

Aus der Abteilung für Plastische- und Handchirurgie
Leiter: Prof. Dr. W. Stock

der Chirurgischen Klinik und Poliklinik – Innenstadt
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. W. Mutschler

Ergebnisstudie der Proximalen Karpektomie

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Matthias Eppinger

aus

Stuttgart

2003

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Stock

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. A. Frick

.....

Mitbetreuung durch den

Promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Kühlein

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. K. Peter

Tag der mündlichen Prüfung: 16.01.2003

gewidmet Stephanie, Josef & Penelope

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	Seite
1.1. Vorstellung, Historie und Fragestellung	3
1.2. Zusammenfassung	5
2. Material und Methode	
2.1. Patientengut	6
2.2. Präoperative Untersuchungen	7
2.2.1. Präoperative Diagnose	7
2.3. Nachuntersuchung	10
2.3.1. Schmerzbeurteilung	10
2.3.2. Beweglichkeit	10
2.3.3. Griffstärke	11
2.3.4. Aktivitäten des täglichen Lebens	12
2.3.5. Weitere Untersuchungen	13
2.4. Operative Technik	15
2.5. Fallbeispiel	17
3. Ergebnisse	
3.1. Präoperative Symptombdauer	19
3.2. Immobilisation	20
3.3. Follow up	21
3.4. Subjektive Zufriedenstellung	22
3.5. Schmerzempfindung	23
3.6. Beweglichkeit	24
3.7. Griffstärke	27
3.8. Aktivitäten des täglichen Lebens	28
3.9. „Wrist score“	29
3.10. Rückkehr in den Beruf	29
3.11. Problemfälle	30

4. Diskussion

4.1. Zusammenhang zwischen Diagnose und Ergebnis	31
4.2. Kontraindikationen zur Durchführung der PRC	32
4.3. Symptombdauer	33
4.4. „Follow up“	34
4.5. Operative Möglichkeiten	35
4.5.1. Radiale Styloidektomie	35
4.5.2. Exzision des Skaphoids	36
4.5.3. Weitere operative Möglichkeiten	37
4.6. Schmerzempfindung	39
4.7. Beweglichkeit	40
4.7.1. Vergleich zweier konkurrierender Verfahren aus der Literatur	42
4.8. Griffstärke	44
4.9. Aktivitäten des täglichen Lebens	45
4.10. Faktoren ohne Einfluß auf das Ergebnis	46
4.11. „Wrist score“ und Feststellung	47
4.12. Problemfälle	48
4.13. Rückkehr in den Beruf	50
4.14. Zusammenfassung	51

5. Anhang

5.1. Tabellen	54
5.2. Literaturnachweis	56
5.3. Tabellarischer Lebenslauf	63

1. EINLEITUNG

1.1. Vorstellung, Historie und Fragestellung

Die chirurgische Behandlung von Patienten mit chronischen Handgelenksschmerzen und eingeschränkter Funktion bei fortgeschrittener radiokarpaler oder interkarpaler Arthrose, austherapierter Scaphoidpseudarthrose, Scaphoidnekrose oder auch Lunatummalazie („Kienböck’s disease“) ist noch durchaus umstritten.⁸

Chirurgische Möglichkeiten der Ersatzoperationen sind u.a. komplette Handgelenksversteifung⁵, Alloarthroplastik mittels Endoprothese^{7,18,20,24,29,32,42}, limitierte interkarpale Arthrodesen^{13,33,45} (z.B. Triple-/Vierfach-Arthrodesen), Handgelenksdenervierung^{10,11} oder die Entfernung der unteren Reihe der Handwurzelknochen (proximal row carpectomy - PRC).^{16,21,26,30,34,38,42}

Die Problematik bei der Alloarthroplastik durch Materialermüdung³, Prothesenlockerung⁷ und Silikonsynovitis³⁷ haben das Interesse an Lösungen geweckt, die synthetische Ersatzteile vermeiden und biologische Gelenkflächen nutzen.³⁹

Somit empfahl sich als eine Möglichkeit die Interkarpale Teilarthrodesen^{25,46}, um ein gewisses Maß an Kraft und Bewegung zu erhalten und eine komplette radiokarpale Arthrodesen zu vermeiden.⁵

Eine andere Möglichkeit bietet die proximale Karpektomie (PRC). Hier wird die proximale Karpalreihe, d.h. das Os scaphoideum, das Os lunatum und das Os triquetrum, entfernt und somit eine neue Gelenkfläche, bestehend aus der Fossa lunata des Radius und dem Os capitatum der distalen Karpalreihe, hergestellt (vgl. Abb. 1 und 2).

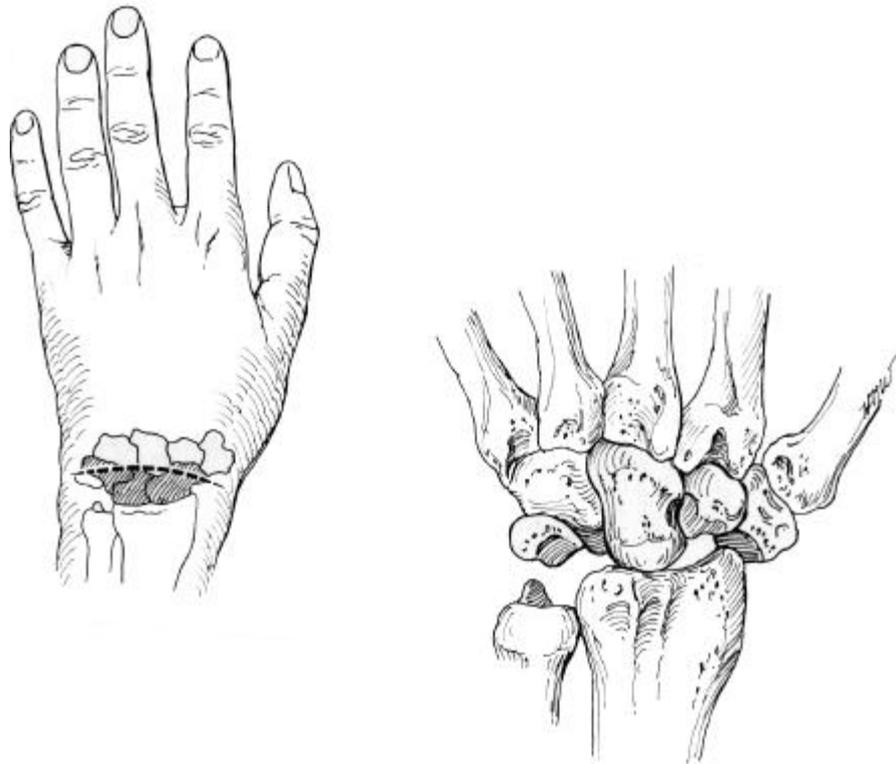


Abb. 1, Chase RA, Atlas of Hand Surgery – Volume 2⁴

Die PRC wurde 1944 erstmals von Stamm beschrieben³⁸ und seitdem in den USA häufig angewandt. Sie wird auch in vielen, vor allem in den Vereinigten Staaten veröffentlichten Studien, als die befriedigendste Methode mit der geringsten Komplikationsrate²⁴ und mit sehr guten klinischen Resultaten beschrieben.^{1,48} Das wiederhergestellte Maß an Schmerzfreiheit und Bewegung sei beachtlich. Dennoch wird die PRC in Deutschland noch immer kontrovers diskutiert bzw. selten in die Behandlungsstrategie einbezogen.

Wie steht es mit der von Kritikern häufig bemängelten relativen Verlängerung der beuge- und streckseitigen Fingersehnen und dem damit verbundenen Verlust an Kraft ? Sowie mit dem Mißverhältnis zwischen Os capitatum und Fossa lunata⁴², als auch der Bewegungseinschränkung und der langen Rehabilitationszeit wegen angeblich häufiger progressiv schmerzhafter Arthritiden ?¹⁶

1.2. Zusammenfassung

In dieser Studie wurden alle Patienten, die sich in der Handchirurgischen Abteilung der LMU in dem Zeitraum zwischen dem 31.10.1997 und dem 14.4.2000 vorgestellt haben und bei denen eine PRC durchgeführt wurde, untersucht (n=12). Dabei wurde der Fragestellung nachgegangen, inwieweit die PRC sich auf das Handgelenk in Bezug auf Schmerzfreiheit, Beweglichkeit und andere Parameter auswirkt. Ferner geht es in der Arbeit um verschiedene differenzierte operative Möglichkeiten im Zuge der PRC, und deren Auswirkungen auf das Ergebnis. Auch auf die Kontraindikationen, Problemfälle und postoperative Besonderheiten wird eingegangen.



Abb. 2, Hand nach PRC

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Patientengut

Wir führten Nachuntersuchungen an Patienten durch, bei denen eine PRC in der Handchirurgischen Abteilung der LMU, München durchgeführt wurde. Die Operationen fanden zwischen 1997 und 2000 statt.

Von den 12 Patienten waren 4 Frauen und 8 Männer, von denen der Jüngste 27 und die Älteste 63 Jahre alt war. Das Durchschnittsalter lag bei 48 Jahren. Die dominante Hand war in 8 Fällen (67%), die nicht dominante in 4 Fällen betroffen.

Tab. 1 Individuelle Patienten-Daten

<i>Fall</i>	<i>Geschlecht</i>	<i>verletzte Hand</i>	<i>Alter</i>	<i>Beruf</i>	<i>Symptombdauer</i>	<i>Diagnose</i>
1	m	dominante	44	Kraftfahrer	10 Jahre	Lunatummalazie III
2	m	dominante	57	Kraftfahrer	1 Jahr	HG-Arthrose
3	m	nicht domin.	28	Elektroinstal.	1,5 Jahre	Lunatummalazie III
4	m	dominante	45	Polizist	3 Jahre	Scaphoid-PA
5	m	nicht domin.	44	Arbeitslos	0,5 Jahre	Scaphoid-PA
6	m	dominante	27	Elektroinstal.	0,5 Jahre	prox. Scaphoidnekrose
7	w	dominante	48	Postbeamtin	5 Jahre	Lunatummalazie III
8	w	dominante	63	Hausfrau	1,5 Jahre	Radiocarpalarthrose
9	w	nicht domin.	60	Journalistin	3 Jahre	Scaphorad. Arthrose
10	w	nicht domin.	63	Hausfrau	1 Jahr	S-L Dissoziation
11	m	dominante	53	Arbeitslos	6 Jahre	Skaphoidnekrose
12	m	dominante	47	Fabrikarbeiter	3,5 Jahre	Scaphoid-PA

Die Patienten klagten präoperativ vor allem über chronische Handgelenks-Schmerzzustände, unzureichende Bewegung des Handgelenks und damit verbundene eingeschränkte Möglichkeiten im täglichen Leben. Die Symptombdauer vor der Operation betrug im Mittel drei Jahre (zwischen einem halben und zehn Jahren).

Der Großteil der Patienten war in handwerklichen Berufen beschäftigt, allerdings auch in körperlich nicht anspruchsvollen Tätigkeiten. Zur Zeit der Operation waren drei von den arbeitenden Patienten wegen ihrer Handgelenksprobleme nicht in der Lage ihren Beruf auszuüben. Umgelernt auf die andere Hand hatte nur ein Patient.

Drei Patienten hatten eine vorausgegangene Operation am selben Handgelenk. Ein Patient hatte eine Processus styloideus radius-Resektion mit Denervierung. Die beiden anderen eine Revision mit Herbert Schraube und Beckenkamm-Span mit, bei einem Patienten, nachfolgender Pseudarthrosen- und Processus styloideus radius-Resektion.

Die PRC Operationen wurden von vier verschiedenen Ärzten durchgeführt, die Nachuntersuchung von einem unabhängigen Untersucher, der nicht in die Behandlung der Patienten involviert war.

2.2. Präoperative Untersuchungen

Die präoperative Untersuchung umfasste Hangelenksbeweglichkeit, wobei der Mittelwert bei Extension 34° und bei Flexion 42° betrug, Radialabduktion 12° und Ulnarabduktion 23°.

Tab. 2 Präoperative Bewegungsumfänge im Handgelenk (n=12)

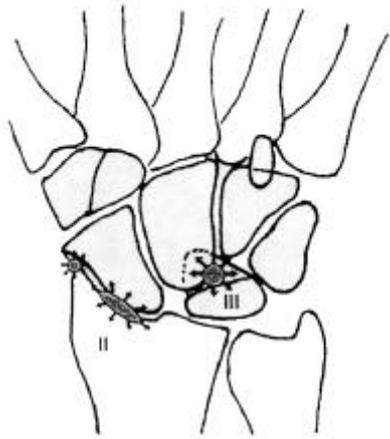
	Flexion	Extension	Abduktion		(Mittelwerte)
			Radial	Ulnar	
präOP	42°	34°	12°	23°	

Ebenso wurde eine Kraftmessung mit dem Baseline Hydraulic Hand Dynamometer durchgeführt, die im Durchschnitt 20 kg bzw. 50% der Gegenhand betrug.

2.2.1. Präoperative Diagnose

Folgende Diagnosen, die einen operativen Eingriff bzw. den Entschluss zur PRC bedingten, wurden gestellt: Lunatummalazie (3mal), therapieresistente Scaphoidpseudarthrose (3), Skaphoidnekrose (2), Skapholunäre (S-L) Dissoziation mit progressivem Karpalkollaps (1), Handgelenk-Arthrose (1), Radiocarpalarthrose (1) und Scaphoradiale Arthrose (1). (siehe Tab. 1)

Bei der Lunatummalazie kann die PRC nur im Stadium III A und B angewandt werden, da die radiale Gelenkfläche in diesem Stadium meist noch intakt, bzw. mit einer ausreichenden Knorpelschicht versehen ist. Ebenso ist die PRC in den ersten beiden Stadien der „SLAC-wrist“ und „SNAC-wrist“ (siehe unten), als auch an Radiocarpalarthrosen anderer Genese anzuwenden.



Präoperativ wurde in Klinikkonferenzen die Prognose der Erkrankung beurteilt (klinische Untersuchungsdaten und Röntgen-Befund) und die Indikation zur PRC gestellt.

Hierbei wurde bei vielen Patienten bereits ein Handgelenkskollaps festgestellt (SLAC- und SNAC-wrist).

Beim Vollbild der skapholunären Dissoziation, die zur SLAC-wrist führt (Scapholunate Advanced Collapse, vgl. Abb. 3), ist das Lig. scapholunatum vollständig gerissen. Die daraus resultierende gestörte Kraftübertragung führt zum Übertritt der Arthrose in den mediokarpalen Gelenkabschnitt mit Knorpelabrieb im Bereich des Capitatumkopfes und degenerativen Randzacken an der Hinterkante des Lunatum.



Abb. 3

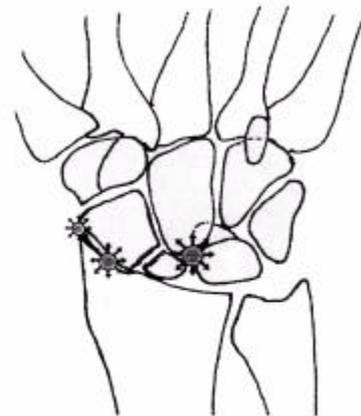


Abb. 4

Bei der SNAC-wrist (Scaphoid Nonunion Advanced Collapse, vgl. Abb. 4) verläuft das Tiefertreten mit Radialverschiebung des Kapitatumkopfes analog. Die langfristig hieraus resultierende Arthrose im mediokarpalen Gelenkabschnitt betrifft hier neben dem kapitolunären Gelenk zusätzlich den Gelenkanteil zwischen Kapitatumkopf und proximalem Skaphoidfragment.¹⁹



Die Behandlung von SLAC Handgelenken ist eine chirurgische Herausforderung. Über die operativen Möglichkeiten der Behandlung gibt es allerdings relativ wenig Veröffentlichungen.⁵⁰

Die limitierte Arthrodese gilt als die Standardoperation bei degenerativen Handgelenkserkrankungen wie dieser, vor allem weil sie vorhersagbare Schmerzentlastung erreicht.³⁵ Allerdings schließt sie einen Verlust an Bewegung und eine sehr hohe Komplikationsrate mit ein.^{5,12} In Handgelenken mit interkarpaler Arthrodese werden entweder Kirschner-Drähte oder Herbert-Schrauben verwendet. Knochenspäne werden aus dem Beckenkamm oder dem distalen Radius entnommen. Die postoperative Gipsimmobilisation beträgt bei der Arthrodese im Durchschnitt zehn Wochen bis zur, durch Röntgenbilder dokumentierten, Knochendurchbauung. Dagegen stehen nur ca. vier Wochen Immobilisation bei der PRC.⁴³

Die Abgrenzung in Stadien der SLAC-/SNAC-Handgelenke kommt hierbei laut Krimmer und Mitarbeiter¹⁹ entscheidende Bedeutung zu.

