

3 Ergebnisse

Zwischen August 1994 und April 2004 mussten 33 der 43 Handgelenksprothesen, die zwischen April 1994 und Juli 1998 implantiert worden waren, aufgrund von Problemen explantiert werden (Abb. 5). 6 der ursprünglich 40 Patienten waren zum Zeitpunkt der Studie bereits verstorben und 4 Patienten mit unbekannter Anschrift verzogen, so dass bei diesen 10 Patienten keine Angaben über eine Explantation der Handgelenksprothese verfügbar waren. Jedoch bestand aufgrund der Dokumentation aus Voruntersuchungen bezüglich des Verlaufs der Handgelenksprothese bei einem Teil der 10 Patienten die Indikation zur Prothesenexplantation.

Daher konnten von den 40 Patienten 30 Patienten mit insgesamt 33 explantierten Handgelenksprothesen an der Nachuntersuchung im Rahmen der Studie teilnehmen.

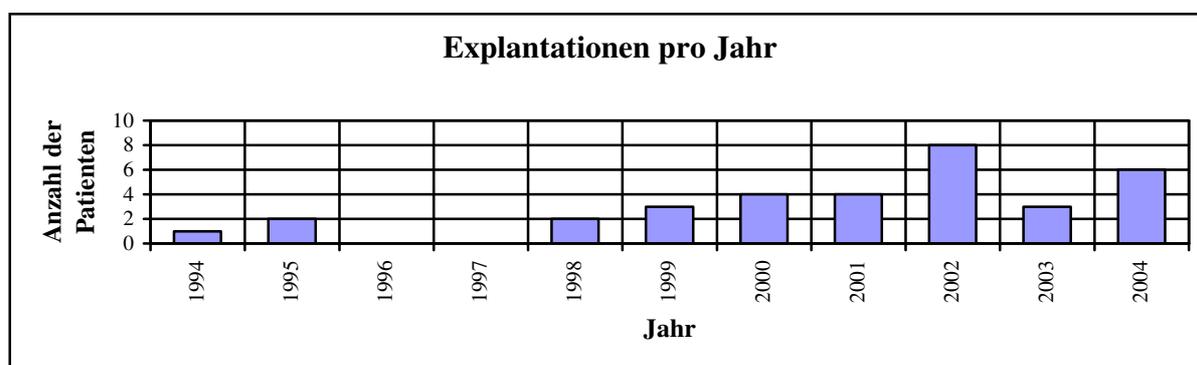


Abbildung 5: Anzahl der Explantationen der Handgelenksprothesen pro Jahr

3.1 Art der Revision nach der Explantation der Handgelenksprothese

In dieser Studie wurden die Daten von 33 der ursprünglich 43 Handgelenken ausgewertet. Die Auswertung umfasste 27 Handgelenke mit Explantation der Handgelenksprothese und 6 Handgelenke ohne Explantation der Handgelenksprothese (Abb. 6).

Von den 6 Handgelenken ohne Explantation der Prothese bestand nur bei einer Handgelenksprothese aufgrund von noch vorhandener guter Funktionsfähigkeit keine Indikation zur Explantation. Der Zustand der restlichen 5 Handgelenksprothesen erforderte eigentlich die Explantation, jedoch konnten die Handgelenksprothesen wegen des schlechten Gesundheitszustands der Patienten nicht explantiert werden.

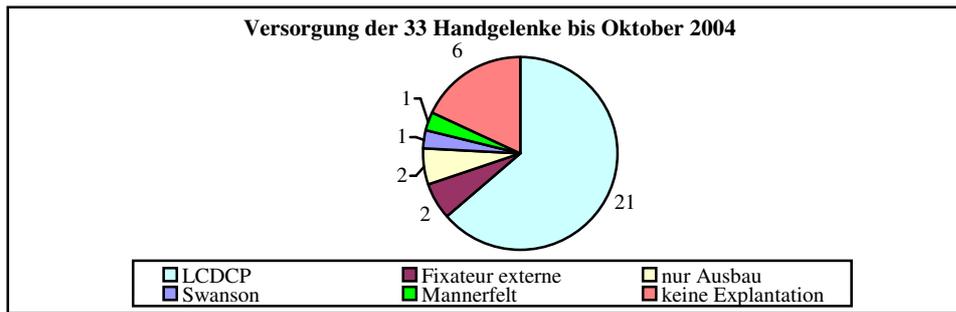


Abbildung 6: Versorgung der 33 Handgelenke bis Oktober 2004

Die Revisionen umfassten 21 Handgelenksarthrodesen in der Technik durch LCDC-Platten mit Beckenkamminterponat, 2 Explantationen der Handgelenksprothese ohne Arthrodese, 2 Arthrodesen mittels Fixateur externe, einen Einbau eines Swanson-Spacer und eine Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt (Abb. 7).

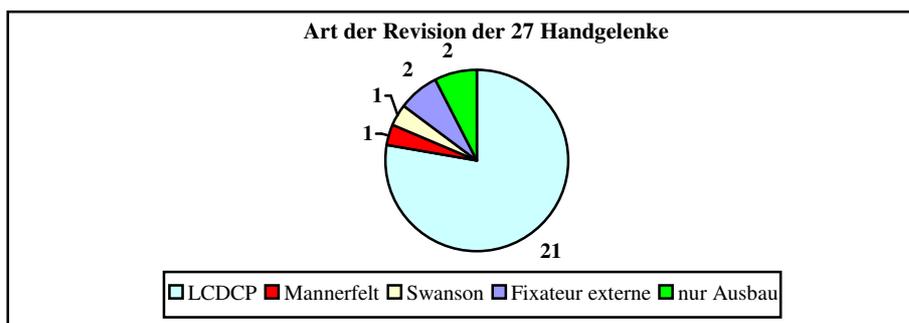


Abbildung 7: Art der Revision nach der Explantation von 27 Handgelenksprothesen

In 21 Fällen wurden die Handgelenke nach der Prothesenexplantation mit einer Arthrodese unter Transplantation eines kortikospongiösen Beckenkammblocks mit einer Plattenarthrodese (LCDC-Platte) operativ therapiert.

Bei 4 Patienten wurde aufgrund eines Infekts der Handgelenksprothese nach der Explantation der Handgelenksprothese die Revision nicht mit einer LCDC-Plattenarthrodese durchgeführt. Bei 2 dieser Patienten wurde nur die Explantation der Handgelenksprothese vorgenommen. Beide Handgelenke waren nach der Prothesenexplantation in den Nachuntersuchungen ausreichend stabil und schmerzarm, so dass eine Arthrodese des Handgelenks mittels LCDC-Platte oder eine Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt nicht erforderlich und von den Patienten auch nicht gewünscht wurde.

Bei den anderen 2 Patienten wurde die Arthrodese des Handgelenks mit einem Fixateur externe erreicht. Einer der beiden Patienten wies intraoperativ eine granulomatöse Gewebereaktion auf, wegen derer der Verdacht auf eine chronische Infektion des Handgelenks bestand. Daher wurde

gegen eine interne Fixation entschieden. Bei dem zweiten Patienten lag ebenfalls ein Infekt der Handgelenksprothese vor, so dass auch bei diesem die Arthrodesse des Handgelenks mit einem Fixateur externe erreicht wurde.

Bei einem Patienten wurde die Explantation der Handgelenksprothese in einem auswärtigen Krankenhaus vorgenommen. In der Revisionsoperation wurde dort ein Swanson-Spacer in das Handgelenk implantiert.

Bei einem Patienten wurde zur Arthrodesse des Handgelenks zunächst eine Drittelrohrplatte verwendet. Da sich in der Nachuntersuchung des Handgelenks eine proximale Lockerung der Platte zeigte, wurde eine Revisionsoperation erforderlich. In dieser Operation wurde das Handgelenk mit einem Rush-pin und 3 Staples als Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt versteift.

6 Handgelenksprothesen wurden bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Oktober 2004 nicht explantiert. Bei 5 Handgelenksprothesen war die Indikation zur Explantation der Handgelenksprothese zwar gegeben. Jedoch bestanden bei diesen Patienten schwere gesundheitliche Probleme, so dass eine Explantation der Handgelenksprothese nicht erfolgen konnte. Bei einem Handgelenk war der Sitz der APH-Prothese 6 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese noch unverändert gut, so dass keine Explantation der Handgelenksprothese erforderlich war.

3.1.1 Ergebnisse der 10 Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnten

Bei 10 Patienten, bei denen zwischen Juli 1994 und August 1998 eine APH-Prothese implantiert wurde, konnte keine Nachuntersuchung erfolgen. 6 Patienten waren verstorben und 4 Patienten mit unbekannter Anschrift verzogen.

Bei 7 Patienten dieser Gruppe war eine Explantation der Handgelenksprothese nicht bekannt. Anhand der Krankenakten der Patienten war es jedoch möglich, Informationen über den Zustand der Handgelenksprothesen zu sammeln. Die Funktionsfähigkeit der Prothesen, die Stabilität des Handgelenks und die Schmerzfreiheit der Patienten nahmen mit steigender Länge des postoperativen Intervalls ab. Aufgrund dieser Fakten wurde deutlich, dass die Indikation zur Prothesenexplantation bei diesen 7 Patienten gegeben gewesen wäre.

Bei 3 Patienten war vor deren Tod eine Explantation der Handgelenksprothese erfolgt. 2 Patienten erhielten nach der Prothesenexplantation eine LCDC-Plattenarthrodesse und

Beckenkamminterponat. Ein Patient erhielt in einem auswärtigen Krankenhaus nach der Explantation der Handgelenksprothese die Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt (Abb. 8).

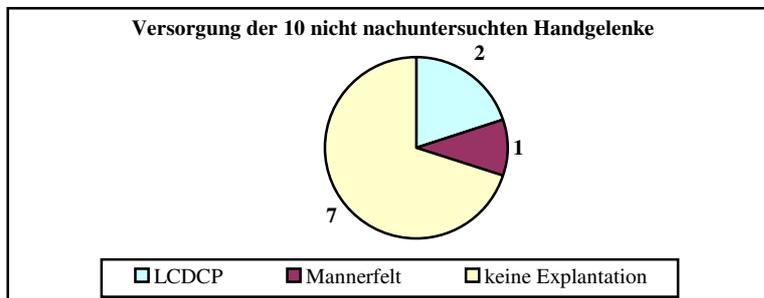


Abbildung 8: Art der Versorgung der nicht nachuntersuchten 10 Handgelenke

3.1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt wurden 43 Handgelenksprothesen bei 40 Patienten implantiert. Für die Nachuntersuchung standen 33 der ursprünglich 43 Handgelenke zur Verfügung.

10 Patienten konnten nicht nachuntersucht werden, da 6 Patienten verstorben und 4 Patienten mit unbekannter Anschrift verzogen waren. Von diesen 10 Patienten war bei 3 Handgelenken die Explantation der Handgelenksprothese erfolgt.

In der Gruppe der 33 Handgelenke, die nachuntersucht werden konnten, wurden 27 von 33 Handgelenksprothesen aufgrund von Problemen explantiert. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war die Explantation der Handgelenksprothese bei 20 von 33 Handgelenken bereits erfolgt.

In 13 Handgelenken von ursprünglich 43 Handgelenken war die APH-Prothese zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch implantiert. Bei 12 dieser 13 Handgelenke bestanden Probleme aufgrund der Handgelenksprothese, wie z.B. Schmerz und Instabilität des Handgelenks durch die Prothese. Mit 7 Patienten wurden daher Termine für die Explantation der Handgelenksprothese und die Revisionsoperation vereinbart.

5 Patienten hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schwere gesundheitliche Probleme, so dass bei ihnen keine Explantation der Handgelenksprothese vorgenommen werden konnte.

