Nikotinkonsum dokumentiert.

Die Klassifikation der Arbeitsbelastung erfolgte nach der REFA-Leitlinie (48–50). Hiermit lässt sich die Arbeitsschwere einteilen (Tabelle 1). Die Unterteilung der beruflichen Belastung erfolgte somit in 5 Untergruppen.

Tabelle 1. Klassifikation der Arbeitsbelastung nach REFA-Leitlinie.

Grad	Arbeitsbelastung	Beispiel
0	Arbeit ohne spezielle körperliche Beanspruchung	Arbeit ohne körperliche Belastung, wie z.B. reine Schreibtischarbeit.
1	Arbeit mit geringer körperlicher Beanspruchung	Bearbeitung von leichten Werkgegenständen; ebenso langes Stehen oder häufiges Gehen.
2	Arbeit mit mittlerer körperlicher Beanspruchung	Bedienung von Geräten zwischen 1 und 3kg; Tragen von Lasten zwischen 10 und 15kg; Treppensteigen oder Steigen von Leitern ohne zusätzliche Last.
3	Arbeit mit schwerer körperlicher Beanspruchung	Tragen von Lasten zwischen 20 und 30 kg; Schaufelarbeiten, Graben, Holzarbeiten, Treppensteigen oder Steigen von Leitern mit mittlerer Tragelast, mäßige Arbeit in angespannter Körperhaltung.
4	Arbeit mit schwerster körperlicher Beanspruchung	Tragen von Lasten mit mehr als 50 kg, Treppensteigen oder Steigen von Leitern mit schwerer Tragelast, schwere Arbeit in angespannter Körperhaltung.

Wurde als Verletzungsursache eine sportliche Aktivität angegeben so wurde diese anhand ihrer Beanspruchung in der Klassifikation nach Allain et al. nochmals in vier verschiedene Typen bewertet (Tabelle 2) (51). Diese Einteilung hat sich bewährt in Bezug auf die Beurteilung der sportlichen Belastung bei Verletzungen an der oberen Extremität (51–53).

Tabelle 2. Einteilung der sportlichen Belastung nach Allain.

Typ	Beschreibung	Beispiel
I	Kein Impact	Brustschwimmen, Langlauf
II	Hoher Impact	Radfahren, Fußball, Skifahren
III	Überkopfsportarten mit Schlagbewegungen	Klettern, Kraulen, Golf, Tennis
IV	Überkopfsportarten mit Schlagbewegungen und abrupten Bewegungsstops	Basketball, Handball, Volleyball, Boxen

2.5.2. Klinische Untersuchung

Im Anschluss erfolgte eine klinische Untersuchung des Patienten. Hierbei wurde zunächst die Narbe inspiziert. Bewertet wurden dabei Hautstruktur mit subcutaner Verschieblichkeit, Erhabenheit der Narbe im Sinne eines Narbenkeloides, Rötung und Verfärbung der Haut. Darüber hinaus wurden Sensibilitätsstörungen und Druckschmerzen untersucht und dokumentiert. Der Bewegungsumfang des Handgelenkes wurde nach der Neutral–Null–Methode mittels Goniometer ermittelt. Es wurden die Bewegungen für die Dorsalextension und Palmarflexion sowie für die Radialabduktion und Ulnarabduktion gemessen.

Die Messung der Griffstärke erfolgte anhand eines Vigorimeters. Hierbei wird der Druck des Faustschlusses mittels drei verschiedener Ballgrößen gemessen. Der Patient wird dabei aufgefordert den jeweiligen Ball mit der Faust zusammenpressen. Am Vigorimeter lässt sich der erzeugte Druck in Kilopascal (kPa) ablesen. Die Untersuchung der Griffstärke erfolgte immer im Vergleich zur kontralateralen Seite (in %). Es konnten pro Patient 3 Einzelwerte ermittelt werden. Die Beurteilung der Griffstärke wurde aus dem Durchschnitt der Messungen berechnet. Eine Griffstärke von 100% im Vergleich zur kontralateralen Seite entspricht einem vollständigen Wiedererlangen der Kraft. Eine Griffstärke von 99 – 80% im Vergleich zur kontralateralen Seite entspricht einer geringen Kraftminderung. Eine Griffstärke von 79 – 50% im Vergleich zur kontralateralen Seite entspricht einer mäßigen und eine Griffstärke von unter 50% im Vergleich zur kontralateralen Seite entspricht einer starken Kraftminderung.

Zur besseren Evaluation der Griffstärke wurden die Patienten in Gruppen unterteilt. Zum einen wurden Patienten mit Scaphoidfraktur an der dominanten Hand und an der nicht dominanten Hand untersucht. Zum anderen wurden die Patienten mit Scaphoidfraktur entsprechend dem Alter in unter und über 30 Jahre eingeteilt.

2.5.3. Radiologische Untersuchung

Bei denjenigen Patienten, bei denen bei der Nachuntersuchung weiterhin Beschwerden bestanden und/oder eine knöcherne Durchbauung der Fraktur anhand der zuletzt durchgeführten Röntgenaufnahme nicht ersichtlich war, wurde die Indikation zur Durchführung von Röntgenaufnahmen des Handgelenks gestellt. Die radiologische Diagnostik erfolgte zum einen in den zwei Standardprojektionen (anterior–posterior und lateral) und zum anderen mit der Stecher–Aufnahme. Hiermit konnte die Durchbauung der ursprünglichen Frakturzone, sowie eine mögliche Arthroseentwicklung in Bezug auf das Scaphotrapezial–Gelenk (ST–Gelenk) beurteilt werden. Die röntgenologische Einteilung der ST–Arthrose erfolgte hierbei modifiziert nach der Klassifikation von Eaton und Littler, welche von den beiden Autoren 1984 für das Daumensattelgelenk veröffentlicht worden war (54). Hierbei werden vier Stadien, entsprechend dem Schweregrad der Arthrose, unterschieden. Stadium 1 entspricht einem normalen oder leicht erweiterten Gelenkspalt. Das Stadium 2 entspricht einer Gelenkspaltverschmälerung/Osteophyten unter 2 mm Größe. Das Stadium 3 entspricht einer Gelenkzerstörung mit subchondraler Sklerose/Osteophyten über 2 mm Größe mit noch intaktem STT–Gelenk. Das Stadium 4 entspricht einem destruierten Carpometacarpal– sowie STT–Gelenk mit osteophytäre Anbauten (54).

2.5.4. Messung des klinischen Outcome

2.5.4.1. Disability of Arm, Shoulder and Hand Score

Als klinischer Untersuchungsscore wurde der Disability of Arm, Shoulder and Hand Score (DASH) herangezogen (55) (Anhang 3). Dieser standardisierte Fragebogen, der von einer Kooperation verschiedener wissenschaftlicher Gesellschaften Nordamerikas entwickelt wurde, dient der Erfassung von Funktionseinschränkungen im Bereich der gesamten oberen Extremität und wurde in eine deutsche Version angepasst. Mit Hilfe von insgesamt 38 Fragen die sich auf die Funktionsfähigkeit der oberen Extremität, als auch die Symptomatik des Patienten beziehen, soll der Patient seine Fähigkeiten und Symptome in Bezug auf die vergangene Woche bewerten. Die letzten 8 Fragen stellen das Sport- und Musik-Modul sowie das Arbeits- und Berufs-Modul dar und können optional beantwortet werden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit jede Frage auf einer Skala von 1 – 5 einzuschätzen. Hierbei bedeutet 1 „keine Schwierigkeiten/keine Symptome“ und 5 „nicht möglich/extreme Beschwerden“. Die hierbei zu erzielenden DASH-Werte rangieren zwischen 0 und 100, wobei 0 keiner und 100 einer sehr hohen Beeinträchtigung gleichkommt (56,57).

2.5.4.2. Visuelle Analog Skala

Das subjektive Schmerzempfinden und die subjektive Handgelenksfunktion der Patienten wurden mit Hilfe einer Visuellen Analog Skala (VAS) erfasst (Anhang 4). Die VAS hat Werte zwischen „0“ und „100“.

Bei der Einteilung des subjektiven Schmerzempfinden (VAS-Schmerz) entspricht der Wert „0“ keinen Schmerzen und der Wert „100“ einem maximalen Schmerz.

Bei der Einteilung der Funktion des Handgelenkes (VAS-Funktion) entspricht der Wert „0“ einer schlechten Funktion und der Wert „100“ einer sehr guten Funktion.

2.5.4.3. Mayo-Wrist-Score

Als weiterer Score zur Beurteilung der Funktion und Beschwerden an der operierten Hand anhand subjektiver und objektiver Parameter wurde der Mayo-Wrist-Score verwendet (58). Dieser wurde 1987 von Cooney und Kollegen entwickelt und beinhaltet die vier Parameter Schmerz, Funktion, Bewegungsumfang sowie Griffstärke

im Vergleich zur kontralateralen Seite als Beurteilungskomponenten. Es werden je Parameter Punkte von 0 – 25 vergeben und zum Endergebnis addiert (Tabelle 3). Hierbei sind 91 – 100 Punkte ein sehr gutes Ergebnis. Ein Punktwert zwischen 81 – 90 entspricht einem guten Ergebnis. Ein Punktwert zwischen 65 – 80 stellt ein befriedigendes Ergebnis da. Ein Punktwert unter 65 stellt ein schlechtes Ergebnis dar. Anhand der Anamneseerhebung und klinischen Dokumentation der Funktionsparameter konnte der Mayo–Wrist–Score im Anschluss berechnet werden (58).