Tab. 3 Stadieneinteilung SLAC- und SNAC-wrist

Stadium	Ausmaß der Arthrose
I	beschränkt auf Processus styloideus radii
II	erweitert auf das Radioskaphoidalgelenk
III	zusätzlich mediokarpale Arthrose

Krimmer und Mitarb.

Im Stadium I des karpalen Kollapses besteht noch die Möglichkeit zu rekonstruktiven Maßnahmen, es kann jedoch auch, wie in Stadium II, die mediokarpale Teilarthrodese oder die Entfernung der proximalen Handwurzelreihe durchgeführt werden. Bei fortgeschrittener Arthrose im Stadium III ist lediglich die mediokarpale Teilarthrodese, mit Entfernung der arthrotischen Gelenkflächen, als bewegungserhaltendes Verfahren indiziert. Die Entfernung der proximalen Handwurzelreihe ist ausgeschlossen, da dieses Verfahren einen intakten Capitatumkopf voraussetzt.

Die Handgelenkdenervation kann ebenfalls im Stadium II oder III durchgeführt werden, hat jedoch nur palliativen Charakter, da durch das Fortschreiten der Arthrose erneute Beschwerden zu erwarten sind.

Die Totalarthrodese des Handgelenks schließlich stellt, um den Preis des völligen Verlustes der Beweglichkeit, die letzte therapeutische Möglichkeit dar.¹⁹

2.3. Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung beurteilen wir die Funktionsfähigkeit des Handgelenks mit Hilfe der von Culp et al.⁸ entwickelten „wrist function scale“ (siehe Anhang, Tab. 4), die einen Handgelenksscore ermittelt, der sich durchgesetzt hat und als allgemein anerkannt gilt.

Dieser score setzt sich aus maximal 100 Unterpunkten zusammen.

Diese ergeben sich aus den folgenden vier verschiedenen Teiluntersuchungen.

2.3.1. Schmerzbeurteilung

Zuerst wird die subjektive Schmerzbeurteilung des Patienten in Fünferschritten von 0 (völlige Gebrauchslosigkeit wegen sehr starkem Dauerschmerz) bis 25 (keinerlei Schmerz im Handbereich spürbar) ermittelt (siehe Anhang, Tab. 4 / I.).

2.3.2. Beweglichkeit

Es folgt die objektive Messung der Beweglichkeit nach der Neutral-Null-Methode (Flexion/Extension, Radial- und Ulnarabduktion) mittels eines Winkelmessers.

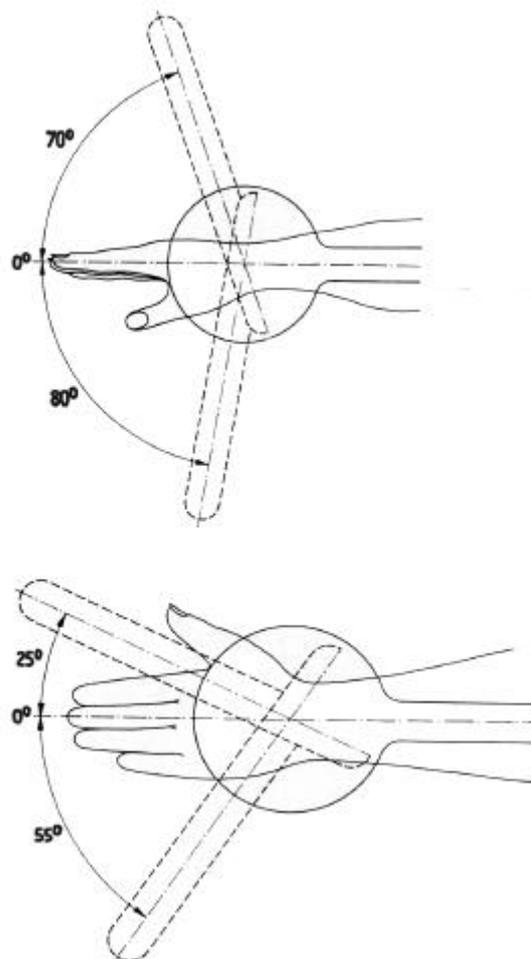


Abb. 5, Mater IB, Rehabilitation der Hand²²

2.3.3. Griffstärke

Die Griffstärke wird im Vergleich zur Gegenseite (mit Hilfe des Baseline Hydraulic Hand Dynamometer, siehe Abb. 6) ermittelt. Hierbei werden jeweils drei Messungen pro Hand durchgeführt und der Mittelwert zur Bewertung herangezogen. Zu den Messungen saß der Patient und der Unterarm war 90° vom locker hängenden Oberarm abgewinkelt.

Bei der Griffstärke- als auch bei der Beweglichkeits-Messung wird der kalkulierte Prozentanteil gegenüber der Gegenhand mit je 25 multipliziert, so daß auch hier eine Maximalpunktzahl von 25 erreicht werden kann.



Abb. 6, Baseline Hydraulic Hand Dynamometer

2.3.4. Aktivitäten des täglichen Lebens

Hinzu kommt noch die subjektive Beurteilung von Aktivitäten im täglichen Leben. Hierbei werden die Patienten zu von ihnen durchgeführten Aktivitäten befragt, die im täglichen Leben vorkommen. Die Ausführung der genannten Aktivitäten wird von ihnen als uneingeschränkt möglich bis unmöglich bewertet. Auch hier sind insgesamt maximal 25 Punkte für normale, uneingeschränkte Durchführung zu erreichen (siehe Anhang, Tab. 4 / IV.).

Tab. 5 Handgelenksscore

		max. Punktzahl
Schmerz	25 – keinerlei Schmerzempfindung 20 – leichter Bewegungsschmerz ohne Medikation 15 – mässiger Bewegungsschmerz, geringe Medik. 10 – schwerer Bewegungsschmerz, häufige Medik. 05 – schwerer Dauerschmerz, deutlich reduz. Aktivität 00 – Völlige Gebrauchslosigkeit wegen Schmerzen	25
Bewegung	% Anteil zur Gegenseite; 100% entsprechen 25 Pkt.	25
Griffstärke	% Anteil zur Gegenseite; 100% entsprechen 25 Pkt.	25
Aktivitäten	max. 40 Punkte aus 10 Aktivitäten, entsprechen 25 Pkt.	25
wrist score		100

Das Gesamtergebnis wird beschrieben als „hervorragend“ (90-100 Punkte), „gut“ (75-89 Punkte), „befriedigend“ (60-74 Punkte) und „schlecht“ (<60 Punkte).

2.3.5. Weitere Untersuchungen

Wir untersuchten weiterhin, in wie weit der Patient die Pronation bzw. die Supination während der Streckung des Armes durchführen konnte (vgl. Abb. 7).

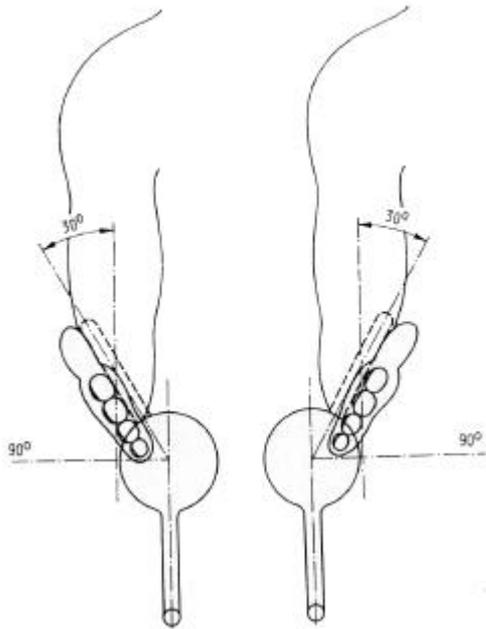


Abb. 7, Supination / Pronation: Mater IB, Rehabilitation der Hand²²

Außerdem wurde der Handgelenksumfang am hängenden Unterarm, distal des Ulnarkopfes gemessen und mit der kontralateralen Hand verglichen um die Schwellungsneigung zu erfassen.

Auch führten wir eine Handgelenkschmerzlokalisation durch. Hierzu teilten wir den Handgelenksbereich in sechs Zonen ein, und ließen die Patienten auf den Bereich deuten, bzw. beschreiben, an dem sie noch Schmerzen verspüren, oder den meisten Schmerz verspürt hatten.

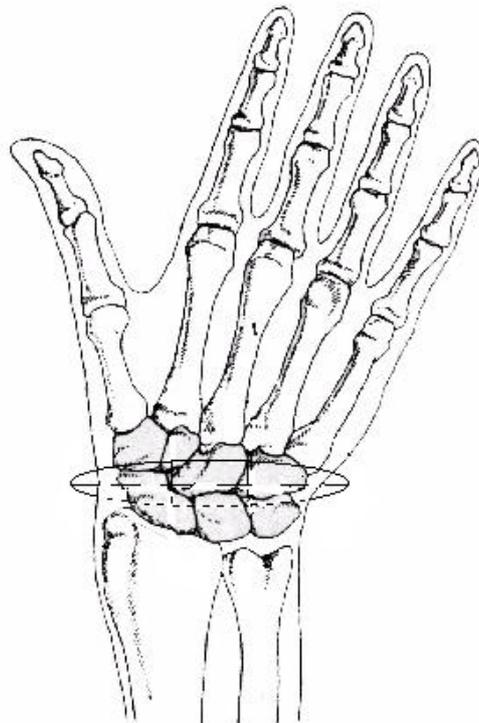


Abb. 8, Zoneneinteilung der Hand

Eine detaillierte Röntgenbildanalyse wurde vor und nach der Operation vorgenommen, um das Fortschreiten der degenerativen Handgelenkerkrankungen festzustellen.



Abb. 9, präoperatives Bild

Besondere Beachtung wurde hierbei präoperativ auf Arthrosezeichen der radiolunaren und capitularen Gelenksflächen gelegt. Denn diese gelten, falls nicht ausreichend mit Knorpelgewebe überzogen, als Ausschlußkriterium für eine PRC.

Postoperativ wurde vor allem auf Arthrosezeichen der radiocapitalen Gelenkfläche geachtet.



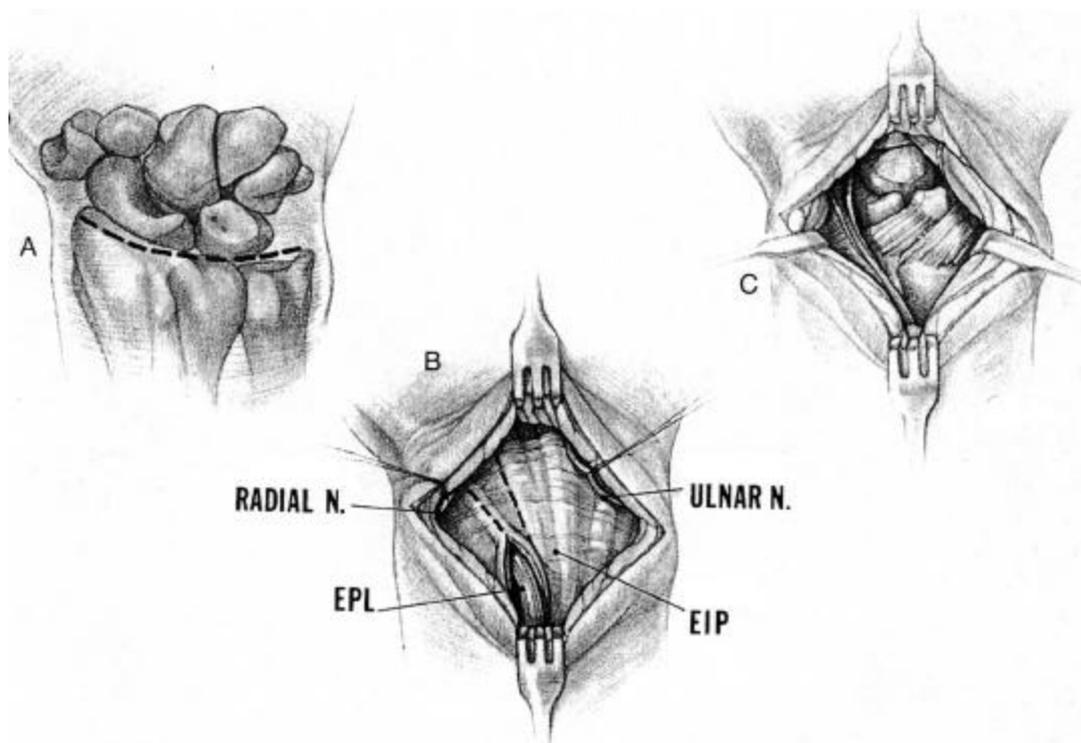
Abb. 10, postoperatives Bild

Bei zwei Patienten musste vier bzw. sechs Monate nach der PRC ein weiterer operativer Eingriff erfolgen und eine Arthrodese des Handgelenks vorgenommen werden. Diese erfolgte v.a. auf Grund anhaltender Schmerzen.

Beide Patienten wurden aus den folgenden Statistiken zum größten Teil ausgeschlossen, jedoch genauer diskutiert, da sie auf Grund des schlechten Ergebnisses sehr interessante Schlüsse zuließen.

2.4. Operative Technik

In pneumatischer Oberarmblutleere wird auf der radialen dorsalen Seite, im Bereich der dorsalen Handgelenksextensionsfalte ein bogenförmiger, ca. fünf Zentimeter langer Schnitt über dem Handgelenk geführt. Nach Durchtrennung der Haut und des subkutanen Fettgewebes, unter Schonung der Hautgefäße und Nerven, erfolgt die Darstellung des Retinakulum extensorum. Dieses wird meist im Bereich des III. Strecksehnenfaches eröffnet und nach ulnar weggeklappt, sodann Luxieren der Strecksehnen aus dem Strecksehnenfach II, III und IV. Die Streckersehnen der Finger werden nach ulnar, die Extensor pollicis longus-Sehne nach radial gehalten. Der N. interosseus posterior wird am Boden des vierten Strecksehnenfaches aufgesucht und ligiert. Zur Darstellung der dorsalen Handgelenkscapsel wird diese nun t-förmig, etwa 0,5 cm von der Radiuskante entfernt, inzidiert.



EPL: Extensor pollicis longus
EIP: Extensor indicis proprius

Abb. 11, Green DP, Green's operative hand surgery.¹⁵

Eine PRC ist sinnvoll und möglich wenn, wie auch in unseren Fällen, sowohl die Fossa lunata als auch das Os capitatum noch ausreichend von Knorpelgewebe überzogen ist. So können dann das Os scaphoideum, das Os lunatum und das Os triquetrum mit der Luer'schen Knochenzange und mit dem Skalpell entfernt werden.

Anschließend stellt sich das Os capitatum mit seinem Kopf gut in die Fossa lunata ein. Falls sich z.B. bei Bildwandlerkontrolle zeigt, daß bei Radialabduktion eine leichtgradige Hemmung durch den Processus styloideus radii besteht, wird ein kleiner Keil des Processus abgetragen.³⁶



Abb. 12

Proc. styloideus radii

Dies geschieht unter Schonung der Radial-Kollateral-Bänder durch Abtragung mit dem Meißel. Die Bänder stabilisieren das Capitatum in der Fossa lunata

und beugen somit einem Abdriften nach ulnar vor.¹⁴ Die Gelenkkapsel wird nun so vernäht, daß das Os capitatum fest auf die Fossa lunata fixiert wird, und eine temporäre Pin-Fixation umgangen werden kann. Ein manueller Test sollte eine etwaige 45-0-45 Grad Bewegung in Extension und Flexion, sowie eine 20 bis 30 Grad in Ulnar- und Radial-abduktion aufzeigen. Die Rekonstruktion des Retinakulum extensorum nach Kapselplastik wird durchgeführt, die Sehnen sollten guten spannungsfreien Verlauf zeigen. Subkutannaht und Öffnung der Blutsperrre mit sorgfältiger Blutstillung und ggf. Einlegen einer Redon-Drainage. Es erfolgt zuletzt der intrakutane Hautverschluß.