Bei einem Handgelenk waren die Position und die Funktion der Handgelenksprothese 6 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese noch einwandfrei, so dass hier keine Indikation zur Explantation der Handgelenksprothese bestand.

Insgesamt wurden bis zum Oktober 2004 30 von ursprünglich 43 Handgelenksprothesen explantiert. 5 von 43 Handgelenksprothesen konnten aufgrund von gesundheitlichen Problemen der Patienten nicht explantiert werden, obwohl die Indikation zum Ausbau der Handgelenksprothese bestand. 7 Patienten, bei denen keine Explantation der Handgelenksprothese bekannt ist, konnten nicht nachuntersucht werden. Nur bei einer von 43 Handgelenksprothesen bestand 6 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese keine Indikation zur Explantation.

Von 35 der ursprünglich 43 Handgelenksprothesen ist bekannt, dass sie sich nicht bewährt haben und fehlgeschlagen sind, dies entspricht einer Versagerquote von 81%. Bei den 7 Handgelenksprothesen, die nicht nachuntersucht werden konnten, bestand nach den Informationen aus den Krankenakten auch die Indikation zur Prothesenexplantation.

Somit beträgt die Versagerquote mit 42 fehlgeschlagenen von 43 Handgelenksprothesen 98% nach 7 Jahren.

3.2 Zeitintervalle

Der Zeitraum zwischen der Implantation der Handgelenksprothese und der Explantation der Handgelenksprothese aufgrund von Problemen betrug im Durchschnitt 4,5 Jahre (2 Monate bis 111 Monate) (Abb. 9). Das bedeutet, dass die Zeit, in der die Prothese keine Probleme verursachte, weniger als 4,5 Jahre betrug.

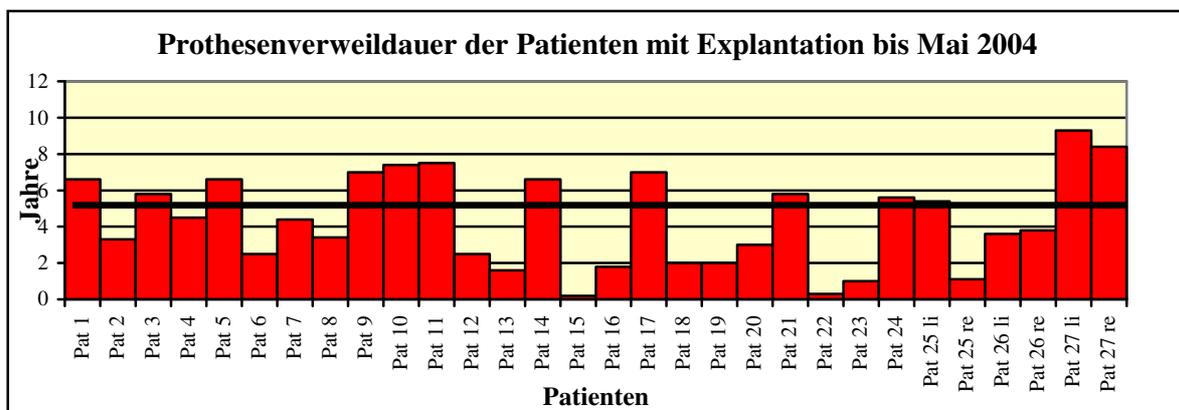


Abbildung 9: Prothesenverweildauer der Patienten mit Explantation der Handgelenksprothese bis Mai 2004

Bei den 5 Patienten, bei denen aufgrund von schweren gesundheitlichen Problemen bis zum Oktober 2004 keine Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt werden konnte, war die APH-Prothese seit durchschnittlich 7,5 Jahren im Handgelenk implantiert (Abb. 10). Die Indikation zur Explantation der Handgelenksprothese bestand zwar bei diesen 5 Patienten, jedoch konnte der Eingriff aufgrund anderer schwerer gesundheitlicher Probleme dieser Patienten nicht durchgeführt werden.

Bei einem einzigen Handgelenk war nach einer Standzeit der Prothese von 7 Jahren keine Indikation zur Explantation der Prothese gegeben (Abb. 10).

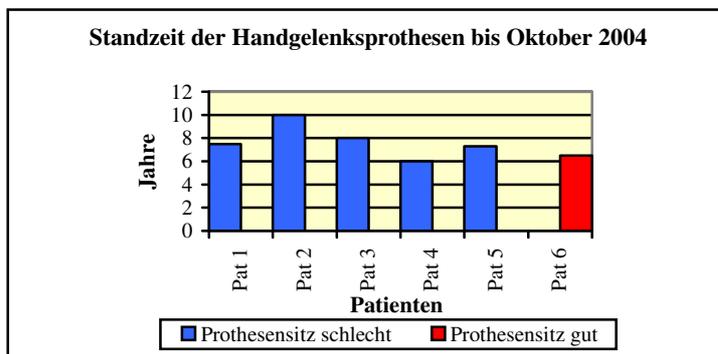


Abbildung 10: Standzeit der Handgelenksprothesen in der Gruppe der 6 Patienten ohne Prothesenexplantation bis Oktober 2004

Das Zeitintervall zwischen der Explantation der Handgelenksprothese und der letzten Nachuntersuchung betrug im Durchschnitt 4,4 Jahre (2 bis 115 Monate). Da schon bei der Implantationsoperation und vor der Explantation der Handgelenksprothese verschiedene Komplikationen auftraten und Revisionen notwendig wurden, erfolgte anhand der Krankenakten, der Röntgenbilder und der Anamneseerhebungen der Patienten eine weitere Aufgliederung der Zeiträume.

3.2.1 Implantation der Handgelenksprothese und postoperatives Intervall

Schon während der Implantation der APH-Prothese wurden wegen zusätzlich aufgetretener Komplikationen bezüglich des Handgelenks weitere Operationsmaßnahmen erforderlich. Bei insgesamt 6 der 43 Handgelenke (14%) waren mit der Implantation der Handgelenksprothese weitere rekonstruktive Eingriffe verbunden. 3 Patienten benötigten zur Rekonstruktion der rupturierten Strecksehnen eine Transposition der Sehne des M. flexor digitorum superficialis, da

bei ihnen die Strecksehnen des 2.-5. Fingers rupturiert waren. Bei dieser Operation wurde die oberflächliche Beugesehne des 3. oder 4. Fingers auf die Sehnen des M. extensor digitorum communis transponiert.

Bei 2 Patienten wurde die Strecksehnenrekonstruktion durch ein freies Palmaris-longus-Interponat vorgenommen. Bei beiden Patienten lag eine Strecksehnenruptur im 4. Strecksehnenfach vor, welche den 3. und den 4. Finger betraf.

Ein Patient erhielt bei der Implantation der Prothese eine M.-extensor-carpi-radialis-brevis-Plastik, da bei ihm eine komplette Ruptur der Sehnen des M. extensor digitorum communis vorlag.

Postoperativ nach der Implantation der Handgelenksprothese traten bei 8 von 40 Patienten (19%) Wundheilungsstörungen auf, die zum Teil operativ behandelt werden mussten. So erhielt ein Patient einen Monat nach der Implantation der Handgelenksprothese zur Deckung eines Weichteildefektes im Wundbereich eine Interosseuslappenplastik. Bei einem anderen Patienten wurden einen Monat nach der Prothesenimplantation die operative Nekrosenabtragung und eine Deckung mit Spalthaut erforderlich.

Bei einem anderen Patienten wurden eine Nekrektomie und Rotationslappenplastik durchgeführt, wonach erneut ein dorsaler Hautdefekt entstand. Bei Entlassung des Patienten imponierte der Defekt als kreisförmige, ca. 2cm große Läsion mit frei liegender Sehne ohne Anhalt für Infekt. Bei diesem Patienten waren nach der Revisionsoperation keine aktive Streckung der Finger und des Handgelenks möglich. Die Extension und die Flexion waren nur passiv durchführbar. Im Verlauf wurde bei diesem Patient eine erneute Hautdeckung nötig.

Bei einem Patienten wurde wegen einer oberflächlichen Wunddehiszenz eine Wundrevision mit einer Sekundärnaht erforderlich. Bei einem Patienten wurde wegen einer Wunddehiszenz ein Weichteildébridement mit einer Sekundärnaht durchgeführt.

Aufgrund von Hämatombildung mit Wundheilungsstörungen erfolgte bei einem Patienten die operative Hämatomausräumung. Als weitere postoperative Komplikationen traten bei einem Patienten eine schmale Wundrandnekrose und bei einem Patienten eine leicht verzögerte Wundheilung auf, ohne dass operative Maßnahmen notwendig waren.

Im Anschluss an die Implantation der Handgelenksprothese benötigten alle 40 Patienten mit 43 Handgelenksprothesen (100%) intensive Behandlungsmaßnahmen wie Lymphdrainagebehandlungen und eine besondere Lagerung des operierten Armes sowie eine medikamentöse Schmerztherapie und die Therapie mit NSAR.

3.2.2 Komplikationen innerhalb der ersten 6 Monate postoperativ

In dem Zeitraum unmittelbar nach der Implantation der Handgelenksprothese bis 6 Monate postoperativ traten bei 12 von 43 Handgelenken (28%) Komplikationen auf, die operativ behandelt werden mussten.

Dazu zählte eine postoperative kontrakte Subluxationsstellung der Handgelenksprothese nach ulnar, die 4 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese die Prothesenexplantation und eine Revision mit LCDC-Plattenarthrodese und Beckenkamminterponat erforderlich machte. Die Subluxation beschreibt hier die unvollständige Verrenkung der Gelenkpartner, wobei die Gelenkflächen der Prothesenkomponenten zum Teil in Berührung bleiben [72, 134].

Ein Patient erhielt wegen einer starken Weichteilschwellung nach der Implantation der Handgelenksprothese und der Entwicklung eines Kompartment-Syndroms einen Monat nach der Prothesenimplantation eine Weichteilentlastung mit Faszienpaltung. Seither bestanden bei ihm Sensibilitätsstörungen im 2. und 3. Finger.

Ein Patient, der nach der Implantation der Handgelenksprothese bereits eine Weichteildeckung mit Spalthaut benötigt hatte, musste 2 Monate nach der Prothesenimplantation erneut operiert werden. Die Wunde war aufgeplatzt und ulnarseitig zeigte sich eine große Wunddehiszenz, wodurch die Strecksehnen frei lagen. Die Therapie bestand in einer Explantation der Handgelenksprothese und der Versorgung des Handgelenks mit einem Fixateur externe bei Infekt.

3 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese trat bei einem Patienten eine Subluxation der karpalen Komponente nach ulnar mit chronisch schmerzhafter Funktionseinschränkung der Hand sowie mit deutlicher Ulnarduktion und Kontraktur auf. Die Extension im Handgelenk war auf 30° begrenzt, die Flexion auf 10° und die Supination war endgradig eingeschränkt. In einer Revision erfolgte die operative Reposition der karpalen Komponente.

Bei 2 Patienten entstand eine dorsale Instabilität des Kapselbandapparates mit Prothesenluxation. Dies zeigte sich klinisch bei einem der beiden Patienten in einer Verschlechterung der Fingerbeweglichkeit. Zudem war die aktive Streckung im Handgelenk nicht mehr möglich. Der andere Patient konnte im Bereich des Handgelenks eine Ulnarduktion von ca. 40° ausführen, die Radialduktion war kaum noch möglich. Die Extension und die Flexion waren auf 20° und 10°

begrenzt, der Faustschluss war nicht mehr komplett durchführbar. Bei diesen beiden Patienten wurden eine operative Weichteilstabilisierung und Kapseldopplung erforderlich.

