

**Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und
Verbrennungschirurgie**

**Chefarzt Professor Dr. H.-E. Schaller
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Weise**

**Behandlungsverfahren und Ergebnisse
in der Therapie von
Kahnbeinfrakturen und Kahnbeinpseudarthrosen
der Hand
von 1997-2000**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der
Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Gülhis Durmus
aus Stuttgart**

2006

Dekan: Professor Dr. C. D. Claussen

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. H.-O. Rennekampff

2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. M. Haerle

Meinen

Eltern

1. Einleitung	1
1.1. Anatomie des Kahnbeins	4
1.1.1. Knöcherne Struktur des Kahnbeins und seine Beziehung zu den benachbarten Handwurzelknochen	4
1.1.2. Bandstrukturen	7
1.1.3. Gefäßversorgung	10
1.1.4. Innervation	14
1.2. Die Fraktur des Kahnbeins	14
1.2.1. Pathomechanismus	14
1.2.2. Frakturformen, Klassifikationen und Häufigkeitsverteilung	18
1.2.3. Symptome bei Scaphoidfrakturen	23
1.2.4. Radiologische Diagnostik der Scaphoidfraktur	24
1.3. Normale Handgelenksgeometrie und carpale Instabilität	26
1.4. Die Pseudarthrose des Kahnbeins	30
1.4.1. Definition und radiologische Zeichen	30
1.4.2. Pseudarthrosetypen (nach Herbert)	32
1.4.3. Ursachen der Ausbildung einer Pseudarthrose	33
1.4.4. Biomechanische Auswirkungen der Pseudarthrose	34
1.4.5. Diagnostik der Scaphoidpseudarthrose	35
1.4.5.1. KLINISCHE BEFUNDE	35
1.4.5.2. RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK DER SCAPHOIDPSEUDARTHROSE	36
1.4.6. Spontanverlauf und Komplikationen der unbehandelten Scaphoidpseudarthrose	37

1.5. Möglichkeiten der Behandlung von Kahnbeinpseudarthrosen	39
1.5.1. Operationstechniken / sanierende Eingriffe	41
1.5.1.1. Die Herbert-Schraube	41
1.5.1.2. Die Spongiosaplastik nach Matti-Russe	45
1.5.1.2.1 ALLGEMEINES	45
1.5.1.2.2. DIE OPERATION NACH MATTI-RUSSE I	47
1.5.1.2.3. DIE SPONGIOSAPLASTIK NACH MATTI-RUSSE IN KOMBINATION MIT KIRSCHNER-DRÄHTEN UND HERBERT-SCHRAUBE	50
1.5.1.2.4. DIE OPERATION NACH MATTI-RUSSE II	52
1.5.1.3. Gefäßgestielte Knochenspäne aus dem Radius	54
1.5.1.4. Frei verpflanzter Knochenspan mit mikrovaskulärem Anschluss	58
1.5.2. Operationstechniken / palliative Eingriffe	59
1.5.2.1. Denervierung des Handgelenks nach Wilhelm	59
1.5.2.2. Mediocarpale Handgelenksteilarthrodese	61
1.5.2.3. Resektion der proximalen Handwurzelreihe	61
1.5.2.4. Radiocarpale Handgelenksarthrodese	63
1.5.2.5. Intercarpale Handgelenksteilarthrodese	64
1.5.2.6. Styloidektomie am Radius	65
2. Material und Methoden	67
2.1. Das Patientengut	67
2.2. Auswertungskriterien	67
3. Ergebnisse	71
3.1. Soziometrische Daten	71
3.1.1. Geschlechtsverteilung	71
3.1.2. Altersverteilung	71
3.1.3. Verteilung der beruflichen Belastung	72

3.2. Anamnese	73
3.2.1. Anzahl der Pseudarthrosen und Frakturen	73
3.2.2. Seitenverteilung und Aufteilung zwischen Linkshändern und Rechtshändern in Bezug auf die betroffene Hand	73
3.2.3. Unfallursache	74
3.2.4. Lokalisation des Pseudarthrosen- und Frakturspalts	75
3.2.5. Gleichseitige Begleitverletzung	76
3.2.6. Zeitraum zwischen Unfalldatum und Erstoperation	77
3.3. Behandlung der Frakturen und Pseudarthrosen	78
3.3.1. Vorbehandlung	78
3.3.2. Operationsmethoden an der BG-Unfallklinik	81
3.3.2.1. Revisionen und Zweitoperationen	82
3.3.3. Ruhigstellungsdauer im Gips in Abhängigkeit der Operationstechniken	82
3.3.4. Ruhigstellungsdauer im Gips in Abhängigkeit der Frakturlokalisierung	84
3.4. Berufliche Situation nach der Behandlung	84
3.4.1. Dauer der Arbeitsunfähigkeit	84
3.4.2. Berufliche Wiedereingliederung in den alten Beruf	85
3.5. Beweglichkeit des Handgelenks und grobe Kraft der Hand	86
3.5.1. Funktionsfähigkeit der operierten Hand in Prozent im Vergleich zur gesunden Hand	86
3.5.2. Grobe Kraft der operierten Hand in Prozent im Vergleich zur gesunden Hand	88
3.5.3. Beweglichkeit und Kraft in Abhängigkeit der angewandten Operationsmethode	89
3.5.4. Beweglichkeit und Kraft in Abhängigkeit der Gipsdauer	91
3.6. Schmerzangabe	93
3.7. Sonstige Befunde	94
3.8. Bewertung nach dem Dash-Fragebogen	95
3.9. Bewertung nach dem COONEY-Schema	97

3.10. Bewertung nach dem Martini-Schema	99
4. Diskussion	101
4.1. Geschlechtsverteilung	101
4.2. Altersverteilung	101
4.3. Verteilung der Operationstechniken	103
4.4. Vergleich der Ausheilungsergebnisse nach verschiedenen Kriterien	105
4.4.1. Operationsmethoden	105
4.4.2. Altersgruppen	110
4.4.3. Zeitraum zwischen Unfalltag und Erstoperation	111
4.4.4. Frakturlokalisierung	112
4.4.5. Gleichseitige Hand- oder Armverletzungen	114
4.4.6. Gipsdauer	114
4.4.7. Einfluss der fehlenden Ausheilung auf die Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose	116
4.4.8. Einfluss des SL - Winkels auf die Ausheilung und Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose	118
4.4.9. Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit und der groben Kraft in Abhängigkeit der Operationsmethoden	119
4.4.10. Dauer der Arbeitsunfähigkeit	124
4.4.11. Berufliche Wiedereingliederung in den alten Beruf	126
4.4.12. Vergleich der Auswertungsschemata DASH, COONEY und MARTINI	127
5. Kleines proximales Fragment	129
6. Fallbeschreibung	136
7. Zusammenfassung	145
8. Literaturverzeichnis	148
9. Verzeichnis der Abkürzungen	164
10. Anhang	165

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	176
Lebenslauf	177

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Pseudarthrosen und Frakturen des Kahnbeins der Hand und den Behandlungsergebnissen, die vom 10. März 1997 bis zum 19. Dezember 2000 an der Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie (HPRV) der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen erzielt wurden.

Anhand dieser Arbeit sollen die Ergebnisse der verschiedenen operativen Behandlungsmethoden von Kahnbeinpseudarthrosen und Frakturen dargelegt werden, um somit Rückschlüsse auf deren Effizienz zu ziehen.

Auf die Behandlung des frischen Kahnbeinbruchs durch alleinige konservative Therapie wird nicht eingegangen. In der Literatur wird diese Behandlungsmethode mit sehr guten Ergebnissen dokumentiert:

Stewart (1954) berichtet über 320 Fälle mit einer knöchernen Konsolidierung von 95%, Trojan und Jahna (1955) über 734 Fällen mit einer Konsolidierung von 96%, London (1961) über 227 Fälle mit einer Konsolidierung von 95% und Vescei und Scharf (1980) von 193 Fällen mit einer Konsolidierung von 98%.

Vor allem der veraltete Bruch, insbesondere die Kahnbeinpseudarthrose, stellt eine Indikation zur operativen Behandlung dar. Es gibt hierzu eine Vielzahl von Operationsmethoden auf die in Kapitel 1.5. eingegangen wird.

Der Kahnbeinpseudarthrose geht immer eine Fraktur voraus. Die Entstehung der Pseudarthrose ist abhängig von Frakturtyp, Frakturhöhe und –Lokalisation, Begleitverletzungen, Behandlungsbeginn und Behandlungsart.

Bei der Scaphoidfraktur handelt es sich um die häufigste Fraktur der Handwurzel.

Im letzten Jahrhundert noch betrachtete man die Fraktur des Scaphoids als ein sehr seltenes Ereignis. Heute jedoch hat sich die Zahl der diagnostizierten Scaphoidfrakturen beträchtlich erhöht. Dies ist zum einen auf die große Zahl

an Sport- und Verkehrsunfällen, zum anderen aber auch auf die wesentlich verbesserte Röntgen-Diagnostik zurückzuführen.

Die Kahnbeinfraktur macht fast 2% aller Frakturen überhaupt (Gasser, 1965, Hove, 1994) und zwischen 51% - 62% aller carpalen Frakturen (Shermann et al., 1983) aus. 1% aller Kahnbeinfrakturen sind beidseitige Frakturen, 5% der Frakturen sind mit anderen Frakturen der Hand oder des Unterarmes kombiniert (Hove, 1994).

Zum weitaus überwiegenden Teil sind Männer betroffen: 81,3% (Larsen et al., 1992), 85,7% (Düppe et al., 1994).

Wird die Kahnbeinfraktur nicht rechtzeitig erkannt und sofort konsequent behandelt, entwickelt sich eine Pseudarthrose.

Nicht selten wird ein vorangegangenes Trauma mit erfolgter Kahnbeinfraktur nicht weiter beachtet, da die Schmerzen häufig nach einigen Tagen nachlassen und der Patient den Unfall bagatellisiert. Die Entwicklung einer Kahnbeinpseudarthrose ist somit praktisch vorprogrammiert.

Ziel dieser Arbeit ist es, die operativen Behandlungsmethoden bei Frakturen und Pseudarthrosen zu vergleichen und die Ausheilungsraten, die Bewegungsfunktion und die grobe Kraft der operierten Hand bei allen Methoden einander gegenüberzustellen. Selbstverständlich werden hierbei Pseudarthrosen und Frakturen gesondert verglichen. Abschließend erfolgt die Auswertung der Ergebnisse mittels speziellen für die Verletzung des Kahnbeins entwickeltem Fragebogen sowie Bewertungsschemata (DASH, COONEY und MARTINI).

Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment werden aufgrund ihrer Problematik bezüglich mangelhafter Durchblutung und daraus resultierenden geringeren Heilungschancen gesondert in einem Kapitel dargestellt.

Schließlich werden am Ende dieser Arbeit zwei Beispielfälle vorgestellt, die jeweils einen komplikationslosen sowie einen problematischen Verlauf nach

operativer Therapie der Kahnbeinpseudarthrose an der BGU Tübingen darstellen.

1.1. Anatomie des Kahnbeins

1.1.1. Knöcherne Struktur des Kahnbeins und seine Beziehung zu den benachbarten Handwurzelknochen

Die acht Karpalknochen des Handgelenks werden in eine proximale und eine distale Handwurzelreihe unterteilt.

Das Kahnbein (os scaphoideum) bildet von radial nach ulnar mit dem Mondbein (os lunatum), dem Dreieckbein (os triquetrum) und dem Erbsenbein (os pisiforme) die Reihe der proximalen Handwurzelknochen.

Das Erbsenbein stellt allerdings funktionell als Sesambein der Sehne des M. flexor carpi ulnaris keinen eigentlichen, für die Statik notwendigen Handwurzelknochen dar und zählt daher nur topographisch zur proximalen Handwurzelreihe.

Die distale Reihe (wiederum von radial nach ulnar) wird vom großen Vieleckbein (os trapezium), dem kleinen Vieleckbein (os trapezoideum), dem Kopfbein (os capitatum) und dem Hakenbein (os hamatum) gebildet.

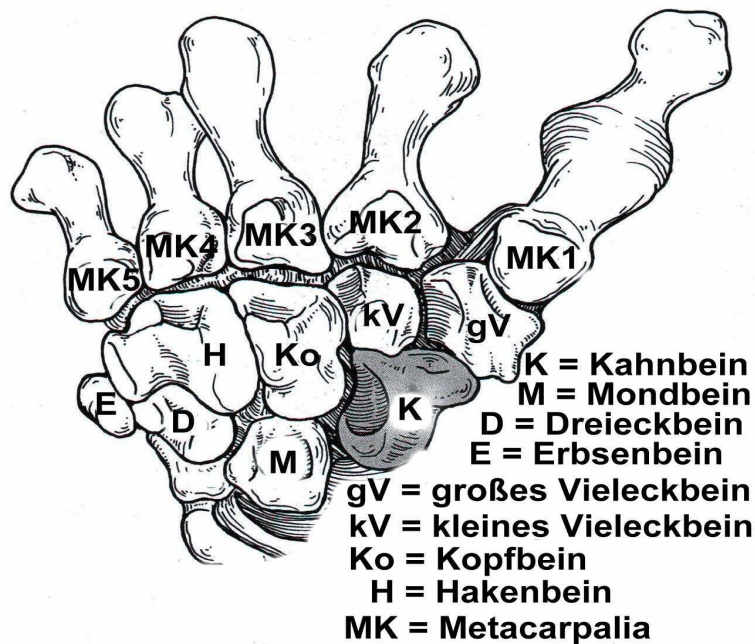


Abb. 1: Handwurzel- und Mittelhandknochen von palmar (nach Herbert, 1990).

Die proximalen Gelenkflächen der proximalen Handwurzelreihe bilden zusammen mit der Gelenkfläche des Radius und dem ulnar gelegenen knorpeligen Discus articularis ulnae die Articulatio radiocarpalis. Die proximale Handwurzelreihe fungiert als Gelenkkopf. Als Gelenkpfanne dient die Gelenkfläche des Radius und der Discus articularis ulnae.

Die Articulatio mediocarpalis liegt zwischen der proximalen und der distalen Reihe der Handwurzelknochen. Infolge der Verzahnung unterschiedlich großer und verschieden geformter Carpalia weist dieses Gelenk einen S-förmigen Gelenkspalt auf. Radial bildet der distale Kahnbeinpol den Gelenkkopf, der mit der von Os trapezium und Os trapezoideum gebildeten Pfanne kommuniziert. Nach ulnar kommunizieren das Os capitatum und das Os hamatum, welche der distalen Reihe angehören mit der Gelenkpfanne die durch Os triquetrum, Os lunatum und Os scaphoideum gebildet wird.

Als Articulationes intercarpales werden die gelenkigen Verbindungen der einzelnen Handwurzelknochen untereinander bezeichnet.

Das Kahnbein selbst ist ein länglicher schlanker Knochen, der nach distal-palmar und ulnar leicht eingebuchtet ist.

Seine Länge wird mit durchschnittlich 25 mm, seine Breite mit durchschnittlich 16,7 mm angegeben (Amadio und Taleisnik, 1993).

Anatomische Strukturen des Kahnbeins sind von distal nach proximal: das Tuberculum, die hiervon zu unterscheidende Tuberositas, die Kahnbeintaille, der Corpus und der proximale Pol.

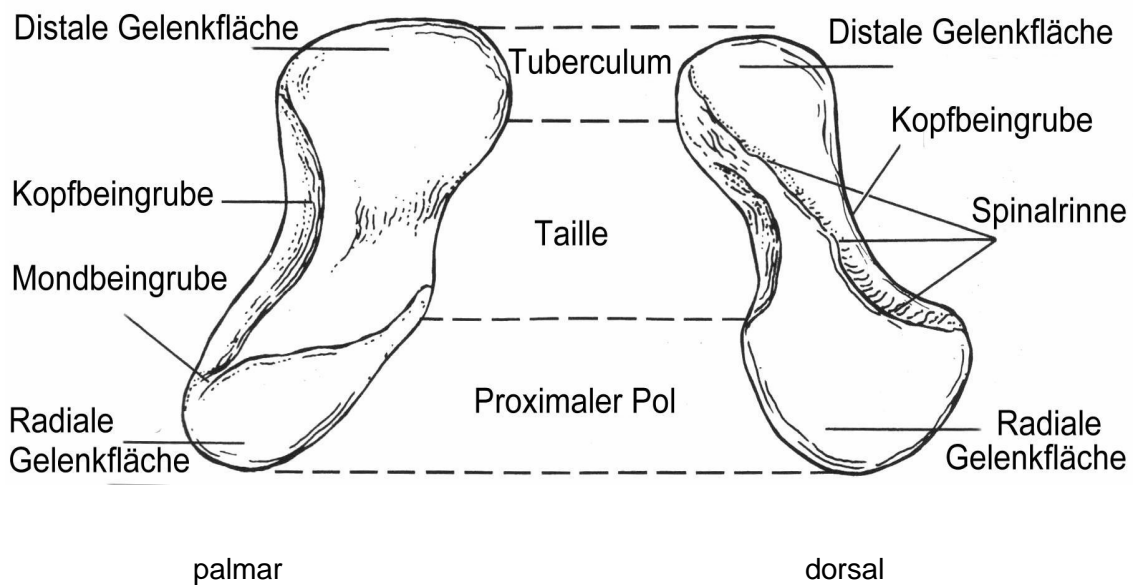


Abb. 2: Anatomie des Kahnbeins (nach Herbert, 1990).

Mit seinen konvex und konkav gekrümmten Gelenkflächen kommuniziert das Kahnbein mit Radius, Os lunatum, Os capitatum, Os trapezoideum und Os trapezium

Die knorpelfreien Areale mit zahlreichen, unterschiedlich großen Gefäßeintrittsöffnungen machen nur etwa ein Viertel der Oberfläche aus. Sie liegen auf der palmaren, radialen und dorsalen Seite (Schmidt und Lanz, 1992) (Blutversorgung des Kahnbeins siehe Kapitel 1.1.3.).

1.1.2. Bandstrukturen

Das proximale Handgelenk fungiert als reines Eigelenk. Es ermöglicht die Palmar- und Dorsalflexion sowie die Radial- und Ulnarabduktion. Eine kräftige ligamentäre Anbindung des Handgelenks an den Radius ist deshalb erforderlich.

Palmar finden sich festere und straffere Bandverbindungen als dorsalseitig. Dorsale radiocarpale Bänder sind breitflächiger und dünner angelegt (Schmidt und Lanz, 1992). Dies wirkt sich vorteilhaft aus, da die meisten Handbewegungen mit einer Extension des Handgelenks durchgeführt werden und auch beim Heben schwerer Lasten der palmare Bandapparat stärker belastet wird. Um der palmaren und ulnaren Luxationstendenz der Handwurzel entgegenzuwirken, verlaufen die Ligamente von der radialen Seite des Radius schräg über die Handwurzel zur ulnaren Seite des Carpus.

Der Bandapparat des Handgelenks wird eingeteilt in ein intrinsisches und ein extrinsisches System. Intrinsische Bänder entspringen und setzen innerhalb der Handwurzelknochen an und stabilisieren diese.

Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie kürzer, straffer und nach Rupturen schwieriger zu rekonstruieren sind als extrinsische Bänder.

Der intrinsische Bandapparat der proximalen Reihe besteht aus dem Lig. scapholunatum und dem Lig. lunotriquetrum (Johnston et al., 1995). Die Handwurzelknochen werden hierdurch fest aber nicht unverschieblich miteinander verbunden.

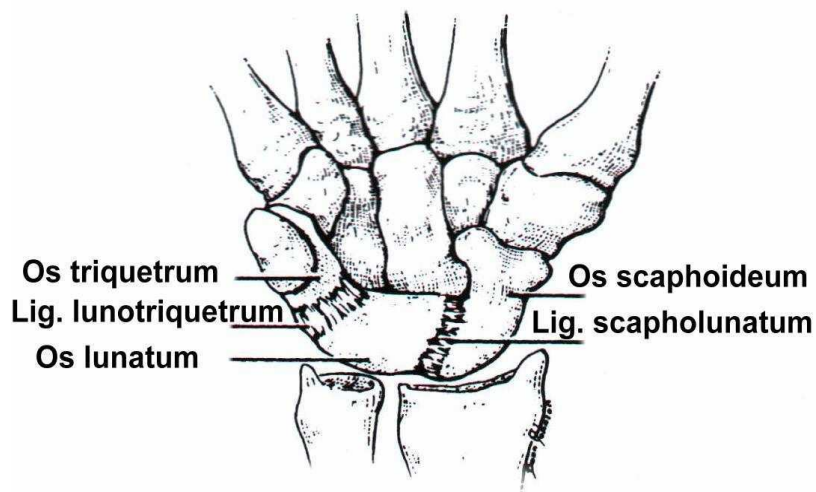


Abb. 3: Intrinsischer Bandapparat von palmar (nach Johnston et al., 1995).

Die distalen Carpalia werden durch Zwischenknochenbänder straff aneinander fixiert und können sich nur geringgradig gegeneinander verschieben (Frick et al., 1992).

Das extrinsische System verbindet den distalen gelenknahen Anteil des Unterarmes mit den Handwurzelknochen.

Man unterscheidet hierbei ein dorsal quer angeordnetes V-Band und zwei palmar gelegene V-Bänder.

- Das dorsale V-Band

Bestehend aus drei Faserzügen des Lig. radiocarpale dorsale, die von der dorsalen distalen Radiuskante entspringen und zum Os scaphoideum (Lig. radioscaphoideum), Os lunatum (Lig. radiolunatum) und Os triquetrum (Lig. radiotriquetrum) ziehen und zusammen mit dem vom Scaphoid zum Triquetrum ziehenden Lig. intercarpale dorsale das dorsale V-Band bilden.

Es verhindert ein Abgleiten des Handgelenks nach ulnar.

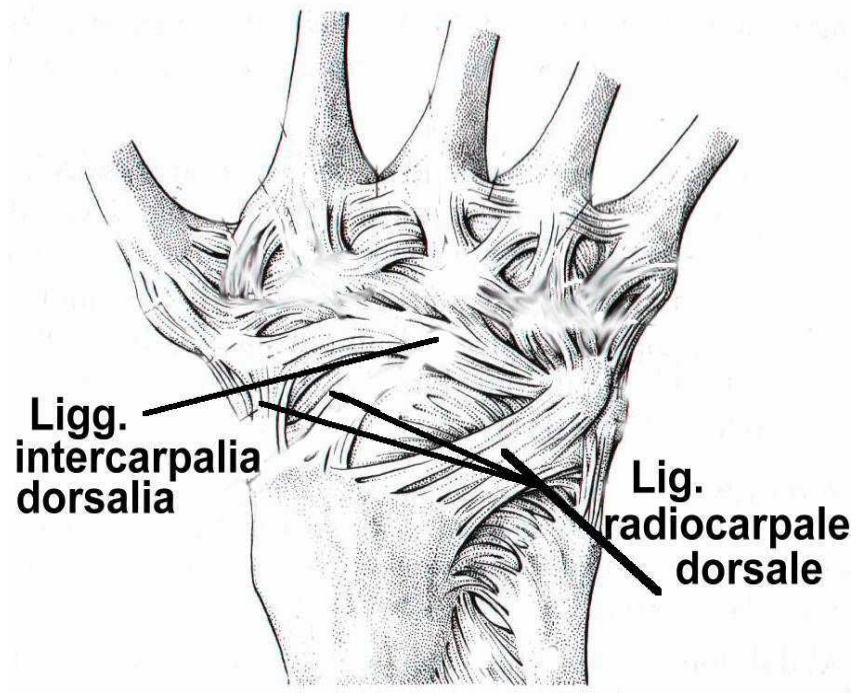


Abb. 4: Dorsales V-Band.

- Das proximale palmare V-Band besteht aus dem Lig. radiolunotriquetrum und dem Lig. ulnolunatum.
- Das distale palmare V-Band setzt sich aus dem Lig. radioscapocapitatum und dem Lig. capitohamatotriquetrum zusammen. Beide verhindern bei Dorsalextension ein Abgleiten des Handgelenks nach palmar.

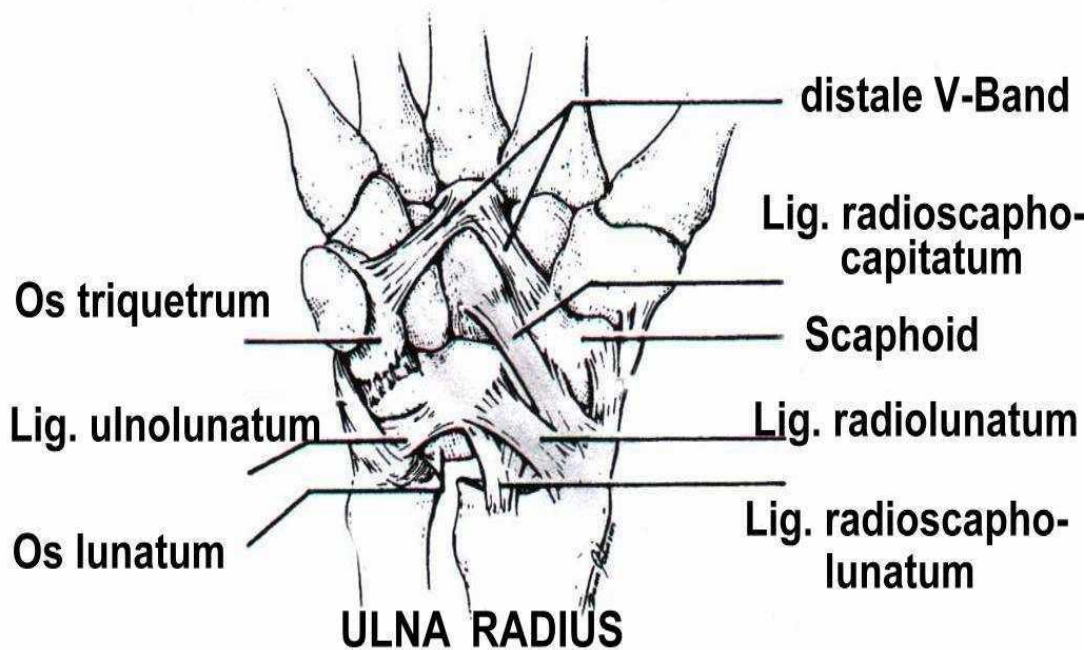


Abb. 5: Extrinsischer Bandapparat von palmar (nach Johnston et al., 1995).

Auf der palmaren, lateralen Fläche hat das Os scaphoideum einen Vorsprung, das Tuberculum ossis scaphoidei an welchem der Musculus abductor pollicis brevis seinen Ursprung hat (Frick et al, 1992).

1.1.3. Gefäßversorgung

Zahlreiche kleine Äste dringen von dorsal in den Kahnbeintailenbereich ein. Diese stammen von dem dorsalen Kahnbeinast der A. radialis und dem dorsalen Hohlhandbogen (Herbert, 1990).

Die Blutversorgung des proximalen Kahnbeindrittels hingegen ist wesentlich schlechter (Gabl et al., 1999, Gelberman und Menon, 1980, Herbert und Filan, 1999, Krimmer et al., 1999).

Nach Versuchen an Gefäßinjektionspräparaten wurden drei Gefäßsysteme im Wesentlichen für die ausreichende Blutversorgung des Kahnbeins gefunden (Taleisnik und Kelly, 1966):

1) Lateropalmare Gruppe:

Diese Gefäße verfügen über das größte Kaliber und tragen am meisten zur intraossären Blutversorgung bei. Sie bilden Gefäßmuster im Knochen, die aus Gefäßarkaden bestehen, welche je weiter sie sich in die Peripherie des Knochens ausbreiten, immer kleiner werden. Von dieser Gefäßgruppe werden vor allem die proximalen 2/3 des Scaphoids versorgt.

2) Dorsale Gruppe:

Die dorsalen Gefäße penetrieren das Kahnbein in dem Bereich, in dem das radiocarpale Ligament ansetzt. Sie versorgen ebenfalls die proximalen 2/3 des Kahnbeins

3) Distale Gruppe:

Die Gefäße dieser Gruppe sind die kleinsten und versorgen auch nur ein sehr eingeschränktes Gebiet des Tuberculum.

Nur bei einem Amputat konnten Taleisnik und Kelly (1966) sehr dünne Gefäße mit einer intraossären Länge von nur ein bis zwei Millimetern darstellen, die das proximale Drittel des Kahnbeins penetrieren.

Lp = lateropalmares Gefäß
Do = dorsales Gefäß
Di = distales Gefäß

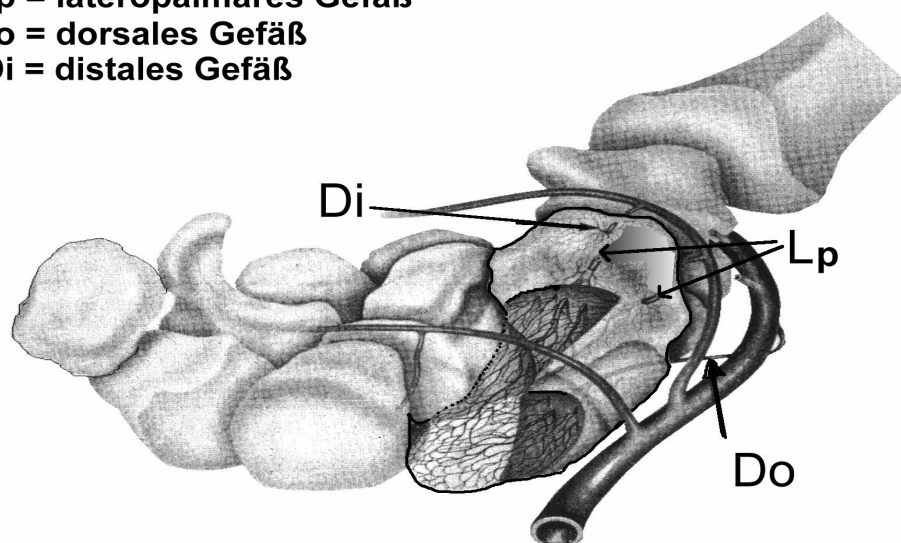


Abb. 6: Intraossäre Blutversorgung des Kahnbeins (Taleisnik und Kelly 1966).

Auch nach Böhler (1977) wird das Kahnbein hauptsächlich durch zwei Gefäße ernährt. Eines durchdringt den Knochen in der Mitte der Dorsalseite, das andere an der Palmarseite im Bereich der Tuberositas. Ein proximales Gefäß wird seinen Angaben zufolge nur in 30% aller untersuchten Fälle gefunden.

Strickner (1980) unternahm an zwanzig Leichenhänden ebenfalls makroskopische und mikroskopische Gefäßpräparationen. Er kam zum Ergebnis, dass ausnahmslos Äste der Arteria radialis für die arterielle Durchblutung sorgen. Die Gefäße mit dem größten Kaliber treten in seinen Präparaten dorsal im Bereich der Kahnbeintaille ein, um sich intraossär im ganzen Knochen zu verzweigen. Auf der Palmarseite waren nur in wenigen Fällen Gefäße auffindbar, die im Bereich der Tuberositas den Knochen penetrieren. Sie konnten jedoch keine Gefäße nachweisen, die im proximalen Drittel das Kahnbein durchdringen.

Gelberman und Menon (1980) führten an 15 Leichenhänden Gefäßpräparationen durch. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die proximalen 2/3 des Knochens von Gefäßen versorgt werden, die auf der Dorsalseite eintreten und in der Mehrzahl der Fälle direkt aus der Arteria radialis hervorgehen. Das distale Drittel des Scaphoids wird von Arterien versorgt, die in diesem Drittel, im Bereich des Tuberculums den Knochen penetrieren. Diese Gefäße entspringen aus der Arteria radialis und aus dem Ramus palmaris superficialis der Radialarterie. Ferner konnten sie intraossär keine Anastomosen zwischen den dorsalen und palmaren Gefäßen finden. Alle Gefäße treten in solche Bereiche ein, die keine knorpeligen Gelenkflächen aufweisen, und nur dort, wo die Ligamente fixiert sind.

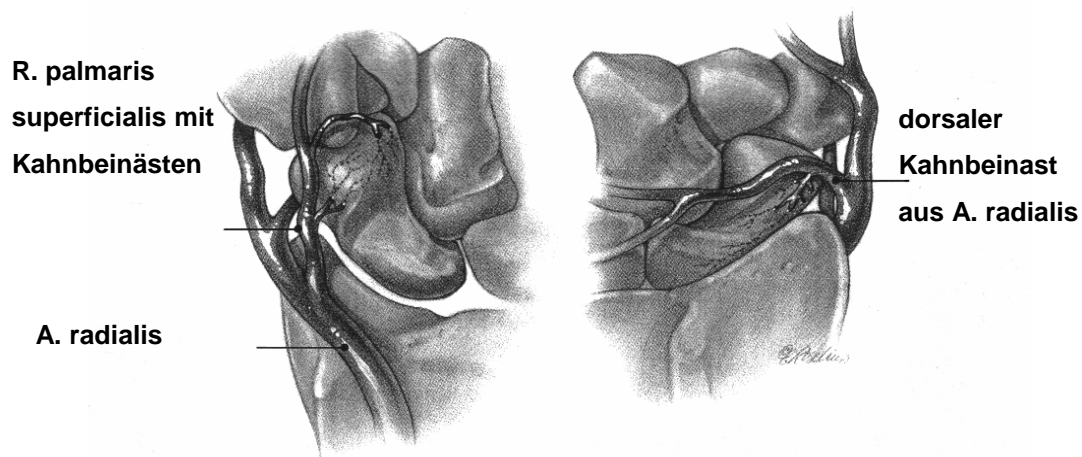


Abb. 7: Blutversorgung des Kahnbeins von palmar und dorsal (Amadio und Taleisnik, 1993).

Fasol (1977) hingegen fand ein gut ausgeprägtes intraossäres Anastomosengeflecht zwischen dorsalen und palmaren Gefäßen.

Eine Unterbrechung dieser Anastomosen bei proximalen Frakturen und die resultierende Ischämie begünstigt die Ausbildung einer Pseudarthrose (Strickner, 1980).

Die venöse Drainage erfolgt über Venen, die das Kahnbein durch den dorsalen Kamm verlassen und entweder in die tiefen Venae comitantes der A. radialis münden oder in das oberflächliche Rete venosum dorsale manus, das die V. cephalica und V. basilica speist (Handley und Pooley, 1991).

Da durch die fast völlig von Knorpel bedeckte Oberfläche des Kahnbeins eine periostale Knochenheilung eingeschränkt ist, ist die intraossäre Gefäßversorgung von großer Bedeutung.

1.1.4. Innervation

Nach Wilhelm (1966) wird die Dorsalseite des Handgelenks von fünf Nerven bzw. Nervenästen versorgt.

Der für die Versorgung wichtigste Nerv ist der *N. interosseus dorsalis* (Endast des *Ramus profundus nervi radialis*), der sich büschelförmig auf den Kapselapparat verzweigt. Ulnar wird das Handgelenk von Gelenkstäben des *N. cutaneus antebrachii dorsalis* und des *R. dorsalis manus ni. ulnaris* und distal über den Intermetacarpalgelenken durch perforierende Ästen des *N. ulnaris* versorgt.

Die Tabatière wird von Gelenkstäben des *R. superficialis ni. Radialis* und des *N. cutaneus antebrachii radialis* versorgt.

Der *N. cutaneus antebrachii radialis* ist auch für die Versorgung der Palmarseite zuständig.

Nur die Palmarseite innervieren der *R. palmaris ni. mediani*, der *N. interosseus palmaris*, Äste des *N. ulnaris* und des *N. cutaneus antebrachii ulnaris*.

1.2. Die Fraktur des Kahnbeins

Die Fraktur des Kahnbeins gilt als die häufigste innerhalb der Handwurzelknochen. Die Angaben über die Häufigkeit variieren in der Literatur zwischen 71-89% (Borgeskov et al., 1966, Leslie und Dickson, 1981), sowie 51-62% (Shermann et al., 1983).

Sie macht etwa 2% aller Frakturen aus (Gasser, 1965).

1.2.1. Pathomechanismus

Der Verletzungsmechanismus von Scaphoidfrakturen wurde von vielen Autoren experimentell sehr gut untersucht.

Vor allem die starke Dorsalextension des Handgelenks wird als Hauptursache der Scaphoidfraktur angesehen (Weber und Chao, 1978; Amadio und Taleisnik, 1993).

Eine Palmarflexion als Grund für die Fraktur wird nur in 3 % der untersuchten Fälle beobachtet (Clay et al., 1991). Dieser Mechanismus führt bei jüngeren Personen häufiger zur Kahnbeinfraktur, ältere hingegen erleiden hierbei eine distale Radiusfraktur (Winckler und Brug, 1991).

Eine Extension des Carpus um mehr als 95° kann eine Fraktur provozieren (Fisk, 1972, Linscheid et al., 1972, Verdan und Narakas, 1968, Weber und Chao, 1978). Der direkte Aufprall wird über den radialen Rand des Handgelenks im Bereich des Tuberculum aufgefangen. Dieses entspricht einem klassischen Sturz auf die Hand, mit hyperextendiertem Handgelenk.

Bei dieser unphysiologischen Handgelenksstellung schlägt das Scaphoid gegen den dorsalen Rand des Radius. Durch die kräftigen unter Spannung stehenden capsuloligamentären Bänder (Lig. radioscaphocapitatum und Lig. radiolunatum) kann der proximale Pol, der normalerweise nach palmar kippt nicht mehr ausweichen und verbleibt an Ort und Stelle zwischen Radius und Os capitatum. Durch die starke Spannung der palmaren Ligamente werden hemmende Kräfte auf den distalen Pol ausgeübt. Da das radiale Kollateralband bei Extensionsstellung entspannt ist, kann der distale Pol nicht stabilisiert werden. Folge ist eine Fraktur in der Taille des Scaphoids. Bei großer Krafteinwirkung können sowohl ligamentäre Strukturen in Mitleidenschaft gezogen werden als auch transscaphoperilunäre Luxationsfrakturen stattfinden (Merle et al., 1999).

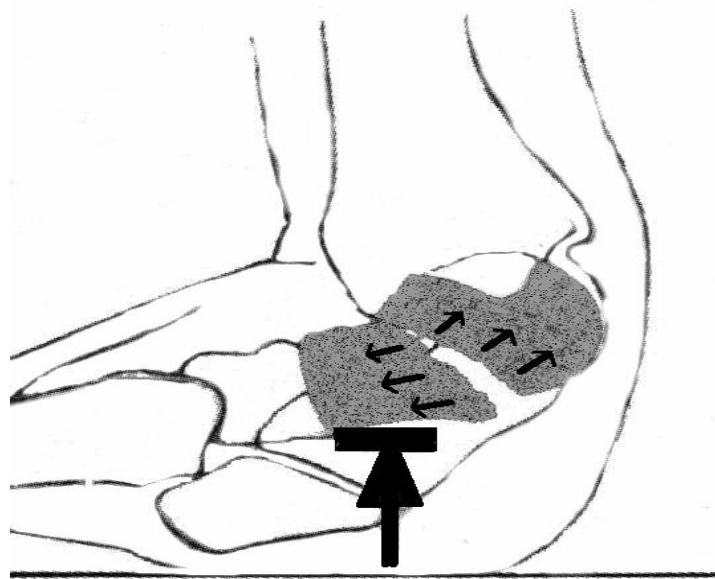


Abb. 8: Verletzungsmechanismus im Bereich der Taille des Scaphoids bei Hyperextension des Handgelenks.

Zudem scheinen Frakturen des Tuberculum entweder durch Kompression eines durch Muskelkraft stabilisierten Handgelenks oder durch Abriss palmarer Ligamente verursacht zu werden. Frakturen mit extrem kleinem proximalem Fragment scheinen sowohl von einer Ruptur des Halt verleihenden Bandapparates des Scaphoids als auch durch die direkte Einstauchung gegen das distale Radiusende herzurühren (Merle et al., 1999).

Daneben ist aber auch das Ausmaß der Radial-/Ulnarabduktion der Handwurzel beim Sturz auf das Handgelenk von Bedeutung. Frakturen im proximalen Drittel treten eher bei Ulnarabduktion auf, da hier das Scaphoid aufgerichtet wird. Bei der Radialabduktion hingegen ist das Scaphoid nach palmar flektiert und ist eher in seinem distalen Drittel frakturgefährdet (Braithwaite und Jones, 1992, Rayan, 1996, Schindler et al., 1996).

Oft werden durch das Trauma auch benachbarte Strukturen zerstört.

Die häufigste mit dem Bruch des Kahnbeins assoziierte Fraktur ist die Fraktur des distalen Radius mit einer Häufigkeit von bis zu 6,5% (Tountas und Waddel, 1987).

Vor allem bei Patienten zwischen dem dritten und fünften Lebensjahrzehnt wird diese Frakturform beobachtet (Hove, 1994).

Der Pathomechanismus dieser Bruchform ist wie bei der einfachen Kahnbeinfraktur eine starke Dorsalextension des Handgelenks, wobei unklar bleibt, ob nun der Radius (Frykman, 1967) oder das Scaphoid (Stother, 1976) als erstes frakturiert.

Die nach De Quervain benannte perilunäre transscaphoidale Luxationsfraktur findet sich bei 4,1 % der Kahnbeinfrakturen (Böhler et al., 1954).

Bei dieser Fraktur kommt es zu einer Luxation der das Mondbein umgebenden Handwurzelknochen, während das Mondbein am Platz bleibt.

Die Frakturlinie bzw. die Luxationslinie verläuft bei der klassischen Form zwischen Os lunatum und Os triquetrum.

Der proximale Kahnbeinpol bleibt durch das Lig. scapholunatum an das Mondbein gefesselt und luxiert nicht. Der distale Kahnbeinpol folgt, durch interossäre Bänder gezwungen, den Bewegungen des Kopfbeins.

Definiert man die Dislokation als Auseinanderklaffen des Frakturspaltes von 1mm und mehr, so findet sich ein Anteil von bis zu 30 % dislozierter Kahnbeinfrakturen (Dabezies et al., 1982).

Sind die stabilisierenden ligamentären Strukturen zerstört, so wird der Komplex aus proximalem Kahnbeinpol, Mondbein und Dreieckbein zum instabilen Gelenk zwischen Radius und distaler Handwurzelreihe.

Wie bei den meisten Verletzungen des intra- und intercarpalen Bandapparates kommt es auch hier zum typischen dorsalen Abkippen des Mondbeins, des Dreieckbeins und des proximalen Kahnbeinfragmentes. Die mit dieser Konstellation einhergehende Störung der Handgelenksmechanik führt dann bei bis zu 93 % solcher Frakturen zur Handgelenksarthrose (Lindström und Nyström, 1990).

1.2.2. Frakturformen, Klassifikationen und Häufigkeitsverteilung

Die erste und auch heute immer noch häufig angewandte Einteilung stammt von Böhler. Er unterscheidet Brüche des distalen Kahnbeinanteils, des Mittelteils und des proximalen Anteils und findet sie in 6%, 62% und 32% der untersuchten Fälle. Des Weiteren beschreibt er auch Frakturen der sehr weit distal gelegenen Tuberositas, die in seiner Studie jedoch nicht berücksichtigt werden (Böhler et al., 1954).

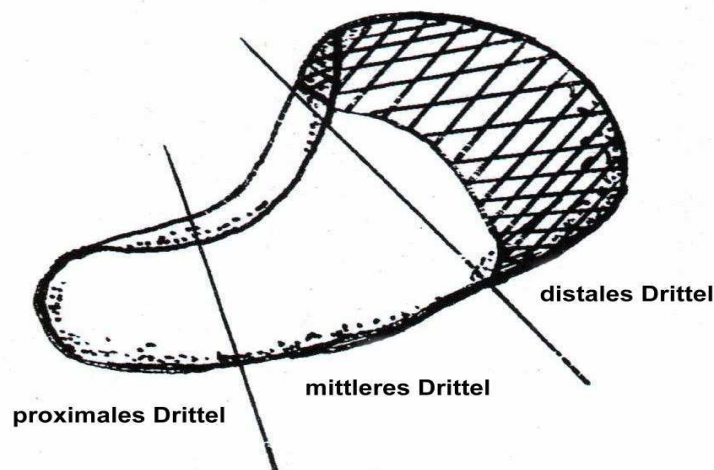


Abb. 9: Klassifikation der Kahnbeinfraktur nach Böhler (Böhler, 1954).