Nun erfolgt das Anlegen eines Polsterverbands und einer volaren Unterarmschiene. Der Patient trägt für ca. drei Wochen die Gipsschiene, anschließend wird mit geführten Bewegungen ohne Belastung begonnen. Eine Vollbelastung ist nach sechs Wochen möglich.

2.5. Fallbeispiel

Einer unserer Patienten (Fall 4), geb. Feb. '54, hatte bereits einen langen Leidensweg hinter sich. Er ist bei der Polizeiinspektion Flughafen München beschäftigt und stellte sich das erste Mal am 22.08.1996 in der Handchirurgischen Abteilung der LMU München vor. Es wurde eine Scaphoid Pseudarthrose (PA) diagnostiziert, sowie Verdacht auf eine Teilmalazie des Lunatums, nach lange zurückliegendem Unfall an der rechten Hand. Die Beweglichkeit wurde mit Flexion 40°, Extension 20°, Radialabduktion 10° und Ulnarabduktion 40° festgestellt. Es kam nun operativ zur Beseitigung der PA, Auffüllung mit Beckenkammpongiosa und Stabilisierung mittels Herbertschraube (siehe Abb. 13).

Nach zufriedenstellender Konsolidierungsphase kam es nach einem halben Jahr zum Bruch der Herbertschraube. Diese mußte daraufhin am 15.05.1997 entfernt werden und die Pseudarthrose mit einem neuen corticospongiösen Span versorgt werden. Das Skaphoid wurde mit einer neuen Schraube, die diesmal umgekehrt eingesetzt wurde, stabilisiert.



Abb. 13

Nach einem weiteren halben Jahr traten wiederum Beschwerden und stärkere Schmerzen auf. Es wurde daraufhin im Februar 1998 eine Styloiditis radii rechts, bei erheblicher Radiocarpalarthrose, bestehend vom Styloid zum Skaphoid, wie auch eine erweiterte Arthrose im betroffenen Handgelenksbereich diagnostiziert. Nun folgte die Resektion des Proc. styloideus radii und die Durchtrennung des N. interosseus posterior. Der Patient klagte allerdings daraufhin weiter über subjektive Zunahme der Beschwerden.

Trotz der operativen Maßnahmen bei der SkaphoidPA zeigte sich, im April '99, eine deutliche Verschlechterung mit Zerstörung des Skaphoids.

Deshalb wurde nun auch zur proximalen Karpektomie geraten, die am 20.04.1999 durchgeführt wurde. Die Herbertschraube, das Os scaphoideum, Os lunatum und Os

triquetrum wurden entfernt, und ein weiterer kleiner Teil des Proc. styloideus radii abgetragen.

Ein halbes Jahr nach der Operation berichtet der Patient über fast völlige Schmerzfreiheit und gute Funktion im Bereich des Handgelenks.

Bei der Nachuntersuchung am 11.07.2000 war das Handgelenk vollkommen schmerzfrei, die Beweglichkeit entsprach 78% gegenüber der Gegenseite. Die Griffstärke der operierten rechten Hand war sogar um 13% höher als die der linken Hand. Die postoperativen Werte im Vergleich zu den präoperativen sind in Tab. 6 und 7 verdeutlicht. Bei den Aktivitäten des täglichen Lebens erreichte der Patient die Höchstpunktzahl (25) und insgesamt einen hervorragenden Gesamt-Handgelenksscore von 95 Punkten.

Tab. 6 Beweglichkeit (nach PRC)

	Flexion	Extension	Abduktion	
			Radial	Ulnar
präOP	40°	20°	10°	40°
postOP	60°	30°	40°	20°

Tab. 7 Kraftausmaß (nach PRC)

Griffstärke	
präOP	10kg
postOP	49kg

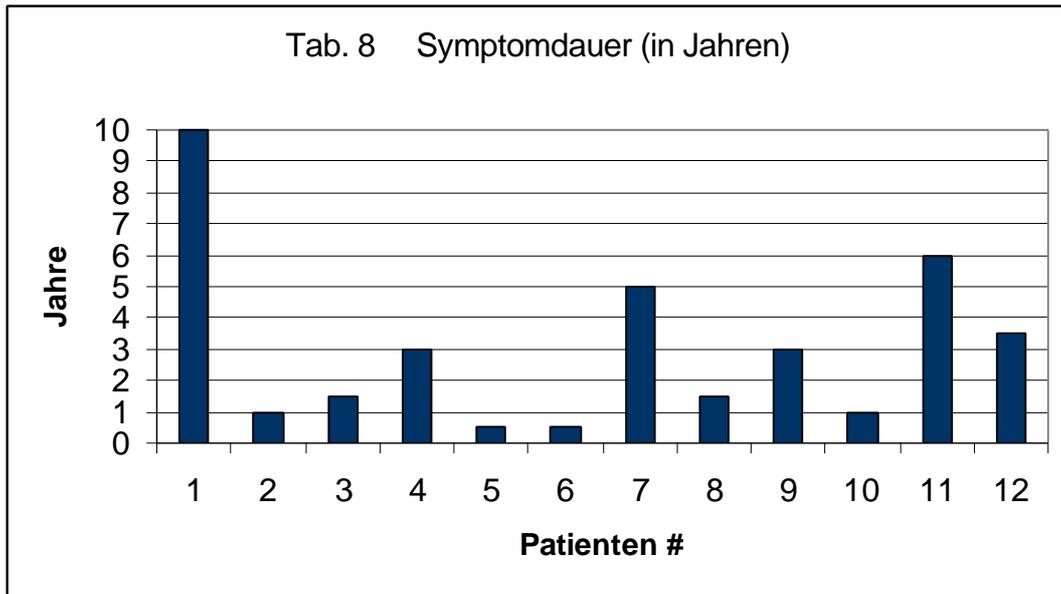


Abb. 14, Handgelenk des Patienten nach Entfernung der proximalen Karpalreihe

3. ERGEBNISSE

3.1. Präoperative Symptombdauer

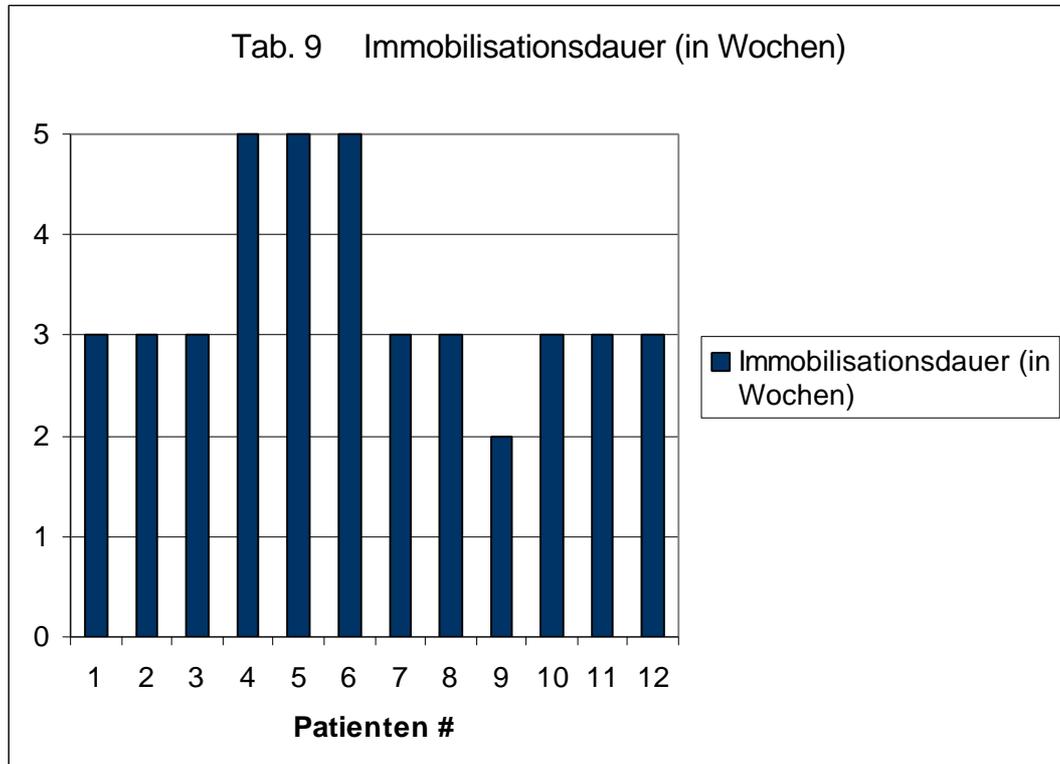
Die durchschnittliche präoperative Symptombdauer unserer Patienten betrug drei Jahre. Die Symptombdauer variierte sehr, einzelne Werte lagen zwischen einem halben und zehn, der Schnitt bei drei Jahren (siehe Tab. 8).



Min.: 0,5, Median: 2,25, Max.: 10, Stabwa: 2,82, Mittelwert: 3,04

3.2. Immobilisation

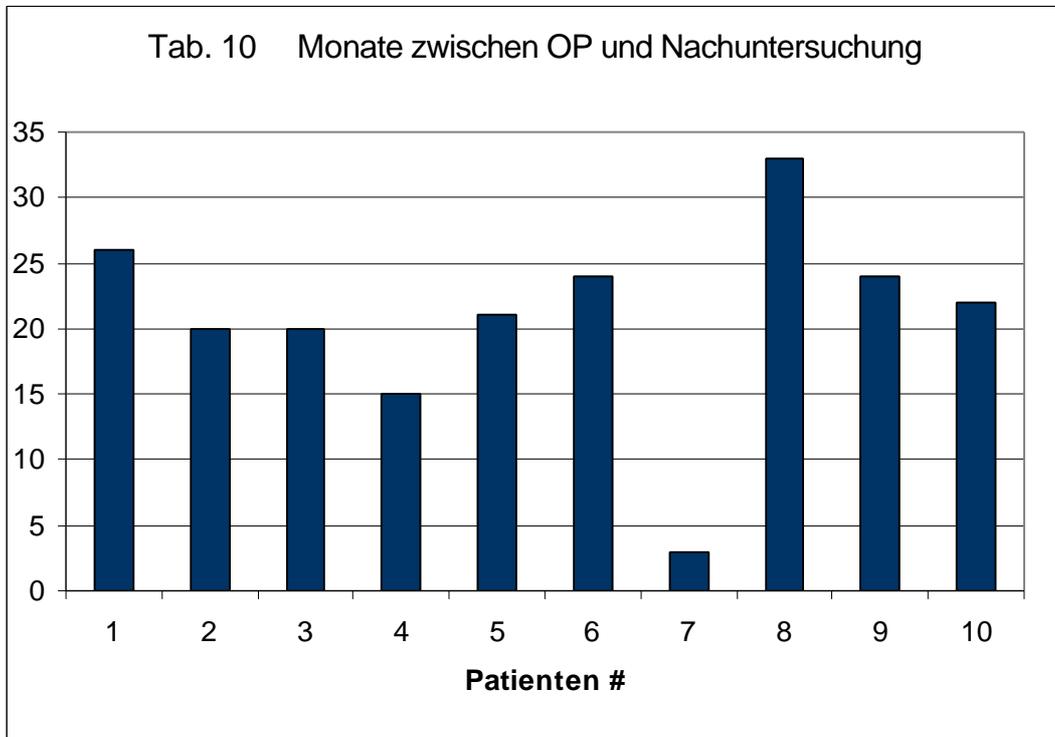
Bei keinem Patienten wurde eine Immobilisierung nach der Operation für länger als fünf Wochen durchgeführt. Die kürzeste Immobilisationszeit dauerte zwei Wochen, der Mittelwert lag bei knapp dreieinhalb Wochen.



Min.: 2, Median: 3, Max.: 5, Stabwa: 1,42, Mittelwert: 3,4

3.3. Follow up

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung (follow-up) lag zwischen drei Monaten und dreiunddreißig Monaten. Durchschnittlich belief sich diese Zeit auf 21 Monate.



Min.: 3, Median: 22, Max.: 33, Stabaw.: 7,81, Mittelwert: 21

3.4. Subjektive Zufriedenstellung

Zur Zeit der Nachuntersuchung waren acht unserer Patienten außerordentlich zufrieden mit dem Ergebnis der an ihnen durchgeführten PRC. Am eindrucksvollsten war für sie die Wiederherstellung der Schmerzfreiheit und die zurückgewonnenen funktionellen Möglichkeiten im Bezug auf Griffstärke und Aktivität im täglichen Leben.

Tab. 11 Postoperative Resultate nach PRC

<i>Fall #</i>	<i>Schmerzen</i>	<i>Aktivitäten des tägl. Lebens</i>
1	leichte	leicht eingeschränkt
2	leichte	normal
3	keine	normal
4	keine	normal
5	keine	normal
6	keine	normal
7	mäßige	schwer
8	keine	normal
9	keine	normal
10	keine	normal

Keiner der Patienten war länger als zwei Wochen einer medikamentösen Therapie (Antiphlogistika) ausgesetzt.

Eine anhaltende Schwellung im Bereich des Handgelenks konnte nicht festgestellt werden. Bis auf zwei Patienten konnten alle nach einer durchschnittlichen postoperativen Regenerationszeit von vier Monaten (zwischen zwei und sechs Monaten) erfolgreich zu ihrer Arbeitsstelle zurückkehren.

3.5. Schmerzempfindung

Die Schmerzen wurden von einer sich noch in der Rehabilitationsphase befindenden Patientin als mäßig angegeben. Zwei Patienten, die ihre Rehabilitationsphase schon hinter sich hatten, stuften ihre Schmerzen noch als leicht ein. Die restlichen sieben Patienten empfanden keinerlei Schmerz mehr.

Tab. 12 Schmerzempfindung (n=10)

keine Schmerzen	7
leichte Schmerzen	2
mäßige Schmerzen	1
schwere Schmerzen	0

Die Schmerzlokalisierung anhand der Einteilung in Zone eins bis sechs (siehe Abb. 8) ergab, daß während der Rehabilitationszeit die Schmerzen vor allem radialseitig auftraten. Bei Fall 7 traten mäßige Schmerzen, auch in diesem Zeitraum, im gesamten Handgelenksbereich auf. Zwei Patienten beschrieben noch nach der Rehabilitationszeit leichte und unregelmäßig auftretende Schmerzen im radialen Handgelenksbereich.

Tab. 13 Schmerzen in den verschiedenen Zonen

Zone	Schmerzen (von leicht bis schwer)
1	Pat. # 1: leichte Pat. # 7: mäßig
2	Pat. # 1: leichte Pat. # 2: leichte
3	Pat. # 7: mäßig
4	
5	Pat. # 7: mäßig
6	

(Zone 1, 3, 5: dorsal; Zone 2, 4, 6: ventral; siehe Abb. 8)

Von den beiden Arthrodese-Patienten beklagte einer einen relativ starken Schmerz im Bereich des Diskus articularis über dem ulnaren Handgelenk, der andere über ein immer wieder plötzlich auftretendes Taubheitsgefühl am kleinen Finger.

3.6. Beweglichkeit

Ebenfalls sehr zufrieden waren die Patienten durch die wieder erreichte Bewegungsfreiheit im Handgelenk. Der Bewegungsbereich erstreckte sich über ein Mittel von 33,0 Grad bei der Flexion (im Bereich von 10° – 60°) und 30,5 Grad bei der Extension (Bereich, 10° – 50°), einer Radialabduktion von durchschnittlich 15,5 Grad (Bereich, 5° – 20°) und Ulnarabduktion von 25,8 Grad (Bereich, 7° – 40°). Somit erreichten wir einen durchschnittlichen Bewegungsbogen bei Flexion und Extension von 63,5 Grad (zwischen 20° und 90°), und 41,3 Grad (zwischen 12° und 60°) im radio-ulnaren Bereich (siehe Abb. 15).