Tabelle 3. Auswertung und Bewertung des Mayo–Wirst–Score.

Mayo Wrist Score Ergebnis in Punkten	Mayo Wrist Score Bewertung
100 – 91	Sehr gut
90 – 81	Gut
80 – 65	Befriedigend
< 65	Schlecht

2.6. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte deskriptiv. Es wurden die Mittelwerte und die Spannweite von minimalem bis zum maximalen Wert angegeben. Die Daten wurden mit der Software Microsoft Excel (Microsoft Excel, Microsoft Corporation, Washington, USA) ausgewertet.

Zur Tabellenkalkulation erfolgte die Teilnahme an einem Microsoft Excel-Kurs des Rechenzentrums der Julius-Maximilians-Universität Würzburg vom 01.08.2012 – 03.08.2012.

3. Ergebnisse

3.1. Patientenkollektiv

An der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg wurden im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.01.2011 insgesamt 70 Patienten behandelt, die in diese Studie eingeschlossen werden konnten. Bei allen 70 Patienten lag eine nicht- oder gering-dislozierte Scaphoidfraktur vom Typ A2, B1, B2 oder B3 nach Herbert (Abbildung 1) (7) vor. Alle Patienten erhielten eine perkutane Verschraubung des Os scaphoideum. Begleitverletzungen des Karpus oder des Handgelenkes lagen nicht vor.

57 dieser 70 Patienten (81,4%) wurden innerhalb der ersten 12 Monate klinisch und radiologisch nachuntersucht.

Insgesamt konnten 44 Patienten (62,9%) erneut nach frühestens 12 Monaten nachuntersucht werden. 26 Patienten konnten nicht in die Studie eingeschlossen werden. Einige Patienten waren weder auf dem Postweg noch telefonisch zu erreichen. Manche Patienten lehnten eine Nachuntersuchung ab, oder erschienen trotz Terminabsprache nicht zur Nachuntersuchung.

Das durchschnittliche Follow-up betrug 41 ± 23 Monate (Spannweite: 13 – 92 Monate).

3.1.1. Geschlechterverteilung

Von den insgesamt 44 Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden, waren 40 männlich (90,9%) und 4 weiblich (9,1%).

3.1.2. Altersverteilung

Der älteste Patient war 73 Jahre alt. Der jüngste Patient mit einer Scaphoidfraktur war 15 Jahre alt. Das durchschnittliche Patientenalter betrug $29,3 \pm 13,0$ Jahre.

Die Gruppe der unter 30-jährigen Patienten war am größten (68,2%). In der Gruppe der über 50-jährigen Patienten waren lediglich 3 der 44 Patienten (6,8%).

3.1.3. Verteilung der beruflichen Belastung

Von den 44 nachuntersuchten Patienten waren 21 Patienten in einem Beruf mit niedriger Arbeitsschwere tätig (REFA 0 – 1, 47,7%, Tabelle 1 und Tabelle 4). Eine hohe Arbeitsschwere hatten 21 Patienten (REFA 2 – 4, 47,7%). Ein Patient war zum Unfallzeitpunkt bereits berentet (2,3%) und ein Patient gab an zum Unfallzeitpunkt arbeitslos gewesen zu sein (2,3%).

Tabelle 4. Einteilung der Arbeitsschwere nach REFA-Leitlinien

Grad	Beispiel aus dem vorliegenden Kollektiv	n	%
0	Student	16	36,4
1	Zahnarzt	5	11,4
2	Ingenieur	5	11,4
3	Mechaniker	4	9,1
4	Schmied	12	27,3

3.1.4. Verteilung der Raucher und Nichtraucher

Bei der Anamneseerhebung gaben 29 Patienten an Nichtraucher zu sein (65,9%) und 15 Patienten gaben an regelmäßig zu rauchen (34,1%).

3.1.5. Seitenverteilung

Insgesamt hatten 27 Patienten eine Fraktur des linken Os scaphoideum erlitten. Bei 16 Patienten war das rechte Os scaphoideum betroffen. Ein Patient hatte sich beidseitig eine Fraktur des Os scaphoideum zugezogen. Bei den weiblichen Patienten ($n = 4$) war immer das linke Os scaphoideum frakturiert.

3.2. Scaphoidfraktur

3.2.1. Klassifikation

Bei der Klassifikation der Scaphoidfraktur kam der Typ B2 nach Herbert (Abb. 1) am häufigsten vor ($n = 34$). Der Fraktur-Typ B1 nach Herbert war insgesamt 4-mal vertreten. Der Fraktur-Typ B3 nach Herbert lag 2-mal vor und der Fraktur-Typ A2 lag 5-mal vor.

Von den 44 nachuntersuchten Patienten waren 40 Patienten Rechtshänder. Nur 3 Patienten waren Linkshänder. Ein Patient gab an, dass er beidhändig sei.

In 17 Fällen war die betroffene Hand auch die dominante Hand (37,8%). Bei den Linkshändern war 2-mal die dominante Hand betroffen, bei den Rechtshändern 15-mal.

3.2.2. Unfallursache

Das der Scaphoidfraktur zugrunde liegende Unfallereignis war in 24 Fällen ein Sportunfall (54,6%). Insgesamt 12 Patienten zogen sich die Verletzung in Folge eines Sturzes aus Körperhöhe zu (27,3%). Bei 3 Patienten lag der Scaphoidfraktur ein Motorradunfall zu Grunde (6,8%). Ein Patient stürzte aus einer großen Höhe (> 2 m), von einer Leiter (2,3%). Ein Patient verletzte sich beim Heben eines schweren Gegenstandes (2,3%). Ein weiterer Patient gab an, dass ihm ein Müllcontainerdeckel auf die Hand gefallen sei (2,3%). Eine Verletzung war auf eine Verdrehung der Hand mit einer Bohrmaschine zurückzuführen (2,3%). Ein Patient konnte das Unfallereignis nicht mehr benennen (2,3%).

Am häufigsten wurden somit Sportunfälle als Verletzungsursache genannt. Die 24 Sportverletzungen konnten nach Allain et al. nochmals in vier Untertypen anhand ihrer Beanspruchung unterteilt werden (51). Hierbei waren Sportarten mit hohem Impact (79,2%) sowie Überkopfsportarten mit Schlagbewegungen und abruptem Bewegungsstop (20,8%) als Verletzungsursache führend (Tabelle 5).

Tabelle 5. Sportliche Belastung der Patienten entsprechend der Einteilung von Allain.

Typ	Beispiel	n	%
I	Brustschwimmen, Langlauf	0	0
II	Radfahren, Fußball, Skifahren	19	79,2
III	Klettern, Kraulen, Golf, Tennis	0	0
IV	Basketball, Handball, Volleyball, Boxen	5	20,8

3.2.3. Präoperative Schmerzlokalisierung

Bei der Reevaluation der präoperativen Schmerzlokalisierung gab der überwiegende Anteil der Patienten an, dass die Schmerzen mit einem Punktum Maximum (p.m.) auf der radialen Seite des Handgelenkes lagen (radiocarpal, $n = 21$, 47,7%). Bei 12 Patienten war der Schmerz am gesamten Handgelenk lokalisiert ($n = 12$, 27,3%). Bei 9 Patienten war der Bereich direkt über dem Os scaphoideum (Tabatière) schmerzhaft ($n = 9$, 20,5%). Schmerzen im gesamten Handbereich wurden lediglich von einem Patienten beschrieben ($n = 1$, 2,3%). Ein weiterer Patient klagte über Schmerzen im Bereich des ulnaren Handgelenkes ($n = 1$, 2,3%).

3.2.4. Zeitspanne zwischen Unfall und operativer Versorgung

Im Durchschnitt vergingen $11 \pm 6,6$ Tage zwischen Unfallereignis und operativer Versorgung. Die kürzeste Zeitspanne betrug 2 Tage, die längste 28 Tage.

3.2.5. Postoperative Ruhigstellung

Die postoperative Ruhigstellung im Unterarmgips mit Daumeneinschluss erfolgte im Durchschnitt für $2,9 \pm 1,2$ Wochen. Die kürzeste Zeitspanne betrug hierbei 2 Wochen, die längste 5 Wochen.

3.2.6. Dauer der Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung

Im Durchschnitt war den Patienten für eine Dauer von 6 Wochen eine Arbeitsunfähigkeit bescheinigt worden. Die am längsten andauernde Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung betrug 12 Wochen, die kürzeste 1 Woche.

3.2.7. Dauer der physiotherapeutischen Nachbehandlung

Von 44 nachuntersuchten Patienten hatten 11 Patienten postoperativ keine physiotherapeutische Nachbehandlung erhalten (25,0%). 33 Patienten waren in regelmäßigen Abständen physiotherapeutisch beübt worden (75,0%). Patienten denen Physiotherapie rezeptiert worden war, führten diese im Durchschnitt für 5 Wochen durch (Spannweite: 2 – 24 Wochen).

3.2.8. Rückkehr in den Beruf, Arbeitsplatzwechsel

Alle nachuntersuchten Patienten konnten in ihren Beruf zurückkehren. Kein Patient musste den Arbeitsplatz verletzungsbedingt wechseln.

3.3. Klinisches Outcome

3.3.1. Narbenverhältnisse, Sensibilität und postoperativer Schmerz

Die durch die operative Versorgung verbliebene Narbe war in allen Fällen reizlos verheilt. Wundinfekte und Wundheilungsstörungen traten nicht auf.

