

Aus der Klinik für Handchirurgie, Rhön-Klinikum Bad Neustadt an der Saale

Ärztlicher Direktor: Priv.-Doz. Dr. med. K.J. Prommersberger

10 Jahresergebnisse nach operativer Versorgung der Lunatumnekrose.

**Eine klinische Studie anhand des Patientenguts der Klinik für
Handchirurgie Bad Neustadt / Saale aus den Jahren 1992 - 1995**

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Olivia Y. Schmitt

aus Kronberg

Würzburg, Oktober 2006

Referent: Prof. Dr. med. U. Lanz

Koreferent: Prof. Dr. med. A. Weckbach

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 20.01.2007

Die Promovendin ist Ärztin

Meinen Eltern in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung.....	1
2 Ziel der Studie.....	4
3 Grundlagen	5
3.1 Anatomie	5
3.2 Pathomechanismus.....	7
3.3 Histologie.....	11
3.4 Stadieneinteilung der Lunatumnekrose	12
3.5 Konservative und operative Behandlungsmethoden der Lunatumnekrose.....	17
3.5.1. Konservative Maßnahmen	17
3.5.2. Niveauekorrigierende Operationen	18
3.5.3. Revaskularisationen	19
3.5.4. Rettungsoperationen.....	20
3.5.5. Palliative Maßnahmen.....	23
4 Krankengut und Methoden	24
4.1 Aktenauswertung.....	24
4.2 Nachuntersuchung	24
4.3 Radiologische Untersuchung.....	25
4.4 Fragebogen	28

5 Ergebnisse	29
5.1 Relevante Komplikationen.....	33
5.2 Ergebnisse der Einzelsymptome und Globalfunktion	34
5.2.1. Auswertung der Beweglichkeit des Handgelenks.....	34
5.2.2. Kraft.....	35
5.2.3. Schmerz	36
5.2.4. Handgelenksscore.....	36
5.2.5. DASH	37
5.3 Auswertung der Stadienzuordnung beim Ersteingriff	39
5.4 Natrass Index	39
5.5 Radiologische Auswertung der nachuntersuchten Patienten	40
5.6 Ulnavarianz	41
6 Diskussion	42
7 Zusammenfassung	51
8 Anhang	53
8.1 DASH - Fragebogen.....	53
8.2 Handgelenksscore – Erhebungsbogen	58
9 Literaturverzeichnis	59

Ehrenwörtliche Erklärung

Lebenslauf

Danksagung

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Handgelenkbeweglichkeit	6
Tabelle 2: Stadieneinteilung der Lunatumnekrose nach Lichtman und Ross nach MRT ohne Kontrastmittel und Röntgenkriterien (1994)	12
Tabelle 3: Eingriffe	31
Tabelle 4: Folgeeingriffe	33
Tabelle 5: Heutiger Zustand der ausgewerteten Patienten.	34
Tabelle 6: Bewegungsausmaße	35
Tabelle 7: Durchschnittliche Kraft operierten Seite in % bezogen auf die gesunde Seite	35
Tabelle 8: Durchschnittliche Kraft der Gegenseite	36
Tabelle 9: Übersicht Handgelenksscore	36
Tabelle 10: Übersicht DASH Werte	38
Tabelle 11: Stadienzuordnung beim Ersteingriff	39
Tabelle 12: Natrass Index	40
Tabelle 13: Einteilung der Arthrosestadien bei den ausgewerteten Patienten .	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Portrait von Robert Kienböck.....	1
Abbildung 2: Typisches Röntgenbild einer Lunatumnekrose.....	2
Abbildung 3: Os lunatum	5
Abbildung 4: Gefäßversorgung des Lunatums und ihre Variationen	7
Abbildung 5: Darstellung Handgelenk mit Ulna-Minusvariante.....	9
Abbildung 6: Präparatradiogramm eines extirpierten Mondbeins bei Lunatumnekrose	11
Abbildung 7: Lunatumnekrose Stadium I, Röntgenbild ap und MRT: T1	14
Abbildung 8: Lunatumnekrose Stadium II, Röntgenbild ap und seitlich.....	14
Abbildung 9: Lunatumnekrose Stadium II, MRT mit Kontrastmittel	15
Abbildung 10: Lunatumnekrose Stadium IIIa, Röntgenbild ap und seitlich.....	15
Abbildung 11: Stadium IIIb Lunatumnekrose, Röntgenbild ap und seitlich.....	16
Abbildung 12: Lunatumnekrose Stadium IV, Röntgenbild ap und seitlich	16
Abbildung 13: Graner OP	20
Abbildung 14: Skaphoid-Trapezium-Trapezoid Fusion postoperativ	21
Abbildung 15: Handgelenksarthrodese	22
Abbildung 16: Natrass Index = b/c	27
Abbildung 17: Ulnavarianzmessung (Methode von Gelberman und Mitarb.) ...	27
Abbildung 18: Aufteilung der untersuchten Patienten nach Geschlecht	29
Abbildung 19: Aufteilung dominante Hand, nichtdominante Hand.....	30
Abbildung 20: Altershistogramm der operierten und nachuntersuchten Patienten.....	30
Abbildung 21: Operationen bei Lunatumnekrose, Patientenzahlen.....	32
Abbildung 22: Handgelenksscore.....	37
Abbildung 23: DASH nach Operation	38
Abbildung 24: Funktioneller Vergleich zwischen A: STT Fusion und B: Graner Operation	47
Abbildung 25: A: Präoperativer und B: postoperativer Röntgenbefund nach Radiusosteotomie	50

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ap	anterior-posterior
CT	Computertomographie
DASH	Disability of Arm, Shoulder, Hand
Mitarb.	Mitarbeiter
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
PRC	Proximal Row Carpectomy (Entfernung der distalen Handwurzelreihe)
R.	Ramus
STT Fusion	Arthrodesse zwischen Skaphoid, Trapezium, Trapezoideum
V.	Vena
VAS	Visuelle Analogskala

1 Einleitung

Im Jahr 1910 beschrieb der Radiologe Robert Kienböck in seiner Arbeit „über traumatische Malazien des Mondbeins und ihre Folgezustände: Entartungsformen und Kompressionsfrakturen“ erstmals das nach ihm benannte Krankheitsbild der Lunatumnekrose.



Abbildung 1: Portrait von Robert Kienböck

Bei dieser Krankheit handelt es sich um eine Erkrankung aus der Gruppe der aseptischen Osteonekrosen, wie beispielsweise auch die aseptische Hüftkopfnekrose (M. Perthes) oder die Osteonekrose des Metakarpalekopes (M. Mauclair). Da es sich um eine echte Nekrose, also Untergang von Knochengewebe und nicht um eine Knochenerweichung (Malazie) durch Kalksalzminderung handelt, wird für die Kienböck'sche Erkrankung heute der Begriff Lunatumnekrose und nicht mehr, wie früher, „Lunatummalazie“ verwandt.



Abbildung 2: Typisches Röntgenbild einer Lunatumnekrose

Die Ätiologie der Lunatumnekrose ist letztlich bis heute ungeklärt. Zwar besteht Einigkeit darüber, dass eine Durchblutungsstörung die Erkrankung verursacht. Die Ursachen für das Auftreten der Durchblutungsstörung sind jedoch spekulativ und werden dementsprechend kontrovers diskutiert. Betroffen sind vor allem junge, handwerklich tätige Männer. Die Erkrankung betrifft in den meisten Fällen die dominante Hand. Das Verhältnis erkrankter Männer zu erkrankten Frauen ist 2:1. Der Erkrankungsbeginn liegt zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr. Nur selten ist eine Lunatumnekrose auch beidseitig zu finden. Kleinert (1966) beschreibt ein bilaterales Auftreten der Lunatumnekrose bei 13% der Patienten.

Führendes Symptom der Erkrankung ist der Handgelenksschmerz. Zunächst wird von den Patienten ein heller Schmerz mit brennendem Charakter beschrieben, der auch in Ruhe besteht und schon geringste Belastungen unmöglich macht. Dieser klingt im Verlauf ab und geht im späteren Verlauf in

einen belastungsabhängigen diffusen Handgelenksschmerz über. Dieses Stadium der Erkrankung wird häufig zunächst als „Sehnenscheidenentzündung“ diagnostiziert. Häufig tritt dann ein symptomloses Intervall auf. Später kommt es durch fortschreitende Arthrose zu einer Handgelenksschwellung und, abhängig vom Stadium der Arthrose, zu stärker werdenden Belastungsschmerzen. Das Mondbein selbst ist häufig druckempfindlich. Abhängig vom Stadium der Lunatumnekrose kommt es im Verlauf auch zu einer arthrotisch bedingten Einschränkung der Beweglichkeit im Handgelenk und einer schmerzbedingten deutlichen Kraftminderung der betroffenen Hand. Es gibt jedoch auch nahezu symptomlose Verläufe, die erst durch die Aktivierung der Arthrose, häufig durch Bagatelltraumen, im Zuge des karpalen Kollaps symptomatisch werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Hypothesen zur Pathogenese gibt es verschiedene Ansätze der operativen und konservativen Therapie, wobei die Vielfalt der angewandten Methoden belegt, dass eine allgemein akzeptierte Therapie bislang nicht existiert.

2 Ziel der Studie

Die Untersuchung hat zum Ziel, retrospektiv die Langzeitergebnisse nach operativer Versorgung der Lunatumnekrose bei verschiedenen Operationsmethoden einander gegenüberzustellen und den Langzeitverlauf operierter Patienten darzustellen. Hierbei werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Alter, Geschlecht und Beruf des Patienten
- Stadium der Lunatumnekrose bei der Erstvorstellung
- Operative Verfahren
- Postoperatives Behandlungsergebnis
- Subjektive Beschwerden der Patienten
- Radiologische Veränderungen des Handgelenks

Unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur werden diese Ergebnisse in der Diskussion kritisch beleuchtet und bewertet.

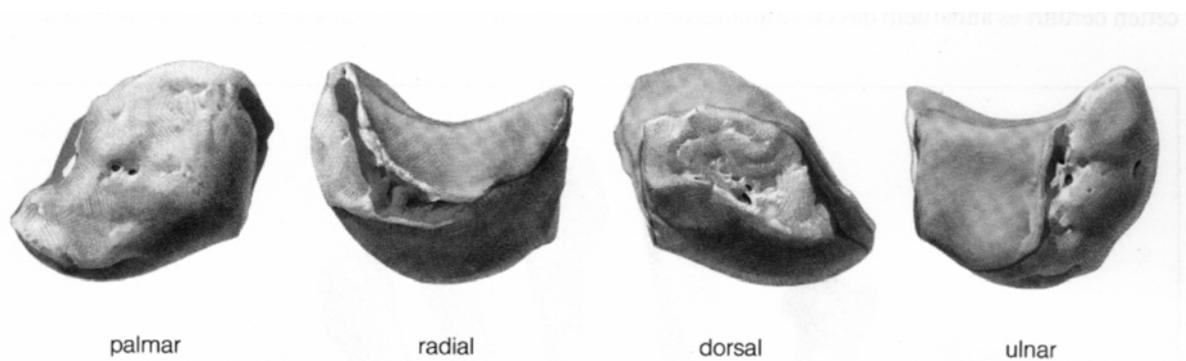
3 Grundlagen

3.1 Anatomie

Das Handgelenk lässt sich in zwei Teilgelenke unterteilen, die jedoch funktionell eine Einheit bilden und klinisch als ein Gelenk zusammengefasst werden. Es besteht aus dem Radiokarpalgelenk und dem Mediokarpalgelenk.

Es gibt acht Handwurzelknochen, welche in 2 Reihen angeordnet sind. Die körpernahe (proximale) Handwurzelreihe setzt sich aus Kahnbein, Mondbein und Dreiecksbein, die körperferne (distale) Handwurzelreihe aus großem und kleinem Vieleckbein, Kopfbein und Hakenbein zusammen. Zu den Handwurzelknochen wird auch das Erbsenbein gezählt, das als Sesambein in die Sehne des M. flexor carpi ulnaris eingebettet ist.

Namensgebend für das Os lunatum war seine äußere Form, die an einen auf dem Rücken liegenden Viertelmond erinnert. Es liegt eingebettet in der proximalen Handwurzelreihe zwischen Kahnbein und Dreiecksbein. Es artikuliert proximal mit dem Radius in der Fovea lunata und distal mit dem Kopfbein. Eine Formvariante des Os lunatum artikuliert auch mit dem Os hamatum. Bei diesem Typ II des Mondbeins ist die körperferne Gelenkfläche des Mondbeins durch einen First septiert und somit eine Artikulation mit dem Os capitatum und dem Os hamatum ermöglicht.



Quelle: Schmidt, Lanz (1992). *Chirurgische Anatomie der Hand*

Abbildung 3: Os lunatum

Das Handgelenk wird durch Bandverbindungen stabilisiert, wobei zwischen extrinsischen und intrinsischen Bandapparat unterschieden wird. Das extrinsische Bandsystem bildet mit der Gelenkkapsel die äußere Führung des Handgelenks und verbindet das Radiokarpalgelenk mit dem Mediokarpalgelenk. Die intrinsischen Bänder verbinden die Handwurzelknochen untereinander. Hervorzuheben sind hierbei vor allem die Bandstrukturen zwischen Kahnbein und Mondbein, sowie zwischen Mondbein und Dreiecksbein. Sie bilden eine funktionelle Einheit der Handwurzelknochen der proximalen Reihe und sind somit bedeutend für die Stabilität und Kraftübertragung im Handgelenk. Die intrinsischen Bänder der distalen Handwurzelreihe sind sehr straff und lassen fast keine Beweglichkeit zwischen den einzelnen Handwurzelknochen der distalen Reihe zu.

Die Beweglichkeit des Handgelenks setzt sich aus den Bewegungen im radiokarpalen und mediokarpalen Gelenkabschnitt zusammen. Die durchschnittliche normale Beweglichkeit eines gesunden Handgelenks beträgt für Beugung und Streckung, gemessen nach der Neutral – Null – Methode, 85 – 0 – 85 Grad. Die Radialduktion und Ulnarduktion beträgt 25 – 0 – 45 Grad, wobei physiologischerweise auch größere Schwankungen vorkommen.