Tab. 14 Bewegung, postOP

Fall #	Flexion		Bewegungs- bogen	Abduktion		Bewegungs- bogen
	Flexion	Extension		Radial	Ulnar	
1	10°	10°	20°	5°	7°	12°
2	40°	30°	70°	15°	20°	35°
3	40°	30°	70°	20°	25°	45°
4	60°	30°	90°	20°	40°	60°
5	50°	35°	85°	12°	31°	43°
6	40°	20°	60°	18°	25°	43°
7	10°	20°	30°	10°	15°	25°
8	20°	50°	70°	15°	30°	45°
9	30°	40°	70°	20°	25°	45°
10	30°	40°	70°	20°	40°	60°
Mittel	33,0°	30,5°	63,5°	15,5°	25,8°	41,3°

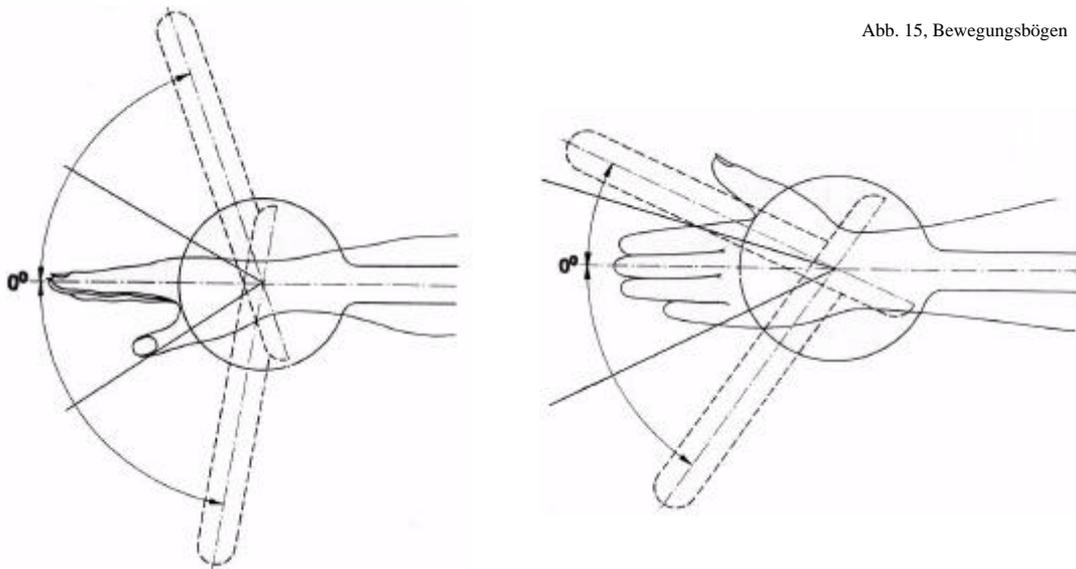
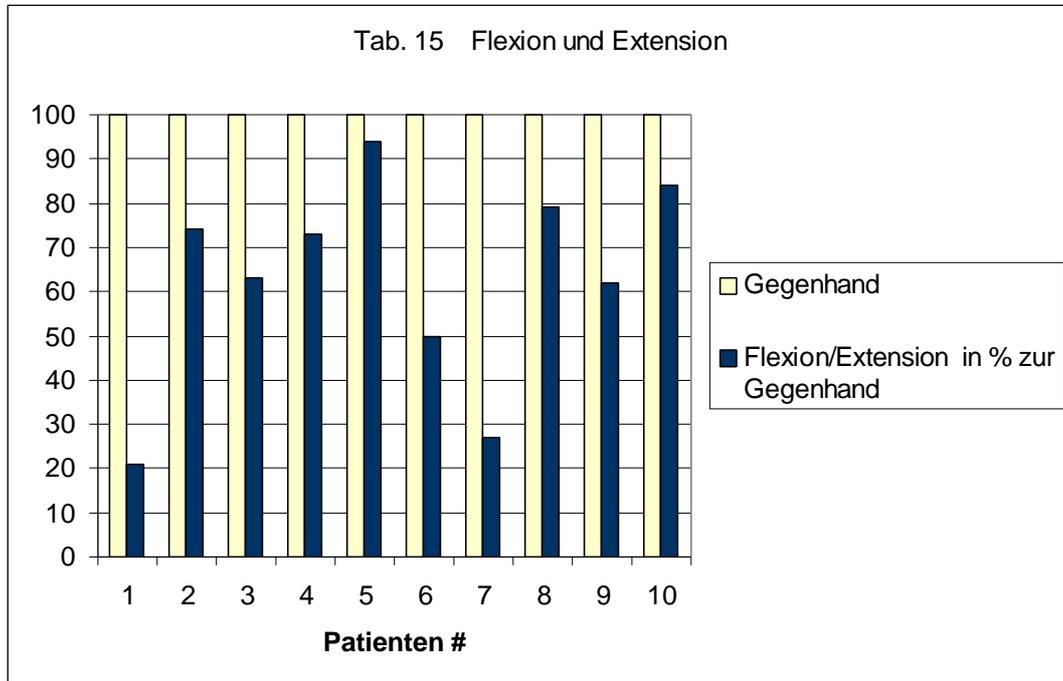


Abb. 15, Bewegungsbögen

Damit erzielen wir eine Wiederherstellung der Bewegungsfreiheit von durchschnittlich 84% im Vergleich zur präoperativen Hand und von 62% im Vergleich zur Gegenhand bei Flexion und Extension.



Min.: 21, Median: 68, Max.: 94, Stabw.: 23,82, Mittelwert: 62,7

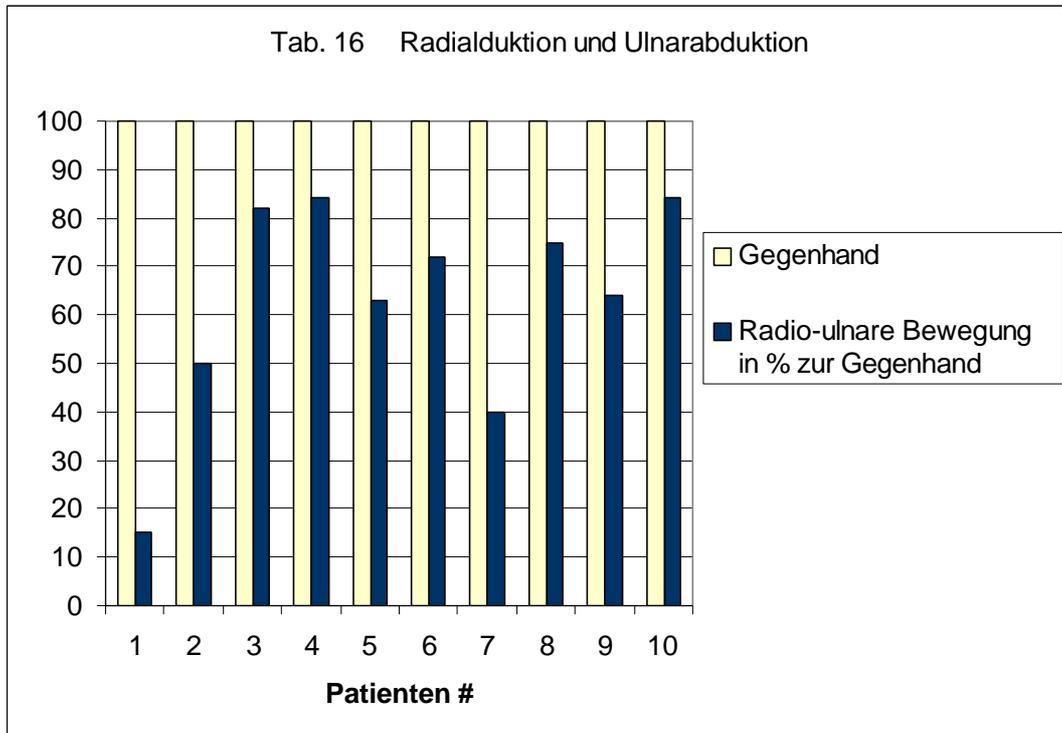
Vergleicht man die Extension mit der Flexion der selben Hand, so stellen wir fest, daß hier keine Regelmäßigkeiten im Ausmaß festzustellen sind. Bei fünf Patienten war die Flexion vom Umfang zwischen 10° und 30° größer als die Extension, bei einem Patienten waren beide Bewegungen genau gleich groß und bei vier Patienten ergab die Extension einen zwischen 10 und 30 Grad größeren Wert als die Flexion.

Eine durchwegs größere Einschränkung auf eine Seite hin konnten wir nicht ausmachen.

Für die Patienten war das Gesamtausmaß der Bewegungsmöglichkeit entscheidend, ob Einschränkungen bei der Flexion oder Extension auftraten spielte für den täglichen Gebrauch keine Rolle.

Bei der Radio- und Ulnarabduktion erreichen wir eine Verbesserung des Bewegungsumfanges um durchschnittlich 118% im Vergleich zur präoperativen Hand und einen Wert von 63% im Vergleich zur Gegenhand.

Die Werte der Ulnarabduktion lagen stets zwischen 2° und 20° über denen der Radialabduktion.

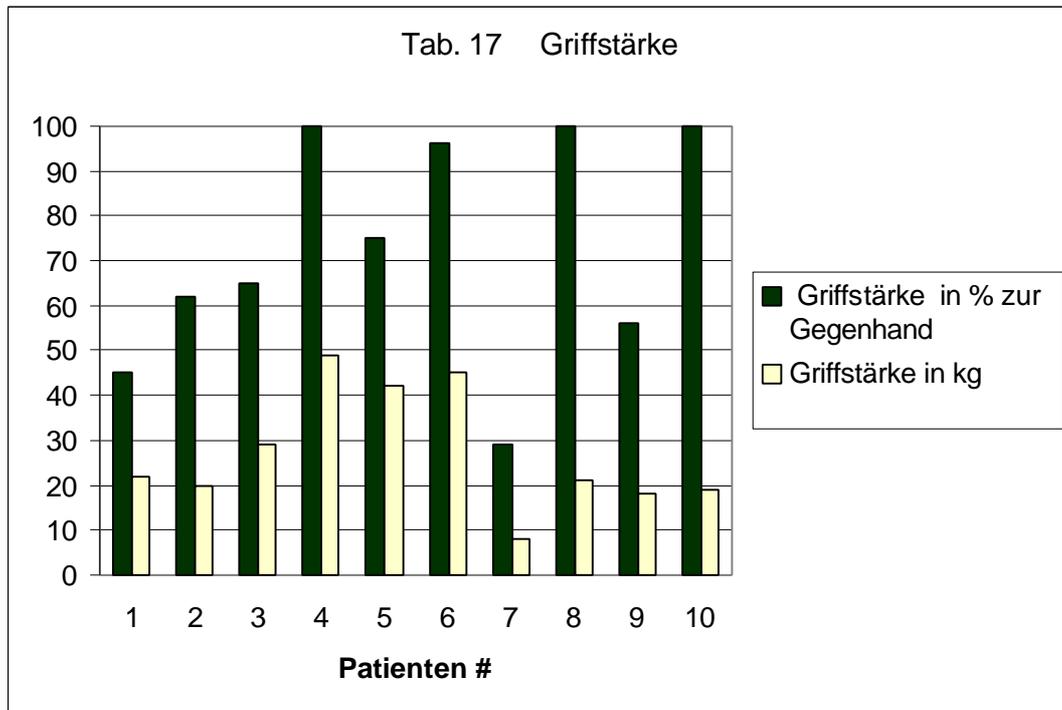


Bei drei Patienten (Fall vier, acht und zehn) war die operierte Hand sogar mit einer stellenweise größeren Bewegungsfreiheit bzw. einer besseren Griffstärke ausgestattet als die Kontralaterale.

3.7. Griffstärke

Die Griffstärke wurde wieder auf im Schnitt 73% der Gegenseite (Bereich zwischen 29% und 100%) und 70% im Vergleich zur präoperativen Hand hergestellt.

Mit dem Dynamometer wurde ein Mittel von 27,3 kg gemessen.



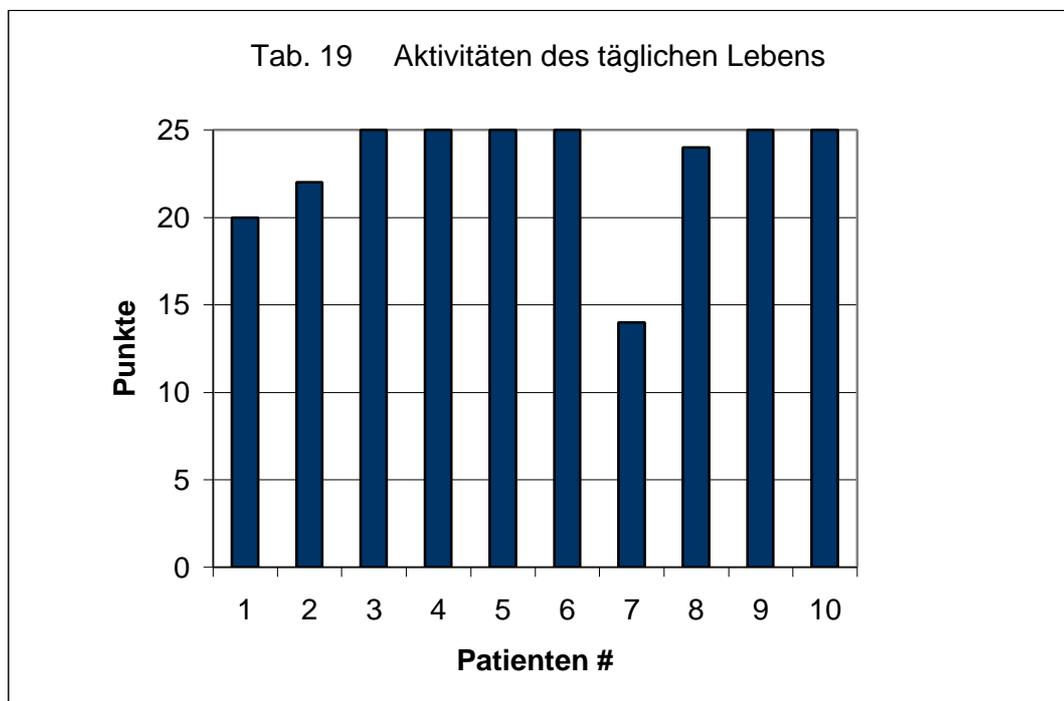
Bei der Angabe von Kilogramm muß berücksichtigt werden, daß die natürlichen Unterschiede zwischen Mann und Frau, dominanter und nicht-dominanter Hand bestehen.^{28,41}

3.8. Aktivitäten des täglichen Lebens

Die täglichen Aktivitäten wurden von 80% als „normal“ ausführbar bewertet. 10% empfanden sie als noch „leicht eingeschränkt“ auszuführen, und weitere 10% fanden sie „schwer“ auszuführen.

Tab. 18 Aktivitäten des tägl. Lebens (n=10)

normal auszuführen	8
leicht eingeschränkt auszuführen	1
schwer auszuführen	1

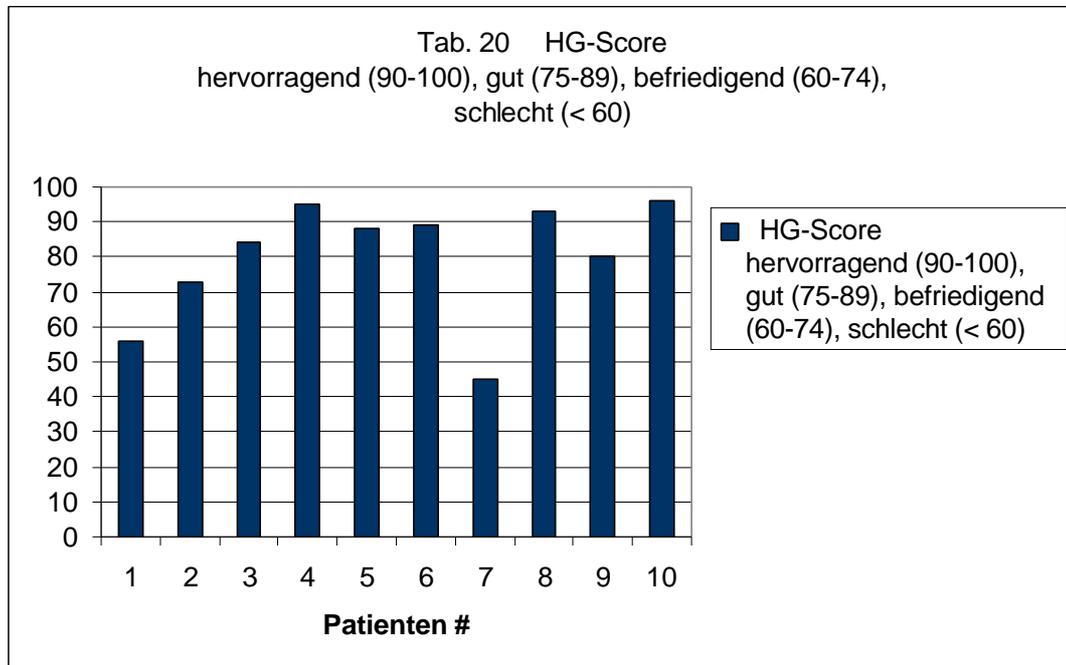


Min.: 14, Median: 24,5, Max.: 25, Stabw.: 3,26, Mittelwert: 23

Die Aktivitäten wurden aus verschiedenen Bereichen des Alltags zusammengestellt, die in Tab. 4 (siehe Anhang) nachzuvollziehen sind.

