

1 Einleitung

Patienten mit rheumatoider Arthritis entwickeln nach Baenkler häufig zuerst im Bereich des Handgelenks und der kleinen Gelenke der Hand klinische Symptome [5]. Die Patienten werden in vielen Tätigkeiten entscheidend eingeschränkt, die für ein Leben in Selbständigkeit unerlässlich sind, wie z.B. Schreiben, Ankleiden und selbständiges Ausführen der Körperhygiene [190]. Besonders das Handgelenk hat hierbei eine Schlüsselfunktion [1, 24, 58, 61, 64, 121, 181, 190]. Zudem bedeutet die Deformierung der rheumatisch veränderten Hand für die Patienten eine große psychische Belastung, da sie sich kosmetisch entstellt fühlen.

Durch die Entwicklung der Handgelenksendoprothesen soll den Patienten mit rheumatoider Arthritis ein Stück Unabhängigkeit in ihrem Leben erhalten werden, besonders dann, wenn zusätzlich andere Gelenke von der Erkrankung betroffen sind [2, 59, 124]. Nach Alnot et al. wird durch die Entwicklung der Handgelenksprothesen die Stabilität des Handgelenks bei gleichzeitig erhaltener Beweglichkeit des Handgelenks möglich [4, 58]. Nach Gellman et al. ist durch die Prothesenimplantation die erhaltene Beweglichkeit des Handgelenks mit einer Schmerzerleichterung für die Patienten verbunden [59]. Die Implantation der Handgelenksprothese dient nach Wolfram dem Erhalt der feinmotorischen Gebrauchsfähigkeit der Hand [190].

1.1 Übersicht und Ziel der Studie

In der vorliegenden Arbeit wurden die Langzeitergebnisse der APH-Prothese (anatomisch-physiologisches Handgelenk) untersucht. Das Ziel der Studie war es, herauszufinden, ob sich die Implantation einer Handgelenksprothese bei Patienten mit rheumatoider Arthritis und einer Handgelenksdestruktion bewährt. Zudem wurde untersucht, welche Möglichkeiten existierten, wenn die Handgelenksprothese explantiert werden musste, und wie die Verläufe der Revisionen waren. Anhand einer eigenen Patientengruppe bestehend aus 40 Patienten mit 43 implantierten APH-Prothesen wurden die Langzeitergebnisse nach Implantation der Handgelenksprothese ausgewertet sowie die durchschnittlichen Standzeiten und die Indikationen zur Explantation der APH-Prothese ermittelt.

Für die Handgelenke, bei denen die APH-Prothese explantiert werden musste, standen verschiedene Revisionsmöglichkeiten zur Verfügung. In dieser Studie wurden die LCDC-Plattenarthrodese (limited-contact-dynamic-compression), die Arthrodese in der Technik nach

Mannerfelt, die Revisionsarthroplastik mittels Swanson-Spacer, die Behandlung mit einem Fixateur externe und die ausschließliche Explantation der APH-Prothese ohne Stabilisierung untersucht.

Die Ergebnisse der verschiedenen Revisionen wurden miteinander verglichen, um zu ermitteln, welche Methoden nach fehlgeschlagenem endoprothetischem Handgelenkersatz in Frage kommen und welche Revisionen für die Patienten am besten geeignet sind.

1.2 Anatomie des Handgelenks

Das Handgelenk setzt sich aus dem proximalen (Articulatio radiocarpalis) und dem distalen Handgelenk (Articulatio mediocarpalis) zusammen. Obwohl beide Gelenke morphologisch selbständige Gelenke darstellen, bilden sie eine funktionelle Einheit [150].

Das proximale Handgelenk ist ein Ellipsoidgelenk mit zwei Freiheitsgraden [148, 150]. In diesem Gelenk erfolgen die Ulnar- und die Radialduktion sowie die Palmarflexion und die Dorsalextension. Die Bewegungsachse verläuft durch das Os lunatum. Die proximale Gelenkfläche wird vom ulnokarpalen Komplex gebildet. Dieser besteht aus dem distalen Radioulnargelenk, dem Discus articularis und den Bandverbindungen zwischen den einzelnen Komponenten [104]. Dabei bildet der distale Radius $\frac{3}{4}$ der Gelenkpfanne und der Discus articularis das restliche $\frac{1}{4}$ [77]. Der Gelenkkopf wird von den Ossa scaphoideum, lunatum und triquetrum gebildet. Diese sind untereinander durch Bänder verbunden. Über den Discus articularis werden vor allem die Druckkräfte zwischen der Ulna und der Handwurzel übertragen [150]. In der Neutralstellung des Handgelenks steht die Längsachse des Os metacarpale III parallel zu Radius und Ulna. Die proximalen Handwurzelknochen weisen zu ihrer Stabilisierung keine Sehnenansätze auf. Sie werden proximal vom Radius und distal von der Gelenk-konfiguration der distalen Handwurzelreihe geführt [187].

Das Os scaphoideum auf der einen und die Ossa lunatum und triquetrum auf der anderen Seite haben entgegengesetzte Bewegungstendenz. Die Ossa lunatum und triquetrum neigen zu einer Bewegung nach ulnar, das Os scaphoideum dagegen nach radial. Durch das skapholunäre Ligament werden diese verschiedenen Bewegungstendenzen in ein dynamisches Gleichgewicht umgewandelt [78, 187].

Das distale Handgelenk wird von der proximalen (Ossa scaphoideum, lunatum und triquetrum) und der distalen Handwurzelknochenreihe (Ossa trapezium, trapezoideum, capitatum und hamatum) gebildet. Der Gelenkspalt verläuft s-förmig. Da die Handwurzelreihen miteinander

verzahnt sind, handelt es sich bei diesem Gelenk um ein Scharniergelenk mit einem Freiheitsgrad [150]. Die Bewegungsachse für die Dorsalextension und die Palmarflexion verläuft um das Os capitatum [77, 148]. Die Gelenkkapsel ist auf der Palmarseite straff und auf der Dorsalseite weit [148]. Die proximale Handwurzelknochenreihe bildet eine ovale, nach distal konkave Gelenkpfanne, die durch das skaphotriquetrale Band eine dynamische Führung des Kapitatumkopfes erlaubt [187].

Bei Maximalbewegungen ist die Flexion im proximalen Handgelenk größer als im distalen. Die Extension hingegen ist im distalen Handgelenk größer [148, 150]. Der Bewegungsumfang des gesamten Handgelenks beträgt für die Palmarflexion ca. 50-60° und für die Dorsalextension ca. 35-60° [128]. Aufgrund der Verzahnung der Handwurzelreihen werden die Radialduktion und die Ulnarduktion fast ausschließlich im proximalen Handgelenk ausgeführt. Der Bewegungsumfang für die Radialduktion beträgt ca. 25-30° und der für die Ulnarduktion ca. 30-40° [150]. Werden alle vier Bewegungen miteinander kombiniert, kann die Zirkumduktion erfolgen [128, 149, 150].

Die Bänder der Hand lassen sich in vier Gruppen einordnen [150]:

1. Die Bänder zwischen Unterarm und Handwurzel bilden die Gruppe der extrinsischen Bänder. Zu ihnen zählen u.a. die Ligamenta collateralia carpi ulnare und carpi radiale, das Ligamentum radiocarpale dorsale und das Ligamentum ulnocarpale palmare. Die Kollateralbänder sind eher schwache Strukturen [149, 171].
2. Die Bänder zwischen den einzelnen Handwurzelknochen umfassen die Binnenbänder und die Flächenbänder. Diese Bänder bilden die Gruppe der intrinsischen Bänder [171]. Die Binnenbänder verbinden die Handwurzelknochen in der Tiefe miteinander (Ligamenta intercarpea interossea), die Flächenbänder sind die Ligamenta intercarpalia palmare und dorsale.
3. Die Bänder zwischen den Handwurzelknochen und den Mittelhandknochen sind die Ligamenta carpometacarpalia mit dorsal und palmar verlaufenden Anteilen.
4. Die Bänder zwischen den einzelnen Mittelhandknochen bestehen aus den Ligamenta intermetacarpalia palmaria, dorsalia und interossea.