Bei 42 der Patienten waren keine Sensibilitätsstörungen zu verzeichnen (95,5%). Nur 2 Patienten klagten über gelegentliche Kribbelparästhesien im Narbenbereich bei Belastung (4,6%).

Bei der körperlichen Untersuchung hatten 32 Patienten keinen Druckschmerz (72,7%). 7 Patienten klagten über leichten Druckschmerz palmarseitig über dem Os scaphoideum (15,9%). Bei 2 Patienten war ein leichter Druckschmerz in der Tabatière zu verzeichnen (4,6%). Nur 3 weitere Patienten gaben bei Hyperextension im Handgelenk Schmerzen über dem Os scaphoideum an (6,8%).

Ein Complexes Regionales Schmerz Syndrom (CRPS) war bei keinem der Patienten zu beobachten.

3.3.2. DASH-Score

Der DASH (Anhang 3) wurde von allen 44 Patienten im Rahmen der Nachuntersuchung ausgefüllt und im Anschluss der DASH-Score ermittelt. Hierbei lag der durchschnittlich erzielte DASH-Score bei $4,8 \pm 7,9$ Punkten (Spannweite: 0 – 31,7 Punkte).

3.3.3. VAS-Schmerz und VAS-Funktion

Auf der VAS-Schmerz Skala wurde durchschnittlich ein geringer Wert von $8,0 \pm 12,1$ (Spannweite: 0 – 45) ermittelt. Bezüglich der Funktion wurde auf der VAS-Funktion Skala ein Durchschnittswert von $90,5 \pm 13,6$ erzielt (Spannweite: 55 – 100).

3.3.4. Bewegungsausmaß

Im Durchschnitt zeigte sich eine Beweglichkeit des operativ versorgten Handgelenkes für Dorsalextension und Palmarflexion von 66–0–71°. Am gesunden, kontralateralen Handgelenk lag die Dorsalextension und Palmarflexion bei 68–0–74°.

Für die Radialabduktion und Ulnarabduktion lag der Durchschnitt bei 27–0–41°. Am gesunden, kontralateralen Handgelenk lag die Radialabduktion und Ulnarabduktion bei 30–0–43° (Tabelle 6).

Tabelle 6. Bewegungsausmaß des operierten Handgelenkes und des kontralateralen Handgelenkes.

	Operiertes Handgelenk	Kontralaterales Handgelenk
Dorsalextension	65,8 ± 7,8°	68,4 ± 6,8°
Palmarflexion	71,3 ± 9,5°	73,64 ± 9,0°
Radialabduktion	27,3 ± 6,8°	29,7 ± 5,5°
Ulnarabduktion	40,7 ± 6,9°	42,7 ± 6,3°

3.3.5. Griffstärke

Die Griffstärke des verletzten Handgelenkes des Patientenkollektives lag im Durchschnitt bei einem Wert von 94,6 ± 8,2% (Spannweite: 53,3 – 100,0%, Tabelle 7).

Tabelle 7. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite.

Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite	Patienten
100%	12
80 – 99%	30
50 – 79%	2
0 – 49%	0

Betrachtet man die Griffstärke der Untergruppen Verletzung an der dominanten Hand und Verletzung an der nicht dominanten Hand, lag der Durchschnittswert bei 96,9 ± 4,7% beziehungsweise bei 93,2 ± 9,5% (Tabelle 8).

Tabelle 8. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite nach Händigkeit.

Patientengruppe	Durchschnittswert Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite
Gesamtkollektiv	94,6%
Verletzte an der nicht dominanten Hand	93,2%
Verletzte an der dominanten Hand	96,9%

Die Griffstärke der unter 30-jährigen Patienten lag im Durchschnitt bei $96,1 \pm 4,6\%$ im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die Griffstärke der Patienten mit einem Alter von über 30 Jahren lag im Durchschnitt bei einem Wert von $91,5 \pm 12,3\%$, Tabelle 9).

Tabelle 9. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite nach Alter der Patienten.

Patientengruppe	Durchschnittswert Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite
Gesamtkollektiv	94,6%
Patienten unter 30 Jahren	96,1%
Patienten über 30 Jahren	91,5%

3.3.6. Mayo–Wrist–Score

Für den Mayo–Wrist–Score ergab sich ein Durchschnittswert von $91,4 \pm 10,6$ Punkten (Spannweite: 40 – 100 Punkte, Tabelle 10) für das gesamte Patientenkollektiv.

Tabelle 10. Darstellung des Mayo–Wrist–Score.

Mayo–Wrist–Score	Patienten	% des Gesamtkollektivs
91 – 100	23	52,3
81 – 90	16	36,4
65 – 80	4	9,1
< 65	1	2,3

3.4. Radiologisches Outcome, Komplikationen und Spätfolgen

Von den 44 reevaluierten Patienten zeigten 41 Patienten eine vollständige knöcherne Durchbauung (93,2%). Bei 3 Patienten (6,8%) wurde eine Pseudarthrose diagnostiziert. Alle 3 Patienten waren männlich und hatten sich eine Scaphoidfraktur Typ B2 nach Herbert an der linken, nicht dominanten Hand zugezogen. Zwei dieser Patienten hatten postoperativ keine Nachbehandlung mittels Physiotherapie erhalten. Bei zwei Patienten handelte es sich um starke Raucher, die eine geringe Compliance aufwiesen. Der dritte Patient hatte bereits 3 Wochen postoperativ seine schwere handwerkliche Arbeit wiederaufgenommen.

Bei einem Patienten hatte die postoperative Röntgenkontrolle eine intraartikuläre Schraubenlage aufgezeigt, so dass diese im Rahmen eines Sekundäreingriffes entfernt und ausgetauscht werden musste. Eine regelrechte Schraubenlage zeigte sich bei allen anderen nachuntersuchten Patienten.

Bei 5 Patienten (11,4%) zeigten sich in der radiologischen Auswertung Zeichen einer ST-Arthrose (Stadium 2, modifiziert nach Eaton/Littler). Bei 2 Patienten waren diese arthrotischen Veränderungen bereits in der radiologischen Unfalldiagnostik auffällig und somit als vorbestehend zu werten. Bei einem Patienten waren die radiologischen arthrotischen Veränderungen als Folge einer intraartikulären Schraubenlage zu werten. Zwei Patienten hatten abgesehen von Unfall, Fraktur und Operation, keinen erkennbaren Risikofaktor für die frühzeitige Arthrose.

4. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Auswertung der mittelfristigen Erfahrungen und des subjektiven Outcomes nach perkutaner Osteosynthese von nicht- und minimal-dislozierten Scaphoidfrakturen. In die Studie konnten 44 Patienten eingeschlossen werden, die im Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.01.2011 in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg behandelt worden waren.

Die Fraktur des Os scaphoideum betrifft hauptsächlich männliche Patienten (27,28). Dieser Sachverhalt konnte in der vorliegenden Studie mit einem Anteil an männliche Patienten von bis zu 90% bestätigt werden.

Ähnliche Werte lassen sich auch in der Literatur finden. Bei Müller et al. waren zu 90,7% Männer betroffen (59), bei Marzouki et al. zu 90,5% Männer (60). Inoue et al. beschrieben ein Geschlechtsverhältnis von 92,5% Männer zu 7,5% Frauen (61). Auch andere Studien beschreiben einen Männeranteil über 80% (z.B. De Vos et al. 81,8% Männer (62), McQueen et al. 83,3% Männer (63)).

Betroffen von einer Fraktur des Os scaphoideum sind Patienten zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr (27,28). Der älteste Patient in unserem Patientenkollektiv war 73 Jahre alt, der jüngste Patient war 15 Jahre alt. Das durchschnittliche Patientenalter betrug $29,3 \pm 13,0$ Jahre. Die Gruppe der unter 30-jährigen war mit 68,2% am stärksten vertreten.

Auch andere Autoren beschreiben eine vergleichbare Altersverteilung. Das durchschnittliche Patientenalter in der Studie von Müller et al. betrug 31 Jahre (59). Iacobellis et al. beschrieben ein durchschnittliches Patientenalter von 32 Jahren, der jüngste Patient ihres Studienkollektivs war 14 Jahre alt, der älteste Patient war 60 Jahre alt (64). De Vos et al. konnten im Rahmen ihrer Studie 44 Patienten nachuntersuchen, deren durchschnittliches Lebensalter bei 30 Jahren lag (Spannweite: 16 – 65 Jahre) (62).

Der typische Unfallmechanismus, der zur Entstehung einer Fraktur des Os scaphoideum führt, ist der Sturz auf die hyperextendierte Hand. Dieser Unfallmechanismus und somit die Fraktur des Os scaphoideum wird sehr häufig bei

Sportverletzungen beobachtet (27,28). In der vorliegenden Studie hatten 55% der Patienten einen Sportunfall, der ursächlich für die Verletzung des Os scaphoideum war. Ein Viertel zog sich die Fraktur des Os scaphoideum bei einem Sturz aus geringer Höhe zu. Bei gerade einmal 7% der Patienten lag ursächlich ein Hochrasanztrauma mit dem Motorrad vor.