3.9. „Wrist score“

Der Handgelenkscore ergab somit im Schnitt 80 Punkte bei maximal zu erreichenden 100 Punkten (im Bereich von 45 – 96 Punkten).



Min.: 45, Median: 86, Max.: 96, Stabw.: 17,19, Mittelwert: 80

3.10. Rückkehr in den Beruf

Die berufstätigen Patienten kehrten nach durchschnittlich vier Monaten zu ihrem Arbeitsplatz zurück.

Ein Patient wechselte auf Grund der Handgelenksoperation die Tätigkeit. Er war vor der Operation Kraftfahrer und ist jetzt selbstständig, wobei er hauptsächlich Büroarbeiten ausführt.

Eine Patientin kehrte, nach bisher drei Monaten Rehabilitationszeit, noch nicht zum Arbeitsplatz zurück.

3.11. Problemfälle nach PRC

Bei zwei Patienten mußte ungefähr ein halbes Jahr nach der PRC eine vollständige Handgelenksversteifung durchgeführt werden (siehe Abb. 16). Auf die dazu führenden Gründe wird in der Diskussion noch näher eingegangen.



Abb. 16, Arthroese des Handgelenks

Bei zwei weiteren Patienten stellte sich bis zur Nachuntersuchung eine nur unzureichende Schmerzlinderung ein, eine immernoch sehr unbefriedigende Bewegungsfreiheit und ein weiter anhaltender Kraftverlust im Handgelenk. Die Aktivitäten im täglichen Leben sind für die Patienten nur leicht eingeschränkt bis schwer durchzuführen.

Postoperativen Infektzeiche, durch tiefe oder cutane Infekte, lagen bei uns nicht vor. Ebenso konnten wir keinerlei verzögerte Wundheilung, Dehiscenzen o.ä. feststellen.

4. DISKUSSION

4.1. Zusammenhang zwischen Diagnose und Ergebnis

Die Literatur zeigt auf, daß die PRC vor allem als Behandlung von chronischer Skaphoid PA, scapholunarer Dissoziation, Fraktur-Dislokation des Carpus, Lunatummalazie und fehlgeschlagener Implantation von Handgelenksprothesen vorgenommen werden sollte.⁸ An der LMU München wurde die PRC (n=12) primär an Lunatummalazien (drei mal) und therapieresistenten Scaphoidpseudarthrosen (drei mal) durchgeführt.

Wie Tabelle 21 zu entnehmen, konnte ein Zusammenhang zwischen der gestellten Diagnose und dem resultierendem Handgelenk Score nur zum Teil festgestellt werden. Bei zwei der drei Lunatummalazien sind die Ergebnisse eindeutig schlechter als bei den anderen Fällen, da es hierbei zu einem Angriff auf die Fossa lunatum kommt.

Tomaino & Burton⁴² beschrieben in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen Diagnose und Handgelenk Score.

Tab. 21 Diagnose – Wrist score

<i>Fall #</i>	<i>Diagnose</i>	<i>Wrist score</i>
1	Lunatummalazie III	56
2	HG-Arthrose	73
3	Lunatummalazie III	84
4	Scaphoid-Pseudarthrose	95
5	Scaphoid-Pseudarthrose	88
6	Proximale Scaphoidnekrose	89
7	Lunatummalazie III	45
8	Radiokarpalarthrose	93
9	Scaphoradiale Arthrose	80
10	S-L Dissoziation	96
11	Scaphoidnekrose	Arthrodesse
12	Scaphoid-Pseudarthrose	Arthrodesse

4.2. Kontraindikationen zur Durchführung der PRC

Spezifische Kontraindikation stellen mittlere bis schwere degenerative Veränderungen der Fossa lunata und des proximalen Capitatum, als auch rheumatische Arthritis dar.⁸

Die Kontraindikation basiert auf der Feststellung, daß die Grenzflächen der Fossa lunata des Radius und des proximalen Capitatum die neue Gelenkfläche bilden. Demnach müssen diese Flächen eine adequate Knorpelschicht aufweisen, um eine schmerzfreie Bewegung in diesem Gelenk gewähren zu können.³⁴

Liegen Veränderungen dieser Art vor, gestalten sich die Operationsergebnisse unbefriedigend.¹⁶

Eine in diesem Bereich maßgebliche Studie (Tomaimo et al.)⁴³ kommt zu dem Schluss, daß die PRC bei ausgebildeter capitulärer Arthritis nur unzureichende Schmerzfreiheit erzielt, und kommt auch mit Watson⁴⁵ darüber ein, daß die Triple-Arthrodesie die zu bevorzugende Operation bei diesen degenerativ veränderten Handgelenken, z.B. auch SLAC-wrist im Stadium III, sei. Liegt eine SLAC-wrist im Stadium II vor, sei dagegen laut dieser Studie⁴³ die PRC die Beste Wahl.

Wir operierten vier Patienten mit leicht degenerativen Veränderungen am Os capitatum bzw. der Fossa lunata und konnten feststellen, daß man bei nur leichter degenerativer Veränderung an diesen Stellen noch gute Resultate erreichen kann. Damit liegen wir im Einklang mit den Studien von Culp⁸ und Neviaser.²⁶ Ursächlich wird ein „remodeling“ der korrespondierenden Gelenkflächen angenommen, die degenerative Veränderungen zu einem Teil ausgleichen können.

4.3. Präoperative Symptumdauer

Nach einer durchschnittlichen Symptumdauer von drei Jahren wurde bei unseren Patienten die Operation durchgeführt. Einen Zusammenhang zwischen Symptumdauer und „wrist score“ konnte nicht direkt nachgewiesen werden. Wir konnten jedoch feststellen, daß bei unseren Patienten mit über drei Jahren Symptumdauer keine befriedigenden Ergebnisse (entspräche einem wrist score von über 60 Punkten) mehr erzielt werden konnten (siehe Tab. 22). Zwei dieser Patienten (Patient 1 und 7) litten an einer Lunatummalazie dritten Grades.

Tab. 22 Symptumdauer – wrist score

<i>Fall#</i>	<i>Symptumdauer in Jahren</i>	<i>wrist score</i>
1	10	56
2	1	73
3	1,5	84
4	3	95
5	0,5	88
6	0,5	89
7	5	45
8	1,5	93
9	3	80
10	1	96
11	6	Arthrodesse
12	3,5	Arthrodesse

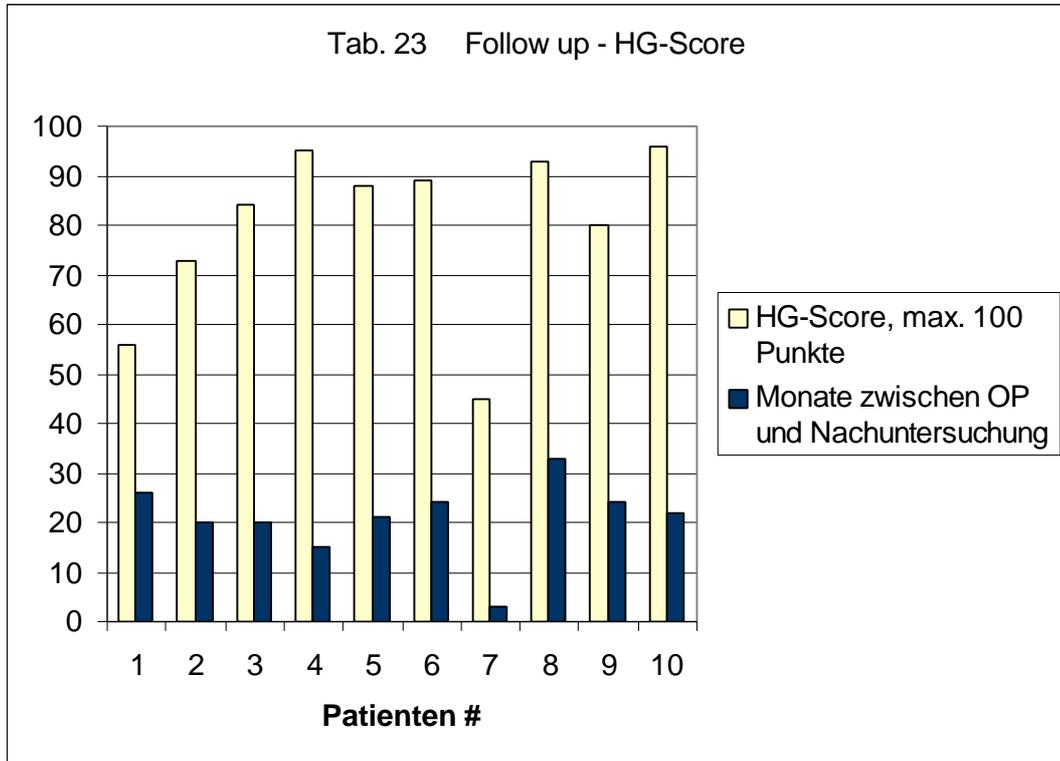
Culp et al.⁸, dessen Patienten ebenfalls nach durchschnittlich drei Jahren Symptumdauer operiert wurden, konnte in seiner Studie keine exakten statistischen Unterschiede zwischen Länge des Symptumdauer und Höhe des „wrist scores“ feststellen.

Zwar liegen uns nur wenige Patienten mit einer Symptumdauer von über drei Jahren vor, es ist jedoch sehr auffällig, daß von den vier Patienten mit über drei Jahren Symptumdauer zwei im Nachhinein versteift wurden und die anderen beiden die schlechtesten Ergebnisse der Serie haben.

Wir propagieren daher die Notwendigkeit einer sehr engen Indikationsstellung bei präoperativer Symptumdauer von über drei Jahren.

4.4. Follow up

Die Patienten wurden nach im Schnitt 21 Monaten nachuntersucht. Es konnte dabei kein Zusammenhang zwischen der Höhe des HG Scores und der Länge des Zeitraumes zwischen Operation und Nachuntersuchung („follow up“) festgestellt werden.



Allerdings ist bemerkbar, daß nach einem follow up von unter einem halben Jahr (Fall sieben), noch keine positiven Ergebnisse vorzuweisen sind. Diese stellen sich erst, wie in der Literatur beschrieben, nach zehn bis zwölf Monaten ein.^{14,42}

Weiterhin hatte es keine Auswirkung auf das Resultat, ob ein, zwei oder drei Jahre nach der Operation nachuntersucht wurde. Dies deutet auf einen stabilen Verlauf in dieser Zeit hin.

Tomaino & Burton⁴² berichten in ihrer Studie von sehr guten Resultaten bei Patienten mit durchschnittlich sechs Jahren „follow up“ nach PRC. Auch nach bis zu elf Jahren veränderte sich das Ergebnis nicht zum Negativen. Eine weitere Studie⁸ stellt ebenfalls sehr zufriedenstellende Ergebnisse vor. Hier lag der „follow up“ bei im Schnitt drei Jahren.

Studien über dieses Zeitmaß hinaus liegen uns nicht vor, so daß keine Aussagen über Langzeit-Resultate gemacht werden können.

4.5. Operative Möglichkeiten

4.5.1. Radiale Styloidektomie

Radiale Styloidektomie wird empfohlen falls der Operateur, nach der Entfernung der proximalen Karpalreihe, eine negative Auswirkung des Trapeziums auf das radiale Styloid bemerkt. In der Literatur^{8,42} wird darauf hingewiesen, daß die Ektomie eine radialseitige Abduktion grundsätzlich positiv beeinflusst.

Wir führten die Styloidektomie bei 92% unserer Patienten durch. Dabei muß sehr darauf geachtet werden, daß der Bandansatz des Lig. radiocapitatum nicht beschädigt wird. Green hatte die Wichtigkeit dieses Ligamentums schon hervorgehoben, da es das Capitatum in der Fossa lunata stabilisiert und eine übermäßige Translokation nach ulnar verhindert.¹⁴

Durch die Erhaltung des Bandes umgeht man außerdem die Notwendigkeit von zeitweiliger Pin-Fixierung zwischen Os capitatum und Radius. Diese führten wir in keinem unserer Fälle durch. Auch in der Literatur wird beschrieben, daß von der Pin-Fixierung immer mehr abgekommen wird.⁸

Bei einem unserer Patienten (Fall zwölf) war die Einstellung des Capitatum nicht optimal gelungen und es traten im weiteren Verlauf der Behandlung immer wieder Probleme auf. Im Gegensatz zu der oben erwähnten Studie von Green, stellten wir bei diesem Patienten eine übermäßige Translokation des Os capitatum nach radial fest. Dieser Patient mußte dann auch auf Grund der anhaltenden Schmerzen versteift werden. Bei dem zweiten Patienten der versteift werden mußte stellten wir eine Subluxation des Os capitatum bei Flexionstellung ebenfalls nach radial fest.

Um dies zu vermeiden muß intraoperativ unbedingt darauf geachtet werden, daß das Os capitatum auf die Fossa lunata eingestellt ist. Dies geschieht, indem man z.B. die Gelenkkapsel so vernäht, daß eine gewisse Verschiebung nach ulnar eintritt.

Da der „wrist score“ durch die Styloidektomie nur unerheblich beeinflusst wird, wird sie in dieser Hinsicht von der Literatur nicht als unbedingt notwendig angesehen.⁸ Es wird allerdings auch in einer Studie beschrieben¹⁶, daß durch die Entfernung des Styloids, einer arthrosisch degenerativen Gelenkskonturveränderung, Gelenkspaltverschmälerung und Schmerzhaftigkeit (Impingement) entgegengewirkt wird. Die Entfernung des Proc. styloideus radii wird in der Literatur demnach noch kontrovers diskutiert.

4.5.2. Exzision des Skaphoids

Dies gilt ebenso für die vollständige Exzision des Skaphoids. Obwohl wir in vier Fällen (33%) unserer Untersuchungsreihe den distalen Pol des Skaphoids beließen, kommen wir zu dem Schluß, daß die komplette proximale Karpalreihe entfernt werden sollte. Mit der Erhaltung des distalen Drittels des Skaphoids oder auch Triquetums entsteht das Risiko einer möglichen verminderten Bewegungsfreiheit und das erhöhte Risiko fortbestehenden Schmerzes durch Impingement an dem distalen Radius oder der Ulna.⁴²

Andere Studien weisen darauf hin, daß das Skaphoid belassen werden sollte um dem Daumen mehr Stabilität zu verleihen¹⁴ und seiner Verschiebung nach proximal Vorschub zu leisten. Jedoch ist weder in unserem Klientel noch in anderen Untersuchungen je von einem solchen Fall berichtet worden.

Obwohl nicht festgestellt werden konnte, daß der distale Teil des Skaphoids in zu engem Kontakt mit dem Radius steht, klagten drei der vier Patienten, bei denen keine vollständige Entfernung des Skaphoids vorgenommen wurde (Fall eins, sieben und zwölf), über noch bestehende Schmerzen und eine unzureichende Griffstärke (45%, 29% und 57% im Vergleich zur Gegenhand). Einer dieser Patienten (Fall zwölf) wurde versteift, die beiden anderen (Fall eins und sieben) klagten über noch sehr eingeschränkte Bewegung im Handgelenk (18% bzw. 34% im Vergleich zur Gegenhand, vgl. auch Tab. 24).