Die extrinsischen Bänder ziehen palmar und dorsal vom Radius zum Os triquetrum und haben Verbindungen zu den Ossa scaphoideum, lunatum und capitatum. Das Hauptband ist das Lig. carpi dorsale [187].

Die palmaren extrinsischen Bänder verbinden das distale Radioulnargelenk mit der proximalen und der distalen Handwurzelreihe. Zu ihnen zählen die Ligamenta collateralia carpi radiale und ulnare, radiocarpalia palmare und dorsale sowie das Ligamentum ulnocarpale palmare. Sie umschließen ein schmales Areal über der Articulatio ulnocarpale und bilden ein doppeltes „V“, wodurch die proximale und distale Handwurzelknochenreihe mit dem distalen Radioulnargelenk verbunden werden [77, 78, 148, 171]. Die palmaren Bänder sind für die Stabilität und die Beweglichkeit des Handgelenks wichtiger als die dorsalen Bänder [171].

Die für die Bewegung der Hand benötigten Muskeln haben ihren Ursprung größtenteils am distalen Humerus oder am distalen Unterarm [150]. Sie bilden die Gruppe der extrinsischen Handmuskeln. Die Extensoren laufen im Bereich des Handrückens unterhalb des Retinaculum extensorum in sechs verschiedenen Sehnenfächern (von radial nach ulnar):

1. M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis
2. M. extensor carpi radialis longus, M. extensor carpi radialis brevis
3. M. extensor pollicis longus
4. M. extensor digitorum
5. M. extensor digiti minimi
6. M. extensor carpi ulnaris

Die 10 Flexorensehnen der Mm. flexores digitorum profundus und superficialis, des M. flexor carpi radialis und des M. flexor pollicis longus ziehen in ihren Sehnenscheiden unterhalb des Retinaculum flexorum gemeinsam mit dem N. medianus durch den Karpalkanal [148].

Die intrinsischen Handmuskeln sind die kurzen Handmuskeln. Sie haben ihren Ursprung an der Palmarseite der Hand. Der Handrücken sowie die Finger sind frei von Muskelursprüngen. Nach Schünke können die intrinsischen Handmuskeln in 3 palmare Gruppen gegliedert werden [150].

Die erste Gruppe umfasst die Mittelhandmuskulatur mit den Mm. lumbricales I-IV, Mm. interossei palmares I-III und den Mm. interossei dorsales I-IV. Die Mm. lumbricales entspringen von den lateralen Seiten der Sehnen des M. flexor digitorum profundus und haben damit keine starren Ursprünge. Die Mm. interossei entspringen von den ulnaren und radialen Seitenflächen der Ossa metacarpalia. Alle Handmuskeln dieser Gruppe strahlen in die Dorsalaponeurose des 2. bis 5. Fingers ein.

Die zweite Gruppe wird von der Thenarmuskulatur bestehend aus dem M. abductor pollicis brevis, dem M. adductor pollicis, dem M. flexor pollicis brevis und dem M. opponens pollicis

gebildet. Diese Muskeln entspringen vom Retinaculum flexorum, von den Handwurzelknochen und von den Ossa metacarpalia II und III. Sie haben ihre Ansätze an der Daumengrundphalanx, an den Sesambeinen und am Os metacarpale I [148].

Die dritte Gruppe besteht aus der Hypothenarmuskulatur mit dem M. abductor digiti minimi, dem M. flexor digiti minimi, dem M. opponens digiti minimi und dem M. palmaris brevis. Bis auf den M. palmaris brevis entspringen diese Muskeln vom Retinaculum flexorum und vom Hamulus ossis hamati. Sie inserieren an der Grundphalanx V sowie am Os metacarpale V. Der M. palmaris brevis entspringt von der Palmaraponeurose und strahlt in die Haut des Hypothenars ein [148, 150].

1.3 Rheumatoide Arthritis

Die rheumatoide Arthritis (Synonym: chronische Polyarthritis) ist die häufigste entzündlich-systemische Erkrankung, die durch einen polyartikulären Befall, symmetrische Verteilung und Chronizität gekennzeichnet ist. Ihre Ätiopathogenese ist bis heute ungeklärt, wobei autoimmune Fehlsteuerungen vermutet werden [34, 122]. Bisher konnte jedoch kein Autoantigen oder ein anderer viraler oder bakterieller Erreger identifiziert werden. Träger bestimmter HLA-Antigene scheinen ein erhöhtes Krankheitsrisiko zu haben [12]. Ein gelegentlicher Beginn im Rahmen einer Infektionskrankheit oder der Übergang einer reaktiven Arthritis in eine chronische Polyarthritis unterstützen die Hypothese, dass exogene Faktoren eine rheumatoide Arthritis induzieren und fördern können.

Die Pathogenese der Arthritis basiert vereinfacht dargestellt auf einer synovialen entzündlichen Hyperplasie und Hypertrophie ausgelöst durch die Folgen der gesteigerten Permeabilität gelenknaher Blutgefäße, wie z.B. Ödembildung, Synoviavermehrung, Fibrinexsudation und Infiltration inflammatorisch wirksamer Zellen. Das sich entwickelnde Pannusgewebe, gefäßreiches Granulationsgewebe u.a. mit Makrophagen und Fibroblasten, nimmt von den entzündeten Recessus der Gelenkkapsel seinen Ausgang und führt zur Invasion, Unterminierung und Destruktion des Gelenkknorpels und des subchondralen Knochens. Die gelenknahe Osteoporose entsteht durch die lokale Hyperämie im Knochenmark und die schmerzbedingte Immobilisation [149].

Zusätzlich ist die Bildung von Oberflächenpannus möglich, der über die Knorpeloberfläche wächst. Der sog. Markpannus, subchondrales Pannusgewebe, wächst gegen den Knorpel und führt auch zur chondralen Destruktion. Durch mechanische Beanspruchungen werden Fragmente

aus dem entzündlich geschädigten Knorpel und ggf. Knochen abgelöst. Diese verursachen als innere Noxe weitere Gefäßwandläsionen, was die Entstehung eines Circulus vitiosus auslösen kann [89].

1.4 Die Hand des Patienten mit rheumatoider Arthritis

Im Frühstadium der rheumatoiden Arthritis kommt es oft durch eine entzündliche Vermehrung von synovialen Gewebe besonders im Bereich der Handgelenke, der Fingergrund- und –mittelgelenke sowie der Weichteilstrukturen zu rheumatischen Veränderungen [128, 151].

Nach Thabe entstehen diese Veränderungen durch verschiedene Destruktionsmechanismen [172]. Das Caput ulnae wird durch eine Lockerung des Ligamentum ulnocarpale palmare „im Sinne eines Klaviertastenphänomens zunehmend instabil“ [172]. Durch die entzündliche Destabilisierung des 6. Strecksehnenfaches entsteht die palmare Dislokation der Sehne des M. extensor carpi ulnaris [89]. Die Kombination dieser beiden Veränderungen wird als Caput-ulnae-Syndrom bezeichnet [178]. Nach Thabe werden die Pro- und Supinationsbewegung des Unterarms durch diese Instabilitäten eingeschränkt [172].