Iacobellis et al. beschrieben in ihrem Patientenkollektiv mit 41% vor allem Verkehrsunfälle als Ursache für die vorliegende Scaphoidfraktur. Zufällige Sturzereignisse waren mit 27% vertreten und Sportverletzungen mit 25%. Arbeitsunfälle waren in 7% der Fälle ursächlich für die Scaphoidfraktur (64). Marzouki et al., die sich in ihrer retrospektiven Studie ebenfalls mit der perkutanen Schraubenosteosynthese von Scaphoidfrakturen beschäftigt haben, fanden in ihrem Patientenkollektiv von insgesamt 21 Patienten in 52% einen Sturz aus einer geringen Höhe ursächlich. Sportverletzungen traten in einem Viertel der Fälle auf, Verkehrsunfälle in 5% und ein Sturzereignis aus mind. 3 m Höhe in 19% (60).

Scaphoidfrakturen im mittleren Drittel stellen mit ca. 70% die am häufigsten vorkommende Form der Scaphoidfraktur dar (27,28). Auch im vorliegenden Patientenkollektiv waren bis zu dreiviertel der Frakturen eine Typ B2 Fraktur nach Herbert. Der Fraktur Typ B1 nach Herbert fand sich in 9% der Fälle. Der Fraktur Typ B3 nach Herbert lag nur in 4% und der Fraktur Typ A2 in 11% der Fälle vor. Somit konnte am häufigsten eine Fraktur im mittleren Drittel des Os scaphoideum diagnostiziert werden. In dem vorliegenden Patientenkollektiv und der Betrachtung der Frakturklassifikation müssen die anfangs erwähnten Ein- und Ausschlusskriterien einschränkend bemerkt werden.

Eine ähnliche Frakturverteilung findet sich in der ebenfalls retrospektiven Studie zur minimalinvasiven Schraubenosteosynthese akuter Frakturen des Os scaphoideum von Müller et al.. Hier wurde in bis zu 93% eine Fraktur vom Typ B2 nach Herbert diagnostiziert. Die Fraktur Typen B1 und A2 nach Herbert waren mit je 4% vertreten (59). Iacobellis et al. beschreiben in ihrem Patientenkollektiv eine Frakturverteilung von 25% Frakturen Typ B1 nach Herbert und 75% Frakturen Typ B2 nach Herbert (64).

Im vorliegenden Patientenkollektiv war in bis zu 38% der Fälle die dominante Hand der Patienten betroffen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Brutus et al.. In dieser Studie, zur perkutanen Herbert–Schraubenosteosynthese bei Fraktur des Os scaphoideum, war bei 47% die dominante Seite betroffen (65). Auch in der Studie von De Vos et al. lag mit 47% ein ähnlich hohes Ergebnis vor (62). Im Gegensatz zum Patientenkollektiv von De Vos, in dem ein homogenes Verhältnis zwischen der Frakturverteilung zwischen rechter und linker Hand bestand (20 Frakturen des Os scaphoideum rechts vs. 24 Frakturen des Os scaphoideum links), lag im vorliegenden Patientenkollektiv deutlich häufiger eine Fraktur der linken Seite vor (17 Frakturen des Os scaphoideum rechts vs. 28 Frakturen des Os scaphoideum links).

Die Patienten des vorliegenden Patientenkollektivs waren im Durchschnitt nach 6 Wochen wieder arbeitsfähig (Spannweite: 1 – 12 Wochen). Kein Patient musste seinen Beruf verletzungsbedingt wechseln.

Müller et al. beschrieben in ihrem Patientenkollektiv eine durchschnittliche Zeitspanne von 8 Wochen (Spannweite: 2 – 16 Wochen) bis zum Eintritt der Arbeitsfähigkeit (59). Nach durchschnittlich 34 Tagen (Spannweite: 14 – 90 Tage) konnten die 44 nachuntersuchten Patienten in der Studie von De Vos et al. ihre Arbeit wieder aufnehmen (62). Bond et al., die 25 Angehörige des Militärs im Rahmen einer prospektiven, randomisierten Studie in eine OP–Gruppe mit perkutaner Verschraubung sowie eine Gruppe mit konservativer Schienenruhigstellung unterteilten, beschrieben für die OP–Gruppe eine signifikant schnellere Arbeitsfähigkeit nach durchschnittlich $8 \pm 0,7$ Wochen (vs. $15 \pm 0,7$ Wochen in der Gruppe der Schienenruhigstellung) (66). Eine ebenfalls signifikant schnellere Rückkehr in den Beruf nach operativer Versorgung beschrieben McQueen et al. 2008. Ziel ihrer randomisierten, prospektiven Studie war es einen Vergleich des Outcomes und der funktionellen Ergebnisse von perkutaner Schraubenosteosynthese und Gipsruhigstellung von Frakturen des mittleren Drittels des Os scaphoideum zu ermöglichen. Hierbei zeigte sich eine durchschnittliche Zeitspanne von 3,8 Wochen (Spannweite: 0 – 12 Wochen) bis zur Rückkehr zur vollen

Arbeitsfähigkeit in der OP-Gruppe und 11,4 Wochen (Spannweite: 0 – 36 Wochen) in der Gruppe der Patienten, die eine Gipsruhigstellung erhalten hatten (63).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Werte, die in unserem Patientenkollektiv für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ermittelt werden konnten, mit den zuvor genannten Studien vergleichbar sind. Somit spricht dieses Ergebnis für ein sehr gutes postoperatives Ergebnis.

Im Rahmen der Nachuntersuchung zeigte sich keine Wundheilungsstörung und kein Infekt. Lediglich 5% der Patienten gaben an bei Belastung gelegentlich Krippelparästhesien im Narbenbereich zu verspüren, die übrigen Patienten hatten keinen Hinweis auf eine Sensibilitätsstörung. Ein CRPS war nicht zu beobachten. Bei der Mehrheit der Patienten (73%) war bei der klinischen Nachuntersuchung kein Druckschmerz im Bereich der operierten Handwurzel auslösbar.

Iacobellis et al. beschrieben in ihrer Studie zur perkutanen Schraubenosteosynthese von Scaphoidfrakturen in 44 Fällen ebenfalls keinen Hinweis für postoperative Wundinfektion. Nekrosen und Dysästhesien traten nicht auf. Ob und wo eine postoperative Schmerzsymptomatik vorlag, lässt sich der Studie nicht genau entnehmen, wohl aber wurde der Schmerz im Rahmen des Mayo–Wrist–Score erfasst (64). In einer multizentrischen, nicht-randomisierten Kohortenstudie zum Vergleich der operativen und der konservativen Therapie bei nicht dislozierten Frakturen des Os scaphoideum, konnten Schädel–Höpfner et al. signifikant weniger postoperative Schmerzen in der Gruppe der operierten Patienten verzeichnen. Eine postoperative Wundinfektion wurde in lediglich einem Fall von 42 analysierten Patienten dokumentiert (67). De Vos et al. beschrieben in ihrem Patientenkollektiv von 44 perkutan operierten Patienten das Vorkommen einer einzelnen, oberflächlichen Wundinfektion. Diese sei unter antibiotischer Therapie vollständig abgeheilt (62). Haddad et al. fanden in ihrem Patientenkollektiv von 50 Patienten keine Wundheilungsstörung (45).

In Zusammenschau dieser Ergebnisse sollte das Risiko für die Entwicklung eines postoperativen Wundinfektes bei adäquater Wundversorgung nach perkutaner Schraubenosteosynthese von Frakturen des Os scaphoideum als gering eingestuft werden.

Die postoperative Schmerzsymptomatik wird in der Literatur vor allem im Rahmen von entsprechenden Fragebögen und Scores erfasst, so dass ein Vergleich der Häufigkeit des Auftretens im Zusammenhang mit der Schmerzlokalisierung nur eingeschränkt möglich ist.

Der durchschnittlich DASH-Score im vorliegenden Patientenkollektiv lag bei 5 Punkten. Dies spricht für eine hohe postoperative Zufriedenheit der Patienten. Es konnte somit ein sehr gutes funktionelles Ergebnis mit der perkutanen Schraubenosteosynthese erzielt werden.

Dies konnte auch in anderen Studien dargestellt werden. Müller et al. beschrieben in ihrer Studie einen durchschnittlich erzielten DASH-Score von 7 Punkten (59). In der Studie von Schädel-Höpfner et al. wurden signifikant geringere DASH-Score Werte in der OP-Gruppe im Vergleich zur konservativen Gruppe erreicht. Der Mittelwert, 6 Monate nach jeweiliger Therapie, lag in der OP-Gruppe bei $4,4 \pm 7,7$ Punkte, in der konservativen Gruppe bei $5,6 \pm 8,0$ Punkte (67). Es kann gefolgert werden, dass die perkutane minimal-invasive operative Versorgung von nicht- und gering dislozierten Scaphoidfrakturen zu einer hohen Patientenzufriedenheit führt.

Der für das vorliegende Patientenkollektiv durchschnittlich ermittelte VAS-Schmerz lag bei 8 Punkten. Dies spricht für ein sehr gutes postoperatives Ergebnis.

Matson et al., die sich mit der perkutanen Versorgung dislozierter Frakturen der Scaphoidtaille beschäftigten, konnten in ihrem Patientenkollektiv vergleichbare Werte erzielen. Auf der VAS, die in diesem Fall von 0-10 reichte, lag der durchschnittlich erzielte Wert bei 0,9 (68). Im Vergleich operative vs. konservative Therapie nichtdislozierter Scaphoidfrakturen der Studie von Schädel-Höpfner et al. ergaben sich auf der VAS (0-100) signifikant geringere Werte für die Patienten, die operativ versorgt worden waren. Der durchschnittlich erzielte VAS lag bei der Nachuntersuchung 6 Monate nach Therapie in der konservativen Gruppe bei durchschnittlich $9,2 \pm 16,8$ (Spannweite: 0 – 92) und in der operativen Gruppe bei $7,1 \pm 11,1$ (Spannweite: 0 – 47) (67).