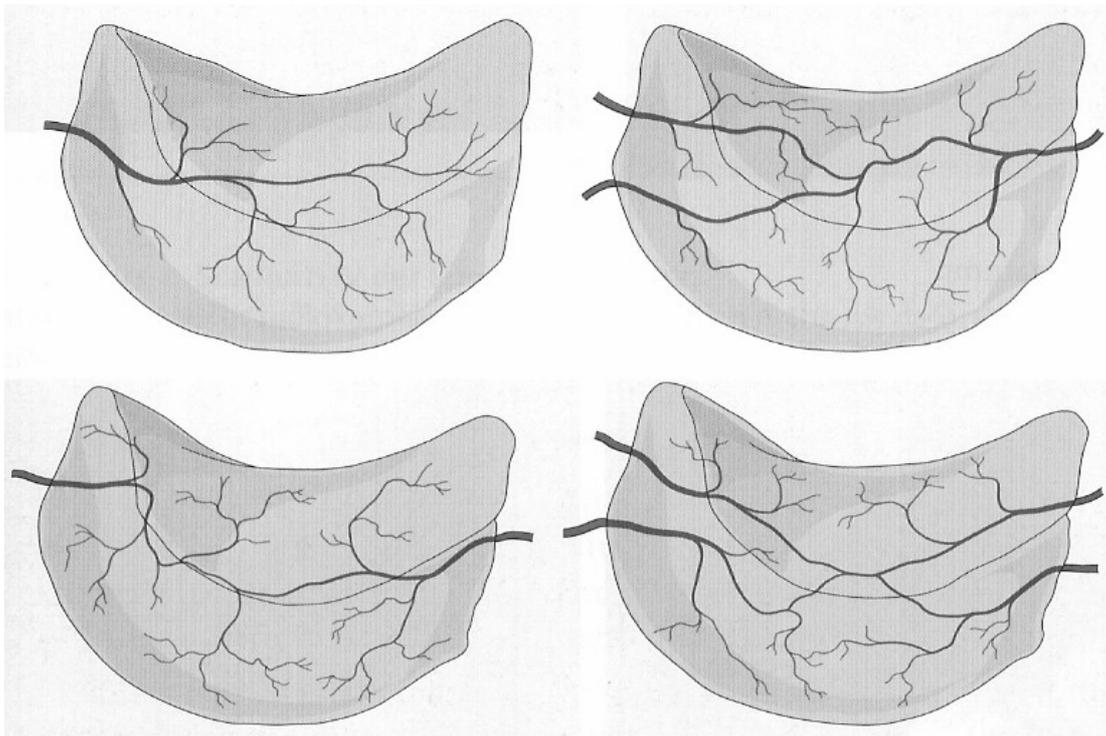
Davon entfallen auf die einzelnen Gelenkabschnitte folgende Anteile:

	Gesamtbeweglichkeit	Radiokarpalgelenk	Mediokarpalgelenk
Extension	85	35	50
Flexion	85	50	35
Radialduktion	25	15	10
Ulnarduktion	45	20	25
<i>Quelle: Watson u. Weinzwieg (2001). The Wrist</i>			

Tabelle 1: Handgelenkbeweglichkeit

Der Gefäßversorgung wird eine Rolle bei der Entstehung der Lunatumnekrose zugeschrieben. Die arterielle Versorgung erfolgt hierbei von palmar über die

A. ulnaris und A. interossea anterior, von dorsal über die A. radialis. Intraossär verzweigen sich die Gefäße und anastomosieren miteinander. Von Gelberman und Mitarb. (1975) wurden im Wesentlichen drei Verteilungsmuster beschrieben: Y-Typ (59%), I-Typ (31%) und X-Typ (10%). Diese sind in Abb. 4 dargestellt.



Quelle: Schmitt/Lanz (2005). *Bildgebende Diagnostik der Hand*

Abbildung 4: Gefäßversorgung des Lunatums und ihre Variationen

3.2 Pathomechanismus

Die genaue Ursache der Lunatumnekrose ist bis heute unklar. Es werden verschiedene mechanische, metabolische, anatomische und auch äußere Ursachen dafür verantwortlich gemacht, bei der jedoch keine für sich eine umfassende Erklärung aller beobachteten Phänomene bietet. Vermutlich ist die Lunatumnekrose eine Erkrankung, die eine multifaktorielle Genese hat.

Im Einzelnen scheinen folgende Faktoren eine Rolle bei der Entstehung der Erkrankung zu spielen.

- **Erhöhter Druck**

Es gibt Hinweise, die darauf schließen lassen, dass eine erhöhte Druckbelastung auf das Mondbein zu einer Mondbeinnekrose führen kann. Durch Veränderungen der Statik des Handgelenks kann es zu so einer Druckerhöhung kommen (Giunta und Mitarb. 1998). Studien haben gezeigt, dass bei etwa 75% bis 90% aller betroffenen Patienten mit einer Lunatumnekrose eine so genannte Ulna-Minusvariante vorkommt. Im Vergleich dazu ist eine Ulna-Minusvariante in der gesunden Normalbevölkerung nur bei 35-50% vorhanden (Hultén 1928, Garcia-Elias, Vidal 1997). Diese kann zu einem erhöhten Druck im radiolunären Gelenkabschnitt führen. Abb. 5 zeigt solch eine typische Ulnaminus-Variante. Die Rolle der Ulna-Minusvariante als Risikofaktor zur Entstehung einer Lunatumnekrose ist jedoch in der Literatur umstritten. So fanden D'Hoore und Mitarb. 1993, dass nach einer Auswertung von 52 Patienten mit einer Lunatumnekrose es keine Häufung einer Ulna-Minusvariante gab.



Abbildung 5: Darstellung Handgelenk mit Ulna-Minusvariante

- **Vibration und Mikrotraumatisierung**

Eine durch Vibration und dadurch bedingte repetitive Mikrotraumatisierung des Mondbeins verursachte Nekrose gilt heute als gesichert. Dieser Mechanismus ist als Berufkrankheit Nr. 2103 bei exponierten Berufsgruppen anerkannt. Dazu gehören vor allem Arbeiten mit Pressluftmaschinen. Zahlreiche Kriterien müssen erfüllt sein, um eine Lunatumnekrose als Berufkrankheit anerkennen zu können.

- **Vaskularisation des Mondbeins**

Gewisse Konstellationen in der arteriellen Versorgung des Mondbeins können prädisponierend für eine Nekrose sein (Gelberman und Mitarb. 1975). Zudem wird in jüngster Zeit eine venöse Abflussstörung als möglicher Begleitfaktor in Erwägung gezogen (Pichler, Putz 2001). Unter der Annahme eines ossären Kompartmentsyndroms, das auf dem Boden einer venösen

Abflussstörung entsteht, kommt es zu einer Störung des Knochenstoffwechsels und damit zu einem Untergang des Knochengewebes, das letztlich in der aseptischen Knochennekrose endet. Dies beschrieben auch Schiltenswolf und Mitarb. 1996 nach anatomischen Studien des Mondbeins. Diese zeigten, dass der intraossäre Druck in nekrotischen Mondbeinen höher ist, als in gesunden Mondbeinen.

- **Systemische Ursachen**

Systemische Erkrankungen können ebenso zu einer Lunatumnekrose führen. Dies ist vor allem für Gefäßschädigende Erkrankungen, wie beispielsweise die systemische Sklerodermie oder des systemischen Lupus erythematodes beschrieben (Matsumoto AK und Mitarb. 1999, Mok und Mitarb. 1997). Zudem werden auch Kortikosteroiden eine Rolle in der Entstehung der Lunatumnekrose zugesprochen (Taniguchi Y und Mitarb. 2002).

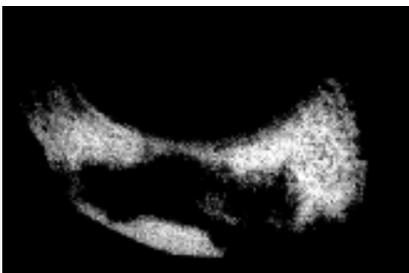
- **Einmaliges Trauma**

Es wird in der Literatur über Einzelfälle berichtet, bei denen ein einmaliges Trauma, wie beispielsweise eine Fraktur oder auch ein Stauchungstrauma, zu einer progredienten Lunatumnekrose führen (Stähl 1947). Hierbei ist jedoch nicht eindeutig klar, ob nicht bereits im Vorfeld eine Lunatumnekrose bestanden hat, diese aber erst durch das Trauma symptomatisch geworden ist (Mirabello 1987). Zudem ist bemerkenswert, dass es bei einer perilunären Luxation oder Luxationsfraktur nur sehr selten zu einer Nekrose kommt, noch nicht einmal bei vollständiger Luxation des Lunatums mit Zerreißen aller Gefäßverbindungen. Frakturen des Lunatums sind selten und machen etwa 1% der Handwurzelknochenfrakturen aus (aus Schmitt/Lanz 2005, Bildgebende Diagnostik der Hand). Aufgrund der speziellen Blutversorgung des Lunatums kann nach einer Fraktur die

Durchblutung proximal fehlen, während sie distal noch vorhanden ist. Dies kann zur Ausbildung einer Pseudarthrose führen und bis zum Untergang des proximalen Frakturanteils führen.

3.3 Histologie

Die Aufarbeitung von entnommenen Ossa lunata zeigte in der histologischen Untersuchung, dass ein dichtes Nebeneinander von degenerativen, nekrotischen und reparativen Umbauvorgängen in den frühen Stadien stattfindet. In späten Stadien sind in der histologischen Aufarbeitung das Fehlen von Osteoid sowie fettige Nekrosen auffallend (Hashizume und Mitarb. 1996). Diese werden dann zu Narbengewebe umgebaut. Dies lässt sich auch radiographisch nachweisen. Abbildung 6 zeigt ein Präparatradiogramm eines extirpierten Mondbeins bei Lunatumnekrose. Zonaler Aufbau aus 3 Schichten: an der proximalen Zirkumferenz osteosklerotisches Knochenfragment. Angrenzend in der Knochenmitte demineralisierte Zone, die der fibrovaskulären Reparationszone entspricht. In den distalen Lunatumabschnitten reguläre Trabekulation als Zeichen der Knochenvitalität (aus Schmitt/Lanz 2005, Bildgebende Diagnostik der Hand).



Quelle: Schmitt/Lanz (2005). *Bildgebende Diagnostik der Hand*

Abbildung 6: Präparatradiogramm eines extirpierten Mondbeins bei Lunatumnekrose

3.4 Stadieneinteilung der Lunatumnekrose

1957 nahm Decoulx eine röntgenologische Stadieneinteilung der Lunatumnekrose vor. Diese wurde unter Berücksichtigung neuer bildgebender Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) von Lichtman und Mitarb. mehrfach überarbeitet. Die zur Zeit gängige Einteilung von Lichtman und Ross (1994) ist im Folgenden aufgeführt. Sie richtet sich nach bildgebenden Kriterien und korreliert häufig nicht mit der klinischen Symptomatik.

Stadium	Befunde im Röntgenbild und MRT
I	Röntgenbild unauffällig, im MRT (ohne Kontrastmittel) Veränderungen sichtbar
II	Röntgenologisch vermehrte Sklerosierung des Os lunatum, radialseitig beginnend
IIIa	Beginnende Zusammensinterung des Lunatums, beginnende Proximalisierung des Kapiatums, noch normale karpale Architektur
IIIb	Wie III A, jedoch mit fixierter Flexionsstellung des Skaphoids, veränderte karpale Architektur
IV	Perilunäre Arthrose, karpaler Kollaps

Tabelle 2: Stadieneinteilung der Lunatumnekrose nach Lichtman und Ross nach MRT ohne Kontrastmittel und Röntgenkriterien (1994)

Diese Einteilung berücksichtigt jedoch noch nicht die Kontrastmittelzugabe bei der MRT Untersuchung zur Differenzierung der genauen Lokalisation der Nekrose und zur Abgrenzung gegen andere Veränderungen im Lunatum, welche auch MRT Veränderungen hervorrufen, wie beispielsweise das intraossäre Ganglion oder das ulnolunäre Impaction Syndrom (Schmitt und Mitarb. 2005). Es findet sich eine modifizierte Einteilung, die die Befunde nach Kontrastmittelzugabe berücksichtigt in Schmitt / Lanz, Bildgebende Diagnostik der Hand (Thieme 2005), ausgehend von den Untersuchungen von Schmitt und Oblatter 1996. Diese wird als Übersicht in der Tabelle 3 im folgenden dargestellt. Das Signalverhalten des Lunatums spiegelt die biologischen

Vorgänge im Knochen wieder. Das MRT Signal wird von dem vitalen, durchbluteten Knochenmark erzeugt. Ein Knochenmarksödem spricht für eine gestörte Stoffwechselsituation des Knochenmarks. Die Kontrastmittelzugabe gibt Aufschluss über die Durchblutungssituation. Ein Hyperenhancement (übernormale Kontrastmittelanreicherung) lässt sich durch eine gesteigerte Durchblutung erklären. Demzufolge sind nur Areale, die kein Kontrastmittel aufnehmen und im Nativbild ein gestörtes Signal haben, als nekrotisch anzusehen.

Stadium	Röntgen	MRT mit Kontrastmittel	CT
I	Unauffällig	Diffuses Knochenmarködem und Hyperenhancement	Gelegentlich vermehrte Spongiosasklerose
II	Fleckige Skleroseinseln, zystische Einschlüsse	Abhängig vom Ausmaß der Nekrose finden sich folgende Signalveränderungen in der MRT: Vitales Knochenmark: natives Signal erhalten, kein KM-Enhancement	Vermehrte Spongiosasklerose, pseudozystische Einschlüsse besser erkennbar als auf dem Röntgenbild
IIIa	Diskrete Frakturlinien erkennbar, beginnende Flexionsstellung des Skaphoids	Reparationsvorgänge und Knochenmarködem: natives Signal gestört, Hyperenhancement	Lineare Frakturlinien, Verwerfungszonen an der proximalen Zirkumferenz
IIIb	Zunehmende Verdichtung und Frakturierung, fixierte Flexionsstellung Skaphoid	Nekrose: gestörtes natives Signal sowie ein fehlendes KM-Enhancement.	Wie IIIa
IV	Karpaler Kollaps		Subchondrale Sklerosierungen, osteophytäre Anbauten, Gelenkasymmetrien

Tabelle 3: Übersicht der Lunatumveränderungen der einzelnen Stadien in der bildgebenden Diagnostik (aus Schmitt/Lanz, Bildgebende Diagnostik der Hand)

Stadium I: Im konventionellen Röntgenbild finden sich keine Auffälligkeiten, die Knochendichte sowie die Knochenstruktur imponieren unauffällig. Im MRT findet sich eine gestörte Signalgebung (Abb. 7). Dies stellt sich als ein diffuses

Knochenmarksödem bei erhaltener Vitalität dar (Abb. 7-12 aus Schmitt / Lanz, Bildgebende Diagnostik der Hand).



Abbildung 7: Lunatumnekrose Stadium I, Röntgenbild ap und MRT: T1

Stadium II: Im konventionellen Röntgenbild fällt eine zunehmende Sklerosierung des Mondbeins auf mit unterschiedlichen Knochendichten sowie zystischen Einschlüssen. Höhe und Form des Lunatums sind erhalten und nicht beeinträchtigt. Es ist keine Fraktur sichtbar. Im CT zeigen sich die Sklerosierungen und zystischen Läsionen noch eindrucksvoller. Perilunär sind noch keine arthrotischen Veränderungen zu sehen. Im MRT mit Kontrastmittel kann man in diesem Stadium schon Nekrosen sehen, typischerweise findet sich ein Nebeneinander von Nekrose und vitalen Knochenmarksanteilen (Abb. 8).