Nach Lautenbach et al. kommt es durch die Lockerung der dorsalen radiokarpalen und palmaren ulnokarpalen Bänder primär zu einer Supinationsfehlstellung der Hand [89]. Die Ulnartranslokation des Karpus wird durch die Destruktion der Verbindung zwischen Radius und Os triquetrum verstärkt [96, 133]. Nach Dihlmann führen synovialitische Prozesse besonders im Bereich der radiokarpalen Bänder zu fortschreitenden knöchernen Destruktionen, wodurch ein Abgleiten der Handwurzel in die Palmarsubluxation begünstigt wird [41]. Zusätzlich kann es zu einer Dislokation der proximalen Handwurzelreihe nach ulnar kommen und dadurch zu einer Rotation der distalen Handwurzelreihe und der Metakarpalknochen nach radial [172].

Die Lockerung der interkarpalen Bandverbindungen führt zur Dislokation der einzelnen Handwurzelknochen. Durch eine Gelenkspaltverschmälerung und knöcherne Alterationen kommt es zur karpalen Höhenabnahme, welche die Bandlaxität weiter vorantreibt und so durch die fehlende Handgelenksstabilisierung der Destruktion weiter Vorschub gewährt [172].

Die Ulnardeviation der Langfinger wird als ein Abweichen der Langfinger in den Metakarpophalangealgelenken nach ulnar definiert [74]. Die Ulnardeviation der Langfinger tritt z.B. bei der rheumatoiden Arthritis auf. Nach Partecke sind mehrere Faktoren für die Ulnardeviation der Langfinger verantwortlich [132]. Die Lockerung der Kollateralbänder und die ulnare Zugrichtung der Strecksehnen begünstigen das Abgleiten der Finger in die Ulnardeviation. Bei

einer arthritischen Entzündung der Grundgelenke werden die Strecksehnen ulnarseitig in die Interdigitalräume verlagert [104].

Nach Lautenbach et al. verstärkt die Zugwirkung der radialen Handgelenksexpressoren bei Verlust der Stabilisierung durch die Sehne des M. extensor carpi ulnaris eine radiale Fehlstellung des Karpus. Damit wird die Ulnardeviation des Handgelenks begünstigt [89].

Bei Patienten mit rheumatoider Arthritis sind die Fingergelenke in 90% betroffen, wobei ein Befall der Fingergrundgelenke häufiger ist als ein Befall der Fingermittelgelenke [16]. Entzündliche Veränderungen an den Fingerendgelenken sind selten. Im Bereich der Finger kann es im Rahmen der rheumatoiden Arthritis zu Knopfloch- und Schwanenhalsdeformität kommen [128]. Die Knopflochdeformität ist durch eine Hyperextension der Metakarpophalangealgelenke und der distalen Interphalangealgelenke gekennzeichnet. Die proximalen Interphalangealgelenke sind in der Beugstellung fixiert. Die Strecksehnen gleiten nach palmar ab und begrenzen so eine knopflochartige Vertiefung [136].

Die Schwanenhalsdeformität beschreibt die Überstreckung im proximalen Interphalangealgelenk (PIP) bei gleichzeitiger Beugung im distalen Interphalangealgelenk (DIP) [74, 132]. Nach Lautenbach et al. kann die Überstreckung im proximalen Interphalangealgelenk durch eine aktive Streckung des Fingers noch verstärkt werden [89]. Die Ursache für die Schwanenhalsdeformität liegt in einer Lockerung der palmaren Gelenkkapsel des PIP-Gelenks. Die Streckwirkung des Mittelzügels überwiegt, die Seitenzügeln rutschen zusammen nach dorsal und verstärken die Extension. Sie verlieren ihre Wirkung auf das DIP-Gelenk [104]. Der gleiche Pathomechanismus führt am Daumen zur sogenannten 90/90-Deformität, d.h. 90°- Beugung im Grundgelenk bei 90°- Überstreckung im Endgelenk [128].

Die Handskoliose beschreibt nach Martini et al. die Deformierung der Hand infolge der rheumatoiden Arthritis [104]. Durch die Überdehnung und die Destruktion der ulnaren Bänder kommt es zu einem Radialkollaps des Handgelenks. Der Karpus senkt sich in die Radialdeviation und Palmarflexion [12]. Die Strecksehnen luxieren nach ulnar und führen zur Ulnardeviation der Langfinger. So entsteht eine Zickzackdeformität der Handachse zwischen Hand- und Fingergelenken [74, 89, 104].

Nach Schiebler et al. stellt die Hand ein akzessorisches Sinnesorgan dar, mit dem der Mensch tastet und seine Umgebung begreift [148]. Dabei hat das Handgelenk eine Schlüsselrolle für die Funktion der Finger und den Erhalt der Sehnenfunktion [53, 57, 64, 88, 121, 181]. Daher führt der Verlust der Handgelenksfunktion für den Patienten zu einer großen Einschränkung. Nach

Thabe hat dieser Verlust eine größere Bedeutung als der Verlust der Gehfähigkeit, da der Patient in seinem Alltag noch hilfloser wird [89, 172]. Die Deformität der Hand führt zu einer psychischen Belastung für den Patienten, da er sie als eine kosmetische Behinderung empfindet und sich entstellt fühlt [172]. Dadurch wird die Lebensqualität weiter gemindert [2, 88].

Im Verlauf der rheumatoiden Arthritis können neben der Beteiligung der Karpal-, der Metakarpophalangeal- und der PIP-Gelenke weitere Gelenke betroffen sein. Darunter sind die Vorfußgelenke und später auch die großen Gelenke sowie die Halswirbelsäule [149]. Aufgrund des progredienten Verlaufs der chronischen Polyarthritis ist es wichtig, bei einem Patienten mit rheumatoider Arthritis und einer beginnenden Beteiligung des Handgelenks frühzeitig zu intervenieren. Durch präventive und prophylaktische Verfahren kann die Progression der Erkrankung und der Handgelenksdestruktion verzögert werden. Zu diesem Zweck haben auch die Eingriffe an den Streck- und Beugesehnen einen hohen Stellenwert, da hierdurch die Fingerfunktion und die Handgelenksfunktion entscheidend beeinflusst werden [172].

Aufgrund der Bedeutung des Handgelenks für den Patienten sind der gemeinsame Erhalt der Stabilität, der Mobilität und der Kraft im Handgelenk sowie die Schmerzfreiheit entscheidend für die Funktion der ganzen Hand [9, 63, 167, 181]. So sind nach Kobus et al. die Stabilität und die Schmerzfreiheit im Handgelenk eine wichtige Voraussetzung für die Mobilität und die Kraft im Handgelenk [79].

1.5 Diagnostik beim Patienten mit rheumatoider Arthritis

1.5.1 Anamnese und Inspektion

Die Morgensteifigkeit der Hände stellt ein wichtiges Frühsymptom der rheumatoiden Arthritis dar [11, 53, 128, 149]. Nach Thabe spürt der Patient zu Beginn der Erkrankung keine Schmerzen und gibt an, eine verbesserte Beweglichkeit im Handgelenk zu haben, da durch die Banddestruktionen eine verringerte Stabilität resultiert [89, 172]. Erst später merkt der Patient, dass die Beweglichkeit abnimmt. Das klinische Bild der rheumatoiden Arthritis ist häufig durch Weichteilschwellung, Überwärmung und Rötung der betroffenen Gelenke gekennzeichnet [5, 11, 172]. Nach Lautenbach et al. sind das 3., das 4. und das 6. Strecksehnenfach häufig eindrucksvoll durch synoviales Gewebe geschwollen, während die übrigen Sehnenfächer seltener betroffen sind [89].

Es können zusätzliche Veränderungen auftreten wie die Ulnardeviation der Langfinger, die Knopflochdeformität und die Schwanenhalsdeformität [128, 149].