Trojan beschreibt den Bruchverlauf in Bezug auf die Kahnbeinlängsachse: die horizontal - schräge Verlaufsform bei 42,2%, die quere Verlaufsform bei 49,85% und die vertikal- schräge Verlaufsform bei 3,13% aller Frakturen (Trojan, 1954).



Abb. 10: Klassifikation der Kahnbeinfraktur nach Trojan (Trojan, 1954).

Eine heutzutage nur sehr wenig geläufige Einteilung stammt von McLaughlin und Parkes. Sie unterteilt die Frakturen nach Schäden der Gelenkfläche und des Bandapparates, die radiologisch nicht erkennbar sind (McLaughlin und Parkes, 1969).

Herbert fasst die Frakturen und Pseudarthrosen in vier großen Hauptgruppen A-D zusammen, die er dann weiter differenziert.

Bei den Frakturtypen A und B handelt es sich um frische Frakturen.

Typ A enthält nur stabile Frakturen. A1 enthält jene Frakturen, die durch das Tuberculum verlaufen. A1-Frakturen können disloziert sein, gelten aber dennoch als stabile Frakturen, da die Handwurzelstabilität nicht negativ beeinflusst wird.

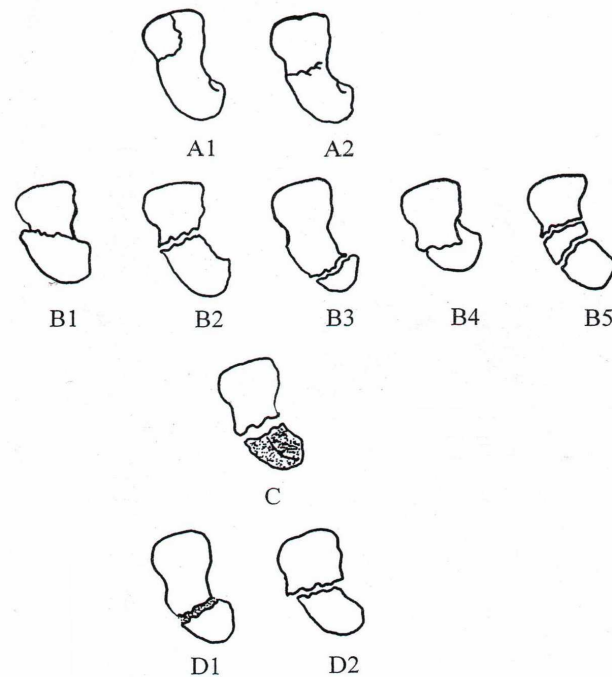
A2 ist definiert als nicht dislozierte Fraktur der Kahnbeintaille.

Typ B umfasst instabile Bruchformen: B1 bezeichnet schräg im mittleren Drittel verlaufende Frakturen. B2 beschreibt dislozierte mittige Querfrakturen. B3 enthält Frakturen des proximalen Drittels. B4 erfasst die perilunären Luxationsfrakturen und B5 Frakturen mit mehreren größeren Fragmenten.

Die Frakturformen C und D stellen veraltete Brüche, und somit Pseudarthrosen dar.

Typ C ist definiert als der verzögert heilende Bruch jeglicher Lokalisation; sechs Wochen nach Behandlungsbeginn sind selbst andeutungsweise noch keine Durchbauungszeichen erkennbar.

Typ D beschreibt die ausgebildete Pseudarthrose die auch sechs Monate nach Behandlungsbeginn keine Anzeichen einer knöchernen Ausheilung zeigt. D1 beschreibt dabei die straffe Pseudarthrose (fibrous nonunion). D2 die mobile, atrophe Pseudarthrose (sclerotic nonunion) (Herbert und Fisher, 1984).



- A1 : Fraktur des Tuberculums**
- A2 : Fraktur der Kahnbeintaille**
- B1 : Fraktur schräg im mittleren Drittel verlaufend**
- B2 : Fraktur quer im mittleren Drittel verlaufend**
- B3 : Fraktur des proximalen Drittels**
- B4 : perilunäre Luxationsfraktur**
- B5 : Fraktur mit mehreren großen Fragmenten**
- C : verzögert heilende Fraktur jeglicher Lokalisation**
- D1 : straffe Pseudarthrose (fibrous nonunion)**
- D2 : mobile Pseudarthrose (sclerotic non-union)**

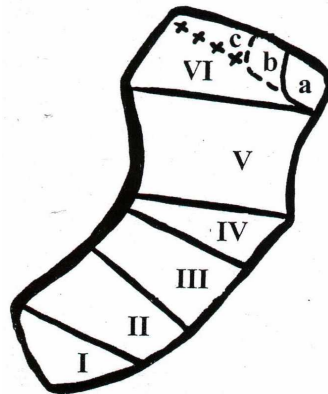
Abb. 11: Klassifikation der Kahnbeinfraktur nach Herbert (Herbert und Fisher, 1984).

Schernberg unterteilt das Kahnbein von proximal nach distal in sechs Frakturzonen.

Diese sind (die von Schernberg gefundenen Häufigkeitsverteilungen in Klammern):

- I: der proximale Pol (4%),
- II: der Scaphoidkörper proximal (20%),
- III: der Scaphoidkörper distal (entspricht der Kahnbeintaille) (31%),

- IV: der Bereich der Tuberositas (31%),
- V: die distale Intermediärzone (zwischen Tuberositas und Tuberculum)
- VI: das Tuberculum (6%). Die Frakturen im Bereich des Tuberculum erfahren noch eine weitere Untergliederung in:
 - a) kleines Fragment, b) intermediäres Fragment mit Abriss der halben scaphotrapezialen Gelenkfläche und c) großes Fragment mit Abbruch der kompletten scaphotrapezialen Gelenkfläche (Schernberg und Elzein, 1987).

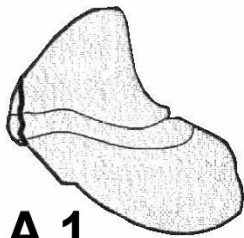


- I : Fraktur des proximalen Pols**
- II : Fraktur des proximalen Corpus**
- III : Frakturen des distalen Corpus**
- IV : Fraktur der Tuberositas**
- V : Fraktur der distalen Intermediärzone**
- VIa : Tuberculumfraktur, kleines Fragment**
- VIb : Tuberculumfraktur, Abbruch der halben scaphotrapezialen Gelenkfläche**
- VIc : Tuberculumfraktur, Abbruch der kompletten scaphotrapezialen Gelenkfläche**

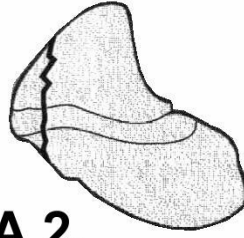
Abb. 12: Klassifikation der Kahnbeinfraktur nach Schernberg (Schernberg und Elzein, 1987).

Eine weitere, aufgrund der Komplexität aber in der Handchirurgie heute nicht mehr angewandte Klassifikation stellt die Klassifikation der Kahnbeinfraktur nach AO dar. Sie soll der Vollständigkeit halber kurz dargestellt werden. Die Einteilung erfolgt in drei Gruppen mit jeweils drei Untergruppen:

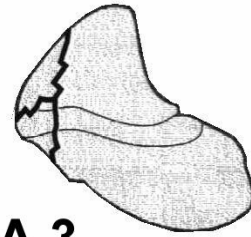
Gruppe a: Abriss, Abscherfrakturen



A 1.

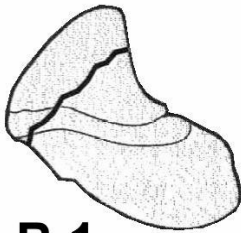


A 2.

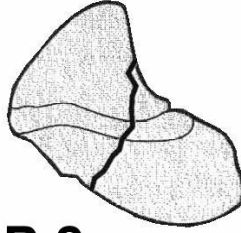


A 3.

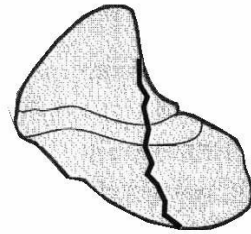
Gruppe b: Frakturen quer, schräg oder parallel zur Unterarm-Längsachse



B 1.

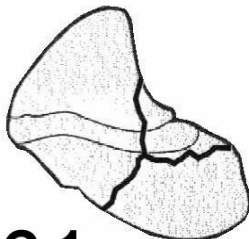


B 2.

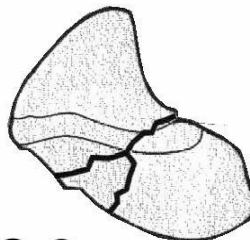


B 3.

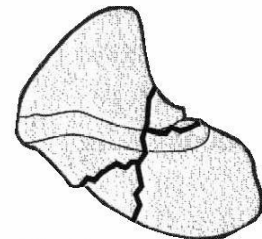
Gruppe c: Mehrfragment- und Trümmerfrakturen



C 1.



C 2.



C 3.

Abb. 13: AO-Klassifikation der Kahnbeinfraktur.

In Bezug auf die Mobilität der Frakturfragmente ist die Unterscheidung zwischen stabilen und instabilen Frakturformen möglich. Eine nicht dislozierte Fraktur in regelrechter Position gilt als stabil. Instabile Frakturen dagegen sind durch eine Dislokation der Fragmente von 1 mm oder mehr, oder durch einen schräg zur Längsachse des Kahnbeins verlaufenden Frakturspalt gekennzeichnet (Amadio et al., 1993).

Auch Mehrfragment- oder Trümmerfrakturen gelten als instabil.

Bei der Beurteilung der Dislokation muss beim Kahnbeinbruch, der durch die Rotation der Fragmente verursachte Fehler berücksichtigt werden. Eine alleinige Abstandsmessung zwischen beiden Fragmenten wird der Pathophysiologie nicht gerecht (Schernberg und Elzein, 1987).

Die Häufigkeit einer Dislokation wird mit Werten zwischen 10% (London, 1961) und 30% (Dabezies et al., 1982) angegeben.

1.2.3. Symptome bei Scaphoidfrakturen

- 1.) Schwellung und Druckschmerzhaftigkeit in der Tabatière
- 2.) Schmerz bei Stauchung des Daumens und bei Radialabduktion des Handgelenks
- 3.) Bewegungseinschränkung bei Dorsalflexion und Radialabduktion des Handgelenks
- 4.) Druckschmerz ulnar der Daumenstreckersehnen am Handgelenk

Häufig kann eine Scaphoidfraktur beschwerdefrei bleiben, bzw. sie kann initial nur geringe Schmerzen verursachen, so dass sie oftmals mangels ungenügender Primärdiagnostik als Distorsion fehldiagnostiziert wird. Der Patient verspürt akut keine Schmerzen und wird sich eventuell bei späterem Auftreten von Schmerzen, wenn sich bereits eine Pseudarthrose gebildet hat, nicht mehr an das ursächliche Trauma erinnern können.

1.2.4. Radiologische Diagnostik der Scaphoidfraktur

Bei alleiniger klinischer Anamnese und Untersuchung kann der Kahnbeinbruch sehr leicht übersehen bzw. als einfache Handgelenksdistorsion falsch diagnostiziert werden.

Um die Rate der Kahnbeinseudarthrosen niedrig halten zu können, ist eine frühzeitige Erkennung und rechtzeitige Immobilisierung der frischen Fraktur oder die Entscheidung zur Durchführung einer Operation notwendig. Bei bestehendem klinischem Verdacht auf eine Scaphoidfraktur ist somit eine adäquate Röntgendiagnostik notwendig. Einfache a.-p.- und seitliche Aufnahmen des Handgelenks allein sind nicht ausreichend, da hier viele Fissuren und Frakturen nicht sichtbar sind.

Aus diesem Grund werden sowohl Nativaufnahmen des Handgelenks in zwei Ebenen als auch eine spezielle Aufnahme in vier Ebenen angefertigt. Diese vier Aufnahmen, Kahnbeinquantett oder auch Kahnbeinserie genannt, beinhalten:

Eine dorso-palmare bzw. a.-p.- Aufnahme bei voller Pronation mit leichter Dorsalextension des Handgelenks, wobei die dreigliedrigen Finger zur Faust verschlossen sind. Nur in dieser Stellung liegt das Os scaphoideum parallel zum Film und kann in voller Größe abgebildet werden (Böhler und Ender, 1986).

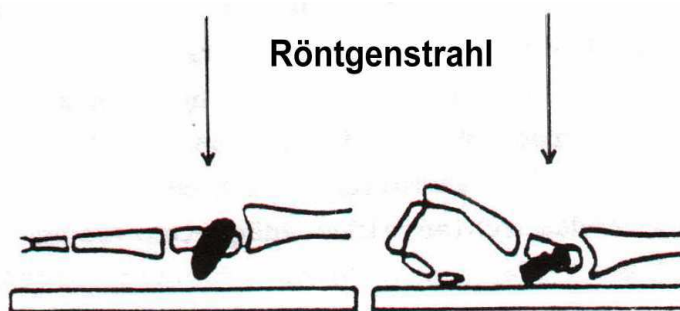


Abb. 14: Optimale Stellung der Hand bei der Kahnbeinröntgenaufnahme (Böhler, 1977).

Eine seitliche radio-ulnare Handgelenksaufnahme in 0-Grad-Stellung: sie dient hauptsächlich zum Ausschluss von Nebenverletzungen (z.B. der oft übersehenen Luxationsfraktur de Quervain) und zur Beurteilung der Handwurzelgeometrie (evtl. DISI Fehlstellung etc, SL-Winkel).

Eine Aufnahme in Supinationsstellung des Unterarmes von 15-20 Grad, Dorsalextension sowie leichter Ulnarabduktion. Die dreigliedrigen Finger sind geschlossen. Mit dieser Aufnahme kann die Darstellung einer eventuellen Diastase die mittels einer normalen a.-p.- Aufnahme nicht erkannt werden kann ermöglicht werden.

Eine dorso-palmare Aufnahme in Pronationsstellung des Unterarmes von ebenfalls 15-20 Grad, Dorsalextension sowie leichter Ulnarabduktion.

Eine frische, nicht dislozierte Fraktur ist nach Winckler und Brug (1991) zu vermuten bei:

- 1.) feiner, gezackter Strukturunterbrechung der Spongiosabälkchen
- 2.) einer Konturunterbrechung der Ränder bei gleicher röntgenologischer Fragmentdichte.

Da trotz gründlicher Röntgendiagnostik eine Vielzahl von Frakturen übersehen werden können, plädieren viele Autoren auf die großzügige Indikationsstellung zur MRT bzw. CT (Frahm et al., 1992, Schindler et al., 1996, Strassmair und Wilhelm, 2001).

Während die Computertomographie für die Identifikation von Frakturen des Kahnbeins und anderer Handwurzelknochen sowie des Ausmaßes von Fragmentdislokationen von Bedeutung ist, ist die MRT in der Lage Perfusionsstörungen des Knochens und mögliche Weichteilverletzungen darzustellen (Frahm et al., 1991, Eisenschenk et al, 1999).

Durch diese Möglichkeiten, eine Kahnbeinfraktur frühzeitig zu erkennen, ist die frühere Empfehlung einiger Autoren bei primärem Nichterkennen der Fraktur

zunächst einen Unterarmgips für 2-3 Wochen anzulegen um danach anhand der entstandenen Resorptionszone am Frakturspalt die Diagnostik zu erleichtern, aus heutiger Sicht veraltet und sollte nicht mehr durchgeführt werden (Braithwaite und Jones, 1992, Herbert, 1994).

1.3. Normale Handgelenksgeometrie und carpale Instabilität

Die proximale Handwurzelreihe steht als Schaltstück, als sog. „intercalated segment“ zwischen dem Radius und dem straffen carpometacarpalen Segment.

Im Normalbefund einer gesunden Hand fällt bei der seitlichen Röntgenaufnahme die longitudinale Achse des Radius, des Mondbeins und des Kopfbeins auf eine Linie. Radiolunärer und capitulunärer Winkel betragen somit je 0°. Die longitudinale Achse des Kahnbeins bildet mit dieser Achse einen scapholunären Winkel, der unter normalen Bedingungen zwischen 30° und 60° liegt. Werte über 70° sind eindeutig pathologisch.

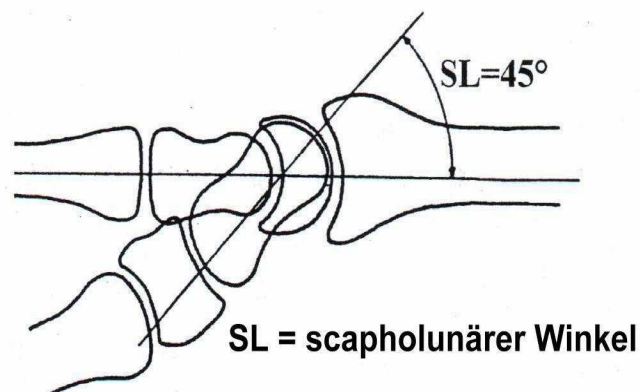


Abb. 15: Der Scapholunäre Winkel beträgt im Normalfall etwa 30°– 60°, der radiolunäre Winkel und der capitulunäre Winkel betragen je 0° (Linscheid et al., 1972).

Die Stabilität wird durch das Kahnbein und seiner ligamentären Verspannung über Radius, Mondbein und Kopfbein gesichert. So können bei größeren Stauchungskräften Subluxationstendenzen der Handwurzelknochen blockiert werden. Bei größerer Kraftzunahme kommt es zum Bruch des Kahnbeins mit evtl. begleitender Bandverletzung und zur Subluxation. (Linscheid et al., 1972).

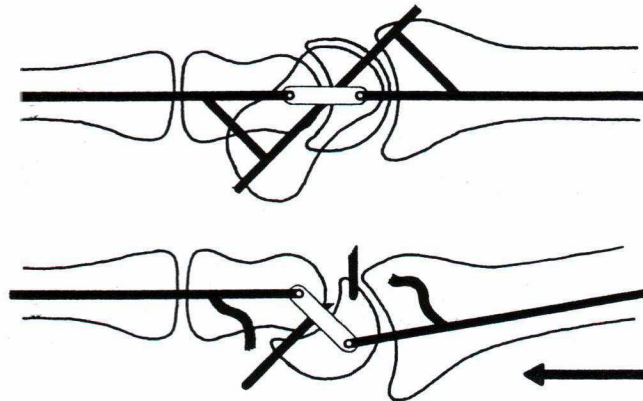


Abb. 16: Das Kahnbein spielt mit seinen ligamentären Strukturen eine wichtige Rolle in der Stabilisierung der Handwurzelknochen. Bei zu starken Stauchungskräften führt die Dorsalflexion des Mondbeins zur Kahnbeinfraktur und zur Ruptur des zugehörigen Bandapparats (aus Weißer und Lanz, 1987).

Steiger und Sennwald (1990) dagegen vertreten die Meinung, dass bei einer carpalen Instabilität primär keine Bandruptur vorliegen muss, die Bänder allenfalls überdehnt werden, wenn eine Instabilität über einen längeren Zeitraum besteht.

Die carpalen Instabilität wird in die beiden Hauptgruppen der dorsalen Instabilität (dorsal intercalated segment instability; DISI) und der palmaren Instabilität (palmar intercalated segment instability; PISI) eingeteilt.

Des Weiteren wird zwischen statischen und dynamischen Instabilitäten unterschieden, sowie eine Einteilung nach der Lokalisation vorgenommen.

Da von den möglichen Formen der carpalen Instabilität die DISI-Deformität bei den Kahnbeinpseudarthrosen am häufigsten vorkommt, wird in dieser Arbeit nur auf diese Fehlstellung eingegangen, zumal in unserem Patientengut keine der selteneren Instabilitäten nachweisbar waren.

Sie wird in entsprechenden Studien mit einer Häufigkeit von 30% angegeben (Linscheid et al., 1972, Monsivais et al., 1986).

Bei der DISI-Deformität (dorsiflexion intercalated segment instability), wobei als „intercalated segment“ der Komplex aus proximaler Handwurzelreihe einschließlich dem proximalem Kahnbeinfragment bezeichnet wird, ist das Mondbein in Bezug auf die longitudinale Achse des Radius nach dorsal flektiert und nach ventral verschoben. Die longitudinalen Achsen von Radius und Kopfbein liegen nicht mehr auf einer Linie, der scapholunäre Winkel vergrößert sich auf über 70°. Das Kopfbein flektiert in Relation zum Mondbein nach palmar. Der radiolunäre Winkel wächst dadurch auf mehr als 15° an, während der capituläre Winkel auf unter -15° fällt (Linscheid et al., 1972, Buck-Gramcko, 1982). Radius, Mondbein und Kopfbein befinden sich jetzt nicht mehr in einer Ebene, sondern sind ineinander verschoben. Das Ineinanderschieben führt zu einer Verkürzung der Handwurzel. Dieser Zustand wird auch als „Knittereffekt“ (engl. crumpling) (Gilford et al., 1943) oder als „Zieharmonikaeffekt“ (engl. concertina deformity) beschrieben (Fisk, 1970).

Nach einer Fraktur ist das Kahnbein durch die Bandverbindungen der Fragmente zu den benachbarten Carpalia rotierenden und kippenden Kräften ausgesetzt. Das ohnehin schon von Natur aus nach palmar gekippte Kahnbein knickt durch die oben erwähnte Biomechanik weiter nach palmarwärts unter Ausbildung eines Buckels ab. Die entstandene gewinkelte Dislokation zwischen beiden Hälften des Kahnbeins wird als „humpback collaps“ oder „humpback deformity“ bezeichnet (Smith et al., 1989).

Um eine optimale Ausheilung zu erreichen muss der Versuch unternommen werden, diese Fehlstellung zu korrigieren, was sich bei Pseudarthrosen als sehr schwierig darstellen kann. Hier ist eine vollständige Korrektur der Fehlstellung häufig nicht mehr möglich.

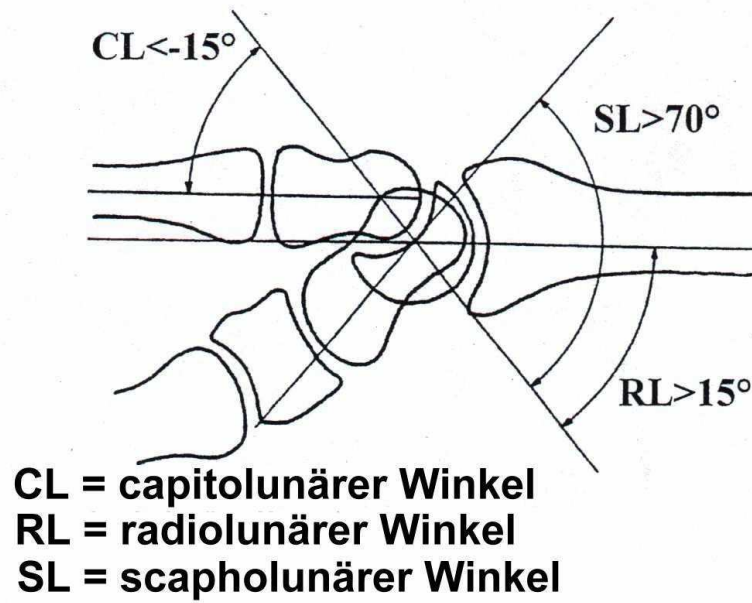


Abb. 17: Handgelenkwinkel bei dorsal intercalated segment instability (DISI) Der scapholunäre Winkel vergrößert sich auf über 70° Das Kopfbein flektiert in Relation zum Mondbein nach palmar. Der radiolunäre Winkel wächst dadurch auf mehr als 15° an, während der capituläre Winkel auf unter -15° fällt (Linscheid et al., 1972).

1.4. Die Pseudarthrose des Kahnbeins

1.4.1. Definition und radiologische Zeichen

Das Ausbleiben der knöchernen Heilung eines Bruches unter Ausbildung eines Falschgelenkes wird Pseudarthrose genannt.

Sechs Monate nach dem ursächlichen Trauma ist man bei fehlender Durchbauung der Kahnbeinfraktur und Sklerosierung der Frakturflächen berechtigt, von einer Pseudarthrose (nonunion) zu sprechen (Herbert und Fisher, 1984).

Von dieser fehlenden Durchbauung (nonunion) ist die verzögerte, dann aber doch noch erreichte Durchbauung (delayed union) abzugrenzen. Die verzögerte Durchbauung wird durch eine Ausheilungsdauer von mehr als drei Monaten definiert (Langhoff und Andersen, 1988).

Der Endzustand der Pseudarthrose ist ein mehrschrittiger Prozess. Zunächst kommt es nach etwa drei Wochen durch Resorption des fraktur-nahen Knochens zu einer Erweiterung des Frakturspaltens, dann kann es zur Ausbildung einer posttraumatischen Zyste mit Anteilen in beiden Fragmenten kommen. Dieser Zustand kann Monate bestehen bleiben. In diesem Stadium ist eine Durchbauung noch möglich, sofern ausreichend lange ruhiggestellt wird, wobei nach heutiger Sicht eine Heilung durch Ruhigstellung für maximal 12 Wochen versucht wird. Kommt es danach zu keiner Heilung wird eine Operation angestrebt, da längere Ruhigstellungszeiten nur noch selten zur Ausheilung führen und andere Nachteile, wie z.B. eine Einsteifung des Handgelenks haben können.

Im Anschluss an dieses Stadium verdichten sich die Frakturflächen und sklerosieren. Damit ist die Pseudarthrose manifest und kann nur noch operativ geheilt werden. Als Folge der schon beschriebenen ungünstigen

Durchblutungssituation (siehe Kapitel 1.1.3.) kann vor allem das proximale Fragment nekrotisieren (Amadio und Taleisnik, 1993).

Bei Bestehen einer instabilen Kahnbeinpseudarthrose oder einer scapholunären Dissoziation über eine längere Zeit, kann es zu einem Aufbrechen des carpalen Gefüges kommen, zu einem sogenannten carpalen Kollaps, der dann bei Vorhandensein einer Kahnbeinpseudarthrose als SNAC-WRIST („scaphoid nonunion advanced collapse“) und bei ligamentärer scapholunärer Dissoziation als SLAC-WRIST („scapholunate advanced collapse“) bezeichnet wird.

SNAC- und SLAC-WRIST werden nach Watson und Ruy (1986) in folgende Stadien eingeteilt. Die operativen Behandlungsmöglichkeiten richten sich nach dem Stadium.

STADIUM	AUSMAß DER ARTHROSE
I	Beschränkt auf Processus styloideus radii
II	Erweitert auf das Radioscaphoidalgelenk
III	Zusätzlich mediocarpale Arthrose

Tab.1: Stadieneinteilung SNAC- und SLAC-WRIST (Watson und Ruy, 1986).

Mögliche Spätfolge der Pseudarthrose ist die Panarthrose des Handgelenks (Amadio und Talseinik, 1993, Linscheid et al., 1972, Steiger und Sennwald, 1990).

Symptome der Pseudarthrose sind:

- 1.) erhebliche unter Belastung zunehmende Schmerzen im Handgelenk;
- 2.) Druckempfindlichkeit über der Tabatière;
- 3.) Diffuser, schwer lokalisierbarer Schmerz bei passiven Bewegungen.

Radiologische Kennzeichen der Pseudarthrose :

- 1.) Bruchspalt unterschiedlicher Verlaufsform und Breite;
- 2.) Angrenzende Pseudozysten;
- 3.) Unregelmäßige und undeutliche Zeichnung der Corticalis- und Spongiosastruktur;
- 4.) Zusammensinterung eines Fragmentes;
- 5.) Arthrotische Veränderungen im Handgelenk, beginnend am Processus styloideus radii.

(Winckler und Brug, 1991).

1.4.2. Pseudarthrosetypen (nach Herbert)

Die Hauptgruppe D der Frakturklassifikation nach Herbert beschreibt die ausgebildete Pseudarthrose. Die Pseudarthrose wird wiederum in fünf verschiedene Typen unterteilt.

Typ 1 : Pseudarthrose mit straffer, fibröser Überbrückung. Kein carpaler Kollaps, keine degenerativen Zeichen

Typ 2 : Pseudarthrose ohne Dislokation. Geringe pathologische Beweglichkeit, geringer carpaler Kollaps.

Typ 3: Pseudarthrose mit mäßiger Dislokation. Verstärkte pathologische Beweglichkeit, resorptive Veränderungen, deutlicher carpaler Kollaps (DISI), klinisch eingeschränkte Handgelenksfunktion, radiologisch manifeste Arthrosezeichen.

Typ 4 : Pseudarthrose mit erheblicher Dislokation der Fragmente. Starke resorptive Veränderungen, erhebliche radiocarpale Arthrose, fixierter carpaler Kollaps, klinisch zunehmend eingeschränkte Handgelenkfunktion.

Typ 5 : Pseudarthrose mit erheblicher Dislokation und zunehmendem Zerfall des proximalen Fragments (ischämische Nekrose). Fortgeschrittene Arthrose, fixierter carpaler Kollaps, klinisch zunehmende Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit.

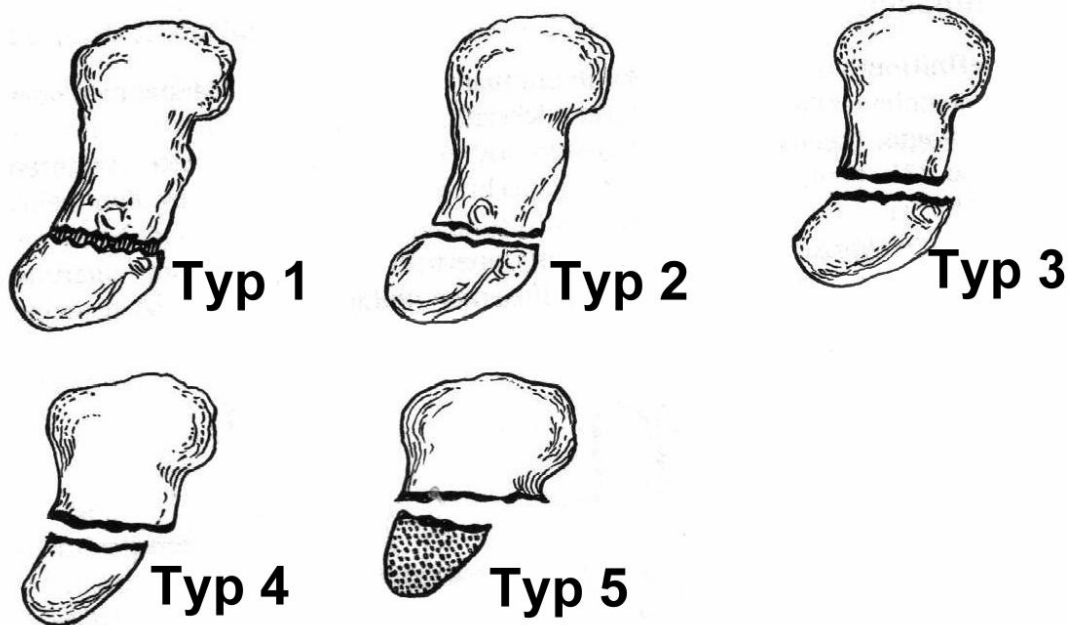


Abb. 18: Pseudarthrosetypen 1-5 nach Herbert (Filan und Herbert, 1996).

1.4.3. Ursachen der Ausbildung einer Pseudarthrose

Für die Ausbildung einer Pseudarthrose gibt es verschiedene Ursachen:

1. Primäres Nichterkennen der Fraktur und keine, oder unzureichende Ruhigstellung im Gipsverband mit frühzeitiger Mobilisation (Buchholz et al., 1991), unter der falschen Diagnose wie Handgelenksdistorsion oder Handgelenksprellung.
2. Die primären Beschwerden werden vom Patienten bagatellisiert, ein Arzt wird erst nach Wochen oder gar Jahren bei stärkeren oder erneuten Beschwerden aufgesucht (Wozasek und Moser, 1986).

3. Lokalisation und Art der Fraktur

Insbesondere proximale Frakturen heilen schlechter und sind aufgrund der schlechten Vaskularisation des Kahnbeins pseudarthrosegefährdet (DeMaagd und Engber, 1989).

Bei sehr kleinem proximalem Fragment liegt die Gefahr der Nekrotisierung bei über 50% (Alnot et al, 1988).

Auch der vertikale Schrägbruch, der das Einwirken von Scherkräften begünstigt, führt zu einer Dislokation der Fragmente (Drehfehlstellung, DISI).

4. Mitbeteiligung des Bandapparats

Die fehlende Stabilisierung durch inter- und intracarpale Bänder bei Luxationsfrakturen, bei denen diese Bänder rupturieren, fördert die Entwicklung einer Pseudarthrose (Fisk, 1980, Monsivais et al., 1986, Winckler und Brug, 1991).

5. Mechanische Unruhe im Handgelenk

Das Kahnbein ist ständig ziehenden, schiebenden, und scherenden Kräften ausgesetzt, die es zu Bewegungen sowohl in die Horizontale als auch in die Vertikale zwingen und bei einer Scaphoidfraktur den Heilungsprozess beeinträchtigt. Die mechanische Unruhe durch die ständige Fragmentverschiebung führt zum Zerreißen der in den Bruchspalt einsproßenden Kapillaren welche den Reparationsvorgang einleiten (Contzen, 1957).

1.4.4. Biomechanische Auswirkungen der Pseudarthrose

Durch die Sklerosierung der Frakturflächen entwickelt sich eine Pseudarthrose, welche dauerhaft bestehen bleibt, sofern keine operative Beseitigung stattfindet.

Das durch Knochenresorption verkürzte und in eine palmar flektierte Stellung gefallene Scaphoid agiert mit seinen beiden Fragmenten unabhängig von der übrigen Handwurzel wie ein zusätzliches Gelenk. Somit kann das Kahnbein nicht mehr die Rolle eines stabilisierenden Elementes zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe spielen.

In einer Sektionsstudie beschreibt Smith et al. (1989) die veränderte Mechanik. Eine künstliche, nicht stabile Fraktur der Kahnbeintaille befreit die beiden Fragmente voneinander und lässt sie unabhängig voneinander auf die einwirkenden Kräfte reagieren.

Das distale Fragment kippt nach der Fraktur nach palmar ab.

Das proximale Fragment und das mit ihm verbundene Mondbein nimmt eine mehr dorsal flektierte Stellung ein. Es entsteht die sogenannte „humpback deformity“ (Smith et al., 1989). Diese Fehlstellung bedarf operativer Korrektur, wobei bei frischen Frakturen das Kahnbein aufgerichtet wird und bei in Fehlstellung verbliebener Frakturen oder Pseudarthrosen ein von palmar eingesetzter Knochenspan erforderlich ist.

Ohne angemessene operative Korrektur dieser Fehlstellung, oder bei Anwendung einer Operationstechnik, die nicht zur Aufrichtung der Fragmente führt resultiert, wenn es überhaupt zur Ausheilung kommt, eine Ausheilung in Fehlstellung (malunion) (Barton, 1992).

1.4.5. Diagnostik der Scaphoidpseudarthrose

1.4.5.1. KLINISCHE BEFUNDE

Eine bestehende Scaphoidpseudarthrose kann lange Zeit symptomlos bleiben (Martini und Schiltenswolf, 1995).

Stellen sich Symptome ein, so sind sie anfangs diskret und uncharakteristisch. Die Einschränkung der Handgelenkbeweglichkeit ist unterschiedlich; sie ist nicht abhängig vom Pseudarthrosetyp.

Bei Belastung nehmen die Schmerzen zu und treten vorwiegend bei Drehbewegungen und beim Abstützen der Hand auf.

Weitere Symptome sind: Wetterfühligkeit, Kraftlosigkeit, Schwellung des Handgelenks, Druckschmerz über der Tabatière und Muskelatrophie

1.4.5.2. RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK DER SCAPHOIDPSEUDARTHROSE

Wie bei der frischen Kahnbeinfraktur ist auch bei der Kahnbeinpseudarthrose die Anfertigung von Röntgenaufnahmen maßgebend für eine gute Diagnostik.

Die Röntgentechnik entspricht derjenigen bei frischen Kahnbeinfrakturen (siehe Kapitel 1.2.4.).

Ein wichtiges Kriterium für das Erkennen einer echten Pseudarthrose ist das mögliche Vorhandensein eines kalkdichten Knochendeckels (Sklerosierung), der die Bruchflächen der Kahnbeinfragmente gegeneinander abschließt.

Weitere radiologische Befunde sind:

- Klaffen des Pseudarthrosenspalts
- Stecknadel- bis linsengroße Zysten im Os scaphoideum. Teil- oder vollständige Nekrose des proximalen Fragments
- arthrotische Veränderungen

Zunächst sieht man die arthrotischen Veränderungen an der Radialseite zwischen Kahnbein und der distalen Radiusgelenkfläche. Im Laufe der Zeit kann sich die Arthrose aufgrund der Fehlbelastung auf den gesamten Handgelenksbereich ausdehnen.

Röntgenologisch stellt sich die Arthrose zwischen Radius bzw. Processus styloideus radii und dem Os scaphoideum folgendermaßen dar (stadienabhängig):

- starke Zuspitzung und Ausziehung des Processus styloideus radii
- höckrige oder spornartige Randwülste am Os scaphoideum
- subchondrale Sklerosierung
- Verdichtung der Knochenstruktur
- Verschmälerung des Gelenkspalts

Da die Patienten dann schmerzhafte Bewegungseinschränkungen aufweisen, die auch belastungsunabhängig auftreten können, ist eine Indikation zum sanierenden oder palliativen Eingriff gegeben (Towfigh, 2001).

1.4.6. Spontanverlauf und Komplikationen der unbehandelten Kahnbeinpseudarthrose

Dass die unbehandelte Kahnbeinpseudarthrose früher oder später mit sehr großer Wahrscheinlichkeit in einer Arthrose endet ist von vielen Autoren im Rahmen von retrospektiven Studien belegt worden (Mack et al., 1984, Martini, 1994, Ruby et al., 1985, Vender et al., 1987). Dabei ist die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer Pseudarthrose abhängig von der Lokalisation der Frakturlinie. Vor allem Frakturen im Bereich des proximalen Drittels führen häufig zu Pseudarthrosen (Beutel und Wilhelm, 1999, Preisser et al., 1998, Winckler und Brug, 1991)

Mack et al. (1984) führten Nachuntersuchungen an 46 symptomatischen, unbehandelten Patienten durch, die schon mindestens fünf Jahre lang eine Kahnbeinpseudarthrose hatten.

Die Patienten wurden in drei Gruppen eingeteilt: Bei den Patienten der Gruppe I wurden röntgenologisch Sklerosierung der Frakturänder, zystische Veränderungen oder resorptive Vorgänge nachgewiesen.

Gruppe II enthielt diejenigen Patienten die eine Sekundärarthrose im Sinne einer Verschmälerung des Gelenkspaltes zwischen Radius und Kahnbein und/oder Ausziehungen des Processus styloideus radii zeigten.

Patienten der Gruppe III hatten eine fortgeschrittene generalisierte Arthrose. Das Ausmaß der Arthrose korrelierte eng mit der Dauer des Bestehens der Pseudarthrose: Die Pseudarthrose der Gruppe I bestand im Durchschnitt 8,2 Jahre, die der Gruppe II 17,0 Jahre und die der Gruppe III 31,6 Jahre. Auch zwischen der Dislokation der Fragmente sowie der DISI – Instabilität und den progressiven sekundärarthrotischen Veränderungen im Handgelenksbereich bestand ein enges Verhältnis.

Nach Mack et al. (1984) sollen daher alle Pseudarthrosen mit Dislokation der Fragmente und Instabilität des Handgelenks operiert werden solange noch keine Sekundärarthrose vorliegt. Auch bei asymptomatischen Patienten ohne Dislokation sollte stets eine Operation in Erwägung gezogen werden um eine negative Weiterentwicklung zu vermeiden.

Im Patientengut von Lindström und Nyström (1990) zeigten nach zehn Jahren 9% der durchbauten Frakturen, aber 93% der Pseudarthrosen eine Arthrose.

Siebzehn Jahre nach stattgehabter Fraktur zeigten sich bei allen untersuchten Pseudarthrosen arthrotische Veränderungen und mit nur einer Ausnahme, Einschränkungen der Handgelenksbeweglichkeit von mehr als 10%, begleitet von Schmerzen in der Mehrzahl der Fälle. Der Schmerz kann jedoch nicht als zuverlässiger Prognosefaktor gewertet werden, wie die Beschreibung zunächst lange asymptomatischer Fälle zeigt (Lindström und Nyström, 1992).

Martini und Schiltenswolf (1995) untersuchten 49 Patienten mit unbehandelter Kahnbeinpseudarthrose. Zum Vergleich wurden 55 Patienten herangezogen, bei denen im gleichen Zeitraum eine Matti-Russe-Plastik mit Erfolg durchgeführt worden war.

Die Beobachtungszeit betrug zwischen 3 und 39 Jahren.

Bei den nicht operierten Patienten waren ein Drittel der Patienten bei Verläufen kürzer als fünf Jahren arthrosefrei. Nach zehn Jahren jedoch waren mittlere bis schwere Arthrosen röntgenologisch immer sichtbar. Vor allem die sog. „Schleifarthritis“, die Arthrose zwischen dem distalen Scaphoidfragment und dem Styloid war am häufigsten zu beobachten.

Insgesamt entwickelten 49% der nicht operierten Pseudarthrosen hochgradige Arthrosen mit einer Ausprägung Grad III nach Schernberg (Schernberg und Elzlein 1987).

40% aller nicht operierter Pseudarthrosen wiesen eine DISI-Deformität auf.

Für die Arthroseentwicklung sind der Zeitfaktor, die Lage und die Form der Fraktur maßgebend. Kein Zusammenhang wurde zwischen der Dominanz der betroffenen Seite, der Schwere der beruflichen Tätigkeit und dem Ausmaß der Arthroseentwicklung gefunden.

Im Vergleich hierzu waren 14 (24%) der nach Matti-Russe operierten Kontrollgruppe beschwerdefrei, 69% zeigten arthrotische Veränderungen, 21% davon mit einer Ausprägung Grad III nach Schernberg.

DISI-Instabilitäten wiesen 18% auf.

Bei den operierten wurden geringfügigere arthrotische Veränderungen und seltener eine DISI-Deformität, als Zeichen der Handgelenksinstabilität gefunden.

1.5. Möglichkeiten der Behandlung von Kahnbeinpseudarthrosen

Ohne operative Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose wären Zunahme der Beschwerden und Bewegungseinschränkung die Folge. Abhängig vom Stadium und den operativen Möglichkeiten wird über gute Heilungsergebnisse berichtet, welche im Folgenden bei den einzelnen Operationsmethoden dargestellt werden.

Bei der Auswahl der anzuwendenden Methode müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

Zustand des Handgelenks, Durchblutung der einzelnen Fragmente, Alter der Pseudarthrosen und die bereits bestehenden arthrotischen Veränderungen im Handgelenk (Towfigh, 2001).

Man unterscheidet *sanierende* und *palliative* Eingriffe.