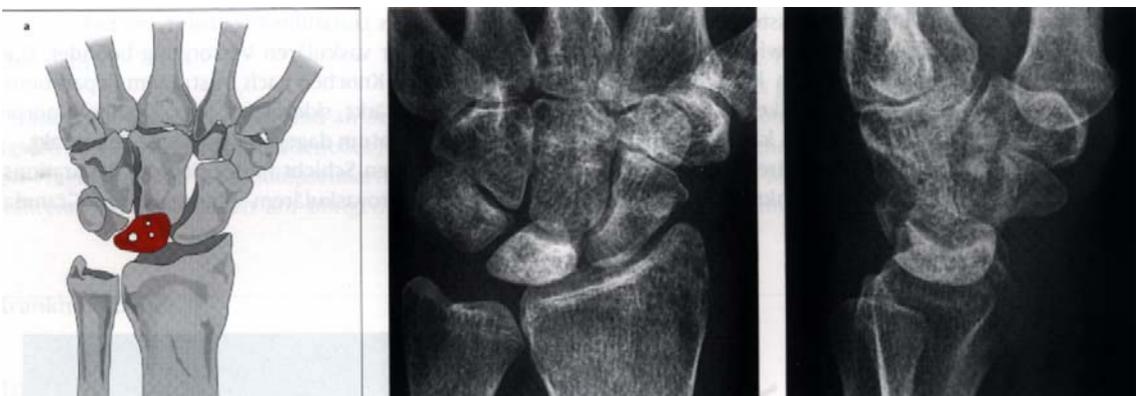


Abbildung 8: Lunatumnekrose Stadium II, Röntgenbild ap und seitlich

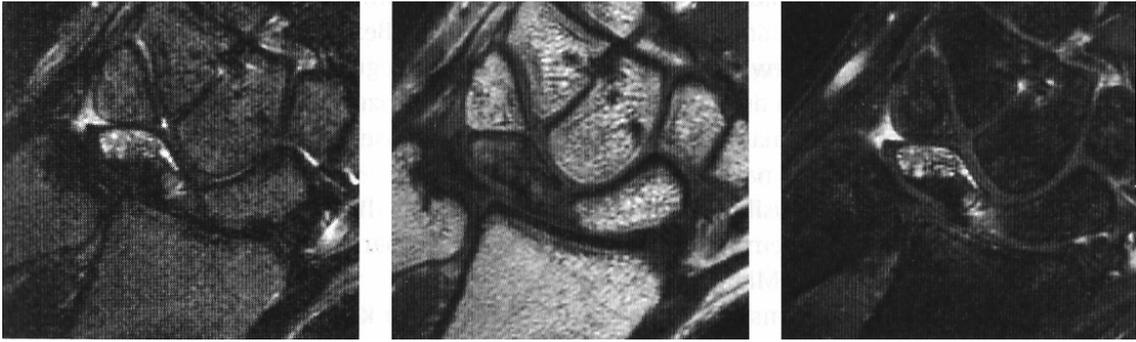


Abbildung 9: Lunatumnekrose Stadium II, MRT mit Kontrastmittel

Stadium IIIa: Zusammenbruch des Mondbeins mit noch erhaltener Karpushöhe. Es kommt zur beginnenden Fragmentierung. Diese beginnt charakteristischerweise an der proximal-radialen Gelenkfläche des Lunatums.



Abbildung 10: Lunatumnekrose Stadium IIIa, Röntgenbild ap und seitlich.

Stadium IIIb: Das Lunatum sintert weiter zusammen. Es beginnt die Fragmentierung des Lunatums. Durch die zunehmende Verminderung der karpalen Höhe kommt es mit fortschreitender Proximalisierung des Kopfbeins zur fixierten Flexionsstellung des Kahnbeins.



Abbildung 11: Stadium IIIb Lunatumnekrose, Röntgenbild ap und seitlich

Stadium IV: Mondbeinkollaps mit Zerfall in mehrere Fragmente. Perilunär kommt es zu degenerativen Veränderungen, die sich durch den entstehenden karpalen Kollaps auf das gesamte Handgelenk ausdehnen. Es resultiert in der Röntgenaufnahme das Bild einer Arthrosis deformans.



Abbildung 12: Lunatumnekrose Stadium IV, Röntgenbild ap und seitlich

Da die frühen Stadien im konventionellen Röntgenbild kaum zu diagnostizieren sind, ist die magnetresonanztomographische Untersuchung des Handgelenks mit der Injektion von Kontrastmittel zur Sicherung der Diagnose zur Standarduntersuchung geworden. Zusätzliche computertomographische Untersuchungen geben Aufschluss darüber, in wieweit Formveränderungen im Handgelenk vorliegen. Dies ist zur Planung der operativen Therapie von Bedeutung. Die CT Aufnahme führt häufig zur radiologischen Höherstufung des

Erkrankungsstadiums, da feine Frakturlinien sowie beginnende subchondrale Sklerosierungen und arthrotische Randzacken deutlicher dargestellt werden, als in der konventionellen Röntgenaufnahme.

3.5 Konservative und operative Behandlungsmethoden der Lunatumnekrose

Im Zeitraum von 1992 bis 1995 wurden in der Klinik für Handchirurgie in Bad Neustadt / Saale stadienabhängig in der Abteilung I und II verschiedene Operationstechniken angewandt. Man kann sie unterteilen in konservative Maßnahmen, niveukorrigierende Operationen, Revaskularisationen, Rettungsoperationen und palliative Maßnahmen.

3.5.1. Konservative Maßnahmen

Temporäre Ruhigstellung

Eine Lunatumnekrose im Stadium I kann durch Gipsruhigstellung zur Ausheilung gebracht werden. Vor allem bei Kindern ist dies auch bei fortgeschrittenen Stadien eine Therapieoption. So konnten Cvitanich und Solomons 2004 zeigen, dass bei einem achtjährigen Kind mit einer Lunatumnekrose im Stadium IIIb nach Lichtman es nach 4,5-monatiger Ruhigstellung zu einer kompletten Ausheilung der Lunatumnekrose im konventionellen Röntgenbild als auch in der MRT kam.

3.5.2. Niveauekorrigierende Operationen

Radiusosteotomie

Ist es noch zu keiner arthrotischen Veränderung im Handgelenk gekommen, ist eine Niveauoperation möglich. Diese Therapiemöglichkeit ist für die Stadien I-IIIa nach Lichtman und Ross geeignet. Schon durch geringe Veränderung der Radiuslänge resultiert eine deutliche Veränderung der Lastübertragung des Handgelenks. So konnten Werner und Palmer (1993) zeigen, dass bereits eine Radiusverkürzungsosteotomie von 1 mm zu einer signifikanten Druckentlastung in der Fossa lunata führt. Zudem zeigten die experimentellen Versuche, dass ein kompletter Ausgleich einer Niveaudifferenz nicht notwendig ist und eine Verkürzung von 1 - 2,5 mm für die erwünschte Druckentlastung ausreichend ist. Dies ist unabhängig davon, ob der Radius verkürzt, oder die Ulna verlängert wird.

Prinzipiell gibt es die Möglichkeit der Radiusosteotomie oder der zuklappenden Radiuskeilosteotomie. Ausgehend von einer Ulna Minus Variante konnte die Verkürzungsosteotomie zur Niveaueinpassung vorgenommen werden. Dabei wurde eine quere Osteotomie im Bereich des Radiuschaftes mit Herausnahme einer Knochenscheibe vorgenommen. Die Osteotomie wurde dann mit einer Plattenosteosynthese stabilisiert. Abhängig vom Ausmaß der Ulna Minus Variante wurden um 1 - 2 mm verkürzt.

Die Keilosteotomie kommt bei einer regelrechten Unnalänge in Frage. Dabei wird ein dreieckförmiger Keil aus dem Radiuschaftbereich entfernt, im Sinne einer zuklappenden Keilosteotomie. Dies führt dazu, dass sich durch die Veränderung des Radiusgelenkwinkels die Druckverhältnisse im radiokarpalen Gelenkabschnitt verändern.

Prinzipiell ist in einer solchen Situation auch eine Ulnaverlängerungsosteotomie möglich. Hierbei wird die Ulna osteotomiert und ein Knochenspan interponiert. Dies wird dann mittels einer Plattenosteosynthese stabilisiert. Die Radiusosteotomie stellt sich technisch jedoch als einfacher dar, zudem ist durch

den größeren Querschnitt des Radius die Pseudarthrosengefahr geringer (Trail IA und Mitarb. 1996).

3.5.3. Revaskularisationen

Pisiformetransplantation nach Beck

Bei erhaltener Kontur des Os lunatum wurde von Beck 1971 eine Methode zur Revaskularisierung des nekrotischen Mondbeins vorgeschlagen. Dabei wird das abgestorbene Knochenmaterial aus dem Mondbein entfernt. In diesen Defekt wird das Os pisiforme, welches an seinem versorgenden Gefäß aus der A. ulnaris gestielt wird, eingepasst. Dies soll zu einer Revaskularisation des Os lunatum und damit zur Ausheilung der Lunatumnekrose führen.

Saffar Prozedur

Saffar (1982) beschreibt eine weitere Möglichkeit des Lunatumersatzes. Das nekrotisch gewordene Os lunatum wird in toto entfernt. Dann wird das Os pisiforme aus der Flexor carpi ulnaris Sehne mobilisiert und gestielt an der versorgenden Arterie aus der A. ulnaris in den freigewordenen Raum anstelle des Os lunatum eingesetzt. Die Knorpelfläche artikuliert mit dem Kapitatum. Zur Vermeidung der Dislokation wird die Kapsel unter Schonung des Gefäßbündels des Os pisiforme genäht.

3.5.4. Rettungsoperationen

OP nach Graner II

Bei der von Graner (1966) beschriebenen Operation wird das Os lunatum exzidiert und eine quere Osteotomie des Os capitatum vorgenommen. Das proximale Ende wird gleichsam als Ersatz für das Os lunatum zum Radius hin in die Fovea lunata verlagert und der entstehende Defekt mit einem spongiösen Knochenblock aufgefüllt. Zusätzlich wird eine Arthrodese sämtlicher Handwurzelgelenke außer des Skapho-Trapezio-Trapezoidalen Gelenkes vorgenommen. Damit entsteht ein stabiler Block der Handwurzelknochen, mit einer Neoartikulation des Radius mit dem Os capitatum in der Fossa lunata. Zusätzlich wurde eine Resektion des N. interosseus posterior durchgeführt. Diese Operation wurde nur in der Abteilung II der Klinik für Handchirurgie durchgeführt.



Abbildung 13: Graner OP

Skaphoid-Trapezium-Trapezoideum Fusion (STT Fusion)

Bei erhaltener Fossa scaphoidea des Radius war eine Teilversteifung des Handgelenks im sogenannten STT-Gelenk möglich. Hierbei wurde eine Arthrodese des Os scaphoideum, Os trapezium und Os trapezoideum mit Einbringung von Radius- oder Beckenkamm-spongiosa und Stabilisierung mit Kirschner-Drähten vorgenommen. Dabei wird das Os scaphoideum aus einer etwaigen Palmarflexion aufgerichtet und durch die Arthrodese in der reponierten Stellung fixiert. Dadurch entsteht eine stabile Säule, über die die Kraftübertragung im Radiokarpalgelenk vermittelt und somit der radiolunäre Abschnitt entlastet wird. Zusätzlich wird der N. interosseus posterior reseziert.

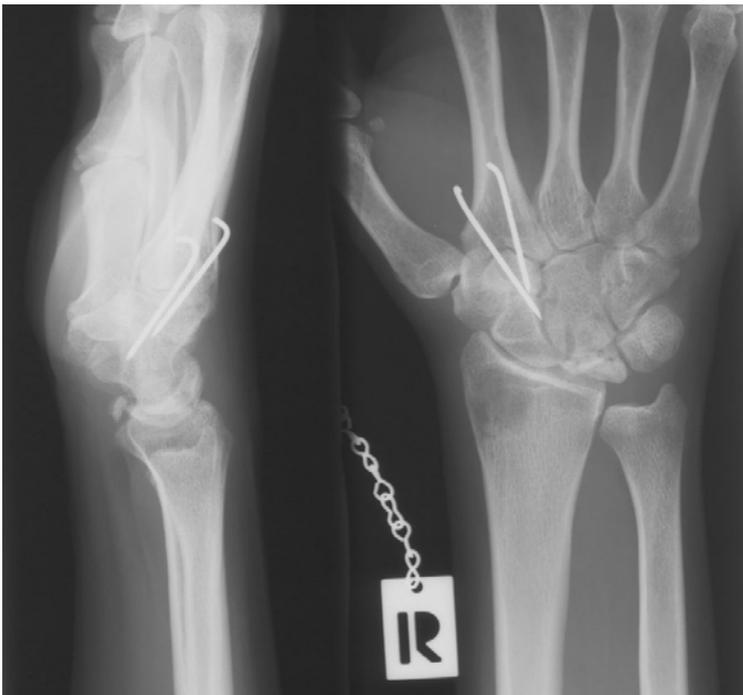


Abbildung 14: Skaphoid-Trapezium-Trapezoid Fusion postoperativ

Panarthrodese des Handgelenks

Ist eine gelenkerhaltende Operation wegen einer ausgeprägten Arthrose nicht mehr möglich, so wurde bei entsprechenden Beschwerden die Versteifung des Handgelenks durchgeführt. Zunächst wird über einen streckseitigen Zugang das Handgelenk eröffnet und der N. interosseus posterior reseziert. Dann wurden die Handwurzelknochen entknorpelt inklusive des Gelenks zwischen Metakarpale III und Kapitatum. Es wurden zwei verschiedene Arthrodesenplatten verwendet. Vor der Verwendung der AO-Arthrodesenplatte wurde mithilfe einer Interposition eines kortikospongiösen Spans aus dem Beckenkamm wurde die Arthrodese durchgeführt durch Fixierung einer 3,5mm Platte am III. Metakarpale und am Radius. Nach Einführung der vorgebogenen AO-Arthrodesenplatte wurde die Arthrodese mit Interposition von Beckenkammspongiosa vorgenommen. Üblicherweise wurde das Handgelenk in einer Neutralstellung oder leichter Extensionsstellung versteift. Die Panarthrodese führt zu einer Einsteifung der Handgelenksbeweglichkeit in Extension und Flexion, sowie in Ulnar- und Radialduktion. Die Umwendbewegung bleibt dadurch unbeeinträchtigt.



Abbildung 15: Handgelenksarthrodese

3.5.5. Palliative Maßnahmen

Denervation nach Wilhelm

Als symptomatische Behandlung wurde in einigen Fällen zusätzlich oder ausschließlich die Denervation des Handgelenks nach Wilhelm durchgeführt. Die Indikationen hierfür waren die Ablehnung des Patienten für beweglichkeitseinschränkende Eingriffe, sowie die Persistenz der Handgelenksschmerzen nach vorangegangenen Operationen. Bei der von Wilhelm beschriebenen Denervation werden nach präoperativer Probedlockade die schmerzleitenden Nerven, die zum Handgelenk ziehen, unterbrochen. Sie werden hauptsächlich von der Endstrecke des Nervus interosseus anterior und posterior, sowie von Ästen des Ramus superficialis nervi radialis und Ramus dorsalis nervi ulnaris vermittelt. Dies führt in den meisten Fällen zu einer deutlichen Schmerzreduktion im Handgelenk. Jedoch beeinflusst sie nicht die Progredienz der Erkrankung und ist in der Nachhaltigkeit und Wirkungsdauer ungewiss.

4 Krankengut und Methoden

Zur Patientenerfassung wurde die elektronische Dokumentation der Eingriffe bei Lunatumnekrose ausgewertet, welche von 1992 - 1995 in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt / Saale durchgeführt wurden. Das Untersuchungskollektiv bilden 62 Patienten, die zu dem Zeitraum operativ versorgt wurden.

Die Auswertung der Daten beinhaltet die Auswertung der zu Verfügung stehenden Krankenakten, eine schriftliche Befragung mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens (DASH-Bogen) sowie klinischer und radiologischer Kontrolluntersuchung.