1.5.2 Klinische Untersuchung

Nach Lautenbach et al. sind Krepitationen und tastbare Verdickungen im Bereich des palmaren Handgelenks bei der Palpation Hinweise auf eine Beugesehnenscheidensynovialitis [89]. Bei der Palpation des Handgelenks von palmar und dorsal wird auf Schwellungen geachtet. Die Processus styloidei radius et ulnae, die Tabatière und die Beuge- und die Strecksehnen werden durch Palpation auf einen vorhandenen Druckschmerz geprüft [10].

Im Bereich der Handgelenke werden das aktive und das passive Bewegungsausmaß für die Palmarflexion, die Dorsalextension, die Radialduktion und die Ulnarduktion nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Der Fingerkuppen-Hohlhand-Abstand und der Faustschluss werden geprüft [10, 128]. Die Beurteilung der Muskelkraft erfolgt anhand der Griffstärke mit speziellen Dynamometern (z.B. Vigorimeter).

Ein Kompressionsschmerz der Fingergrundgelenke beim Händedruck (Synonym: Gaenslen-Zeichen) weist auf eine Beteiligung der Fingergrundgelenke hin [12, 53, 149]. Die Palpation der Gelenkkapseln der PIP- und DIP-Gelenke kann ein Hinweis auf eine Synovialitis sein, wenn diese sich bei der Palpation von dorsolateral fluktuierend oder weich anfühlen [10].

In der Funktionsprüfung der Fingergelenke werden das aktive und das passive Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode geprüft. Die Kraftgriffe (z.B. Hakengriff) und die Präzisionsgriffe (z.B. Spitzgriff) dienen der weiteren Beurteilung [10, 187]. Es wird darauf geachtet, ob die Finger gespreizt werden können [128]. Die Fingergelenke werden auf einen Bewegungsschmerz, einen Endphasenschmerz, eine Instabilität und eine Subluxation der Gelenkpartner untersucht [10]. Die Berührungssensibilität kann z.B. anhand der Zwei-Punkte-Diskriminierung geprüft werden [132, 187].

1.5.3 Röntgen

Die röntgenologische Untersuchung der Hand und des Handgelenks umfasst in der Regel die Aufnahmen in 2 Ebenen. Nach Schmitt et al. muss die Hand hierfür in der „Neutralstellung“, d.h. in der mittleren Rotationsstellung des Unterarms zwischen maximaler Pronation und Supination, flach auf dem Röntgentisch aufliegen [149]. Die erste Ebene stellt die posteroanteriore Aufnahme (p.a.-Aufnahme) dar. Der Patient sitzt, der Oberarm ist im Schultergelenk um 90° abduziert. Im Ellenbogengelenk wird um 90° gebeugt, Ellenbogen und Handwurzel liegen im

Höhenniveau der Schulter [80]. Der Unterarm liegt auf, die Hand liegt palmar flach und so gestreckt wie möglich auf der Kasette auf [108]. Die anatomische Situation ist leicht an der Position des Processus styloideus ulnae und an der relativen Länge der Ulna erkennbar [149].

Die zweite Ebene bildet die Hand in der Seitenaufnahme ab. Dazu wird der Oberarm adduziert und im Ellenbogengelenk um 90° gebeugt. So kommt die Hand mit der Ulnarseite auf dem Tisch auf der Kasette zu liegen [67]. Der Röntgenstrahl wird dabei von radial auf das Handgelenk gesendet.

Spezielle Röntgenaufnahmen der ganzen Hand eignen sich nach Schmitt et al. besonders zur Früherfassung von Arthritiden [149]. Die sog. „Zitherspielerstellung“ bezeichnet die dorso-palmare Schrägaufnahme der ganzen Hand. Hierbei wird ein 45°-Keilkissen radiallyseitig unter die Handfläche gelegt und die Finger fächerförmig aufgespreizt. Dabei liegen die Fingerkuppen der Röntgenkasette auf [80]. Auf dieser Röntgenaufnahme müssen die Handwurzelknochen, die Mittelhandknochen und die Fingerknochen vollständig sichtbar sein [149].

Die Norgaard-Aufnahme bezeichnet die palmodorsale Schrägaufnahme der gesamten Hand. Hierbei wird ein 45°-Keilkissen radiallyseitig unter den Handrücken gelegt und die Finger fächerartig aufgereiht. Bei dieser Aufnahme liegen die Finger mit der Dorsalseite auf der Röntgenkasette auf [149]. Auch auf dieser Aufnahme sollen die Ossa carpi, die Ossa metacarpalia und die Phalangen vollständig projiziert werden [80, 100].

Das Handgelenk des Patienten mit rheumatoider Arthritis kann anhand verschiedener radiologischer Klassifikationen bewertet werden.

Die Einteilung der Handgelenksdestruktion erfolgt röntgenologisch am häufigsten entsprechend den Röntgenkriterien von Larsen, Dale und Eek in eine Stadieneinteilung (LDE-Stadien 0-5) von 0 bis 5 [86]:

- Stadium 0: Keine Veränderungen, normaler Gelenkstatus, keine arthritischen Zeichen
- Stadium 1: Leichte Veränderungen, periartikuläre Weichteilschwellung, periartikuläre Osteoporose, leichte Gelenkspaltverschmälerung
- Stadium 2: Definitive Frühveränderungen, Erosionen, Gelenkspaltverschmälerung. Erosionen sind obligat
- Stadium 3: Mittlere destruktive Veränderungen, starke Erosionen, stellenweiser Verlust des Gelenkspaltes als Zeichen des kompletten Knorpelabriebs, Karpusdissoziation, beginnender Handgelenksabrutsch
- Stadium 4: Starke destruktive Veränderung, nahezu kompletter Verlust des Gelenkspaltes, starke erosive Veränderung, knöcherne Deformierung

- Stadium 5: Mutilierende, ankylosierende Veränderungen, Verlust der natürlichen Gelenkflächen, starke knöcherne Deformierung

Die Klassifikation von Simmen und Huber berücksichtigt den Typ des natürlichen Verlaufs der rheumatoiden Arthritis am Handgelenk [157]. Anhand der röntgenologischen Parameter Abnahme der karpalen Höhe und Ausmaß der Ulnartranslokation des Karpus werden 3 Typen unterschieden [40, 57, 192]. Bei dem ankylosierenden Typ (Typ I) fusionieren die Handwurzelknochen spontan im Verlauf der rheumatoiden Arthritis. Es kann zur Ausbildung eines Os carpale kommen [89, 172]. Bei dem Typ II, der sekundären Osteoarthrose, entsteht ein Gleichgewicht zwischen der entzündlichen Destruktion und den sekundären degenerativen Prozessen. Dadurch wird der Karpus stabilisiert. Im Röntgenbild sind zugleich subchondrale Sklerosezonen und entzündlich bedingte chondrale Osteoporosezonen erkennbar. Bei den Typen I und II kommt es langsam zu einer Ulnartranslokation und einem Verlust der karpalen Höhe. Bei dem desintegrativen Typ (Typ III) überwiegen die entzündlichen Prozesse und es kann zu einem Handgelenkkollaps kommen. Dabei können Knorpel, Knochen und ligamentäre Strukturen betroffen sein [172]. Nach Lautenbach et al. ist dieser Verlaufstyp klinisch besonders wichtig, da hier eine operative ossäre Stabilisierung notwendig ist. Reine Weichteileingriffe sind nicht ausreichend, um den karpalen Kollaps aufzuhalten [89].

Eine andere radiologische Einteilung für die Bewertung des rheumatisch veränderten Handgelenks ist die Wrightington-Klassifikation [72]. In dieser werden die Therapiemaßnahmen von den Röntgenbefunden abhängig gemacht.