Durch die *sanierenden* Eingriffe soll die knöcherne Kontinuität des Kahnbeins wieder hergestellt werden. Folgende Methoden stehen zur Verfügung:

- Schraubenosteosynthese mit corticospongiösem Beckenkammspan oder Spongiosaplastik
- Herbert-Schraube mit corticospongiösem Beckenkammspan oder Spongiosaplastik
- Matti-Russe-Plastik
- Russe II (autogener Kahnbeinteilersatz des proximalen Pols)
- Gefäßgestielte Knochenspäne aus dem Radius
- Mikrovaskulär gestielter Beckenkammspan

Die sog. *palliativen* Eingriffe werden angewandt wenn eine Wiederherstellung des Kahnbeins nicht mehr möglich ist. Sie sollen den Patienten von seinen Schmerzen im Handgelenk befreien, sowie die vorhandene Restfunktion erhalten und den Totalkollaps verhindern:

- Denervation des Handgelenkes nach Wilhelm als rein symptomatische Therapie
- mediocarpale Arthrodesen mit Resektion des Kahnbeins (4-Corner-Arthrodesen)
- Resektion der proximalen Handwurzelreihe
- Handgelenksarthrodesen
- Styloidektomie am Radius
- Resektionsarthroplastik (Fragmentresektion und interponierter Platzhalter)

1.5.1. Operationstechniken / sanierende Eingriffe

1.5.1.1. Die Herbert-Schraube

Die von Herbert zusammen mit einem Halte- und Bohrapparat entwickelte Schraube aus Edelstahl wurde erstmals 1984 vorgestellt. Statt einem Schraubenkopf ist sie an beiden Enden mit Gewinden versehen, welche unterschiedliche Steighöhen und verschiedene Durchmesser aufweisen. Nach Überqueren des Fraktur- oder Pseudarthrosenspalts ermöglicht diese Konstellation eine interfragmentäre Kompression auf die Fragmente.



Abb. 19: Die Herbert-Schraube: statt eines Schraubenkopfes ist sie an beiden Enden mit Gewinden versehen, die durch unterschiedliche Steighöhen und Durchmesser eine vollständige intraossäre Platzierung der Schraube und eine interfragmentäre Kompression nach Einbringen in den Knochen ermöglicht.

Die Schraubenlänge variiert zwischen 16 und 30 mm, der Durchmesser beträgt 4 mm.

Für Frakturen mit kleinem proximalem Fragment wird die Mini-Herbert-Schraube angewandt, deren Größe 12 bis 20 mm beträgt.

Operationstechnik:

In Oberarmblutleere wird ein Schnitt am radialen Rand des M. flexor carpi radialis gesetzt und nach distal über das Tuberculum scaphoidei in Richtung Basis des ersten Metacarpophalangealgelenks fortgesetzt.

Nach Spaltung des Kapselbandapparates wird das Scaphoid freipräpariert und auch das Gelenk zwischen Scaphoid und Trapezium dargestellt.

Der Halte- und Bohrapparat wird so eingesetzt, dass seine Bügelspitze den proximalen Kahnbeinpol umgreift, das Bohrfutter selbst setzt am distalen Pol

an. Die Distanz zwischen Bügelspitze und Bohrfutter gibt die benötigte Schraubenlänge an.

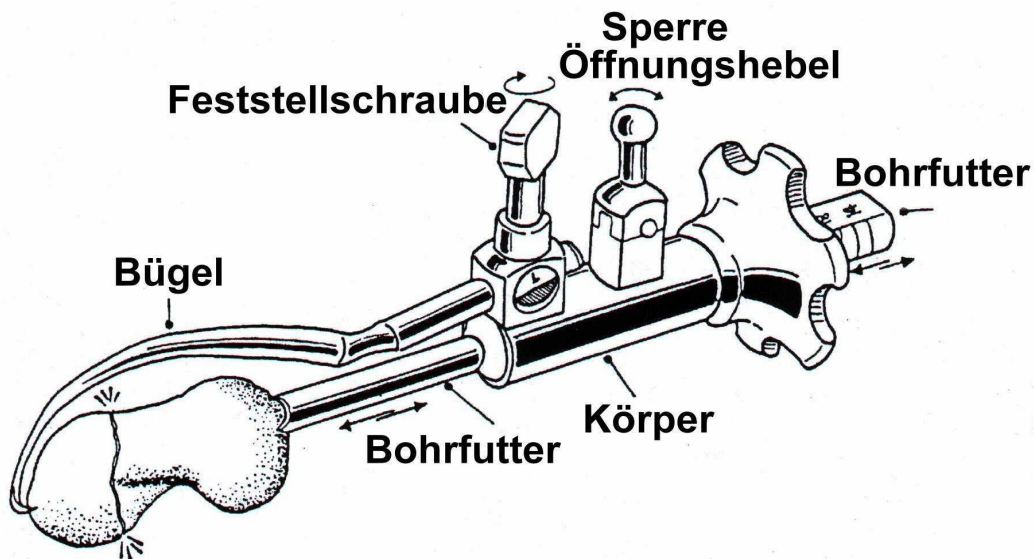


Abb. 20: Skizze des Herbert-Apparates mit Fixation eines frakturierten Kahnbeins (nach Herbert, aus Goth, 1987).

Durch das Bohrfutter hindurch wird nacheinander das Schraubenlager gebohrt und das Gewinde geschnitten. Anschließend wird die Herbert-Schraube mit dem schmalen Gewinde voran durch das Bohrfutter hindurch im Kahnbein versenkt.

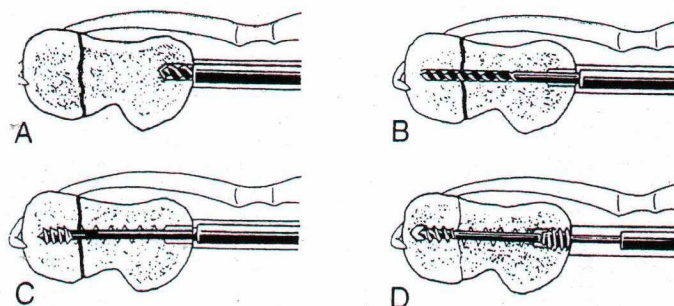


Abb. 21: Instrumentarium zum Einbringen der Herbert-Schraube:
A: Führungsbohrer, B: langer Bohrer, C: Gewindeschneider
D: Insertion der Schraube (Amadio und Taleisnik, 1993).

Sobald die Schraube den Frakturspalt überquert hat und beide Gewinde im jeweiligen Fragment gefasst haben, kommt es beim weiteren Eindrehen und völligem Versenken der Schraube zur interfragmentären Kompression. Mit Hilfe des Bildwandlers wird die regelrechte Lage und Länge der Schraube überprüft.

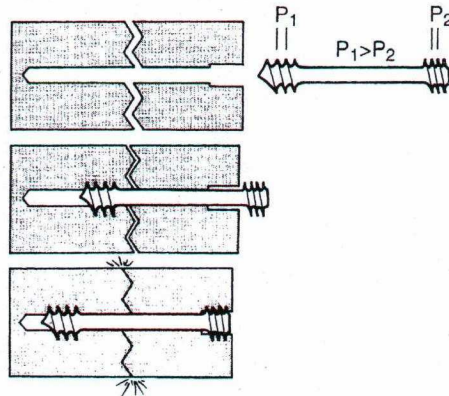


Abb. 22: Wirkungsprinzip der Herbert-Schraube. Durch die unterschiedlich steilen Gewindegänge ($P_1 > P_2$) kommt es nach dem Einbringen und völligem Eindrehen der Schraube zur interfragmentären Kompression (Amadio und Taleisnik, 1993).

Es schließt sich eine im Schnitt 10-12 wöchige Gipsimmobilisierung bei Pseudarthrosen und eine im Schnitt 6-8 wöchige Gipsimmobilisierung bei frischen Frakturen an.

Die Eintrittsstellen der völlig im Knochen versenkten Schraube werden mit Faserknorpel überbaut und sind nach Jahren mit bloßem Auge nicht mehr zu erkennen. Ein Entfernen der Schraube ist bei komplikationslosem Heilungsverlauf nicht notwendig.

Unter dieser Behandlung geben Herbert und Fischer (1984) Ausheilungen von 100% bei frischen Frakturen und 80,5% bei Pseudarthrosen an.

Über ähnlich gute Ergebnisse berichten auch andere Autoren bei der Verschraubung frischer Frakturen mit Ausheilungsraten von 90% (Bunker et al., 1987) und 100% (De Maagd und Engber, 1989, Martini, 1993).

Für kleine proximale Kahnbeinfragmente werden von Lohmann und Buck-Gramcko (1987) der dorsale Zugang und die Verwendung der Mini-Herbert-Schraube empfohlen. Nach Darstellung des radiocarpalen Gelenkes wird die

Schraube über den proximalen Pol in das distale Fragment eingebracht. Diese Modifikation wird durch die Abmessungen der Schraube notwendig. Das schmälere Schraubenende mit einer Gewindelänge von 6,3 mm kann von distal nicht vollständig in einem sehr kleinen Fragment versenkt werden, ohne dass eine Sperrwirkung auftritt, welche die Fragmente auseinanderdrängt. Bei von proximal durchgeführter Verschraubung kommt im kleinen proximalen Fragment das mit einer Länge von 3,9 mm wesentlich kürzere dicke Schraubenende zu liegen, welches mit Ausnahme extrem kleiner Fragmente hier vollständig versenkt werden kann. Mit diesem Verfahren wird selbst bei der problematischen proximalen Fraktur eine Ausheilungsrate von 100% erreicht (Lohmann und Buck-Gramcko, 1987).

Nachteile der Herbert-Schraube gegenüber der bis dato gebräuchlichen AO-Schraube von 2,7 mm, welche im Gegensatz zur Herbert-Schraube nicht im Knochen versenkt wird, ist die Erzeugung geringerer und mit der Zeit nachlassender Kompressionskräfte (Shaw, 1987), (Rankin et al., 1991).

Allerdings muss die Kompressionsschraube, welche die größten Kompressionskräfte hervorruft, nicht zugleich auch die geeignetste sein. Zu starke Kompressionskräfte können durch Schädigung der Knochenzellen die Ausheilung verhindern (Sagi, 1987).

Nach Herbert und Fischer (1984) gilt eine postoperative Gipsruhigstellung von zwei Wochen bei Frakturen als ausreichend. In einer späteren Arbeit betont er nochmals, es sei unnötig, länger als zwei Wochen zu immobilisieren. Den entscheidenden Vorteil der Schraube sieht er gerade darin, die Hand so rasch wie möglich wieder einsetzen zu können (Herbert et al., 1992).

Auch Martini (1993) berichtet bei zwei- bis dreiwöchiger Ruhigstellung über eine sehr gute Ausheilung (91%) bei 34 problematischen Pseudarthrosen.

Außer der verkürzten Immobilisationszeit ist das Vermeiden kopfnaher Knorpel- und Knochenresorption durch das komplette Versenken der kopflosen Schraube im Kahnbein als Vorteil zu sehen. Zudem ermöglicht das Zielgerät eine exakte Reposition und ausreichende Vorspannung (Martini, 1993).

Die falsche Handhabung dieses Ziel- und Bohrgerätes ist nach Meinung von Herbert selbst Ursache für den größten Teil mangelnder Ausheilungserfolge. Wird das Zielgerät nicht adäquat positioniert, kann dies eine exzentrische Schraubenlage zur Folge haben, welches den Heilungserfolg minimiert (Herbert et al., 1992).

Eine solche exzentrische Lage der Schraube zeigt sich bei der postoperativen Überprüfung durch Adams et al. (1988) in bis zu 50% der Fälle. Exzentrisch liegende Schrauben führen bei 58% dieser Frakturen zur Ausheilung, während axial liegende Schrauben Ausheilungsergebnisse von 75% erzielen (Adams et al., 1988).

Auch ein verbogener Haltebügel kann zu Fehlinsertionen von zu langen oder zu kurzen Schrauben führen. Die Autoren empfehlen die routinemäßige Kontrolle der Distanz zwischen Bohrfutter und Bügelspitze (Ford et al., 1987).

1.5.1.2. Die Spongiosaplastik nach Matti-Russe

1.5.1.2.1 ALLGEMEINES

Die Spongiosaplastik bei der Kahnbeinpseudarthrose wurde zum ersten Mal 1937 von Matti eingesetzt. Er wählte dabei den dorsalen operativen Zugang über die Tabatière und verwendete hierzu kleine Spongiosachips aus dem Beckenkamm, die er in den zuvor entkalkierten Pseudarthrosenspalt einpresste (Matti, 1937).

1952 modifizierte Russe dieses Prinzip und benutzte ergänzend corticospongiöse Späne, die er aus dem Beckenkamm entnahm. Er wählte dabei den Zugang von palmar mit der Begründung, dass auf diese Weise die auf der Dorsalseite eintretenden Gefäße und Strukturen in der Tabatière nicht verletzt werden (Russe, 1951).

Im Vergleich mit an anderer Stelle entnommenem Material gilt die intraoperativ entnommene Spongiosa aus dem Beckenkamm aufgrund ihrer Festigkeit und engmaschigen Bälkchenstruktur als diejenige mit der höchsten osteogenen Potenz (Brüchle, 1975, Martini und Schuhmacher, 1979, Narr, 1981).

Dennoch sehen einige Autoren die Verwendung des Tibiaspanes als vorteilhafter:

Aalam und Dreyer (1972) konnten anhand ihres Patientengutes feststellen, dass Patienten, die mit einem Tibiaspan versorgt wurden, konstant die günstigeren postoperativen Ergebnisse aufwiesen. Der Einsatz von Knochenmaterial vom medialen Tibiakopf soll neben der guten biologischen Wertigkeit zudem die Patienten am wenigsten beeinträchtigen (Hassingier et al., 1984).

Arnold et al (1988) hingegen sind der Meinung, dass der Erfolg des Eingriffes nicht davon abhängt, ob der Knochen am distalen Radius oder am Beckenkamm entnommen wird.

Der Einsatz frischer Knochensubstanz ist bei der Behandlung verzögert heilender Frakturen notwendig, um die Kapillareinprossung und Kallusbildung zu stimulieren. Nur der frische unkomplizierte Bruch ohne Knochendefekt kann durch alleinige Fixation behandelt werden (Böhler und Ender, 1986, Herbert, 1990).

Der eingebrachte Knochenspan von palmar dient zudem noch der Aufrichtung des Kahnbeins bei erfolgter Abknickung des distalen Kahnbeinfragments nach palmar mit deutlicher Resorption der palmaren Bruchflächen (Fernandez, 1984, Herbert et al., 1992).

Neben der Uneinigkeit über die günstigste Entnahmenstelle für die Spongiosaplastik wird auch über den effektivsten Zugangsweg diskutiert.

Der von Matti gewählte Zugangsweg von dorsal soll die wichtigen palmaren radiocarpalen Ligamente schonen (Matti, 1937).

Wie bereits erwähnt, wählte Russe den palmaren Zugang um die wichtige dorsale Blutversorgung zu schonen (Russe, 1951).

Andere Autoren sehen jedoch keine signifikanten Unterschiede in der Beeinträchtigung der Blutversorgung beim Vergleich beider Zugangsarten (Cooney et al., 1984, Kleinert und Zenni, 1984).

1.5.1.2.2. DIE OPERATION NACH MATTI-RUSSE I

Beschrieben wird hier die Operation über den palmaren Zugangsweg (Russe, 1960). In Esmarch'scher Blutleere des Oberarms wird radial der Sehne des M. flexor carpi radialis mit einem ca. 4 cm messenden Längsschnitt eingegangen. Nach Sichtbarwerden des Pseudarthrosenspalts wird ein diesen Spalt überspannendes Knochenfenster eingefräst. Anschließend wird dem Darmbeinkamm, meist der contralateralen Seite, ein corticospongiöser Block und Spongiosa entnommen. Aus diesem Block werden dann ein oder zwei Späne von passender Größe zurechtgeschnitten und unter Distraction der Fragmente in den gefrästen Hohlraum eingepasst. Dabei stellt die Distraction die ursprüngliche Länge des Kahnbeins wieder her und stabilisiert sogleich durch Retraktionskräfte den eingebrachten Knochenspan. Noch verbleibender Frakturspalt wird mit Spongiosachips aufgefüllt.

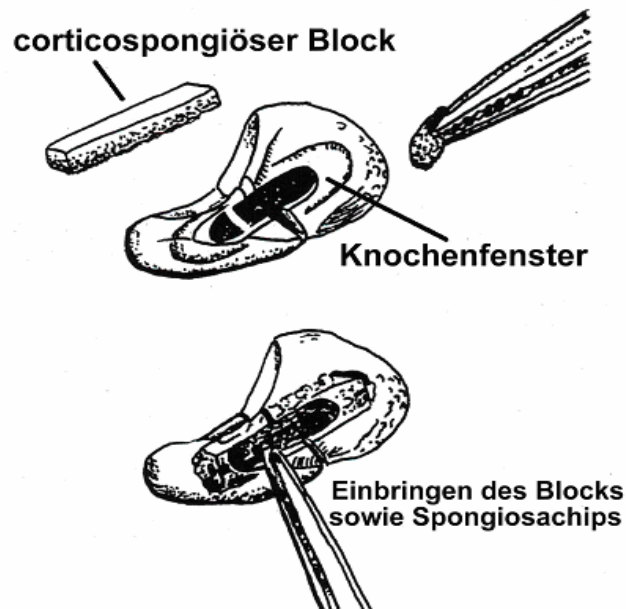


Abb. 23: Die Operation nach Matti-Russe: Nach Einfräsen eines Knochenfenster in das frakturierte Kahnbein wird dieses mit einem corticospongiösem Block sowie mehreren Spongiosachips, entnommen aus dem contralateralen Darmbeinkamm, aufgefüllt und stabilisiert.

Nach schichtweisem Wundverschluss mit Naht des Bandapparates erfolgt die Ruhigstellung im Gips für die Dauer von 8-12 Wochen unter Einschluss des Daumenendgelenks (Russe, 1960).

Die Indikationen definiert Russe (1954) folgendermaßen:

- Die Bruchenden des Kahnbeins müssen abgedeckelt sein, d.h. es muss eine vollständig ausgebildete Pseudarthrose vorliegen
- Es dürfen noch keine Anzeichen einer ausgeprägten Arthrose im Röntgenbild vorliegen
- Das ulnare bzw. proximale Fragment darf für eine Stabilisierung mittels Span und Spongiosa nicht zu klein sein.

Vor allem für die Behandlung von Pseudarthrosen im mittleren Drittel des Kahnbeins sowie bei vitalen kleineren proximalen oder distalen Fragmenten ist diese Operationsmethode zu empfehlen (Pechlaner et al., 1987b).

Als Kontraindikationen für das Durchführen einer Matti-Russe Plastik gelten ein kleines und avaskuläres proximales Fragment sowie schwere posttraumatische Veränderungen bei Vorliegen einer Pseudarthrose (Amadio et al., 1991).

Bei Anwendung der korrekten Operationstechnik und postoperativ sachgemäßer und ausreichend langer Immobilisationszeit können Heilungsquoten von 80% - 90% erzielt werden. Bei fehlender präoperativer Arthrose und postoperativ knöchernem Durchbau ist die Hand bei voller Kraft wieder frei beweglich und auch für schwere Arbeiten voll einsatzfähig (Russe, 1954).

Gröner und Zellner (1995) dokumentieren 85% Ausheilungsrate bei 60 Patienten, die sieben Jahre nach erfolgter Operation nachuntersucht wurden.

Dabei ist der knöcherne Durchbau unabhängig vom Alter der Patienten, korreliert jedoch negativ mit dem Alter der Pseudarthrose (Pechlaner et al., 1987a).

Eine Modifizierung der Matti-Russe Plastik, die Russe im Jahre 1980 angab, wurde erstmals von Green (1985) veröffentlicht (Russe, 1980). Die Neuerung besteht darin, dass zwei corticospongiöse Knochenspäne in das zuvor entkalkerte und gesäuberte Kahnbein eingebracht werden. Dabei werden die spongiösen Seiten aneinandergelegt, so dass diese mittig, umgeben von der Corticalis der Knochenspäne im Kahnbein platziert sind. Die Höhle wird zusätzlich mit Spongiosachips ausgefüllt.

Diese Methode ist vor allem indiziert bei zunächst konservativ versorgten und dennoch verzögert oder nicht heilenden Frakturen. Selbst bei nach palmar abgewinkelten Knochenfragmenten ist die Methode erfolgsversprechend. Weniger gute Ergebnisse hingegen finden sich bei DISI-Deformität, bei bereits bestehenden arthrotischen Veränderungen der Fragmente und des Handgelenks, sowie bei totaler Avaskularität des proximalen Fragments.

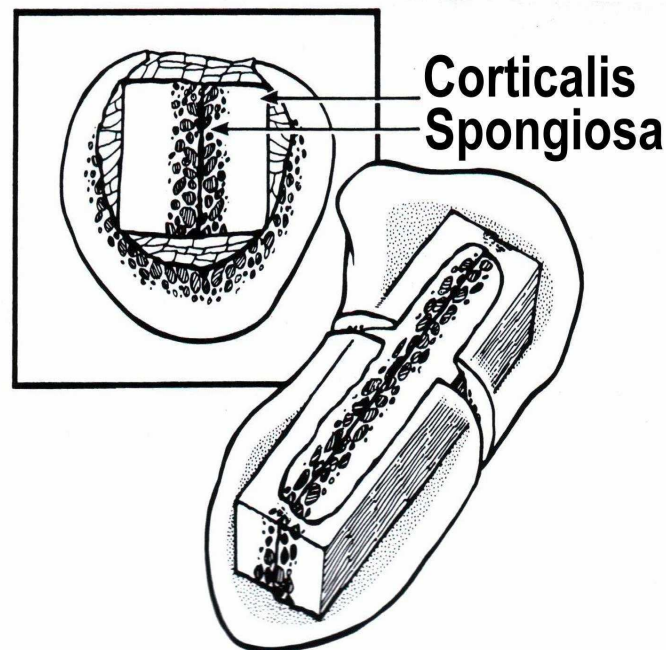


Abb. 24: Bei der modifizierten Methode nach Russe werden zwei corticospongiöse Knochenspäne aus dem Beckenkamm in die entkalkerte Kahnbeinhöhle eingebracht. Indiziert ist diese Methode für alle Pseudarthrosen und verzögerte Heilungen des Kahnbeins, sofern der Bandapparat noch intakt ist (aus Green 1985).

1.5.1.2.3. DIE SPONGIOSAPLASTIK NACH MATTI-RUSSE IN KOMBINATION MIT KIRSCHNER-DRÄHTEN UND HERBERT-SCHRAUBE

Die Kombination beider Methoden nutzt einerseits den defektüberbrückenden und kallusinduzierenden Effekt der Spongiosaplastik und andererseits die temporäre oder dauernde Stabilisierung durch Draht oder Schraube. Einsatzgebiet ist die Kahnbeinfraktur mit Trümmerzone, die verzögerte Knochenheilung und die manifeste Pseudarthrose.

Herbert und Fisher (1984) empfehlen diese Operationsmethode nachdrücklich bei der Behandlung von Pseudarthrosen. Andere Autoren stellen die Indikation zur zusätzlichen inneren Fixierung mit Herbert-Schraube nur bei dislozierten, instabilen Pseudarthrosen (Cooney et al., 1988).

Bei kleinem proximalem Fragment welches zu klein ist, um eine Matti-Russe-Plastik durchführen zu können, aber auch zu groß, um es zu exstirpieren, ist eine mit Spongiosachips und Herbert-Schraube durchgeführte Stabilisierung auch bei fehlender Durchbauung so gut wie eine Prothese des proximalen Pols (Lohmann und Buck-Gramcko, 1987). Voraussetzung hierbei ist eine fest sitzende Schraube die nicht auslockert.

In der Literatur wird immer wieder auf die Notwendigkeit der Überbrückung des palmaren Knochendefekts auch bei frischen Frakturen eingegangen. Nur mit einem zusätzlich von palmar eingebrachten corticospongiösen Knochenspan ist es möglich, die „humpback deformity“ zu vermeiden (Nakamura et al., 1991).

Unter temporärer intraoperativer Fixierung mit einem Kirschner-Draht und anschließender endgültiger Fixierung mit einer Herbert-Schraube ist auch eine Beseitigung der DISI - Deformität möglich (Nakamura et al, 1987).

Um die DISI - Fehlstellung zu beseitigen, wird von palmar ein Kirschner-Draht als „joy-stick“ in das nach dorsal flektierte Mondbein eingebracht und dieses damit gegensinnig nach palmar flektiert. Nach Vorbereiten eines entsprechenden Transplantatbettes im Frakturspalt des Scaphoids wird von

palmar ein keilförmiger Knochenspan eingetrieben, der die gewinkelte Dislokation zwischen beiden Fragmenten beseitigt. Er wird mit einer Herbert-Schraube fixiert. Der Kirschner-Draht wird entfernt und die Hand für vier Wochen ruhiggestellt (Nakamura et al., 1987).

Das beschriebene Verfahren ist nach Osteotomie auch zur Korrektur der in Fehlstellung ausgeheilten Fraktur anwendbar (Nakamura et al. 1991).

Preisser und Partecke (2002) richten das Kahnbein durch Überstreckung des Handgelenks und Zug am distalen Pol auf.

Nach Schaffung eines rechtwinkligen Spanlagers mit planparalleler Osteotomiefläche wird ein corticospongiöser Beckenkammspan in den Defekt eingepasst. Dabei bildet die Corticalis des Beckenkammspans einen Abschluss mit der Kahnbeinvorderfläche des proximalen Fragments.

Zur mechanischen Stabilisierung wird das Kahnbein temporär mit einem Kirschner-Draht fixiert. Nach Herbert-Schrauben-Fixation wird für mindestens sechs Wochen ruhig gestellt.

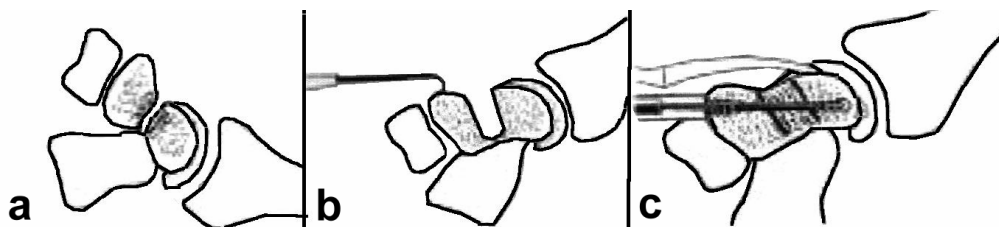


Abb. 25: Prinzip der Versorgung durch Herbert-Schraube und palmare Spanplastik (Preisser und Partecke 2002).

1.5.1.2.4. DIE OPERATION NACH MATTI-RUSSE II

Eine heutzutage veraltete und nicht mehr angewandte Methode stellt die Operation nach MATTI-RUSSE II dar. Der Vollständigkeit halber soll hier nochmals kurz auf die wesentlichen Punkte eingegangen werden.

Bei Pseudarthrosen mit kleinem proximalem avitalem Fragment empfiehlt Russe den Ersatz des proximalen Fragments durch ein Transplantat aus der Spina iliaca anterior superior derselben Körperseite. Die Indikation für diese Methode kann allerdings erst intraoperativ nach Inspektion des proximalen Fragments gestellt werden.

Das Freilegen des Scaphoids erfolgt in der schon bei MATTI-RUSSE I beschriebenen Weise. Der proximale Pol des Kahnbeins wird entfernt, das verbleibende distale Fragment wird zylinderförmig ausgehöhlt. Die Spitze des vorderen oberen Darmbeinstachels wird entnommen und aus ihr ein Knochenpilz geformt mit einer Haube und einem Stiel. Der Pilz sollte dabei in Größe und Form dem exstirpierten Fragment entsprechen und über eine feste Corticalis verfügen. Mit seinem Stiel wird der Knochenpilz in das distale ausgehöhlte Fragment fest eingebolzt und hier eventuell durch einen zusätzlichen Keil stabilisiert. Beim anschließenden Wundverschluss ist eine besonders sorgfältige Vernähung der palmaren Bänder erforderlich, da die Exstirpation des proximalen Pols auch mit einer Entfernung der Bandverbindung zum Mondbein einhergeht. Russe (1976) empfiehlt eine anschließende Ruhigstellung für vier bis sechs Monate.

Nachteile bzw. Komplikationen dieses Verfahrens sind:

- Durch die Exstirpation des proximalen Fragments kommt es zu einer Schwächung des Bandapparates, da die ligamentäre Verbindung zwischen Mondbein und Kahnbein nicht mehr besteht.
- Ist das zu transplantierende Knochenstück unpassend geformt oder bleibt die knöcherne Heilung aus, ist mit der Entstehung einer Handgelenksarthrose zu rechnen.

- Die zur Heilung notwendige lange postoperative Immobilisierung von vier bis sechs Monaten kann zur Versteifung des Handgelenks führen (Pechlaner, 1989).

Eine bis zu drei Jahre postoperativ nachweisbare fleckige Struktur des Transplantates ist hingegen ohne pathologische Bedeutung (Pechlaner und Beck, 1990).

Pechlaner (1989) konnte bei einer Nachuntersuchung von 18 Fällen bei denen dieses Verfahren angewandt wurde eine knöcherne Durchbauung bei 83,3% nachweisen. Allerdings sind oft Jahre vergangen bis das Knochentransplantat revaskularisiert und eingebaut wurde.

1.5.1.3. Gefäßgestielte Knochenspäne aus dem Radius

Eine sehr effektive und operationstechnisch elegante Methode stellt die Verwendung eines gefäßgestielten Knochenspans aus dem distalen Radius dar.

Anatomie:

Die Grundzüge der vaskulären Anatomie am Handgelenk sind bereits im 19. Jahrhundert beschrieben worden.

Die Bedeutung der A. carpi transversa palmare für die Kahnbeinchirurgie und die Möglichkeit der Vaskularisation des Kahnbeins durch sie mittels gefäßgestieltem Knochenspan aus dem Radius wurden 1987 von Kuhlmann und 1995 von Mathoulin und Haerle beschrieben.

Der Arterienbogen des beugeseitigen Handgelenks (A. carpi transversa palmare) wird aus drei Seitenästen gebildet: Ein radialer Ast, ein ulnarer Ast (Rami carpales palmare der A. radialis und A. ulnaris), sowie ein dritter Ast, welcher der A. interossea entspringt. Diese 3 Äste anastomosieren auf Höhe des distalen Radioulnargelenkes.

Entlang des radialen Astes über dem beugeseitigen Radius befinden sich viele kleine perforierende Seitenäste, welche die Corticalis versorgen.

Die Entnahme eines Spans an dieser Stelle, im Bereich des Radioulnargelenks, aber mit einem Sicherheitsabstand zu den Gelenkflächen (Radioulnargelenk, Radiocarpalgelenk), erweist sich somit als am günstigsten.

Dieser wird am radialen Ast der A. carpi transversa gestielt.

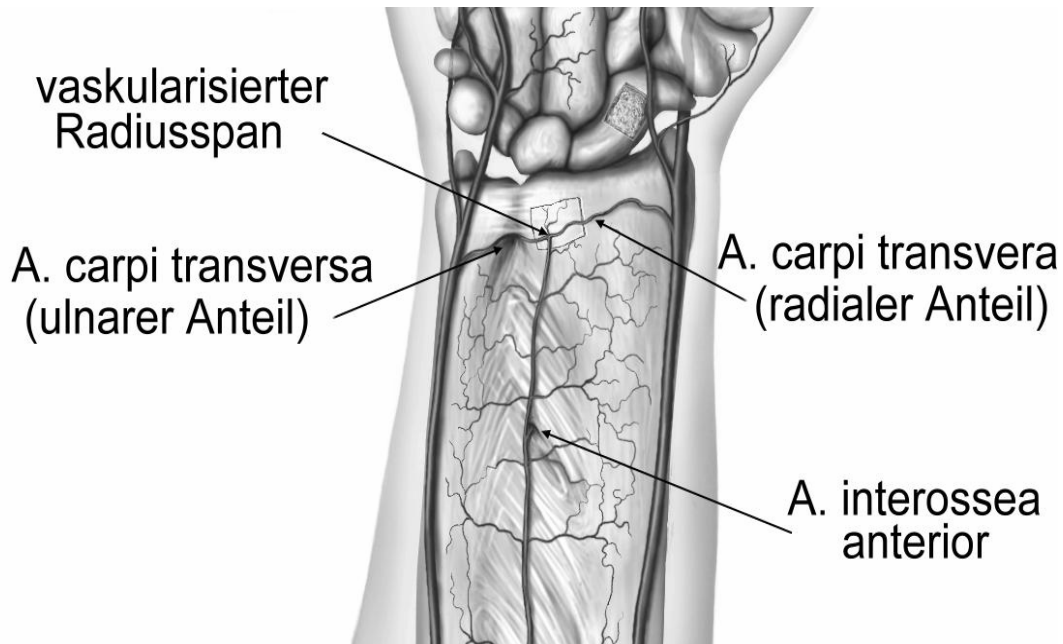


Abb. 26: Darstellung der Gefäßanatomie des Handgelenks von palmar.

Operationstechnik:

Folgende Operationstechnik wird an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen angewandt:

Der Eingriff wird in Armplexusanästhesie und unter Blutleere durchgeführt. Der Zugang erfolgt beugeseitig zum Kahnbein über das Sehnenbett des M. flexor carpi radialis.

Nach Aufsuchen des M. flexor carpi radialis und des Ursprungs der A. carpi transversa (ACT) an der A. radialis, werden die Flexoren durch leichte Armbeugung angehoben um eine gute Aufsicht auf den beugeseitigen Radius zu verschaffen. Es folgt die retrograde Präparation der ACT entlang ihres Verlaufs am distalen Ansatz des M. pronator quadratus bis zur A. radialis. Im Verlauf wird das Gefäß subperiostal präpariert. Der gestielte Span wird aus dem distalen palmaren Radius mittels Meißel gewonnen, wobei auf den Erhalt der radiocarpalen und radioulnaren Gelenkflächen zu achten ist. Der radiale Anteil des Stiels haftet am Periost.

In üblicher Weise wird die Pseudarthrose des Kahnbeins dargestellt. Nach Auffrischen der Knochenenden wird der Knochenspan mit Gefäßstiel in den

Pseudarthrosenspalt eingeschwenkt und geformt, bis eine gute Passform erreicht wird. Die Fixierung des Spans erfolgt meistens mittels Kirschner-Drähten. Selten wird eine Herbert-Schrauben Osteosynthese bevorzugt.

Schmidt (2004) empfiehlt die Auffüllung der Pseudarthrosezone mit rein spongösem Knochenmaterial aus dem Becken, sowie die Stabilisierung des Kahnbeins mit Kirschner-Drähten. Empfehlenswert ist die Fixierung des Radiusspans mit einem zusätzlichen dünnen Kirschner-Draht.

Diese Vorgehensweise verdeutlicht, dass bei dieser Methode die Ausheilung in erster Linie durch die Verbesserung der lokalen Durchblutungssituation erreicht werden soll und nicht durch eine stabile Kompressionsverschraubung.

Zum Abschluss erfolgt der Gelenkverschluss in üblicher Weise, jedoch ohne Obstruktion des Gefäßstiels.

Postoperativ wird die Hand bis zum Durchbau, im Schnitt etwa 6-12 Wochen, im Unterarmkahnbeingips ruhig gestellt. Der Kirschner-Draht wird nach 6 Wochen entfernt.

Die Methode des vaskularisierten Radiusspans nimmt bei uns den Stellenwert der sog. „Rettungsmethode“ ein, d.h. sie kommt dann zur Anwendung, wenn andere Methoden bereits erfolglos angewandt wurden, bzw. präoperativ bereits mit einer schlechten Ausheilung, bedingt durch mangelnde Durchblutung, zu rechnen ist:

INDIKATIONEN FÜR VASKULARISIERTEN RADIUSSPAN
Schlechte Durchbauung
Rezidivpseudarthrosen
Pseudarthrosen im proximalen Drittel, bzw. kleines proximales Fragment
Röntgenologisch bzw. NMR-tomographische Zeichen der gestörten Knochendurchblutung

Tab. 2: Indikationen für die Verwendung eines vaskularisierten Radiusspans.

Vorteile dieses Verfahrens sind:

- Konventioneller beugeseitiger Zugang der nur um wenige Zentimeter erweitert werden muss
- Schonung der dorsalen Strukturen und somit der Blutzufuhr des Kahnbeins

(Haerle et al., 2002)

Ein unwesentlicher Nachteil ist, im Vergleich zu häufiger angewandten Methoden wie der Herbert-Schrauben-Osteosynthese, die aufwendigere Operationstechnik.

Die Ausheilungsrate für diese Methode beträgt bei Haerle et al. (persönliche Mitteilung) 89%, bei einer Patientenzahl von 94. Die durchschnittliche Ruhigstellungszeit liegt bei 8 Wochen.

Wie sich diese Operationsmethode langfristig auf die Kahnbeinpseudarthrose bzw. das Handgelenk auswirkt, muss in weiteren Studien beobachtet werden.

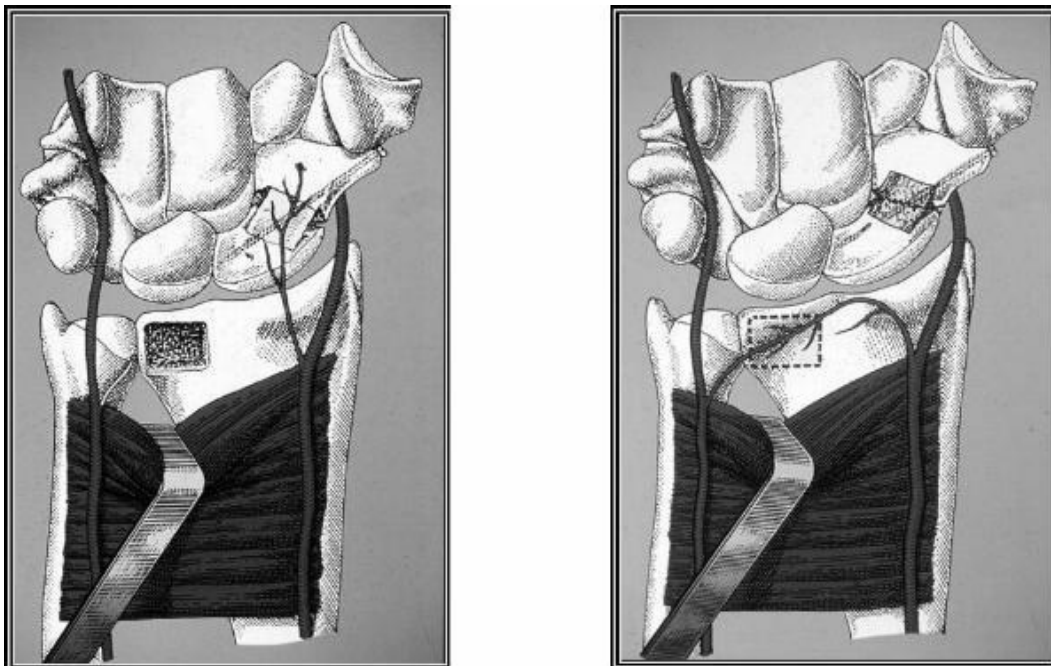


Abb. 27: Schematische Darstellung der Hebung eines gefäßgestielten Knochenspanns aus dem beugeseitigen Radius.

1.5.1.4. Frei verpflanzter Knochenspan mit mikrovaskulärem Anschluss

Das sicher aufwendigste Verfahren zur Spaninterposition stellt die freie mikrovaskuläre Transplantation eines Beckenkammspans dar.

Beschrieben wird die nach Pechlaner und Mitarbeiter modifizierte Methode (Pechlaner et al., 1987).

Voraussetzung für diesen Eingriff sind ein gut durchblutetes distales Kahnbeinfragment, fehlende Arthrose sowie gut erhaltener Gelenkknorpel.

Zunächst wird aus dem ventralen Beckenkamm mit Hilfe der oszillierenden Säge ein corticospongioser Block mit dem Gefäßstiel aus der Arterie und Vene des R. ascendens der Vasa circumflexa ilium profunda entnommen. Das Knochenstück bleibt vorerst am Gefäßstiel hängen.

Gleichzeitig wird das Kahnbein von palmar freigelegt und ein Bett für den Span geformt. Dann wird der Knochenspan zugerichtet und erst jetzt, wenn seine Durchblutung noch intakt ist, der Gefäßstiel abgetrennt.

Mit Hilfe von 1-2 Drähten wird der Span in der Kahnbeinmulde fixiert, eventuell verbliebene Hohlräume werden mit Spongiosachips ausgefüllt.

Danach wird der arterielle Stiel End-zu-Seit mit der A. radialis vereinigt, der venöse Stiel End-zu-End mit einer Hautvene.

Nach Wundverschluss erfolgt die Ruhigstellung in einem Kahnbeingipsverband mit palmarem Fenster, um dopplersonographisch die Durchgängigkeit der Gefäße überwachen zu können. Die durchschnittliche Ruhigstellungsdauer beträgt 8 Wochen.

Als Komplikationsmöglichkeiten werden Beugebehinderung bei proximal über das ursprüngliche Niveau hinausragendem Transplantat, sowie unkontrollierte Knochenneubildung mit daraus resultierenden subjektiven Beschwerden und funktionelle Behinderung bei zu reichlich belassenem Transplantat beschrieben. Trotz sehr guter Ergebnisse bezüglich der knöchernen Konsolidierung und der Funktion weisen Pechlaner et al. (1987) ausdrücklich darauf hin, dass diese Methode nur in speziellen Fällen Anwendung finden sollte. Dazu zählen schlechte Durchblutungsverhältnisse, kleines Polfragment sowie länger bestehende Pseudarthrose.

1.5.2. Operationstechniken / palliative Eingriffe

1.5.2.1. Denervierung des Handgelenks nach Wilhelm

Dieses Verfahren der gezielten Schmerzausschaltung ist vor allem bei der Behandlung von schmerzhaften Arthrosen der Handwurzel nach Kahnbeinfrakturen bzw. -pseudarthrosen indiziert, aber z.B. auch bei Radiusfrakturen. Die Methode der Handgelenksdenervation wurde erstmals von Wilhelm (1966) vorgestellt. Sie stellt auch heute noch eine häufig angewandte palliative Therapieform dar. Neben der Beseitigung oder Linderung der Schmerzsymptomatik des Patienten kann die Handgelenksfunktion erhalten bleiben. Bei dieser Methode werden weder Oberflächen- bzw. Tiefensensibilität noch Motorik in irgendeiner Weise beeinträchtigt. Weitere Vorteile dieser Methode liegen darin, dass nach der Denervierungsoperation, falls es notwendig erscheint, weitere Eingriffe durchgeführt werden können, und der relativ kleine Eingriff mit allen anderen Verfahren sinnvoll kombiniert werden kann.

Um eine Abschätzung über den voraussichtlichen Erfolg der Operation zu erhalten, kann vor der eigentlichen Operation zunächst eine Testung mit einem Lokalanästhetikum durchgeführt werden. Heutzutage wird jedoch häufig auf eine Testausschaltung verzichtet. An genau definierten Punkten wird eine Ausschaltung der später operativ zu durchtrennenden Nervenäste vorgenommen. Das hierdurch erzielte Resultat kann auf das postoperative Ergebnis hinweisen.

Daraufhin erfolgt der eigentliche Eingriff, wobei Wilhelm (1972) grundsätzlich empfiehlt, die nachfolgenden Nervenbahnen zu neurotomieren:

- 1) Nervus interosseus posterior
- 2) Ramus articularis spatii interossei I/II
- 3) Ramus articularis nervi cutaneus antebrachii radialis

- 4) Ramii articulares nervi radialis (Ramus superficialis)
- 5) Nervus interosseus palmaris
- 6) Ramus palmaris nervi mediani
- 7/8) Ramii perforantes nervi ulnaris
- 9) Ramus dorsalis manus nervi ulnaris
- 10) Nervus cutaneus antebrachii posterior

Handelt es sich um ein besonders ausgedehntes Schmerzfeld, so können ergänzend der Ramus articularis spatii interosseus I, die Rami perforantes nervi ulnaris, die Gelenkäste des Ramus dorsalis manus nervi ulnaris sowie der Nervus cutaneus antebrachii dorsalis neurotomiert werden.