4.1 Aktenauswertung

- Präoperatives Stadium der Lunatumnekrose
- Unterteilung in dominante und nichtdominante Hand
- Präoperative Röntgendiagnostik mit Bestimmung der Höhenindices des Karpus
- Operationstechnik
- Anzahl der Folgeoperationen

4.2 Nachuntersuchung

Alle 62 Patienten wurden angeschrieben und zu einer Nachuntersuchung eingeladen. Bei 28 ließ sich über Auskunftsprogramme im Internet und die Einträge bei Einwohnermeldeämtern der aktuelle Wohnsitz nicht ermitteln. Ein Patient war zwischenzeitlich verstorben. Eine Patientin war im Pflegeheim, die

Angehörigen lehnten eine Nachuntersuchung ab. Ein Patient liegt im Wachkoma und war daher auch nicht zu evaluieren.

Damit konnten insgesamt 31 Patienten mit 32 Händen nachuntersucht werden. Das bedeutet, dass ein Patient hat eine Lunatumnekrose an beiden Händen hat. Im Folgenden werden diese als 32 Patienten behandelt. Der mittlere Zeitraum zwischen erster Operation und Nachuntersuchung lag bei 130 Monaten. Es wurden die Operationen vom 1.1.1992 bis zum 30.6.1995 ausgewertet.

Die klinische Untersuchung beinhaltete die Erfassung der Handgelenksbeweglichkeit, der groben Kraft, sowie die Einschätzung der Schmerzen auf der visuellen (0 = kein Schmerz bis 100 = unerträgliche Schmerzen auch in Ruhe) und verbalen Analogskala (1 = kein Schmerz bis 4 = unerträgliche Schmerzen) und die Einschätzung der Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand (1 = keine Einschränkung bis 4 = starke Einschränkung). Die Handgelenksbeweglichkeit wurde nach der Neutral-Null Methode gemessen. Hierfür wurde ein Goniometer benutzt. Die Beweglichkeit wurde in den Ebenen Extension und Flexion, Ulnar- und Radialduktion und Pro- und Supination gemessen. Die grobe Kraft wurde mit dem Jamar-Dynamometer der Stufe 3 erhoben. Dazu waren drei Versuche notwendig, aus denen der Mittelwert gebildet wurde. Alle Parameter wurden im Seitenvergleich erhoben. Verwendet wurde zur Auswertung der Messwerte das Handgelenkbeurteilungsschema nach Krimmer, ein modifizierter MAYO Wrist Score (Kalb und Mitarb. 1999).

Der Handgelenksbogen zur Erfassung der Daten ist im Anhang wiedergegeben.

4.3 Radiologische Untersuchung

Hierzu wurden Standard Röntgenaufnahmen beider Handgelenke in zwei Ebenen, sowie eine Belastungsaufnahme beider Handgelenke angefertigt.

Die Standardaufnahmen des Handgelenks im sogenannten antero-posteriorem Strahlengang finden in 90° Abduktion des Armes in der Schulter und 90° Flexion im Ellenbogengelenk bei plan aufliegendem Handgelenk in Neutralstellung statt. Der Fokus des Röntgenstrahls zielt auf das Kapitatum. Bei der seitlichen Aufnahme steht der Oberarm senkrecht zur Röntgenplatte, das Ellenbogengelenk in um 90° gebeugt und der Unterarm steht in Mittelstellung von Pro- und Supination. Dabei projizieren sich die Mittelhandknochen sowie die Griffelfortsätze von Ulna und Radius übereinander. Bei diesen Aufnahmen lassen sich folgende Parameter bestimmen:

- Höhenindex des Karpus nach Natrass
- Die relative Ulnalänge (Ulnavarianz)
- Zeichen der Arthrose im mediokarpalen und radiokarpalen Gelenkabschnitt
- Fragmentation des Lunatums
- Flexion des Skaphoids

Die Belastungsaufnahmen dienen der indirekten Beurteilung der Bandstrukturen im Handgelenk. Der Patient wird aufgefordert, einen weichen Ball zusammenzudrücken. Dabei wird ein Röntgenbild im antero-posteriorem Strahlengang angefertigt.

Alle Röntgenaufnahmen wurden beiderseits angefertigt.

Die Auswertung des Höhenindex' nach Natrass erfolgt am a-p. Röntgenbild. Dabei wird der Abstand der Radiusgelenkfläche zum distalen Ende des Kapitatoms durch den Wert der Kapitatumhöhe geteilt. Er gibt eine Aussage darüber, in wie weit ein Zusammensintern des Karpus stattgefunden hat. Der Normalwert liegt bei 1,57 +/- 0,05 (Schmitt/Lanz, Bildgebende Diagnostik der Hand).

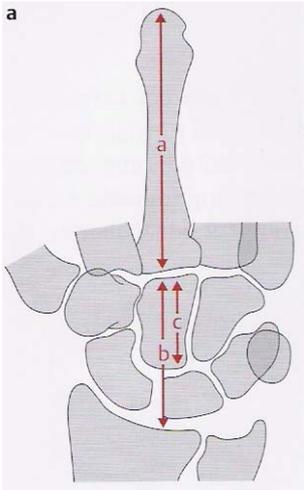


Abbildung 16: Natrass Index = b/c

Die relative Ulnalänge wird am a-p. Bild bestimmt. Dabei kommt die Methode nach Gelbermann und Mitarbeitern zur Anwendung (Gelberman und Mitarb. 1975).

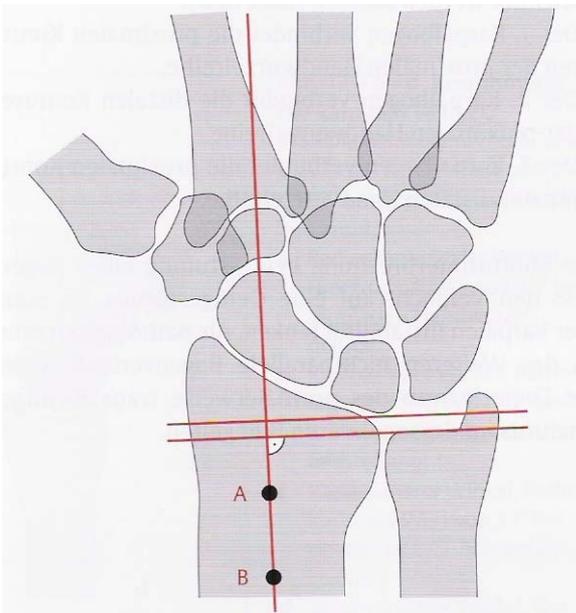


Abbildung 17: Ulnavarianzmessung (Methode von Gelberman und Mitarb.)

4.4 Fragebogen

Zur Erfassung der Beschwerden bei Alltagstätigkeiten wurde der DASH (Disability of Arm, Shoulder and Hand) – Fragebogen verwendet. Er umfasst einen standardisierten Fragenkatalog von 30 Fragen aus den Bereichen Alltagsfunktion, Sozialleben und Freizeitaktivitäten. Es kann dabei ein Punktwert von 0 (keine Funktionseinschränkung) bis 100 (maximale Funktionseinschränkung) erreicht werden. Es wird mit dem Fragebogen die gesamte obere Extremität beurteilt. Entwickelt wurde der Bogen von Hudak, Amadio, Bombadier, and the upper extremity collaborative group 1996 in den USA, ins Deutsche übersetzt wurde der Fragebogen 1999 von Germann und Mitarb. Er gilt mittlerweile als evaluierter Standardfragebogen für die Erfassung der Funktion der oberen Extremität aus subjektiver Sicht des Patienten.

Der Fragebogen ist im Anhang wiedergegeben.

5 Ergebnisse

Bei den 31 ausgewerteten Patienten wurden 32 Hände operiert. Davon waren 9 Patienten Frauen und 22 Patienten Männer.

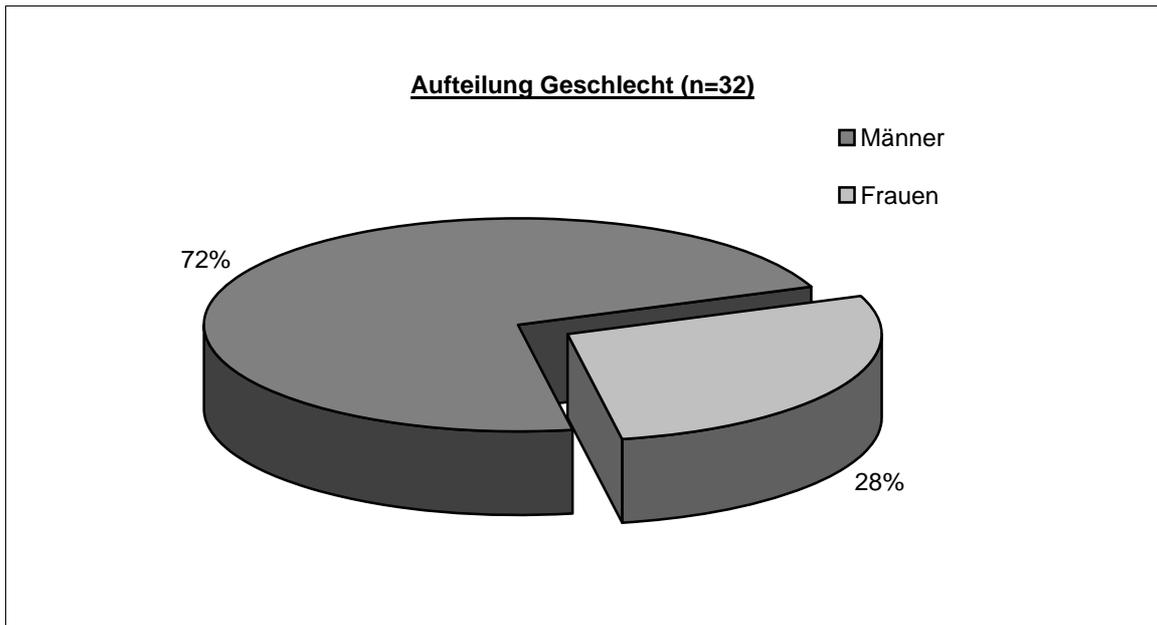


Abbildung 18: Aufteilung der untersuchten Patienten nach Geschlecht

Bei 22 Patienten war die dominante Hand betroffen. Ein Patient hatte eine beidseitige Lunatumnekrose. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum betrug 130 Monate (Minimum 106 Monate, Maximum 163 Monate).

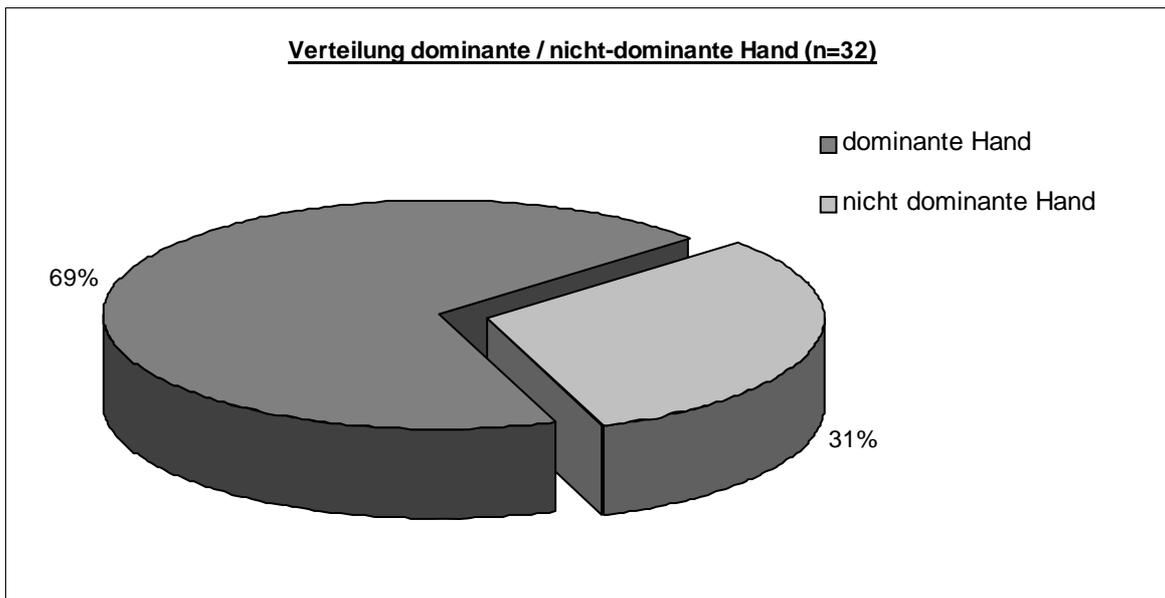


Abbildung 19: Aufteilung dominante Hand, nichtdominante Hand

Der Altersdurchschnitt lag zum Zeitpunkt der ersten Operation bei 39 Jahren. Der jüngste Patient war 17, der älteste Patient war 59 Jahre alt. Die Altersverteilung ist im Folgenden dargestellt.

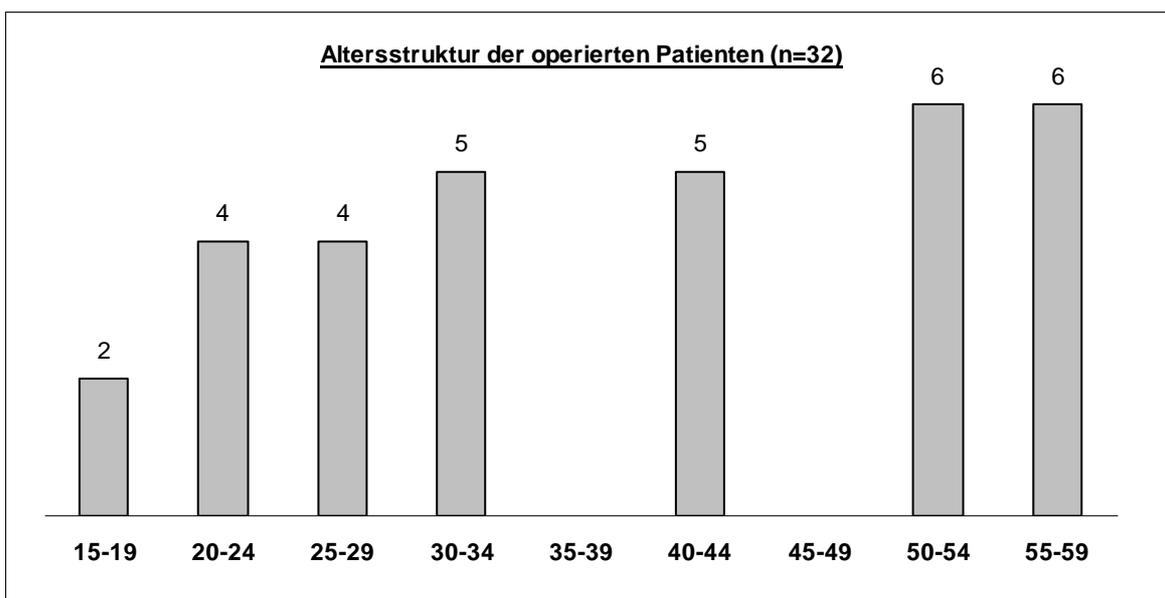


Abbildung 20: Altershistogramm der operierten und nachuntersuchten Patienten

Im Zeitraum vom 1.1.1992 bis zum 30.6.1995 wurden bei den 62 Patienten, die an einer Lunatumnekrose erkrankt waren, folgende Eingriffe vorgenommen:

- STT Fusion
- Graner-OP
- Panarthrodese Handgelenk
- Radiusosteotomie
- Pisiformetransplantation
- Denervation
- Entfernung der proximalen Handwurzelreihe (Proximal Row Carpectomy)
- Ulnaverkürzung
- Diagnostische Arthroskopie

Im Einzelnen entfallen auf die verschiedenen Eingriffe folgende Patientenzahlen:

Eingriff	Primäreingriff	Heutiger Zustand	nachuntersucht	in %
STT Fusion	40	41	23	56
Graner-OP	10	7	2	29
Panarthrodese Handgelenk	2	6	3	50
Radiusosteotomie	4	4	1	25
Radiusosteotomie + Pisiformetransplantation	1	1	1	100
Pisiformetransplantation	2	1	0	0
Denervation	1	0	0	0
Proximal Row Carpectomy	2	2	2	100
Ulnaverkürzung	1	1	0	0
Diagnostische Arthroskopie	1	1	0	0

Tabelle 3: Eingriffe

In der Abb. 21 sind die nachuntersuchten Patienten n=31 dem gesamten Patientenkollektiv n=62 gegenübergestellt.