Nach Gschwend kann die Weichteilstabilisierung des Karpus durch verschiedene Techniken erfolgen, z.B. durch eine Naht der Gelenkkapsel unter Spannung, durch eine Fixation der dorsalen Kapsel am Tuberculum dorsale radii, durch eine Raffung der Gelenkkapsel unter Ankerfixation am Radius oder durch die Transposition des Retinaculum extensorum [61, 76]. Nach Thirupathi et al. wird durch die Transposition des Retinaculum extensorum unter die Strecksehnen die Palmarflexion auf 30-40° limitiert [175].

Bei 6 Patienten zeigte sich bereits innerhalb der ersten 6 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese eine deutliche Verschlechterung der Handgelenksbeweglichkeit. So waren bei einem Patienten auch 2 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese aufgrund fortbestehender Wundheilungsstörungen weder eine aktive Streckung noch ein Faustschluss durchführbar. Bei diesem Patienten wurde eine Wundrevision mit Sekundärnaht erforderlich.

Bei einem anderen Patienten kam es 2 Monate nach Implantation zu einer Abnahme der Fingerbeweglichkeit. Außerdem war die aktive Streckung im Handgelenk nicht mehr möglich.

5 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese konnte ein Patient die Hand zwar noch aktiv in die Neutralstellung bringen. In der Ruheposition driftete die operierte Hand aber in die Ulnarduktion. Die Extension und die Radialduktion waren auf jeweils 10° begrenzt und der Faustschluss nicht mehr komplett möglich.

Ein anderer Patient zeigte 5 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese die fixierte Ulnarduktion des Handgelenks. Außerdem gab er an, einen Druckschmerz im dorsalen und im palmarischen Bereich des Handgelenks und am distalen Ende der federnden Ulna zu haben. Die Extension war nicht möglich und die Radialduktion war auf 5° begrenzt.

Ein Patient, der wegen einer dorsalen Instabilität des Kapselbandapparates bereits operativ behandelt worden war, registrierte 2 Monate nach der Implantation eine Verschlechterung der Fingerbeweglichkeit, außerdem war die aktive Streckung im Handgelenk nicht mehr möglich.

3.2.3 Zusammenfassung der Komplikationen bei der Implantation der Handgelenksprothese bis 6 Monate postoperativ

Bei der Implantation der Handgelenksprothese traten aufgrund der rheumatischen Grunderkrankung der Patienten in 6 Fällen Sehnenrupturen auf.

Unmittelbar nach der Implantation der Handgelenksprothese traten bei 10 von 43 Handgelenken (23%) Komplikationen auf. Diese umfassten eine postoperative kontrakte Subluxationsstellung der Prothesenkomponenten und ein Kompartment-Syndrom. Bei 8 Handgelenken traten Wundheilungsstörungen auf. In diesem Rahmen wurden in 2 Fällen Lappenplastiken und in einem Fall die Deckung mit Spalthaut notwendig.

Innerhalb von 6 Monaten nach Implantation der Handgelenksprothese traten dann weitere Probleme auf. Diese waren in einem Fall die Subluxation der karpalen Komponente, bei 2 Patienten entwickelte sich eine dorsale Instabilität des Kapselbandapparates, bei 2 anderen Patienten kam es zu einer Ulnarduktion des Handgelenks und bei 5 Patienten zu einer deutlichen Verschlechterung der Handgelenksfunktion (Tab.1).

Tabelle 1: Komplikationen bei der Implantation der Handgelenksprothese bis 6 Monate postoperativ

Komplikationen	Bei Implantation der APH-Prothese bis 6 Monate postoperativ
Sehnenrupturen	6
Kompartment-Syndrom	1
Ausgeprägte Wundheilungsstörungen	8
Lappenplastiken	3
Subluxation der Prothese	2
Dorsale Instabilität des Kapselbandapparates	2
Ulnarduktion des Handgelenks	2
Verschlechterung der Handgelenksfunktion	5

3.2.4 Komplikationen 6 Monate bis 3 Jahre nach Implantation der APH-Prothese

In den folgenden Abschnitten wird von den Komplikationen berichtet, die einige Monate bis 7 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese auftraten. Da bei 10 der ursprünglich 43 Handgelenke keine Informationen über den langfristigen Verlauf der Prothese vorlagen, weil die Patienten in der Zwischenzeit verstorben oder mit unbekannter Anschrift verzogen waren, beziehen sich die folgenden Angaben nur auf die 33 Handgelenke, die zur Nachuntersuchung verfügbar waren.

Im Zeitraum von 6 Monaten bis 3 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese traten bei 27 von 33 Handgelenken (82%) Komplikationen auf, die eine Revision notwendig machten.

7 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese war bei einem Patienten die Beweglichkeit des Handgelenks für die Flexion und die Extension endgradig schmerzhaft. Die Ulnardeviation war auf 10° begrenzt. Zudem zeigte sich eine deutliche Ulnardeviation der Langfinger.

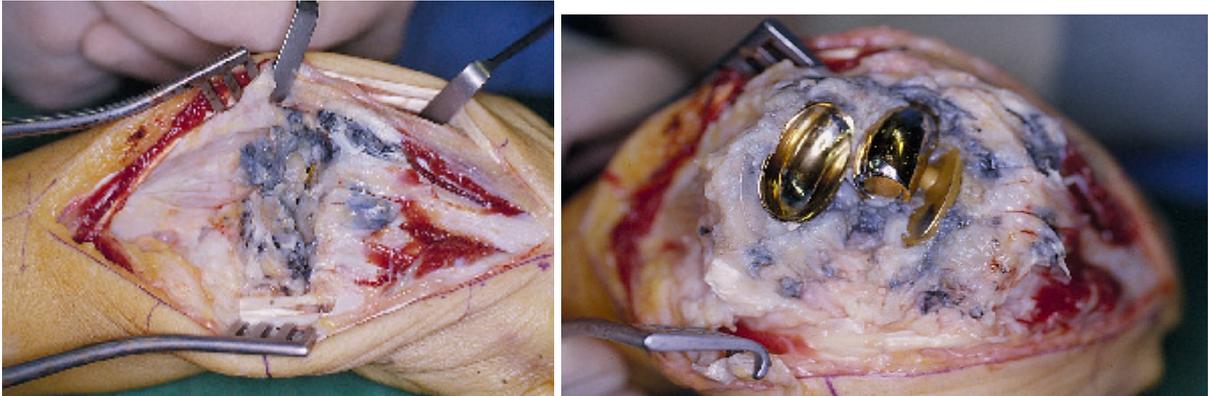
8 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese erhielt ein Patient aufgrund von Rupturen der Sehnen der Mm. extensores carpi radialis longus et brevis sowie des M. extensor pollicis longus eine Indicis-proprius-Plastik. Die Ursache für die Rupturen der Sehnen des 3. und 4. Strecksehnenfaches lag in einem Sehnenabrieb durch die Lockerung der karpalen Komponente nach dorsal und ulnar.

Bei einem anderen Patienten, der 3 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese bereits eine operative Reposition der karpalen Komponente benötigt hatte, traten ein Jahr nach dieser Revision eine deutliche Verschlechterung der Handgelenksbeweglichkeit und Schmerzen auf. Im Röntgenbild waren die Luxation der karpalen Komponente nach palmar und radial in den Interdigitalraum II/III sowie ein Sprengringbruch erkennbar.

Ein Patient entwickelte ein Jahr nach der Implantation der Handgelenksprothese Schmerzen im Handgelenk. Die Extension und die Flexion waren aufgehoben. Die Hand war in einer ulnaren Fehlstellung und in einer Flexion von 30° fixiert und die Fingerbeweglichkeit stark eingeschränkt. Im Röntgenbild zeigte sich eine Luxation der karpalen Komponente nach radial.

Ein anderer Patient wies 1 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese deutliche Funktionseinschränkungen auf. Der Spitzgriff und die Radialduktion waren nicht mehr möglich, der Faustschluss inkomplett und die Extension sowie die Flexion endgradig schmerzhaft eingeschränkt. Bei diesem Handgelenk war es zu einer ulnaren Fehlstellung der Hand

gekommen, dazu waren Dysästhesien dorsal über dem 2. und 3. Finger vorhanden. Der Patient gab an, nach der Implantation der Handgelenksprothese nie beschwerdefrei gewesen zu sein. Nun seien die Schmerzen stärker geworden. Bei der operativen Eröffnung des Handgelenks zeigte sich eine ausgeprägte Metallose (Abb. 11 & 12), so dass die Explantation der Handgelenksprothese und eine Revision mit einer LCDC-Plattenarthrodese und Beckenkamminterponat erfolgten.



Abbildungen 11 & 12: Metallose im Bereich des dorsalen Handgelenks

2 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese kam es bei einem Patienten zu einer aktiv fixierten Ulnardeviation der Hand von 45° , wobei die Neutralstellung passiv noch erreicht werden konnte und sich die Ulnardeviation aktiv auf 15° minimieren ließ. Die Extension war auf 5° und die Flexion auf 10° begrenzt. Im Röntgenbild zeigte sich eine dorsoulnare Luxation der karpalen Komponente mit Perforation der Kortikalis des Os metacarpale III nach dorsal (Abb. 13).



Abbildung 13: Perforation des Os metacarpale III nach dorsal durch die karpale Komponente

2 Jahre postoperativ entwickelte sich bei einem anderen Patienten eine aktiv fixierte Ulnarduktionsstellung des Handgelenks, die nur passiv weitgehend korrigierbar war. Zusätzlich trat eine Beugekontraktur in den PIP- und den DIP-Gelenken des 5. Fingers mit aufgehobener Abduktionsfähigkeit auf. Weiterhin kam es zu einer Kraftminderung im Flexorenbereich aller Finger sowie der intrinsischen Handmuskeln durch eine Läsion der Sehnen der Mm. digitorum profundus. Bei diesem Patienten führten Schmerzen und die Bewegungseinschränkung des Handgelenks bei der Luxation beider Prothesenteile zur Explantation der Handgelenksprothese.

Bei einem anderen Patienten zeigte sich 2 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese eine Ulnardeviation der Langfinger im Bereich der Metakarpophalangealgelenke II bis V. Darüber hinaus waren der Faustschluss inkomplett und die grobe Kraft auf ein Zehntel des postoperativ gemessenen Wertes abgesunken. Im weiteren Verlauf war die Radialduktion nicht mehr möglich. Im Röntgenbild zeigten sich eine Lockerung der distalen Komponente im Os metacarpale III sowie eine fixierte Ulnarduktionsstellung der Prothese von 20°. Diese Stellung der Prothese in Verbindung mit der Achsfehlstellung führte 5 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese zur Prothesenexplantation.

2 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese war bei einem Patienten nur noch der inkomplette Faustschluss möglich. Auf den Röntgenaufnahmen zeigte sich eine Luxation der karpalen Komponente nach dorsal und ulnar in den Interdigitalraum III/IV. Es erfolgten die Explantation der Handgelenksprothese und die Arthrodesen mit einer Drittelrohrplatte und Beckenkamminterponat. Bei diesem Patienten kam es jedoch zu einer Auslockerung der Platte und die knöchernen Fusion blieb aus (Abb. 14). Daher wurde ein Jahr nach der Explantation der Handgelenksprothese eine weitere Revisionsoperation notwendig, in welcher die Platte und die Schrauben entfernt und durch eine Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt ersetzt wurden.

Bei 2 weiteren Patienten traten 2 und 3 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese Schmerzen durch Lockerungen beider Prothesenkomponenten auf, welche im Röntgenbild erkennbar waren (Abb. 15).



Abbildung 14: Auslockerung der Drittelrohrplatte



Abbildung 15: Lockerungssaum um die distale Komponente sowie Fehlstellung und Lockerung der radialen Komponente

3.2.5 Zusammenfassung der Komplikationen 6 Monate bis 3 Jahre nach Implantation der Handgelenksprothese

Innerhalb des Zeitraumes von 6 Monaten bis 3 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese traten bei 27 von 33 Handgelenken (82%) verschiedene Komplikationen auf (Tab. 2).