Steinbrocker et al. haben eine klinisch-radiologische Stadieneinteilung entwickelt, die aus 4 Stadien besteht [163]. Im Stadium I sind radiologische Anzeichen von Osteoporose, jedoch nicht von Erosionen erkennbar. Im Stadium II sind zusätzlich zur Osteoporose eine geringe Gelenkspaltverschmälerung oder subchondrale Knochendestruktionen sichtbar [149]. Im Stadium III kommt es außerdem zu Knorpel- und ausgedehnten Knochendestruktionen. Das Stadium IV beschreibt ausgeprägte Knochendestruktionen sowie eine knöcherne Ankylosierung bei vorbestehender Osteoporose [163].

Mit dem Index von Sharp et al. werden 27 Gelenke pro Hand betrachtet und im Hinblick auf die Anzahl der Erosionen und Gelenkspaltverschmälerungen bewertet [154]. Dabei werden die Anzahl und der Grad der Erosionen und Gelenkspaltveränderungen getrennt erfasst und zu einem Gesamt-Score addiert [94]. Der Nachteil dieses Scores, der zwar viel exakter ist als die

LDE-Klassifikation, besteht in dem großen Zeitaufwand für die Befundung und die Score-Addition [94, 149].

Die radiologische Einteilung von Schacherl gliedert sich in 6 Stadien und dient besonders der Differenzierung zwischen leichten und mittelschweren Veränderungen an der Hand [147]. Insgesamt werden 12 Typen der rheumatoiden Arthritis unterschieden. Dabei beruht die Untergliederung hauptsächlich auf der Art der Destruktion [149].

1.5.4 Sonographie

Die Sonographie des Handgelenks bei Patienten mit rheumatoider Arthritis kann dazu dienen, zwischen Arthro- und Tenosynovialitis zu differenzieren [46, 172]. Mit diesem Verfahren kann die Darstellung von intra- und periartikulären Flüssigkeitsansammlungen und Weichteilveränderungen erfolgen [68]. In der palmaren und dorsalen Ebene werden die Longitudinal- und Transversalschnitte abgebildet. Nach Lingg et al. werden im dorsalen Transversalschnitt v.a. der distale Radius, der Ulnakopf, Anteile der Ossa carpalia und die angrenzenden Weichteile erfasst. Im dorsalen Längsschnitt werden v.a. der distale Radius, der Ulnakopf und der Discus articularis sowie die Strecksehnen und die umgebenden Weichteile abgebildet [94]. Im palmaren Querschnitt über dem Karpaltunnel können die Flexorensehnen und der N. medianus dargestellt werden und im palmaren Longitudinalschnitt v.a. der Radius, die Ulna, der Discus articularis und die Flexorensehnen sowie die Beugesehnen und der N. medianus.

Im Handgelenksbereich kann es besonders bei der rheumatoiden Arthritis zu einer echoarmen Erweiterung der Gelenkkapsel mit dorsaler Schallverstärkung als Zeichen für eine Ergussbildung kommen [94]. Die verschiedenen Bereiche, das radiokarpale, das ulnokarpale und das distale radioulnare Kompartiment, können dabei unterschieden werden [94, 146, 153].

Nach Lautenbach et al. stellen sich Sehnenscheidensynovialitiden als sog. „Spiegeleiphänomen“ dar [89]. Der Querschnitt der Sehne ist sonographisch echoreich und wird von einem echoarmen Hof entsprechend dem Synovialisgewebe umgeben [89, 109].

Nach Thabe können bezüglich der Knochenstrukturen nur die Veränderungen an der Knochenoberfläche wie Usuren und osteophytäre Anbauten als Basisreflexionen erfasst werden [172].

1.5.5 Magnetresonanztomographie, Computertomographie und Szintigraphie

Die Magnetresonanztomographie (MRT) am Handgelenk dient bei der rheumatoiden Arthritis der Darstellung des intrarartikulären Entzündungssubstrats und der Weichteilstrukturen [94, 107, 126, 149].

Nach Lautenbach et al. ist die Indikation für eine MRT-Untersuchung im Handgelenksbereich bei Patienten mit rheumatoider Arthritis selten gegeben, wenn z.B. der Verdacht auf einer Raumforderung besteht [89]. Davon abgesehen ist der Nutzen dieses Verfahrens für die Diagnose einer rheumatoiden Arthritis noch nicht endgültig erwiesen [149].

Die Computertomographie (CT) dient im Bereich des Handgelenks mit koronaler Schnittführung dazu, Handgelenksbinnenschäden darzustellen [94]. Nach Schmitt et al. ist die Indikation zur CT-Untersuchung nur selten gegeben, da das konventionelle Röntgen ausreichende Informationen liefert [149]. Zudem ist die MRT der CT bei der Erkennung von Entzündungen überlegen. Nach Lingg et al. sind im Computertomogramm bei einer Synovialitis die Ergüsse in den Sehnenscheiden gut abgrenzbar [93, 94]. Jedoch wird bei V.a. auf ein entzündliches Karpaltunnelsyndrom oder eine Synovialitis nur selten eine CT-Untersuchung durchgeführt, um die Synovialitis der Flexorensehnen darzustellen.

Thabe zufolge liefern weder MRT noch CT wesentliche Zusatzinformationen für die Routinediagnostik der rheumatoiden Arthritis an der Hand [172].

Die Szintigraphie ist ein nuklearmedizinisches bildgebendes Verfahren unter Verwendung möglichst kurzlebiger Radionuklide bzw. Radiopharmaka [135]. Dabei wird gemessen, wie schnell sich diese Stoffe nach Inkorporation in den Geweben anreichern oder nicht gespeichert werden. Nach Lingg werden die radioaktiven Stoffe in synovialitischem Gewebe und bei erhöhtem Knochenstoffwechsel vermehrt in entzündlich veränderten Gelenken angereichert [92]. Dabei zeigen sich synovialitische Veränderungen in der Blutpoolphase als ringartige Struktur um die großen Gelenke [94]. Nach Schmitt et al. liegt der Vorteil dieser Untersuchungsmethode in einer objektiven Gesamtdokumentation aller befallenen Gelenke in der Frühphase der rheumatoiden Arthritis [149]. Bei Patienten mit rheumatoider Arthritis werden besonders in den kleinen Gelenken der Hände und Füße frühe synovialitische Veränderungen aufgrund des Verteilungsmusters gut dargestellt [94]. Andererseits sind durch die klinische Untersuchung mit Inspektion und Palpation der Hand bereits Informationen vorhanden, so dass die Indikation für eine szintigraphische Untersuchung eher selten gegeben ist. Dies kann z.B. vor Durchführung

einer Radiosynoviorthese der Fall sein, um das Ausmaß der entzündlichen Aktivität im Handgelenk zu ermitteln [89].

1.6 Behandlungsmöglichkeiten für Patienten mit rheumatoider Arthritis

Es stehen verschiedene Therapiemethoden zur Behandlung der rheumatoiden Arthritis zur Wahl. Nach Menninger et al. muss der Patient über den Nutzen sowie die Risiken einer Langzeittherapie aufgeklärt werden [110]. Die Compliance des Patienten hat für eine erfolgreiche Therapie immense Bedeutung.

1.6.1 Medikamentöse Therapie

Nach Wolff et al. besteht die medikamentöse Behandlung in einer Kombination aus antiphlogistischer und Basistherapie [189]. Die antiphlogistische Therapie kann durch die Gabe von nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR) und von Glukokortikoiden erfolgen.