Es ist darauf zu achten, dass der Nervus interosseus dorsalis und der Ramus articularis spatii interosseus I anatomisch exakt präpariert werden. Für die Durchtrennung der übrigen Nervenbahnen genügt die blinde Weichteildurchtrennung bzw. das Ablösen der Subcutis von der Faszie.

Postoperativ wird eine Unterarmgipsschiene bis zur Wundheilung angelegt.

In der Literatur wird durchweg von guten Ergebnissen nach Denervierungsoperationen berichtet: Helmke et al. (1977) sprechen von einer Erfolgsquote von 80%.

Die Befürchtung, dass durch Analgesie der Knorpel im Laufe der Zeit überdehnt und unphysiologisch belastet werden könnte, und daher die arthrotischen Veränderungen rascher fortschreiten, konnten weder von Reill (1978) noch von Stegemann et al. (1980) bestätigt werden.

1.5.2.2. Mediocarpale Handgelenksteilarthrodese

Diese Methode findet Anwendung im Stadium II eines SNAC-WRIST. In diesem Stadium ist die Arthrose im Radiocarpalgelenk bereits so weit fortgeschritten, dass rekonstruktive Maßnahmen keinen Erfolg mehr versprechen (Zur Einteilung SNAC-WRIST—SLAC-WRIST siehe Kapitel 1.4).

Der Zugangsweg erfolgt von dorsal. Nach Eröffnung des Handgelenks durch eine Quer- oder Längsinzision, werden die proximale und die distale Handwurzelreihe dargestellt. Nach vollständiger Resektion des Kahnbeins wird das Mondbein aufgerichtet und die DISI-Fehlstellung beseitigt. Die mediocarpalen Gelenkflächen zwischen Capitatum und Lunatum sowie zwischen Triquetrum und Hamatum werden entknorpelt. Unter Zuhilfenahme eines dünnen Kirschnerdrahtes wird das Mondbein in der korrigierten Lage mit dem Kopfbein fusioniert. Zwischen die entknorpelten Gelenkflächen werden Spongiosachips eingebracht und die Fixierung der Knochen durch 3-5 Kirschner-Drähte so durchgeführt, dass Hamatum, Triquetrum, Lunatum und Caputatum fixiert werden, wobei das Radiocarpalgelenk auf jeden Fall frei bleiben muss.

Postoperativ wird ein Unterarmgips für sechs Wochen angelegt. Danach erfolgt die Entfernung der Kirschner-Drähte.

1.5.2.3. Resektion der proximalen Handwurzelreihe

Bei dieser Methode wird die Exstirpation von Os scaphoideum, Os lunatum sowie Os triquetrum mit einer Styloidektomie des Radius kombiniert. Erstmals schlug Stamm (1944) die Carpektomie der proximalen Handwurzelreihe vor. Er wies darauf hin, dass durch die Exstirpation der proximalen Reihe das komplexe Gelenk durch ein einfaches Kugelgelenk ersetzt wird, wobei ein gewisser Verlust der Beweglichkeit unausweichlich ist. Crabbe (1964) bestätigte dies durch die Veröffentlichung der Ergebnisse von 15 Patienten, bei denen die proximale Handwurzelreihe entfernt worden war. Vor allem die Beweglichkeit

bei Flexion und Extension waren bei erheblicher Linderung der Schmerzen etwas eingeschränkt.

Primäres Ziel dieses Eingriffes ist somit die Schmerzlinderung bzw. Schmerzfreiheit des Patienten. Zudem soll ein dauerhafter, stabiler Zustand ohne Arthrodese erreicht werden.

Indikationen für die Carpektomie sind:

- Scapholunäre Dissoziation (SLAC-wrist; „scapholunate advanced collapse“)
- Sog. “scapholunate non-union advanced collapse” (SNAC-wrist)
- Gefügestörungen der proximalen Handwurzelknochen
- Avaskuläre Nekrose des Kahnbeins oder des Mondbeins

Grundsätzlich erfolgt der Zugangsweg über eine dorsale transversale oder s-förmig longitudinale Hautinzision.

Nach Identifizierung des N. radialis wird dieser geschont. Danach erfolgt die Durchtrennung des Retinaculum extensorum für den Zugang zu den zu entfernenden Knochen. Nach Entfernung des os lunatum, os triquetrum, os scaphoideum sowie der Spitze des radialen Styloids bettet sich das os capitatum in die nun freie radiolunäre Gelenkfläche ein. Dabei kommuniziert der proximale Kopfbeinpol mit der Gelenkfläche.

Anschließend erfolgt eine Immobilisation im Unterarmgips für etwa 3-6 Wochen. Die Methode ist jedoch nur für solche Fälle geeignet, bei denen sich keine oder nur mäßig degenerative Veränderungen im radiocarpalen Gelenk entwickelt haben (Crabbe, 1964, Joergensen, 1969). Aufgrund der oben beschriebenen Gelenkbildung zwischen proximalem Kopfbeinpol und Radius darf das Kopfbein ebenfalls nicht arthrotisch verändert sein.

1.5.2.4. Radiocarpale Handgelenksarthrodese

Als letztes Mittel der Wahl steht zur operativen Behandlung der schmerzhaften Arthrose des Handgelenks mit erheblicher Bewegungseinschränkung nach erfolglos therapierter Kahnbeinpseudarthrose die Versteifung des Handgelenks zur Verfügung.

Diese Operationsmethode wird dann angewandt, wenn eine Arthrose des Handgelenks vom Typ IV nach Kruft und Reill (1992) vorliegt.

Dabei wird die Plattenosteosynthese mit einem corticospongiösen Darmbeinspan und Spongiosachips kombiniert.

OPERATIONSTECHNIK

Nach dorsaler Eröffnung des Handgelenks unter Schonung der Extensorensehnen, speziell die des Extensor pollicis longus, werden das Radiocarpal- sowie die intercarpalen Gelenke entknorpelt. Danach erfolgt die Entnahme von reichlich Spongiosa aus dem Os ileum, die zur Auffüllung des entstandenen Defekts dient. Ein Spanbett wird ausgehöhlt, das sich vom distalen Radiusende über das Os scaphoideum und Os lunatum bis zum Os capitatum erstreckt. Nach Entnahme eines corticospongiösen Spans wird dieser in das vorbereitete Spanbett eingefalzt. Jetzt kann die 8-, 10- oder 12-Loch-DC-Platte über dem eingebrachten Span angepasst und montiert werden. Die Arthrodese erfolgt in leichter Dorsalextension von 10°-20°, wobei der zweite oder der dritte Mittelhandknochen die Verlängerung der Radiusschaftachse bilden soll.

Das Anlegen einer Unterarmgipsschiene erübrigt sich.

Relative Kontraindikationen für diesen Eingriff sind:

- Vorliegen einer Osteoporose, da die Schrauben in diesem Fall keinen festen Halt haben
- Atrophischen Weichteilen
- Zarten Knochen (juvenile Arthritis, weibliche Patienten)

(Segmüller, 1975)

1.5.2.5. Intercarpale Handgelenksteilarthrodese

Ebenso wie die radiocarpale Handgelenksarthrodese soll auch die intercarpale Handgelenksteilarthrodese ein stabiles und schmerzfreies Handgelenk schaffen. Allerdings soll eine eingeschränkte Beweglichkeit erhalten bleiben.

Je nach Lokalisation der arthrotischen Veränderungen kann eine begrenzte Arthrodese zwischen den Carpalia vorgenommen werden. Die erste Publikation über die Arthrodese des Os scaphoideum mit dem Os trapezium und dem Os trapezoideum (*STT-Arthrodese*) zur Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose lieferte Sutro (1946). Das Ziel dieser „triscaphoid arthrodesis“, wie sie auch genannt wird, besteht darin, ein kongruentes Verhältnis zwischen Os scaphoideum und Os capitatum zu schaffen, in dem das distale Fragment des Os scaphoideum mit dem Os trapezium und dem Os trapezoideum verankert wird.

Zahlreiche nachfolgende Veröffentlichungen zeigen jedoch, dass dieses Verfahren für die Therapie der Kahnbeinpseudarthrose ungeeignet ist und sich durchaus bessere Methoden etabliert haben (Watson, 1980, Watson und Vender, 1988, Fortin und Louis, 1993).

Aus guter Erfahrung befürwortet Helfet (1952) dagegen die Methode, bei der beide Kahnbeinfragmente mit dem Os capitatum verbunden werden. Dieses Verfahren ist allerdings nur dann indiziert, wenn sich noch keine degenerativen Veränderungen im radiocarpalen Gelenkspalt manifestiert haben.

1.5.2.6. Styloidektomie am Radius

Erstmals stellten Barnard und Stubbins (1948) dieses Operationsverfahren vor. Sie führen Beschwerden und arthrotische Veränderungen bei lang bestehenden Pseudarthrosen auf zunehmende Zug- und Spannkraften zurück, die überwiegend auf das am Styloid inserierende Ligamentum collaterale radiale wirken. Als weitere Ursache sehen sie das abnorme Bewegungsverhalten des distalen Fragments gegen den Processus styloideus, welches sich im Falle einer Fraktur oder Pseudarthrose eher mit der distalen Karpalreihe bewegt als mit der proximalen. Die Abmeißelung des Styloids soll hier Abhilfe schaffen.

Ihre Operationstechnik lässt sich in Kürze folgendermaßen beschreiben:

Unter Schonung der Gefäße und Nerven wird dorsal in der Tabatière direkt über dem Styloid ein Schnitt gesetzt. Nach Eröffnen der Gelenkkapsel, welche in diesem Bereich vor allem aus dem Ligamentum collaterale radiale besteht, wird das Styloid von den Weichteilen und dem Periost befreit und anschließend mit Hilfe des Osteotoms entfernt. Danach erfolgt der schichtweise Wundverschluss, wobei das Ligamentum collaterale radiale über die offene Knochenfläche am Radius vernäht wird. Abschließend wird ein Gipsverband angelegt.

Argumente für dieses Verfahren sind nach Barnard und Stubbins (1948):

- Durch Entfernen des Styloids wird das Os scaphoideum gleich freigelegt, und man erhält einen guten Einblick in das Operationsfeld.
- Durch Entfernen des Styloids entfällt die Hebelwirkung, wodurch die mechanische Ruhe im Fraktur- bzw. Pseudarthrosenspalt erhöht wird.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Sekundärarthrose entsteht, kann dadurch gesenkt werden.

Spätere Untersuchungen zeigten, dass dieses Verfahren im Vergleich zu den heute zur Verfügung stehenden operativen Möglichkeiten keinerlei Vorteile bietet, sondern sich langfristig eher nachteilig auf die Handgelenksbeweglichkeit

auswirkt, so dass das Verfahren der Styloidektomie heute nicht mehr angewandt wird.

Gründe die gegen diese Verfahren sprechen :

- Postoperativ können sich die arthrotischen Veränderungen eher verschlimmern (Vossmann 1983, Pechlaner et al., 1987a)
- Das Gefüge der Carpalia wird erheblich gestört, wodurch sich die Instabilität des Handgelenks zusätzlich verschlechtern kann (Nigst, 1982, Taleisnik, 1988, Watson und Vender, 1988).
- Durch Entfernen des Styloids wird das Anwenden anderer Verfahren wie z.B. das Einsetzen einer Prothese unmöglich (Taleisnik, 1988, Watson und Vender, 1988).

2. Material und Methoden

2.1. Das Patientengut

Diese Arbeit befasst sich mit den Kahnbeinpseudarthrosen und frischen Kahnbeinfrakturen die im Zeitraum März 1997 bis Dezember 2000 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, Klinik für Hand- Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie operativ behandelt wurden. Es handelt sich dabei um 116 Pseudarthrosen und 42 Frakturen. Frakturen sind dadurch definiert, dass zwischen Unfalltag und Tag der Diagnosestellung höchstens drei Monate vergangen sind. Übersteigt der Zeitraum drei Monate so wird die Verletzung als Pseudarthrose gewertet.

2.2. Auswertungskriterien

Der Auswertung liegt der im Anhang abgebildete Auswertungsbogen zugrunde. Mit seiner Hilfe erfolgte retrospektiv unter Wahrung des Datenschutzes durch fortlaufende anonyme Nummerierung die Auswertung der Patientenakten. An persönlichen Daten wurden Geburtsdatum, Geschlecht, Beruf, berufliche Belastung, Dauer der Arbeitsunfähigkeit sowie Art der beruflichen Wiedereingliederung erhoben.

Danach wurden die wichtigen prä-, intra-, und postoperativen Befunde aus den Patientenakten in einer eigens für alle erhobenen Werte und Informationen angefertigten, computergerechten Tabelle gesammelt. In diese wurden auch die Befunde bei der Nachuntersuchung der Patienten eingefügt.

Die Lokalisation des Pseudarthrose- bzw. Frakturspalts wurde nach der Klassifikation von Böhler (1954) (siehe Kap. 1.2.2.) vorgenommen.

Um bei der Nachuntersuchung eine annähernd genaue Aussage über die Ausheilung zu machen, wurden verschiedene Messungen und Befragungen durchgeführt.

Die Bewegungsfunktion der operierten Hand bzw. der betroffenen Seite wurde am Ellenbogen-, Hand-, und Daumengelenk nach der Neutral-Null-Methode bei allen zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten gemessen.

Zusätzlich wurden Handspanne und Umfangmaße von Oberarm, Unterarm, Handgelenk und Mittelhand gemessen.

Als Normwerte dienten die gemessenen Werte der gesunden Hand bzw. der gesunden Seite.

Bei einem Patienten welcher Kahnbeinfrakturen auf beiden Seiten aufwies und bei denjenigen Patienten, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung andere Verletzungen der Gegenseite aufwiesen, welche die Beweglichkeit der Hand oder des Armes beeinträchtigten, wurden die Standard-Normwerte zum Vergleich herangezogen.

Zusätzlich wurde die grobe Kraft der verletzten Hand mittels eines Jamar-Vigrometer ermittelt und diese ebenfalls mit der gesunden Seite verglichen.

Die Schmerzangabe erfolgte mittels einer visuellen Analogskala mit den Werten 0 bis 10, welche die Patienten selbst einstellten.

Schließlich erfolgte die Befragung der Patienten und Begutachtung der Hand auf Schwellung, Verfärbung, Reibung der Gelenke bei bestimmten Bewegungen, Wetterfühligkeit, Zustand der Narbe und Sensibilitätsstörungen.

Mit den vier Parametern: Schmerzen, Arbeitsfähigkeit, Beweglichkeit und Kraft wurde für jeden an der Nachuntersuchung teilgenommenen Patienten mit dem „Mayo Wrist Score“, einem Schema zur Beurteilung von Handwurzelverletzungen, erstellt von Cooney et al. (1987), ein Punktwert ermittelt, der Aussagen über die Funktionsfähigkeit der Hand macht. Dabei handelt es sich um ein Schema, das für jeden Parameter maximal 25 Punkte

vergibt. Aufgrund der Summe aller vergebenen Punkte erhält jeder Patient einer der 4 möglichen Noten: „schlecht“, „befriedigend“, „gut“ oder „sehr gut“.

Jeder nachuntersuchte Patient füllte ebenfalls einen DASH – Fragebogen (Disability of Arm, Shoulder, Hand) aus, ein „self-report“-Fragebogen, erstmals im deutschen Sprachraum durch Germann et al. (1999) vorgestellt und übersetzt, welcher die subjektive Wahrnehmung des Betroffenen in Bezug auf seinen derzeitigen Zustand erfasst. Entwickelt wurde dieser Fragebogen von der „American Academy of Orthopaedic surgeons“, dem Council der „Musculoskeletal Speciality Societies (MODEMS)“ und dem „Institute for Work and Health“.

Ebenfalls wurde den nicht an der Nachuntersuchung teilnehmenden Patienten ein DASH-Fragebogen zugeschickt, wovon wir einen kleinen Teil wieder ausgefüllt zurück erhielten und für die Auswertung verwenden konnten.

Mit Hilfe von Röntgenbildern, die im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung der Patienten angefertigt und für die Auswertung in dieser Arbeit herangezogen wurden, wurde die Beurteilung des Durchbauungszustandes des ehemaligen Frakturspalts vorgenommen, der scapholunäre Winkel jeder operierten Hand gemessen, sowie die Arthroseentwicklung beurteilt.

Dabei wurde von der operierten Hand jeweils ein Kahnbeinquantett und eine Nativaufnahme des Handgelenks in zwei Ebenen angefertigt. Zum Vergleich mit der gesunden Hand wurde von dieser nur eine Nativaufnahme in zwei Ebenen angefertigt.

Der Röntgenbefund wurde zusammen mit den weiteren Parametern Schmerz, subjektives Gesamturteil, grobe Kraft, Arbeit und Sport, klinischer Befund und Bewegung herangezogen um damit den Punktwert für das Bewertungsschema zur Beurteilung des Handgelenks nach Martini (1999) zu bestimmen.

Alle drei Bewertungsschemata haben zum Ziel, die Heilung bzw. die Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand anhand der Betrachtung aus

unterschiedlichen Perspektiven bzw. durch Erhebung verschiedener Parameter zu beurteilen.

Werden beim DASH-Bogen nur subjektive Empfindungen des Patienten aufgrund von vorgegebenen Fragen mit dazugehöriger Notenskala von 1 bis 5 beschrieben, so wird beim COONEY-Schema neben der subjektiven Empfindung auch die Beweglichkeit und die Kraft der operierten Hand, gemessen durch den Arzt, im Vergleich zur gesunden Hand bewertet.

Das MARTINI-Schema ist das einzige Schema unter den dreien, welches den Röntgenbefund der operierten Hand für die Bewertung berücksichtigt.

Alle drei Bewertungsschemata wurden sowohl für die Gesamtzahl der Patienten als auch gesondert für Pseudarthrose- und Frakturpatienten ausgewertet.

Die Auswertungsschemata befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

Zur Nachuntersuchung sind von insgesamt 158 Patienten 81 (51,3%) erschienen.

Davon wurden 62 Patienten an einer Pseudarthrose und 19 Patienten an einer Fraktur des Kahnbeins operiert.

Die Gründe für das Nichterscheinen der übrigen 77 Patienten waren vielfältig:

- Unbekannt verzogen
- Mangelndes Interesse
- Zu weiter Anfahrtsweg
- Trotz Terminabsprache nicht zur Nachuntersuchung erschienen

Definiert man den durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum als Zeit zwischen Erstoperation und Nachuntersuchungstermin so betrug dieser im Schnitt 806 Tage, bzw. 27 Monate.

3. Ergebnisse

3.1. Soziometrische Daten

3.1.1. Geschlechtsverteilung

Von den insgesamt 158 in diese Arbeit aufgenommenen Patienten waren:

- 140 (89%) männlich und
- 18 (11%) weiblich

3.1.2 Altersverteilung

- Die Gruppe der 20 – 29 jährigen ist mit 72 Patienten, dies entspricht 45% aller Patienten, am stärksten vertreten.
- 156 Patienten (97,5%) waren am Unfalltag jünger als 50 Jahre.
- Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt des Unfalls 11 Jahre, der älteste Patient 61 Jahre alt.
- Das Durchschnittsalter betrug 26 Jahre.

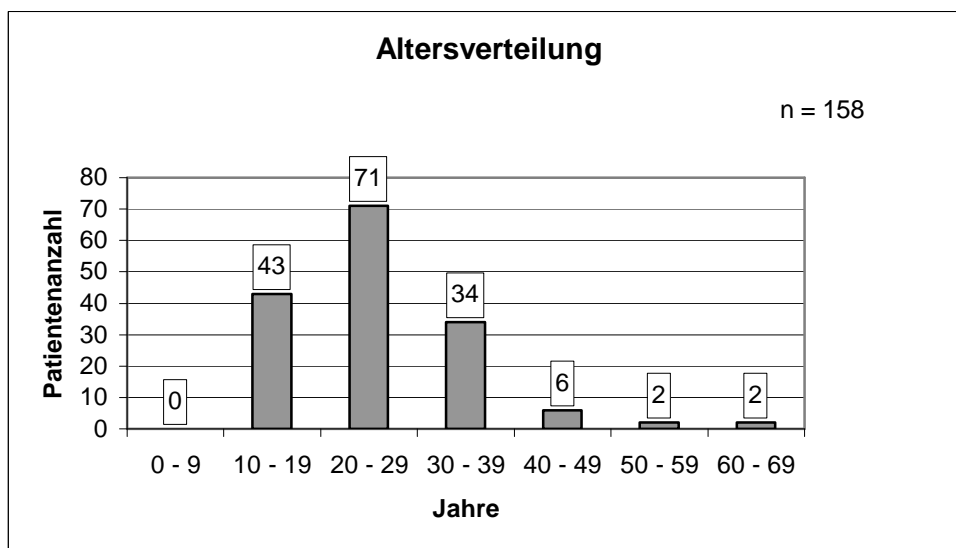


Abb. 28: Altersverteilung aller im Zeitraum 10. 03. 1997 – 19. 12. 2000 operierten Patienten.

3.1.3. Verteilung der beruflichen Belastung

Bei der beruflichen Belastung der Hand wurden drei Schweregrade unterschieden: Berufe mit leichter Belastung (z.B. Schreibtischtätigkeit), wobei Schüler und Studenten ebenfalls in diese Gruppe eingeordnet wurden, Berufe mit mittlerer Belastung (z.B. Tätigkeit eines Elektrikers oder der Hausfrau) und Berufe mit schwerer Belastung (z.B. Bauarbeiter oder Mechaniker). Patienten die zur Zeit des Unfalls arbeitslos waren, wurden in eine gesonderte Gruppe eingestuft.

Die berufliche Belastung konnte nur bei den 81 Patienten beurteilt werden, die zur Nachuntersuchung erschienen sind.

In diesem Kollektiv fanden sich:

- 33 (40,7%) Patienten mit leichter
- 23 (28,4%) Patienten mit mittlerer
- 23 (28,4%) Patienten mit schwerer beruflicher Belastung der Hand
- 2 (2,5%) Patienten waren arbeitslos

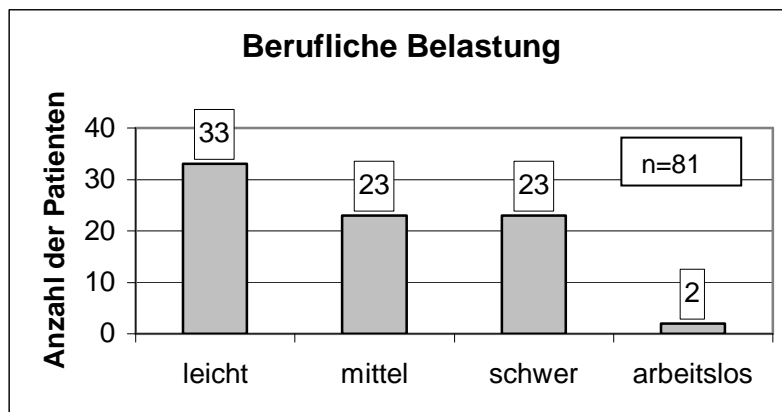


Abb. 29: Die Aufteilung zeigt, dass die Mehrzahl der 81 nachuntersuchten Patienten leichter beruflicher Belastung ausgesetzt waren.

3.2. Anamnese

3.2.1. Anzahl der Pseudarthrosen und Frakturen

Bei 116 Patienten (73,4%) wurde präoperativ die Diagnose Pseudarthrose des Kahnbeins gestellt.

42 Patienten (26,6%) wiesen eine Kahnbeinfraktur auf.

3.2.2. Seitenverteilung und Aufteilung zwischen Linkshändern und Rechtshändern in Bezug auf die betroffene Hand

Insgesamt waren es 86 Patienten (54,4%), deren rechtes Kahnbein betroffen war. Das linke Kahnbein war bei 71 Patienten (44,9%) frakturiert.

Lediglich ein Patient (0,6%) zog sich beidseits Kahnbeinfrakturen zu.

Von den Patienten, deren Händigkeit ermittelt werden konnte, sind 110 Rechtshänder und 9 Linkshänder.

Bei 41 Patienten ist die dominante Hand nicht bekannt. Dies beruht darauf, dass nicht alle Patienten zur Nachuntersuchung erschienen sind und dass in den Patientenakten keine Vermerke über die Händigkeit gemacht wurden.

In 71 Fällen (60,2%) war die dominante Hand auch die betroffene Hand; bei 47 Patienten (39,8%) entsprach die dominante Hand nicht der betroffenen Hand.

Der Patient mit Verletzungen beider Hände wurde nicht in dem folgenden Diagramm berücksichtigt, daher beträgt die Fallzahl 118 statt 119.

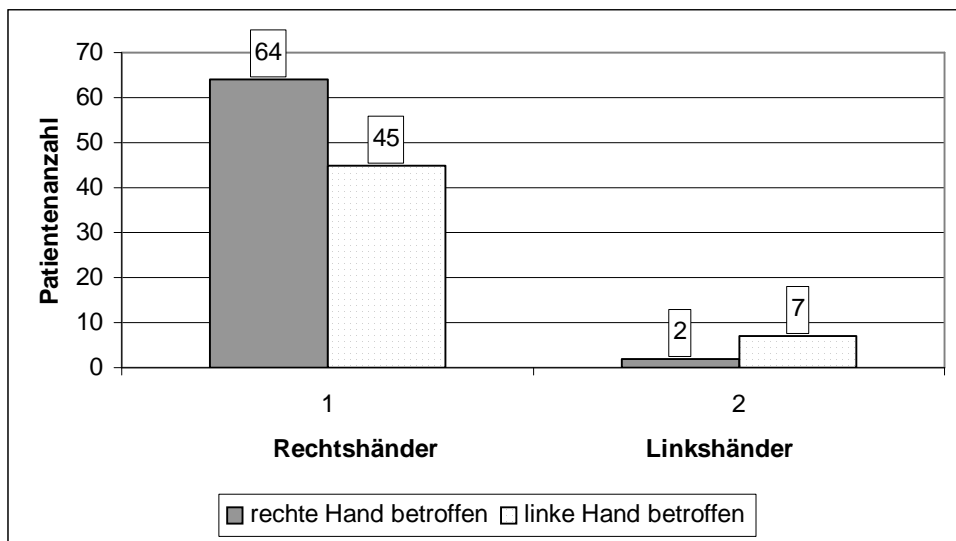


Abb. 30: Dominante Seite – betroffene Seite bei einer Fallzahl von 118.

3.2.3. Unfallursache

- Folge von Arbeitsunfällen waren 12 Brüche (8%).
- Folge von Sportunfällen 95 Brüche (60%).
- Folge von Verkehrsunfällen 18 Brüche (11%).
- Bei sonstigen Traumen zogen sich die Patienten 29 (18%) Brüche zu.
- In 4 Fällen (3%) konnten sich die Patienten nicht an das verursachende Geschehen erinnern

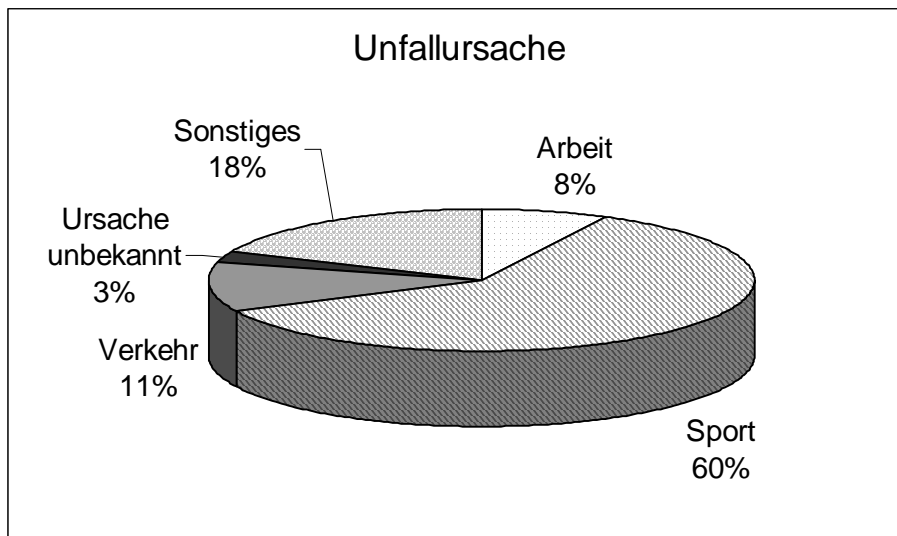


Abb. 31: Beim Sport zogen sich die meisten Patienten ihre Kahnbeinfraktur zu.

Betrachtet man die Kategorie „Sport“ genauer zogen sich von insgesamt 95 Patienten fast die Hälfte, nämlich 41 ihre Kahnbeinfraktur bei der am weitesten verbreiteten Sportart, dem Fußball zu. Die restliche Patientenanzahl verteilt sich in abnehmender Häufigkeit auf die Sportarten Inlineskaten, Snowboarden, Volleyball und Handball, Skifahren, Laufen und Tennis.

3.2.4. Lokalisation des Pseudarthrosen- und Frakturspalts

Die notwendige Information wurde aus Aktenvermerken oder aus präoperativen Röntgenbildern gewonnen, so dass es von allen 158 Patienten möglich war, die Lokalisation des Bruchspaltes zu ermitteln.

3. Ergebnisse

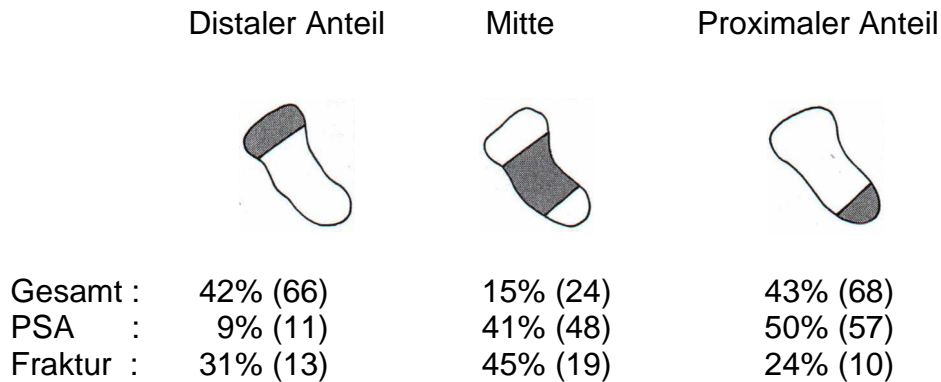


Abb. 32: Prozentuale Aufteilung der Frakturlokalisation nach Böhler (1954); Patientenzahl gesamt n=158, davon PSA-Patienten n=116 und Frakturpatienten n=42; Patientenzahl jeweils in Klammer. Der hohe PSA-Anteil in der Gruppe „proximaler Anteil“ macht die Dringlichkeit der operativen Sanierung von Frakturen in diesem Drittel deutlich.

In der Gruppe „Proximaler Anteil“ sind diejenigen Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment mit inbegriffen. Diese machen innerhalb der Gruppe mit einer Patientenzahl von 13 einen Anteil von 19% aus.

Der Anteil der Gruppe mit kleinem proximalem Fragment an allen in diesem Zeitraum bei uns operierten Patienten beträgt 8,2%.

3.2.5. Gleichseitige Begleitverletzung

In unserem Patientengut waren insgesamt 10 (6,3%) Kahnbeinfrakturen mit anderen Verletzungen der gleichseitigen Hand oder des Unter- und Oberarmes kombiniert.

Am häufigsten war dabei die Fraktur des distalen Radius mit sieben Fällen.

Zwei Patienten zogen sich bei einem schweren Verkehrsunfall zusätzlich jeweils einen Labrumriss der Schultergelenkspfanne und eine Clavikulafraktur zu.

Ein Patient erlitt zusätzlich eine Fraktur des Kopfbeins.

3.2.6. Zeitraum zwischen Unfalldatum und Erstoperation

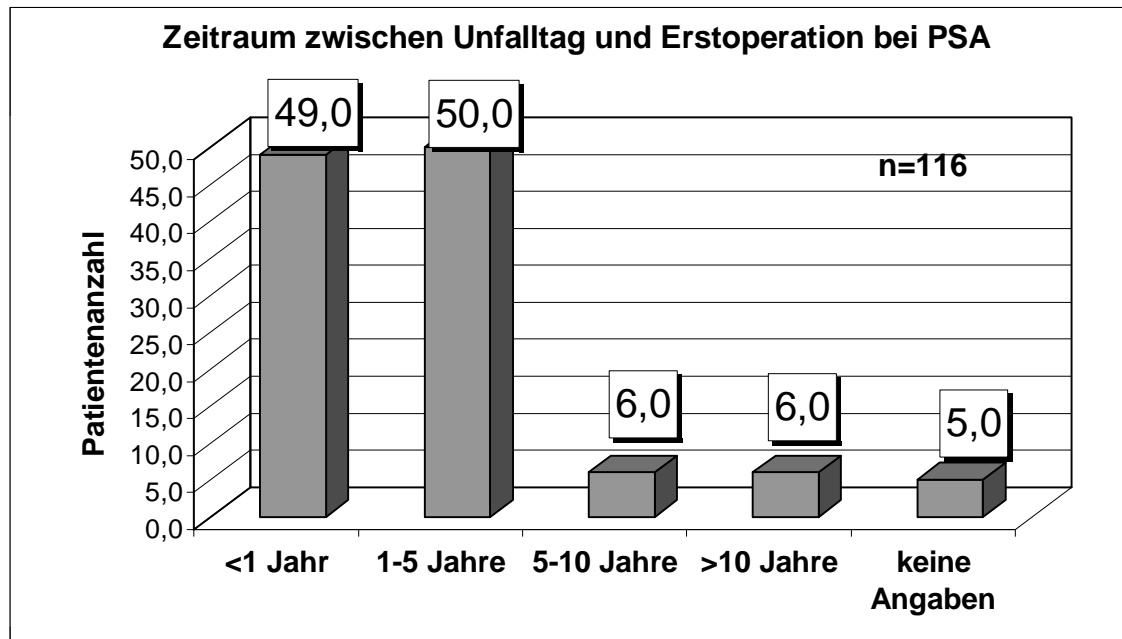


Abb. 33: Die Mehrzahl der PSA-Patienten ließen sich innerhalb der ersten fünf Jahre nach dem Trauma operieren.

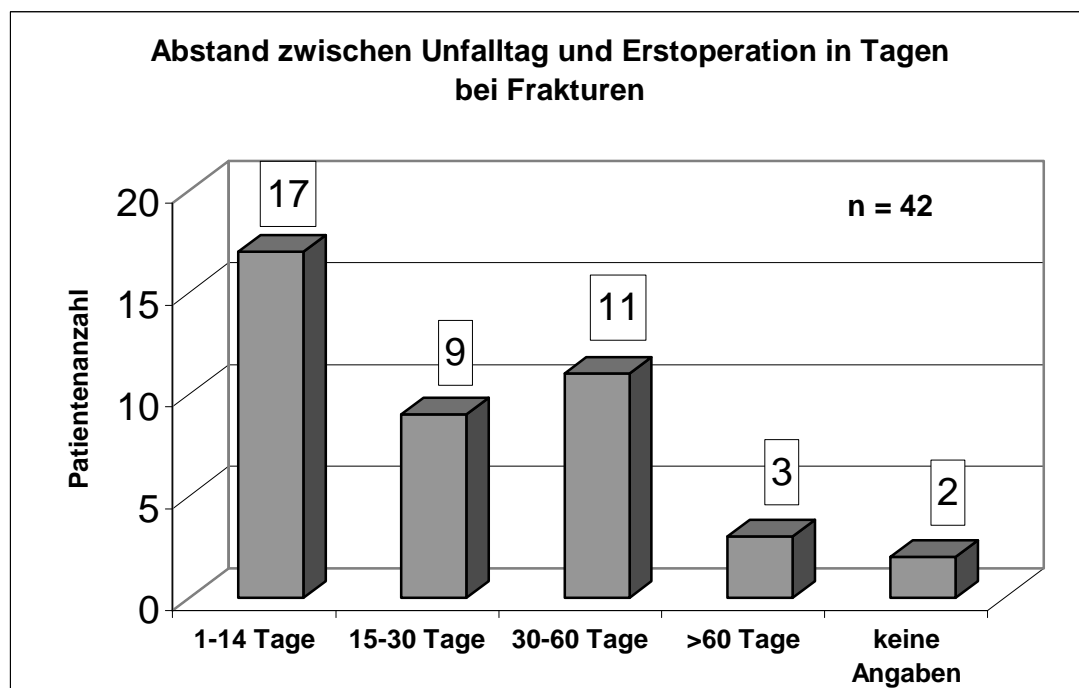


Abb.34: Die Mehrzahl der Fraktur-Patienten ließen sich innerhalb der ersten 30 Tage nach Trauma operieren.

Bei den Patienten, über die keine Angaben über das Zeitintervall Unfalldatum – Erstoperation gemacht werden konnten, handelte es sich um diejenigen, die sich keinem Unfall oder Trauma bewusst waren bzw. deren genaues Unfalldatum aus den Akten nicht hervorging.

3.3. Behandlung der Frakturen und Pseudarthrosen

3.3.1. Vorbehandlung

Vor der operativen Therapie in der BG Tübingen erhielten 73 (46%) Patienten eine Vorbehandlung ihrer Verletzung. Bei 53 dieser Patienten wurde in der BG-Klinik Tübingen die Diagnose Pseudarthrose gestellt. Die restlichen Patienten wiesen Frakturen bzw. verzögert heilende Frakturen auf.

Ausgehend von der Gesamtzahl wurde 58 Patienten (79,5%) auswärts ein Kahnbeingips angelegt. Dreizehn Patienten (8,1%) wurden auswärts operativ versorgt. Davon wurde bei zwölf Patienten im Rahmen der Vorstellung in der BG Unfallklinik die Diagnose Pseudarthrose gestellt. Ein Patient mit Mehrfragmentfraktur wurde zuvor auswärts mittels Synthes-Schraube und Spongiosaplastik operativ versorgt und stellte sich kurz daraufhin mit anhaltenden Schmerzen in unserem Hause vor, wobei die Diagnose „nicht verheilte Fraktur“ gestellt wurde. Zwei Patienten (1,3%) wurde aufgrund der Fehldiagnose Distorsion des Handgelenks von ihren betreuenden Hausärzten eine Bandage angelegt.

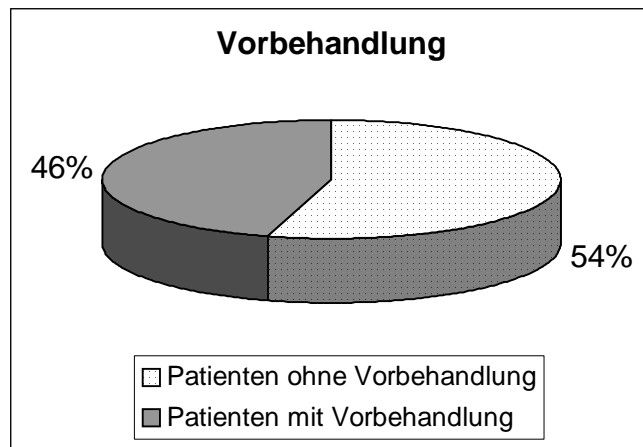


Abb. 35: Weniger als die Hälfte der Patienten wurden nach ihrer Fraktur vorbehandelt.

Bei den vorbehandelten Patienten wurde an Operationsmethoden dreimal die Schraubenosteosynthese durchgeführt.

Achtmal wurde die Matti Russe Plastik erfolglos angewandt.

Ein Patient wurde mit einer Spickdrahtosteosynthese versorgt.

In einem Fall wurde die Herbert-Schraube mit Beckenkammspan eingesetzt.

Bei allen operativ vorbehandelten Patienten, mit Ausnahme des oben erwähnten Patienten mit Mehrfragmentfraktur wurde auswärts die Diagnose PSA gestellt. Patienten mit der Diagnose „Fraktur“ wurden mit Gips oder Verband vorbehandelt.

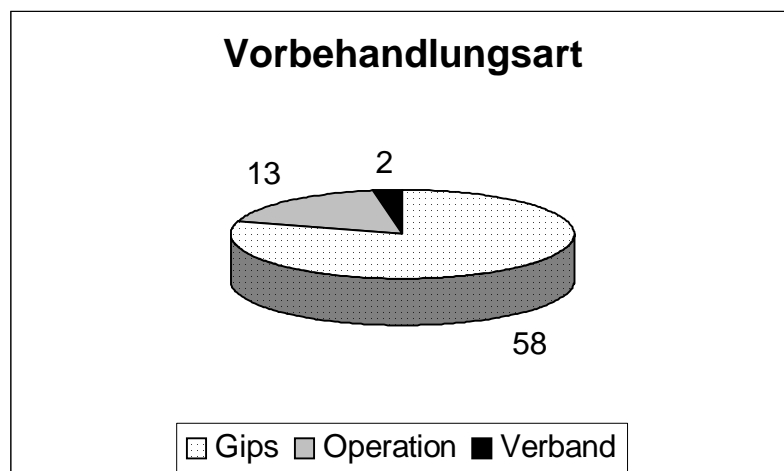


Abb. 36: 58 von 73 vorbehandelten Patienten, erhielten lediglich einen Kahnbeingips als Vorbehandlung. Beachtet man die Tatsache, dass bei all diesen Patienten nach der Vorbehandlung zusätzlich ein operativer Eingriff zur Ausheilung notwendig war, lässt sich die Priorität der operativen Kahnbeinbehandlung leicht ersehen.

Von den 58 mit einem Gipsverband vorbehandelten Patienten befanden sich bei 25 Patienten der Frakturspalt im proximalen Drittel, das mittlere Drittel war bei 20 Patienten frakturiert, das distale Drittel bei 13 Patienten.

Drei Patienten mit einer Fraktur des Kahnbeins wurden an der BG mit einem Gips vorbehandelt. Zwanzig Patienten mit Kahnbeinfraktur wurden auswärts mit einem Kahnbeingips oder einem Verband vorbehandelt. Bei neunzehn dieser Patienten konnte die Diagnose Kahnbeinfraktur in der BG-Klinik sofort gestellt und entsprechend operativ interveniert werden.

Von den Patienten, bei denen die Diagnose Pseudarthrose des Kahnbeins in der BG-Klinik gestellt wurde, wurden alle vorbehandelten auswärts therapiert. Zu dieser Gruppe gehören 47 Patienten. Fünfunddreißig dieser Patienten wurde ein Gips angelegt. Zwei erhielten einen Verband und zehn wurden operativ versorgt. Dabei wurde am häufigsten die Herbert-Schraube angewandt. Die Zeitspanne zwischen auswärtiger operativer Behandlung dieser zehn Patienten und erneuter operativer Behandlung an der BG betrug im Schnitt drei Jahre.

3.3.2. Operationsmethoden an der BG-Unfallklinik

Verschiedene Operationsmethoden fanden in unserem Patientenkollektiv Verwendung. Folgende Tabelle zeigt gesondert die Anzahl der angewandten Methoden bei Patienten mit Pseudarthrosen und denjenigen mit Frakturen sowie die Gesamtaufzählung der Operationsmethoden.

Operationsmethoden	Pseudarthrosen	Frakturen	Gesamt
Matti-Russe-Plastik	8	2	10
Vaskularisierter Radiusspan	6	0	6
Herbert-Schraube	1	18	19
Herbert-Schraube mit BKS	60	4	64
Herbert-Schraube mit Spongiosaplastik	23	10	33
Synthes-Schraube	0	4	4
Synthes-Schraube mit BKS	15	1	16
Synthes-Schraube mit Spongiosaplastik	2	4	6

Tab. 3: Angewandte Operationsmethoden an der BG Unfallklinik Tübingen.

Der Zugangsweg wurde in 131 Fällen beugeseitig gewählt. Bei 23 Patienten wurde der streckseitige Zugangsweg bevorzugt. Ein Patient wurde aufgrund einer gleichseitigen Radiustrümmerfraktur sowohl von palmar als auch von dorsal operiert. Dabei wurde für die Fraktur des Kahnbeins im mittleren Drittel der palmare Zugangsweg gewählt. Der Radius wurde von dorsal mittels Spongiosaplastik und Plattenfixation versorgt.