Tabelle 2: Komplikationen durch die Handgelenksprothese im Zeitraum 6 Monate bis 3 Jahre nach Implantation der Handgelenksprothese

Komplikationen	6 Monate bis 3 Jahre nach Implantation der APH-Prothese
Sehnenrupturen	1
Lockerung der karpalen Komponente	1
Lockerung beider Komponenten	2
Luxation der karpalen Komponente	4
Luxation beider Komponenten	1
Sprengringbruch	1
Ulnardeviation des Handgelenks	6
Verschlechterung der Handgelenksfunktion	8
Ulnardeviation der Langfinger	2
Abnahme der Fingerbeweglichkeit	1

3.2.6 Komplikationen 3 Jahre bis 7 ½ Jahre nach Implantation der Handgelenksprothese

3 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese zeigte sich bei einem Patienten eine Verschlechterung der Beweglichkeit. Die Flexion im Handgelenk war nicht mehr möglich. Zudem war die Beweglichkeit der Finger reduziert, der Schürzen- und der Nackengriff waren nur mühsam durchführbar. Die Griffkraft war ohne Kraftentwicklung am Vigorimeter erheblich reduziert.

Ein Patient zeigte 3 Jahre und 10 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese eine ausgeprägte Bewegungseinschränkung der Finger mit Schwellung im Bereich des Handgelenks, der MCP- und der PIP-Gelenke II-V. Die Ursache hierfür waren eine Arthrosynovialitis im Bereich der MCP- und der PIP-Gelenke II-V sowie eine Tenosynovialitis im Bereich des dorsalen Handgelenks. Die Griffkraft war auf 0kp abgesunken und es lag ein Faustschlussdefizit vor. Auf den Röntgenaufnahmen zeigte sich eine Lockerung der karpalen Komponente im Os metacarpale III.

4 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese entwickelte sich bei einem Patienten eine fixierte Ulnarduktion des Handgelenks mit einer Fehlstellung der Finger. Der Faustschluss war eingeschränkt und die Kraft der Hand im Vergleich zum postoperativen Wert abgesunken.

Bei einem Patienten zeigte sich 4 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese ein Sprengringbruch mit einer Luxation der karpalen Komponente (Abb. 16). Daraus resultierte eine deutliche Ulnarduktion des Handgelenks mit einer Restbeweglichkeit im Handgelenk.



Abbildung 16: Sprengringbruch der APH-Prothese

7 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese traten bei einem Patienten starke Schmerzen und eine Bewegungseinschränkung der Finger auf. Die Ursache lag in Rupturen der Sehnen der *Mm. extensores pollicis longus et brevis* sowie des *M. abductor pollicis longus*. Auf Röntgenaufnahmen erkennbar hatte die radiale Komponente den Radius nach dorsal perforiert, während die karpale Komponente das Os metacarpale III nach palmar perforiert hatte. Als Therapie erfolgten die Explantation der Handgelenksprothese, eine Revisionsoperation mit einer LCDC-Plattenarthrodese und die Transposition des *M. extensor digiti indicis*.

3 Patienten hatten einen beidseitigen endoprothetischen Handgelenksersatz erhalten, auch bei ihnen traten nach der Implantation der Handgelenksprothese Komplikationen auf.

So zeigte sich bei dem ersten der 3 Patienten ein Jahr und 10 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese im Bereich des linken Handgelenks klinisch eine ulnare Fehlstellung der Hand gegenüber dem Unterarm von nahezu 90°. Dadurch war die Greiffunktion der Finger für

die Extension und die Flexion stark eingeschränkt. Im Röntgenbild war die Prothese zwar regelrecht im Knochen positioniert, aber die Komponenten waren luxiert. 2 Jahre und 10 Monate später war auf den Röntgenaufnahmen dann eine komplette Luxation der Gelenkpartner mit Entkoppelung beider Anteile zu erkennen. Die distale Komponente wich 60° nach dorsal und 90° nach ulnar ab (Abb. 17). Zusätzlich hatte der Patient Sensibilitätsstörungen im Bereich der Hand. Die Therapie bestand in der Explantation der Handgelenksprothese und einer Arthrodesse mittels eines Fixateur externe aufgrund eines Infekts.



Abbildung 17: Entkoppelung beider Prothesenkomponenten

Im Bereich der Handgelenksprothese der rechten Seite kam es 2 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese zu einer schmerzhaft fluktuierenden Weichteilschwellung proximal ulnar am Handgelenk. Die Ursache lag in einer Tenosynovialitis der Strecksehnen. Das Handgelenk war in einer Ulnarduktionsstellung von 25° fixiert. Im Röntgenbild war eine Lockerung der karpalen Komponente zu erkennen.

Bei dem zweiten Patienten mit beidseitigem alloarthroplastischem Handgelenksersatz traten 3 Jahre und 8 Monate nach der Implantation der Handgelenksprothese der linken Seite Funktionseinschränkungen auf. Die Radialduktion des Handgelenks war aufgrund starker Schmerzen nicht mehr möglich und die Ulnarduktion auf 25° limitiert. Zudem zeigte sich eine Ulnardeviation sämtlicher Langfinger. Die Fingerbeweglichkeit war reduziert, so konnte der Spitzgriff vom 4. und 5. Finger nicht mehr durchgeführt werden. Die Ursache hierfür lag in einer

Destruktion der MCP-Gelenke IV und V. Im Röntgenbild war eine Dislokation der karpalen Komponente erkennbar (Abb. 18), intraoperativ zeigte sich ein Materialbruch der Prothese.



Abbildung 18: Dislokation der karpalen Komponente nach dorsal bei Lockerung

Die Prothese des rechten Handgelenks führte 3 ½ Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese zu progredienten Schmerzen und zu einer deutlichen Ulnardeviation der Langfinger. Im Röntgenbild war die Lockerung der proximalen Komponente durch Einsinterung in den Radius sichtbar.

Der dritte Patient mit beidseitigem endoprothetischem Handgelenksersatz entwickelte 3 Jahre und 10 Monate nach der Prothesenimplantation in das linke Handgelenk eine deutliche ulnare Drift des Handgelenks und eine Verschlechterung der Handgelenksbeweglichkeit. So waren die Radialduktion und die Extension nicht mehr durchführbar. Der 5. Finger stand bei Faustschluss ab. Im Röntgenbild war eine ulnare Perforation der karpalen Komponente mit Zentrierung auf das Os metacarpale IV sichtbar (Abb. 19 & 20).



Abbildungen 19 & 20: Perforation und Luxation der karpalen Komponente nach ulnar in den Interdigitalraum III/IV

Zunächst erfolgte die Revision mit der Reposition der karpalen Komponente. 6 Monate nach der Revision der karpalen Komponente war das Handgelenk in einer Ulnarduktion von 20° fixiert, die sich auch passiv nicht mehr ausgleichen ließ. Auf Wunsch des Patienten wurde jedoch vorerst keine Prothesenexplantation und Arthrodese des linken Handgelenks durchgeführt. 4 Jahre nach Revision entwickelte der Patient dann jedoch erneut starke Schmerzen und Bewegungseinschränkungen im linken Handgelenk. Die karpale Komponente war wieder nach ulnar ausgelockert. Daher erfolgten die Explantation der Handgelenksprothese und eine Revisionsoperation mit einer LCDC-Plattenarthrodese und Beckenkamminterponat.

Die rechte Handgelenksprothese dieses Patienten führte 3 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese durch eine Lockerung der karpalen Komponente mit Migration nach ulnar zu Funktionseinschränkungen und Beschwerden.

3.2.7 Zusammenfassung der Komplikationen im Zeitraum 3 Jahre bis 7 1/2 Jahre nach Implantation der Handgelenksprothese

Insgesamt traten in dem Zeitintervall bis 7 1/2 Jahre nach der Implantation der Handgelenksprothese bei 32 von 33 Handgelenken (97%) Komplikationen auf (Tab. 3).

Tabelle 3: Komplikationen durch die Handgelenksprothese im Zeitraum 3 Jahre bis 7 ½ Jahre nach Implantation der Handgelenksprothese

Komplikationen	bis 7 ½ Jahre nach Implantation der APH-Prothese
Sehnenrupturen	1
Lockerung der karpalen Komponente	4
Luxation der karpalen Komponente	2
Perforation der karpalen Komponente	1
Perforation beider Komponenten	2
Sprengringbruch	2
Ulnarduktion des Handgelenks	4
Verschlechterung der Handgelenksfunktion	9
Ulnardeviation der Langfinger	7

3.2.8 Indikationen für die Explantation der Handgelenksprothese

Die Indikationen für die Explantation der 27 Handgelenksprothesen waren verschieden. Zum Teil traten bei einem Handgelenk mehrere der aufgeführten Komplikationen auf. Bei 8 Patienten war die Lockerung beider Prothesenteile der Grund zum Ausbau, bei einem Patienten war nur die radiale Komponente von der Lockerung betroffen. Die Luxation der karpalen Komponente führte in 10 Fällen zur Explantation. Bei 4 Patienten hatten beide Prothesenkomponenten den Radius und das Os metacarpale III perforiert.

Bei 2 Patienten war der Materialbruch mit einer Dislokation der Prothese der Grund für die Explantation der Handgelenksprothese. Ein Patient erhielt die Explantation der Handgelenksprothese aufgrund starker Funktionseinschränkung und Schmerzen. In 4 Fällen führte der Infekt der Handgelenksprothese zum Ausbau (Tab. 4).

Tabelle 4: Indikationen für die Explantation der Handgelenksprothese

Indikation für die Explantation der Handgelenksprothese	Anzahl der Komplikationen
Infekt	4
Lockerung der karpalen Komponente	4
Lockerung der radialen Komponente	1
Lockerung beider Komponenten	8
Luxation der karpalen Komponente	10
Luxation beider Komponenten	5
Perforation der karpalen Komponente	1
Perforation beider Komponenten	2
Materialbruch	2
Erhebliche Funktionseinschränkung	2
Verschlechterung der Handgelenksfunktion	10
Ulnardeviation der Langfinger	7

3.2.9 Komplikationen bei der Explantation der Handgelenksprothese bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Bei einem Patienten wurde während der Explantationsoperation der Handgelenksprothese ein ausgedehntes Wunddébridement vorgenommen, da eine schwere Infektion im Bereich der Hand vorlag. Es handelte sich um eine Handphlegmone mit Fistelbildung auf dem Handrücken, aus der sich reichlich Pus entleerte.

10 Patienten entwickelten postoperativ eine Nekrose auf dem Handrücken. In 4 Fällen war diese oberflächlich, in den anderen 6 Fällen handelte es sich um eine ausgeprägte Wundnekrose. In einem Fall wurde eine Verschiebelappenplastik notwendig.

Alle 30 Patienten mit 33 operierten Handgelenken bekamen eine Antibiotika-Prophylaxe, 4 von ihnen wiesen Anzeichen einer Infektion auf. Ein Patient zeigte postoperativ eine Wunddehiszenz und Seromentleerung aus der Narbenmitte.

3.3 Postoperative Immobilisation nach Explantation der Handgelenksprothese

In der Regel erforderten die Arthrodesen eine Ruhigstellungszeit von 6-8 Wochen. Dies galt sowohl für die Arthrodesen mittels LCDC-Platten als auch für die Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt. Daher erhielten die 21 Patienten, die nach der Explantation der Handgelenksprothese eine LCDC-Plattenarthrodese mit Beckenkamminterponat erhalten hatten, sowie der Patient mit der Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt postoperativ eine Ruhigstellung im Unterarmgips. Diese wurde im Durchschnitt nach 7 Wochen (3 bis 16 Wochen) entfernt. Wichtig war, dass durch die Schiene die Fingergelenksbewegung in den MP-, den PIP- und den DIP-Gelenken nicht eingeschränkt wurde, damit diese selbständig und durch den Ergotherapeuten unterstützt aktiv und passiv mobilisiert werden konnten.