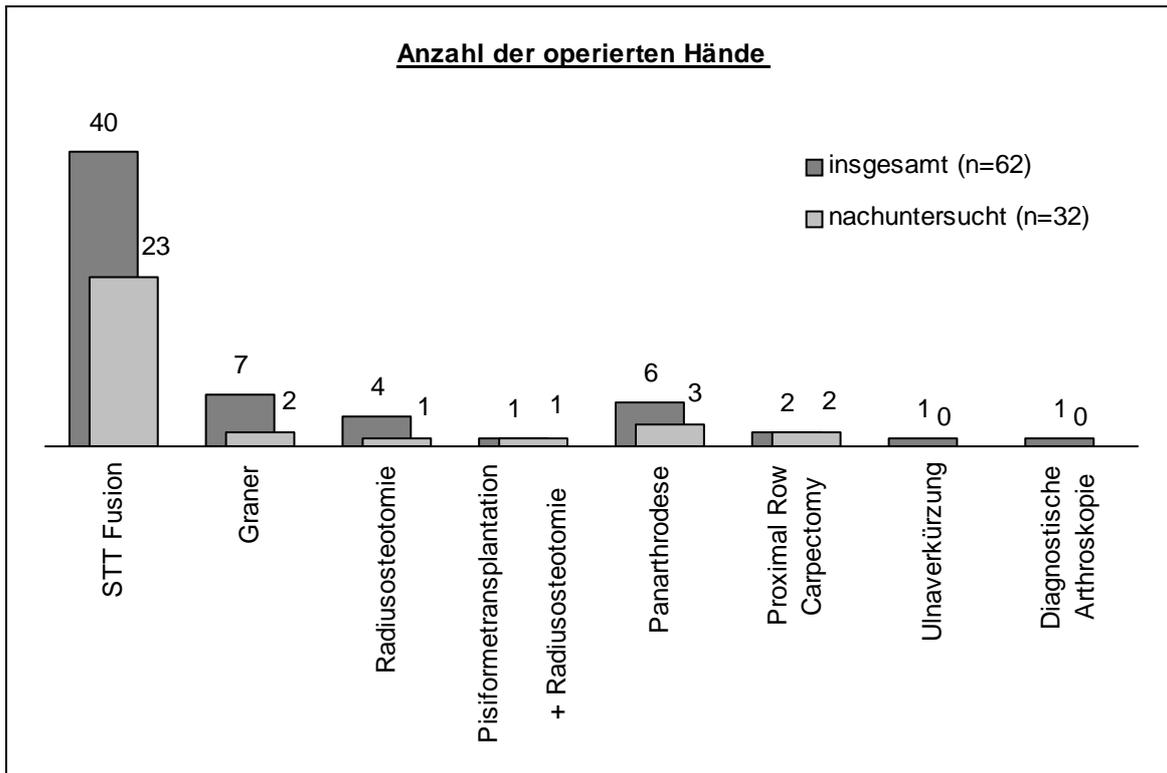


Abbildung 21: Operationen bei Lunatumnekrose, Patientenzahlen

Bei 12 von 62 Eingriffen sind ein oder mehrere Eingriffe bis zu einem befriedigenden Ergebnis nötig gewesen. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Ersteingriff	1. Folge-OP	2. Folge-OP	3. Folge-OP	4. Folge-OP	5. Folge-OP
STT Fusion	Resektion PSR				
	Re-STT Fusion m. BK Spongiosa	Resektion Ulnakopf	Panarthrodese		
	Re-STT Fusion mit BK Spongiosa				
	Re-STT Fusion mit BK Spongiosa	Re-STT Fusion mit BK Spongiosa			
	Resektion PSR, Denervation				
	Resektion PSR				
Graner-OP	Denervation	Panarthrodese			
	ME Strecksehnen- Tenolyse	Handgelenks- Prothese	Strecksehnen- rekonstruktion	Entfernung Handgelenk- sprothese, Fixateur ext.	Panarthrodese
	Revision, Infekt	Panarthrodese			
Denervation	STT-Fusion				
Pisiforme- transplantation	Denervation				
Radius- osteotomie	Re- Osteosynthese nach Fraktur				

Tabelle 4: Folgeeingriffe

5.1 Relevante Komplikationen

Bei einer Patientin kam es nach einer Graner Operation zu einer Verwachsung der Strecksehnen. Nachfolgend war eine Tenolyse notwendig. Aufgrund weiterer erheblicher Beschwerden wurde eine Handgelenksprothese eingesetzt. Die daraufhin rupturierten Fingerstrecksehnen wurden rekonstruiert. In einem Revisionseingriff musste die Handgelenksprothese wieder entfernt werden, es wurde dann eine Panarthrodese durchgeführt.

Bei einer weiteren Patientin entwickelte sich nach einer Graner Operation ein eitriger Handgelenksinfekt, sodass eine Panarthrodese des Handgelenks durchgeführt werden musste.

Bei drei Patienten hat nach einer STT Fusion kein knöcherner Durchbau stattgefunden, sodass die entstandenen Pseudarthrosen durch eine erneute STT Fusion mit Beckenkammspongiosa angegangen wurden. In einem Fall musste die Pseudarthrosensanierung ein zweites Mal durchgeführt werden. Bei einem Patienten war aufgrund persistierender Beschwerden nach Re-STT Fusion eine Panarthrodese des Handgelenks notwendig. Alle Revisionseingriffe sind im weiteren Verlauf knöchern konsolidiert.

Damit kamen folgende 32 von 62 untersuchten Patienten nach Berücksichtigung der Folgeeingriffe zur Auswertung:

Heutiger Zustand	Anzahl Patienten
STT Fusion	23
Graner-OP	2
Panarthrodese	3
Radiusosteotomie	1
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	1
Proximal Row Carpectomy	2
	32

Tabelle 5: Heutiger Zustand der ausgewerteten Patienten.

5.2 Ergebnisse der Einzelsymptome und Globalfunktion

5.2.1. Auswertung der Beweglichkeit des Handgelenks

Die Beweglichkeit des Handgelenks wurde mit einem Goniometer nach der Neutral-Null Methode gemessen. Gemessen wurden Extension/Flexion (E/F), Ulnar/Radialduktion (U/R) und Pronation/Supination (P/S). Sie wurde jeweils mit der Beweglichkeit der Gegenseite verglichen.

Eingriff	Operierte Seite			Gegenseite		
	E/F	U/R	P/S	E/F	U/R	P/S
STT Fusion	36-0-30	22-0-15	77-0-71	65-0-30	35-0-26	81-0-79
Graner-OP	30-0-28	20-0-13	80-0-70	63-0-63	38-0-18	80-0-75
Panarthrodese	---	---	80-0-50	40-0-48	25-0-23	80-0-80
Radiusosteotomie	75-0-65	45-0-30	80-0-80	65-0-65	45-0-30	80-0-80
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	60-0-40	20-0-20	80-0-80	80-0-80	40-0-30	80-0-80
Proximal Row Carpectomy	50-0-33	25-0-10	85-0-85	40-0-60	25-0-20	85-0-85

Tabelle 6: Bewegungsausmaße

5.2.2. Kraft

Die grobe Kraft wurde gemessen mit dem Jamardynamometer der Stufe 3 für die operierte Seite und die Gegenseite. Aufgeführt in Tab. 7 sind die Ergebnisse der operierten Seite in Prozent bezogen auf die gesunde Seite.

Eingriff	Durchschn. Kraft der Gegenseite in %
STT Fusion	77,6
Graner-OP	89,4
Panarthrodese	50,8
Radiusosteotomie	112,5
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	70,0
Proximal Row Carpectomy	78,5

Tabelle 7: Durchschnittliche Kraft operierten Seite in % bezogen auf die gesunde Seite

5.2.3. Schmerz

Die Schmerzangabe erfolgte nach der subjektiven Einschätzung des Patienten auf der visuellen Analogskala (VAS). Sie reicht von 0 bis 100, dabei bedeutet 0: Beschwerdefreiheit und 100: maximal vorstellbarer Schmerz auch in Ruhe.

Eingriff	Durchn. Schmerzangabe nach VAS
STT Fusion	32,1
Graner-OP	22,5
Panarthrodese	50,0
Radiusosteotomie	0,0
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	5,0
Proximal Row Carpectomy	25,0

Tabelle 8: Durchschnittliche Kraft der Gegenseite

5.2.4. Handgelenksscore

Der Handgelenksscore fasst die objektiven Parameter Beweglichkeit des Handgelenks, grobe Kraft beim Faustschluss, sowie die subjektive Beurteilung wie Einschätzung der Gebrauchsfähigkeit und Schmerz zusammen. Durchschnitts-Handgelenksscore betrug 71. Für die verschiedenen Eingriffe errechneten sich folgende Werte:

Eingriff	Handgelenksscore
STT Fusion	71
Graner-OP	81
Panarthrodese	40
Radiusosteotomie	90
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	87
Proximal Row Carpectomy	65

Tabelle 9: Übersicht Handgelenksscore

Der durchschnittliche Handgelenksscore ist in der folgenden Grafik für die einzelnen Operationen dargestellt.

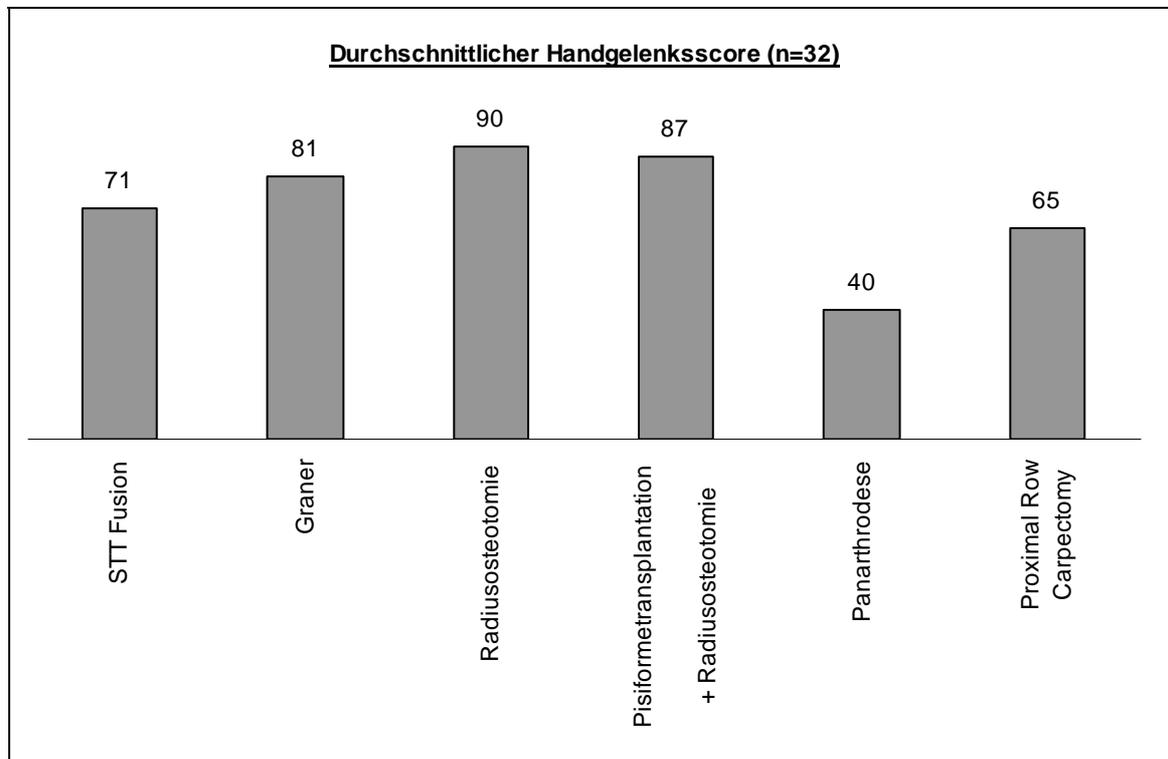


Abbildung 22: Handgelenksscore

5.2.5. DASH

Bei den 31 nachuntersuchten Patienten wurde der DASH Wert mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens ermittelt.

Der Durchschnitts-DASH lag bei 29.

Für die verschiedenen Eingriffe errechneten sich folgende DASH Werte:

Eingriff	DASH
STT Fusion	26
Graner-OP	28
Panarthrodese	57
Radiusosteotomie	4
Pisiformetransplantation + Radiusosteotomie	10
Proximal Row Carpectomy	42

Tabelle 10: Übersicht DASH Werte

Diese sind graphisch in Abb. 23 dargestellt.