Der streckseitige Zugangsweg wurde hauptsächlich für die Sanierung von Kahnbeinpseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment unter Einsatz der Mini-Herbert-Schraube in Kombination mit Spongiosaplastik gewählt.

3.3.2.1. Revisionen und Zweitoperationen

Bei acht Patienten von insgesamt 142 Schraubeneinlagen musste die an der BG eingesetzte Schraube wieder entfernt werden. Dabei handelte es sich um eine Fraktur und sieben Pseudarthrosen. Die Gründe für das Entfernen waren: persistierender Pseudarthrosenspalt und Überstand der eingebrachten Schraube. Im Schnitt wurden die Revisionen nach 245 Tagen durchgeführt (Minimum 86 Tage, Maximum 407 Tage).

Dabei wurde zweimal ein vaskularisierter Radiusspan kombiniert mit Spongiosaplastik angewandt. Zwei Patienten erhielten eine Matti-Russe-Plastik. Bei drei Patienten wurde jeweils eine Herbert-Schraube kombiniert mit Beckenkammspan eingesetzt. Die frische Kahnbeinfraktur eines Patienten wurde nur mit einer Herbert – Schraube versorgt, welche wegen Überstand der Schraube wieder entfernt werden musste.

3.3.3. Ruhigstellungsdauer im Gips in Abhängigkeit der Operationstechniken

Ruhigstellungsdauer aller Patienten (Frakturen und PSA)

OP – Methode	Anz. Pat.	Oberarmgips	Unterarmgips	Beides	Durchschnittliche Gipsdauer in Wochen	Minimum in Wochen	Maximum in Wochen
Spongiosaplastik nach Matti-Russe	10	1	7	2	10,3	4	13
Vaskularisierter Radiusspan	6		5	1	10,8	6	13
Herbert-Schraube	18	1	13	41	8,1	4	16
HS mit BKS oder Spongiosa-Plastik	97	2	66	29	10,0	6	15
Synthes-Schraube	4		1	3	8	4	10
Synthes-Schraube mit BKS oder SP	22	2	15	5	9,4	6	12

Tab. 4: Ruhigstellungszeiten bei den verschiedenen Operationsmethoden. Die längste Ruhigstellungsdauer beanspruchte der vaskularisierte Radiusspan.

Ruhigstellungsdauer PSA

OP – Methode	Anz. Pat.	Oberarm gips	Unterarmgips	Beides	Durchschnittliche Gipsdauer in Wochen	Minimum in Wochen	Maximum in Wochen
Spongiosaplastik nach Matti-Russe	8	1	5	2	10,9	4	13
Vaskularisierter Radiusspan	6	0	4	2	9,5	3	13
Herbert-Schraube	1	0	1	0	6	6	6
HS mit BKS oder Spongiosa-Plastik	83	2	55	26	10,3	6	16
Synthes-Schraube	0	0	0	0	0	0	0
Synthes-Schraube mit BKS oder SP	17	1	13	3	8,5	6	12

Tab. 5: Ruhigstellungszeiten bei operativ versorgten Pseudarthrosen. Die durchschnittlich längste Ruhigstellung benötigte die Matti-Russe Plastik.

Ruhigstellungsdauer Frakturen

OP – Methode	Anz. Pat.	Oberarm gips	Unterarmgips	Beides	Durchschnittliche Gipsdauer in Wochen	Minimum in Wochen	Maximum in Wochen
Spongiosaplastik nach Matti-Russe	2	0	2	0	10	10	10
Vaskularisierter Radiusspan	0	0	0	0	0	0	0
Herbert-Schraube	18	1	13	4	8,2	4	14
HS mit BKS oder Spongiosa-Plastik	14	0	11	3	9	6	16
Synthes-Schraube	4	0	1	3	8	4	10
Synthes-Schraube mit BKS oder SP	5	1	2	2	8,8	6	12

Tab. 6: Ruhigstellungszeiten bei Frakturpatienten. Auch hier wurde die längste Ruhigstellung von der Matti-Russe Plastik eingenommen.

Einige Patienten erhielten sowohl einen Ober- als auch Unterarmgips. Dabei wurde meistens die erste Hälfte der Gipsdauer mit einem Oberarmgips und die zweite Hälfte mit einem Unterarmgips versorgt.

3.3.4. Ruhigstellungsdauer im Gips in Abhängigkeit der Frakturlokalisation

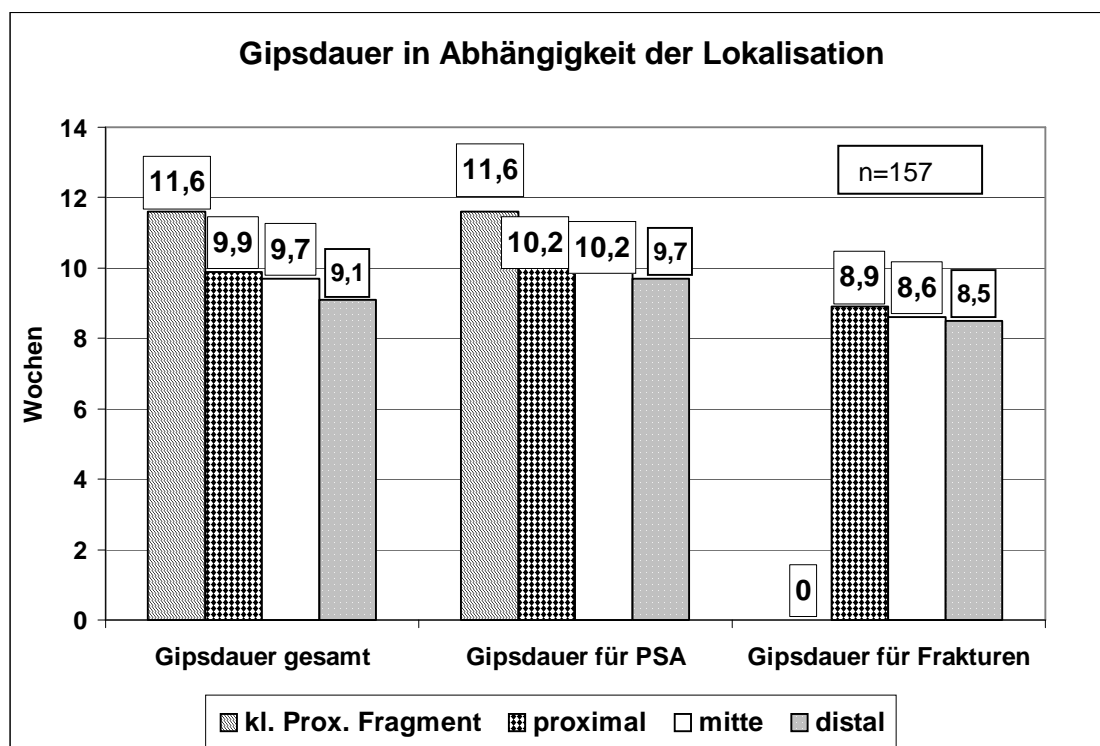


Abb. 37: Sowohl bei Pseudarthrosen als auch bei Frakturen benötigte die Läsion des proximalen Pols eine längere Ruhigstellung im Kahnbeingips. Die längste Ruhigstellungsdauer benötigen Läsionen mit kleinem proximalem Fragment.

3.4. Berufliche Situation nach der Behandlung

3.4.1. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Als Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit wurde die Zeit zwischen Diagnosestellung und festgelegtem Beginn der Arbeitsfähigkeit definiert.

Von 81 nachuntersuchten Patienten wurde 14 Patienten keine Arbeitsunfähigkeit bescheinigt. Dabei handelte es sich um Schüler und Studenten.

Die restlichen 67 Patienten waren durchschnittlich 89,6 Tage arbeitsunfähig.

49 beurteilbare und ausgeheilte Pseudarthrosen waren durchschnittlich 11,9 Wochen arbeitsunfähig.

Die Arbeitsunfähigkeit ohne Ausheilung betrug 10,3 Wochen. Die Anzahl der Rezidivpseudarthrosen betrug 9.

19 beurteilbare Patienten mit ausgeheilten Frakturen wurden für durchschnittlich 8,7 Wochen von ihrer Arbeit befreit.

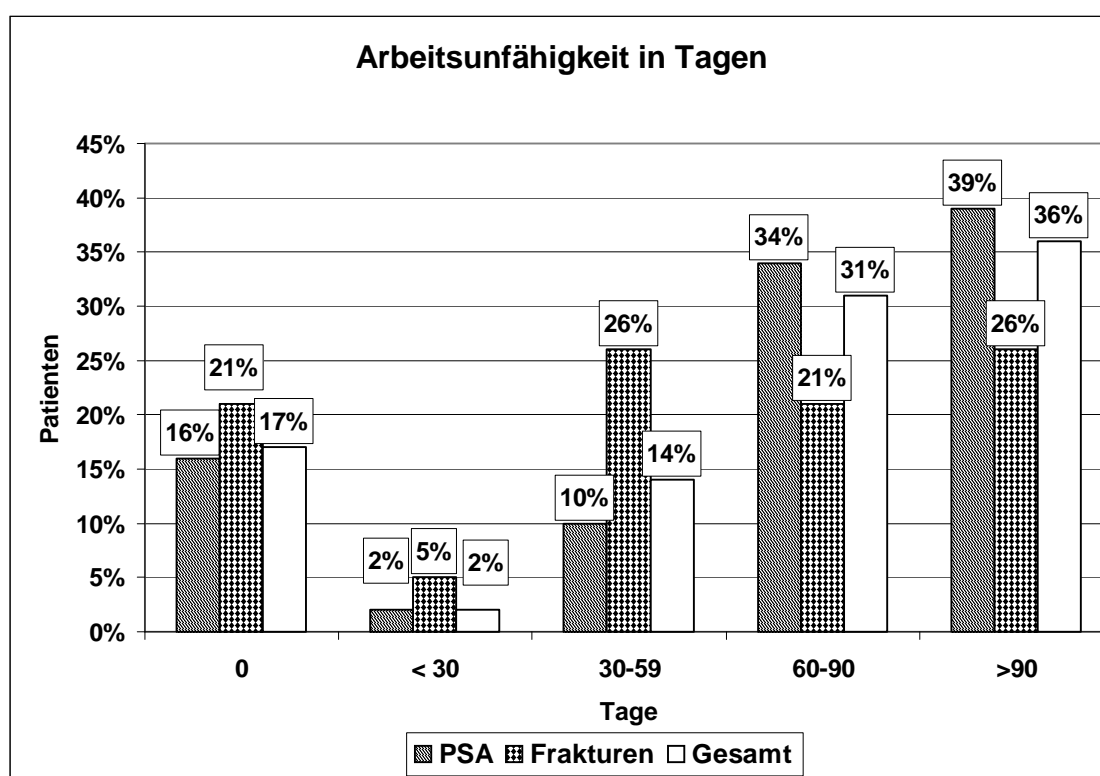


Abb. 38: Arbeitsunfähigkeit in Tagen; Die Mehrheit der Patienten mit 64% mussten ihre Hand weniger als 3 Monate schonen.

3.4.2. Berufliche Wiedereingliederung in den alten Beruf

Von 81 Patienten, die zur Nachuntersuchung erschienen sind, muss zunächst ein Patient unberücksichtigt bleiben, der schon vor der Behandlung arbeitslos war. Von den restlichen 80 Patienten konnten 78 (97,5%) nach Behandlungsabschluss wieder in ihren vor dem Unfall ausgeübten Beruf zurückkehren.

Zwei Patienten, die wegen einer Pseudarthrose am proximalen Kahnbeinpol mittels Herbert-Schraube und Spongiosaplastik operiert wurden, mussten wegen starker beruflicher Belastung in ihrer ehemaligen Arbeit auf andere Berufe umgeschult werden. Dabei handelte es sich um einen Lageristen und einen Schlosser. Der manuelle Kraftaufwand dieser beiden Berufe machte es den Patienten unmöglich, in ihrem alten Beruf weiterzuarbeiten.

3.5. Beweglichkeit des Handgelenks und grobe Kraft der Hand

Die Beweglichkeit der Gelenke wurde nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Die ermittelten Werte für das jeweilige Gelenk und die jeweilige Bewegung für die entsprechende Patientengruppe wurden aufaddiert und aus den Prozentwerten im Vergleich zur Gegenseite der Mittelwert errechnet.

3.5.1. Funktionsfähigkeit der operierten Hand in Prozent im Vergleich zur gesunden Hand

<u>Ellenbogengelenk:</u>	Gesamt	PSA	Frakturen
Extension:	100%	100%	100%
Flexion:	100%	100%	100%
<u>Unterarm:</u>			
Pronation:	100%	100%	100%
Supination:	100%	100%	100%

3. Ergebnisse

Handgelenk:	Gesamt	PSA	Frakturen
Extension:	89,9%	87,2%	97,7%
Flexion:	80,6%	80,7%	88,9%
Radialabduktion:	80,5%	78,6%	85,9%
Unlarabduktion:	90,6%	93,3%	88,5%

Für die Beweglichkeit des Handgelenks eines jeden Patienten ergaben sich folgende Werte:

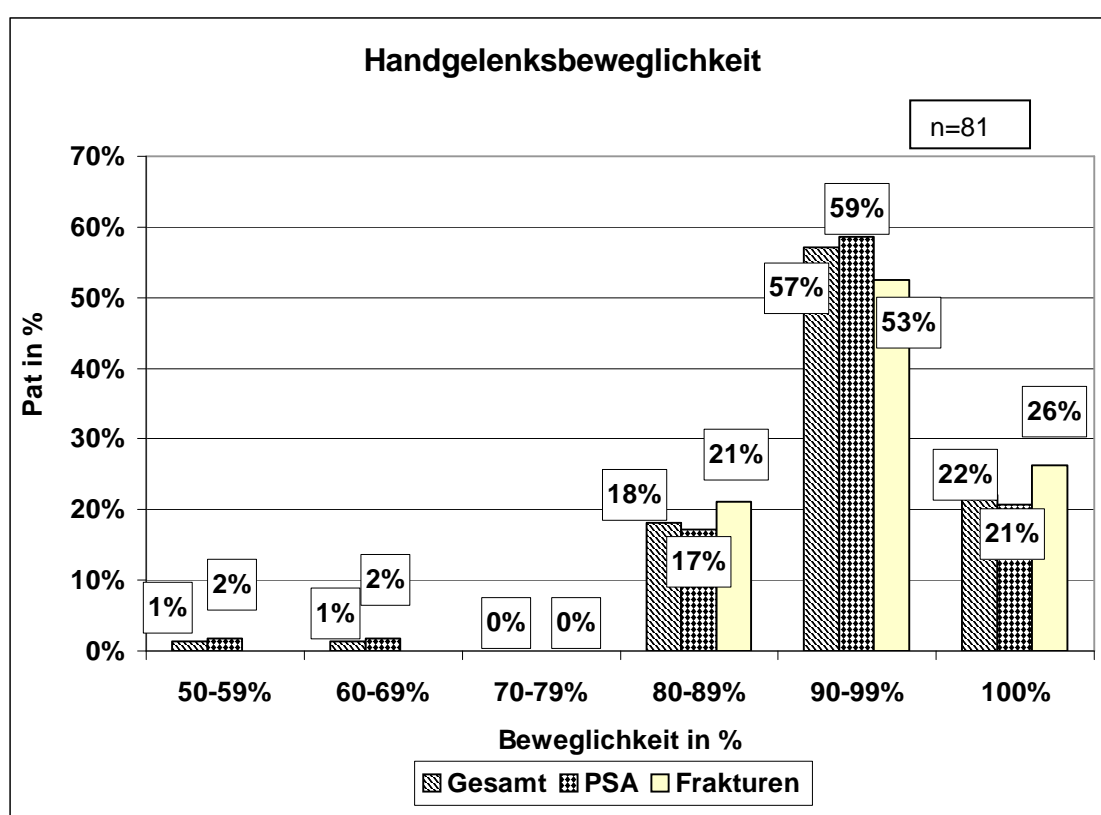


Abb. 39: Die Handgelenksbeweglichkeit der operierten Hand war bei der Mehrheit mit über 90% nur endgradig eingeschränkt.

Da wir für die Daumengelenksbeweglichkeit kaum Unterschiede zwischen gesunder und operierter Hand feststellen konnten, wird hier auf eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse verzichtet und die Einschränkungen für die jeweiligen Operationsmethoden in der Diskussion dargelegt.

3.5.2. Grobe Kraft der operierten Hand in Prozent im Vergleich zur gesunden Hand

Insgesamt hatte die operierte Hand eine Kraftminderung um durchschnittlich 7,7% im Vergleich zur gesunden Seite.

Patienten, deren rechte Hand betroffen war, zeigten eine Kraft von 93,3% im Vergleich zur gesunden linken Hand.

Patienten, deren linke Hand betroffen war, zeigten eine Kraft von 91,4% im Vergleich zur gesunden rechten Hand.

Bei den an Pseudarthrose operierten Patienten zeigte sich eine Kraftminderung von durchschnittlich 9,9%, im Vergleich zu den Patienten mit Kahnbeinfrakturen, deren Kraftminderung 6,4% betrug.

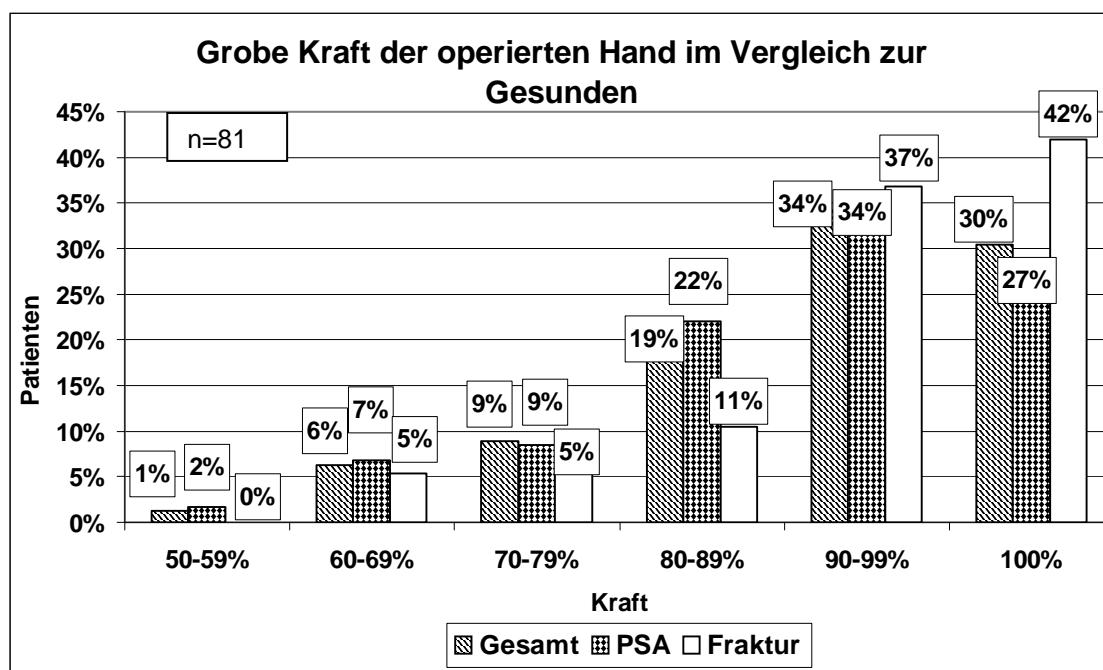


Abb. 40: Die Mehrzahl der operierten Patienten mit 64% wiesen mit einer Kraftminderung von höchstens 10% kaum Defizite der groben Kraft auf.

3.5.3. Beweglichkeit und Kraft in Abhängigkeit der angewandten Operationsmethode

Im Folgenden wurden die bei den zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten angewandten Operationsmethoden notiert, um die Ergebnisse der Beweglichkeit und Kraft untereinander zu vergleichen. In der folgenden Tabelle sind die Operationsmethoden den zugehörigen Patientenzahlen zugeordnet:

OP Methode/ Patientenzahl	Gesamt	PSA	Frakturen
Matti-Russe	5	4	1
Vaskularisierter Radiusspan	5	5	0
Herbert-Schraube	8	1	7
Herbert-Schraube mit BKS oder Spongiosaplastik.	54	44	9
Synthes-Schraube mit BKS oder Spongiosaplastik.	9	7	2

Tab. 7: Angewandte Operationsmethoden bei allen zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten.

Beweglichkeit

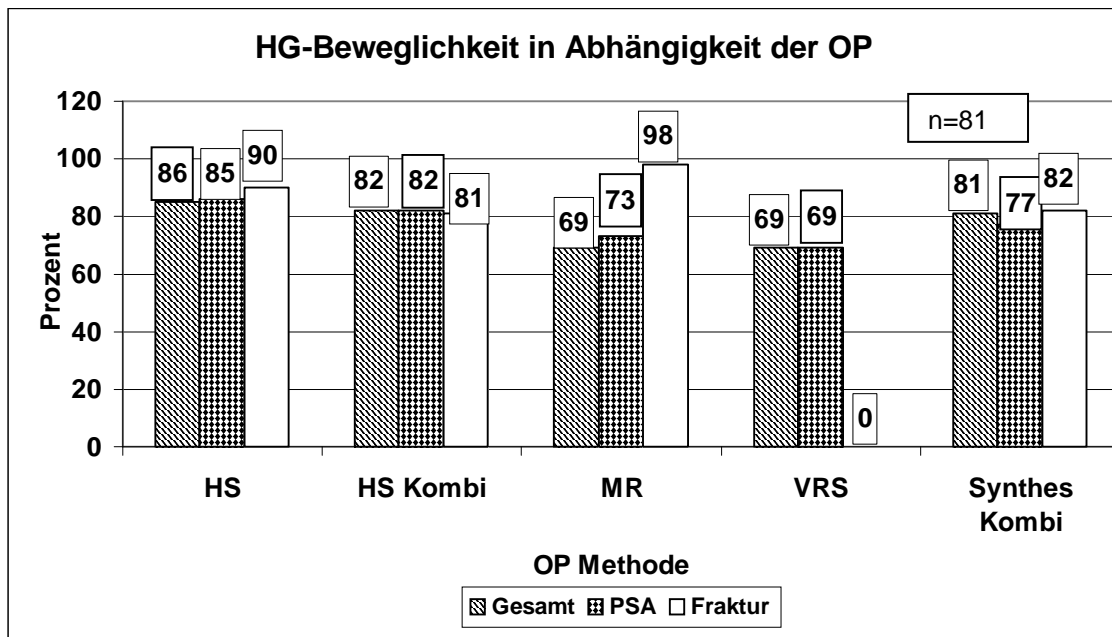


Abb. 41: Die geringste Bewegungseinschränkung des Handgelenks wiesen die mit Herbert-Schraube versorgten Patienten auf.

Kraft

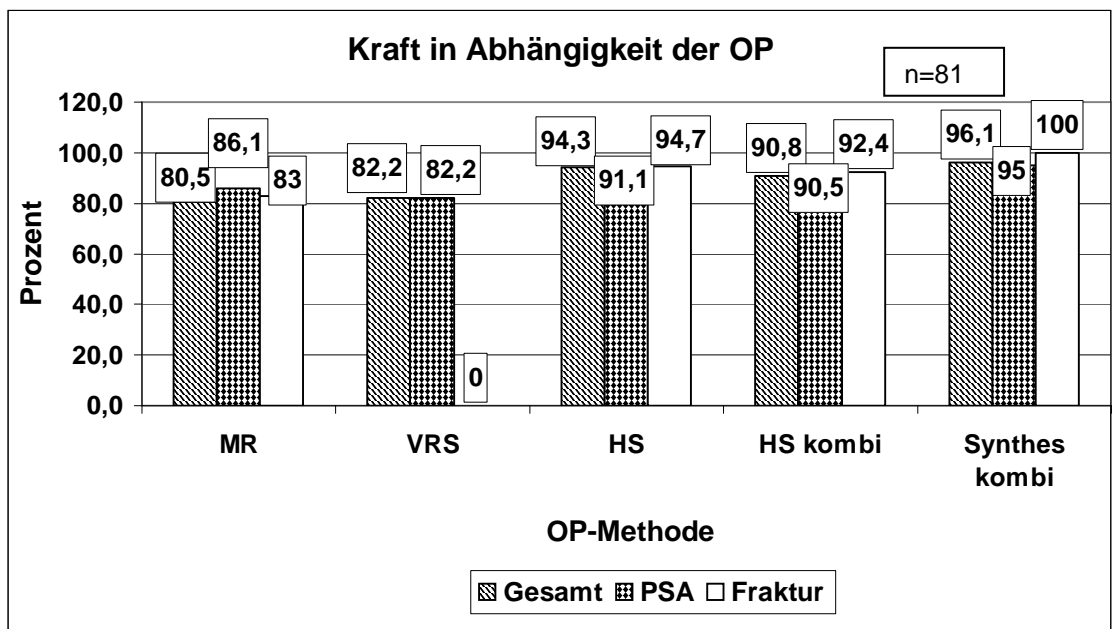


Abb. 42: Das beste Resultat für die grobe Kraft ergab sich in der mit Synthes-Schraube versorgten Patientengruppe, wobei man beachten muss, dass die Synthes-Schraube insgesamt nur bei neun der nachuntersuchten Patienten zum Einsatz kam, wohingegen die Herbert-Schraube mit BKS oder Spongiosa bei 52 Patienten angewandt wurde.

3.5.4. Beweglichkeit und Kraft in Abhängigkeit der Gipsdauer

Zur Ermittlung der entsprechenden Werte wurde die Gipsdauer in zwei Gruppen geteilt: Gruppe 1 mit einer Zeitspanne von 6-11 Wochen, sowie Gruppe 2 welche die Gipsdauer von 12-16 Wochen beinhaltet.

Für die Beweglichkeit im Handgelenk ergaben sich folgende Werte:

Gesamt:

- 6-11 Wochen: Beweglichkeit 92,1% bei einer Patientenzahl von 43
- 12-16 Wochen: Beweglichkeit 88,9% bei einer Patientenzahl von 38

PSA:

- 6-11 Wochen: Beweglichkeit 89,4% bei einer Patientenzahl von 28
- 12-16 Wochen: Beweglichkeit 88,6% bei einer Patientenzahl 34

Frakturen:

- 6-11 Wochen: Beweglichkeit 94,9% bei einer Patientenzahl von 15
- 12-16 Wochen: Beweglichkeit 89,1% bei einer Patientenzahl von 4

Für die Kraft gilt:

Gesamt:

- 6-11 Wochen: Kraft 92,1% bei einer Patientenzahl von 43
- 12-16 Wochen: Kraft 90,2% bei einer Patientenzahl von 38

PSA:

- 6-11 Wochen: Kraft 91,3% bei einer Patientenzahl von 28
- 12-16 Wochen: Kraft 89,5% bei einer Patientenzahl von 34

Fraktur:

- 6-11 Wochen: Kraft 94,4% bei einer Patientenzahl von 15
- 12-16 Wochen: Kraft 90,6% bei einer Patientenzahl von 4

3. Ergebnisse

Es bleibt zu erwähnen, dass in der Gruppe der Pseudarthrosepatienten lediglich vier Patienten eine längere Ruhigstellungsdauer als 12 Wochen benötigten.

Bei den Frakturen waren dies zwei Patienten.

Lediglich vier Wochen Gipsruhigstellung erhielt ein Patient mit Kahnbeinpseudarthrose und zwei Patienten mit Fraktur des Kahnbeins.

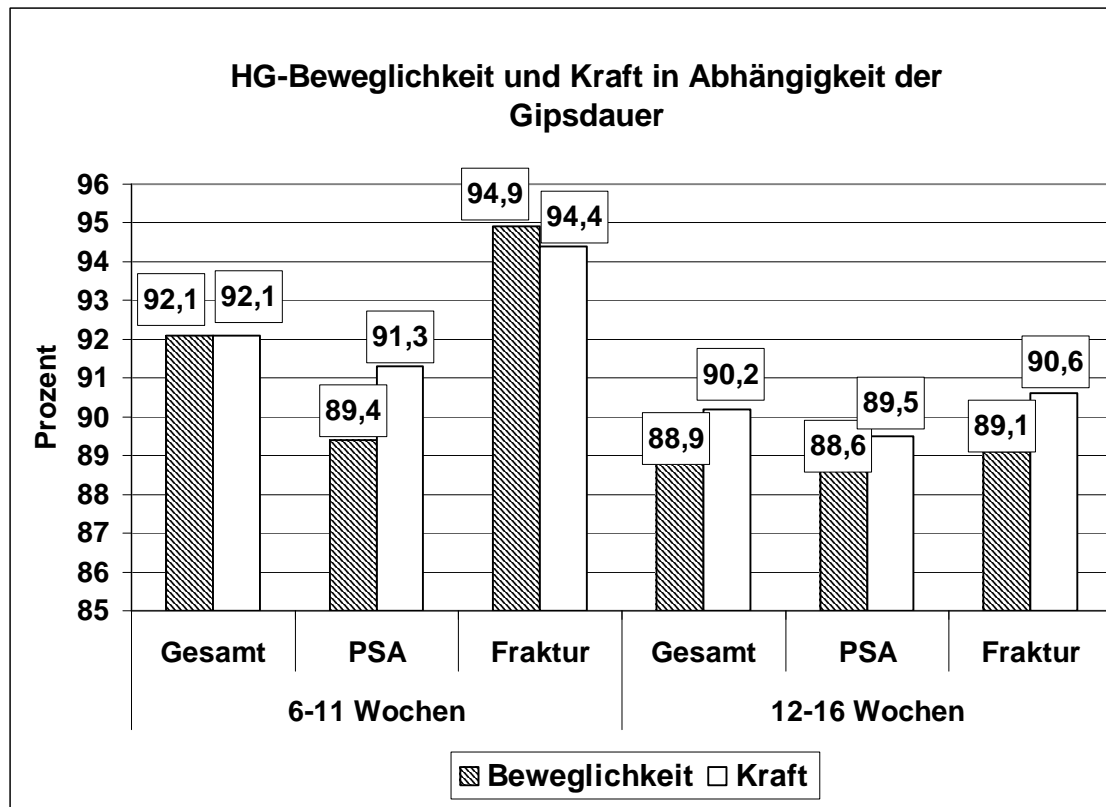


Abb. 43: Mit kürzerer Gipsruhigstellung ergaben sich für die Gruppen PSA und Fraktur günstigere Werte für die Handgelenksbeweglichkeit und die Kraft.

3.6. Schmerzangabe

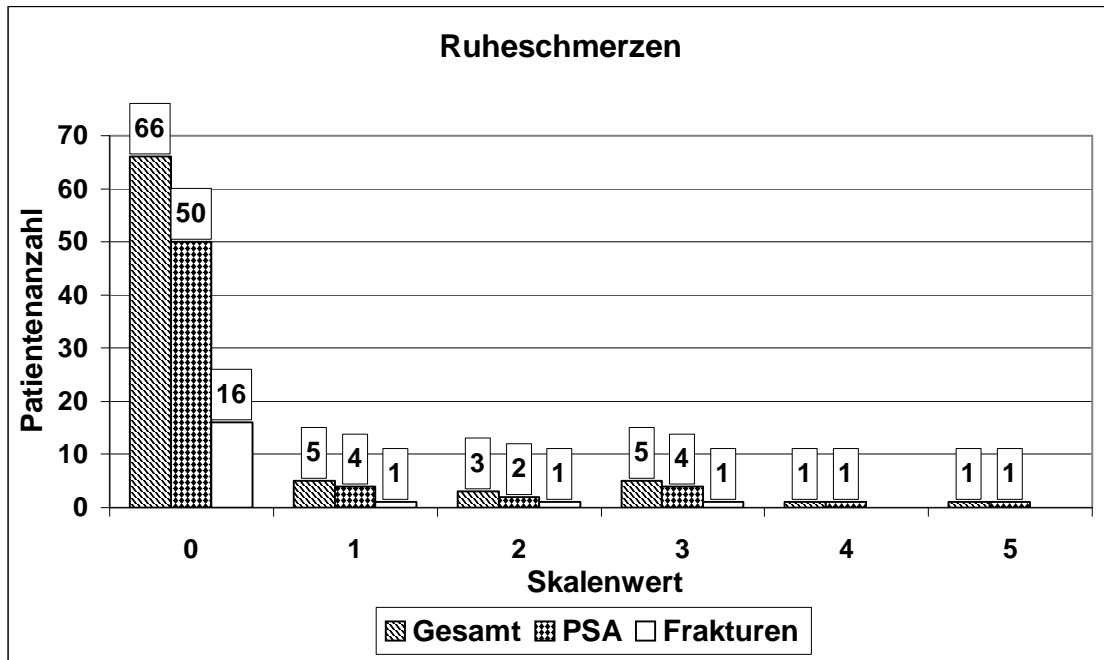


Abb. 44: Auf einer Skala von 1 – 10, welche von keine Schmerzen über mittelmäßige Schmerzen bis unaussetzlich starke Schmerzen reicht, gaben 66 von 81 Patienten keine Ruheschmerzen an.

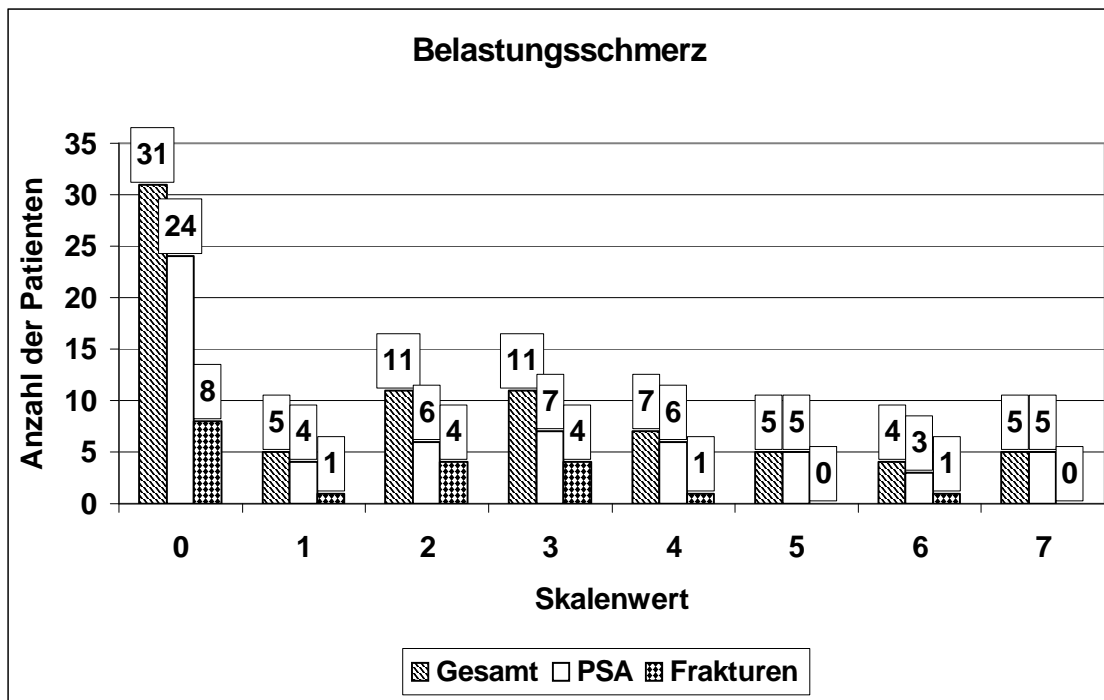


Abb. 45: Vor allem Pseudarthrosepatienten klagten über Belastungsschmerzen. 48 aller Patienten hatten Schmerzen bei Belastung der Hand. Insgesamt 31 Patienten, entsprechend 38%, waren selbst bei starker Belastung schmerzfrei.

3.7. Sonstige Befunde

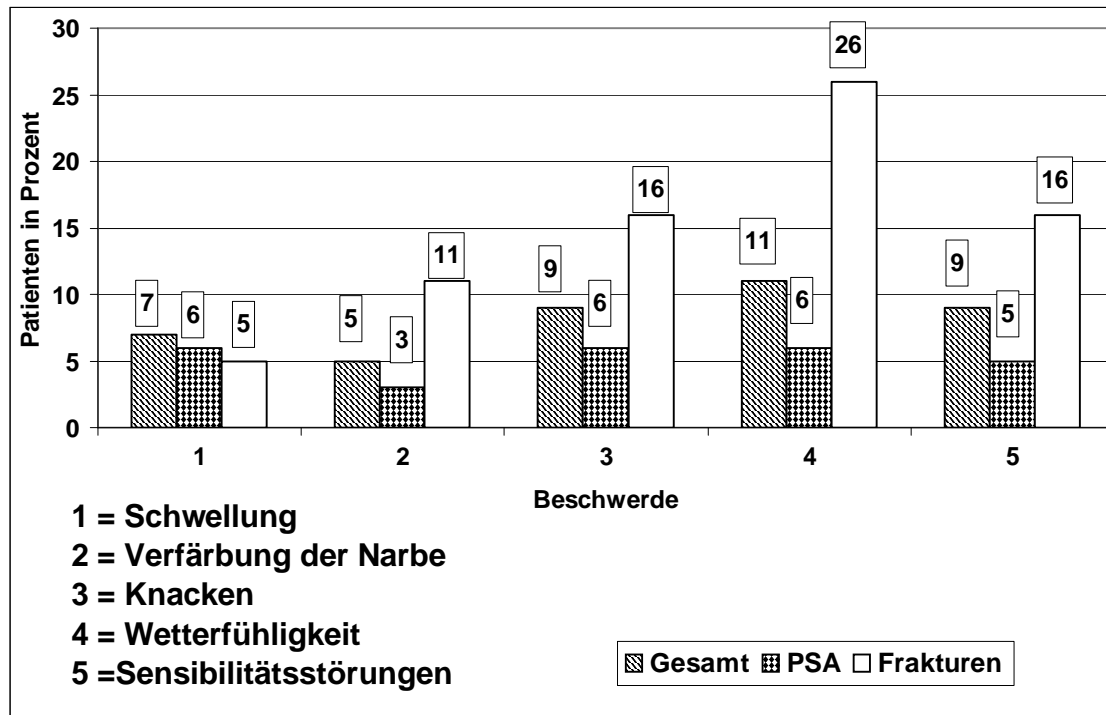


Abb. 46: Weitere Beschwerden einiger Patienten zeigt das folgende Diagramm.

3.8. Bewertung nach dem Dash-Fragebogen

Von insgesamt 95 Patienten konnte der Dash-Fragebogen ausgewertet werden.

Der DASH-Score wird mittels folgender Formel berechnet:

Gesamtpunktzahl – 30(Mindestpunktzahl) ÷ 1,2(Bandbreite) = DASH-Score.

Die maximal erreichbare Gesamtpunktzahl beträgt 170.

Der ermittelte DASH-Score wurde folgendermaßen bewertet:

Score von 3,33 bis 15 erhielt die Benotung „sehr gut“

Score von 16 bis 32 „gut“

Score von 33 bis 69 „befriedigend“

Score von 70 bis 117 „schlecht“

Nach dieser Bewertung erhielten in der Gesamtauswertung die

Note „sehr gut“: 54 Patienten

Note „gut“: 30 Patienten

Note „befriedigend“: 10 Patienten

Note „schlecht“: 1 Patient

Für die Pseudarthrosepatienten gilt folgende Bewertung:

Note „sehr gut“ : 40 Patienten

Note „gut“ : 29 Patienten

Note „befriedigend“: 4 Patienten

Note „schlecht“: 1 Patient

Für Frakturpatienten:

Note „sehr gut“ : 16 Patienten

Note „gut“ : 4 Patienten

Note „befriedigend“: 1 Patienten

Note „schlecht“: 0 Patienten

Die prozentuale Auswertung verdeutlicht folgendes Diagramm:

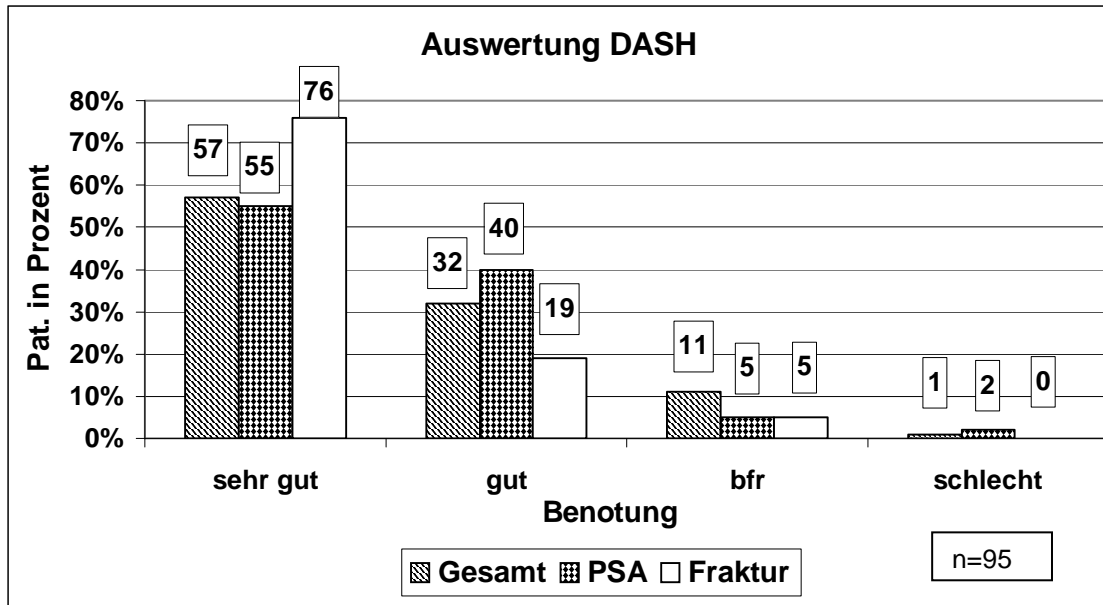


Abb. 47: 89% der Patienten schnitten mit einer sehr guten bzw. guten Bewertung im DASH Score ab.

3.9. Bewertung nach dem COONEY-Schema

Von 78 Patienten konnte der Score ermittelt werden

Hier erhielten in der Gesamtauswertung die

Note „sehr gut“:	16 Patienten
Note „gut“:	28 Patienten
Note „befriedigend“:	29 Patienten
Note „schlecht“:	5 Patienten

Für Pseudarthrosepatienten gilt:

Note „sehr gut“:	10 Patienten
Note „gut“:	19 Patienten
Note „befriedigend“:	25 Patienten
Note „schlecht“:	5 Patienten

Für Frakturpatienten gilt:

Note „sehr gut“:	6 Patienten
Note „gut“:	9 Patienten
Note „befriedigend“:	4 Patienten
Note „schlecht“:	0 Patienten

Die prozentuale Auswertung verdeutlicht folgendes Diagramm:

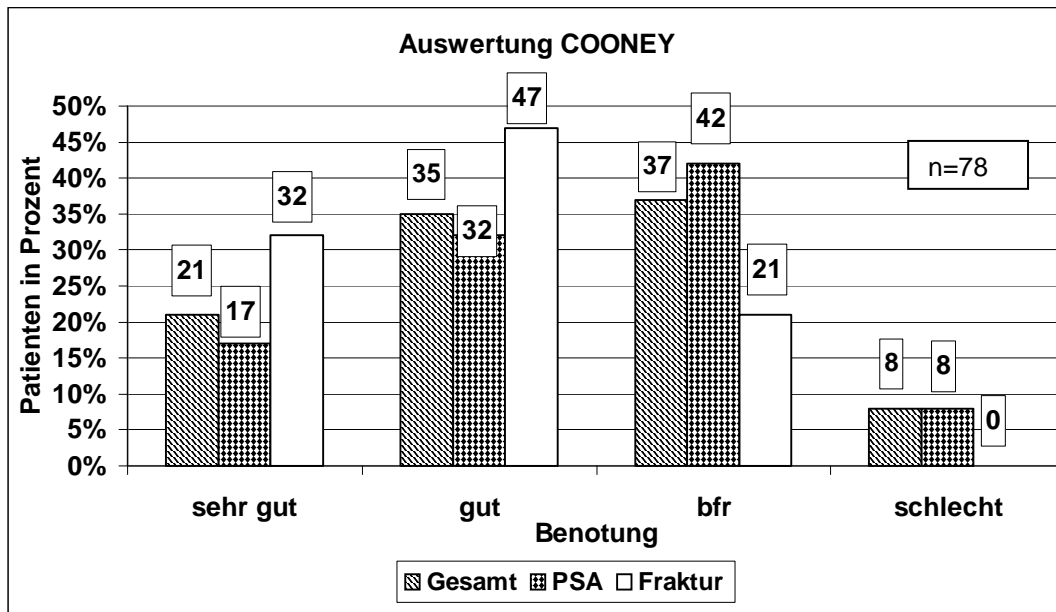


Abb. 48: Insgesamt 56% aller Patienten erhielten die Note sehr gut und gut. Die Note schlecht wurde in diesem Schema 8% der Patienten gegeben.