Die NSAR haben analgetische, antiphlogistische und antipyretische Wirkung und hemmen die akute Entzündungsreaktion. Präparate mit kurzer Halbwertszeit sind nach Menninger et al. dazu am besten geeignet, da sie gut steuerbar sind [110]. Die Wirkung wird durch eine Blockade der Cyclooxygenasen COX-1 und COX-2 mit daraus folgender Verhinderung der Prostaglandinsynthese erreicht [91].

Die neueren COX-Hemmer sollten COX-2-selektiv sein und dadurch ausschließlich auf die proinflammatorisch wirksamen Prostaglandine wirken. Die Synthese protektiver und regulatorischer Prostaglandine wird durch die selektiven COX-2-Hemmer nicht beeinflusst. Ein Beispiel dieser neueren Wirkstoffe stellt das Rofecoxib (Vioxx®) dar. Jedoch wurde in aktuellen Studien nachgewiesen, dass die selektiven COX-2-Hemmer ein erhöhtes Risiko für Herzinfarkte, Schlaganfälle sowie für lebensbedrohliche allergische Hautreaktionen wie das Stevens-Johnson-Syndrom zeigen. Aus diesem Grund wurden Rofecoxib im September 2004 und Valdecoxib im April 2005 bereits aus dem Handel genommen [195].

Nach Menninger et al. betreffen die häufigsten Nebenwirkungen der NSAR Störungen des Gastrointestinaltraktes, Blutbildungs- und Nierenfunktionsstörungen sowie allergische Hautreaktionen [110]. Da Pyrazolonderivate wie Phenylbutazon (Butazolidin®) als schwere Nebenwirkung eine Agranulozytose auslösen können, dürfen sie nur über einen kurzen Zeitraum eingesetzt werden.

Allgemein steigt die Nebenwirkungsrate der NSAR mit Dosierung und Dauer der Anwendung. Die am häufigsten verwendeten Präparate sind Acemetacin (Rantudil®), Diclofenac (Voltaren®), Ibuprofen (Brufen®, Imbun®, Profen®) und Indometacin (Amuno®).

Nach Weber kommen Kortikosteroide dann zum Einsatz, wenn die Behandlung mit NSAR nicht mehr ausreicht, d.h. bei einem entzündlichen Schub oder erhöhter Entzündungsaktivität [184]. Die Wirkung der Glukokortikoide besteht nach Menninger et al. in einer Entzündungshemmung mit daraus resultierender Analgesie und in einer Immunsuppression [110]. Glukokortikoide haben zahlreiche und schwerwiegende Nebenwirkungen, u.a. können sie zu Osteoporose, Hautatrophie, Stammfettsucht und Vollmondgesicht, Blutbildveränderungen und Kataraktbildung führen.

Das Risiko der Nebenwirkungen steigt auch hier mit der Dosis und Anwendungsdauer.

Bei der Behandlung mit Steroiden sind nach Dormann et al. wichtige Aspekte zu beachten [44]. So lässt die Wirksamkeit der Glukokortikoide bei längerer Therapiedauer nach. Nebenwirkungen können bei langjährigem Einsatz ins Vergessen geraten und schwere Infektionen bei bekannter Leukozytose und Unterdrückung von Entzündungszeichen übersehen werden. Daher gilt, dass Glukokortikoide erst nach Versagen der NSAR und Basistherapeutika eingesetzt werden sollten [128].

Nach Baenkler werden durch geringdosierte Steroide jedoch deutliche Erfolge erzielt, so dass eine niedrigdosierte Dauertherapie möglich ist [5].

Nach Menninger et al. sind die Basistherapeutika Remissionsinduktoren, deren Wirkung erst nach Wochen bis Monaten sichtbar wird [110]. Daher sind sie nach Weber nicht zur Behandlung eines akuten Schubs geeignet [184]. Die Ziele dieses Therapiezweiges sind der Stillstand und die Rückbildung der entzündlichen Aktivität auf klinischer, laborchemischer und radiologischer Ebene. Der Wirkmechanismus der Basistherapeutika ist oft nicht bekannt [53, 110, 188].

Entsprechend des Schweregrades der rheumatoiden Arthritis eines Patienten steht ein Therapieschema aus 3 Stufen zur Verfügung. Die Stufe I bezieht sich auf eine rheumatoide Arthritis mit geringer entzündlicher Aktivität ohne Destruktion der Gelenke. In dieser Stufe sind Substanzen wie Hydroxychloroquin (Quensyl®), Auranofin (Ridaura®) und Sulfasalazin (Azulfidine RA®, Pleon RA®, Sulfasalazin Heyl®) indiziert.

In der Stufe II kommt es zu einer hohen Entzündungsaktivität mit erhöhter BSG und erosiven radiologischen Veränderungen. In diesem Stadium werden Substanzen wie Methotrexat

(Lantarel®, Metex®, Farmitrexat®), Leflunomid, intramuskulär verabreichte Goldpräparate (Aureotan®, Tauredon®), Azathioprin und Ciclosporin gegeben.

Die Stufe III betrifft Patienten mit einer hohen Aktivität der rheumatoiden Arthritis, mit rascher Destruktion der Gelenke und daher ungünstiger Prognose. In dieser Phase kommen Cyclophosphamid-Kombinationen zum Einsatz [110].

Bei schweren Verläufen zeigen TNF- α -Blocker gute Ergebnisse [128].

D-Penicillamin (Metalcaptase®, Trovolol®) ist ein klinisch wirksames, progressionshemmendes Medikament, das in den Stufen I und II eingesetzt werden kann [110]. Laut Wolff et al. wird es jedoch nur noch selten eingesetzt, da die Nebenwirkungen zahlreich und schwer sind [189].

Leflunomid (Arava®) ist ein neues Medikament, das zu den Basistherapeutika gehört. Vorteilhaft ist der schnelle Wirkungseintritt nach 4-6 Wochen, andererseits sind diverse Nebenwirkungen und Wechselwirkungen mit anderen Basistherapeutika bekannt [189].

1.6.2. Synoviorthese

Die Synoviorthese, d.h. die Injektion eines chemischen oder radioaktiven Pharmakons in ein Gelenk, ist Lautenbach et al. zufolge dann indiziert, wenn die systemische medikamentöse Therapie keine Besserung bringt und klinische Symptome bestehen [89]. Der Vorteil dieser Applikationsform liegt darin, dass das Medikament lokal begrenzt in ein Gelenk verabreicht werden kann [128]. Das Ziel der Synoviorthese ist die Zerstörung von entzündlich verändertem Synovialisgewebe im betroffenen Gelenk. Durch diesen Eingriff soll nach Bitsch die Synovialmembran wieder ins Gleichgewicht gebracht werden, jedoch kann nur die Erkrankung im intraartikulären Bereich therapiert werden [10].

Da nur ein lokales Symptom behandelt wird, darf eine Beseitigung der entzündlichen Ursache nicht erwartet werden. Außerdem können durch wiederholte Injektionen Knorpel- und Knochenschäden verursacht werden und später eventuell notwendige Operationen durch Vernarbungen des Kapsel-Band-Apparates deutlich erschwert werden [89, 120].

Die chemische Synoviorthese sollte nach Fiehn et al. am Handgelenk immer 3 Kompartimente, das distale Radioulnargelenk, das Radiokarpalgelenk und das Mediokarpalgelenk, infiltrieren [53]. Laut Bitsch stehen verschiedene Medikamente zur Wahl, die Morrhuate-Synoviorthese, die

Osmium-Synoviorthese und die Zytostatika-Synoviorthese, wobei in Deutschland nur die Morrhuate-Synoviorthese verbreitet ist [10].