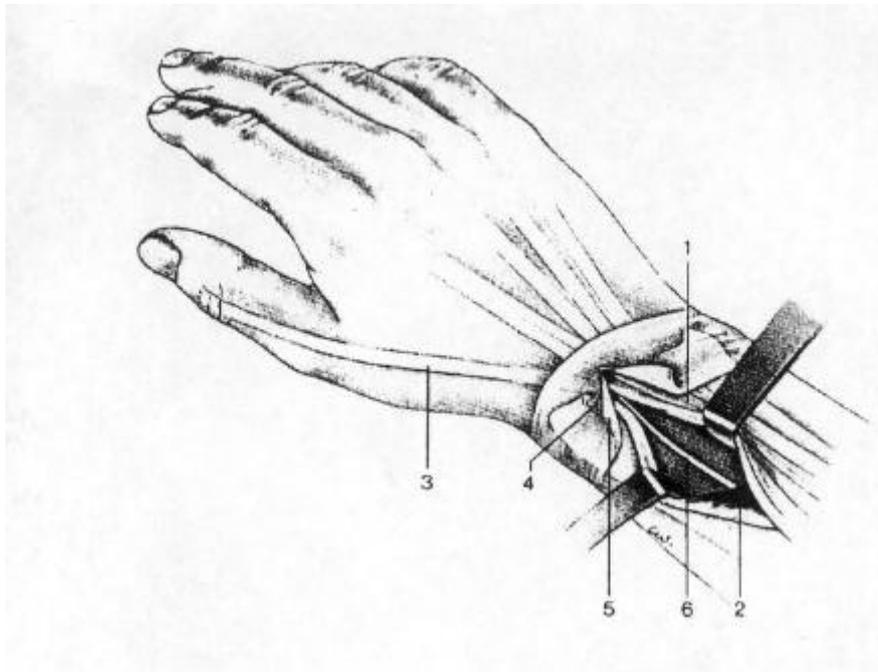
Resümierend sollte in jedem Falle das gesamte Skaphoid entfernt werden.

Tab. 24 Handgelenkbewegung mit / ohne Skaphoid

<i>Patienten</i>	<i>Radial / Ulnar</i>	<i>Flexion / Extension</i>
mit Skaphoid	Pat.#1: 5° / 7°	10° / 10°
	Pat.# 6: 18° / 25°	40° / 20°
	Pat.# 7: 10° / 15°	10° / 20°
	Mittelwert: 11° / 16°	20° / 17°
ohne Skaphoid Mittelwert:	17° / 30°	39° / 36°

4.5.3. Weitere operative Möglichkeiten

Wir empfehlen und führten auch bei allen Patienten aus palliativen Gründen eine Denervierung des N. interosseus posterior nach Wilhelm durch, da speziell der mittige Gelenksbereich durch diese Nerven sensibel innerviert wird.



- 1) Extensor-communis
Sehne
- 2) M. extensor pollicis
longus
- 3) Sehne des M. ext.
Poll. Longus
- 4) Lister-Tuberkulum
- 5) Retinaculum extens.
- 6) N. interosseus post.

Abb. 16, Dorsales Vorgehen bei der Handgelenkdenervation, Merle M.²³

Die Denervation am Handgelenk stellt eine rein palliative Lösung für chronisch schmerzhaftes Handgelenksyndrom dar. Sie verbessert die subjektive Situation des Patienten durch Verminderung des Schmerzes, ohne die Gründe hierfür zu therapieren, indem sie die sensiblen afferenten Äste durchtrennt, die das Handgelenk versorgen. In Anbetracht dieser begrenzten Möglichkeiten wird die Indikation nur dann gestellt, wenn keine andere kausale oder symptomatische Therapie möglich ist.²³ Der Eingriff besteht in der Durchtrennung von Nervenästen des radio- und mediokarpalen Gelenks. Mehrere Nerven sind bei der sensiblen Innervation des Handgelenks beteiligt. Sowohl der N. interosseus anterior als auch der N. interosseus posterior geben Äste für das Gelenk ab.

Bei der von uns durchgeführten partiellen Denervation beschränkt man sich auf die Resektion des N. interosseus posterior. Die Resektion dieses Nerven erfolgt meist nur in Verbindung mit anderen therapeutischen Verfahren. Sie wird systematisch bei allen Eingriffen am Handgelenk durchgeführt, welche einen dorsalen Zugangsweg beinhalten.

Üblicherweise besteht eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik durch Reduktion der Schmerzintensität. Die maximale Muskelkraft wird durch den Eingriff wenig oder nicht beeinträchtigt, und eine Verbesserung der Ausdauer bei repetitiven Bewegungen kann vermerkt werden.²³

Immobilisiert wurden die Patienten im Schnitt dreieinhalb Wochen, die einzelnen Zeiten lagen zwischen zwei und fünf Wochen. Bei Culp et al.⁸ wird von einer durchschnittlichen Immobilisationsdauer von vier Wochen berichtet. Seine Werte liegen zwischen zwei und sechs Wochen. Wie er, kommen auch wir zu dem Schluß, daß die postoperative Immobilisationsdauer das Endresultat nicht beeinflußt.

Insofern wäre wohl ein regelmäßiger Beginn von Bewegungsübungen nach einer ein- bis zweiwöchigen Immobilisationsdauer anzuraten, um die Beweglichkeit im Handgelenk sobald wie möglich zu fördern und trainieren und somit noch weiter zu verbessern.

Tab. 25 Auswirkung der Immobilisation auf outcome

<i>Fall #</i>	<i>Immobilisationsdauer (in Wochen)</i>	<i>Flex. / Ext. Rad. / Uln.</i>	<i>wrist score</i>
9	2	30° / 40° 20° / 25°	80
3	3	40° / 30° 20° / 25°	84
5	5	50° / 35° 12° / 31°	88

4.6. Schmerzempfindung

Die Schmerzreduktion wird u.a. hergestellt durch die Herausnahme der arthrosierten proximalen Reihe, und das somit neu entstandene, lockere Ersatzgelenk, das aus Os capitatum und Fossa lunata des Radius besteht. Alle Patienten werden zusätzlich denerviert (N. interosseus post.) nach Wilhelm. Da die alleinige Denervierung aber oftmals unbefriedigend ist³⁵, führen wir zusätzlich noch eine komplette Kapseleröffnung mit ausgedehnter Denervierung durch.

75% unserer Patienten waren vollkommen schmerzfrei, das entspricht in etwa auch einer anderen Studie⁸, bei der 82% der Patienten schmerzfrei waren. Die Schmerzfreiheit ist einer der Hauptgründe zur Verbesserung der Griffstärke und Bewegungsfreiheit der Hand.⁹ Fast alle dieser schmerzfreien Patienten (89%) waren demnach auch äußerst zufrieden mit dem Operationsergebnis.

Die Schmerzlokalisierung (s.o.) zeigte, daß vor allem im radialen Bereich in den ersten drei bis vier Monaten noch Schmerzen auftreten.

4.7. Beweglichkeit

Die Radialabduktion blieb, mit im Durchschnitt $15,5^\circ$ relativ eingeschränkt ($5-20^\circ$), während die ulnare Abduktion, mit durchschnittlich $25,8^\circ$ wieder sehr gut hergestellt wurde ($7-40^\circ$). Dies läßt sich primär an den unterschiedlich genutzten Gelenkflächen erklären. Die Radialabduktion findet ursprünglich zwischen der distalen und proximalen Reihe statt, während die Ulnarabduktion an beiden, der interkarpalen und der radiokarpalen Ebene, stattfindet. Somit läßt sie also auch noch nach der Operation mehr Bewegungsfreiheit zu.²⁷

Alle Patienten führten die Pronation / Supination vollständig, mit jeweils 90° durch. Dies war zu erwarten, da hierbei das distale Radioulnargelenk gefordert ist. Nur eine Patientin (Fall sieben) verspürte dabei leichte Schmerzen.

Insgesamt stellten wir einen durchschnittlichen radio-ulnaren Bewegungsbogen von $41,3^\circ$ fest, was 63% im Vergleich zur Gegenhand und 118% im Vergleich zum präoperativen Umfang entspricht.

Die für die radiale Einschränkung zu Grunde liegenden Faktoren sind unterschiedlich. Wie oben bereits erwähnt sind die unterschiedlich genutzten Gelenkflächen ein Grund. Ebenso ist sicherlich die inkongruente Gelenkfläche mit ausschlaggebend, wie auch das mögliche Impingement zwischen Proc. styloideus radii und dem Trapezium. Auch die nun, durch die Herausnahme der proximalen Reihe, relativ verlängerte Extensor pollicis longus-Sehne kann negative Auswirkung auf die Radialabduktion haben.

Tomaino et al.⁴³ beschrieb radiale Abduktion mit durchschnittlich 7° , ulnarseitige Abduktion mit 19° . Salomon & Eaton³⁴ beschrieben 13° bzw. 25° .

Bei der limitierten Handgelenkarthrodese erreichten die Patienten im Schnitt 9° bei der Radialabduktion, und 13° bei der Ulnarabduktion.⁴⁶

Diese Ergebnisse verdeutlichen unsere im Vergleich dazu sehr guten Ergebnisse. Diese resultieren u.a. durch unsere sehr kurzen Ruhigstellungszeiten.

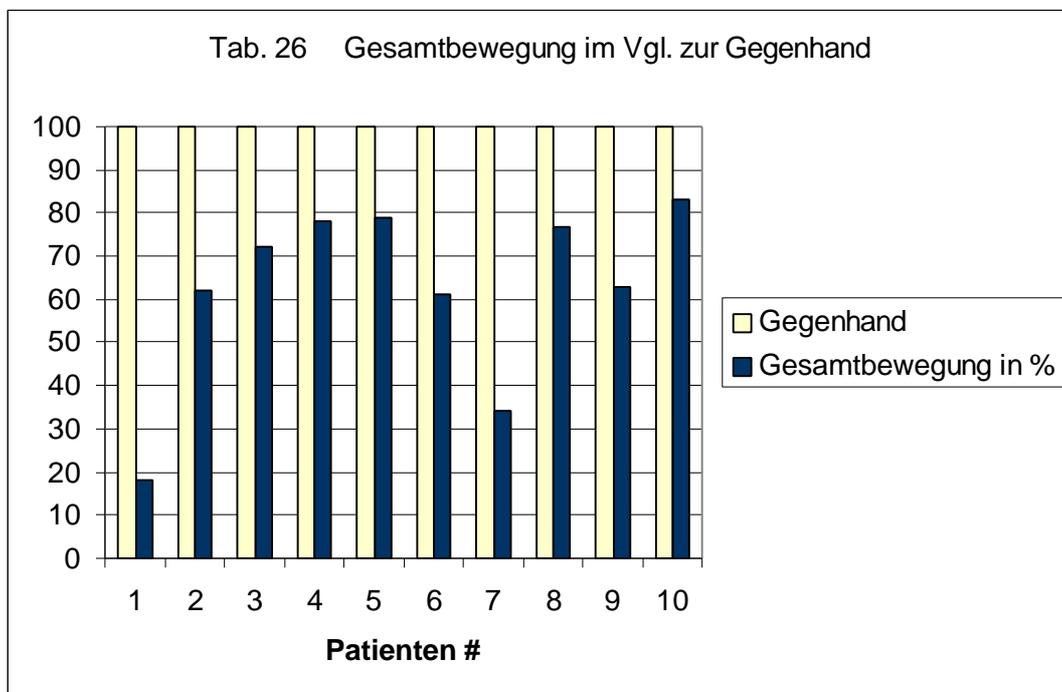
Wir stellten durch die PRC bei unseren Patienten eine Beweglichkeit von 10° bis 60° bei der Flexion (Mittel: $33,0^\circ$) und 10° bis 50° bei der Extension (Mittel: $30,5^\circ$) her. Das entspricht einem Bewegungsbogen von im Schnitt $63,5^\circ$ und 62% im Vergleich zur Gegenhand. Dieser Wert ist dem Ergebnis der radio-ulnaren Bewegungsfreiheit sehr ähnlich.

Tomaino et al.⁴³ erreichten hier Ergebnisse von durchschnittlich 37° bei der Flexion, und 40° bei der Extension, mit einem Bewegungsbogen von 77°.

In der selben Studie wurde bei den Patienten mit limitierter Handgelenkarthrodese postoperativ durchschnittlich 30° bei der Flexion und 22° bei der Extension erzielt, was einem Bewegungsbogen von 52° entspricht.

Die zum Teil eingeschränkte Bewegungsfreiheit läßt sich mit der, durch den dorsalen Zugang erzeugten, verhärteten hinteren Kapsel erklären. Es ist in der Literatur dokumentiert⁵⁰, daß auch bei anderen Operationen, mit Zugang über das dorsale Handgelenk, vor allem die Extension aus diesem Grund relativ eingeschränkt wurde.

Insgesamt erreichten wir im Schnitt eine Bewegungsfreiheit von 63% im Vergleich zur Gegenhand.



Min.: 18, Median: 68, Max.: 83, Stabw.: 21,15, Mittelwert: 63

Dieses Ergebnis von 63% liegt im Einklang mit den anderen Studien (Tomaino et al.: 64%), und ist sehr viel besser als veröffentlichte Werte für Bewegungsfreiheit bei anderen Operationsmethoden.⁵⁰ Bei limitierten Handgelenksarthrosen werden der Triple-Arthrodese 41% Bewegungsfreiheit gegenüber der Gegenhand attestiert⁴³, der Vierfach-Arthrodese 47%⁵⁰ (siehe Tab. 27). Diese Vergleichsergebnisse stammen aus zwei unterschiedlichen Studien.

Tab. 27 Postoperative Bewegungsbögen (Durchschnittswerte bei Grad und Prozent)

		Limitierte Handgelenk-Arthrosen		
		PRC (n=10)	Triple (n=9) Arthrodese	Vierfach (n=17) Arthrodese
Flexion – Extension		64°	52°	93°
Bereich		20 – 90°	30 – 75°	55 – 115°
% Gegenhand		63	41	47
Flexion	Grad	33	30	31
Bereich		10 – 60°	20 – 45°	15 – 50°
Extension	Grad	31	22	36
Bereich		10 – 50°	5 – 35°	15 – 55°
Radial	Grad	16	9	4
Bereich		5 – 20°	0 – 20°	0 – 15°
Ulnar	Grad	26	13	22
Bereich		7 – 40°	0 – 25°	10 – 35°

4.7.1. Vergleich zweier konkurrierender Verfahren aus der Literatur

Anhand des folgenden Literaturbeispiels verdeutlichen wir nochmals den Unterschied v.a. im Ergebnis zwischen PRC und Vierfach Arthrodese. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Vierfach Arthrodese eine alternative Operationsmöglichkeit zur PRC darstellt. Interkarpale Teilarthrosen werden zur Schmerz beseitigung und zur Verhinderung eines karpalen Kollapses bei primärer interkarpaler Arthrose, idiopathischen Knochennekrosen und ligamentärer Instabilität durchgeführt.

In dieser aussagekräftigen Studie von Wyrick⁵⁰ aus dem Jahre '95 wurden die Ergebnisse der durchgeführten PRC an elf „SLAC-wrist“-Patienten mit den Ergebnissen der Vierfach Arthrodese an 17 „SLAC-wrist“-Patienten verglichen.

Die postoperative Bewegungsfreiheit im Handgelenk betrug bei den PRC-Patienten 64% im Vergleich zur gesunden Hand, 47% bei den Vierfach Arthrodesen-Patienten.

Tab. 28 Vergleich der Bewegungsfreiheiten

<i>Bewegung</i>	<i>PRC</i>	<i>Vierfach Arthrodesen</i>
Extension	47°	36°
Flexion	38°	31°
Radioduktion	4°	4°
Ulnarabduktion	27°	22°
Bewegungsbogen	115°	93°

Die Kraft-Messung ergab bei den PRC-Patienten 94% gegenüber der gesunden Hand, nur 74% bei den Vierfach Arthrodesen-Patienten. Insgesamt wurde an allen elf PRC-Patienten ein erfolgreiches Endresultat erzielt. Es gab keinerlei Problematiken und keine weiteren Operationen, im Gegensatz zu nur zwölf erfolgreichen von 17 Resultaten bei der Vierfach Arthrodesen-Operation.