Bei dem Patienten, der einen Swanson-Spacer erhalten hatte, wurde postoperativ sofort mit der Beübung durch den Ergotherapeuten begonnen und keine Schiene benötigt. Die 2 Patienten, die aufgrund eines Infekts des Handgelenks nur eine Explantation der Handgelenksprothese erhalten hatten, bekamen postoperativ eine Schiene, die der individuellen Situation entsprechend 4 bzw. 20 Wochen getragen wurde.

Die beiden Patienten, die aufgrund eines Infekts des Handgelenks einen Fixateur externe bekommen hatten, erhielten keine Schiene.

3.4 Nachuntersuchungszeiträume

3.4.1 Nachuntersuchung der Patienten mit Explantation der Handgelenksprothese bis September 2003 (Gruppe 1)

Die Nachuntersuchung der Patienten, bei denen eine Explantation der Handgelenksprothese bis zum September 2003 durchgeführt worden war, erfolgte im Durchschnitt 4,4 Jahre (2 Monate bis 9,6 Jahre) nach der Prothesenexplantation. Für diese Nachuntersuchung standen 20 Patienten mit 20 operierten Handgelenken zur Verfügung.

Bei 14 der 20 Handgelenke wurde die Arthrodesen mittels LCDC-Platte und Beckenkamminterponat durchgeführt. Bei 4 Handgelenken wurde aufgrund eines Infekts im Handgelenk nach der Prothesenexplantation in der Revisionsoperation keine Plattenarthrodese durchgeführt. Bei 2 dieser Handgelenke erfolgte nur die Explantation der APH-Prothese. Beide Handgelenke waren

im postoperativen Verlauf sowie in den Nachuntersuchungen weitgehend stabil und schmerzarm, so dass eine Arthrodesse des Handgelenks mittels LCDCP oder eine Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt von den Patienten nicht gewünscht wurde. Bei 2 anderen Patienten wurde die Arthrodesse des Handgelenks aufgrund eines schweren Infekts der Handgelenksprothese mit einem Fixateur externe erreicht.

Ein Handgelenk erhielt als Revisionsarthroplastik einen Swanson-Spacer und bei einem Handgelenk wurde eine Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt durchgeführt.

3.4.2 Nachuntersuchung der Patienten, bei denen keine Explantation der Handgelenksprothese erfolgen konnte (Gruppe 2)

Diese Gruppe umfasste die 6 Patienten, bei denen bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im April 2004 aus verschiedenen Gründen keine Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt worden war und auch bis zur letzten Nachuntersuchung im Oktober 2004 keine Prothesenexplantation erfolgt war. 5 Patienten hatten schwere gesundheitliche Probleme, so dass bei ihnen keine Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt werden konnte, obwohl die Indikation dazu bestand.

Bei einem Patienten waren die klinische Funktion, die Stabilität und die Position der Handgelenksprothese in den Knochen noch regelrecht, so dass bei dieser Prothese keine Indikation zur Prothesenexplantation gegeben war.

3.4.3 Nachuntersuchung der 7 Patienten, bei denen die Prothesenexplantation nach September 2003 erfolgte (Gruppe 3)

Die Untersuchung der 7 Patienten fand als Voruntersuchung vor der Explantation der Handgelenksprothese zwischen September 2003 und April 2004 statt. Diese Gruppe bildet den prospektiven Anteil (16%) der Studie. In der ersten Nachuntersuchung war die Handgelenksprothese bei den 7 Patienten noch im Gelenk implantiert. In dieser Nachuntersuchung zeigten sich jedoch klinische und radiologische Probleme durch die Handgelenksprothese, wie z.B. eine Instabilität und eine erhebliche Abnahme der Funktion des Handgelenks, eine Positionsänderung der Handgelenksprothese im Knochen und Schmerzen. Aufgrund der bestehenden Probleme wurden mit den Patienten Termine für die Explantation der Handgelenksprothese und die Arthrodesse des Handgelenks vereinbart. Bei den 7 Patienten wurden die Arthrodesen mit einer LCDC-Platte und Beckenkamminterponat durchgeführt.

Nach der Prothesenexplantation wurden die Patienten einen Monat und 6 Monate postoperativ nachuntersucht. Die letzte Nachuntersuchung erfolgte im Oktober 2004.

3.5 Röntgenbefunde der verschiedenen Gruppen

3.5.1 Röntgenbefunde der Gruppe 1

Insgesamt wurden in dieser Gruppe die Röntgenbilder von 20 operierten Handgelenken betrachtet. Diese umfassten 14 Handgelenke mit LCDC-Plattenarthrosen, 2 Handgelenke mit Fixateur externe, 2 Handgelenke, bei denen nur die Prothese explantiert worden war, sowie ein Handgelenk mit Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt und ein Handgelenk mit einem Swanson-Spacer.

Die Arthrosenstellung wurde bei 11 Handgelenken in einer Position von durchschnittlich $8,8^\circ$ Extension (0° bis 15°) fixiert, bei 3 Handgelenken wurde eine Position von ca. 8° Flexion (5° bis 10°) gewählt. Von den 2 Handgelenken, die mit einem Fixateur externe versorgt wurden, wurde das eine Handgelenk durch den Fixateur externe in 35° Ulnarduktion und 15° Flexion fixiert. Das andere Handgelenk wurde durch den Fixateur externe in 10° Radialduktion und 20° Extension fixiert. Bei 2 Patienten wurde nur die Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt (Abb. 21). Das eine Handgelenk hatte nach der Prothesenexplantation eine Stellung von ca. 10° Extension und das andere eine Position von ca. 0° Extension. Dabei waren diese Stellungen nicht fixiert, sondern die Handgelenke geringgradig beweglich.



Abbildung 21: Handgelenk nach Explantation der APH-Prothese

Das Handgelenk mit der Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt wurde in einer Position von 5° Radialduktion und 10° Extension fixiert.

19 Handgelenke wurden in einer Ulnarduktion von ca. 5° (0° bis 12°) und ein Handgelenk in einer Radialduktion von 10° fixiert (Abb. 22).

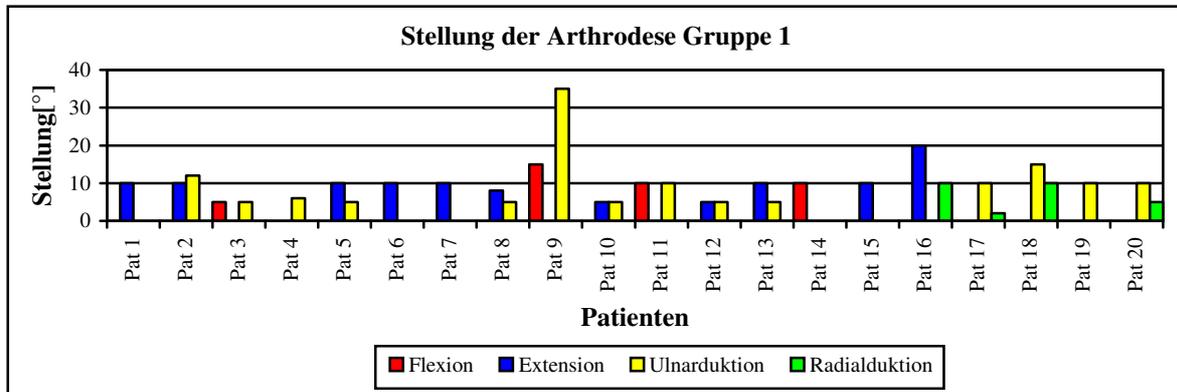


Abbildung 22: Stellung der Arthrodesis der Gruppe 1

Die 14 LCDDC-Platten waren regelrecht auf dem Radius und auf dem Os metacarpale III zentriert. Der Rush-pin der Arthrodesis in der Technik nach Mannerfelt war korrekt im 3. Metakarpalknochen und im Radiuschaft fixiert. Auf den Röntgenaufnahmen waren keine Anzeichen einer Instabilität erkennbar (Abb. 23 und 24).



Abbildungen 23 & 24: Positionen der LCDDCP in der p.a.- und in der Seitenaufnahme

Der Swanson-Spacer hingegen zeigte 3 ½ Jahre nach der Implantation des Spacers eine Positionsveränderung. Es war erkennbar, dass der Mittelteil des Silikons gebrochen war und nach ulnar einsank. Bei diesem Patienten kam es zu einem Verlust der karpalen Höhe (Abb. 25).



Abbildung 25: Swanson-Spacer im Handgelenk

Die 2 Handgelenke, die mit einem Fixateur externe versorgt wurden, sowie die 2 Handgelenke, bei denen nur eine Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt wurde, konnten mit dem Kriterium der korrekten oder veränderten Position der Arthrodesen oder Prothesen nicht bewertet werden.

Bei einem Patienten war an der LCDC-Platte ein Lockerungssaum um 2 Schraubengewinde erkennbar. Dieser Patient hatte eine schlechte Knochen- und Weichteilsituation. Trotzdem wurde bei diesem Handgelenk die knöcherne Fusion erreicht.

In keinem Fall waren Materialbruch oder Lysezonen in der Materialumgebung vorhanden.

Bei 15 Handgelenken war röntgenologisch eine verminderte Knochenmineralisation der Hand erkennbar.

Bei den 17 Handgelenken, die mit einer LCDC-Plattenarthrodesen, mit der Arthrodesen in der Technik nach Mannerfelt oder mit einem Fixateur externe operativ versteift wurden, war die knöcherne Konsolidierung vollständig erfolgt. Bei dem Handgelenk, bei dem ein Swanson-Spacer implantiert worden war, sowie bei den beiden Handgelenken, bei denen die Explantation der Handgelenksprothese ohne Stabilisierung erfolgt war, konnte das Kriterium der knöchernen Konsolidierung nicht bestimmt werden.

Die Wiederherstellung der karpalen Höhe auf Normwerte durch Beckenkamminterponat war in keinem Fall möglich, da durch die Explantation der Handgelenksprothese ein großer Knochendefekt vorlag. Dieser konnte auch durch das Einlegen von Knochensubstanz aus dem Becken nicht behoben werden.

So lag der karpale Höhenindex vor der Explantation der Handgelenksprothese bei durchschnittlich 0,36 (0,15 bis 0,61) und sank nach der Prothesenexplantation auf durchschnittlich 0,29 (0 bis 0,44). Dabei unterschieden sich die Werte in Abhängigkeit von der Art der Revision.

Die Handgelenke mit LCDC-Plattenarthrodese hatten einen karpalen Höhenindex von 0,3.

Die beiden Patienten, die einen Fixateur externe erhalten hatten, hatten einen karpalen Höhenindex von 0 und 0,24. Die Werte der Patienten, bei denen nur eine Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt worden war, lagen bei 0,35 und 0,26. Bei dem Patienten mit einem Swanson-Spacer betrug der karpale Höhenindex 0,36 und bei dem Patienten mit Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt 0,23.

3.5.2 Röntgenbefunde der Gruppe 2

5 der 6 Patienten erhielten bis zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung im Oktober 2004 keine Explantation der Handgelenksprothese, weil sie andere schwerwiegende gesundheitliche Probleme hatten. Bei einem Patienten war die APH-Prothese noch korrekt und ohne Anzeichen von Instabilität im Radius und im Os metacarpale III positioniert. Die Funktion der Handgelenksprothese und die Stabilität des Handgelenks waren zufriedenstellend, so dass bei diesem Handgelenk bisher keine Indikation zur Prothesenexplantation bestand (Abb. 26).