Nach Fiehn et al. kommen für die Radiosynoviorthese (RSO) nur Patienten in Betracht, die älter sind als 40 Jahre, da Strahlenschäden nicht sicher auszuschließen sind [53]. Die Erfolge sollen nach 12 Monaten bei 50-60% liegen. Eine Wiederholung ist frühestens nach 3-6 Monaten möglich. Meist wird das Radionuklid Rhenium ($^{186}\text{Rhenium}$) verwendet. Dieser Beta- und Gammastrahler hat eine maximale Gewebsreichweite von 3,7 mm. Die physikalische Halbwertszeit beträgt 3,7 Tage [89].

Nach Fiehn et al. gelten die LDE-Stadien III-IV als Kontraindikation für die Radiosynoviorthese [53].

1.6.3 Physikalische Therapie

Begleitend zu anderen Therapieformen sollten nach Lautenbach et al. Ergotherapie, Krankengymnastik und Selbstbeübung stattfinden, um die Beweglichkeit des Handgelenks zu erhalten [89]. Dabei gilt nach Bitsch et al., dass bei der physikalischen Therapie die Funktionsverbesserung das wichtigste Ziel sei [11]. Diese beinhaltet die Stabilisierung von Gelenken, die Beseitigung von Kontrakturen und die Wiederherstellung des Gelenkspiels. Durch die physikalische Therapie dürfen die vorgeschädigten Gelenke jedoch nicht zu stark belastet werden.

Nach Fiehn et al. sind die obersten Ziele der Krankengymnastik der Erhalt und die Förderung der Selbständigkeit des Patienten [53].

1.6.4 Operative Therapiemöglichkeiten am Handgelenk des Patienten mit rheumatoider Arthritis

Zu den operativen Behandlungsmöglichkeiten für das Handgelenk des Patienten mit rheumatoider Arthritis zählen die Arthrosynovialektomie, die Tenosynovialektomie, die Stabilisierung des Karpus und die Resektion des Caput ulnae sowie die Arthrodesse des Handgelenks und die Implantation einer Handgelenksalloarthroplastik. Die Wahl des Operationsverfahrens wird abgesehen vom klinischen und röntgenologischen Befund auch unter Berücksichtigung der subjektiven Bedürfnisse des Patienten und in Abhängigkeit vom Funktionsbedarf getroffen [172].

Die Arthrosynovialektomie und die Tenosynovialektomie sind nach Wolfram dann indiziert, wenn eine Synovialitis länger als 6 Monate besteht und trotz adäquater medikamentöser Behandlung nicht gebessert werden kann [104, 190]. Durch die operative Entfernung des entzündlich veränderten Synovialisgewebes wird der gelenkoberflächenzerstörende Prozess durch den Oberflächenpannus unterbrochen und die Ernährungssituation des Gelenkknorpels verbessert [189].

Im Bereich des Handgelenks kann die Entzündung im distalen Radioulnargelenk, im Radiokarpalgelenk, im Ulnokarpalgelenk, in den Mediokarpalgelenken und in den Karpometakarpalgelenken auftreten. In Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad der Synovialitis werden ein oder mehrere Gelenke operativ saniert.

Zusätzlich müssen die Sehnenscheiden der Flexoren und Extensoren auf eine bestehende Tenosynovialitis untersucht werden. Die Tenosynovialektomie sollte wenn möglich gleichzeitig mit der Synovialektomie des Handgelenks durchgeführt werden. Durch diesen Eingriff wird einer Ruptur der Sehnen vorgebeugt und das Rezidivrisiko reduziert [27, 51, 62, 160, 165].

Da der operative Zugang bei der Synovialektomie des Handgelenks jedoch von dorsal erfolgt, wird die Synovialektomie der Beugesehnenscheiden nach Lautenbach et al. nicht im gleichen Eingriff durchgeführt [89]. Zudem besteht nach Fiehn et al. bei der Tenosynovialektomie der Beugesehnen die Gefahr der Vernarbung mit resultierenden Funktionseinbußen [53].

Verschiedene Autoren unterscheiden zwischen Früh- und Spätsynovialektomie [27, 49, 53, 76, 119, 135, 166, 185].

Die Frühsynovialektomie hat präventive Funktion, da sie vor dem Auftreten radiologisch nachweisbarer erosiver Veränderungen durchgeführt wird. Im Spätstadium der rheumatischen Erkrankung erfolgt die Synovialektomie zur Schmerzlinderung und Bewegungsverbesserung [104].

Nach Fiehn et al. ist die Frühsynovialektomie indiziert, wenn röntgenologisch noch keine Anzeichen entzündlicher Veränderungen vorliegen, jedoch trotz sechsmonatiger medikamentöser Behandlung Schwellung und Schmerzen im betroffenen Gelenk fortbestehen [53]. Die Frühsynovialektomie aller Kompartimente des Handgelenks und gleichzeitig der Strecksehnenfächer soll zusätzlich der Sehnendestruktion vorbeugen [14].

In den LDE-Stadien 0 bis 1 kann die Frühsynovialektomie durchgeführt werden. Nach Thabe ist in den LDE- Stadien 0 bis 1 die dorsale Synovialektomie in Verbindung mit einer Tenosynovialektomie der Strecksehnen und einer Kapselstabilisierung des Karpus die Methode der Wahl [172].

Im LDE-Stadium 2 wird Thabe zufolge bei sichtbarer Gelenkdestruktion die Spätsynovialektomie in Verbindung mit einer Resektion des Caput ulnae und einer Teiltransposition des M. extensor carpi radialis brevis zur Stabilisierung des Karpus durchgeführt [174].

Der operative Zugang erfolgt bei der Synovialektomie des Handgelenks von dorsal meist über einen medianen Hautschnitt [49, 103, 187]. Das Retinaculum extensorum wird lateral der Sehne des M. extensor carpi ulnaris nach radial gestielt mobilisiert. Dann erfolgt die Tenosynovialektomie der Strecksehnen und der Strecksehnenfächer. Nach Lautenbach et al. wird das Gelenk durch Durchtrennung der Nn. interossei antebrachii posterior und anterior denerviert [89]. Anschließend wird das entzündlich veränderte Synovialisgewebe entfernt.

Nach Thabe kann das Retinaculum extensorum zur Stabilisierung der Handgelenkscapsel unter die Extensorensehnen verlagert werden. Dadurch wird die Palmarflexion auf 30-40° begrenzt [76, 172, 175]. Nach Clayton et al. kann die Sehne des M. extensor carpi ulnaris durch einen Teiltransfer der Sehne des M. extensor carpi radialis longus, M. extensor carpi radialis brevis oder ein freies Sehnentransplantat der Sehne des M. palmaris longus stabilisiert werden [27, 174].

In der Regel werden nach Lautenbach et al. die Pronations- und Supinationsbewegung durch die Synovialektomie des Handgelenks und durch die Resektion des Caput ulnae bei Schmerzfreiheit verbessert [27, 51, 62, 89, 160]. Nach Darrach erfolgt die Resektion des Ulnakopfs nach Eröffnung des Handgelenks über einen dorsoulnaren, geraden oder L-förmigen dorsalen Schnitt [37]. Die Ulna wird dargestellt und die distalen Anteile von ca. 1,5 bis 2 cm reseziert. Bogoch et al. zufolge ist die Stabilisierung der verbleibenden Ulna wesentlich für den Erfolg dieses Eingriffs [13]. Dazu kann laut Thabe et al. ein Teiltransfer der Sehne des M. extensor carpi radialis brevis erfolgen und in die Sehne des M. extensor carpi ulnaris eingeflochten werden [174]. Nach Lautenbach et al. kann alternativ dazu auch ein palmarer Kapsellappen des distalen Radioulnargelenks zur Stabilisierung benutzt werden [89].