Für die Bewegungsuntersuchung des Handgelenks, konnte für die Dorsalextension und Palmarflexion ein durchschnittlicher Wert von 66–0–71° erreicht werden. Für die Radialabduktion und Ulnarabduktion konnte ein Wert von 27–0–41° gemessen werden. Verglichen mit der gesunden, kontralateralen Seite der Patienten zeigte sich somit lediglich eine geringe postoperative Bewegungseinschränkung.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen, die in vergleichbaren Studien erzielt werden konnten. Müller et al. beschrieben in ihrem Patientenkollektiv postoperativ ein durchschnittliches Bewegungsausmaß des operierten Handgelenkes von 90% der kontralateralen Seite für die Dorsalextension und Palmarflexion und 91% der kontralateralen Seite für Radialabduktion und die Ulnarabduktion (59). Adolfsson et al. die in ihrer Studie die Ergebnisse nach perkutaner Schraubenosteosynthese nicht dislozierter Frakturen der Scaphoidtaille mit den Ergebnissen nach konservativer Gipsruhigstellung vergleichen, beschreiben ein signifikant besseres Bewegungsausmaß nach erfolgter operativer Versorgung. Der durchschnittliche Verlust des Bewegungsausmaßes betrug in der Gruppe der konservativen Therapie 13% im Vergleich zur kontralateralen Seite und in der Gruppe der operativen Therapie 6% im Vergleich zur kontralateralen Seite (46). Im Patientenkollektiv von Haddad et al. konnte sogar ein postoperatives Bewegungsausmaß des operierten Handgelenkes von 100% zur kontralateralen Seite für Extension/Flexion und Ulnarabduktion erzielt werden. Für die Radialabduktion wurde dies ebenfalls von 46 von insgesamt 50 nachuntersuchten Patienten erreicht. 4 Patienten hatten einen durchschnittlichen Verlust von 5% der Radialabduktion im Vergleich zur kontralateralen Seite (69).

Im Durchschnitt ergaben die Messungen der Griffstärke an der operierten Hand einen erzielten Wert von 95% im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die Messungen erfolgten mittels Vigorimeter.

Müller et al. beschrieben in ihrem Patientenkollektiv eine durchschnittlich erzielte Griffstärke von 90% im Vergleich zur unverletzten kontralateralen Seite. Diese Messungen wurden mit einem Jamar Dynamometer durchgeführt (59). Im Vergleich zu

Patienten, die eine konservative Therapie erhalten hatten, erzielten die operierten Patienten in der Studie von Adolfsson et al. bei der Messung der Griffstärke mit dem Jamar Dynamometer durchschnittlich bessere Werte (83% vs. 88%). Jedoch waren die Ergebnisse statistisch nicht signifikant (46).

Der durchschnittlich erzielte Mayo–Wrist–Score des vorliegenden Patientenkollektivs zeigt mit 91 Punkten ein sehr gutes postoperatives Outcome nach perkutaner Schraubenosteosynthese nicht- und minimal dislozierter Frakturen des Os scaphoideum an.

Vergleichbare Werte lassen sich in der Studie von Iacobellis et al. finden. Hier konnte ein durchschnittlicher Mayo–Wrist–Score von 94 Punkten nach perkutaner Versorgung ermittelt werden (Spannweite: 55 – 100 Punkte) (64). Ein direkter Vergleich mit Studien die konservative und operative Therapie vergleichen, ist hinsichtlich des Mayo–Wrist–Score nicht möglich (46,63,66,67).

Eine vollständige knöcherne Durchbauung lag bei 93% der Patienten vor. 3 Patienten hatten eine Pseudarthrose entwickelt. Als Risikofaktor konnte bei zwei Patienten ein starker Nikotinkonsum in der Anamnese erhoben werden.

Little et al. beschrieben einen signifikanten Zusammenhang ($p = 0,005$) zwischen einem erhöhten Nikotinkonsum und einem schlechten Outcome nach operativer Versorgung von Scaphoidpseudarthrosen (70). Auch für andere operative Verfahren und Verletzungen konnten Studien einen Zusammenhang zwischen Rauchen und verzögerter oder ausbleibender Heilung ermitteln (71–74).

Der dritte Patient, mit Pseudarthrose, hatte bereits 3 Wochen nach der Operation seine schwere handwerkliche Arbeit wiederaufgenommen. Limitierend ist hier zu nennen, dass die Bestimmung der exakten Durchbauungsrate erschwert ist, da einige Patienten für ein adäquates Follow-up verloren gingen.

Müller et al. beschrieben für ihr Patientenkollektiv eine Durchbauungsrate von 96,3% (59). In der Studie von Iacobellis et al. konnte eine Durchbauungsrate von 98% erzielt werden. Nur ein Patient entwickelte eine Pseudarthrose. Als Ursache wurde eine mangelnde Frakturkompression vermutet (64). Auch andere Autoren beschreiben Durchbauungsraten zwischen 90 und 100% (61,62,65,69).

Im Vergleich von operativer Versorgung zu konservativer Therapie, konnte in der Studie von Adolfsson et al. kein signifikanter Unterschied in der Durchbauungsrate und der Zeit bis zur Durchbauung ermittelt werden (46).

Die perkutane operative Versorgung nicht- und gering dislozierter Frakturen des Os scaphoideum führt meist zu einer adäquaten radiologischen Durchbauung und zu einer geringen Pseudarthroserate.

Die vorliegende Promotionsarbeit ist limitiert durch den retrospektiven Studienaufbau. Hierdurch fehlen wichtige Ausgangsmerkmale wie zum Beispiel das präoperative Funktionsausmaß. Ein direkter Vergleich zwischen dem prä- und postoperativen funktionellen Status ist dadurch deutlich erschwert.

Als weitere Einschränkung ist zu nennen, dass lediglich 44 der 70 Patienten nachuntersucht werden konnten. Ein Grund für die geringe Nachuntersuchungsrate kann zum einen der lange Zeitraum zwischen operativer Versorgung und Nachuntersuchung sein. Innerhalb des ersten Jahres konnten immerhin noch 57 von 70 Patienten nachuntersucht werden, was einem Follow-up von 81% entspricht. Als möglicher weiterer Grund ist zu nennen, dass es sich bei der Scaphoidfraktur um eine Fraktur handelt, die besonders junge Menschen betrifft. Dies ist auch in dem vorliegenden Patientenkollektiv der Fall. Viele dieser jungen Patienten waren aufgrund eines Wohnortwechsels nicht zu erreichen oder wollten eine längere Anreise nicht auf sich nehmen. Ferner lehnten Patienten die Nachuntersuchung ab, da sie keine Beschwerden verspürten. Patienten mit Beschwerden sind eher bereit zur Nachuntersuchung zu erscheinen, Patienten ohne Beschwerden gehen so für ein adäquates Follow-up verloren. Eine ähnliche Nachuntersuchungsrate zeigt die retrospektive Studie von Quadlbauer et

al. zur Schraubenosteosynthese der Typ B2 Scaphoidfraktur (75). In dieser Studie konnten nach einem vergleichbaren mittleren Follow-up von 43 Monaten noch 32 der 47 Patienten (68%) nachuntersucht werden.

5. Zusammenfassung

Zwischen dem 01.01.2005 und 31.01.2011 wurden 70 Patienten mit nicht- oder minimal- dislozierter Fraktur des Os scaphoideum vom Typ A2, B1, B2 und B3 nach Herbert mittels perkutaner Schraubenosteosynthese an der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg operativ versorgt.

44 dieser Patienten konnten im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Studie bezüglich des funktionellen sowie subjektiven Outcomes nachuntersucht werden. Bei 41 dieser Patienten konnte eine Durchbauung der Fraktur radiologisch nachgewiesen werden. Drei Patienten hatten eine Pseudarthrose entwickelt. Als mögliche Risikofaktoren konnten hierbei Rauchen sowie eine verfrühte, starke Belastung der operierten Hand identifiziert werden. Bei einem Patienten musste postoperativ aufgrund einer Schraubenüberlänge ein Implantatwechsel erfolgen. Postoperative Infektionen, Wundheilungsstörungen und ein komplexes, regionales Schmerzsyndrom traten nicht auf. Bei keinem der 44 Patienten war verletzungsbedingt ein Arbeitsplatzwechsel notwendig. Das durchschnittliche Follow-up betrug 41 ± 23 Monate. Als funktionelles Outcome zeigte sich eine durchschnittliche postoperative Beweglichkeit des operierten Handgelenkes von $66-0-71^\circ$ für Extension/Flexion, im Vergleich zur Gegenseite mit $68-0-74^\circ$. Die Griffstärke der operierten Hand lag im Durchschnitt bei $94,6 \pm 8,2\%$ der Gegenseite. Hinsichtlich des subjektiven Outcomes zeigte der DASH-Score $4,8 \pm 7,9$ Punkte an. Auf der VAS Schmerz wurde ein geringer durchschnittlicher Wert von $8,0 \pm 12,1$ angegeben. Die Funktion der operierten Hand wurde auf der VAS Funktion mit $90,5 \pm 13,6$ bewertet.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die perkutane Schraubenosteosynthese nicht- und minimal dislozierter Frakturen des Os scaphoideum zu guten funktionellen Ergebnissen führt und eine hohe Patientenzufriedenheit hinterlässt.