Abbildung 26: korrekte Position und gute Funktion der APH-Prothese

Eine Handgelenksprothese zeigte eine Positionsveränderung der karpalen Komponente um 40° gegenüber der radialen Komponente, jedoch ohne Anzeichen von Instabilität. 3 APH-Prothesen wiesen eine Positionsveränderung mit einer Funktionsminderung, einer Instabilität oder einem Bruch der Prothese auf. Auf den Röntgenbildern waren die Prothesen in einer Stellung von durchschnittlich 22° Ulnarduktion (0° bis 40°) im Knochen positioniert (Abb. 27). Keine der 6 APH-Prothesen zeigte eine Radialduktion.

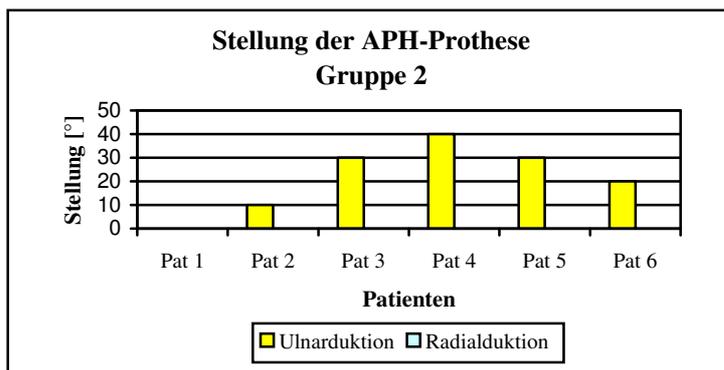


Abbildung 27: Stellung der APH-Prothesen in der Gruppe 2

Bei einer APH-Prothese war eine Gelenkspaltverschmälerung sichtbar.

Bezüglich des Materials zeigten sich in 5 Fällen Lockerungssäume um die Prothese. In 4 Fällen waren diese um beide Prothesenkomponenten sichtbar und in einem Fall nur um die karpale Komponente. Anzeichen einer Abnahme der Knochendichte waren in 5 von 6 Fällen erkennbar.

Der karpale Höhenindex lag in dieser Gruppe bei durchschnittlich 0,38 (0,25 bis 0,55).

3.5.3 Röntgenbefunde der Gruppe 3

Bei allen 7 Handgelenken wurde nach der Explantation der Handgelenksprothese eine Arthrodesis mit einer LCDC-Platte und Beckenkamminterponat durchgeführt. 5 Handgelenke wurden in einer Position von 9° Extension fixiert. Bei einem Handgelenk wurde die 0° -Stellung gewählt und bei einem anderen eine Position von 10° Flexion. Die Ulnarduktionsstellung betrug in 4 Fällen 0° und in 2 Fällen 10° . Bei einem Handgelenk wurde eine Radialduktion von 10° gewählt (Abb. 28).

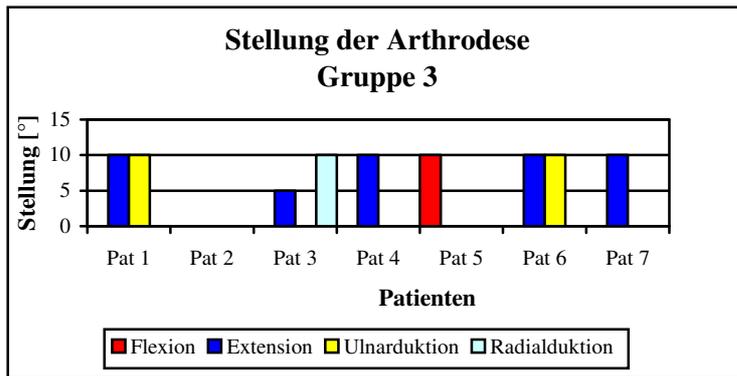


Abbildung 28: Stellung der Arthrodeese der Gruppe 3

In der ersten Nachuntersuchung einen Monat nach der Explantation der Handgelenksprothese war bei allen Plattenarthrosen der korrekte Sitz der LCDC-Platte ohne Anzeichen von Lockerung erkennbar. Lockerungssäume, Zysten oder Lysezonen in der Materialumgebung waren nicht sichtbar. In 4 von 7 Fällen zeigten sich Merkmale für eine verminderte Knochenmineralisation der Hand.

Zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung im Oktober 2004 war die knöchernen Konsolidierung vollständig erfolgt.

Der karpale Höhenindex dieser Gruppe stieg von durchschnittlich 0,36 (0,25 bis 0,45) vor der Explantation der Handgelenksprothese auf ca. 0,37 (0,27 bis 0,44) nach Prothesenausbau.

3.6 Subjektive Kriterien

In dieser Kategorie bewerteten die Patienten ihr Schmerzempfinden anhand der visuellen Analogskala, beantworteten den DASH-Fragebogen und gaben Auskunft über ihre postoperative Zufriedenheit und über das kosmetische Ergebnis.

3.6.1 Subjektive Ergebnisse der Gruppe 1

Die genannten Werte für die Schmerzempfindung in Ruhe, bei leichter Belastung und bei schwerer Belastung bezogen sich alle auf die Zeit nach der Explantation der APH-Prothese.

In der Gruppe der 14 Patienten mit LCDC-Plattenarthrose wurde der Ruheschmerz mit durchschnittlich 0,9 (0 bis 3) angegeben. Bei leichter Belastung lag der Wert der VAS durchschnittlich bei 2,6 (0 bis 10) und bei schwerer körperlicher Belastung bei ca. 4,1 (0 bis 10) (Abb. 31). Dabei

gaben die Patienten den Schmerz nicht im Bereich der Arthrodeese an, sondern im radioulnaren Bereich des Handgelenks. Daher wurden die Schmerzen nicht durch die Arthrodeese verursacht.

Die beiden Patienten mit Fixateur externe gaben die Werte der VAS in Ruhe mit 0 an, bei leichter Belastung stieg nur der Wert des einen auf 3 an. Bei starker Belastung stiegen bei beiden Patienten die Werte auf 5 und 10 an.

Die 2 Patienten, bei denen nur eine Explantation der APH-Prothese erfolgt war, hatten in Ruhe und bei leichter Belastung keine Schmerzen. Bei starker Belastung gaben sie die Schmerzintensität auf der VAS mit 5 an.

Die Werte des Patienten, der eine Arthrodeese in der Technik nach Mannerfelt erhalten hatte, betragen in Ruhe 2, bei leichter Belastung 3 und bei starker Belastung 10.

Die Werte des Patienten, der einen Swanson-Spacer erhalten hatte, lagen auf der VAS in Ruhe bei 1, bei leichter Belastung bei 4 und bei starker Belastung 10 (Abb. 29).

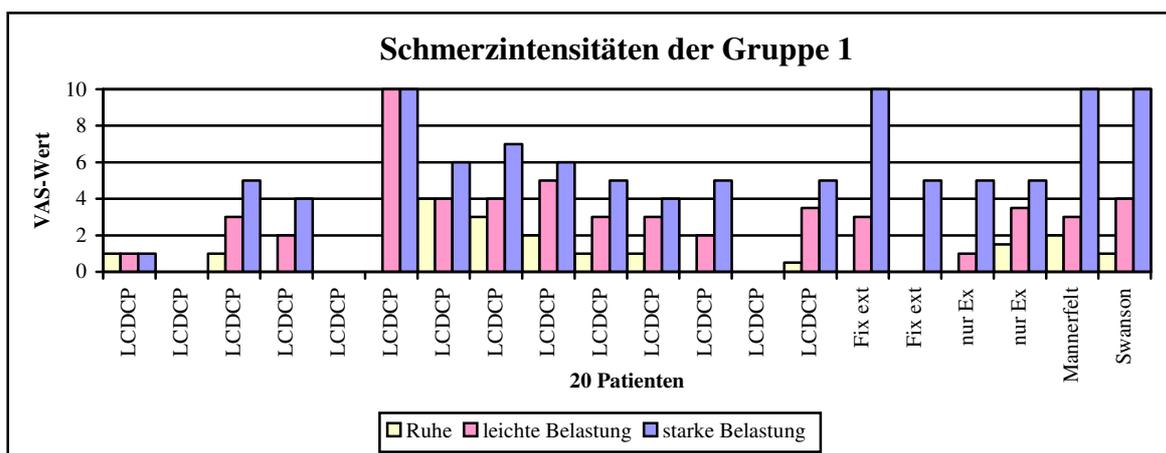


Abbildung 29: VAS-Werte der Gruppe 1

Der DASH-Score nach der Explantation der Handgelenksprothese betrug für die Gruppe mit LCDC-Plattenarthrodese durchschnittlich 53,8.

Der DASH-Score der beiden Patienten mit Fixateur externe betrug 83 Punkte und 79,2. Diese Werte waren sehr viel höher als der Wert der Gruppe mit LCDC-Plattenarthrodese. Der DASH-Score der 2 Patienten, bei denen nur die Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt wurde, war bei dem einen Patienten mit 38,3 Punkten exzellent. Der DASH-Score des anderen betrug 75,83 und war damit viel höher der Wert der Gruppe mit LCDC-Plattenarthrodese. Der DASH-Score der 2 Patienten mit Swanson-Spacer und Arthrodeese in der Technik nach Mannerfelt lag bei 57,1 Punkten und war daher mit dem Ergebnis der Gruppe mit LCDC-Plattenarthrodese vergleichbar.

Das kosmetische Ergebnis des operierten Handgelenks nach der Explantation der Handgelenksprothese werteten die 14 Patienten mit LCDC-Plattenarthrodese in 2 Fällen als sehr gut, in 9 als gut und in 3 als schlecht. Die postoperative Zufriedenheit nach der Prothesenexplantation war in 6 Fällen sehr hoch und in 8 Fällen hoch.

In der Gruppe der 6 Patienten, die eine andere Revision als die LCDC-Plattenarthrodese erhalten hatten, waren alle Patienten mit dem kosmetischen Ergebnis zufrieden. Mit dem postoperativen Ergebnis waren 5 Patienten zufrieden und ein Patient war damit sehr zufrieden.

3.6.2 Subjektive Ergebnisse der Gruppe 2

Den Wert der VAS für den gefühlten Schmerz gaben die 6 Patienten ohne Explantation der Handgelenksprothese in Ruhe mit durchschnittlich 3,3 (0 bis 8) an. Für leichte Belastung stieg der Wert auf 6,7 (1 bis 10) und für schwere Belastung auf durchschnittlich 8,8 (4 bis 10) (Abb. 30).

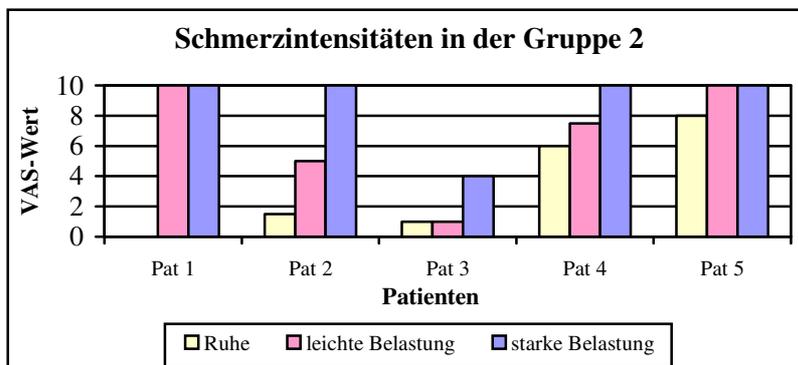


Abbildung 30: VAS-Werte der Gruppe 2

Der DASH-Score der 6 Patienten lag bei ca. 63,07.