3.10. Bewertung nach dem Martini-Schema

Von 76 Patienten konnte der Score ermittelt werden.

Es erhielten in der Gesamtauswertung die

Note „sehr gut“:	31 Patienten
Note „gut“:	27 Patienten
Note „befriedigend“:	14 Patienten
Note „schlecht“:	4 Patienten

Für Pseudarthrosepatienten gilt:

Note „sehr gut“:	21 Patienten
Note „gut“:	23 Patienten
Note „befriedigend“:	10 Patienten
Note „schlecht“:	4 Patienten

Für Frakturpatienten gilt:

Note „sehr gut“:	10 Patienten
Note „gut“:	4 Patienten
Note „befriedigend“:	4 Patienten
Note „schlecht“:	0 Patienten

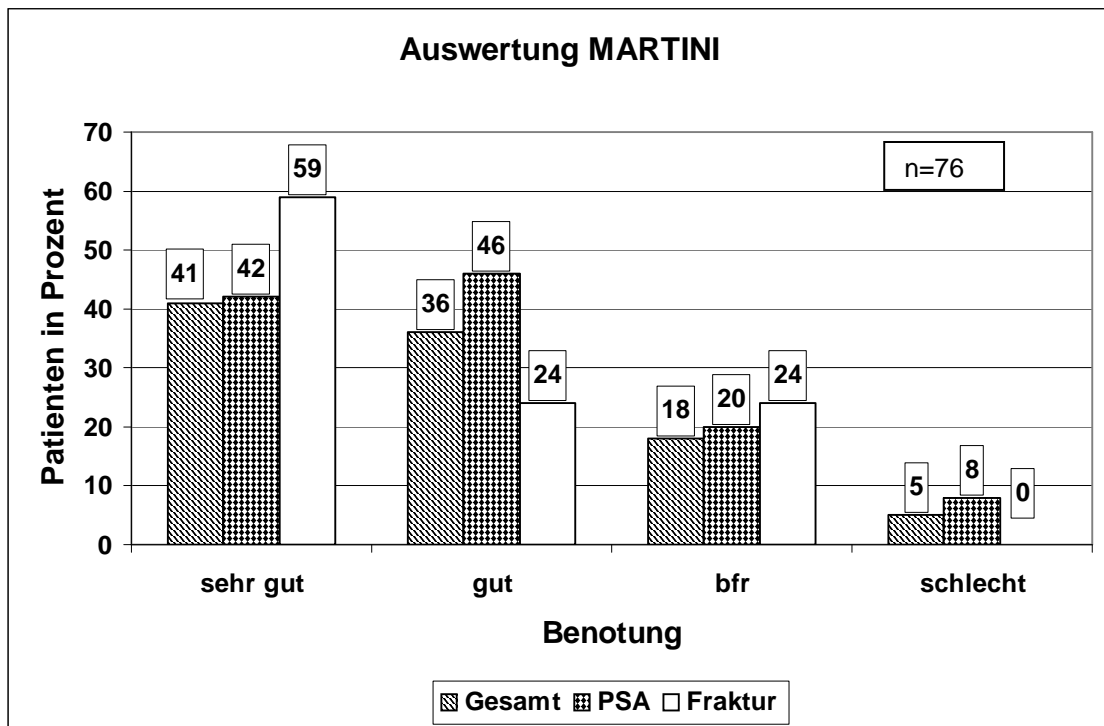


Abb. 49: 77% der Patienten wurden mit „sehr gut“ und „gut“ benotet.

4. Diskussion

4.1. Geschlechtsverteilung

Die Kahnbeinfraktur ist eine Fraktur vorwiegend des männlichen Geschlechts. In unserem Patientengut betrug das Geschlechtsverhältnis Männer / Frauen 89% zu 11% (141 Männer und 18 Frauen).

Ähnliche Werte finden sich in der Literatur. Männer sind dort zu 91,5% (Böhler et al., 1954), 80,5% (Fasol et al., 1977), 81,3% (Larsen et al., 1992) und 85,7% (Düppe et al., 1994) betroffen. Eitenmüller et al. (1978) berichten sogar über einen männlichen Anteil von 97%. Zu erklären ist diese ungleiche Verteilung mit der Tatsache, dass Frauen in Beruf und Freizeit meist weniger körperlich belastende Tätigkeiten ausüben als Männer. Zudem werden Risikosportarten, bei denen Kahnbeinfrakturen am häufigsten auftreten, meist von Männern ausgeführt.

88 Patienten (62,4%) zogen sich ihre Fraktur beim Sport zu. Der Anteil von Sportunfällen bei Frauen betrug 50% (9 Patientinnen). Zugleich war der Sport sowohl bei Männern als auch bei Frauen die Hauptursache der Verletzung.

Männer zogen sich ihre Frakturen überwiegend beim Fußball spielen zu, wogegen die Ursache bei Frauen meist ein Sturz beim Skifahren oder Inlineskaten war.

4.2. Altersverteilung

Die Kahnbeinfraktur ist eine Verletzung des jüngeren, aktiven Lebensalters, was folgende Zahlen beweisen:

- Der Altersgipfel bei Kahnbeinfrakturen war in der Gruppe der 20-29-jährigen mit 71 Frakturen (41,9%) zu finden.
- 148 Frakturen (93,7%) fanden sich bei den unter 40-jährigen Patienten.
- Das Durchschnittsalter betrug 26 Jahre

- Der jüngste Patient war 11 Jahre alt.
- Mit zunehmendem Alter nahm der Anteil der Patienten für diese Verletzung kontinuierlich ab. Bei den über 40-jährigen fanden sich 8 Fälle (5,1%), bei den über 60-jährigen nur noch 2 Frakturen (1,3%)

Der Vergleich mit der Literatur zeigt ähnliche Verteilungen, allerdings befinden sich in unserem Patientengut eher jüngere Patienten, so dass das Durchschnittsalter bei Verletzung niedriger ist als bei folgenden Patientenkollektiven:

Durchschnittliches Alter bei Unfall: 29 Jahre mit Gipfel der Frakturhäufigkeit in der Gruppe der 20-24-jährigen. Der jüngste Patient ist 9 Jahre alt (Larsen et al., 1992).

Durchschnittliches Alter bei Unfall: 28 Jahre mit Altersgipfel in der Gruppe der 27-jährigen (Düppe et al., 1994).

Wie bereits im Kapitel „Pathomechanismus“ (Kapitel 1.2.1) dargelegt, findet man bei älteren Patienten beim Sturz auf die Hand häufiger Radius- statt Kahnbeinfrakturen (Winkler und Brug, 1991).

Auffällig ist weiterhin, dass die Kahnbeinfraktur im frühen Kindesalter nicht vorkommt. Somit kann gefolgert werden, dass die prämaternen Knochenstrukturen oder die kindliche Knochenform eine Scaphoidfraktur nicht zulassen. Entsprechend einwirkende deformierende Kräfte führen beim Kind typischerweise zum Speichen- und Unterarmbruch, im Falle eines Stauchungstraumas auch zur Ellenbogengelenksfraktur.

Zudem scheint der Heilungsprozess von Kahnbeinfrakturen bei Kindern unproblematischer zu verlaufen.

Wulff und Schmidt (1998) berichten von 33 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 13 Jahren, deren Kahnbeinfrakturen allein durch Gipsruhigstellung konsolidierten. Nur in einem Fall konnte keine Heilung erzielt werden, was jedoch auf die geringe Compliance des Patienten zurückzuführen war.

4.3. Verteilung der Operationstechniken

Pseudarthrosen

Bei den Pseudarthrosen wurde die Herbertschraube mit einer Patientenzahl von 84 (73%) am häufigsten eingesetzt. Hier wurde allerdings nur 1 Patient mit einer alleinigen Herbert-Schraubenosteosynthese versorgt. 83 Patienten wurde zusätzlich entweder ein Beckenkammspan oder Spongiosachips aus dem Darmbeinstachel der entgegengesetzten Seite entnommen und in den entkalkierten Pseudarthrosenspalt eingepresst.

Für die Stimulierung der Kapillareinsprossung und Kallusbildung bei der erfolgreichen Versorgung der Pseudarthrose ist der Einsatz frischer Knochensubstanz notwendig. Eine alleinige Fixation des bereits geschädigten und minderversorgten Knochens verspricht keine guten Heilungschancen (Böhler und Ender, 1986, Herbert, 1990).

Zudem soll durch die Verwendung von corticospongiösen Knochenspänen eine Ausheilung der Kahnbeinpseudarthrose in Fehlstellung vermieden werden (Barton, 1992).

Der Einsatz der Synthes-Schraube bei 17 (14,7%) Patienten steht hier nur an zweiter Stelle, da sie weitgehend von der Herbert-Schraube verdrängt wurde und bei uns im Haus nur als Ersatzverfahren eingesetzt wird.

Die Spongiosaplastik nach Matti-Russe wurde nur 8 mal eingesetzt (6,9%).

Obwohl dieses Verfahren lange Zeit als Methode der Wahl bei der operativen Versorgung der Kahnbeinpseudarthrose mit sehr guten Konsolidierungsraten galt, ist man wegen hoher intercarpaler Arthroseraten bis zu 100% als Spätfolgen dieser Methode mangels ausreichender Korrektur der Kahnbeinfehlstellung bestrebt, bessere Operationsmethoden anzuwenden. (Braithwaite und Jones, 1992, Martini und Otto, 1995, Steiger und Sennwald, 1990). Dass eine nicht ausgeheilte Pseudarthrose ihre Fehlstellung behält, stellten bereits Leslie und Dickson 1981 fest.

Martini (1995) führt die hohen Arthroseraten auf die zu lange Ruhigstellungsdauer zurück und bevorzugt daher die innere Fixation mittels Herbert-Schraube mit kürzeren Ruhigstellungszeiten.

Sechsmal fand der vaskularisierte Radiusspan Verwendung (5,2%). Dabei handelte es sich um Patienten, die bereits zuvor mittels Schraubenosteosynthese und Matti-Russe-Plastik erfolglos operiert worden waren.

Diese Methode fungiert somit als Rettungsmethode bei denjenigen Patienten, die durch zuvorige operative Behandlung mit den gängigen Methoden keinerlei Ausheilung zeigten.

Frakturen

Für die operative Versorgung frischer Frakturen wurde ebenfalls die Herbert-Schraube bevorzugt. Bei 18 (41,9%) von insgesamt 43 Fraktur-Patienten wurde sie eingesetzt.

Zählt man die Schraubenosteosynthesen mittels Herbert-Schraube hinzu, die mit anderen Methoden wie Spongiosaplastik kombiniert wurden, so steigert sich die Fallzahl mit zusätzlich 14 Patienten auf 32 mittels Herbert-Schraube versorgter Fraktur-Patienten (74,4%).

Mit nur 9 Patienten (20,9%) liegt der Einsatz der Synthes-Schraube mit und ohne Spongiosaplastik weit hinter der Herbert-Schraube.

Auf die Vorteile der Herbert-Schraube wurde bereits in Kapitel 1.5.1.1. eingegangen.

4.4. Vergleich der Ausheilungsergebnisse nach verschiedenen Kriterien

4.4.1. Operationsmethoden

Pseudarthrosen

Für die Methode Herbert-Schraubenosteosynthese mit und ohne BKS ergaben sich folgende Ergebnisse:

Es zeigte sich bei 41 Patienten (93,2%) eine knöcherne Konsolidierung des ehemaligen Pseudarthrosenspalt. Für lediglich 6,8% der Patienten zeigte sich auf den aktuellsten Röntgenbildern ein persistierender Pseudarthrosenspalt.

Die durchschnittliche Gipsdauer für mit dieser Methode versorgten Patienten betrug 10,3 Wochen (Minimum 6 Wochen – Maximum 16 Wochen).

Die Konsolidierungsrate bei Preisser et al. (1998) beträgt 88,6% nach Ersteingriff, mit einer durchschnittlichen Gipsdauer von 9,4 Wochen.

Martini (1993) berichtet über eine Ausheilungsrate von 91% bei Anwendung dieser Operationsmethode. In seinem Patientengut befanden sich jedoch nur Pseudarthrosen mit Lokalisation im mittleren Drittel. In unserem Patientengut war die Mehrzahl der Pseudarthrosen mit 44% im proximalen Drittel lokalisiert. Obwohl die Erzielung einer Ausheilung in diesem Bereich recht schwierig erscheint und mit einer hohen Versagerquote behaftet ist (DeMaagd und Engber, 1989, Böhler, 1977, Amadio und Taleisnik, 1993), können wir mit 93,2% Ausheilung von einem sehr guten Ergebnis sprechen.

Mit unseren Ruhigstellungszeiten liegen wir allerdings hinter der Mehrzahl der Angaben aus der Literatur. Hier werden im Schnitt zirka 7 Wochen angegeben (Wilhelm und Wilhelm, 1999, Schaller et al., 1993). Auch bei Krimmer et al. (1999) beträgt die Ruhigstellungszeit bei proximal gelegener Kahnbeinpseudarthrosen 7,2 Wochen bei einer Ausheilungsrate von allerdings nur 74%.

Unsere sehr guten Ausheilungsergebnisse hängen wahrscheinlich mit unseren langen Ruhigstellungszeiten zusammen. Eventuell kann mit etwas längeren Ruhigstellungszeiten ein besseres Resultat erzielt werden. Obwohl viele Autoren in zu langen Ruhigstellungszeiten die Gefahr sehen, Einbußen in der Bewegungsfunktion des Handgelenks zu riskieren, konnten wir in unserem Patientengut keine signifikanten Unterschiede in der Gesamtbeweglichkeit sowie der groben Kraft abhängig von der Gipsdauer erkennen.

Betrug die Beweglichkeit in der Gruppe der Pseudarthrosepatienten, welche eine Ruhigstellung von 6-11 Wochen erhielten im Vergleich zur gesunden Hand 89,4%, so konnte in der Gruppe der Patienten mit einer Ruhigstellung von 12-16 Wochen eine fast gleich gute Beweglichkeit von 88,6% gemessen werden.

Ähnlich verhält es sich mit der Kraft: 91,3% grobe Kraft im Vergleich zur gesunden Hand in der Gruppe der Pseudarthrosepatienten, mit einer Ruhigstellung von 6-11 Wochen. Bei einer längeren Ruhigstellung (12-16 Wochen) konnte bei Pseudarthrosepatienten eine grobe Kraft von durchschnittlich 89,5% gemessen werden. Betrachtet man gleichzeitig die Ausheilungsrate von 85% in der Gruppe der Pseudarthrosepatienten mit einer Ruhigstellungsdauer von 12-16 Wochen (siehe 4.4.7.1.), so ist ersichtlich, dass man mit einer längeren Ruhigstellungsdauer durchaus keine schlechteren Ergebnisse erzielt. Vielmehr sollten die minimalen Defizite in der Beweglichkeit und der Kraft bei längerer Ruhigstellung für die größere Wahrscheinlichkeit der Ausheilung in Kauf genommen werden.

Betrachtet man die 14 nachuntersuchten Pseudarthrosepatienten gesondert, welche nur einen Oberarmgips oder sowohl Ober- als auch Unterarmgips erhielten, können ebenfalls sehr gute Ergebnisse dargelegt werden. Bei einer durchschnittlichen Gipsdauer von 11,3 Wochen betrug die Beweglichkeit 90% und die grobe Kraft 91,7%. Ebenfalls konnten in dieser Gruppe keine Einschränkungen der Beweglichkeit des Ellenbogens oder des Unterarms beobachtet werden, so dass wir davon ausgehen können, dass das Anlegen eines Oberarmgipses für einen Zeitraum von bis zu 12 Wochen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Beweglichkeit des Armes hat.

Bei 7 Patienten die mittels Synthes-Schraube operativ versorgt wurden, zeigten sich 6 Ausheilungen (85,7%). Die durchschnittliche Ruhigstellungsdauer betrug 9,3 Wochen (Minimum 4 Wochen - Maximum 12 Wochen).

Bei 4 Patienten, die mit Matti-Russe-Plastik versorgt wurden, zeigte sich bei 2 Patienten (50%) eine Ausheilung. 2 Patienten (50%) zeigten keine Ausheilung. Dabei handelte es sich ausschließlich um außer Haus voroperierte Pseudarthrosepatienten bei denen keine Ausheilung stattgefunden hatte.

Die durchschnittliche Gipsdauer betrug 12 Wochen (Minimum 4 – Maximum 13 Wochen).

In der Literatur werden jedoch ausgezeichnete Ausheilungsergebnisse von 93% für die Matti-Russe-Plastik (Meine et al., 1974), 95,4% (Buchholz et al., 1992) und sogar 100% angegeben (Russe, 1980). VanDuyvenbode et al. (1991) sind nicht nur wegen der hohen Ausheilungsraten sondern auch wegen der Schmerzfreiheit ihrer Patienten mit dieser Methode sehr zufrieden. Allerdings fallen ihnen bei fast der Hälfte ihrer nachuntersuchten Patienten eine Atrophie der Hypothenarmuskulatur und eine Greifschwäche der betroffenen Hand auf. Berichte über Misserfolge sind selten.

Betrachtet man die langen Ruhigstellungszeiten von 3-4 Monaten (Beck, 1992, Buchholz et al., 1992) so wird nochmals der Rückgang der Popularität dieser Operationsmethode deutlich. Zudem ist der Langzeitverlauf wichtig: Gröner und Zellner (1995) finden bei ausgeheilten Pseudarthrosen nach einem Zeitraum von 9 bis über 12 Jahren post operationem Arthroseraten von 51,25%. Eine Erklärung hierfür kann von den Autoren nicht gegeben werden. Tatsache ist jedoch, dass man bei solch einem Verlauf nicht von einer optimalen Operationsmethode sprechen kann, weshalb die Matti-Russe-Plastik in unserer Klinik nicht mehr durchgeführt wird und weitgehend von anderen Methoden wie der Herbert-Schrauben-Osteosynthese, welche mit deutlich kürzeren Ruhigstellungszeiten bessere Ausheilungsergebnisse aufweisen, ersetzt worden ist.

Die Methode des vaskularisierten Radiusspanns erbrachte ein Ausheilungsergebnis von 80% bei einer durchschnittlichen Ruhigstellungsdauer

von 10 Wochen. Allerdings war auch in dieser Gruppe die Patientenzahl mit 5 sehr klein.

Mathoulin und Haerle (1998) berichten über eine 100%ige Ausheilungsrate nach einer durchschnittlichen Gipsdauer von 8,6 Wochen. Ihre Gruppe enthielt 17 Patienten mit Pseudarthrosen im mittleren Drittel des Kahnbeins ohne jegliche Arthrosezeichen. Der größte Teil der Patienten war bereits erfolglos voroperiert.

Haerle et al. (persönliche Mitteilung) erreichen nach einer durchschnittlichen Gipsdauer von 8 Wochen eine Ausheilungsrate von 89% bei einer Patientenzahl von 94 welche zwischen 1996 und 2001 operiert wurden. 37 ihrer Patienten wurden zuvor bereits erfolglos voroperiert. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug in ihrem Kollektiv 25,6 Monate.

Von 28 nachuntersuchten Patienten, die mit einem gefäßgestielten Radiusspan versorgt wurden, heilten bei Schmidt (2004) 68% sicher aus. In vier Fällen wurde die Durchbauung als partiell eingestuft, d.h. in den Nachuntersuchungsbildern zeigte sich eine knöcherner Überbrückung, jedoch keine vollständige homogene Durchbauung, sodass man trotzdem von einer knöchernen Stabilität ausgehen kann. Werden diese Fälle zu den ausgeheilten Pseudarthrosen hinzugerechnet, ergibt sich eine Ausheilungsrate von 82%.

Zu erwähnen ist hierzu noch, dass es in diesem Patientengut in 46,5% um Rezidivpseudarthrosen handelte, teilweise auch um Zweitrezidive. Die Ausheilungsergebnisse sind bei diesem negativ selektioniertem Patientengut als sehr gut anzusehen.

Die Methode des vaskularisierten Radiusspans wurde bei uns zum größten Teil bei Patienten mit Pseudarthrosen im proximalen Drittel des Kahnbeins angewandt, deren schlechtere Heilungsaussichten bereits mehrfach in dieser Arbeit erwähnt wurden. Somit ist das abweichende Ausheilungsergebnis bei uns einerseits auf die geringe Patientenanzahl, andererseits auf die negative Patientenselektion zurückzuführen, was die Effektivität dieser Methode stützt.

Wegen zu geringer Fallzahl der letzten beiden Methoden (MR und VRS) sind die Ausheilungsergebnisse jedoch nicht als repräsentativ zu werten.

Als zusammenfassendes Ergebnis für alle Operationsmethoden ergab sich eine Ausheilungsrate von 86,9% für Pseudarthrosen (auswertbare Fälle n=60).

Frakturen

Von den Frakturen, die mit einer Herbert-Schraube versorgt wurden, heilten 100% aus, bei einer durchschnittlichen Ruhigstellung von 8,4 Wochen (Minimum 4 Wochen – Maximum 16 Wochen).

Auch die Verwendung der Herbert-Schraube in Kombination mit der Matti-Russe-Plastik erbrachte eine Ausheilungsrate von 100%. Die Ruhigstellungszeit war mit 7,6 Wochen etwas kürzer als bei der Versorgung mit alleiniger Herbert-Schraube.

Martini (1993) erzielt eine Ausheilungsrate von 100% in seinem Patientengut nach Versorgung mit Herbert-Schraube und Spongiosaplastik. Ruhigstellungszeiten werden zwischen 2 und 3 Wochen angegeben. Ebenfalls 100% Ausheilung erreichen Herbert und Fischer (1984) in ihrem Patientengut, 90,9% werden von Bunker et al. (1987) angegeben, 96% von Martini und Schiltenswolf (1993).

Eisenschenk et al. (1999) benutzen in ihrem Patientengut für die Frakturen ebenfalls die Herbert-Schraube mit und ohne Spongiosaplastik aus dem Beckenkamm. Für alle Frakturtypen erhalten sie ein Ausheilungsergebnis von 88,1%. Frakturen im mittleren und distalen Drittel zeigen hierbei bei einer Fusionsrate von 94,3% im Vergleich zu den proximalen Frakturen mit 71,4% ein deutlich besseres Ergebnis. Wahrscheinlich ist die Ursache für die schlechteren Resultate in der kurzen Gipsdauer zu sehen, die nur 1-2 Wochen beträgt. Die durchschnittliche Gipsdauer für diese Operationsmethoden betrug in unserem Kollektiv etwa 8 Wochen.

Für die Methoden Matti-Russe-Plastik und Synthes-Schraube in Kombination mit Matti-Russe-Plastik ergaben sich jeweils Ausheilungsraten von 100% mit Ruhigstellungszeiten von 13 und 10 Wochen. Allerdings konnten in diesen Gruppen insgesamt nur 3 Patienten nachuntersucht werden.

Wie zu erwarten ergab sich für die Frakturen ein weitaus besseres Ergebnis als für die Pseudarthrosen.

Als zusammenfassendes Ergebnis für alle Operationsmethoden ergab sich eine Ausheilungsrate von 100%.

4.4.2. Altersgruppen

Pseudarthrosen

Die Auswertung des untersuchten Patientenkollektivs ergab, dass 56 Patienten (94,8%) jünger als 40 Jahre waren. Lediglich zwei Patienten waren 40 Jahre oder älter.

Ob sich mit zunehmendem Alter die Ausheilungsraten tatsächlich verschlechtern, oder ob sich mit zunehmendem Alter die Ausheilungsraten verbessern, ist mit unserer kleinen Patientenzahl in dieser Gruppe nicht klarzustellen. Zumindest konnte bei unseren beiden über 40-jährigen Patienten eine knöcherne Konsolidierung diagnostiziert werden. Gröner und Zellner (1995) finden in den Gruppen der bis 20-jährigen sowie der 21-30-jährigen die größten Ausheilungsraten von 86% (n=14) und 89% (n=27). Die Gruppe der 32-40-jährigen zeigt eine Konsolidierungsrate von 80%, diejenige Gruppe mit 41-50-jährigen Patienten 78%, wobei in diesen beiden Gruppen die Fallzahlen mit n=10 und n=9 deutlich abnehmen und somit die verschiedenen Gruppen, wie es auch bei uns der Fall ist, schwer miteinander zu vergleichen sind.

In unserem Patientenkollektiv ergab sich für die jüngste Gruppe der 10-19-jährigen das beste Ausheilungsergebnis mit 92,9%. Allerdings ist in dieser

Gruppe mit 33,3% der geringste Anteil im proximalen Pol gelegener Pseudarthrosen zu finden. In der Gruppe der 20-29-jährigen beträgt dieser Anteil 70%, in der Gruppe der 30-39-jährigen sogar 83,3%. Die Höhe der Ausheilungsrate korreliert somit nicht nur mit der Altersgruppe. Vielmehr müssen einflussreiche Faktoren wie die Lokalisation des Pseudarthrosenspalts berücksichtigt werden.

Ob eine knöchernen Konsolidierung bei jüngeren Patienten schneller stattfindet und ob die Blutversorgung mit zunehmendem Alter abnimmt, war in der Literatur nicht zu finden.

4.4.3. Zeitraum zwischen Unfalltag und Erstoperation

Pseudarthrosen

Bei denjenigen Patienten, die zwischen Unfalldatum und Erstoperation ein Zeitintervall von mindestens 3 Monaten und höchstens 365 Tagen hatten, betrug die Ausheilungsrate 92%.

Betrag der Abstand mindestens 1 und höchstens 5 Jahre, so sank die Ausheilungsrate auf 84,6%.

In der Patientengruppe, in welcher der Unfall länger als 5 Jahre her war, oder sich die Patienten nicht an ein Trauma erinnern konnten, betrug die Ausheilungsrate nur noch 78%.

Die Notwendigkeit der rechtzeitigen operativen Therapie bei Kahnbeinpseudarthrosen wird mit dem kontinuierlichen Abfall der Ausheilungsergebnisse bei längerer unbehandelter Zeitspanne deutlich (Meine et al., 1974, Eitenmüller et al., 1978, Pechlaner et al., 1987a). Auch Pechlaner und Beck (1990) beobachteten einen prozentualen Rückgang der knöchernen Durchbauung mit zunehmendem Alter der Pseudarthrose. Beträgt die

Ausheilungsrate der bis zu einem Jahr alten Pseudarthrosen, ähnlich wie in unseren Ergebnissen 86,8%, so fällt sie bei Pseudarthrosen die älter als 4 Jahre sind auf 62%.

Gleiches berichten auch Krufft und Reill (1992). Auch in ihrem Patientengut sinkt die Ausheilungsrate mit zunehmendem Zeitintervall zwischen Unfall und Operation.

Komplikationen wie posttraumatische Arthrose des Kahnbeins oder sogar der gesamten Handwurzelreihe werden als mögliche Folgen einer verspäteten Versorgung genannt.

(Martini, 1995, Amadio und Talseinik, 1993, Linscheid et al., 1972, Steiger und Sennwald, 1990).

Frakturen

Unabhängig von der Zeitspanne zwischen Unfalldatum und Erstoperation betrug die Ausheilung aller Frakturen 100%.

4.4.4. Frakturlokalisierung

Pseudarthrosen

Pseudarthrosen im proximalen Drittel des Kahnbeins zeigten in unserem Patientengut die schlechtesten Ausheilungsergebnisse mit trotzdem noch beachtlichen 84,8 %.

Die durchschnittliche Gipsdauer betrug 10,2 Wochen.

Bei gesonderter Betrachtung der Gruppe der Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment fielen die Ergebnisse wesentlich schlechter aus. Hier betrug die Ausheilungsrate aller im Zeitraum März 1997 – Dezember 2000 operierter Patienten 53,6% bei einer durchschnittlichen Ruhigstellungsdauer von 11,3 Wochen (siehe Kapitel „Kleines proximales Fragment“).

Über eine Abnahme der Heilungschancen durch die Minderdurchblutung des proximalen Pols wurde bereits von zahlreichen Autoren berichtet (Cooney et al., 1980, Pechlaner et al., 1987 b, Martini und Schiltenwolf, 1993, Barton, 1997).

Die Gruppe mit Pseudarthrosen im mittleren Drittel zeigte ein Ergebnis von 88,9% bei einer durchschnittlichen Ruhigstellungsdauer von 9,2 Wochen.

Preisser und Partecke (2002) berichten von einer Durchbauungsrate von 89% nach operativer Sanierung der Kahnbeinpseudarthrose des mittleren Drittels, wobei in ihrer Patientengruppe an Verfahren nur die Herbert-Schraube mit Knochenspanplastik zur Anwendung kommt.

Mit einem Ergebnis von 100% wurde bei der operativen Versorgung der Pseudarthrosen im distalen Drittel bei uns das beste Ausheilungsergebnis erzielt. Die Gipsdauer betrug hier im Schnitt 10 Wochen.

Beutel und Wilhelm (1999) fanden bei ihren Untersuchungen heraus, dass sogar bei bereits bestehender Pseudarthrose die Vitalitätsverhältnisse im distalen Bereich des Kahnbeins wesentlich besser sind als in den weiter proximal gelegenen Teilen. Somit ist verständlich, dass die besseren Ausheilungsergebnisse bei Frakturverläufen in diesem Bereich, aufgrund der guten Blutversorgung, erzielt werden können.

Frakturen

Hier betrug bei Frakturen im proximalen, mittleren und distalen Drittel das Ausheilungsergebnis jeweils 100% mit einer durchschnittlichen Ruhigstellungszeit für alle drei Gruppen von 8,5 Wochen.

Die Aussage vieler Autoren, Kahnbeinbrüche im proximalen Drittel des Kahnbeins bedürften bis zur knöchernen Konsolidierung eine längere Gipsimmobilisierung ließ sich mit unserem Patientengut nicht bestätigen (Eddeland et al., 1975, Nigst, 1983, Russe, 1960b). Proximale Frakturen wurden mit 8,3 Wochen am kürzesten ruhiggestellt und heilten trotzdem zu 100% aus.

Eisenschenk et al. (1999) finden in ihrem Patientengut eine Gesamtausheilungsrate von 88,1% bei operativer Versorgung mit Herbert-Schraube.

Frakturen im distalen und mittleren Drittel weisen hier ebenfalls bessere Fusionsraten (94,3%) auf als Frakturen im proximalen Drittel (71,4%).

4.4.5. Gleichseitige Hand- oder Armverletzungen

Zwei von drei Patienten mit Pseudarthrose des Kahnbeins und zusätzlicher Begleitverletzung an der gleichen Seite (distale Radiusfraktur) zeigten auf den Nachuntersuchungsbildern eine Ausheilung.

Gleichseitige Begleitverletzungen sind eine Rarität. Tountas und Waddell (1987) berichten von einer Häufigkeit von 0,7%-6,5%. Hove (1994) berichtet bei einer kleinen Fallzahl von 12 Patienten von einer Ausheilungsrate von 91,7%. Alle diese Frakturen heilten ohne Fehlstellung und ohne jegliche Komplikationen aus.

Bei unseren Ausheilungsergebnissen handelte es sich, bedingt durch die geringe Fallzahl, eher um einen Zufallsbefund, weshalb hier von einer weiteren Interpretation abgesehen wird.

4.4.6. Gipsdauer

Für die Gipsdauer wurden die gleichen Zeiträume aus Kapitel 3.5.4. gewählt.

Eine Gruppe mit 6-11 Wochen Gipsdauer, eine Gruppe mit 12-16 Wochen Gipsdauer.

Da wir bei allen Patienten keine Bewegungseinschränkung im Ellenbogengelenk und im Unterarm feststellen konnten (siehe Kapitel 3.5.1), wird hier auf eine gesonderte Darstellung der Resultate bei Versorgung mit Oberarmgips und Unterarmgips verzichtet. Selbst bei langen Ruhigstellungszeiten (12 Wochen) im Oberarmgips waren keine Defizite in diesen beiden Gelenken messbar.

Die Meinung, Oberarmgipsverbände könnten dauerhaft zu Bewegungseinbußen im Ellenbogengelenk und im Unterarm führen, weshalb man heute zunehmend die Ruhigstellung im Unterarmgips bevorzugt, konnten wir mit unseren Ergebnissen nicht bestätigen.

Pseudarthrosen

Die durchschnittliche Gipsdauer betrug bei allen Patienten 9 Wochen.

Für die Patienten, welche einen Gips für 6 – 11 Wochen trugen, zeigte sich eine Ausheilungsrate von 86,4%.

In der Gruppe mit 12 – 16 Wochen Gipsruhigstellung zeigte sich eine ähnliche Ausheilungsrate von 84,6%.

Betrachtet man hierzu das Diagramm in Kapitel 3.5.4 wird ersichtlich, dass zwar bei längerer Gipsdauer die Handgelenksbeweglichkeit im Schnitt minimal schlechter ausfällt als in der Gruppe mit 6-11 Wochen Gipsdauer, dieser Unterschied aber sehr gering ist. (Zum Vergleich: 89,4% Handgelenksbeweglichkeit bei einer Gipsdauer von 6-11 Wochen, 88,6% Handgelenksbeweglichkeit bei einer Gipsdauer von 12-16 Wochen). Natürlich beziehen sich diese Angaben auf Durchschnittswerte, wobei schlechte Werte einzelner Patienten in beiden Gruppen nicht unbeachtet bleiben dürfen.

Die durchschnittliche Dauer der Ruhigstellung im Gips war bei ausgeheilten Pseudarthrosen mit 71 Tagen und bei nicht ausgeheilten Pseudarthrosen mit durchschnittlich 70 Tagen nahezu gleich.

Somit lag der Grund für das nicht Ausheilen der Pseudarthrosen nicht in der Gipsdauer.

Sieben von insgesamt 8 Pseudarthrosen, die nicht ausheilten, befanden sich im proximalen Drittel des Kahnbeins. Vier davon fallen in die Untergruppe „kleines proximales Fragment“ (siehe Kapitel: „Kleines proximales Fragment“). Trotz der langen Ruhigstellungszeiten von durchschnittlich 11 Wochen konnte keine Konsolidierung erzielt werden.

Die Ruhigstellungszeit bei Preisser et al. (1998) beträgt zwischen 6 und 23 Wochen, im Schnitt 9,4 Wochen. Als Methode wurde die Herbert-Schrauben-Osteosynthese mit Beckenkammspaninterposition angewandt. Nach Ersteingriff wird hier eine knöcherner Konsolidierung von 88,6% erreicht. Auch hier findet sich der größte Anteil nicht konsolidierter Pseudarthrosen im proximalen Drittel. Eine längere Ruhigstellungsdauer wird bei solchen problematischen Fällen somit nicht wesentlich zur Ausheilung beitragen, sofern das Grundproblem der schlechten Blutversorgung dieses Areal nicht gelöst werden kann. Hierdurch wird eher das Risiko der Verminderung der postoperativen Handgelenksbeweglichkeit eingegangen.

Frakturen

Für alle Gruppen zeigte sich eine Ausheilung von 100%.
Die durchschnittliche Gipsdauer betrug 8,5 Wochen.

4.4.7. Einfluss der fehlenden Ausheilung auf die Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose

Unter operativer Therapie heilten 53 von 61 beurteilbaren Pseudarthrosen aus. Aus dieser Patientengruppe wiesen 10 von ihnen (18,7%) auf den Nachuntersuchungsbildern posttraumatische arthrotische Veränderungen auf. 8 Pseudarthrosen heilten nach operativer Therapie nicht aus. Lediglich einer unter ihnen (12,5%) wies auf den Nachuntersuchungsbildern posttraumatische arthrotische Veränderungen auf. 7 der 8 Pseudarthrosen zeigten auf den aktuellsten Röntgenbildern einen pathologischen SL-Winkel. Allerdings ist zu erwähnen, dass der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum in der Gruppe der ausgeheilten Pseudarthrosen 28 Monate betrug. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum in der Gruppe der nicht ausgeheilten Pseudarthrosen betrug lediglich 23 Monate.

Die 10 Patienten in der Gruppe der ausgeheilten PSA, welche auf den Nachuntersuchungsbildern posttraumatische Arthrosen aufwiesen, wurden im Schnitt 31,4 Monate nach Erstoperation nachuntersucht. Ein Patient ohne Ausheilung und mit posttraumatischer Arthrose wurde nach 9,5 Monaten nachuntersucht.

Je länger der Zeitraum zwischen Operationsdatum und Nachuntersuchungsdatum liegt, desto eher können Spätkomplikationen beobachtet werden. Das ist wahrscheinlich auch der Grund dafür, dass sich in unserem Patientengut in der Gruppe der primär ausgeheilten Pseudarthrosen prozentual mehr posttraumatische Arthrosen befanden als in der Gruppe der nicht ausgeheilten Pseudarthrosen bei kürzerem Nachuntersuchungszeitraum.

Trotz anfänglich sehr guter Ausheilungsergebnisse sind Nachuntersuchungen auch bei erfolgreich operierten Pseudarthrosen zu einem späteren Zeitraum somit unumgänglich, um eine effiziente Aussage über die postoperative Ausheilung treffen zu können und die Entwicklung eventueller Spätschäden rechtzeitig zu erkennen.

Dass unbehandelte Kahnbeinpseudarthrosen nach längerem Nachuntersuchungszeitraum zu weitaus größeren Prozentsätzen Arthrosen aufweisen, wurde zu Beginn der Arbeit bereits erwähnt (siehe Kapitel 1.4.6.).

Das Risiko einer postoperativen Arthrose ist somit um ein Vielfaches geringer als ohne Operation, auch wenn es durch unsere Zahlen nicht belegt werden konnte.

Bei keinem Patienten, der an einer Fraktur operiert wurde, zeigten sich weder fehlende Ausheilung noch posttraumatische arthrotische Veränderungen, wobei zu beachten ist, dass unser Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 26,9 Monaten für die Entstehung und Diagnose derartiger Veränderungen sehr kurz ist.

4.4.8. Einfluss des SL - Winkels auf die Ausheilung und Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose

Von 61 behandelten Patienten mit Pseudarthrosen lagen verwertbare Abschlussröntgenbilder vor.

Einen pathologischen SL-Winkel zeigten 13 von 61 Pseudarthrosen (21,3%), wovon 4 (30,7%) eine radiocarpale Arthrose aufwiesen. 2 der Patienten mit pathologischem SL-Winkel und radiocarpaler Arthrose zeigten auf den aktuellen Röntgenbildern keine Ausheilung.

6 von 53 ausgeheilten Pseudarthrosen (11,3%), sowie 7 von 8 nicht ausgeheilten Pseudarthrosen (87,5%), wiesen einen pathologischen SL-Winkel auf.

Keine Fehlstellung zeigten 16 operativ versorgte Frakturen (88,9%). Alle Frakturen heilten ohne posttraumatische arthrotische Fehlstellung aus.

Fast alle nicht ausgeheilten Pseudarthrosen zeigten einen pathologischen SL-Winkel. Somit ist ersichtlich, dass eine intraoperative Korrektur des scapholunären Winkels für die Ausheilung einer Kahnbeinpseudarthrose von großer Bedeutung ist.

Ein signifikanter Zusammenhang konnte auch zwischen SL-Winkel und arthrotischen Veränderungen gesehen werden.

Der Anteil der Arthrosen in der Gruppe mit pathologischem SL-Winkel betrug 30,7%. Im Vergleich hierzu betrug der Anteil der Arthrosen in der Gruppe mit normalem SL-Winkel 12,2%. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug in der Gruppe „Arthrose bei pathologischem SL-Winkel“ 33 Monate, in der Gruppe „Arthrose bei normalem SL-Winkel“ 30 Monate. Somit konnten wir zwar bei ungefähr gleichem Nachuntersuchungszeitraum in beiden Gruppen weniger Arthrosebildung bei Patienten mit normalem SL-Winkel erkennen, eine eindeutige Aussage darüber, ob eine korrekter SL-Winkel die Ausbildung einer

Arthrose verhindert ist bei unserem geringen Patientenanteil und den sehr kurzen Nachuntersuchungszeiten jedoch nicht möglich.

Preisser und Partecke (2002) sehen ebenfalls keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen pathologischem SL-Winkel und Arthroseentwicklung. Fraglich bleibt auch, ob eine Korrektur der Fehlstellung langfristig die Arthroseentwicklung des Kahnbeins aufhält.

Allerdings wird von zahlreichen Autoren eine Fehlstellung sowohl als möglicher Auslöser einer posttraumatischen Arthrose gesehen als auch für eine ausbleibende Heilung verantwortlich gemacht (Nakamura et al., 1991, Amadio et al., 1989, Nakamura et al., 1987).

4.4.9. Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit und der groben Kraft in Abhängigkeit der Operationsmethoden

Pseudarthrosen

Unabhängig von der Ausheilung blieb im Durchschnitt eine Bewegungseinschränkung des Handgelenks von 22,6% im Vergleich zur gesunden Seite zurück (Minimum 0%, Maximum 51%). Für die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk wurde eine Einschränkung von 8% gemessen (Minimum 0%, Maximum 43%).

Bewegungseinschränkungen fanden sich nach operativer Therapie stärker nach palmar und radial als nach dorsal und ulnar.

Der Verdacht, die Bewegungseinschränkung könnte mit dem gewählten Zugangsweg zusammenhängen, ließ sich jedoch nicht bestätigen. Die Palmarflektion betrug beim palmaren Zugangsweg 76,3%, beim dorsalen Zugangsweg 76,8%. Die Radialabduktion betrug beim palmaren Zugangsweg 75%, beim dorsalen Zugangsweg 78,6%. Es sind somit keine gravierenden Unterschiede in Abhängigkeit des Zugangsweges erkennbar.

Ausgeheilte Pseudarthrosen zeigten im Schnitt eine Bewegungseinschränkung des Handgelenks von 18%. Die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk war mit 7% kaum eingeschränkt.

Im Vergleich dazu schnitten nicht ausgeheilte Pseudarthrosen mit einer Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit von 29% wesentlich schlechter ab. Die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk war in dieser Gruppe mit 8% ebenfalls kaum beeinträchtigt.

Patienten mit posttraumatischer Arthrose, unabhängig von der Ausheilung, zeigten eine Bewegungseinschränkung des Handgelenks von 25% sowie des Daumengelenks von 9%.

Die Gruppe der nicht ausgeheilten Pseudarthrosen sowie Patienten mit posttraumatischer lokaler oder generalisierter Arthrose des Handgelenks hatten die größte Einschränkung in der Beweglichkeit des Handgelenks. Die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk war unabhängig von der Heilung minimal verändert und zeigte in den Verschiedenen Patientengruppen keine gravierenden Unterschiede.

In unserem Patientenkollektiv konnte das beste Ergebnis für die postoperative Handgelenksbeweglichkeit mit 82%, nach operativer Therapie mittels Herbert-Schraube mit und ohne Kombinationsmethoden erreicht werden. Auch für die Beweglichkeit im Daumensattelgelenk mit 95% erbrachte diese Methode die besten Resultate.