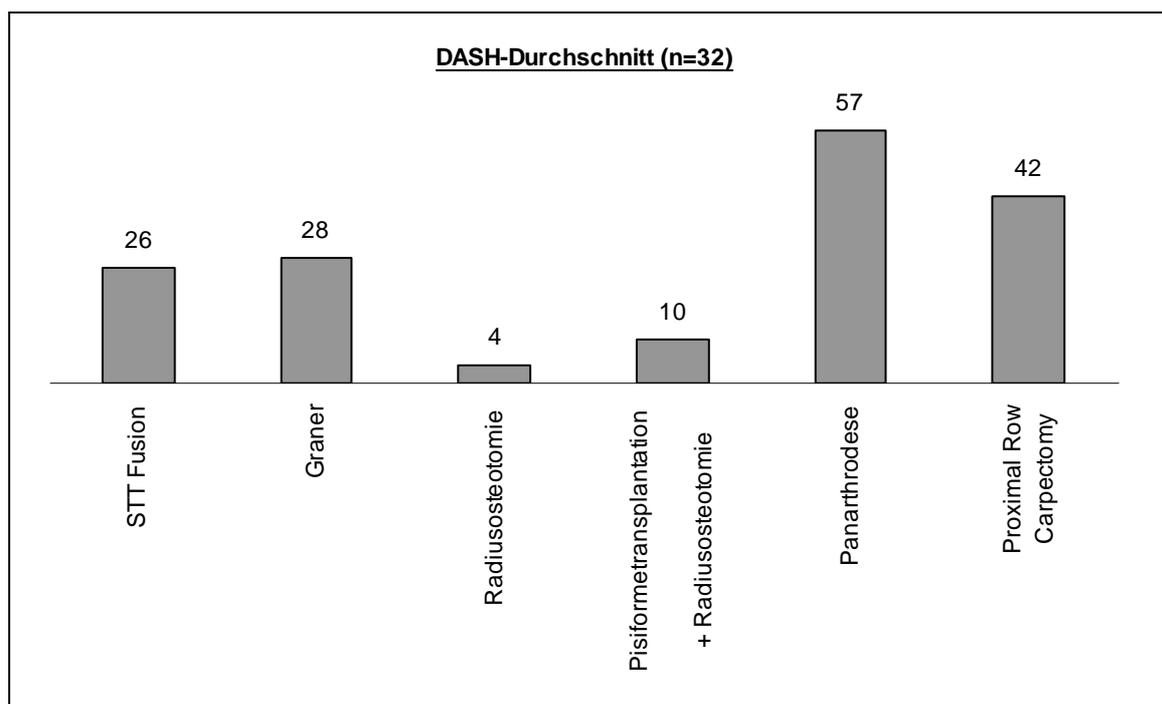


Abbildung 23: DASH nach Operation

5.3 Auswertung der Stadienzuordnung beim Ersteingriff

In der retrospektiven Auswertung der vorhandenen Röntgenbilder waren folgende Patientenzahlen den radiologischen Stadien nach Lichtman und Ross zuzuordnen:

Stadium bei 1.OP	STT Fusion	Gräner	Radius-osteotomie	Pisiforme-transplantation	Radius-osteotomie + Pisiforme-transplantation	Proximal Row Carpectomy	Deneration	Summe
I								0
II			1	1				2
IIIa	3	3			1	2		9
IIIb	13	1						14
IV	6						1	7
Summe	22	4	1	1	1	2	1	32

Tabelle 11: Stadienzuordnung beim Ersteingriff

5.4 Natrass Index

Der Natrass Index ist ein errechneter Wert für die karpale Höhe. Er wurde bei den zur Nachuntersuchung einbestellten Patienten ausgemessen und – soweit möglich – den präoperativen Werten gegenübergestellt. Der Durchschnittswert für ein gesundes Handgelenk beträgt 1,54 +/- 0,05. Postoperativ wurde er nur für die Radiuskorrekturosteotomie bestimmt, da alle anderen Eingriffe für sich eine Veränderung der karpalen Höhe beinhalten und somit eine Höhenmessung als nicht sinnvoll erscheint.

Eingriff	Natrass Index	
	präoperativ	Postoperativ zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
STT Fusion	1,44	Nicht bestimmt
Graner-OP	1,43	Nicht bestimmt
Panarthrodese	1,45	Nicht bestimmt
Radiusosteotomie	1,54	1,50
Radiusverkürzung + Pisiformetransplantation	Nicht bestimmbar	Nicht bestimmt
Proximal Row Carpectomy	Nicht bestimmbar	Nicht bestimmt

Tabelle 12: Natrass Index

5.5 Radiologische Auswertung der nachuntersuchten Patienten

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurde das Ausmaß der Arthrose im konventionellen Röntgenbild beurteilt. Die Röntgenbilder wurden auf die klassischen Arthrosemerkmale subchondrale Sklerosierung, osteophytäre Ausziehungen, Gelenkspaltverschmälerung und Geröllzysten hin untersucht. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei allen Patienten arthrotische Veränderungen im Handgelenk bestehen.

Gradeinteilung	Radiologische Kriterien	Anzahl	Eingriff
0	Keine Arthrose	1	Radiusosteotomie
1	Leichte Gelenkspaltverschmälerung; kaum Osteophyten	2	Graner
		7	STT Fusion
2	Deutliche Gelenkspaltverschmälerung, ausgeprägte Osteophyten	11	STT Fusion
		1	Proximal Row Carpectomy
		1	Pisiformetransplantation+ Radiusosteotomie
3	Aufgehobener Gelenkspalt, Osteophyten, Pseudozysten	4	STT Fusion
		1	Proximal Row Carpectomy
4	Ankylose	3	Arthrodese
		31	

Tabelle 13: Einteilung der Arthrostadien bei den ausgewerteten Patienten

Bei einem Patienten war kein postoperatives Röntgenbild verfügbar.

5.6 Ulnavarianz

Die Auswertung der Patienten ergab, dass sich präoperativ keine Häufung einer Ulnaminusvariante feststellen ließ.

So fand sich bei 16 untersuchten Händen eine Normalvariante und bei 16 Patienten eine Ulnaminusvariante gemessen nach der Methode nach Gelberman und Mitarb. 1975.

6 Diskussion

Nach wie vor ist nicht klar, wie es zur Lunatumnekrose kommt. Diese Untersuchung kann auch nicht dazu beitragen, der Ätiologie dieser Erkrankung auf den Grund zu gehen. Vielmehr ist sie eine Darstellung der Krankheitsverläufe von Patienten, deren erste Operation mehr als 10 Jahre zurückliegt. Aufgrund der verschiedenen Erklärungsversuche für die Entstehung der Lunatumnekrose gibt es verschiedene Therapiekonzepte. Diese lassen sich grob einteilen in revaskularisierende, druckentlastende und palliative Operationen.

Ausgewertet wurden 32 Hände von 31 Patienten. Diese waren zum Zeitpunkt der Operation im Mittel 39 Jahre alt. Das Verhältnis zwischen Männern und Frauen betrug 2:1. Es wurden mehrheitlich Lunatumnekrosen im Stadium IIIa-IV operiert. Bei genau der Hälfte der operierten Hände bestand eine Ulnarvariante. Ein Patient hatte eine doppelseitige Lunatumnekrose.

Die in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt / Saale am häufigsten durchgeführte Operation ist die Arthrodesen zwischen dem Os scaphoideum, Os trapezium und Os trapezoideum (STT Fusion). Sie wurde durchgeführt bei 40 von 62 Händen, davon konnten 23 nachuntersucht werden. Sie ist indiziert, wenn es aufgrund zunehmender Fragmentierung des Os lunatum zu einer Minderung der karpalen Höhe gekommen ist und das Os scaphoideum dadurch in einer Flexionsstellung steht. Voraussetzung für diesen Eingriff ist ein intaktes Radioscaphoidal- und Mediokarpalgelenk. Im Zeitraum von 1992 bis 1995 wurden vor allem Lunatumnekrosen im Stadium IIIa und IIIb mit einer STT Fusion therapiert. Die karpale Höhe war deutlich gemindert mit einem durchschnittlichen Nattrass Index von 1,44. Die Langzeitergebnisse zeigen gute Resultate für die Gebrauchsfähigkeit der Hand. Der DASH Wert beträgt im Durchschnitt 26 und der durchschnittliche Handgelenksscore beträgt 71 Punkte. Der Bewegungsumfang betrug in Extension/Flexion 36° – 0° – 30°, in Ulnar- und Radialduktion 33° – 0° – 15°. Die Umwendbewegung war nahezu frei. Mit

dem Bewegungsumfang waren die Patienten weitgehend zufrieden, einige beklagten jedoch, dass einzelne sportliche Tätigkeiten nicht mehr in vollem Umfang möglich seien, wie beispielsweise Liegestütze. Verglichen mit Untersuchungen aus dem 3 bis 5 Jahreszeitraum der Nachuntersuchung aus der Klinik für Handchirurgie, Abteilung II (Kalb K und Mitarb. 2001), finden sich vergleichbare Werte (DASH 31, Handgelenksscore 69). Die Kraft beim Faustschluss hat sich jedoch im Verlauf von 65% der Gegenseite nach 5 Jahren auf 77,6% der Gegenseite nach 10 Jahren verbessert. Die Beurteilung der Schmerzen ist mit 35,1 nach 5 Jahren zu 32 nach 10 Jahren gleich geblieben. Dies spiegelt auch die 4-Jahresnachuntersuchung des Patientenguts aus der Abteilung I der Klinik für Handchirurgie wieder mit einem DASH Wert von 28 und einem Handgelenksscore von 63 Punkten (Meier R, Van Grievensen M, Krimmer H 2004). Die grobe Kraft beim Faustschluss betrug 65% der Gegenseite, die Schmerzen wurden auf der visuellen Analogskala mit 27 Punkten angegeben. Bei einer Nachuntersuchung von 26 Patienten, die aufgrund einer Lunatumnekrose im Stadium IIIa und IIIb mit einer STT Fusion behandelt wurden, zeigten sich ebenso gute Ergebnisse (Tränkle M, Sauerbier M 2000). Der Nachuntersuchungszeitraum umfasste bei beiden Autoren 35 Monate. Der dabei erhobene DASH Wert beträgt 25 Punkte. Der Vergleich der mittelfristigen- mit den hier vorliegenden Langzeitergebnissen legt die Vermutung nahe, dass sich in dem Zeitraum vom 5. bis 10. Jahr postoperativ keine Verschlechterung in der Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand ergibt und die Grobkraft der operierten Hand sich verbessert.

Radiologisch zeigt sich in der Nachuntersuchung der STT Fusionen ein sehr heterogenes Bild von sehr guten Ergebnissen mit wenig degenerativen Veränderungen bis hin zu ausgeprägtesten Arthrosen im Mediokarpal- und Radiokarpalgelenk. Ursache für eine Zunahme der arthrotischen Veränderungen kann eine zu steile Einstellung des Skaphoids bei der STT Fusion sein (Watson und Mitarb. 1996). Die Auswertung der konventionellen Röntgenbilder zeigt, dass die Arthrose am Processus styloideus radii beginnt und es dort zu einem Impingement mit dem Skaphoid kommen kann. Sollten zunehmende arthrotische Beschwerden ausschließlich auf dieses Impingement

zurückzuführen sein, ist eine Resektion des Processus styloideus radii mit nur geringem operativem Aufwand möglich. Das Ausmaß der Arthrose korreliert jedoch nicht mit der klinischen Symptomatik und spielt daher in der Bewertung der aktuellen Ergebnisse nur eine untergeordnete Rolle. Es ist jedoch für die weitere Prognose natürlich bedeutsam.

Die Handgelenksarthrodese war in der Nachuntersuchung mit sechs Patienten vertreten, von denen drei nachuntersucht werden konnten. Der DASH-Wert betrug 57 Punkte, der Handgelenksscore 40 Punkte. Alle bei der Nachuntersuchung gesehenen Patienten mit Handgelenksarthrosen hatten diesen Eingriff als Sekundäreingriff. Die Arthrodese war indiziert bei nicht tolerablen Handgelenksbeschwerden als letzten Eingriff, um einen akzeptablen Schmerzzustand zu erreichen. Im Einzelnen wurden sie durchgeführt als Folge eines Infekts nach Graner-OP, persistierender Schmerzsymptomatik nach Pseudarthrosensanierung einer STT Fusion und bei einer weiterhin schmerzhaften Graner Operation. Kalb und Mitarb. berichten 1999 bei einer Auswertung von 35 Patienten mit einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 26 Monaten über ebenso schlechte Ergebnisse. Das Krankengut umfasste zusätzlich zu den Lunatumnekrosen (n=4) vor allem posttraumatische Arthrosen (n=25), Arthrosen nach Infektion (n=2) und idiopathische Arthrosen (n=4). Der durchschnittliche DASH Wert betrug 46 Punkte, der Handgelenksscore lag bei 51 Punkten. Bei einer weiteren Nachuntersuchung aus der Abteilung I der Klinik für Handchirurgie in Bad Neustadt/Saale zeigte sich bei einer Auswertung von 41 Patienten mit einer Handgelenksarthrodese nach karpalem Kollaps mit einem Nachbeobachtungszeitraum von 32 Monaten ein DASH Wert von 45 Punkten bei einem Handgelenksscore von 52 Punkten (Meier R und Mitarb. 2002). Sicherlich ist unsere nachuntersuchte Gruppe n=3 zu klein, um valide Aussagen treffen zu können. Betrachtet man die Ergebnisse kritisch, so muss man feststellen, dass die Panarthrodese des Handgelenks häufig nicht zur kompletten Beschwerdefreiheit führt und die funktionelle Einschränkung im Alltag die Patienten deutlich beeinträchtigt. Dies berichten auch Kalb und Mitarb. 1999, dass die Patienten mit einer Handgelenksversteifung nicht, wie

erhofft, komplett beschwerdefrei werden. Dies wird auch von Adey und Mitarb. (2005) bei einer Nachuntersuchung von 22 Patienten sechs Jahre nach Vollversteifung festgestellt. Tambe und Mitarb. (2005) kommen in ihrer Vergleichsstudie von Teilversteifungen des Handgelenks gegenüber Vollversteifungen zu dem Schluss, dass es in der Auswertung des DASH Scores zwar einen trendmäßigen, jedoch nicht einen signifikanten Unterschied im Ergebnis gibt und sie daher empfehlen, die Indikation zur kompletten Versteifung des Handgelenks großzügiger zu stellen. Im Unterschied dazu zeigte die Vergleichsstudie von Meier und Mitarb. (2002), dass die Patientengruppe mit Teilversteifungen deutlich von der Operation profitieren. Hinsichtlich Schmerzreduktion und Griffkraft sind die Ergebnisse vergleichbar, jedoch haben Patienten mit Teilversteifungen einen signifikant besseren Punktwert im DASH Bewertungsschema, was auf eine bessere Gebrauchsfähigkeit schließen lässt. Daher kommen Meier und Mitarb. (2002) zu dem Schluss, dass die Teilfusion im Allgemeinen der Vollversteifung überlegen ist. Diese Aussage ist jedoch bezogen auf sämtliche teilversteifende Operationen am Handgelenk bei unterschiedlichen Indikationen.

Ein weiterer Eingriff, der in der Abteilung II der Klinik für Handchirurgie durchgeführt wurde, ist die Graner-Operation. Bei der Graneroperation wird zunächst das Lunatum exzidiert, daraufhin folgt eine quere Osteotomie des Kapitatums. Der proximale Anteil wird bis in das Lager des exzidierten Lunatums distrahiert und der verbleibende Spalt durch eine Spongiosaplastik aufgefüllt. Dann wird eine Arthrodesse aller interkarpalen Gelenke bis auf das STT-Gelenk durchgeführt. Es wurden von 1992-1995 insgesamt 10 Patienten mit diesem Eingriff versorgt. Bei drei Patienten waren Revisionseingriffe nötig, die alle in einer Panarthrodese des Handgelenks endeten. Von den übrigen sieben Patienten konnten nur zwei nachuntersucht werden. Diese beiden Patienten sind in ihren Ergebnissen recht unterschiedlich. Der DASH Wert betrug bei einem Patienten 4 Punkte und bei dem anderen 52 Punkte. Der Handgelenksscore lag bei beiden Patienten in einem guten Bereich bei durchschnittlich 81 Punkten. Bei beiden Patienten fanden sich nur geringgradige arthrotische Veränderungen im Radiokarpalgelenk und bei

beiden hat ein guter knöcherner Durchbau der interkarpalen Arthrodesen stattgefunden. In einer Nachuntersuchungsstudie von 1998 berichten Bartelmann und Mitarb., dass bei einem recht guten funktionellen Ergebnis es zu so gravierend schlechten Röntgenbefunden mit ausgeprägten arthrotischen Veränderungen des Radiokarpalgelenks gekommen ist, dass als Konsequenz daraus diese Operationsmethode verlassen wurde. Takase und Mitarb. (2001) berichten von einer Gruppe von 15 Patienten, die retrospektiv untersucht wurde. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug 79 Monate postoperativ. Es wird über mehrheitlich gute Ergebnisse hinsichtlich Schmerzreduktion und Kraftentfaltung berichtet. Bei zwei Patienten bestanden Schmerzen unter Belastung, dort fiel auch eine Verminderung des radiokarpalen Gelenkspalts auf. Eine mögliche Ursache für die frühzeitige Ausbildung von arthrotischen Veränderungen im Radiokarpalgelenk ist die Inkongruenz des distrahierten Kapitatumkopfes, der mit dem Radius artikuliert. Zu diesem Schluss kommen auch Bartelmann und Mitarb. (1998) bei der Nachuntersuchung dieses Patientenguts und haben daher die Methode verlassen.