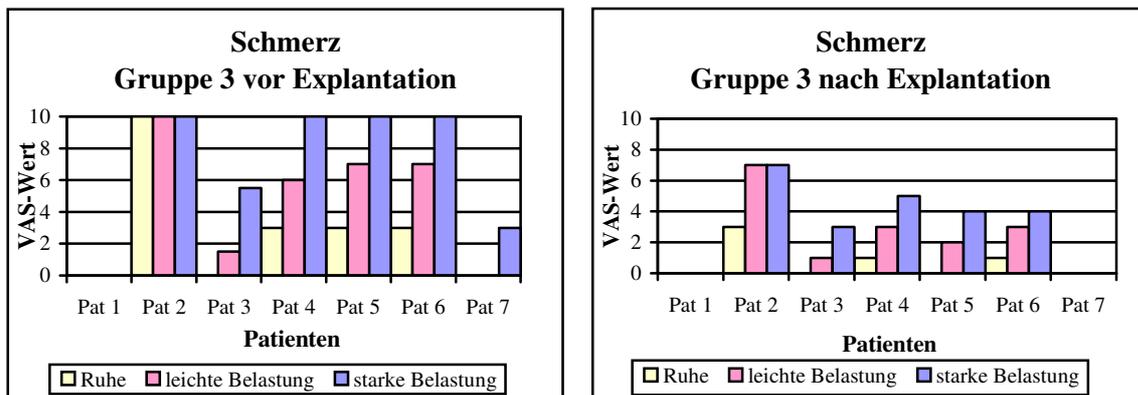
Das kosmetische Ergebnis der Implantation der Handgelenksprothese werteten 5 Patienten als gut. Ein Patient hielt es für schlecht. Die postoperative Zufriedenheit nach der Implantation der Handgelenksprothese wurde in einem Fall als sehr hoch und in 5 Fällen als hoch angegeben.

3.6.3 Subjektive Ergebnisse der Gruppe 3

Die Gruppe der 7 Patienten, die vor und nach der Explantation der Handgelenksprothese untersucht wurden, gab den Schmerz auf der VAS vor der Explantation der Handgelenksprothese in

Ruhe mit durchschnittlich 2,7 (0 bis 10) an. Für leichte Belastung betrug der Wert auf der VAS im Durchschnitt 4,5 (0 bis 10) und für schwere körperliche Belastung 7 (3 bis 10) (Abb. 31).

Nach der Explantation der Handgelenksprothese sanken die Werte auf der VAS in Ruhe auf ca. 0,7 (0 bis 3) und für leichte Belastung auf ca. 2,2 (0 bis 9). Bei schwerer Belastung lag der Wert bei durchschnittlich 3,2 (0 bis 7) (Abb. 32).



Abbildungen 31 & 32: VAS-Werte der Gruppe 3 vor und nach der Explantation der Handgelenksprothese

Das Ergebnis des DASH lag vor der Explantation der APH-Prothese bei ca. 71,7 und sank nach dem Ausbau der Handgelenksprothese auf durchschnittlich 51,8.

Das kosmetische Ergebnis nach der Implantation der Handgelenksprothese empfanden 6 Patienten als schlecht. Nur ein Patient wertete es als gut. Nach der Explantation der Handgelenksprothese bewerteten 3 Patienten das kosmetische Ergebnis als sehr gut, 2 Patienten als gut und 2 Patienten als schlecht.

Die postoperative Zufriedenheit nach der Implantation der Handgelenksprothese war in 2 Fällen sehr hoch und in 2 Fällen hoch. In 3 Fällen waren die Patienten nicht zufrieden. Die postoperative Zufriedenheit nach der Explantation der Handgelenksprothese gaben 3 Patienten als sehr hoch an, und die anderen 4 Patienten als hoch.

3.7 Klinische Befunde

Von den insgesamt 30 Patienten waren 29 Patienten Rechtshänder. Ein Patient war Linkshänder. Von den 29 Rechtshändern wurden 14 am rechten Handgelenk operiert und 12 am linken Handgelenk. 3 Patienten wurden an beiden Handgelenken operiert. Der einzige Linkshänder wurde am rechten Handgelenk operiert.

Die Griffkraft der Patienten wurde mit dem Ballonvigorimeter in kp gemessen. Die grobe Kraft der Hand war abgesehen von der Handgelenksoperation auch von der Händigkeit des Patienten abhängig.

Zur Untersuchung der Feinmotorik der Finger wurden der Spitzgriff, der Schlüsselgriff, der Oppositionsgriff und der Faustschluss untersucht. Es wurde geprüft, ob die Patienten in der Lage waren, die Finger aktiv vom Mittelfinger zu abduzieren und ob sie in den PIP- und DIP-Gelenken aktiv strecken konnten. Zudem wurde dokumentiert, ob der M. extensor pollicis longus bei den Patienten noch intakt war oder durch eine Plastik ersetzt werden musste.

Das operierte Handgelenk wurde auf eine vorhandene Beweglichkeit für die Flexion, die Extension, die Ulnarduktion, die Radialduktion, die Pronation und die Supination geprüft.

Die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks wurde für die Flexion und die Extension in Winkelgraden gemessen.

3.7.1 Klinische Befunde der Gruppe 1

19 Patienten dieser Gruppe waren Rechtshänder. Ein Patient war Linkshänder.

Von den 19 Rechtshändern wurden 12 Patienten am rechten Handgelenk operiert.

6 dieser 12 Patienten hatten eine LCDCP erhalten. Bei diesen 6 Patienten betrug die grobe Kraft durchschnittlich 20,1 Kilopond (kp) für die rechte Hand. Die Kraft der linken nichtoperierten Hand lag bei durchschnittlich 24,8 kp (Abb. 33).

Bei 6 Rechtshändern, die am rechten Handgelenk operiert wurden, waren nach der Prothesenexplantation andere Revisionen durchgeführt worden. 2 Rechtshänder erhielten einen Fixateur externe. Die Griffkraft des einen Patienten betrug 42kp für das rechte operierte Handgelenk und 16kp für die linke nichtoperierte Seite. Der andere Patient hatte keine Griffkraft mehr. Seine Werte lagen für beide Handgelenke bei 0kp.

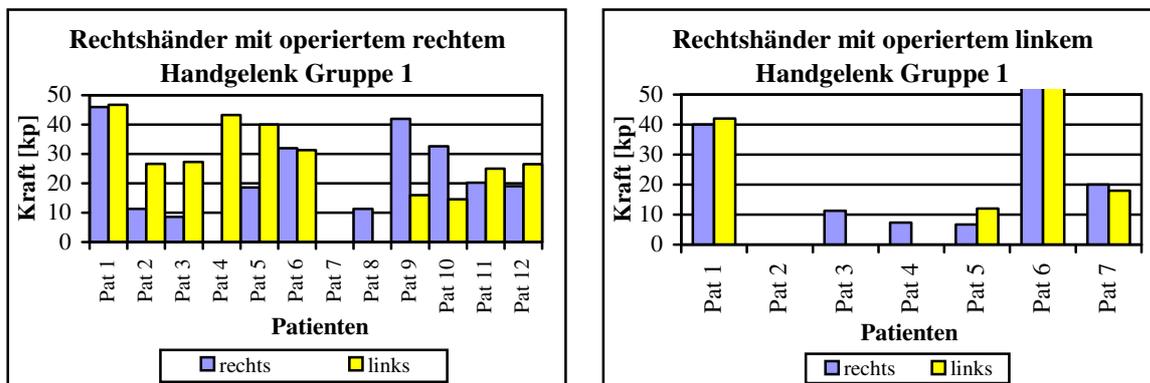
Bei 2 Rechtshändern war nur die Explantation der Handgelenksprothese jeweils am rechten Handgelenk erfolgt. Bei dem einen Patienten betrug die Griffkraft der operierten dominanten rechten Hand 18,6kp, die der linken Seite ca. 40kp. Die Griffkraft des anderen Patienten lag bei 11,3kp für das operierte dominante rechte Handgelenk und bei 26,6kp für die linke Seite.

Ein Patient hatte im rechten Handgelenk nach der Explantation der Handgelenksprothese eine Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt bekommen. Die Griffkraft der rechten operierten Hand war auf 0kp abgesunken, die Kraft nichtoperierten linken Seite lag bei 7,3 kp. Der Patient,

der im rechten Handgelenk einen Swanson-Spacer erhalten hatte, hatte auf dieser Seite eine Griffkraft von 8,6kp. Auf der nichtoperierten linken Seite hatte er 27,3kp Kraft (Abb. 35).

Die Griffkraft der 7 Rechtshänder, die am linken Handgelenk nach der Explantation der Handgelenksprothese eine LCDC-Platte erhalten hatten, lag bei durchschnittlich 19,1 kp für die linke Hand. Die Kraft der nichtoperierten rechten Hand lag bei ca. 26,5 kp (Abb. 34).

Ein Patient war Linkshänder. Seine Werte lagen für die Griffkraft bei 41,4 kp für die operierte linke Hand und bei 50 kp für die nichtoperierte rechte Hand.



Abbildungen 33 & 34: Griffkraft der Gruppe 1

In der Gruppe der 14 Patienten, die eine LCDCP erhalten hatten, konnten 11 Patienten den Spitzgriff vollständig ausführen. Bei 2 Patienten fehlte die Bewegung des Kleinfingers und bei einem Patienten war der Griff nicht möglich. Den Schlüsselgriff konnten 10 Patienten vollständig ausführen. Bei 3 Patienten fehlte die Beweglichkeit einzelner Finger und bei einem Patienten war keine Bewegung möglich.

Den Oppositionsgriff konnten 9 Patienten vollständig ausführen. 3 Patienten erreichten einen unvollständigen Oppositionsgriff und 2 Patienten gelang der Griff nicht.

10 Patienten waren zum vollständigen Faustschluss in der Lage. 2 Patienten erreichten nur einen unvollständigen Faustschluss und 2 Patienten konnten die Faust nicht schließen. Die aktive Abduktion der Finger vom Mittelfinger gelang 11 Patienten. Bei einem Patienten waren die PIP-Gelenke operativ versteift, so dass eine Streckung nur in den DIP-Gelenken möglich war. Bei 2 Patienten war diese Bewegung nicht möglich.

Die aktive Streckung in den PIP- und in den DIP-Gelenken war bei 11 Patienten möglich. 2 Patienten konnten nicht strecken. Ein Patient konnte wegen der operativ versteiften PIP-Gelenke nur in den DIP-Gelenken strecken.

2 Patienten waren mit einem Fixateur externe behandelt worden. Beide Patienten konnten weder die Präzisionsgriffe ausführen, noch aktiv die Finger vom Mittelfinger abduzieren oder den PIP-Gelenken oder DIP-Gelenken strecken. Zudem war der Faustschluss bei diesen 2 Patienten nicht möglich.

Bei 2 Patienten war nur die Explantation der Prothese durchgeführt worden. Ein Patient hatte eine exzellente Beweglichkeit der Finger. Hinsichtlich der Feinmotorik der Finger, des aktiven Streckens in den PIP- und den DIP-Gelenken und der Abduktion der Finger vom Mittelfinger konnte er jeden Griff vollständig ausführen. Der andere Patient hatte eine Einschränkung der Feinmotorik der Finger. Er konnte die Finger nicht vom Mittelfinger abduzieren.

Die Fingerbeweglichkeit des Patienten, der eine Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt erhalten hatte, war herabgesetzt. Er konnte nur die Finger vom Mittelfinger abduzieren. Die Präzisionsgriffe und den Faustschluss konnte er nicht ausführen.

Der Patient, der den Swanson-Spacer bekommen hatte, konnte alle Präzisionsgriffe ausüben und einen vollständigen Faustschluss erreichen.

Der M. extensor pollicis longus war bei 18 Patienten noch vorhanden und intakt, bei 2 Patienten war er durch Plastiken ersetzt worden.

In der Gruppe der 15 Patienten, die mit einer LCDCP oder einer Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt versorgt worden waren, waren im Handgelenk die Pronation und Supination gut möglich. Die Werte für die Pronation lagen durchschnittlich bei 60° und für die Supination bei 58° . Andere Bewegungen wie die Flexion, die Extension, die Radialduktion oder die Ulnarduktion waren nicht möglich.