Studien die einen direkten Vergleich zwischen operativer und konservativer Therapie erzielen konnten, zeigen signifikante Vorteile bei der operativen Versorgung

hinsichtlich einer früheren Rückkehr zu beruflicher und sportlicher Aktivität, kürzerer Durchbauungszeiten und besserem funktionellen Bewegungsausmaß (46,63,66).

Bei der Wahl der Therapie einer nicht- oder gering dislozierten Fraktur des Os scaphoideum stellt die perkutane operative Versorgung eine gute und sichere Alternative zur konservativen Behandlung dar. Vor allem Patienten die eine zügige Rückkehr zu gewohnten beruflichen sowie sportlichen Aktivitäten wünschen, scheinen von dieser Operation zu profitieren (8).

6. Literaturverzeichnis

1. Schaefer M, Siebert HR. [Fracture of the semilunar bone]. Unfallchirurg. Juni 2002;105(6):540–52; quiz 52–3.
2. Reigstad O, Grimsgaard C, Thorkildsen R, Reigstad A, Røkkum M. Scaphoid non-unions, where do they come from? The epidemiology and initial presentation of 270 scaphoid non-unions. Hand Surg Int J Devoted Hand Up Limb Surg Relat Res J Asia-Pac Fed Soc Surg Hand. 2012;17(3):331–5.
3. Buijze GA, Doornberg JN, Ham JS, Ring D, Bhandari M, Poolman RW. Surgical compared with conservative treatment for acute nondisplaced or minimally displaced scaphoid fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Bone Joint Surg Am. Juni 2010;92(6):1534–44.
4. Ibrahim T, Qureshi A, Sutton AJ, Dias JJ. Surgical versus nonsurgical treatment of acute minimally displaced and undisplaced scaphoid waist fractures: pairwise and network meta-analyses of randomized controlled trials. J Hand Surg. November 2011;36(11):1759-1768.e1.
5. Krimmer H, Schmitt R, Herbert T. [Scaphoid fractures--diagnosis, classification and therapy]. Unfallchirurg. Oktober 2000;103(10):812–9.
6. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Gotzen L. [Percutaneous osteosynthesis of scaphoid fracture with the Herbert-Whipple screw--technique and results]. Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V. Juli 2000;32(4):271–6.
7. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. J Bone Joint Surg Br. Januar 1984;66(1):114–23.
8. Neshkova IS, Jakubietz RG, Kuk D, Jakubietz MG, Meffert RH, Schmidt K. [Percutaneous screw fixation of non- or minimally displaced scaphoid fractures]. Oper Orthopadie Traumatol. Oktober 2015;27(5):448–54.
9. Schädel-Höpfner M, Marent-Huber M, Gazyakan E, Tanzer K, Werber KD, Siebert HR. Acute non-displaced fractures of the scaphoid: earlier return to activities after operative treatment. A controlled multicenter cohort study. Arch Orthop Trauma Surg. September 2010;130(9):1117–27.
10. Arora R, Gschwentner M, Krappinger D, Lutz M, Blauth M, Gabl M. Fixation of nondisplaced scaphoid fractures: making treatment cost effective. Prospective controlled trial. Arch Orthop Trauma Surg. Januar 2007;127(1):39–46.
11. Sennwald G. Das handgelenk. Place of publication not identified: Springer; 2014.
12. Bertolini R, Herausgeber. Systematische Anatomie des Menschen ; 45 Tabellen. 5., vollst. neubearb. Aufl. Berlin: Ullstein Mosby; 1995. 518 S.
13. Benninghoff A, Drenckhahn D, Christ B, Herausgeber. Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungslehre, Skelett- und Muskelsystem, Atemsystem, Verdauungssystem, Harn- und Genitalsystem. 17., durchgesehene Auflage. München: Elsevier; 2008. 956 S. (Anatomie).
14. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Voll M, Wesker K, Herausgeber. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag; 2018. 613 S. (Prometheus).
15. Langer MF, Oeckenpöhler S, Breiter S, Wähnert D, Wieskötter B. [Anatomy and

- biomechanics of the scaphoid]. *Orthopade*. November 2016;45(11):926–37.
16. Schmidt H-M, Lanz U. *Chirurgische Anatomie der Hand*. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003. 261 S.
 17. Towfigh H, Hierner R, Langer M, Friedel R, Herausgeber. *Frakturen und Luxationen der Hand* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014 [zitiert 27. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-40469-6>
 18. Heinzelmann AD, Archer G, Bindra RR. Anthropometry of the human scaphoid. *J Hand Surg*. September 2007;32(7):1005–8.
 19. Botte MJ, Mortensen WW, Gelberman RH, Rhoades CE, Gellman H. Internal vascularity of the scaphoid in cadavers after insertion of the Herbert screw. *J Hand Surg*. März 1988;13(2):216–20.
 20. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg*. September 1980;5(5):508–13.
 21. Oehmke MJ, Podranski T, Klaus R, Knolle E, Weindel S, Rein S, u. a. The blood supply of the scaphoid bone. *J Hand Surg Eur Vol*. Juni 2009;34(3):351–7.
 22. Mehling IM, Sauerbier M. [Scaphoid fractures and pseudarthrosis of the scaphoid]. *Z Orthopadie Unfallchirurgie*. Dezember 2013;151(6):639–60.
 23. Kindler C, Lukas B. Vaskularisierte Knochentransplantate bei Skaphoidpseudarthrose. *Handchir Scan*. September 2019;08(03):217–32.
 24. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *J Hand Surg*. September 1976;1(2):110–8.
 25. Stannard JP, Schmidt AH, Kregor PJ, Wentzensen A, Gebhard F, Grützner PA, u. a. *Spezielle Unfallchirurgie 36 Tabellen*. 2021.
 26. Schönle P, Bickert B, Kneser U. Biomechanik des Handgelenks. *Orthop Unfallchirurgie Up2date*. Juni 2019;14(3):251–67.
 27. Schaefer M, Siebert HR. [Fracture of the semilunar bone]. *Unfallchirurg*. Juni 2002;105(6):540–52; quiz 52–3.
 28. Sauerbier M, Schädel-Höpfner M, Mehling I. Die Behandlung der frischen Skaphoidfraktur. *Handchir Scan*. 11. Dezember 2013;02(04):313–33.
 29. Bohler L, Trojan E, Jahna H. [Treatment of 734 cases of fresh fracture of the scaphoid bone of the hand]. *Wiederherstellungschirurgie Traumatol Reconstr Surg Traumatol*. 1954;2:86–111.
 30. Baierlein SA, Finkenzeller G, Herausgeber. *Frakturklassifikationen: 120 Tabellen*. Stuttgart: Thieme; 2011. 226 S.
 31. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*. Juli 1960;42-A:759–68.
 32. Schernberg F, Elzein F. [Fracture types and fragment dislocations of the scaphoid bone of the hand]. *Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V*. März 1987;19(2):59–66.
 33. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, u. a. Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. Dezember 2007;21(10 Suppl):S1-133.
 34. Reigstad O, Thorkildsen R, Grimsgaard C, Melhuus K, Røkkum M. Examination and treatment of scaphoid fractures and pseudarthrosis. *Tidsskr Den Nor Laegeforening Tidsskr Prakt Med Ny Raekke*. 30. Juni 2015;135(12–13):1138–42.

35. Coblenz G, Christopoulos G, Fröhner S, Kalb KH, Schmitt R. [Scaphoid fracture and nonunion: current status of radiological diagnostics]. *Radiol.* August 2006;46(8):664, 666–76.
36. Moog P, Cerny MK, Schmauss D, Betzl J, Löw S, Erne H. Osteophytenbedingtes Impingement verringert die Beweglichkeit bei in „Humpback“-Deformität fehlverheilte Skaphoidrekonstruktion. *Unfallchirurg* [Internet]. 30. Mai 2020 [zitiert 26. November 2020]; Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s00113-020-00825-3>
37. Mehling IM, Sauerbier M. [Scaphoid fractures and pseudarthrosis of the scaphoid]. *Z Orthopädie Unfallchirurgie.* Dezember 2013;151(6):639–60.
38. Kahl T, Razny FK, Benter JP, Mutig K, Hegenscheid K, Mutze S, u. a. [Diagnosis of the scaphoid bone : Fractures, nonunion, circulation, perfusion]. *Orthopäde.* November 2016;45(11):938–44.
39. Ärzteblatt DÄG Redaktion Deutsches. Entstehung einer Skaphoidpseudarthrose: Diagnostische Unsicherheit und inkonsequente Therapie als Ursachen [Internet]. *Deutsches Ärzteblatt.* 2001 [zitiert 30. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/29383/Entstehung-einer-Skaphoidpseudarthrose-Diagnostische-Unsicherheit-und-inkonsequente-Therapie-als-Ursachen>
40. Cheung GC, Lever CJ, Morris AD. X-ray diagnosis of acute scaphoid fractures. *J Hand Surg Edinb Scotl.* Februar 2006;31(1):104–9.
41. Schmitt R, Rosenthal H, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC), Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie (DGH), Deutsche Gesellschaft für Plastische Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie (DGPRÄC), Deutsche Röntgengesellschaft (DRG), Deutsche Gesellschaft für Muskuloskelettale Radiologie (DGMSR). Imaging of Scaphoid Fractures According to the New S3 Guidelines. *ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed.* Mai 2016;188(5):459–69.
42. Schmitt R, Rosenthal H, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC), Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie (DGH), Deutsche Gesellschaft für Plastische Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie (DGPRÄC), Deutsche Röntgengesellschaft (DRG), Deutsche Gesellschaft für Muskuloskelettale Radiologie (DGMSR). Imaging of Scaphoid Fractures According to the New S3 Guidelines. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Geb Röntgenstrahlen Bildgeb Verfahr.* 13. April 2016;188(05):459–69.
43. Herneth AM, Siegmeth A, Bader TR, Ba-Ssalamah A, Lechner G, Metz VM, u. a. Scaphoid fractures: evaluation with high-spatial-resolution US initial results. *Radiology.* Juli 2001;220(1):231–5.
44. Krimmer H, Schmitt R, Herbert T. [Scaphoid fractures--diagnosis, classification and therapy]. *Unfallchirurg.* Oktober 2000;103(10):812–9.
45. Haddad FS, Goddard NJ. Acute percutaneous scaphoid fixation. A pilot study. *J Bone Joint Surg Br.* Januar 1998;80(1):95–9.
46. Adolfsson L, Lindau T, Arner M. Acutrak screw fixation versus cast immobilisation for undisplaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg Edinb Scotl.* Juni 2001;26(3):192–5.
47. Geurts GFAE, Van Riet RP, Meermans G, Verstrecken F. Volar percutaneous