Stellt man die Graner'sche Operation und die STT Fusion einander gegenüber, so kann man feststellen, dass diese beiden Teilfusionen des Handgelenks unter funktionellen Gesichtspunkten betrachtet, annähernd gleich sind. Vereinfacht kann man sagen, dass die STT Fusion einer halben Graner Operation ohne Kapitatumosteotomie entspricht. Zur Erreichung der Stabilität der distalen Reihe ist im Grunde genommen keine interkarpale Arthrodesen notwendig, da die kurzen straffen Bandstrukturen zwischen Skaphoid und Kapitatum, sowie Kapitatum und Trapezoideum nahezu keine Beweglichkeit zulassen (Kleinmann 1987). Abbildung 24 illustriert dies, die Bandstrukturen sind vereinfacht als schwarze querverlaufende Striche im Bild der STT-Fusion dargestellt. Bei gleichem funktionellen Ergebnis ist die STT Fusion der weniger aufwändige Eingriff und erreicht dabei die gleiche Stabilität wie die Graner Operation. Ebenso sind die Bewegungsausmaße nahezu identisch, wie Bartelmann und Mitarb. (1998) feststellten.

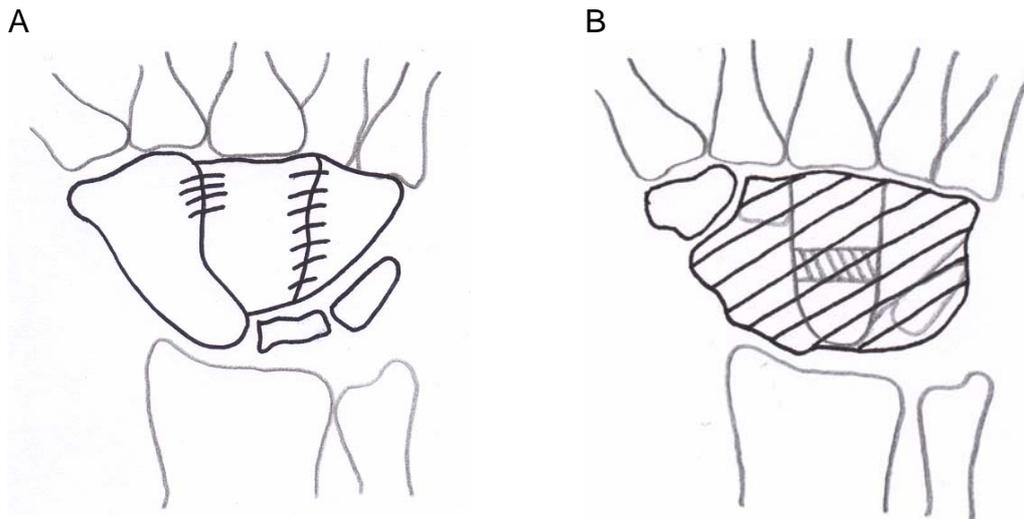


Abbildung 24: Funktioneller Vergleich zwischen A: STT Fusion und B: Graner Operation

Es wurden in dem Zeitraum von 1992 - 1995 noch ein Patient mit Radiusosteotomie, Radiusosteotomie und Pisiformtransplantation, sowie zwei Patienten mit einer Entfernung der körpernahen Handwurzelreihe (proximal row carpectomy) behandelt. Diese sind jedoch zahlenmäßig zu wenige, als dass sinnvoll Aussagen über die Verläufe getroffen werden könnten. Bei den niveauekorrigierenden Operationen gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze. Dabei ist die Osteotomie des Radius die am meisten durchgeführte Operation. Geht man von der Theorie der Druckbelastung des Mondbeins aus, so erscheint die Angleichung des Radius auf das Niveau der Ulna für sinnvoll. Trail und Mitarb. kommen in einer Vergleichsstudie zwischen Ulnaverlängerung und Radiusverkürzung zu dem Schluss, dass die Radiusosteotomie der komplikationsärmere Eingriff ist bei gleichen postoperativen Ergebnissen. Möglicherweise ist jedoch lediglich die Änderung der Druckverhältnisse im Radiokarpalgelenk für eine Konsolidierung des in Nekrose begriffenen Lunatums von Bedeutung und nicht etwa die anatomische Wiederherstellung der korrekten Längenverhältnisse von Radius und Ulna. Vor allem in Neutralvarianten des Ulna konnten Keilosteotomien des Radius ein Fortschreiten der Nekrose verhindern (Watanabe und Mitarb. 1998, Wada und Mitarb. 2002). Interessant erscheint auch die Arbeit von Schulz und Mitarb. (1998), in der sie die Langzeitergebnisse der Reizosteotomie der distalen

Radius- und Ulnametaphyse als Therapie der Lunatumnekrose präsentieren. Sie berichten über gute Ergebnisse bezüglich Gebrauchsfähigkeit und Schmerzreduktion des betroffenen Handgelenks. Die nach Illarramendi beschriebene Reizosteotomie geht von der Theorie aus, dass die Kallusbildung zur Frakturheilung des Radius die Reparationsvorgänge der Lunatumnekrose stimulieren und stützt sich auf die Theorie der vaskuläre Ätiologie der Lunatumnekrose.

Unter die Gruppe der revaskularisierenden Maßnahmen fällt die Transplantation des Os pisiforme in das ausgehöhlte Lunatum. Im nachuntersuchten Patientengut war kein Patient vertreten bei dem nur eine Pisiformetransplantation durchgeführt wurde. Es konnte ein Patient nachuntersucht werden, bei dem die Kombination einer Pisiformetransplantation mit einer Radiusosteotomie durchgeführt wurde. Letztlich lässt sich bei diesem nicht sagen, ob der gegenwärtige Zustand durch die eine oder andere operative Maßnahme erreicht wurde. Emil Beck beschrieb 1971 erstmals die Möglichkeit, einen vaskulär gestieltes Knochentransplantat in das nekrotisch gewordene Lunatum einzusetzen. Das Os pisiforme erschien dafür geeignet. Dies wurde 1982 von Saffar aufgegriffen und modifiziert. Daecke und Mitarb. berichten in einer Langzeitstudie, dass Beweglichkeit und Schmerzreduktion zufriedenstellend seien. Die Beweglichkeit habe sich zwar nicht verbessert, jedoch auch nicht signifikant verschlechtert. Dennoch trat bei 50% der Patienten eine zunehmende Arthrose des Handgelenks auf. Renner und Mitarb. berichten 1998 von der Möglichkeit, ein Gefäßbündel, bestehend aus Arterie und Begleitvene, in das Lunatum zu implantieren, um auf diese Art und Weise die Perfusion des Knochens zu verbessern. Dabei wurde eine Metakarpalarterie mit Begleitvene verwendet. Die Ergebnisse sind heterogen und eine Aussage bezüglich der Vitalität des Knochens erscheint schwierig, da keine MRT Untersuchungen durchgeführt wurden, die ein vitales Signalverhalten beweisen könnten. Die Gruppe um Renner ist im Verlauf dazu übergegangen, diese revaskularisierenden Maßnahmen mit niveauekorrigierenden Operationen zu kombinieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die STT Fusion auch im Langzeitverlauf ein guter Eingriff für Lunatumnekrosen Stadium IIIb - IV ist, wenn aufgrund einer gestörten Biomechanik des Karpus niveaukorrigierende Maßnahmen nicht mehr möglich sind, die sich beispielsweise in der karpalen Höhe nach Nattrass widerspiegeln. Es ist bei einer guten Schmerzreduktion über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren mit dem Erhalt einer akzeptablen Beweglichkeit eine gute Handfunktion erzielt worden. Zum gleichen Schluss in der Bewertung der STT Fusion im Langzeitverlauf kommen auch Yasuda und Mitarb. (2005). Sie untersuchten 10 Patienten nach 53 Monaten mit Lunatumnekrosen im Stadium 3 B nach Lichtman und berichten über eine gute Beweglichkeit des Handgelenks bei deutlicher Schmerzreduktion. Ein Grund für die Überrepräsentation der Patienten mit STT-Fusionen im hier untersuchten Krankengut ist möglicherweise die Tatsache, dass diese Erkrankung damals erst in späteren Stadien erkannt wurde, weil die für die Frühdiagnostik heute entscheidende Kernspintomographie zu diesem Zeitpunkt nur sporadisch und bei weitem nicht mit der Leistungsfähigkeit wie heute eingesetzt wurde. Die im Zeitraum von 1992 - 1995 operierten Patienten waren zumeist in den Stadien IIIa bis IV der Lunatumnekrose. Sie kamen also in späten Stadien, in denen eine Niveauoperation nicht mehr sinnvoll erschien. Dies spiegelt sich auch in dem Altersspektrum der Ersteingriffe wider. Die Patienten waren zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich 39 Jahre alt. Heute ist die radiologische Diagnostik durch die weitere Verbreitung der kernspintomographischen Untersuchungsmöglichkeiten bei unklaren Handgelenksschmerzen verbessert worden, so dass die Erkrankung früher erkannt und therapiert werden kann. Heute werden deutlich mehr Patienten mit niveaukorrigierenden Operationen wie der Radiusosteotomie behandelt. Sie ist heute bei einer Ulnarminisvariante im Stadium II, ja auch bei einem Stadium IIIa die zu bevorzugende Therapieoption, da sie die volle Handgelenksbeweglichkeit bei Schmerzreduktion erhält. Zudem scheint sich das Lunatum durch die Druckentlastung zu stabilisieren.

Bei der nachuntersuchten Patientin ließ sich im konventionellen Röntgenbild zeigen, dass das Lunatum nicht weiter fragmentiert ist, sondern sich in dem

postoperativen Zustand konsolidiert hat (Abb. 25). Zu bemerken ist noch, dass die Patientin ein im Seitenvergleich voll bewegliches Handgelenk hat, welches unter Belastung komplett beschwerdefrei ist.



Abbildung 25: A: Präoperativer und B: postoperativer Röntgenbefund nach Radiusosteotomie

Seit einiger Zeit bestehen auch arthroskopische Therapiemöglichkeiten. Menth-Chiari konnte 1999 an sieben Patienten zeigen, dass ein arthroskopisches Debridement eine deutliche Schmerzlinderung bei voll erhaltener Handgelenksbeweglichkeit bewirken kann (Menth-Chiari und Mitarb. (1999)). Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Durchschnitt 19 Monate. In diesem Zeitraum zeigte sich bereits, dass die Progression der Erkrankung sich dadurch nicht veränderte. Es bleibt daher abzuwarten, wie sich der Handgelenksschmerz im Verlauf der Zeit entwickelt und wie lange die Patienten beschwerdearm bleiben. In der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt / Saale wurde bei drei Patienten im Jahr 2005 ein arthroskopisches Debridement durchgeführt. Es bestand bei Ihnen ein Stadium IIIb nach Lichtman mit einem fragmentierten Os lunatum. Arthroskopisch wurden die nekrotischen proximalen Anteile des Lunatums, die wie corpora libera imponierten, abgetragen. Zum Zeitpunkt dieser Studie konnte noch keine Aussage über den Verlauf getroffen werden, zukünftige Studien werden zeigen, in wieweit die Patienten von dieser Therapie profitieren können.

7 Zusammenfassung

In der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt / Saale wurden in den Jahren 1992 - 1995 insgesamt 62 Patienten aufgrund einer Lunatumnekrose operiert, bei zwei Patienten lag eine doppelseitige Lunatumnekrose vor. Es konnten 31 Patienten nachuntersucht werden, davon hatte ein Patient eine doppelseitige Lunatumnekrose. Zum Zeitpunkt der ersten Operation waren die Patienten im Mittel 39 Jahre alt. Das Verhältnis zwischen Männern und Frauen betrug 2:1. Es wurden mehrheitlich Lunatumnekrosen im Stadium IIIa - IV nach Lichtman und Ross operiert. Bei der Hälfte der Patienten bestand eine Ulnarminisvariante.

Die am häufigsten durchgeführte Operation war die Arthrodesse zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT Fusion). Eine STT Fusion wurde bei 40 von 62 Patienten vorgenommen, davon konnten 23 nachuntersucht werden. Die STT Fusion wurde vor allem durchgeführt bei Lunatumnekrosen im Stadium IIIa und IIIb. Im Vergleich mit den 3 - 5 Jahresergebnissen zeigt sich, dass hinsichtlich Schmerz, Beweglichkeit und Gebrauchsfähigkeit der Hand sich im Langzeitverlauf nach 10 Jahren keine wesentliche Änderung einstellt. Die Grobkraft der operierten Hand scheint sich zu verbessern. Die radiologische Auswertung zeigt ein sehr heterogenes Bild von sehr guten Ergebnissen mit wenig Arthrose bis hin zu aufgehobenen Gelenkspalten mit Destruktion der radio- und mediokarpalen Gelenkflächen. Das Ausmaß der Arthrose korreliert jedoch nicht mit der klinischen Symptomatik. Somit ist die STT Fusion bei der richtigen Indikation ein guter Eingriff, der eine akzeptable Gebrauchsfähigkeit der Hand ermöglicht bei guter Schmerzreduktion. Ein weiterer Eingriff zur Therapie der Lunatumnekrose ist die Graner Operation. Sie wurde durchgeführt an insgesamt 10 Patienten, davon waren bei drei Patienten Revisionseingriffe nötig, die alle in einer Panarthrodesse des Handgelenks endeten. Von den verbliebenen sieben Patienten konnten nur zwei nachuntersucht werden. Die Ergebnisse waren sehr heterogen. Eine Interpretation ist daher aufgrund der

geringen Anzahl nicht möglich. Betrachtet man die Literatur, so ist im Vergleich mit der STT Fusion ist das funktionelle Ergebnis in der beiden Operationen nahezu gleich, sodass diese Methode der Graner Operation, unter anderem wegen der gravierend schlechten Röntgenergebnisse, mittlerweile in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt / Saale nicht mehr durchgeführt wird. Eine Handgelenksarthrodese wurde bei sechs Patienten durchgeführt, davon konnten drei Patienten nachuntersucht werden. Alle nachuntersuchten Patienten mit Handgelenksarthrodese hatten diesen Eingriff als Revisionseingriff. Die Ergebnisse sind keinesfalls befriedigend, die Patienten haben einen schlechten Gebrauchswert der Hand bei weiterhin bestehender Beschwerdesymptomatik. Im Vergleich mit der Literatur zeigt sich, dass die erhoffte Beschwerdefreiheit häufig ausbleibt und die Patienten sich durch den Eingriff im Alltag deutlich eingeschränkt fühlen. Dennoch tritt bei den meisten Patienten eine Beschwerdebesserung ein, sodass die Handgelenksarthrodese als beschwerdelindernder Eingriff bei nicht mehr tolerablen Schmerzen eine Option bleibt. Als Einzelfallbeschreibungen müssen die nachuntersuchten Patienten mit Radiusosteotomie (n=1), Radiusosteotomie und Pisiformetransplantation (n=1) und Entfernung der proximalen Handwurzelreihe (n=2) bewertet werden.