Von den beiden Patienten, die einen Fixateur externe erhalten hatten, konnte der eine Patient im Handgelenk eine geringe Rotation ausführen. Die Pronation und die Supination waren jeweils bis 40° möglich. Der andere Patient hatte keine Beweglichkeit in den Finger- und Handgelenken.

Die beiden Patienten, bei denen nur die Explantation der Handgelenksprothese vorgenommen worden war, konnten im Handgelenk eine Pronation und eine Supination von 45° ausführen. Zusätzlich waren ihnen eine leichte Ulnarduktion und eine leichte Dorsalextension sowie eine geringe Rotation im Handgelenk möglich. Der eine Patient konnte zusätzlich eine leichte Palmarflexion erreichen.

Der Patient, der einen Swanson-Spacer erhalten hatte, konnte die Pronation und Supination bis zu 50° ausführen. Die Dorsalextension und die Ulnarduktion waren schmerzhaft eingeschränkt.

Die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks wurde in Winkelgraden gemessen. Die Werte der Patienten mit LCDC-Plattenarthrodese lagen für die Flexion durchschnittlich bei 140°. Für die Extension ergab sich ein Streckdefizit von durchschnittlich 10°.

Die Flexion der beiden Patienten, die einen Fixateur externe erhalten hatten, lag bei 145°. Beide Patienten hatten im Ellenbogengelenk ein Streckdefizit von 10°.

Die 2 Patienten, bei denen nur die Explantation der Handgelenksprothese durchgeführt worden war, erreichten im Ellenbogengelenk eine Flexion von durchschnittlich 170°. Beide Patienten hatten im Ellenbogen ein Streckdefizit. Bei dem einen Patienten betrug der Wert 20° und bei dem anderen Patienten 40°.

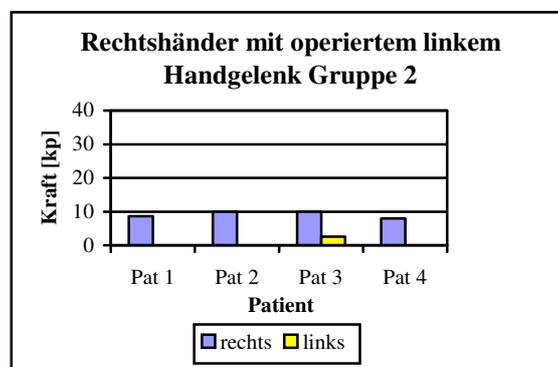
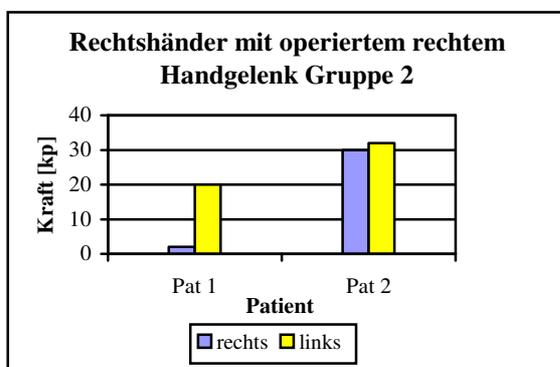
Der Patient mit der Arthrodese in der Technik nach Mannerfelt konnte im Ellenbogengelenk vollständig strecken und erreichte eine Flexion von 150°.

Die Flexion im Ellenbogen des Patienten, der nach der Explantation der Handgelenksprothese einen Swanson-Spacer erhalten hatte, war bis 135° möglich. Das Streckdefizit im Ellenbogengelenk betrug 20°.

3.7.2 Klinische Befunde der Gruppe 2

Alle 6 Patienten dieser Gruppe waren Rechtshänder. Bei 2 Patienten war die APH-Prothese in das rechte Handgelenk implantiert. Der Wert für die grobe Kraft lag für die rechte Seite bei durchschnittlich 16 kp. Der Wert des nichtoperierten linken Handgelenks lag bei durchschnittlich 26 kp (Abb. 35).

Bei 4 Patienten war die APH-Prothese im linken Handgelenk implantiert. Der Wert für die grobe Kraft lag im linken Handgelenk durchschnittlich bei 0,8 kp. Das Ergebnis für die grobe Kraft der nichtoperierten rechten Hand lag bei ca. 9,5 kp (Abb. 36).



Abbildungen 35 & 36: Griffkraft der Gruppe 2

4 der 6 Patienten konnten den Spitzgriff mit jedem Finger ausführen. Bei 2 Patienten fehlte die Beweglichkeit im Kleinfinger. Den Schlüsselgriff konnten 3 Patienten vollständig ausführen. Bei den anderen 3 Patienten fehlte die Beweglichkeit des Ring- und des Kleinfingers. Der Oppositionsgriff konnte nur von 3 der 6 Patienten durchgeführt werden.

Ein vollständiger Faustschluss war 2 Patienten möglich. Die anderen 4 Patienten erzielten nur einen unvollständigen Faustschluss. Die aktive Abduktion der Finger vom Mittelfinger gelang in 3 Fällen. Die aktive Streckung in den PIP- und in den DIP-Gelenken war bei 5 Patienten möglich. Ein Patient konnte in den DIP-Gelenken des Mittel-, des Ring- und des Kleinfingers nicht strecken. Der M. extensor pollicis longus war bei allen 6 Patienten intakt.

Die Patienten waren zu unterschiedlichen Bewegungen des Handgelenks in der Lage. Der Patient, bei dem die Prothese im Röntgenbild noch unverändert gut saß, konnte die Palmarflexion bis zu 45° und die Ulnarabduktion bis 30° ausführen. Die Pronation war bis 45° und die Supination bis 40° möglich. Jedoch waren die Dorsalextension und die Radialabduktion schmerzhaft eingeschränkt möglich. Bei den übrigen 5 Patienten lagen die Werte für die Pronation bei durchschnittlich bei 30° und für die Supination bei 20°. Ein Patient konnte unter Schmerzen zusätzlich eine geringe Rotation ausführen. Bei 2 Patienten war eine geringe Ulnarabduktion möglich. Ein Patient konnte bis auf Radialabduktion und Rotation alle Bewegungen in einem geringen Umfang ausüben.

Bezüglich der Beweglichkeit des Ellenbogengelenks erreichten die Patienten durchschnittlich eine Flexion von 150° und hatten ein Streckdefizit von 29°.

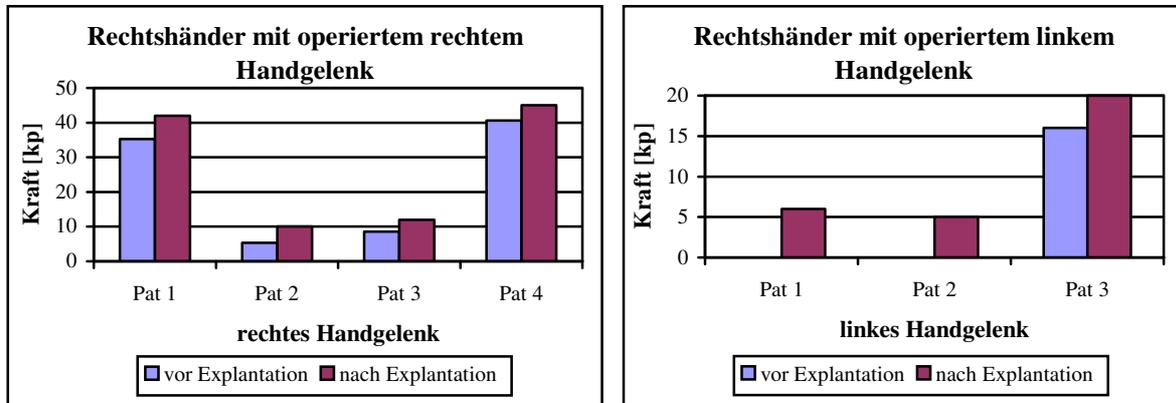
3.7.3 Klinische Befunde der Gruppe 3

Alle 7 Patienten dieser Gruppe waren Rechtshänder.

Bei 4 der 7 Patienten war die APH-Prothese in das rechte Handgelenk implantiert worden. Die Werte für die Griffkraft lagen vor der Explantation der Handgelenksprothese bei durchschnittlich 22,5 kp für das rechte Handgelenk und bei 47,8 kp für das nichtoperierte linke Handgelenk. Nach der Prothesenexplantation stieg der Wert für das rechte Handgelenk auf 27,3 kp. Der Wert für das nichtoperierte linke Handgelenk blieb unverändert (Abb. 37).

Bei 3 Patienten war die Handgelenksprothese in das linke Handgelenk implantiert worden. Die Werte für die Griffkraft lagen vor der Explantation der Handgelenksprothese bei ca. 5,3 kp für das linke Handgelenk und bei 22,5 kp für das nichtoperierte rechte Handgelenk. Nach der

Explantation der Handgelenksprothese stieg der Wert des linken Handgelenks auf 10,3 kp an, der Wert des rechten Handgelenks blieb unverändert (Abb. 38).



Abbildungen 39 & 40: Griffkraft der Gruppe 3 vor und nach Prothesenexplantation

5 von 7 Patienten konnten vor der Explantation der Handgelenksprothese den Spitzgriff vollständig ausführen. 2 Patienten konnten den Kleinfinger nicht ausreichend bewegen. Nach der Prothesenexplantation waren dann auch diese beiden Patienten wieder in der Lage, den Spitzgriff mit allen Fingern durchzuführen. Das Gleiche galt für die Prüfung des Schlüsselgriffs. Vor der Explantation der Handgelenksprothese konnten 5 von 7 Patienten den Oppositionsgriff ausführen. Durch die Explantation der Handgelenksprothese änderte sich diese Anzahl nicht. Der Faustschluss war vor der Explantation der Handgelenksprothese bei 4 Patienten nur unvollständig möglich. Nach dem Prothesenausbau konnten alle 7 Patienten einen vollständigen Faustschluss durchführen. Die aktive Abduktion der Finger vom Mittelfinger war vor der Explantation der Handgelenksprothese nur bei 3 Patienten vollständig möglich. Bei den anderen 4 Patienten war das Handgelenk nach ulnar abgedriftet. Nach der Explantation der Handgelenksprothese konnten alle 7 Patienten die Finger wieder aktiv vom Mittelfinger abduzieren. Die Streckung in den PIP- und in den DIP-Gelenken gelang allen 7 Patienten vor und nach der Explantation der Handgelenksprothese. Der M. extensor pollicis longus war bei allen 7 Patienten intakt.

Bezüglich der Beweglichkeit des Handgelenks waren vor der Explantation der Handgelenksprothese verschiedene Bewegungen möglich. Bei 4 der 7 Patienten war eine Bewegung des Handgelenks nur unter Schmerzen möglich. Ein Patient konnte nur noch die Supination ausführen, ein anderer nur noch eine minimale Dorsalextension. Bei 4 Patienten waren die Pronation und die Supination möglich. Einer dieser Patienten konnte unter Schmerzen

zusätzlich eine geringe Rotation des Handgelenks durchführen. Ein Patient konnte das Handgelenk gar nicht mehr bewegen.

Nach der Explantation der Handgelenksprothese konnten die 7 Patienten außer der Pronation und der Supination im Handgelenk keine weiteren Bewegungen mehr ausführen. Die Werte für die Pronation und für die Supination betragen 47° .

Vor der Explantation der Handgelenksprothese konnten die Patienten im Ellenbogengelenk eine Flexion von 132° ausführen. Das Streckdefizit im Ellenbogengelenk betrug 20° .

Nach der Explantation der Handgelenksprothese stieg der Wert für die Flexion auf ca. 140° . Das Streckdefizit im Ellenbogengelenk blieb unverändert bei 20° .