Diese postoperativen Vergleiche zeigen einen erheblichen Unterschied in den Folgen der Behandlungsart und folglich auch einen Vorteil für die PRC-Behandlungsmethode und ein unbefriedigendes Ergebnis der Vierfach Arthrodesen.

Tab. 29 Ergebnisse

<i>Gruppe</i>	<i>Ausgezeichnet</i>	<i>Gut</i>	<i>Befriedigend</i>	<i>Schlecht</i>
PRC (n=11)	10	1	0	0
Vierfach Arthrodesen (n=17)	4	8	0	5

Obwohl die Wiederherstellung von Kraft und Bewegungsfreiheit für die Patienten akzeptabel war, waren die fortdauernden Schmerzen der Grund für die fünf (=30%) fehlgeschlagenen Arthrodesen-Operationen. Grund dafür waren technische Probleme, die bei allen fünf Patienten zur totalen Handgelenksversteifung führten.

Die Studie kommt zu dem Schluss, daß, wie uns bereits bekannt ist, ohne stark degenerative Veränderungen des distalen Radius und des Capitatum Kopfes, die PRC die Operation der Wahl ist. Die Vierfach Arthrodesen ist reserviert für Handgelenke mit fortgeschrittener capitulärer Arthritis, wobei später noch eine totale Arthrodesen indiziert sein kann.

4.8. Griffstärke

Bei der wieder hergestellten Griffstärke kamen wir, auch im Vergleich zur Literatur, zu sehr eindrucksvollen Resultaten. Etwa 30% unserer Patienten gewannen ihre normale Kraft⁴¹ wieder, was zu einem großen Teil auf die hergestellte Schmerzfreiheit zurückzuführen ist.⁹

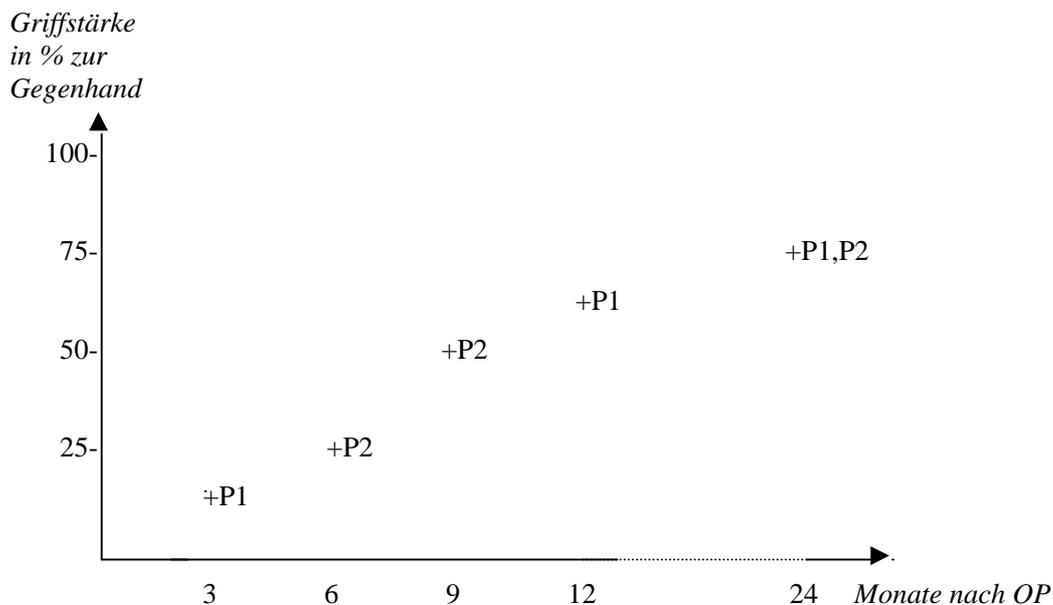
Unsere Patienten erreichten durchschnittlich 73% der Griffstärke der Gegenhand. Sie erstreckte sich von 29% bis 100%.

Bei den Studien zur PRC von Culp⁸ wurde vergleichsweise eine Griffstärke von 22% bis 67% im Vergleich zur Gegenhand erreicht, Tomaino et al.⁴³ beschrieb durchschnittlich 77%.

Diese Werte widersprechen früheren Studien, bei denen Patienten von subjektiver Schwäche sprachen²⁶ und sind im Einklang mit anderen Studien, in denen auch auf Grund guter, wieder errungener Griffstärke kein Wechsel der dominanten Hand beschrieben wurde.^{14,16}

Das Griffstärken-Maximum wurde nach circa zwölf Monaten Rehabilitationszeit erreicht (siehe Abb. 17), was zum einen ein Verdienst der schnell erreichten Schmerzfreiheit ist.⁹ Tomaino & Burton sprechen in ihrer Studie von 12 bis 18 Monaten⁴², andere ebenfalls von einem Jahr.^{14,26} Andererseits wird eine Anpassung der durch die Operation zunächst verlängerten Sehnen angenommen, die durch Schrumpfung einen Kraftaufbau bewirken.

Abb. 17 Griffstärkenverbesserung zweier Patienten in den ersten 12 Monaten



Diese Kurve wurde ermittelt durch zwei exemplarisch im Verlauf aktenkundig sehr gut dokumentierte Patienten. Bei den anderen Patienten sind leider keine dynamometrischen Verlaufsuntersuchungen vorhanden. Ihre subjektive Verlaufsbeschreibung war unseren Messungen jedoch sehr ähnlich.

4.9. Aktivitäten des täglichen Lebens

Eine Vielzahl von Patienten (60%) hatten keinerlei Probleme bei der Durchführung der Aktivitäten des täglichen Lebens und wurden mit der Höchstpunktzahl (25) bewertet. Insgesamt bewerteten 84% die Durchführung als „normal“, 8% als „leicht eingeschränkt“ und weitere 8% als „schwer“.

Diese sehr guten Ergebnisse zeigen, daß trotz zum Teil eingeschränkter Bewegungsfreiheit und Verminderung der Griffstärke, die Patienten mit dem Gesamtergebnis der PRC sehr zufrieden sind. Der tägliche Gebrauch der Hand ist fast uneingeschränkt möglich. Fast alle Ausführungen sind ohne große Probleme, Schmerzen oder Einschränkungen durchzuführen. Der Bewegungsbogen als auch die Kraft, die den Patienten wieder zur Verfügung steht, sind für den alltäglichen Gebrauch völlig ausreichend und zufriedenstellend.

4.10. Kriterien ohne Einfluß auf das Ergebnis

Bei sechs Patienten war die operierte Hand die Dominante, bei vier Patienten war es die Gegenhand. Ob nun die dominante oder die nicht-dominante Hand operiert wurde, hatte jedoch keine Auswirkungen auf die Immobilisationsdauer bzw. das Endergebnis (siehe Tab. 30). Dies gilt ebenso für das Geschlecht bzw. das Alter der Patienten. Auch eine frühere, an der selben Hand durchgeführte Operation beeinflusste das Endergebnis nicht. Wie oben bereits erwähnt gilt dies auch für die postoperative Immobilisation zwischen zwei und fünf Wochen und die Diagnose. Diese Faktoren wurden zum Teil auch in der Studie von Culp et al.⁸ als nicht beeinflussend angesehen.

Tab. 30 Zusammenhang verschiedener Faktoren auf das Ergebnis

<i>Fall #</i>	<i>Alter</i>	<i>Geschlecht</i>	<i>operierte Hand</i>	<i>Immobilisationsdauer</i> (in Wochen)	<i>Wrist Score</i> (max. 100)
1	44	m	dominante	3	56
2	57	m	dominante	3	73
3	28	m	nicht dominante	3	84
4	45	m	dominante	5	95
5	44	m	nicht dominante	5	88
6	27	m	dominante	5	89
7	48	w	dominante	3	45
8	63	w	dominante	3	93
9	60	w	nicht dominante	2	80
10	63	w	nicht dominante	3	96

4.11. „Wrist score“ und Feststellung

Der Mittelwert aller „wrist scores“ (n=10) ergab 80 Punkte, die einzelnen Ergebnisse lagen zwischen 45 und 96 Punkten. Culp et al.⁸ (n=17) ermittelte im Schnitt einen Wert von 66 Punkten, mit Einzelwerten zwischen 28 und 91 Punkten liegend.

Wir konnten feststellen, daß alle die Patienten, die die maximal zu erreichende Punktzahl bei der Durchführung der täglichen Aktivitäten erzielt hatten (60%), auch gleichzeitig absolut schmerzfrei waren.

Die Bewegungsfreiheit lag bei diesen Patienten durchschnittlich bei 73% im Vergleich zur Gegenhand (zwischen 61% und 83%) also um zehn Prozentpunkte höher als im Gesamtdurchschnitt.

Die Griffstärke betrug bei ihnen 82% (zwischen 56% und 100%) im Vergleich zur Gegenhand, also neun Prozent mehr als insgesamt gesehen.

Diese Patienten hatten auch alle mit 89 Punkten den durchschnittlich höchsten wrist score, also das beste Gesamtergebnis.

4.12. Problemfälle nach PRC

Bei zwei Patienten mußte nach ungefähr einem halben Jahr eine vollständige Handgelenksversteifung durchgeführt werden. Durch die gängige intensive Beübungen kam es zwar nach Durchführung der PRC zu einer guten Bewegungsfreiheit des Handgelenks, jedoch nicht zu einer für den Patienten akzeptablen Schmerzfreiheit. So konnte einer der beiden Patienten noch nicht in seinen Beruf zurückkehren, der andere Patient war bereits vor der Operation arbeitslos. Beide Patienten drängten sehr auf eine endgültige Versteifung des Handgelenks, um die Schmerzen zu reduzieren. Bei beiden Patienten betrug die Griffstärke nur ca. 50% im Vergleich zur Gegenhand.

Patient 12: stellte einen Antrag auf Berentung (20%), der jedoch abgelehnt wurde. Er klagte noch nach mehr als 14 Monaten nach der Versteifungs-Operation über schwere Schmerzen im Bereich des Handgelenks.

Bei diesem Patienten wurde das Skaphoid nicht vollständig entfernt. Wie oben bereits erwähnt favorisieren wir heute die Totalresektion des Skaphoids. Das Belassen des distalen Skaphoidpols kann wie oben beschrieben Impingement am distalen Radius verursachen. Das Os capitatum wurde bei dem Patienten intraoperativ nicht völlig in die Fossa lunata eingestellt. Wir stellten daraufhin bei ihm eine übermäßige Translokation des Os capitatum nach radial fest.

Die Symptombdauer betrug bei diesem Patienten dreieinhalb Jahre, also über der von uns oben beschriebenen kritischen Marke von drei Jahren.

Patient 11: mußte versteift werden und hatte eine sehr lange präoperative Symptombdauer von sechs Jahren. Bei ihm wurde postoperativ ebenfalls eine Subluxation des Os capitatum bei Flexionstellung nach radial festgestellt.

Beide Patienten wurden partiell denerviert nach Wilhelm (N. interosseus posterior) und bei beiden wurde der Proc. styloideus radii reseziert.

Intraoperativ traten keinerlei Probleme auf.

Immobilisiert wurden beide Patienten jeweils für drei Wochen.

Patient 7: mit Lunatummalazie Grad III. Hier stellte sich bis zur Nachuntersuchung eine nur unzureichende Schmerzlinderung (nach schweren Schmerzen) und Bewegungsfreiheit ein (34% zur Gegenhand), als auch ein weiter anhaltender Kraftverlust (29% zur Gegenhand). Die Aktivitäten im täglichen Leben wurden als schwer auszuführen beschrieben. Diese Patientin kehrte noch nicht an ihren Arbeitsplatz zurück.

Das relativ schlechte Ergebnis bei dieser Patientin läßt sich auf die zu lange präoperative Symptombdauer (fünf Jahre), das Belassen des distalen Skaphoids als auch auf die noch zu kurze follow-up Zeit (drei Monate), und die unzureichende Compliance im Bezug auf die postoperative Therapie zurückführen.

Die Patientin wurde teilweise denerviert und der Proc. styloideus radii reseziert. Intraoperativ traten keine Probleme auf, es folgte eine dreiwöchige Immobilisation.

Anhand der letzten Röntgenkontrolle stellten wir ein sehr gutes radiologisches Ergebnis fest.

Patient 1: mit relativ schlechtem Resultat beklagt immer noch eine sehr unzureichende Bewegungsfreiheit im Handgelenk (18% zur Gegenseite). Die Griffstärke ist ebenfalls noch nicht zufriedenstellend (45% zur Gegenhand). Die Schmerzen sind „sehr viel weniger als zuvor“, allerdings mit einem zeitweise auftretenden stechenden Schmerz im radialen Handgelenks-Bereich, vor allem in der Zone eins und zwei (vgl. Abb. 8). Die Aktivitäten im täglichen Leben kann der Patient leicht eingeschränkt bis normal durchführen.

Gründe für dieses unbefriedigende Ergebnis sind die sehr lange präoperative Symptombdauer (zehn Jahre) als auch die Entfernung des Skaphoids zu nur zwei Dritteln.

Zwischen Operation und Nachuntersuchung (follow up) lagen 24 Monate

Bei diesem Patienten lag eine Lunatummalazie dritten Grades vor. Das Handgelenk wurde vollständig denerviert, der Proc. styloideus radii reseziert und das Caputatum in die Fossa lunata eingestellt. Intraoperative Komplikationen traten nicht auf.

Insgesamt haben wir bei 67% unserer PRC-Patienten ein hervorragendes Endergebnis erzielt. Diese erreichten durchschnittlich einen wrist score von 87,3 Punkten.

Die beiden oben genannten Patienten (Fall eins und sieben; 16,5%) erreichten schlechte Ergebnisse mit 56 bzw. 45 Punkten, hinzu kommen die beiden Arthrodesen-Patienten (16,5%).

Aus der Literatur sind uns diesbezüglich ähnliche Ergebnisse bekannt. Es wird eine Komplikationsrate von 20% beschrieben^{14,16}, und eine auf die PRC folgende Arthrodesen mit einer Wahrscheinlichkeit von 29%.⁵

Somit liegt unser Gesamtergebnis in einem zufriedenstellenden Bereich, wobei man festhalten muß, daß der Wert von 87,3 Punkten, den die komplikationsfreien Patienten im Durchschnitt erreichten, im Vergleich zur Literatur hoch anzusehen ist.³⁴

4.13. Rückkehr in den Beruf

Die Rückkehr in das Arbeitsverhältnis ist ein wichtiges Maß einer jeden Handgelenksoperation. Die Literatur äußert sich hinsichtlich dieses Gesichtspunktes recht zurückhaltend. Dies liegt jedoch auch daran, daß es immer wieder auch Beweggründe gibt, nicht zum Arbeitsplatz zurückzukehren, die nicht einsehbar sind.⁴²

Als Hauptursachen sind jedoch, nach Aussage unserer Patienten als auch der Literatur⁴², der noch bestehende Schmerz, die unzureichende Griffstärke und Rehabilitationsdurchführung anzusehen.

Von unseren Patienten kehrten 92%, nach durchschnittlich vier Monaten in ihren Beruf zurück. Andere Studien, wie auch die von Tomaino, beschrieben eine ähnlich hohe Rückkehrtrate (85%), nach im Schnitt fünf Monaten.

Prinzipiell gilt für Handgelenk-Operationen, daß für die Rückkehr in den Beruf vor allem das Wiedererreichen einer adäquater Griffstärke entscheidend ist.⁴³

Auffällig ist, daß unsere Patienten hauptsächlich in handwerklichen Berufen tätig sind, bzw. sehr engagiert Handgelenk beanspruchende Sportarten wie zum Beispiel Kajakfahren ausübten (Fall neun).

Imbriglia zeigt in seiner Studie¹⁶, daß die Rückkehr zu schwerer Arbeit nach PRC ebenso erfolgreich ist wie nach Vierfach-Arthrodese und besser als nach vollständiger Handgelenk-Arthrodese. Er berichtet über 16 von 19 Schwerarbeitern, die nach PRC erfolgreich zu ihrem Arbeitsplatz zurückkehren konnten.