Die Ätiologie der Lunatumnekrose ist nach wie vor nicht vollständig geklärt. In der Therapie ist es jedoch aufgrund der verbesserten Bildgebung durch den verstärkten Einsatz der Magnetresonanztomographie zu einer Zunahme der niveauekorrigierenden Verfahren wie der Radiusosteotomie gekommen, da die Diagnose der Lunatumnekrose deutlich früher gestellt werden kann. Dadurch kann die Progression der Erkrankung verlangsamt oder sogar aufgehoben werden, bei Erhalt der vollen Beweglichkeit des Handgelenks. Ebenso werden arthroskopische Verfahren mit Debridement des Lunatums durchgeführt. In wieweit die Patienten davon profitieren bleibt abzuwarten und wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

8 Anhang

8.1 DASH - Fragebogen

Name:

Datum:

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

Bitte beantworten Sie die Fragen gemäss Ihrem Zustand, indem Sie einfach die entsprechende Zahl einkreisen.

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

TEIL A

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeiten ein, die folgenden Tätigkeiten / Aktivitäten in der letzten Woche auszuführen, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche 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 (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, Golf, Heimwerken, usw.	1	2	3	4	5
19.	Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5
20.	Am Strassenverkehr teilnehmen oder öffentl. 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 Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Wochen 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 eingeschränkt	Merklich eingeschränkt	Deutlich eingeschränkt	Extrem eingeschränkt
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	Erhebliche Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Sovieel 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 bin weniger nützlich

Keine Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Sovieel Schwierigkeiten, dass ich nicht schlafen konnte
1	2	3	4	5

Allgemeine Einschätzung der Gebrauchsfähigkeit (bitte ankreuzen)

Gebrauchsfähigkeit	
Starke Einschränkung im Alltag	
Erhebliche Einschränkungen	
Eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten	
Normal, keine Einschränkungen	

Teil C: Sport und Musikinstrumente

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss, das Ihr Schulter-, Arm oder Handproblem auf das Spielen Ihres Musikinstruments oder das Ausüben Ihres Sports hat.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen, oder mehr als eine Sportart ausführen, so geben Sie bitte an, welches Instrument oder welche Sportart für Sie am wichtigsten ist.

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

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der übrigen 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 Musikinstrument 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 Musikinstruments oder mit Sporttreiben zu verbringen	1	2	3	4	5

Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit

8.2 Handgelenksscore – Erhebungsbogen

Patient:
(Aufkleber)

Datum:

Diagnose:

OP:

Anamnese:

Beweglichkeit	Extension/Flexion	Ulnar-/Radialduktion	Pro-/Supination
Rechts			
Links			

Kraft	Rechts	links
3 Messungen pro Seite mit Jamardynamometer Stufe 3		

Schmerz	VAS (visuelle Analogskala)	Punkte
Stark, unerträglich	75-100	0
Ruheschmerz, noch erträglich	50-74	10
Ausschließlich Belastungsschmerz	25-49	15
Schmerzfrei	0-24	20
Patientenwert		

Funktion	Punkte
Arbeitsunfähig, starke Einschränkung im Alltag	0
Arbeitsfähig, erhebliche Einschränkungen	10
Arbeitsfähig, eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten	20
Normal, keine Einschränkung	30

9 Literaturverzeichnis

- Adey L, Ring D, Jupiter JB (2005).** Health status after total wrist arthrodesis for posttraumatic arthritis. *J Hand Surg [Am]*. 30 (5): 932-936.
- Bartelmann, U. / Richter, N. / Landsleitner, B. (1998).** Operation nach Graner zur Therapie der Lunatumnekrose. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 30: 165-177.
- Beck E (1971).** Die Verpflanzung des Os pisiforme am Gefäßstiel zur Behandlung der Lunatummalazie. *Handchir.*3: 64-67
- Cvitanich M, Solomons M (2004).** Juvenile lunatomalacia is this Kienbock's disease? *J Hand Surg [Br]* (3): 288-92
- Daecke W, Lorenz S, Wieloch P, Jung M, Martini AK (2005).** Lunate resection and vascularized Os pisiforme transfer in Kienbock's Disease: an average of 10 Years of follow-up study after Saffar's procedure. *J Hand Surg [Am]* 30 (4): 677-84
- D'Hoore K, De Smet L (1994).** Negative Ulnar Variance is not a Risk Factor for Kienböck's Disease. *J Hand Surg [Br]* 19A: 229-231
- Garcia-Elias M, Vidal AM (1997).** Kienboeck's disease. *Current Orthopaedics*, 11: 28-35.
- Gelberman RH, Baumann TH, Menon J, Akeson WH (1980).** The vascularity of the Lunate bone and Kienböck's disease. *J Hand Surg* 5: 272-278
- Gelberman RH, Salomon P (1975).** Ulnar variance in Kienböck's disease. *J Bone Joint surgery* 57A: 674-676
- Giunta R, Rock C, Löwer N, Wilhelm K, Lanz U, Müller Gerbl M (1998).** Über die Beanspruchung des Handgelenks bei Mondbeinnekrose – Eine

morphologische Untersuchung am Lebenden. Handchir. Mikrochir. Plast Chir. 30: 158-164

Graner O, Lopes EI, Carvalho BC, Atlas S (1966). Arthrodesis of the carpal bones in the treatment of Kienböck's disease, painful ununited fractures of the navicular and lunate bones with avascular necrosis and old fracture – dislocations of carpal bones. J Bone Jt Surg. 48-A : 767-774

Hashizume H, Asahara H, Nishida K, Inoue H, Konishiike T (1996). Histopathology of Kienböck's disease. Journal of Handsurgery [Br] 21B: 1: 89-93

Hultén O (1928). Über die Entstehung und Behandlung der Lunatummalazie (M. Kienböck). Acta Chirurgica Scandinavica 76: 121-135.

Kalb KH, Fuchs V, Bartelmann U, Schmitt R, Landsleitner B (2001). Erfahrungen mit der STT- (scapho-trapezio-trapezoid-) Arthrodesse. Eine retrospektive Studie. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 3: 181-188

Kalb KH, Ludwig A, Tauscher A, Landsleitner B, Wiemer P, Krimmer H (1999). Behandlungsergebnisse nach operativer Handgelenksversteifung. Handchir Mikrochir Plast Chir 4: 253-259

Kienböck R (1910). Über traumatische Malacia des Mondbeins und Kompressionsfrakturen. Fortschr. Geb Röntgenstrahlen 16: 77-113.

Kleinert JM (1996). Prevalence of Bilateral Kienböck's disease. Correspondence Newsletter 1996 – 129 American Society for Surgery of the Hand

Kleinman WB (1987). Management of chronic Rotary Subluxation of the Scaphoid by Scapho-Trapezio-Trapezoid Arthrodesis. Hand Clin. 3: 113-133

Lichtman DM, Ross G (1994). Revascularisation of the Lunate in Kienböck's disease. In: Gelberman RH (Ed.): The Wrist. Master Techniques in Orthopaedic Surgery. Raven Press, New York (S.363-372)

- Matsumoto AK, Moore R, Alli P, Wigley FM (1999).** Three cases of osteonecrosis of the lunate bone of the wrist in scleroderma. *Clinical and experimental Rheumatology* 17: 730-732.
- Meier R, Lanz U, Krimmer H (2002).** Teilfusionen am Handgelenk – eine Alternative zur Totalarthrodese. *Unfallchirurg* 105: 762-774
- Meier R, van Grievensen M, Krimmer H (2004).** Scaphotrapeziotrapezoid (STT)-Arthrodesis in Kienböck's disease. *J Hand Surg* 29B: 580-584
- Menth-Chiari WA, Poehling GG, Wiesler ER, Ruch DS (1999).** Arthroscopic debridement for the treatment of Kienbock's disease. *Arthroscopy* 15 (1): 12-19.
- Mirabello SC, Rosenthal DI, Smith RJ (1987).** Correlation of Clinical and Radiographic findings in Kienböck's disease. *J Hand Surg.* 12 A: 1049-1054
- Mok CC, Lau CS, Cheng PW, Ip WY (1997).** Bilateral Kienböck's disease in SLE. *Scand J Rheumatol.* 26 (6): 485-7
- Obletter N, Schmitt R (1996).** Avaskuläre Osteonekrosen. In: Schmitt R, Lanz U: *Bildgebende Diagnostik der Hand.* Hippokrates Verlag, Stuttgart
- Pichler M, Putz R (2002).** The venous drainage of the lunate bone. *Surg Radiol Anat* 24: 372-376
- Renner A, Egri L, Hardy G (1998).** Die Möglichkeiten der Revaskularisation im frühen und späten Stadium der Lunatummalazie. *Handchir, Mikrochir, Plast Chir* 30: 175-180
- Saffar P (1982).** Replacement of the semilunar bone by the pisiform. Description of new technique for the treatment of Kienböck's disease. *Ann Chir Main* 1:276-279

- Schiltewolf M, Jakob DS, Graf J (1997).** Sheet plastination of the vascularity of the lunate bone – a morphological study. *Acta Anat (Basel)* 158 (1) : 68-73
- Schiltewolf M, Martini AK (1996).** Further investigation of the intraosseous pressure characteristics in necrotic lunates (Kienböck's disease). *J Hand Surg* 21 A : 754-758
- Schmidt HM, Lanz U (1992).** *Chirurgische Anatomie der Hand.* Hippokrates Verlag
- Schmitt R, Christopoulos G, Kalb KH (2005).** Zur Differentialdiagnostik des signalkompromittierten Os lunatum in der MR-Tomographie. *Fortschr Röntgenstr* 177: 358-366
- Schmitt R, Fellner F, Obletter N, Fiedler E, Bautz W (1998).** Diagnostik und Stadieneinteilung der Lunatumnekrose. Eine aktuelle Übersicht. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 30: 142-150
- Schmitt R, Lanz U (2005).** *Bildgebende Diagnostik der Hand.* Thieme Verlag
- Schulz Ch, De Carli P, Anetzberger H, Illarramendi A (1998).** Die Reizosteotomie der distalen Radius- und Ulnametaphyse (MRO nach Illarramendi): Eine alternative Behandlungsmethode der Lunatumnekrose. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 30: 188-195
- Ståhl F (1947).** On Lunatomalacia (Kienböck's disease): A clinical and roentgenological Study, Especially on its pathogenesis and the Late Results of Immobilisation treatment. *Acta Chir. Scand.* 95 Suppl 126: 1-133
- Takase K, Imakiire A (2001).** Lunate exision, capitate osteotomy and intercarpal arthrodesis for advanced Kienbock disease. Long term follow up. *J Bone Joint Surg Am.* 83-A(2): 177-183.

- Tambe AD, Trail IA, Stanley JK (2005).** Wrist fusion versus limited carpal fusion in advanced Kienbock's disease. *Int Orthop.* 29 (6): 355-358.
- Taniguchi Y, Tamaki T, Yoshida M (2002).** Kienböck's disease in systemic lupus erythematosus. *Hand Surg.* Dec 7(2): 197-200
- Traenkle M, Sauerbier M, Linsner G, Bickert B, Germann G (2000).** STT Arthrodesis for treatment of stage III semilunar bone necrosis: functional outcome. *Handchir Mirkochir Plast Chir.* 32 (6): 419-423
- Trail IA, Linscheid RL, Quenzer DE, Scherer PA (1996).** Ulnar lengthening and radial recession procedures for Kienbock's disease. Long term clinical and radiographic follow up. *J Hand Surg [Br]* (2): 169-76
- Wada A, Miura H, Kubota H, Iwamoto Y, Uchida Y, Kojima T (2002).** Radial closing wedge osteotomy for Kienböck's disease: an over 10 year clinical and radiographic follow up. *J Hand Surg [Br]* 27B (2): 175-179
- Watanabe K, Nakamura R, Imaeda T (1998).** Arthroscopic evaluation of radial osteotomy for Kienbock's disease. *J Hand Surg [Am]* 23 (5): 899-903
- Watson HK, Monacelli DM, Milford RS, Ashmead (1996).** Treatment of Kienböck's disease with Scaphotrapezio-trapezoid Arthrodesis. *J Hand Surg* 21A: 9-15
- Watson, Weinzweig (2001).** *The wrist*, Lippincott Williams & Wilkins
- Werner W, Palmer AK (1993).** Biomechanical evaluation of operative procedures to treat Kienböck's disease. *Hand Clinics* 9, number 3: 431-443
- Yasuda M, Masada K, Tekeuchi E, Ando Y (2005).** Scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis for the treatment of Lichtman stage 3B Kienbock disease. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 39 (4): 242-246.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich ehrenwörtlich, dass ich die Dissertation selbstständig angefertigt habe und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen als Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation wurde weder vollständig noch teilweise einer anderen Fakultät vorgelegt, mit dem Ziel einen akademischen Grad zu erwerben.

Ich habe noch nie versucht, einen akademischen Grad zu erwerben, es wurde mir auch noch kein solcher entzogen.

Gegen mich ist kein strafrechtliches Ermittlungsverfahren oder Disziplinarverfahren eingeleitet.

Kronberg, Oktober 2006

Danksagung

Zunächst danke ich Herrn Prof. Dr. med. U. Lanz für die Formulierung des Themas und die geduldige Unterstützung, sowie für die konstruktiven Vorschläge. Mein Dank gilt auch Prof. Dr. med. A. Weckbach für die Übernahme des Koreferats.

Der Klinik für Handchirurgie/Bad Neustadt Saale danke ich für die logistische Unterstützung sowie für die Überlassung der Patientenakten zur Einsicht und Auswertung.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Karlheinz Kalb, er war maßgeblich an der Entstehung dieser Arbeit beteiligt und war stets mit Rat und Tat zur Stelle, wenn es schwierig wurde.

Allen Kollegen, die mich bei der Nachuntersuchung der Patienten unterstützt haben, gilt ebenfalls mein Dank; ebenso wie den Sekretärinnen der Klinik Frau Seufert, Frau Lach und Frau Mai, die die Patienteneinbestellungen koordiniert haben. Vielen Dank.

Andreas, ohne dich hätte diese Arbeit wohl nie ein Ende gefunden. Danke.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Anschrift Olivia Y. Schmitt
Geburtsdatum 10. Mai 1978

Beruflicher Werdegang

Seit 06/06 Main-Taunus Kliniken, Abteilung für Chirurgie I (Prof. Wending), Bad Soden:
Assistenzärztin
08/04 – 05/06 Rhön-Klinikum, Klinik für Handchirurgie (Prof. Lanz), Bad Neustadt a. d. Saale:
Assistenzärztin

Ausbildung

10/04 Approbation als Ärztin
06/04 Teilapprobation als Ärztin

10/00 – 06/04 Julius-Maximilians-Universität, Würzburg:
Medizinstudium
10/97 – 10/00 Friedrich-Schiller-Universität, Jena:
Medizinstudium

06/97 Allgemeine Hochschulreife
08/88 – 06/97 Martin-Luther-Schule Marburg: Gymnasium
08/84 – 07/88 Grundschule Lahntal

Kronberg, Oktober 2006