Herbert und Filan (1999) berichten über eine sehr gute Handgelenksbeweglichkeit von 85% bei nur mit Herbert-Schraube versorgten proximal gelegenen Pseudarthrosen.

Auch Schaller et al. (1993) erzielten die besten Resultate bei den Herbert-Schrauben.

Preisser und Partecke (2002) können nach Einsatz der Herbert-Schraube in Verbindung mit einer Knochenspanplastik bei der Behandlung von Pseudarthrosen im mittleren Drittel des Kahnbeins eine Handgelenksbeweglichkeit von 81% im Vergleich zu gesunden Gegenseite messen.

Nach dem Einsatz der Matti-Russe-Plastik blieben bei unseren Patienten eine Handgelenksbeweglichkeit von 73% sowie eine Beweglichkeit im Daumensattelgelenk von 94% zurück. Allerdings ist bei einer Patientenzahl von 8 in dieser Gruppe das Resultat wenig aussagekräftig.

Sauerbier et al. (1999) berichten von einer Bewegungsfunktion des Handgelenks von zirka 90% bei dieser Methode.

80% der Patienten von Krufft und Reill (1992) weisen eine Bewegungseinschränkung bis 20% auf, 17% ihrer Patienten bis 50%, und 3% der Patienten sogar über 50% Bewegungseinschränkung.

Allerdings befinden sich in ihrem Patientengut nur komplizierte Fälle mit Sekundärarthrosen oder sonstigen Veränderungen der Handwurzel und des Handgelenks. Zudem ist nicht eindeutig beschrieben auf welches Gelenk, bzw. welche Gelenke sich die Bewegungseinschränkung bezieht.

Bei uns mit Synthes-Schraube operierte Patienten wiesen eine Handgelenksbeweglichkeit von 77%, sowie eine Beweglichkeit des Daumensattelgelenks von 89% auf.

Die geringste Handgelenksbeweglichkeit mit 69% konnte in der Gruppe mit vaskularisiertem Radiusspan operierten Patienten ermittelt werden. Die Beweglichkeit des Daumensattelgelenks wies im Gegensatz dazu ein besseres Resultat mit 92% auf. Es darf hierbei jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass alle mit dieser Methode behandelten Patienten bereits zuvor erfolglos operiert worden waren. Die Spanne zwischen beiden Operationen betrug im Schnitt 2,5 Jahre.

Zudem ist die Patientenzahl in dieser Gruppe mit 6 Fällen ebenfalls zu gering für eine aussagekräftige Interpretation.

Für die grobe Kraft ließ sich nach Einsatz der Herbert-Schraube mit und ohne Kombinationsmethoden eine Minderung von 9,6% ermitteln.

Mit Herbert-Schraube versorgte Patienten weisen bei Preisser et al. (1998)

eine Einschränkung von 18% im Vergleich zur Gegenseite auf, wobei in ihrem Patientengut ein Grossteil an Problemfällen bzw. folgeoperierten Patienten zu finden ist.

Unter einer Kraftminderung von 13,9% litten in unserem Patientenkollektiv die nach Matti-Russe operierten Patienten.

Die größte Kraftminderung um 17,8% musste die Gruppe in Kauf nehmen, der ein vaskularisierter Radiusspan eingesetzt worden war.

Das beste Resultat zeigte sich in der Gruppe der mit Synthes-Schraube verschraubten Pseudarthrosen. Hier betrug die Kraftminderung 5%.

Unabhängig von der Ausheilung und der Operationsmethode konnte für die grobe Kraft eine Minderung um 10,4% im Vergleich zur gesunden Seite ermittelt werden.

Ausgeheilte Pseudarthrosen zeigten eine Minderung um 9,9%.

Bei nicht ausgeheilten Pseudarthrosen betrug die Minderung 12,6%.

Frakturen

Lässt man hier zunächst ebenfalls die Ausheilung und die Operationstechnik außer Betracht, ergab sich eine Bewegungseinschränkung von 6,6% (Minimum 0%, Maximum 25,8%).

Bewegungseinschränkungen nach operativer Therapie waren in der Radial- und Ulnarabduktion stärker ausgeprägt als bei der Palmar- und Dorsalflektion.

Nach Einsatz der Herbert-Schraube allein, blieb eine Bewegungseinschränkung von 2,3% zurück.

Die Einschränkung stieg in der Gruppe mit Herbert-Schraube und Kombinationsmethoden operierten Patienten auf 9,6% an. Das mag einerseits daran liegen, dass fast alle der Patienten in dieser Gruppe Frakturen im proximalen Drittel des Kahnbeins aufwiesen, was wie bereits schon öfters in dieser Arbeit erwähnt wurde, eine schlechtere Prognose für die Ausheilung

bedeutet, andererseits war der Abstand zwischen Unfalltag und Operation mit durchschnittlich 22 Tagen größer als in den anderen Gruppen.

Bei einem Frakturpatienten wurde die Matti-Russe-Plastik angewandt. Dieser hatte eine Einschränkung von 6,5%.

Für die Synthes-Schraube mit Kombinationsmethoden betrug die Bewegungseinschränkung 8%. Allerdings handelte es sich hier ebenfalls um nur 2 Patienten, somit sind die Werte für die Matti-Russe-Plastik und die Synthes-Schraube nicht aussagekräftig und werden hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Für die grobe Kraft galt unabhängig von der Ausheilung und der Operationsmethode eine Minderung um 6,4% im Vergleich zur gesunden Seite. Eine Kraftminderung um 6,2% ergab sich in der Gruppe mit Herbert-Schraube operierten Patienten.

Das beste Resultat mit nur 4,8% Kraftminderung zeigten die Patienten die mittels Herbert-Schraube und Kombinationsmethoden behandelt worden waren.

Ein Patient, nach Matti-Russe operiert, zeigte eine Minderung um 6,5%.

Bei zwei mit Synthes-Schraube versorgten Patienten betrug die Minderung 8%.

Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich bei diesen Werten jedoch um Zufallsbefunde, da die verschiedenen Gruppen, mit einer maximalen Patientenzahl von 9 zu klein sind, um repräsentative Ergebnisse zu liefern.

Wie bereits zu erwarten schnitten aber auch hier die Frakturen besser ab als die Pseudarthrosen. Die Gesamtbeweglichkeit der Frakturen lag um 4,2% über derjenigen der Pseudarthrosen. Ebenso verhielt es sich mit der Kraft: Die Kraftminderung in der Gruppe der Pseudarthrosen lag um 3,8% höher als bei den Frakturen.

4.4.10. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Hier soll die Arbeitsunfähigkeitszeit bei verheilten und nicht ausgeheilten Pseudarthrosen und Frakturen diskutiert werden.

Pseudarthrosen

Insgesamt betrug die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit 80,5 Tage. Patienten mit ausgeheilten Pseudarthrosen hatten mit durchschnittlich 83,3 Tagen Arbeitsunfähigkeit eine längere Erholungszeit als Patienten deren Pseudarthrose nicht verheilt ist. Deren Arbeitsunfähigkeit dauerte nur 72,1 Tage. Möglich ist eine zu frühzeitige Belastung der Hand, die den Heilungsprozess beeinträchtigt haben könnte. Auffällig ist auch, dass der Anteil der Patienten mit schwerer beruflicher Belastung in der Gruppe der nicht ausgeheilten Pseudarthrosen 44% betrug, im Vergleich dazu in der Gruppe der ausgeheilten Pseudarthrosen 29%.

Zudem betrug der Anteil im proximalen Drittel lokalisierter Pseudarthrosen in der Gruppe nicht ausgeheilte Fälle 78%, in der Gruppe der ausgeheilten Fälle 51%. Der Heilungsprozess ist somit nicht nur abhängig von der ausreichenden Schonung der Hand, sondern auch von der Lokalisation der Pseudarthrose.

17% der Patienten wurde keine Arbeitsunfähigkeit ausgestellt, oder sie fingen schon vor der Gipsabnahme an zu arbeiten. Dabei handelte es sich ausschließlich um Schüler, Studenten und Hausfrauen.

Mit durchschnittlichen 60,2 Tagen Arbeitsunfähigkeit konnten die mit Syntheschraube versorgten Patienten am schnellsten in ihren Beruf zurückkehren.

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit war bei nach Matti-Russe operierten und mit Herbert-Schraube versorgten Patienten mit jeweils 12 Wochen gleich.

Frakturen

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag mit durchschnittlich 60,9 Tagen (Minimum 0 Tage, Maximum 140 Tage) deutlich unter der der Pseudarthrosen. Die durchschnittliche Gipsdauer betrug 60,2 Tage. Vier Patienten, Studenten und Schüler, wurde keine Arbeitsunfähigkeit ausgestellt. Werden diese Patienten nicht in die Rechnung mit einbezogen, steigt die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit auf 77 Tage. Unsere berufstätigen Patienten konnten somit ca. 2 Wochen nach Gipsabnahme ihre Arbeit aufnehmen.

Mit Herbert-Schraube versorgte Patienten konnten ihre Arbeit nach durchschnittlich 8,3 Wochen am frühesten aufnehmen. Auch Parkinson et al. (1989) berichten über eine kürzere Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und schnellere Berufsaufnahme bei den Patienten, deren Frakturen mittels Herbert-Schraube osteosynthetisch versorgt wurden, als bei denen die eine Matti-Russe-Plastik erhielten.

Vergleicht man jedoch die Dauer der Arbeitsunfähigkeit unseres Patientengutes mit den Zeiten anderer Autoren fallen die großen Unterschiede sofort ins Augenmerk. 91% der mit Herbert-Schraube operierten Patienten von Filan und Herbert (1996), konnten nach durchschnittlich 4,7 Wochen ihre alte Arbeit aufnehmen. Die operierte Hand wurde postoperativ nicht mit einem Kahnbeingips ruhiggestellt. Es wurde lediglich eine straffe Bandage für zwei Wochen angelegt. Nach diesen 2 Wochen konnten die Patienten ihre Hand langsam und schonend einsetzen. Allerdings sind hier die Ausheilungsraten niedriger als in unserem Patientengut. Die Ausheilungsrate bei Frakturen beträgt hier nur noch knapp 90%. Die Ausheilungsrate bei Pseudarthrosen ist mit 58% wesentlich schlechter. Diese Zahlen legen nahe, dass eine entsprechende Ruhigstellung zumindest für Pseudarthrosen notwendig ist, um die Ausheilungsrate zu erhöhen. Die postoperative Ruhigstellung und Befreiung von der Arbeit sollte daher nicht zu knapp angesetzt werden.

4.4.11. Berufliche Wiedereingliederung in den alten Beruf

Unabhängig von der Ausheilung zeigt der Vergleich der beruflichen Wiedereingliederung nach Behandlungsabschluss, dass ein sehr hoher Prozentsatz der Patienten wieder in den alten Beruf zurückkehrte.

Den Pseudarthrosepatienten war die Wiederaufnahme der alten Arbeit in 49 Fällen (94,2%) von 52 ausgeheilten Pseudarthrosen möglich. Ein Patient war arbeitslos, zwei weitere Patienten mussten umgeschult werden. 9 von 9 Patienten (100%) ohne Ausheilung konnten ihren alten Beruf weiter ausüben.

Alle wegen einer Kahnbeinfraktur operierten 18 Patienten konnten an ihren alten Arbeitsplatz zurückkehren.

Auch Böhler berichtet von 99,6% der Patienten mit ausgeheilten Frakturen die an den Arbeitsplatz zurückkehrten. Allerdings befinden sich in seinem Patientengut auch Frakturen ohne Ausheilung, von denen 77,9% der Patienten ihre alte Arbeit aufnehmen konnten (Böhler et al., 1954).

4.4.12. Vergleich der Auswertungsschemata DASH, COONEY und MARTINI

Wie in Kapitel 2.2 bereits erwähnt, wird die Bewertung unter den drei Schemata unter Betrachtung mehr oder weniger verschiedener Parameter durchgeführt. Die besten Ergebnisse mit der Notengebung sehr gut und gut für 89% der Patienten wurden anhand des DASH-Fragebogens ermittelt. Da der DASH-Fragebogen durch den Patienten selber ausgefüllt wird und ausschließlich die subjektive Einschätzung des Patienten dokumentiert, ist dessen Notengebung durch den Patienten selber leichter manipulierbar. So wird ein frustrierter und unzufriedener Patient, dessen Leistungsfähigkeit der operierten Hand eigentlich als gut eingestuft werden kann, eher eine schlechtere Bewertung abgeben. Andererseits neigt ein indolenter Patient eher dazu, eine bessere Bewertung abzugeben.

Das COONEY-Schema hat den Vorteil, dass neben Schmerz und Arbeitsfähigkeit auch die Beweglichkeit und die grobe Kraft der Hand, die der Arzt selber misst, betrachtet werden. Ein großer Nachteil bei diesem Schema ist die geringe Variationsbreite bei der Bewertung der Beweglichkeit und der groben Kraft. Nur bei Erreichen einer 100%igen Gleichwertigkeit der operierten Hand im Vergleich zur gesunden wird die volle Punktzahl vergeben. Beträgt die Beweglichkeit oder die Kraft „nur“ zwischen 75% und 100%, so z.B. auch bei 90%, werden jeweils zehn Punkte abgezogen, was sich dann bei der Gesamtbeurteilung in Form einer schlechteren Bewertung niederschlägt. Durch Verlust dieser 20 Punkte fällt die Benotung sehr schnell als befriedigend aus, obwohl diese Note aufgrund des Gesamtbildes als eher ungerechtfertigt erscheint. Dieser Nachteil ist der ausschlaggebende Grund für die insgesamt schlechtere Bewertung unserer Pseudarthrose- und Frakturpatienten nach diesem Schema. Im Vergleich zu den anderen Bewertungsschemata erhielten hier insgesamt nur 56% der Patienten die Benotung sehr gut und gut.

Das MARTINI-Schema betrachtet neben dem subjektiven Befinden, der Kraft und der Beweglichkeit auch die Ergebnisse aus den postoperativen Röntgenbildern. Neben der Punktvergabe anhand dieser Kriterien wird auch

eine Negativliste aufgeführt, bei der für jede Komplikation jeweils zwei Punkte abgezogen werden. 78% unserer Patienten erhielten nach diesem Schema die Benotung sehr gut und gut.

Nachteilig bei diesem Schema ist, dass keine Angaben bezüglich des notwendigen Alters der Röntgenbilder gemacht werden. So sollte man sich auf eine bestimmte Zeitspanne post operationem einigen, um für jeden Patienten gleiche Bedingungen zu schaffen.

Insgesamt sind alle drei Schemata geeignet, um die postoperative Situation nach Kahnbeinpseudarthrose oder –fraktur zu bewerten, wobei das COONEY-Schema, obwohl es in englischsprachigen Arbeiten am häufigsten angewandt wird, bei Bedarf eher als zusätzliches Schema zur Anwendung kommen sollte.

5. Kleines proximales Fragment

Beträgt die Länge des proximalen Fragments 20% oder weniger der Gesamtlänge des Kahnbeins, spricht man von kleinem proximalem Fragment. Diese nehmen bei den Kahnbeinfrakturen eine Sonderstellung ein. Wie bereits zuvor in der Arbeit erwähnt, sind die Chancen auf Heilung selbst bei adäquater und korrekt durchgeführter Therapie aufgrund mangelnder Blutversorgung relativ schlecht (Gabl et al., 1999, Gelberman und Menon, 1980, Herbert und Filan, 1999, Krimmer et al., 1999).

Wurde dieser Frakturtyp früher noch mit der Matti-Russe-Plastik behandelt, so gelten heute aufgrund der weniger erfolgreichen Ausheilungsergebnisse dieser Methode, der Einsatz der Mini-Herbert-Schraube mit Spongiosaplastik sowie vaskularisierte Radiusspäne als Mittel der Wahl bei Frakturen oder Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment.

Aufgrund dieser Problematik soll hier noch mal explizit auf diesen Frakturtyp eingegangen und die von uns ermittelten Ergebnisse gesondert dargestellt werden. Der Übersichtlichkeit halber werden hier nur die Befunde derjenigen Patienten betrachtet, die nachuntersucht werden konnten.

Bei zehn männlichen Patienten mit einem Durchschnittsalter von 26 Jahren wurde die Diagnose „Pseudarthrose, kleines proximales Fragment“ gestellt.

Diese konnten im Schnitt 30 Monate nach Erstoperation nachuntersucht werden.

Der Zeitraum zwischen Unfalldatum und Erstoperation betrug im Schnitt 20 Monate.

Zwei Patienten wurden auswärts mit einem Kahnbeingips vorbehandelt.

An der BGU Tübingen wurde die Mini-Herbert-Schraube mit dorsalem Zugangsweg für die Sanierung der Pseudarthrose angewandt. Mit der

Schraube liegt erstmals ein wirksames Osteosynthesematerial vor, das der Größe des Fragments angepasst ist (Filan und Herbert 1996).

Durch den von Lohmann und Buck-Gramcko (1987) beschriebenen dorsalen Zugangsweg wird eine bessere Übersicht mit dem Vorteil der zentralen Platzierung des Schraubenkopfes durch das kleine proximale Fragment gewährleistet.

ERGEBNISSE

Bei sechs Patienten war die Pseudarthrose verheilt, vier Patienten zeigten keine Ausheilung. Bei einem Patienten ohne Ausheilung zeigte sich auf den Nachuntersuchungsbildern ein sich in Auflösung befindender proximaler Pol, lokal begrenzte arthrotische Veränderungen sowie eine Gefügestörung der Handwurzelknochen. Dies entspricht einer Versagerquote von 40%. Zum Vergleich: Die Rate der nicht ausgeheilten Pseudarthrosen im proximalen Drittel des Kahnbeins betrug in unserem Patientenkollektiv 15,2%, im mittleren Drittel 11,1%, im distalen Drittel 0%. Auch in der Literatur sind die Versagerquoten bei gleicher Operationsmethode ähnlich hoch. So berichten Filan und Herbert (1999) über eine Ausheilungsrate von 50%. Krimmer et al. (1999) erreichen mit gleicher Methode ein Ausheilungsergebnis von 74% bei einer Immobilisationszeit von 7,2 Wochen.

Nach Durchsicht der Operationsprotokolle konnten außer bei einem Patienten, sonst keinerlei intraoperative Komplikationen oder mangelhafte Platzierung der Schraube als mögliche Ursache der schlechten Ausheilungsergebnisse in Erwägung gezogen werden.

Bei diesem Fall mit straffer Pseudarthrose des Kahnbeins gestaltete sich der Eingriff äußerst schwierig. Die Reposition der Fragmente und somit auch ein korrektes Einbringen der Schraube gelangen nur schwer. Die erste eingebrachte Schraube musste wegen unvorteilhafter Lage noch während dem Eingriff revidiert und erneut eingebracht werden.

Auf den Nachuntersuchungsbildern zeigte sich das bereits oben genannte Bild eines sich in Auflösung befindenden proximalen Pols mit lokal begrenzten arthrotischen Veränderungen.

Die Gipsdauer betrug bei allen Patienten mit Pseudarthrosen des kleinen proximalen Fragments im Schnitt 11,6 Wochen (Minimum 9 Wochen, Maximum 12 Wochen), wobei sechs Patienten einen Unterarmgips erhielten, vier Patienten erhielten für die erste Hälfte der gesamten Gipsdauer einen Oberarmgips, für die zweite Hälfte einen Unterarmgips.

Betrachtet man die Abbildung 37 (Kapitel 3.3.4) wird deutlich, dass die Ruhigstellungsdauer bei Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment die durchschnittlichen Ruhigstellungszeiten bei Pseudarthrosen in allen Dritteln übersteigt. Diese betragen für das proximale Drittel im Schnitt 10,2 Wochen, für das mittlere ebenfalls 10,2 Wochen und für das distale Drittel 9,7 Wochen.

Wilhelm und Wilhelm (1999) berichten von einer Ruhigstellungsdauer von durchschnittlich 6,8 Wochen. Von 67 nachuntersuchten Patienten können bei 40 Patienten (60%) normale knöcherne Verhältnisse auf den Nachuntersuchungsbildern festgestellt werden.

Dies entspricht in etwa unseren Ausheilungsergebnissen, jedoch mit auffallend kürzerer Ruhigstellungsdauer, wobei die größere Fallzahl bei Wilhelm und Wilhelm (1999) beachtet werden muss.

Bei Krimmer et al. (1999) beträgt die Ausheilungsrate bei gleicher Operationsmethode sogar 74% bei einer Ruhigstellungsdauer im Unterarmgipsverband von 7,2 Wochen. Die Fallzahl ist hier mit 23 Patienten allerdings auch deutlich kleiner.

Auch die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit liegt mit 14,5 Wochen (Minimum 11 Wochen, Maximum 23 Wochen) weit über dem Zeitraum aller Pseudarthrosen. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug bei ausgeheilten Pseudarthrosen des kleinen proximalen Fragments im Schnitt 15,6 Wochen, bei denjenigen ohne Ausheilung 12,7 Wochen. Alle Patienten mit ausgeheilten

Pseudarthrosen waren im Schnitt 11,9 Wochen von ihrer Arbeit freigestellt, bei nicht ausgeheilten Pseudarthrosen betrug dieser Zeitraum 10,3 Wochen.

Die einzigen zwei Patienten, die im Rahmen dieser Studie nachuntersucht wurden und angaben, ihren alten Beruf nicht mehr ausüben zu können und eine Umschulung auf eine leichtere Tätigkeit erhielten, gehören ebenfalls in die Gruppe „kleines proximales Fragment“. Bei einem von ihnen war die Handgelenksbeweglichkeit mit 68% deutlich herabgesetzt. Schmerzen wurden nur bei Belastung angegeben.

Betrachtet man die durchschnittliche postoperative Funktionsfähigkeit des Hand- und Daumengrundgelenks, so fällt jedoch auf, dass die Handgelenksbeweglichkeit der betroffenen Hand im Vergleich zur gesunden Hand in dieser Patientengruppe mit 82% ein wenig besser ausfällt als im Schnitt bei allen Patienten mit Pseudarthrosen, welche in dieser Gruppe 77,4% beträgt. Eine denkbare Ursache hierfür wäre der gewählte dorsale Zugangsweg zur Einbringung der Herbert-Schraube, welcher für das Handgelenk wohl schonender zu sein scheint. Eindeutigere Aussagen sind mit der geringen Patientenzahl von 10 nicht machbar.

Auch die Kraftminderung fällt in dieser kleinen Gruppe mit 5,2%, im Vergleich zu allen Patienten mit Pseudarthrosen, deren Minderung 9,9% beträgt, besser aus.

In der Patientengruppe von Krimmer et al. (1999) lässt sich ebenfalls eine sehr gute Beweglichkeit von 84% sowie grobe Kraft von 90% post operationem nachweisen.

Zwei Patienten klagten über leichte Ruheschmerzen. Sechs Patienten berichteten über leichte bis mittelschwere aber noch erträgliche Schmerzen bei Belastung.

Sechs Patienten wurde nach dem DASH – Code die Note „eins“ vergeben. Wobei zwei dieser sechs Patienten auf den Röntgenbildern keine Ausheilung zeigten, aber subjektives Wohlbefinden äußerten. Drei Patienten erhielten die Note „gut“, einer erhielt die Note „befriedigend“.

Nach dem COONEY – Schema erhielt nur ein Patient die Note „sehr gut“. Vier Patienten erhielten die Note „gut“, fünf Patienten erhielten die Note „befriedigend“.

Nach dem MARTINI – Schema wurde viermal die Note „sehr gut“ bei Patienten mit auf den Röntgenbildern sichtbarer Ausheilung vergeben. Vier Patienten erhielten die Note „gut“, jeweils ein Patient erhielt die Note „befriedigend“ und „schlecht“.

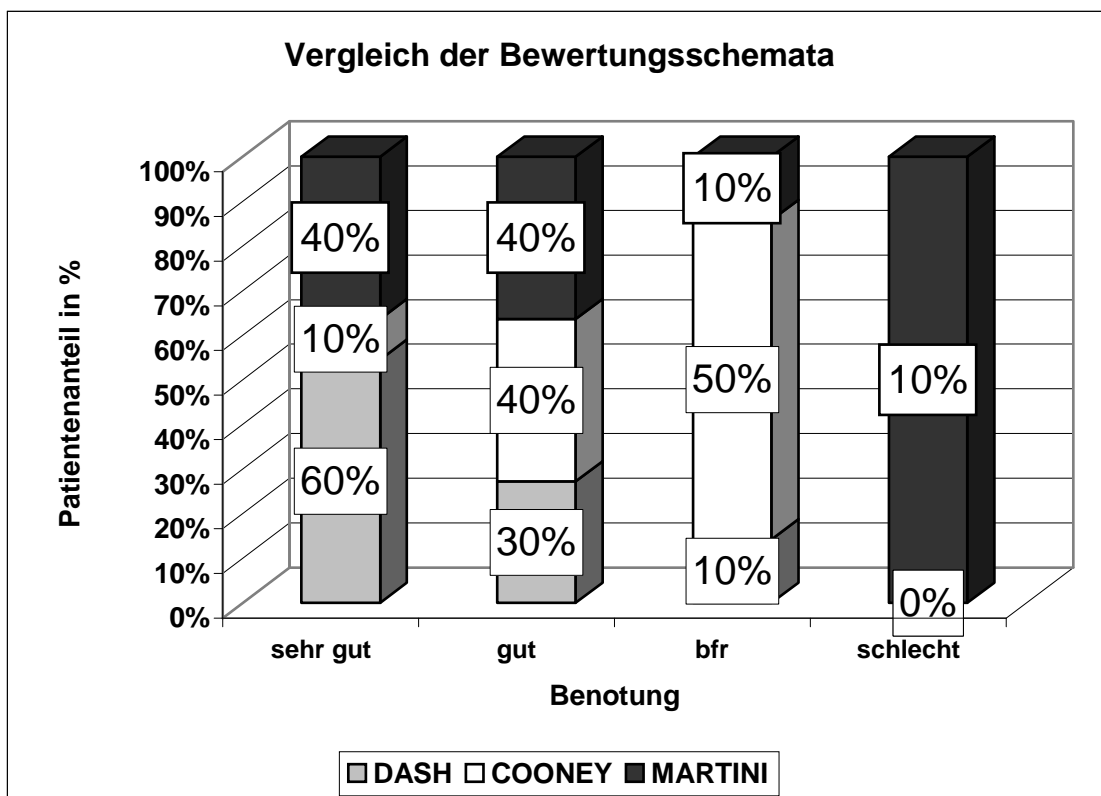


Abb. 50: Nach dem DASH-Schema erhielten 90% die Note „sehr gut“ und „gut“ obwohl es nur bei 60% der Patienten zur Ausheilung kam. Nach dem MARTINI-Schema beträgt diese Rate 80%. Nur in diesem Schema wird bei einem Patienten die Note „schlecht“ vergeben. Die strengste Bewertung wird bei dem Schema nach COONEY sichtbar: im Vergleich zu den anderen Schemata erhielten hier nur 50% der Patienten eine gute Bewertung. 50% der Patienten erhielten die Note „befriedigend“.

Auffällig in dieser Patientengruppe ist, dass die Notenvergabe nach den einzelnen Schemata nur in geringem Maße mit den tatsächlichen Untersuchungsbefunden korreliert. So wurde z.B. nach dem DASH-Schema zwei Patienten die Note „sehr gut“ vergeben, obwohl bei diesen keine Ausheilung stattgefunden hat.

Nach dem COONEY-Schema erhielt ebenfalls ein Patient ohne Ausheilung die Note „sehr gut“. Nach dem MARTINI-Schema wurde keinem Patienten ohne Ausheilung eine sehr gute Note vergeben. Allerdings erhielt hier ein Patient trotz Ausheilung und sehr guter Handgelenksbeweglichkeit aufgrund subjektiver Beschwerden die Note „befriedigend“.

Die folgende Tabelle stellt die Notenvergabe der einzelnen Schemata und die tatsächlichen Ausheilungsbefunde sowie Messergebnisse der einzelnen Patienten gegenüber. Beweglichkeits- und Kraftangaben beziehen sich jeweils in Prozent zur gesunden Hand.

AUSHEILUNG	DASH	COONEY	MARTINI	ARTHROSE	HG-BEW.	KRAFT
ja	sehr gut	Gut	sehr gut	-	84	97
ja	sehr gut	Bfr	sehr gut	-	77	82
ja	sehr gut	Gut	gut	-	90	81
ja	gut	Bfr	sehr gut	-	68	97
ja	sehr gut	Gut	sehr gut	-	91	100
ja	bfr	Bfr	bfr	-	100	100
nein	gut	Gut	gut	-	63	100
nein	sehr gut	Sehr gut	gut	-	85	100
nein	gut	Bfr	gut	-	86	92
nein	sehr gut	Bfr	schlecht	lokal	71	100
BENOTUNG						

Tab. 8: Vergleich der Notengebung der verschiedenen Bewertungsschemata mit den Untersuchungsbefunden.

Die Sanierung der Pseudarthrose des Kahnbeins mit kleinem proximalem Fragment stellt wohl die größte Herausforderung bei der Behandlung von Scaphoidpseudarthrosen dar. Trotz der zur Verfügung stehenden relativ guten Operationsmethode mittels Mini-Herbert-Schraube via schonendem dorsalem Zugangsweg sind die Ergebnisse nicht zufriedenstellend. Das größte Problem bei der Behandlung ist die schlechte Blutversorgung dieses Areals, die es zu verbessern gilt. In Erprobung ist daher der Einsatz vaskularisierter

Knochenspäne zur Verbesserung der Durchblutungssituation bei kleinem proximalem Fragment.

6. Fallbeschreibung

Im Folgenden sollen zwei Fälle behandelter Kahnbeinpseudarthrosen mit Darlegung der aktuellsten Röntgenbilder geschildert werden.

Das erste Beispiel zeigt den Fall eines 27 jährigen Patienten, der beim Sport auf die rechte Hand stürzte. Die wohl damals erlittene Fraktur des kleinen proximalen Fragments blieb zunächst unbemerkt. Zwei Jahre später stellte er sich mit einer rechtsseitigen Kahnbeinpseudarthrose bei uns vor. Die Sanierung erfolgte per streckseitigem Zugangsweg mittels Herbert-Schraube und Spongiosaplastik aus dem linken Beckenkamm. Anschließend wurde ein Unterarmgips für 12 Wochen angelegt.

Zwei Jahre post operationem stellte sich der Patient beschwerdefrei und mit ausgeheilter Pseudarthrose vor. Die Kraft der operierten Hand betrug 97% im Vergleich zur gesunden, die Beweglichkeit war im Vergleich zur gesunden Seite kaum eingeschränkt. Die Schraube saß regelrecht.



Abb. 51+52: oben: Kahnbeinquantett, unten: a.-p.- sowie seitliche Aufnahme der rechten Hand: Pseudarthrose des kleinen proximalen Fragments.



Abb. 53+54: oben: Kahnbeinquartett, unten: seitliche sowie a.-p.- Aufnahme der rechten Hand. Regelrechter Sitz der Mini-Herbert-Schraube. Der Pseudarthrosenspalt ist nicht mehr sichtbar. Knöcherne Durchbauung.



Abb. 55: a.-p.- sowie seitliche Aufnahme der gesunden linken Seite zum Vergleich.

Das zweite klinische Beispiel zeigt den katastrophalen Verlauf eines 18-jährigen Patienten, der beim Skifahren nach einem Sturz auf die rechte hyperextendierte Hand eine Scapohoidfraktur im proximalen Drittel erlitten hatte. Der Patient stellte sich ein Jahr nach Unfall mit einer unbehandelten Pseudarthrose bei uns vor. Der Versuch einer Sanierung mittels Herbert-Schraube und Implantation eines corticospongiösen Spans mit einer Gipsruhigstellung von insgesamt 12 Wochen (6 Wochen Oberarm und anschließend 6 Wochen Unterarm) misslang. Nach 18 Monaten wurde die Schraube bei persistierender Kahnbeinpseudarthrose entfernt. Bei der Nachuntersuchung 2 Jahre nach Entfernung der Schraube klagte der Patient über mittelgradige Belastungsschmerzen. Die Kraft der betroffenen Hand im Vergleich zur Gegenseite betrug 96%. Die Gesamtbeweglichkeit war mit 7% Einschränkung im Vergleich zur Gegenseite minimal.

Weitere operative Sanierungsversuche wurden aufgrund der schlechten Aussicht auf Heilung nicht durchgeführt. Es ist in diesem Fall von einem Dauerschaden des rechten Handgelenks auszugehen. Langfristig ist mit einer verstärkten Arthroseentwicklung und einer Gefügestörung im Bereich der rechten Handwurzel zu rechnen.



Abb. 56: Kahnbeinquartett präoperativ: Pseudarthrose des proximalen Drittels.



Abb. 57+58: oben: Kahnbeinquantett, unten: a.-p.- sowie seitliche Aufnahme der rechten Hand 18 Monate post operationem. Eine knöcherne Durchbauung erfolgte nicht. Der Pseudarthrosespalt ist noch deutlich sichtbar. Entschluss zur Entfernung der Schraube.

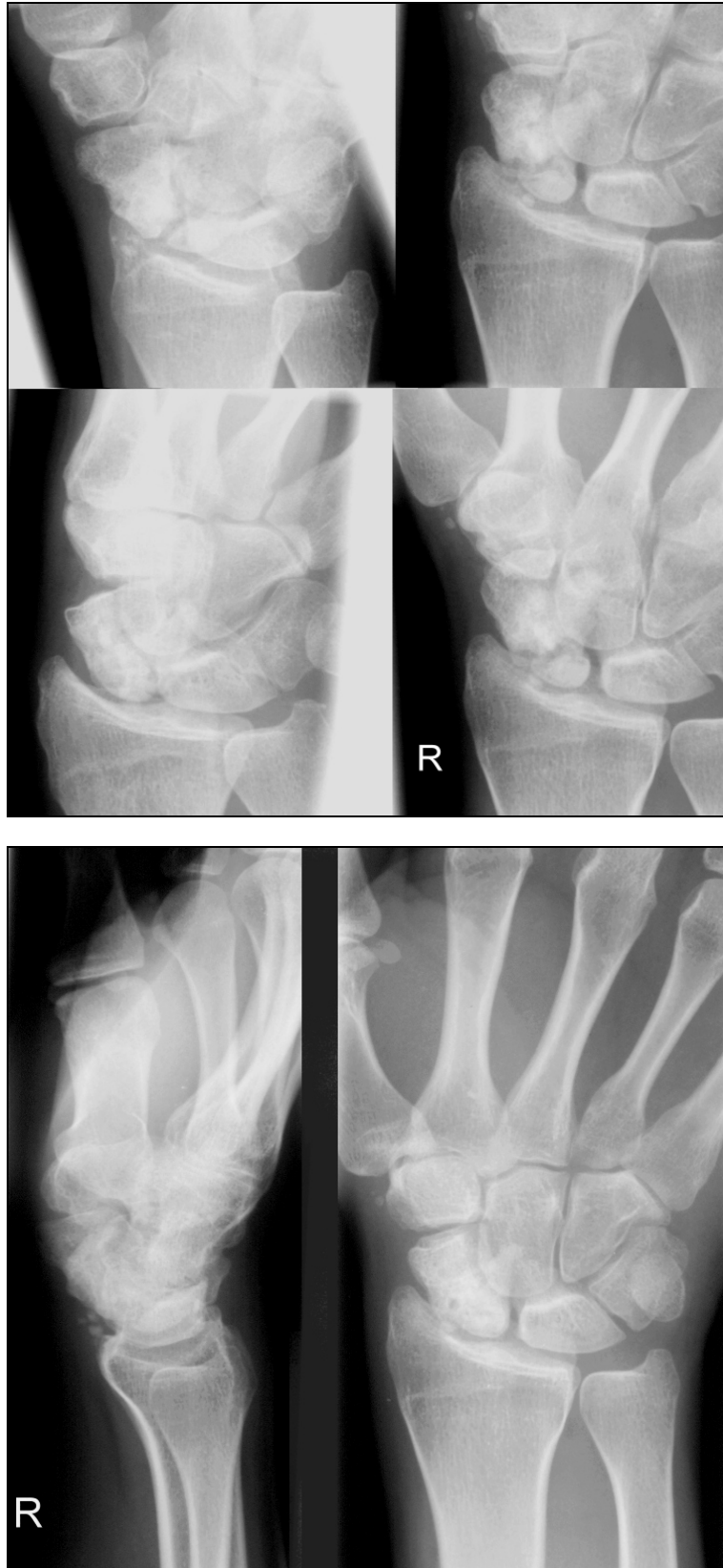


Abb. 59+60: oben: Kahnbeinquartett, unten seitliche sowie a.-p.- Aufnahme der rechten Hand am Nachuntersuchungstermin zwei Jahre nach Entfernen der Schraube. Es hat keine Ausheilung stattgefunden.



Abb. 61: a.-p.- sowie seitliche Aufnahme der gesunden linken Seite zum Vergleich.

7. Zusammenfassung

Die Kahnbeinfraktur gilt als die häufigste Fraktur innerhalb der Handwurzelknochen (Borgeskov et al., 1966, Leslie und Dickson, 1981), und macht etwa 2% aller Frakturen aus (Gasser1965).

Da die Heilungsergebnisse bei operativer Sanierung von Kahnbeinfrakturen sehr gut sind, liegt das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf den Ergebnissen bei der Behandlung von Kahnbeinpseudarthrosen.

Galt die Matti-Russe-Plastik lange Zeit als Methode der Wahl bei der Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose, so wird heutzutage aufgrund besserer Ausheilungsergebnisse die Einpassung eines planparallelen corticospongiösen Beckenkammspanns mit anschließender Verschraubung bevorzugt.

Durch den Einsatz der Herbert-Schraube mit BKS/SP ließen sich für Pseudarthrosen sehr gute Ausheilungsergebnisse von 93,1% Konsolidierungsrate, bei einer durchschnittlichen Gipsdauer von 10,3 Wochen, erzielen.

Unabhängig von der Operationsmethode heilten Pseudarthrosen im proximalen Drittel am schlechtesten aus. Hier zeigte sich eine Konsolidierungsrate von immer noch beeindruckenden 84,8% bei einer durchschnittlichen Gipsdauer von 10,3 Wochen.

Pseudarthrosen mit kleinem proximalem Fragment versorgten wir überwiegend mit der Mini-Herbert-Schraube und Spongiosaplastik über einen streckseitigen Zugangsweg. Die Versagerquote betrug hier 40%, was für diese ungünstige Pseudarthrosenlokalisierung und deren schlechte Ausheilungschancen trotzdem noch als beachtlich einzustufen ist.

Für die Sanierung von Rezidivpseudarthrosen und Pseudarthrosen mit schlechter Vaskularisation setzten wir als sog. Rettungsmethode den vaskularisierten RADIUSspan erfolgreich ein. Aufgrund der subtilen Operationstechnik und der Notwendigkeit jahrelanger Erfahrung in der Handchirurgie, um die Indikation für den Einsatz dieser Methode stellen zu

können, stellt dieses Verfahren nur ein alternatives bzw. additives Verfahren für die Negativauslese an Patienten dar und wird die bisherigen Methoden sicher nicht verdrängen, sondern ergänzen.

Befürchtungen, eine Ruhigstellung im Oberarmgipsverband könnte die Beweglichkeit im Unterarm beeinträchtigen, ließen sich in unserem Patientengut nicht bestätigen. Trotz dieser positiven Ergebnisse ist der Unterarmgips u.a. aufgrund der guten Ausheilungsergebnisse, sowie des Patientenkomforts vorzuziehen.

Die besten Ausheilungsergebnisse erreichten wir, unabhängig von den angewandten Operationsmethoden, bei einer Gipsdauer zwischen 6-11 Wochen (86,4%).

Wesentlich für die Ausheilung einer Pseudarthrose ist die Korrektur des SL-Winkels: 87,5% nicht ausgeheilte PSA zeigten auf den Nachuntersuchungsbildern einen pathologischen SL-Winkel. Die intraoperative Aufrichtung des Kahnbeins mittels eines corticospongiösen Beckenkammspans bei dislozierten Kahnbeinfragmenten sollte somit für ein optimales Operationsergebnis angestrebt werden.

Das wohl wichtigste Kriterium für die Ausheilung der Kahnbeinpseudarthrose ist die rechtzeitige Intervention. Je schneller die Pseudarthrose erkannt und operiert wird, desto besser sind die Ausheilungsraten. In einem Zeitintervall von >3Monate bis <1 Jahr beträgt die Ausheilungsrate 87%, die bei längerer unbehandelter Pseudarthrosenpersistenz kontinuierlich sinkt.

55% unserer PSA-Patienten erreichten einen DASH-Score zwischen 3,33 und 15, bei einem bis 117 reichenden Score, wobei ein hoher Score subjektive Unzufriedenheit darstellt. Die Auswertung des COONEY-Schemas ergab eine sehr gute Benotung für 17%, eine gute Benotung für 32% der PSA-Patienten. Die Auswertung des MARTINI-Schemas ergab die Note „sehr gut“ für 42% der PSA-Patienten.

Sind die Operationsergebnisse für die Versorgung von „unkomplizierten“ Kahnbeinpseudarthrosen im distalen und mittleren Drittel mehr als zufriedenstellend, so müssen für die Versorgung von Pseudarthrosen im proximalen Drittel, vor allem bei kleinem proximalem Fragment, sowie für schlecht heilende Pseudarthrosen bzw. Rezidivpseudarthrosen effektivere Methoden entwickelt, bereits angewandte Methoden verbessert und weitere notwendige Untersuchungen durchgeführt werden, um auch für diese Problemfälle bessere Ausheilungsergebnisse zu erzielen.