- transtrapezial fixation of scaphoid waist fractures: surgical technique. *Acta Orthop Belg.* Februar 2012;78(1):121–5.
48. Ateschrang A, Fiedler S, Schröter S, Stöckle U, Freude T, Kraus TM. [Duration of inability for work and return to physical work after arthroscopic and open labrum refixation]. *Z Orthopadie Unfallchirurgie.* Juni 2014;152(3):252–9.
 49. Kraus TM, Freude T, Fiedler S, Schröter S, Stöckle U, Ateschrang A. Incapacity of work after arthroscopic Bankart repair. *Arch Orthop Trauma Surg.* Oktober 2015;135(10):1429–36.
 50. Schröter S, Mueller J, van Heerwaarden R, Lobenhoffer P, Stöckle U, Albrecht D. Return to work and clinical outcome after open wedge HTO. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* Januar 2013;21(1):213–9.
 51. Allain J, Goutallier D, Glorion C. Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* Juni 1998;80(6):841–52.
 52. Jung M, Groetzner-Schmidt C, Porschke F, Grützner PA, Guehring T, Schnetzke M. Low return-to-sports rate after elbow injury and treatment with radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* August 2019;28(8):1441–8.
 53. Porschke F, Schnetzke M, Aytac S, Studier-Fischer S, Gruetzner PA, Guehring T. Sports activity after anatomic acromioclavicular joint stabilisation with flip-button technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* Juli 2017;25(7):1995–2003.
 54. Eaton RG, Lane LB, Littler JW, Keyser JJ. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: a long-term assessment. *J Hand Surg.* September 1984;9(5):692–9.
 55. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med.* Juni 1996;29(6):602–8.
 56. Jester A, Harth A, Rauch J, Germann G. [DASH data of non-clinical versus clinical groups of persons--a comparative study of T-norms for clinical use]. *Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V.* Februar 2010;42(1):55–64.
 57. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. [Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire]. *Unfallchirurg.* Januar 2003;106(1):13–9.
 58. Krimmer H, Wiemer P, Kalb K. [Comparative outcome assessment of the wrist joint--mediocarpal partial arthrodesis and total arthrodesis]. *Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V.* November 2000;32(6):369–74.
 59. Müller M, Germann G, Sauerbier M. Minimal invasive screw fixation and early mobilization of acute scaphoid fractures in the middle third: operative technique and early functional outcome. *Tech Hand Up Extrem Surg.* Juni 2008;12(2):107–13.
 60. Marzouki A, Soumare B, Diarra AS, Lahrach K, Boutayeb F. Surgical treatment by percutaneous anterior screw fixation of scaphoid fractures. *Hand Surg Rehabil.* April 2018;37(2):91–4.

61. Inoue G, Shionoya K. Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br.* Mai 1997;79(3):418–21.
62. De Vos J, Vandenberghe D. Acute percutaneous scaphoid fixation using a non-cannulated Herbert screw. *Chir Main.* April 2003;22(2):78–83.
63. McQueen MM, Gelbke MK, Wakefield A, Will EM, Gaebler C. Percutaneous screw fixation versus conservative treatment for fractures of the waist of the scaphoid: a prospective randomised study. *J Bone Joint Surg Br.* Januar 2008;90(1):66–71.
64. Iacobellis C, Baldan S, Aldegheri R. Percutaneous screw fixation for scaphoid fractures. *Musculoskelet Surg.* Dezember 2011;95(3):199–203.
65. Brutus JP, Baeten Y, Chahidi N, Kinnen L, Moermans JP, Ledoux P. Percutaneous Herbert screw fixation for fractures of the scaphoid: review of 30 cases. *Chir Main.* Dezember 2002;21(6):350–4.
66. Bond CD, Shin AY, McBride MT, Dao KD. Percutaneous screw fixation or cast immobilization for nondisplaced scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Am.* April 2001;83(4):483–8.
67. Schädel-Höpfner M, Marent-Huber M, Sauerbier M, Pillukat T, Eisenschenk A, Siebert HR. [Operative versus conservative treatment of non-displaced fractures of the scaphoid bone. Results of a controlled multicenter cohort study]. *Unfallchirurg.* Oktober 2010;113(10):804, 806–13.
68. Matson AP, Garcia RM, Richard MJ, Leversedge FJ, Aldridge JM, Ruch DS. Percutaneous Treatment of Unstable Scaphoid Waist Fractures. *Hand N Y N.* 2017;12(4):362–8.
69. Haddad FS, Goddard NJ. Acute percutaneous scaphoid fixation using a cannulated screw. *Chir Main.* 1998;17(2):119–26.
70. Little CP, Burston BJ, Hopkinson-Woolley J, Burge P. Failure of surgery for scaphoid non-union is associated with smoking. *J Hand Surg Edinb Scotl.* Juni 2006;31(3):252–5.
71. Kyrö A, Usenius JP, Aarnio M, Kunnamo I, Avikainen V. Are smokers a risk group for delayed healing of tibial shaft fractures? *Ann Chir Gynaecol.* 1993;82(4):254–62.
72. Cobb TK, Gabrielsen TA, Campbell DC, Wallrichs SL, Ilstrup DM. Cigarette smoking and nonunion after ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int.* Februar 1994;15(2):64–7.
73. Raikin SM, Landsman JC, Alexander VA, Froimson MI, Plaxton NA. Effect of nicotine on the rate and strength of long bone fracture healing. *Clin Orthop.* August 1998;(353):231–7.
74. Andersen T, Christensen FB, Laursen M, Høy K, Hansen ES, Bünger C. Smoking as a predictor of negative outcome in lumbar spinal fusion. *Spine.* 1. Dezember 2001;26(23):2623–8.
75. Quadlbauer S, Beer T, Pezzei C, Jurkowitsch J, Tichy A, Hausner T, u. a. Stabilization of scaphoid type B2 fractures with one or two headless compression screws. *Arch Orthop Trauma Surg.* November 2017;137(11):1587–95.

I. Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesen
Art	Articulatio
BV	Bildverstärker
CRPS	Komplexes regionales Schmerzsyndrom
CT	Computertomographie
DASH	Disability of arm, shoulder and hand
DISI	dorsoflexed intercalated segment instability
et al.	et alii
kg	Kilogramm
kPa	Kilopascal
Lig.	Ligamentum
m	Meter
MHz	Megahertz
mm	Milimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
p.m.	punktum maximum
R.	Ramus
SNAC	scaphoid nonunion advanced collapse
ST	scaphotrapezial
STT	scaphotrapeziotrapezoidal
VAS	Visuelle Analog Skala
z.B.	zum Beispiel

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.

Klassifikation der Scaphoidfraktur nach Herbert und Fischer nach Frakturtypen (7). Abbildung eigens für diese Arbeit erstellt von M. Jung.

Abbildung 2.

Anatomische Darstellung der Handwurzel mit Sicht auf das volarflektierte Os scaphoideum und Os lunatum, In: (14). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

Abbildung 3.

Blutversorgung des Skaphoids, In: (23). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

Abbildung 4.

Einteilung der Fraktur der Os scaphoideum nach Russe et al.. Abbildung eigens für diese Arbeit erstellt von M. Jung.

Abbildung 5.

Darstellung der Humpback–Deformität in der Computertomographie (CT) mit den eingezeichneten Messlinien (gelb). Es werden unterschiedliche Humpback–Deformitäten in aufsteigender Gradzahl dargestellt: 30° (a), 45° (b), 70° (c), 80° (d). In: (36). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages. CC BY 4.0 Lizenz. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Abbildung 6.

Darstellung von zwei Scaphoidfrakturen (1: Scaphoidfraktur Typ A2 nach Herbert, a–d; 2: okkulte Scaphoidfraktur Typ B3 nach Herbert, e–h) mit unterschiedlichen bildgebenden Verfahren: Projektionsradiographie (a, e), CT-Bildgebung (b, f) und MRT Diagnostik (c,d,g,h) In: (42). Mit freundlicher Genehmigung des Georg Thieme Verlages.

Abbildung 7.