4.14. Zusammenfassung

Fünf der größten PRC-Studien^{14,16,20,26,34} demonstrieren, daß über 90% der Patienten nach der Entfernung der proximalen Handwurzelknochen sehr zufrieden mit dem erreichten Ergebnis sind.

Diese Studien bestätigen uns in unserer Aussage, daß die Operationsmethode der PRC eine hervorragende Schmerzreduktion erzielt, und das Erhalten einer funktionellen Bewegungsfreiheit und Griffstärke ermöglicht. Die Rehabilitationszeit ist stets kürzer als bei zum Beispiel der limitierten Arthrodeese. Außerdem ist das Ergebnis sicherer, da Durchbauungsprobleme wie bei der limitierten Arthrodeese ausbleiben.

Die Entfernung der proximalen Karpalreihe wandelt ein komplex verbundenes Gelenksystem in ein einfacheres, scharnierartiges um, indem es das radiocapitate Gelenk bildet. Das Resultat ist nicht physiologisch, und normale Handgelenk-Bewegungsumfänge sollten nicht erwartet werden.¹⁷ Imbriglia et al.¹⁶ zeigte jedoch, daß die Bewegung zwischen dem Capitatum und dem Radius sowohl in der Rotation als auch in der Translation möglich ist. Die Bewegungsuntersuchungen, die wir durchführten, bestätigten dies.

Zusammenfassend ergeben sich für die PRC hervorragende postoperative Ergebnisse:

- Die postoperative Behandlungsbedürftigkeit und Rehabilitationszeit liegt deutlich unter den Vergleichszeiten der alternativen Operationsverfahren (8-10 Wochen). Dies liegt maßgeblich an der nur teilweise bzw. sehr kurz erforderlichen postoperativen Ruhigstellung des Handgelenks.
- Die Schmerzreduktion ist sehr hoch.
- Die Beweglichkeit des Handgelenks ist erstaunlich gut.
- Die Op-Komplikationen sind deutlich geringer als bei konkurrierenden Verfahren (Triple, Vierfach-Arthrodeese)
- Im Bezug auf Arbeitsfähigkeit ist die PRC eine echte Alternative zur Dreifach- und Vierfach-Arthrodeese, selbst wenn das Handgelenk schweren Belastungen bei der Arbeit ausgesetzt wird.

Als Ergebnisse dieser Arbeit propagieren wir die besondere Beachtung folgender Punkte:

- Die vollständige Entfernung des Skaphoids und des Proc. styloideus radii um einem Impingement mit vermehrtem Schmerz und eingeschränkter Bewegung entgegenzuwirken.
- Die präoperative Symptombdauer sollte nicht länger als drei Jahre sein, um noch ein gutes Operationsergebnis zu erlangen. Dies belegt nochmals zur Verdeutlichung die unten dargestellte Tabelle.

Tab. 31 Auswirkung der Symptombdauer auf das Ergebnis

<i>Präoperative Symptombdauer (in Jahren)</i>	<i>Ergebnis (wrist score)</i>
10	56
6	Arthrodesen
5	45
3,5	Arthrodesen
3	95
3	80
1,5	93
1,5	84
1	96
1	73
0,5	88
0,5	89

- kritische Indikationsstellung bei Lunatummalazie °III mit ggf. präoperativer Arthroskopie zur Abklärung der Fossa lunata radii.

Die Studie kommt außerdem zu dem Schluss, daß die PRC als Operationsmethode in Deutschland bisher weitgehend unbeachtet ist. Im letzten Jahr gab es zu diesem Thema keine Veröffentlichung, dagegen fünf zu Teilarthrodesen.

Die Problematik des Prothesenbruchs oder der Prothesenlockerung wird vermieden. Für den Fall, daß ausgereifte Prothesen in der Zukunft entwickelt und angewandt werden, kann immer noch auf diese Methode zurückgegriffen werden. Sollte ein unbefriedigendes Ergebnis nach PRC vorliegen, kann als letzte Möglichkeit immer noch eine Arthrodeese durchgeführt werden.³¹

Zur Zeit liegen in der Literatur noch keine Langzeit-Studien zur PRC vor. Diese müssen mit Sicherheit noch durchgeführt werden, zumal sie in der amerikanischen Literatur ebenfalls nicht vorliegen. Die Diskussion über die optimale Operationsdurchführung der PRC wurde in der Arbeit geführt, ihr sollte aber durchaus noch weiter Aufmerksamkeit geschenkt werden.

5. ANHANG

5.1. Tabellen

Tab. 4 „Wrist Function Scale“ nach Culp et al.⁸

I. Schmerzen:

- (25) kein Schmerz
 (20) leichter Bewegungsschmerz (ohne Medikation)
 (15) mässig-bei gelegentl. Aktivität, etwas Medikation
 (10) mässig schwer-viel Schmerz, häufige Medikation
 (05) schwer-Dauerschmerz, deutlich reduz. Aktivität
 (0) Völlige Gebrauchslosigkeit

II. Bewegung: (Kalkulierter Anteil im Vergleich zur Gegenseite x 25)

Op Gegenseite Anteil (%)	Flexion		Extension		Radial		Ulnar	
	Flexion		Extension		Radial		Ulnar	

III. Griffstärke: (Kalkulierter Anteil im Vergleich zur Gegenseite x 25)

Gegenseite Nachuntersuchte H.	Anteil (%)	<input type="text"/>	x25 =	<input type="text"/>
----------------------------------	------------	----------------------	-------	----------------------

IV. Aktivitäten des täglichen Lebens:

(25 Pkt. Maximum)*

4 = Normal
3 = Leicht eingeschränkt
2 = Schwer
1 = Mit Hilfe
0 = Unmöglich

	Punkte
Werfen	
Ziehen	
Heben (5-7kg)	
Haare kämmen	
Aufstehen von Stuhl	
Anziehen	
Tür öffnen	
Pers. Hygiene	
Essen	
Fahren	

Summe:

$$\frac{\text{Summe}}{40 \times 25} = \text{[]}$$

GESAMMT HANDGELENKSSCORE : Punkte:

* Punktberechnung zu „Aktivitäten des täglichen Lebens“:

39, 40	entsprechen	25	19, 20	entsprechen	15	5	entsprechen	5
37, 38	“	24	17, 18	“	14	4	“	4
35, 36	“	23	15, 16	“	13	3	“	3
33, 34	“	22	13, 14	“	12	2	“	2
31, 32	“	21	11, 12	“	11	1	“	1
						0	“	0
29, 30	“	20	10	“	10			
27, 28	“	19	9	“	9			
25, 26	“	18	8	“	8			
23, 24	“	17	7	“	7			
21, 22	“	16	6	“	6			

5.2. Literaturnachweis

1. Alnot JY, Apredoaei C, Frot B.
Resection of the proximal row of the carpus.
Int Orthop 1997; 21(3):145-50.
2. Biyani A, Ebraheim NA, Lu J.
A modified dorsal approach to the wrist for arthrodesis of the non-rheumatoid wrist.
An anatomical study.
J Hand Surg 1996; 25(6):452,455-6.
3. Brase DW, Millender LH.
Failure of silicone rubber wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis.
J Hand Surg 1986; 11:175-83.
4. Chase RA.
Atlas of Hand Surgery – Volume 2.
W.B. Saunders Company 1984, p. 303.
5. Clendenin MB, Green DP.
Arthrodesis of the wrist: complications and their management.
J Hand Surg 1981; 6:253-7.
6. Cohen MS, Kozin SH.
Degenerative arthritis of the wrist: Proximal row carpectomy versus scaphoid excision
and four-corner arthrodesis.
J Hand Surg 2001; 26(1):94-104.
7. Cooney WP, Beckenbaugh RD, Linshield RL.
Total wrist arthroplasty: problems with implant failures.
Clin Orthop 1984; 187:121-8.

8. Culp RW, McGuigan FX, Turner MA.
Proximal row carpectomy: A multicenter study.
J Hand Surg 1993; 18A:19-25.
9. Czitrom AA, Lister GD.
Measurement of grip strength in the diagnosis of wrist pain.
J Hand Surg 1988; 9A:16-18.
10. Ekerot L, Jonsson K, Necking LE.
Wrist denervation and compression of the lunate in Kienböck's disease.
Scand J Plast Reconstr Surg 1986; 20:225-7.
11. Ferreres A, Suso S, Foucher G.
Wrist denervation. Surgical considerations.
J Hand Surg 1995; 20(6):769-72.
12. Giunta RE, Krapohl B, Krimmer H.
Morphological aspects of load bearing of the wrist joint after midcarpal partial arthrodesis.
Handchir Mikrochir Plast Chir 1999; 31(4):274-8
13. Graner O, Lopes El, Carvalho BC, Atlas S.
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 Joint Surg 1966; 48A:767-74.
14. Green DP.
Proximal row carpectomy.
Hand Clin 1987; 3:163-8.
15. Green DP, Hotchkiss RN.
Green's operative hand surgery.
4th edition 1998, p. 831, 883.

16. Imbriglia JE, Broudy AS, Hagberg WC, McKernan D.
Proximal row carpectomy: clinical evaluation.
J Hand Surg 1990; 15A:426-30.
17. Ishikawa J, Cooney WP, Niebur G, An K, Minami A.
The effects of wrist distraction on carpal kinematics.
J Hand Surg 1999; 24(1):113-20.
18. Kaarela OI, Raatikainen TK, Tornainen PJ.
Silicone replacement arthroplasty for Kienböck's disease.
J Hand Surg 1998; 23(6):735-40.
19. Krimmer H, Krapohl B, Sauerbier M, Hahn P.
Der posttraumatische karpale Kollaps (SLAC- und SNAC-wrist) – Stadieneinteilung und
therapeutische Möglichkeiten.
Handchir Mikrochir Plast Chir 1997; 228-233.
20. Lichtman DM, Allan CH, Joshi A.
Kienböck's disease: diagnosis and treatment.
J Am Acad Orthop Surg 2001; 9(2):128-36.
21. Luchetti R, Soragni O, Fairplay T.
Proximal row carpectomy through a palmar approach.
J Hand Surg 1998; 23(3):406-9.
22. Mater IB, Bankov SD.
Rehabilitation der Hand.
Georg Thieme Verlag 1982, S. 43, 44.
23. Merle M, Dautel G.
Handgelenkdenervation
Palliative Operationsverfahren und Therapie von Komplikationen.

24. Mikkelsen SS, Gelineck J.
Poor function after nonoperative treatment of Kienböck's disease.
Acta Orthop Scand 1987; 58:241-3.
25. Nakamura R, Horii E, Watanabe K, Nakao E, Kato H.
Proximal row carpectomy versus limited wrist arthrodesis for advanced Kienböck's disease.
J Hand Surg 1998; 23(6):741-5.
26. Neviasser RJ.
On resection of the proximal carpal row.
Clin Orthop 1986; 202:12-5.
27. Papachristou P, Simascou A.
Carpal Bones: their use in different motions.
J Hand Surg 1976; 13:173-177.
28. Ploeg RJ, Oosterhuis HJ.
Physical examination – measurement of muscle strength.
Ned Tijdschr Geneeskd 2001; 145(1):19-23.
29. Ramakrishna B, D'Netto DC, Sethu AU.
Long-term results of silicone rubber implants for Kienböck's disease.
J Bone Joint Surg 1982; 64B:361-3.
30. Rettig ME, Raskin KB.
Long-term assessment of proximal row carpectomy for cronical perilunate dislocations.
J Hand Surg 1999; 24(6):1231-6.
31. Richards RS, Roth JH.
Simultaneous Proximal Row Carpectomy and Radius to Distal Carpal Row Arthrodesis.
J Hand Surg 1994; 19A:728-732.

32. Roca J, Beltran JE, Fairen MF, Alvarez A.
Treatment of Kienböck's disease using a silicone rubber implant.
J Bone Joint Surg 1976; 58A:373-6.
33. Rock MG, Roth JH, Martin L.
Radial shortening osteotomy for treatment of Kienböck's disease.
J Hand Surg 1991; 16A:454-60.
34. Salomon GD, Eaton RG.
Proximal row carpectomy with partial capitate resection.
J Hand Surg 1996; 21(1):2-8.
35. Sauerbier M, Trankle M, Erdmann D.
Functional outcome with scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis in treatment of Kienböck's disease stage III.
Ann Plast Surg 2000; 44(6):618-625.
36. Siegel DB, Gelberman RH.
Radial Styloidectomy: an anatomical study with special reference to radiocarpal intracapsular ligamentous morphology.
J Hand Surg 1991; 16A:40-4.
37. Smith RJ, Atkinson RE, Jupiter JB.
Silicone synovitis of the wrist.
J Hand Surg 1985; 1:47-60.
38. Stamm TT.
Excision of the proximal row of the carpus.
Proc R Soc Med 1944; 38:74-5.
39. Steenwerckx A, De Smet L, Zachee B, Fabry G.
Proximal row carpectomy: an alternative to wrist fusion ?
Acta Orthop Belg 1997 Mar; 63(1):1-7.

40. Swanson AB, de Groot-Swanson G, Maupin BK.
Flexible implant arthroplasty of the radiocarpal joint: surgical technique and long term study.
Clin Orthop 1984; 187:94-106.
41. Thongren KG, Werner CO.
Normal grip strength.
Acta Orthop Scand 1979; 50: 255-9.
42. Tomaino MM, Burton RI.
Long term results following Proximal Row Carpectomy.
J Hand Surg 1994; 19A:694.
43. Tomaino MM, Miller RJ, Cole I, Burton RI.
Scapholunate advanced collapse wrist: proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision ?
J Hand Surg 1994; 19A:134-142,358-65.
44. Volz RG.
Total wrist arthroplasty: a clinical review.
Clin Orthop 1984; 187:112-20.
45. Watson KH, Ballet FL.
The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis.
J Hand Surg 1984; 9A:358-65.
46. Watson HK, Goodman ML, Johnston TR.
Limited wrist arthrodesis, II: intercarpal and radiocarpal combinations.
J Hand Surg 1981; 6: 223-33.
47. Watson HK, Pitts EC.
Scapholunate dissociation: treatment by triscaphe arthrodesis.
Tech Orthop 1992; 7:30-4.

48. Watson HK, Ryu J, DiBella A.

An approach to Kienböck's disease: triscaphe arthrodesis.

J Hand Surg 1985; 10A:179-87.

49. White GM, Clark GL, Elias LS.

Proximal row carpectomy for posttraumatic disorders of the wrist.

J Hand Surg 1988; 13A:310.

50. Wyrick JD, Stern PJ, Kiefhaber TR.

Motion-preserving Procedures in the treatment of Scapholunate Advanced Collapse Wrist:

Proximal Row Carpectomy versus Four-corner Arthrodesis.

J Hand Surg 1995; 20A:965-970.

7.3. Tabellarischer Lebenslauf

von Matthias Eppinger

13. Juni 1973 Geburt in Stuttgart als 2. Kind.
Eltern: Dr.med. Georg Eppinger und Marianne Eppinger (geb. Brisch)
- 1980-1984 Besuch der Grundschule Weissenburg.
- 1984-1991 Besuch des Werner-von-Siemens-Gymnasiums in Weissenburg.
- 1991-1992 Besuch der Franklin Community High School in Franklin, Indiana, USA, mit Abschluss des High School Diploma.
- 1992-1994 Besuch der Kollegstufe am Werner-von-Siemens-Gymnasiums mit Abschluss des Abiturs 1994.
- 1994-1996 Ableisten des Wehrdienstes und Ausbildung zum Offizier in der Deutsch-Französischen-Brigade, Immendingen.
- Okt. 1996 Beginn des Medizinstudiums an der Universität Leipzig.
- Aug. 1998 Bestehen der Ärztlichen Vorprüfung.
- Aug. 1999 Bestehen des ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung.
- 1999-2000 ERASMUS/SOKRATES-Stipendium für das 4.Studienjahr an der Universita degli studi - L'Aquila, Italien.
- Aug. 2001 Bestehen des zweiten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung.
- 2001-2002 Wechsel an die LMU München zum Praktischen Jahr in der Schweiz, Italien und München.

8

5

7,

10,11

.29,33,

7

16

19

19

19

19

8

15

14

8

8

16

8

8

8

14

8

8

16

14

8

8

9

9

8

14,16

8

8

14,16

16

16

8