8. Literaturverzeichnis

- 1) **Aalam, M., Dreyer, J.** (1972)
Beitrag zur Spannung von Navikularpseudarthrosen.
Chir. Praxis, 16, 439-444
- 2) **Adams, B. D., Blair, W. E., Reagan, D. S., Grundberg, A. D.** (1988)
Technical factors related to Herbert screw fixation.
J. Hand Surg.[Am], 13(6), 893-899
- 3) **Alnot, J. Y., Bellan, N., Oberlin, C., De Cheveigné, C.** (1988)
Fractures and nonunions of the proximal pole of the carpal scaphoid bone: Internal fixation by proximal to distal screw.
Ann. Chir. Main, 7(2), 101-108
- 4) **Amadio, P. C., Bergquist, T. H., Smith, D. K., Ilstrup, D. M., Cooney, W. P., Linscheid, R. L.** (1989)
Scaphoid malunion.
J. Hand Surg.[Am], 14(4), 679-687
- 5) **Amadio, P. C., Taleisnik, J.** (1993)
Fractures of the carpal bones. 799-860 in: Green, D. P.: Operative Hand Surgery;
3. Aufl.,
Churchill Livingstone New York, Edingburgh, London, Melbourne, Tokyo 1993
- 6) **Amadio, P. C., Beckenbaugh, R. D., Bishor, A. T., Cooney, W. P., Dobyns, J. H., Linscheid, R. L., Meland, M. B. Wood, M. B.** (1991)
Fractures of the hand and the wrist. In: Jupiter, J.B. (ed), Flynn's Hand Surgery,
4. Aufl., 122-185, Williams and Wilkins, Baltimore, Hong Kong, London, Munich, San Francisco, Sydney, Tokyo 1991
- 7) **Arnold, K., Eberhardt, M., Wolf, M., Hundshagen, W.** (1988)
Zur Behandlungskonzeption bei Scaphoidpseudarthrosen und bei der verschleppten Scaphoidfraktur.
Beitr. Orthop. Traumatol., 35(5), 212-218
- 8) **Barnard, L., Stubbins, S. G.** (1948)
Styloidectomy of the radius in the surgical treatment of non-union of the carpal navicular.
J. Bone Joint Surg., 30A, 98-102

- 9) **Barton, N. J.** (1992)
Twenty questions about scaphoid fractures.
J. Hand Surg.[Br], 17(3), 289-310
- 10) **Barton, N. J.** (1997)
Experience with Scaphoid Grafting.
J. Hand Surg.[Br], 22(2), 153-160
- 11) **Beck, E.** (1992)
Operationsverfahren nach Russe zur Behandlung der
Kahnbeinpseudarthrose (Russe I, Russe II).
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24(2), 59-61
- 12) **Beutel, F. K., Wilhelm, K.** (1999)
Abhängigkeit der Nekrose von Verlauf und Lokalisation der Fraktur bei
Skaphoidpseudarthrosen.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31, 207-211
- 13) **Böhler, J., Ender, H. G.** (1986)
Die Pseudarthrose des Scaphoids.
Orthopäde, 15(2), 109-120
- 14) **Böhler, L.** (1977)
Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
12.-13. Aufl., Wilhelm Maudrich Wien (1977)
- 15) **Böhler, L., Trojan, E., Jahna, H.** (1954)
Behandlungsergebnisse von 734 frischen einfachen Brüchen des
Kahnbeinkörpers der Hand.
W. H. Ch. Traumatol. 2, Karger, Basel, New York (1954)
- 16) **Borgeskov, S., Christiansen, B., Kjaer, A., Balslev, I.** (1966)
Fractures of the carpal bones.
Acta Orthop. Scand., 37(3), 276-287
- 17) **Braithwaite, I. J., Jones, W. A.** (1992)
Scapholunate dissociation occurring with scaphoid fractures.
J. Hand Surg.[Br], 17(3), 286-288
- 18) **Brüchle, H.** (1975)
Zur Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose.
Handchirurgie, 7(3), 121-124
- 19) **Buchholz, J., Knopp, W., Russe, O., Muhr, G.** (1992)
Komplikationen nach operativer Versorgung von
Kahnbeinpseudarthrosen.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24(3), 131-135

- 20) **Buck-Gramcko, D.** (1982)
Instabilität des Handgelenks. In: Nigst, H. (Hrsg.)
Frakturen, Luxation und Dissoziationen der Karpalknochen. Bibliothek für
Handchirurgie, 175-183, Hippokrates Verlag, Stuttgart 1982
- 21) **Bunker, T. D., McNamee, P. B., Scott, T. D.** (1987)
The Herbert screw for scaphoid fractures.
J. Bone Joint Surg.[Br], 69(4), 631-634
- 22) **Clay, N. R., Dias, J.J., Costigan, P.S., Greeg, P.J., Barton, N.J.** (1991)
Need the thumb be immobilized in scaphoid fractures? A randomised
prospective trial.
J. Bone Joint Surg., 73B, 828-832
- 23) **Contzen, H.** (1957)
Die Navicularepseudarthrose und ihre Behandlung.
Chirurg, 28, 315-318
- 24) **Cooney, W. P., Bussey, R., Dobyns, H., Linscheid, R. L.** (1978)
Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist.
Clin. Orthop., 214, 136-147
- 25) **Cooney, W. P.3rd, Dobyns, J. H., Linscheid, R. L.** (1980)
Nonunion of the Scaphoid: Analysis of the Results from Bone Grafting.
J. Hand Surg.[Am], 5(4), 343-354
- 26) **Cooney, W. P., Linscheid, R. L., Dobyns, J. H.** (1984)
Scaphoid fractures: Problems associated with non-union and avascular
necrosis.
Orthop. Clin. North Am., 15(2), 381-391
- 27) **Cooney, W. P., Linscheid, R. L., Dobyns, J. H., Wood, M. B.** (1988)
Scaphoid non-union: role of anterior interpositional bone grafts.
J. Hand Surg.[Am], 13(5), 635-650
- 28) **Crabbe, W. A.** (1964)
Excision of the proximal row of the carpus.
J. Bone Joint Surg., 46B, 708-711
- 29) **Dabezies, E. J., Matthews, R., Faust, D. C.** (1982)
Injuries to the carpus: Fractures of the scaphoid.
Orthopedics, 5, 1510-1521
- 30) **DeMaagd, R. L., Engber, W. D.** (1989)
Retrograde Herbert screw fixation for treatment of the proximal pole
scaphoid nonunions.
J. Hand Surg.[Am], 14(6), 996-1003

- 31) **Düppe, H., Johnell, O., Lundborg, G., Karlson, M., Redlund-Johnell, I.** (1994)
Long term results of fractures of the scaphoid.
J. Bone Joint Surg., 76A, 249-252
- 32) **Duyvenbode van, J. F. F. H., Keijser, L. C. M., Hauet, E. J., Obermann, W. R., Rozi, P. M.** (1991)
Pseudarthrosis of the scaphoid treated by Matti-Russe operation: A long-term review of 77 cases.
J. Bone Joint Surg.[Br], 73, 603-606
- 33) **Eddeland, A., Eiken, O., Hellgren, E., Ohlsson, N. M.** (1975)
Fractures of the scaphoid.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 9(3), 234-239
- 34) **Eisenschenk, A., Lautenbach, M., Weber, U.** (1999)
Skaphoidfraktur und Skaphoidpseudarthrose
Orthopäde, 28(10), 883-890
- 35) **Eitenmüller, J., Haas, H. G., Koob, E.** (1978)
Behandlungsergebnisse bei Kahnbeinfrakturen und –pseudarthrosen.
Handchirurgie, 10(1), 9-11
- 36) **Fasol, P.** (1977)
Zur Entstehung der Pseudarthrose des Kahnbeins.
Chir. Praxis, 22, 513-518
- 37) **Feldmeier, C., Wilhelm, K.** (1981)
Teilersatz des Kahnbeins mit Silikon-Kautschuk Prothese bei nekrotischem Fragment.
Münch. Med. Wsch., 123(27), 1117-1118
- 38) **Fernandez, D. L.** (1984)
A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability.
J. Hand Surg.[Am], 9(5), 733-737
- 39) **Filan, S. L., Herbert, T. J.** (1996)
Herbert screw fixation of scaphoid fractures.
J. Bone Joint Surg.[Br], 78(4), 519-529
- 40) **Fisk, G. R.** (1970)
Carpal instability and the fractured scaphoid.
Ann. Roy. Coll. Surg. Engl., 46(2), 63-76
- 41) **Fisk, G. R.** (1980)
An overview of injuries of the wrist.
Clin. Orthop., 149, 137-144

- 42) **Fitzgerald, J. P., Clayton, A. P. Smith, R. J.** (1989)
Distraction resection arthroplasty of the wrist.
J. Hand Surg., 14(5), 774-781
- 43) **Folmar, R. C., Nelson, C. L., Phalen, G. S.** (1972)
Ruptures of flexor tendons in hands of non.rheumatic patients
J. Bone Joint Surg.[Am], 54(3), 579-584
- 44) **Ford, D. J., Khoury, G., El-Hadidi, S, Lunn, P. G., Burke, F. D.** (1987)
The Herbert screw for fractures of the scaphoid.
J. Bone Joint Surg.[Br], 69(1), 124-127
- 45) **Fortin, P. T., Louis, D. S.** (1993)
Long term follow-up of scaphoid-trapezium-trapezoid arthrodesis.
J. Hand Surg.[Am], 18(4), 675-681
- 46) **Frahm, R., Lowka, K., Vineé, Ph.** (1992)
Computertomographische Diagnostik bei Skaphoidfraktur und –
pseudarthrose im Vergleich zur Röntgenaufnahme
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24(2), 62-66
- 47) **Frick, H.** (1992)
Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie. Band 1
Allgemeine Anatomie Spezielle Anatomie; 4. Aufl.,
Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 1992
- 48) **Frykman, G.** (1967)
Fractures of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger-
syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of
nerve function.
Acta Orthop. Scan., Suppl. 118:3+, 93-99
- 49) **Gabl, M., Reinhart, C., Lutz, M., Bodner, G., Rudisch, A., Hussl, H.,
Pechlaner, S.** (1999)
Vascularized bone graft from the iliac crest for the treatment of nonunion
of the proximal part of the scaphoid with an avascular fragment.
J. Bone Joint Surg.[Am], 81(10), 1414-1428
- 50) **Gasser, H.** (1965)
Delayed union and pseudarthrosis of the carpal navicular: Treatment by
compression screw osteosynthesis.
J. Bone Joint Surg., 47A, 249-266
- 51) **Gelberman, R. H., Menon, J.** (1980)
The vascularity of the scaphoid bone.
J. Hand Surg.[Am], 5(5), 508-513

- 52) **Germann, G., Wind, G., Harth, A.** (1999)
Der DASH-Fragebogen – Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31, 149-152
- 53) **Gilford, W. W., Bolton, R. H., Lambrinudi, C.** (1943)
The mechanism of wrist joint with special reference to fractures of the scaphoid.
Guy's Hosp. Rep., 92, 52-59
- 54) **Goth, D.** (1987)
Das Herbert-System zur Schraubenosteosynthese der Kahnbeinfraktur.
Handchirurgie, 19, 71-75
- 55) **Graf, P., Dorn, W.** (1990)
Akutes Karpaltunnelsyndrom und Ruptur der Sehne des M. flexor pollicis longus als seltene Komplikation der Skaphoidpseudarthrose
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 22(5), 261-263
- 56) **Green, D. P.** (1985)
The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid non-union.
J. Hand Surg., 10A, 597-605
- 57) **Gröner, R., Zellner, P.-R.** (1995)
Nachuntersuchungsergebnisse von operativ nach Matti-Russe behandelten Kahnbeinpseudarthrosen.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 27(1), 43-45
- 58) **Haerle, M., Schmidt, G., Schaller, H.-E., Mathoulin, Ch.** (2002)
Gefäßgestielte Knochenspäne vom beugeseitigen Radius:
Anatomische Grundlagen und Technik.
Akt. Traumatol., 32, 73-75
- 59) **Haerle, M., Vandeputte, G., Dietz, K., Schaller, H.-E., Mathoulin, Ch.**
(persönliche Mitteilung)
Employment and indications for vascularized bone grafts in scaphoid non-unions.
- 60) **Handley, R. C., Pooley, J.** (1991)
The venous anatomy of the scaphoid.
Journal of anatomy, 178, 115-118
- 61) **Hassinger, M., Schmitt, E., Mittelmeier, H.** (1984)
Nachuntersuchungsergebnisse nach Matti-Russe-Spannung bei der Navikularepseudarthrose.
Z. Orthop. Ihre Grenzgeb., 122(5), 651-656

- 62) **Helfet, A. J.** (1952)
A new operation for ununited fracture of the scaphoid.
J. Bone Joint Surg., 34B, 329
- 63) **Helmke, B., Geldmacher, J., Luther, R.** (1977)
Indikation, Technik und Ergebnisse der Handgelenksdenervation nach Wilhelm bei knöchernen Veränderungen im Handwurzelbereich.
Orthop. Praxis, 13, 96-98
- 64) **Herbert, T. J.** (1990)
The fractured scaphoid.
Quality Medical Publishing, Inc., St. Louis, Missouri 1990
- 65) **Herbert, T. J.** (1994)
Open reduction and internal fixation using the Herbert screw
In: Gelberman, R. H. (ed), Master techniques in orthopaedic surgery
87-104, Raven Press, New York 1994
- 66) **Herbert, T. J., Fisher, W. E.** (1984)
Management of the fractured scaphoid using a new bone screw.
J. Bone Joint Surg.[Br], 66(1), 114-123
- 67) **Herbert, T.J., Filan, S.L.** (1999)
Proximal scaphoid nonunion-osteosynthesis.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31(3), 169-173
- 68) **Herbert, T. J., Fisher, W. E., Leicester, A. W.** (1992)
The Herbert bone screw: A ten years perspective.
J- Hand Surg.[Br], 17(4), 415-419
- 69) **Hove, L. M.** (1994)
Simultaneous scaphoid and distal radius fractures.
J. Hand Surg.[Br], 19(3), 384-388
- 70) **Johnston, J. G., Seiler, E. J., Miller, Dravaric, D. M.** (1995)
The intrinsic and extrinsic ligaments of the wrist. A correlation of collagen typing and histologic appearance.
J. Hand Surg.[Br], 20(6), 750-754
- 71) **Jorgensen, E. C.** (1969)
Proximal-row carpectomy.
J. Bone Joint Surg.[Am], 51(6), 1104-1111
- 72) **Kleinert, J. M., Zenni, E. J.** (1984)
Nonunion of the scaphoid. Review of the literature and current treatment.
Orthop. Rev., 13, 125-141

- 73) **Kruft, St., Reill, P.** (1992)
Die Effizienz der Kahnbeinpseudarthrosebehandlung bei Vorschaden und Veränderungen im Bereich der Handwurzel und des Handgelenks.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24(2), 67-70
- 74) **Krimmer, H., Kremling, E., Van Schoonhoven, J., Prommersberger, K. J., Hahn, P.** (1999)
Proximale Kahnbeinpseudarthrose – Rekonstruktion durch dorsale Verschraubung und Spongiosa-Transplantation.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31(3), 174-177
- 75) **Kuhlmann, J. N., Mimoun, M., Boabighi, A., Baux, S.** (1987)
Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for non-union of the scaphoid.
J. Hand Surg.[Br], 12(2), 203-210
- 76) **Langhoff, O., Andersen, J. L.** (1988)
Consequences of late immobilisation of scaphoid fractures.
J. Hand Surg.[Br], 13(1), 77-79
- 77) **Larsen, C. F., Brondum, V., Skov, O.** (1992)
Epidemiology of scaphoid fractures in Odense, Denmark.
Acta Orthop. Scand., 63(2), 216-218
- 78) **Leslie, I., J., Dickson, R. A.** (1981)
The fractured carpal scaphoid. Natural history and factors influencing outcome.
J. Bone Joint Surg.[Br], 63(2), 225-230
- 79) **Lindström, G., Nyström, A.** (1990)
Incident of posttraumatic arthrosis after primary healing of scaphoid fractures: A clinical and radiological study.
J. Hand Surg.[Br], 15(1), 11-13
- 80) **Lindstrom, G., Nyström, A.** (1992)
Natural history of scaphoid nonunion, with special reference to "asymptomatic cases".
J. Hand Surg.[Br], 17(6), 697-700
- 81) **Linscheid, R. L., Dobyns, J. H., Beabout, J. W., Bryan, R.S.** (1972)
Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification and pathomechanics.
J. Bone Joint Surg.[Am], 54(8), 1612-1632
- 82) **Lohmann, H., Buck-Gramcko, D.** (1987)
Alternatives Operationsverfahren bei Kahnbeinpseudarthrose mit kleinem proximalen Fragment.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 19(6), 299-301

- 83) **London, P. S.** (1961)
The broken scaphoid bone: The case against pessimism.
J. Bone Joint Surg [B]., 43(2), 237-244
- 84) **Mack, G. R., Bosse, M. J., Gelberman, R. H., Yu, E.** (1984)
The natural history of Scaphoid non-union
J. Bone Joint Surg.[Am], 66(4), 504-509
- 85) **Martini, A. K.** (1993)
Erfahrungen mit der Herbert-Schraube.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 25(4), 211-216
- 86) **Martini, A. K.** (1994)
Der Spontanverlauf der Kahnbeinpseudarthrose.
Orthopäde, 23(3), 249-254
- 87) **Martini, A. K.** (1995)
Die operative und konservative Therapie der Skaphoidpseudarthrose.
Zentralbl. Chir., 120(12), 940-944
- 88) **Martini, A. K., Otto, H.** (1995)
Langzeitergebnisse der Matti-Russe-Plastik unter besonderer
Berücksichtigung der arthrotischen Spätschäden am Handgelenk.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 27(4), 208-213
- 89) **Martini, A. K., Schiltenswolf, M.** (1993)
Mittelfristige Ergebnisse in der Behandlung von Kahnbeinpseudarthrose
und –fraktur mit der Herbert-Schraube.
Akt. Traumatol., 23(7), 317 - 323
- 90) **Martini, A. K., Schiltenswolf, M.** (1995)
Das Schicksal des Handgelenks beim spontanen Verlauf der
Kahnbeinpseudarthrose.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 27(4), 201-207
- 91) **Martini, A. K., Schuhmacher, G.** (1979)
Kritische Studie zur operativen Behandlung der Scaphoidpseudarthrose.
Arch. Orthop. Traumat. Surg., 93(4), 265-272
- 92) **Mathoulin, C., Haerle, M.** (1998)
Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of
scaphoid non-union.
J. Hand Surg.[Br], 23(3), 318-323
- 93) **Matti, H.** (1937)
Über die Behandlung der Navicularefraktur und der Refraktura patellae
durch Plombierung mit Spongiosa.
Zentralblatt für Chirurgie, 64, 2353-2359

- 94) **Mayfield, J. K.** (1980)
Mechanism of carpal injuries.
Clin. Orthop., 145, 45-54
- 95) **McLaughlin, H. L., Parkes, J. C. 2nd** (1969)
Fracture of the carpal navicular (scaphoid) bone: gradations in therapy based upon pathology
J. Trauma, 9(4), 311-319
- 96) **Meine, J., Buck-Gramcko, D., Nigst, H.** (1974)
Die Kahnbeinpseudarthrose: Ergebnisse verschiedener Behandlungsmethoden.
Handchirurgie, 6, 181-188
- 97) **Merle, M., Dautel, G., Rehart, S.** (1999)
Chirurgie der Hand. Band 2
Sekundäre Eingriffe; Traumatologie des Handgelenks 1. Aufl., Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 1999
- 98) **Monsivais, J. J., Nitz, P. A., Scully, Th. J.** (1986)
The role of carpal instability in scaphoid nonunion: casual or causal?
J. Hand Surg.[Br], 11(2), 201-206
- 99) **Nakamura, R., Hori, M., Horii, E., Miura, T.** (1987)
Reduction of the scaphoid fracture with DISI alignment.
J. Hand Surg.[Am], 12(6), 1000-1005
- 100) **Nakamura, R., Imaeda, T., Miura, T.** (1991)
Scaphoid malunion.
J. Bone Joint Surg.[Br], 73(1), 134-137
- 101) **Narr, H.** (1981)
Behandlung der Kahnbeinpseudarthrosen.
BG-U. Med., 46, 185-194
- 102) **Nigst, H.** (1982)
Pseudarthrosen des Skaphoids.
Bibliothek für Handchirurgie, 53-66, Hippokrates Verlag, Stuttgart 1982
- 103) **Nigst, H.** (1983)
Frakturen der Karpalknochen.
In: Nigst, H., Buck-Gramcko, D., Millesi, H. (Hrsg.):
Handchirurgie, Band II, Thieme Verlag, Stuttgart, 26.17-36.28
- 104) **Parkinson, R. W., Hodgkinson, J. P., Hargadon, E. J.** (1989)
Symptomatic non-union of the carpal scaphoid: Matti-Russe Bone grafting versus Herbert-Screw fixation.
Injury, 20(3), 164-166

- 105) **Pechlaner, S.** (1989)
Operationsverfahren "Russe II" bei Pseudarthrosen des Os scaphoideum.
Operat. Orthop. und Traumatol. 1(4), 263-271
- 106) **Pechlaner, S., Hussl, H., Künzel, K. H.** (1987a)
Alternative Operationsmethoden bei Kahnbeinpseudarthrosen.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 19(6), 302-305
- 107) **Pechlaner, S., Lohmann, H., Buck-Gramcko, D., Martin, L.** (1987b)
Zur Problematik der Kahnbeinpseudarthrose. Erfahrungen an 240 Fällen.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 19(6), 306-309
- 108) **Pechlaner, S., Beck, E.** (1990)
Sanierende Operationsverfahren bei Scaphoidpseudarthrose.
Unfallchirurgie, 93(4), 150-156
- 109) **Preisser, P., Rudolf, K. D., Partecke, B.-D.** (1998)
Die operative Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose –
Langzeitergebnisse mit der Herbert-Schraube.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 30(1), 45-51
- 110) **Preisser, P., Partecke, B.-D.** (2002)
Die Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose des mittleren Drittels durch
palmare Knochenspanplastik und Schraubenfixation.
Akt. Traumatol., 32, 207-212
- 111) **Rankin, G. Kuschner, S. H., Orlando, C., McKellop, H., Brien, W. W., Sherman, R.** (1991)
A biomechanical evaluation of a cannulated compression screw for use
in fractures of the scaphoid.
J. Hand Surg.[Am], 16(6), 1002-1010
- 112) **Rayan, G. M.** (1996)
Fractures and nonunions of the scaphoid
J. Okla. State Med. Assoc., 89(9), 315-323
- 113) **Reill, P.** (1978)
Denervierung des Handgelenks nach Wilhelm
Therapiewoche, 28, 4451-4452

- 114) **Ruby, L. K., Stinson, J., Belsky, R. H.** (1985)
The natural history of non-union of the scaphoid. A review of 55 cases.
J. Bone Joint Surg.[Am], 67(3), 428-432
- 115) **Russe, O.** (1951)
Behandlungsergebnisse der Spongiosaauffüllung bei
Kahnbeinpseudarthrosen.
Z. Orthop., 81, 466-473
- 116) **Russe, O.** (1954)
Erfahrungen und Ergebnisse bei der Spongiosaauffüllung der veralteten
Brüche und Pseudarthrosen des Kahnbeins der Hand.
Wiederherst. Chir. Traum., 2, 175-184
- 117) **Russe, O.** (1960)
Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment and
operative treatment.
J. Bone Joint Surg., 42A, 759-768
- 118) **Russe, O.** (1960)
Nachuntersuchungsergebnisse von 22 Fällen operierter veralteter
Brüche und Pseudarthrosen des Kahnbeins der Hand.
Z. Orthop. 93, 5-14
- 119) **Russe, O.** (1976)
Operationstechnik bei der Scaphoidpseudarthrose. In: Spier, W. D.,
Buck-Gramcko, D., Burri, C. (Hrsg.), Aktuelle Probleme in Chirurgie und
Orthopädie, 73-76, Hans Huber Verlag, Bern 1976
- 120) **Russe, O.** (1980)
Die Kahnbeinpseudarthrose, Behandlung und Ergebnisse.
Hefte Unfallheilkunde, 148, 129-134
- 121) **Sagi, A.** (1987)
Letters to the editor – scaphoid screws.
J. Hand Surg., 16A, 461
- 122) **Sauerbier, M., Günther, C., Bickert, B., Pelzer, M., Germann, G.**
(1999)
Langzeitresultate nach Rekonstruktion proximal gelegener
Skaphoidpseudarthrosen mit Matti-Russe-Plastik.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31(3), 182-186
- 123) **Schaller, E., Lassner, F., Pallua, N., Schneider, W., Berger, A.** (1993)
Ein Vergleich unterschiedlicher Behandlungsmethoden von
Pseudarthrosen und Rezidivpseudarthrosen des Skaphoids.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 25(4), 204-210

- 124) **Schernberg, F., Elzein, F.** (1987)
Bruchformen und Fragmentdislokationen des Kahnbeins der Hand
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 19(2), 59-66
- 125) **Schindler, G., Schmitt, R., Spitz, J.** (1996)
Frakturen des Skaphoids
In: Schmitt, R., Lanz, U. (Hrsg.), Bildgebende Diagnostik der Hand
149-157, Hippokrates, Stuttgart 1996
- 126) **Schmidt, G.** (2004)
Moderne Methoden in der Hand- und plastischen Chirurgie.
Trauma Berufskrankh., 6 (Suppl. 1), 110-118
- 127) **Schmidt, H. M., Lanz, U.** (1992)
Chirurgische Anatomie der Hand. 46-77. 1. Aufl.,
Hippokrates Verlag Stuttgart 1992
- 128) **Segmüller, G.** (1975)
Arthrodesis of the Wrist: Alternative technique of Stable Fixation. In:
Chapchal, G. (ed.), The Arthrodesis in the Restoration of Working Ability,
39-42, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1975
- 129) **Shaw, J. A.** (1987)
A biomechanical comparison of scaphoid screws.
J. Hand Surg.[Am], 12(3), 347-353
- 130) **Shermann, S. B., Greenspan, A., Norman, A.** (1983)
Osteonecrosis of the distal pole of the carpal scaphoid following fracture
– A rare complication.
Skeletal Radiol., 9, 189-192
- 131) **Smith, D. K., Cooney, W. P.3rd, An, K. N., Linscheid, R. C., Chao, Y. S.** (1989)
The effect of stimulated unstable scaphoid fractures on carpal motion.
J. Hand Surg.[Am], 14(3), 283-291
- 132) **Stamm, T. T.** (1944)
Excision of the proximal row of the carpus.
Proc. R. Soc. Med., 38, 74
- 133) **Stegemann, B., Brug, E., Stedtfeld, H. W.** (1980)
Erfahrungen mit der Handgelenksdenervierung nach Wilhelm als
Auxilärmaßnahme in der operativen Therapie der Naviculare-
Pseudarthrose und Lunatum-Malacie.
Hefte Unfallheilkunde, 148, 756-758

- 134) **Steiger, R., Sennwald, G.** (1990)
Spätresultate operierter Skaphoidpseudarthrose.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 22(3), 152-155
- 135) **Stewart, M. J.** (1954)
Fractures of the carpal navicular (scaphoid).
J. Bone Joint Surg.[Am], 36, 998-1006
- 136) **Stoother, I. G.** (1976)
A report of 3 cases of simultaneous colles and scaphoid fractures.
Injury, 7(3), 185-188
- 137) **Strassmair, M., Wilhelm, K.** (2001)
Entstehung einer Kahnbeinpseudarthrose.
Deutsches Ärzteblatt, 45, 2526-2528
- 138) **Strickner, M.** (1980)
Die Gefäßversorgung des Kahnbeins, ein Faktor bei der Entstehung von
Pseudarthrosen.
Hefte Unfallheilkunde, 148, 743-744
- 139) **Sutro, C. J.** (1946)
Treatment of nonunion of the carpal navicular bone.
Surgery, 20, 536
- 140) **Taleisnik, J.** (1988)
Fractures of the Carpal Bones. In: Green, D. P. (ed.), Operative Hand
Surgery, Second ed., 813-873, Churchill Livingstone, New York 1988
- 141) **Taleisnik, J., Kelly, P. J.** (1966)
The extraosseus and intraosseus blood supply of the scaphoid bone
J. Bone Joint Surg.[Am], 48(6), 1125-1137
- 142) **Tountas, A. A., Waddell, J.P.** (1987)
Simultaneous fractures of the distal radius and scaphoid.
J. Orthop. Trauma, 1(4), 312-317

- 143) **Towfigh, H.** (2001)
Tscherne Unfallchirurgie, Band 2. In: Schmit-Neuerburg, K. P., Towfigh, H., Letsch, R. (Hrsg.)
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2001
- 144) **Trojan, E.** (1954)
Bruchformen des Kahnbeins der Hand
Wien. Med. Wochenschr., 2, 1024-1025
- 145) **Trojan, E., Jahna, H.** (1955)
Die konservative Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches der Hand.
Arch. Orthop. Unfallchir., 47, 99-104
- 146) **Vender, M. I., Watson, H. K., Wiener, B. D., Black, D. M.** (1987)
Degenerative change in symptomatic scaphoid nonunion.
J. Hand Surg.[Am], 12(4), 514-519
- 147) **Verdan, C., Narakas, A.** (1968)
Fractures and pseudarthrosis of the scaphoid.
Surg. Clin. North Am., 48(5), 1083-1095
- 148) **Vescei, V., Scharf, W.** (1980)
Ergebnisse von 193 konservativ behandelten frischen Kahnbeinbrüchen der Hand – Operationsindikation.
Arch. Orthop. Traumat. Surg., 97, 151-156
- 149) **Vossmann, H.** (1983)
Knochenspanplastik nach Matti-Russe – Therapie der Wahl bei Kahnbeinpseudarthrosen.
Klinikerzt, 12, 676-684
- 150) **Watson, H. K.** (1980)
Limited wrist arthrodesis.
Clin. Orthop., 149, 126-136
- 151) **Watson, H. K., Ruy, J.** (1986)
Evolution of arthritis of the wrist.
Clin. Orthop., 202, 57-67
- 152) **Watson, H. K., Vender, M. J.** (1988)
Carpal Dislocations and Instabilities. In: Green, D. P (ed.), Operative Hand Surgery, Second edition, 140-154, Churchill Livingstone, New York 1988
- 153) **Weber, E. R., Chao, R. Y.** (1978)
An experimental approach to the mechanism of scaphoid waist fractures.
J. Hand Surg.[Am], 3(2), 142-148

- 154) **Weißer, Ch., Lanz, U.** (1987)
Kahnbeinpseudarthrose und karpale Instabilität.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 19, 310-314
- 155) **Wilhelm, A.** (1966)
Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen.
Hefte Unfallheilk., 86, 1-109
- 156) **Wilhelm, A.** (1972)
Die Schmerzausschaltung an der Handwurzel durch Denervation. In:
Wachsmuth, W., Wilhelm, A. (Hrsg.), Allgemeine und spezielle
chirurgische Operationslehre; Band X, Teil III, Die Operationen an der
Hand, 274-281, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1972
- 157) **Wilhelm, K., Wilhelm, A.** (1999)
Die Skaphoidpseudarthrose im proximalen Drittel – Ergebnisse der
Behandlung mit der Herbert-Schraube.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 31(3), 178-181
- 158) **Winckler, S., Brug, E.** (1991)
Frakturen der Handwurzelknochen unter besonderer Berücksichtigung
der Kahnbeinfraktur.
Chir. Praxis, 43, 493-506
- 159) **Wozasek, G. E., Moser, K. D.** (1991)
Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid.
J. Bone Joint Surg.[Br], 73(1), 128-142
- 160) **Wulff, R. N., Schmidt, T. L.** (1998)
Carpal fractures in children.
J. Pediatr. Orthop., 18(4), 462-465

9. Verzeichnis der Abkürzungen

A	arteria
Abb	Abbildung
ACT	Arteria carpi transversa
BGU	Berufgenossenschaftliche Unfallklinik
BKS	Beckenkammspan
bzw	beziehungsweise
CT	Computertomographie
DASH	Disability of Arm, Shoulder, Hand
d.h	das heißt
engl	englisch
Ex	Extension
Flex	Flexion
HS	Herbert–Schraube
M	musculus
MR	Matti-Russe-Plastik
MRT	Magnetresonanztomographie
N/ni	nervus/nervi
NMR	nuclear magnetic resonance
Pro	Pronation
PSA	Pseudarthrose
PSAn	Pseudarthrosen
R	ramus
Rad	Radialduktion
sog	so genannter
SP	Spongiosaplastik
Sup	Supination
Tab	Tabelle
Uln	Ulnarduktion
VRS	vaskularisierter Radiusspan

10. Anhang

Erhebungsbogen Scaphoidpseudarthrose

A. Persönliche Daten:

A.1.	Laufende Nummer des Patienten	[][][][]
A.2.	Geburtsdatum	[][][][][][]
A.3.	Geschlecht 1= männlich, 2= weiblich	[] []
A.4.	Ausgeübter Beruf (Schlüssel)	[]
A.5.	Berufliche Belastung (Schlüssel)	[]
A.6.	Dominante Seite 1=Rechtshänder, 2=Linkshänder	[]
A.7.	Betroffene Seite 1=Rechts, 2=Links	[]

B. Vorgeschichte:

B.1.	Unfalldatum	[][][][][][]
B.2.	Unfallart (Schlüssel)	[]
B.3.	Ort der Vorbehandlung der Fraktur/PSA 1=BG Tübingen, 2=andere Klinik, 3=Praxis	[]
B.4.	Vorbehandlungsdatum der Fraktur/PSA	[][][][][][]
B.5.	Vorbehandelte Bruchart 1=PSA, 2=Fraktur	[]
B.6.	Lokalisation der Fraktur/PSA 1=distales Drittel, 2=mittleres Drittel, 3=proximales Drittel, 4=kleines proximales Fragment	[]
B.7.	Vorbehandlungsart 1=OP, 2=konservativ	[]

B.9. wenn 1 in B.6. Operationsmethode (Schlüssel) []

C. Operation/Therapie:

C.1. Operationsdatum [II III III III]

C.2. Operationsverfahren (Schlüssel) []

C.3. Zugang
1=beugeseitig, 2=streckseitig []

C.4. Gipsversorgung postoperativ
1=Oberarm, 2=Unterarm,3=Beides []

C.5. Gipsdauer in Wochen [II]

C.6. Arbeitsunfähigkeit in Wochen [II]

C.7. Metallentfernung
1=ja, 0=nein []

C.8. Wenn C.7. =1
Datum der Metallentfernung [II III III III]

C.9. Rezidivoperation
1=ja, 0=nein []

C.10. Wenn C.7.= 1
Datum Rezidiv-OP [II III III III]

C.11. Wenn C.7.=1
Operationsschlüssel []

D. Aktuelle Nachuntersuchung:

D.1. Datum der Nachuntersuchung [II III III III]

D.2. Schmerzen im Bereich des Handgelenks
1=keine Schmerzen, 2=Belastungsschmerzen
3=Bewegungsschmerzen, 4=Ruheschmerzen [II III III III]

D.3. Schmerzen nach visueller Analog-Skala
1=leichte Schmerzen bis 10=sehr starke Schmerzen [II]

D.4.	Beweglichkeit der operierten Seite Ellenbogengelenk Flex/Ex Pro/Sup	[][]-0-[][] [][]-0-[][]
D.5.	Beweglichkeit der operierten Seite Handgelenk Flex/Ex Rad/Uln Pro/Sup	[][]-0-[][] [][]-0-[][] [][]-0-[][]
D.6.	Beweglichkeit der operierten Seite Daumen Flex/Ex Grundgelenk Abspreizung in der Handebene Abspreizung rechtwinklig zur Handebene	[][]-[][]-[][] 0-[][]-[][] 0-[][]-[][]
D.6.	Streckung der Langfinger bis in die Handrückenebene, operierte Seite 1=Normalbefund, 2=Streckdefizit	[]
D.7.	Wenn 2 in D.6. Streckdefizit in cm	[][]
D.8.	Beugung der Langfinger in die Hohlhandfalte operierte Seite 1=Normalbefund, 2=Beugedefizit	[]
D.9.	Wenn 2 in D.8. Beugedefizit in cm	[][]
D.10.	Beweglichkeit der gesunden Seite Ellenbogengelenk Flex/Ex Pro/Sup	[][]-0-[][] [][]-0-[][]
D.11.	Beweglichkeit der gesunden Seite Handgelenk Flex/Ex Rad/Uln Pro/Sup	[][]-0-[][] [][]-0-[][] [][]-0-[][]
D.6.	Beweglichkeit der gesunden Seite Daumen Flex/Ex Grundgelenk Abspreizung in der Handebene Abspreizung rechtwinklig zur Handebene	[][]-[][]-[][] 0-[][]-[][] 0-[][]-[][]

- | | | |
|------|--|-------|
| D.7. | Sonstige Beschwerden der operierten Hand
(Schlüssel) | [] |
| D.8. | Kraftminderung der operierten Seite im Vergleich
Zur gesunden Seite in %
(Vigorimeter) | [] % |

E. Früherer Röntgenbefund:

- | | | |
|------|---|-------------------------|
| E.1. | Datum der Kontrollaufnahme
nach Behandlungsabschluss | [] [] [] [] [] [] |
| E.2. | Fraktur-/PSA-Spalt noch sichtbar
0=nein, 1=ja | [] |
| E.3. | SL-Winkel in ° | [] [] [] |
| E.4. | Arthrosezeichen
0=nein, 1=ja | [] |

F. Aktueller Röntgenbefund:

- | | | |
|------|---|-------------------------|
| F.1. | Datum des letzten Röntgen | [] [] [] [] [] [] |
| F.2. | Knöcherner Durchbau
1=fest, 2=persistierende Pseudarthrose | [] |
| F.3. | SL-Winkel
1=normal, 2=pathologisch | [] |
| F.4. | Wenn 2 in E.3.
SL-Winkel in ° | [] [] [] |
| F.5. | Radiocarpalarthrose
1=nein, 2=ja | [] |
| F.6. | Ausheilung
1=ja, 2=nein | [] |

G. Aktuelle Arbeitssituation:

- | | | |
|------|--------------------------------------|-----|
| G.1. | Zurzeit arbeitsfähig
1=ja, 0=nein | [] |
|------|--------------------------------------|-----|

- | | | |
|------|---|-----|
| G.2. | Ausgeübte Tätigkeit
1=alter Beruf, 2=neuer Beruf | [] |
| G.3. | Berufswechsel handgelenksbedingt
1=ja, 0=nein | [] |
| G.4. | 1=beschwerdefrei, 2=Schonung der Hand im Beruf | [] |

DASH - Fragebogen

(Deutsche Adaptation: *Ger mann, Harth, Wind*)

ID Nr.: _____

Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Symptomen als auch Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten/ Aktivitäten auszuführen.

Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand in der letzten Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ein kreisen.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie Ihre Tätigkeiten/Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihren Fähigkeiten, egal, wie Sie die Aufgaben meistern konnten.

TEIL A:

Bitte schätzen Sie ihre Fähigkeiten ein, folgende Tätigkeiten/Aktivitäten in der letzten Woche ausführen zu können, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merklich Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein Marmeladen-, Einmach-, Honigglas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. 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. Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Schwere Gegenstände tragen (über 10 kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Haare waschen oder fönen	1	2	3	4	5
14. Den 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 Sie Ihren Arm mit mehr oder weniger Anstrengung benutzen, wie z.B.: Tennis, Heimwerken, Golf usw.	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5

10. Anhang

Fortsetzung Dash-Fragebogen

20. Am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen, um von einem Platz zum anderen zu gelangen
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
21. Sexuelle Aktivität
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der letzten Woche beeinflusst?
- | | | | | | |
|--|-----------------|------|----------|----------|--------|
| | Überhaupt nicht | Kaum | Merklich | Deutlich | Extrem |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?
- | | | | | | |
|--|-----------------|------|----------|----------|--------|
| | Überhaupt nicht | Kaum | Merklich | Deutlich | Extrem |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

TEIL B:

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreisen Sie die entsprechende Zahl ein.)

- | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|-----------|--------|
| | Keine | Wenig | Mittel | Erheblich | Extrem |
|--|-------|-------|--------|-----------|--------|
24. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
25. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
28. Steifheit in Schulter, Arm, Hand
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
29. Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?
- | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--|
| | Keine Schwierigkeiten | Wenig Schwierigkeiten | Merkliche Schwierigkeiten | Erhebliche Schwierigkeiten | So viele Schwierigkeiten, dass ich nicht schlafen konnte |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
30. Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt, und ich kann mich weniger nützlich machen.
- | | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------|---|-----------|----------------|
| | Stimme überhaupt nicht zu | Stimme nicht zu | Weder Zustimmung noch Ablehnung. Weiß nicht | Stimme zu | Stimme sehr zu |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

TEIL C: Sport- oder Musikinstrumente

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss, den Ihr Schulter-, Arm-, oder Handproblem auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder das Ausüben Ihres Sports hatte. Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben, so geben Sie bitte an, welches Instrument oder welche Sportart für Sie am wichtigsten ist.

10. Anhang

Fortsetzung Dash-Fragebogen

Bitte kreisen Sie die Zahl ein, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der letzten Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:	Keine	Wenig	Merkliche aber machbar	Erhebliche	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Wegen der Schmerzen in Schulter/Arm/Hand Ihr Musik- instrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut, wie Sie es gewohnt waren, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
4. Ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit

Schema nach COONEY und Mitarb. (1987)

Pain (25 Points)	25	No pain
	20	Mild, occasional
	15	Moderate, tolerable
	0	Severe to intolerable

Functional status (25 Points)	25	Returned to regular employment
	20	Restricted employment
	15	Able to work, unemployed
	0	Unable to work because of pain

Range of motion (25 Points)	Percentage of normal	
	25	100 %
	15	75 – 100 %
	10	50 - 75 %
	5	25 - 50 %
	0	0 - 25 %
	DF-PF Arcs if only injured hand reported	
	25	120°or more
	15	90-120
	0	30 or less

Grip strength (25 Points)	Percentage of normal	
	25	100 %
	15	75 – 100 %
	10	50 – 75 %
	5	25 – 50 %
	0	0 – 25 %

Final rating	
Excellent	90 – 100 points
Good	80 – 90 points
Fair	65 – 80 points
Poor	< 65 points

Bewertungsschema für das Kahnbein nach MARTINI

1. Schmerz (6 Punkte)	
schmerzfrei	6
bei starker Belastung (wie Gartenarbeit, Radwechsel)	3
bei Alltagstätigkeit (wie Zähne putzen, kämmen)	1
Ruhschmerz	0
2. Subjektives Gesamturteil (6 Punkte)	
gebessert/voll zufrieden	6
gleichgeblieben	2
schlechter/unzufrieden	0
3. Grobe Kraft (4 Punkte) (mit einem Dynamometer gemessen) (im Vergleich zur gesunden Seite)	
normal	4
reduziert um 10 - 20%	3
reduziert um 21 - 50%	2
reduziert um mehr als 50%	0
4. Arbeit und Sport (3 Punkte)	
keine Einschränkung	3
Schonung (Umstellen auf die nicht verletzte Seite)/ kein Sport mehr	2
Arbeitsplatzwechsel	0
5. Klinischer Befund (3 Punkte)	
unauffällig	3
Klickphänomen	1
Schwellneigung	0
6. Bewegung (5 Punkte) (Extension/Flexion + radial/ulnar)	
mehr als 140°	5
100 - 139°	4
70 - 99°	3
45 - 69°	2
weniger als 45°	0
7. Röntgenbefund (5 Punkte)	
Normale Verhältnisse	5
Strukturveränderungen des Scaphoids (Zysten, Sklerose, Pseudarthrose) oder der Nachbarknochen	4
Rotationsfehlstellung des Scaphoids (Verkürzung, Verkippung: pathologischer SR-Winkel)	3
Carpuskollaps/DISI-Defomität (Youm - Index/SR-Winkel, LR - Winkel pathologisch)	0

...

Fortsetzung Martini-Schema

Negative Liste, für jede Komplikation Abzug von 2 Punkten

- postoperative Arthrose
- Pseudarthrose
- Reoperation (korrigierender Eingriff), weitere Behandlungsmaßnahmen erforderlich
- Nerven-/Sehnenschädigung
- Einschränkung der Fingerbeweglichkeit
- Zunahme der Instabilitätszeichen im Vergleich zum Zustand vor der Operation.

Urteil:

28 - 32 Punkte	sehr gut
21 - 27 Punkte	gut
12 - 20 Punkte	befriedigend
weniger als 12 Punkte	schlecht

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. H.-O. Rennekampff für die Überlassung des Themas, und Herrn Professor Dr. med. H.-E. Schaller für die Aufnahme in sein Institut.

Außerdem möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Dr. med. G. Schmidt für die hervorragende Betreuung während der Arbeit und die stets vorhandene Diskussionsbereitschaft bedanken.

Ein großer Dank gilt Frau Dreher, die mich in allen organisatorischen Belangen tatkräftig unterstützt hat und immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Frau Ott möchte ich für ihre Hilfe bei der Literatursuche danken.

Für die Digitalisierung der Röntgenbilder möchte ich mich bei Frau Meier und Frau Bausch bedanken.

Dank gilt auch meinen Eltern Cevdet und Hatice Durmus, die mir dieses Studium ermöglicht haben. Schließlich bin ich Herrn Cem R. Küçük für die Hilfe beim Erarbeiten des Layouts und die stetige Unterstützung beim Erstellen dieser Arbeit zum Dank verpflichtet.

von

Gülhis Durmus

geboren am 22 Juli 1978

in Stuttgart

Persönliche Daten:

.....
Eltern: Durmus, Cevdet
Durmus, Hatice

Ausbildungschronik:

.....
Schulbildung:

1984 – 1988	Hohenstein-Grundschule in Stuttgart
1988 – 1994	Rilke-Realschule in Stuttgart
1994 – 1997	Louis-Leitz-Wirtschaftsgymnasium in Stuttgart

Hochschulbildung:

10/97	Medizinstudium an der Universität Rostock
04/98 – 05/04	Medizinstudium an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen
08/99	Ärztliche Vorprüfung
08/00	Erste Ärztliche Prüfung
03/03	Zweite Ärztliche Prüfung
19. 05. 2004	Dritte Ärztliche Prüfung