Die Hand ist dorsalextenziert auf dem Operationstisch gelagert. Eine Blutsperre liegt an. Eine Rolle unter dem Handgelenk bietet dem Operateur Stabilität als Hypomochlion. Unter Bildwandler (BV) wird der Eintrittspunkt für den 1,0 mm Kirschnerdraht in der Tuberositas scaphoidei bestimmt. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Abbildung 8.

Der 1,0mm Kirschnerdraht sollte idealerweise entlang der Längsachse des Os scaphoideum (gelbe Linie) eingebracht werden (a). Ideale Lage des 1mm Kirschnerdrahtes entlang der biomechanisch günstigen

Achse im anterior–posterioren (**b**) und im seitlichen (**c**) Strahlengang des BV. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Abbildung 9.

Der 1,0mm Kirschnerdraht wird nach Hautinzision mit einem kanüliertem Stufenbohrer überbohrt. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Abbildung 10.

Längenbemessung der Herbertschraube im anterioren–posterioren Strahlengang des BV. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Abbildung 11.

Manuelles, perkutanes Einschrauben der Herbertschraube. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

Abbildung 12.

Die Herbertschraube wird über den 1,0mm Kirschnerdraht eingebracht (**b**). Radiologische Kontrolle unter BV im anterioren-posterioren (**c**) und im seitlichen (**d**) Strahlengang. Mit den Standartebenen, der Fluoroskopie (nicht dargestellt) und den Stressaufnahmen (nicht dargestellt) kann eine intraartikuläre Schraubenlage ausgeschlossen werden und die Kompression der Fraktur des Os scaphoideum kontrolliert werden. In: (8). Mit freundlicher Genehmigung des Springer Nature Verlages.

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Klassifikation der Arbeitsbelastung nach REFA-Leitlinie.

Tabelle 2. Einteilung der sportlichen Belastung nach Allain.

Tabelle 3. Auswertung und Bewertung des Mayo–Wrist–Score.

Tabelle 4. Einteilung der Arbeitsschwere nach REFA-Leitlinien

Tabelle 5. Sportliche Belastung der Patienten entsprechend der Einteilung von Allain.

Tabelle 6. Bewegungsausmaß des operierten Handgelenkes und des kontralateralen Handgelenkes.

Tabelle 7. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite.

Tabelle 8. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite nach Händigkeit.

Tabelle 9. Griffstärke im Vergleich zur kontralateralen Seite nach Alter der Patienten.

Tabelle 10. Darstellung des Mayo–Wrist–Score.

IV. Anhang

Universitätsklinikum Würzburg

Klinikum der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität

Zentrum Operative Medizin

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie (Chirurgische Klinik II)



Unfall- und Wiederherstellungschirurgie

Prof. Dr. R. Meffert

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie (Chirurgische Klinik II)
Oberdürrbacher Straße 6 · 97080 Würzburg

Informationsblatt zur Studie „Perkutane Verschraubung von Scaphoidfrakturen“

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

bei Ihnen wurde ein Bruch des Kahnbeins festgestellt. In der Vergangenheit hat man diese Art von Bruch durch einen Verband ruhig gestellt oder durch eine offene Operation behandelt. Es wurde eine neue Technik durch eine Spezialschraube entwickelt, die eine Operation ohne großen Hautschnitt erlaubt und zu besseren funktionalen und kosmetischen Ergebnissen führen könnte als bisher angenommen. Sie wurden mittels Spezialschraube operiert. Um zu überprüfen, wie bei Ihnen der Heilungsprozess verlaufen ist und daraus langfristige Erkenntnisse über diese neue Behandlung gewinnen zu können, führen wir diese Studie durch.

Wir bitten Sie, zur Überprüfung des eigenen Therapieerfolgs sowie zum Wohle zukünftiger Patienten, an dieser Studie teilzunehmen. Die Teilnahme ist freiwillig. Die Daten werden vertraulich unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht behandelt.

Um einen langfristigen Therapieerfolg überprüfen zu können, erfolgt die ambulante Nachuntersuchung in Form von standardisierten Fragebögen, klinischen Untersuchungen und Auswertung Ihrer letzten Röntgenbilder frühestens ein Jahr nach der Operation. Sie werden dabei handchirurgisch untersucht und beraten. Die Untersuchungen sind alle schmerzfrei.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie sich zum Wohle zukünftiger Patientengenerationen und der Wissenschaft entscheiden, an der Studie teilzunehmen.

Mit freundlichen Grüßen,

Univ.-Prof. Dr. med. R. Meffert

Anhang 1. Informationsblatt zur Studie „Perkutane Verschraubung von Scaphoidfrakturen“.



Einwilligungserklärung zur Studie „Perkutane Verschraubung von Scaphoidfrakturen“

Ich wurde über die Ziele, Nutzen und Risiken der Studie mündlich und in Form eines Informationsblatts aufgeklärt und erkläre mich mit der Teilnahme an oben genannter Studie einverstanden.

Ich wurde auch darüber informiert, dass die Teilnahme freiwillig ist und jederzeit ohne Angabe von Gründen ohne Nachteile abgebrochen werden kann.

Ich wurde auch über den Umgang mit patientenbezogenen Daten informiert.

Name: _____

Geburtsdatum: _____

Adresse: _____

Telefonnummer: _____

Datum und Unterschrift

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
(Chirurgische Klinik II)
Oberröhrbacher Str. 6 · Haus A1/A2
97080 Würzburg

Tel.: (09 31) 2 01 – 55777
Fax: (09 31) 2 01 – 55779
www.chirurgie.uni-wuerzburg.de
www.klinik.uni-wuerzburg.de



Das Zentrum Operative Medizin ist mit Straßenbahn, Linie 1 und 5 (Grombühl), Haltestelle Pestalozzistr. (Uniklinikum A) und Shuttlebus zu erreichen.

Anhang 2. Einwilligungserklärung zur Studie „Perkutane Verschraubung von Scaphoidfrakturen“.

DER

DASH-Fragebogen

ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Deutsche Version:
Günter Germann, Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Demir,
University of Heidelberg.

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5



DASH Deutsche Version 2002:
 Carmen Gommert, Angela Harth,
 Carlfred Wind, Ethan Demir
 Klinik für Hand-, Plastische und
 Rekonstruktive Chirurgie
 – Schwermetallergien/Szenennotfall –
 681-100, Klinik Ludwigshafen
 Klinik für Plastische und Handchirurgie
 der Universität Heidelberg

©FAH & AAS & COWOS 1997

Anhang 3.4. Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)

Fragebogen 1

(Visuelle Analog Skala)

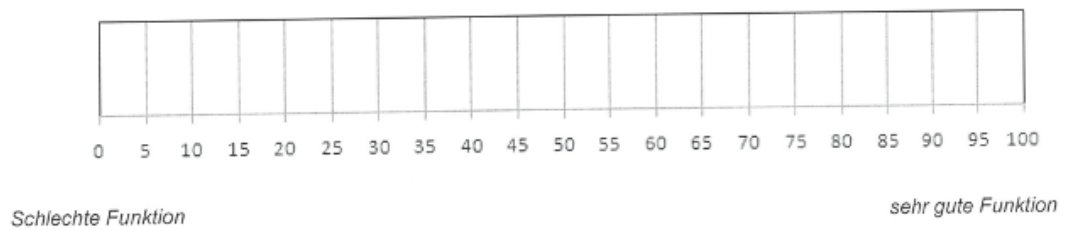
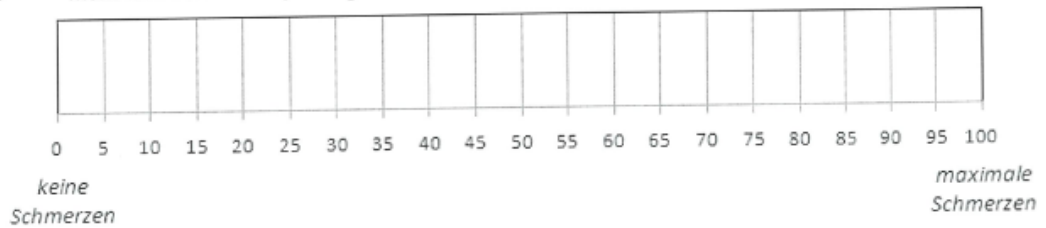
Name: _____

Datum: _____

Bitte fassen Sie Schmerzen und Funktionsverlust ihres Handgelenks in einem Wert zusammenfassen:

0 = keine Schmerzen oder maximal schlechte Funktion

100 = maximale Schmerzen, sehr gute Funktion



V. Danksagung

An erster Stelle gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. med. R. H. Meffert, für die Überlassung des Themas sowie die Betreuung als Doktorvater.

Ein großer Dank gilt außerdem Frau Dr. med. I. Neshkova, die mich bei allen organisatorischen Abläufen sowie bei der Durchführung der Studie immer geduldig unterstützt und angeleitet hat.

Meinem Mann Matthias möchte ich für die stete Motivation und Unterstützung danken. Er war immer davon überzeugt, dass ich es schaffe diese Arbeit fertigzustellen, selbst wenn mir Zweifel kamen.

VI. Lebenslauf

VII. Publikation

Neshkova, I., Jakubietz, R., **Kuk, D.**, Jakubietz, M.G., Meffert, R.H., Schmidt, K., Perkutane kanülierte Verschraubung nicht- oder minimal-dislozierter Skaphoidfrakturen. *Oper Orthop Traumatol* **27**, 448–454 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00064-014-0325-0>