1.7 Arthrodesen-Techniken am Handgelenk

Nach Thabe stehen ab dem LDE-Stadium III verschiedene Arthrodesen-Verfahren zur Verfügung, wenn die operative Behandlung durch Synovialektomie, Resektion des Caput ulnae und Weichteilstabilisierung des Handgelenks eines Patienten mit rheumatoider Arthritis nicht mehr ausreicht, um der Dissoziation des karpoulnaren Bandapparates und der Destruktion der

Knorpelstrukturen entgegen zu wirken [172]. Die Auswahl der Art der Arthrodesse ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Wahl der operativen Therapie wird unter anderem vom Schweregrad der rheumatischen Erkrankung, dem Krankheitsverlauf und der knöchernen Situation des Handgelenks bestimmt.

Nach Lautenbach et al. erfolgen alle Operationen in Blutleere des Arms und entweder in Teil- oder in Vollnarkose [89].

1.7.1 Teilarthrodesse-Verfahren am Handgelenk

Nach Sachar et al. besteht bei Patienten mit rheumatoider Arthritis seltener die Indikation zur alleinigen eingeschränkten Arthrodesse des Handgelenks, da bei diesen Patienten meist das gesamte Handgelenk von der Erkrankung betroffen ist. Fast immer ist die Kombination mit einer Synovialektomie nötig [145]. Andererseits bleibt dem Patienten durch die Teilarthrodesse eine Beweglichkeit im Handgelenk erhalten.

Die Operation nach Sauvé-Kapandji umfasst die Arthrodesse des distalen Radioulnargelenks mit einer Ulnasegmentresektion [77, 104]. Nach Lautenbach et al. kann der operative Zugang über eine dorsale Inzision erfolgen [89]. Das Retinaculum extensorum wird lateral der Sehne des M. extensor carpi ulnaris nach radial mobilisiert. Der distale Anteil der Ulna wird dargestellt und ein metaphysäres Ulnasegment von 1,5-2 cm Länge möglichst distal und ulnakopfnah reseziert. Dieses Knochensegment wird zwischen Ulnakopf und distalem Radius interponiert und mit 2 Schrauben fixiert. Bei einem Patienten mit rheumatoider Arthritis wird während der Operation häufig gleichzeitig eine Synovialektomie des Handgelenks und der Strecksehnen durchgeführt.

Die Operation nach Chamay et al. beschreibt die radiolunäre Fusion. Dabei werden der Radius und das Os lunatum fusioniert [23]. Diese Operation stellt ein Verfahren der Teilarthrodesse dar und dient der Stabilisierung des Handgelenks in der frontalen und sagittalen Ebene bei drohender oder bereits vorliegender Subluxation des Handgelenks [96]. Der Zugang erfolgt nach Lautenbach et al. meist über eine gerade mediane Inzision, wobei sensible Nervenäste und subkutane Gefäße geschont werden müssen [89]. Das Retinaculum extensorum wird lateral der Sehne des M. extensor carpi ulnaris nach radial mobilisiert. Es erfolgt grundsätzlich die selektive Denervierung des Gelenks. Der Knorpel des radiolunären Gelenks wird entfernt, bis spongioser Knochen sichtbar wird. Das Os lunatum wird in die anatomische Stellung reponiert und temporär fixiert, z.B. mit einem Kirschner-Draht. Die Osteosynthese erfolgt vom Radius in den palmaren Teil des Os lunatum und umgekehrt. Dafür können Schrauben, Drähte oder auch Miniplatten

verwendet werden. Um die karpale Höhe wiederherzustellen, kann ein Resektat aus dem Ulnakopf interponiert werden. Ggf. kann zusätzlich ein Knochenblock in den Radius oder das Os lunatum eingebracht werden. Es erfolgt der schichtweise Wundverschluss.

Bei Patienten mit fortgeschrittener Handgelenksdestruktion kann als ein weiteres Teilarthrodeseverfahren die radioskapholunäre Arthrodese (RSL-Fusion) indiziert sein. Die RSL-Fusion stellt eine Alternative zur Arthrodese des Handgelenks dar, wenn nur das Radiokarpalgelenk betroffen ist und noch kein karpaler Kollaps besteht [89, 145, 187]. Sie wird in Verbindung mit einer Synovialektomie des Handgelenks und einer Resektion des Ulnakopfs durchgeführt.

Nach Lautenbach et al. erfolgt der operative Zugang auch hier über eine gerade mediane Inzision [89]. Nach der Eröffnung des Handgelenks wird der Knorpel der radiokarpalen Gelenke entfernt, bis spongioser Knochen sichtbar wird. Die Ossa lunatum und scaphoideum werden in die anatomische Stellung reponiert und temporär fixiert, z.B. mit Kirschner-Drähten. Eine intraoperative Röntgenkontrolle wird empfohlen, um die Position vor der Fixierung zu überprüfen. Die Osteosynthese kann mit Schrauben, Staples, Drähten oder Miniplatten erfolgen [22]. Zur Wiederherstellung der karpalen Höhe kann ein Teil des Ulnakopfresektats verwendet werden.

1.7.2 Arthrodese-Verfahren bei schwerer Handgelenksdestruktion und nach Prothesenausbau

Laut Thabe werden schwere Handgelenksdestruktionen ab dem LDE-Stadium 3 erfolgreich durch die Arthrodese des Handgelenks behandelt [172]. Nach Lautenbach et al. sollte in den LDE-Stadien 4 und 5 bei Verlust des Gelenkknorpels, bei einer Instabilität oder einer Subluxation des Handgelenks die Arthrodese des Handgelenks erfolgen [89]. Dabei wird empfohlen, das Handgelenk in einer Position von 10° Ulnarduktion zu fixieren und eine Radialduktion zu vermeiden [29, 103, 130]. Inwieweit eine Extensions- oder Flexionsstellung nötig ist, muss von den Bedürfnissen des einzelnen Patienten und dem Zustand des anderen Handgelenks abhängig gemacht werden. Meist wird eine Extensionsstellung gewählt. Das Ziel der Arthrodese ist nach Murray die solide Fusion zwischen dem Radius, dem Karpus und dem Os metacarpale III [125].

Als Zugangswege stehen die gerade mediane Inzision, der Zugang über dem 3. Strecksehnenfach sowie s-förmige und schräge Hautschnitte zur Verfügung. Viele Autoren halten das Risiko für Hautnekrosen bei medianer Inzision für am geringsten [63, 79, 89, 145, 172, 186].

Bei der Arthrodesse in der Technik nach Mannerfelt und Malmsten werden nach der Eröffnung des Handgelenks von dorsal die radiokarpalen und interkarpalen Gelenkflächen reseziert [103]. Der Ulnakopf wird reseziert und ggf. zur Wiederherstellung der karpalen Höhe verwendet [101]. Ein Rush-pin wird von distal auf der ulnaren Seite in den 3. Mittelhandknochen eingeführt und durch den Karpus in den Radius vorgeschoben [102, 186]. Nach Wirth et al. können durch die Verwendung von Staples die Rotationsstabilität verbessert und eine Kompression auf die Knochen ausgeübt werden [186]. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass keine Osteosynthesematerialien auf dem Knochen und unter den Strecksehnen liegen. Somit wird das Risiko für Strecksehnenrupturen und Wundheilungsstörungen reduziert. Dies ist besonders für Patienten mit rheumatoider Arthritis von Vorteil, die wegen einer Langzeittherapie mit Kortikoiden häufig unter einer verzögerten Wundheilung leiden [56, 89].

Die Osteosynthese durch Platten kommt Lautenbach et al. zufolge bei größeren Knochendefekten in Betracht [89]. Diese Defekte können durch eine fortschreitende Arthritis als knöcherne Mutilationen entstehen oder nach fehlgeschlagener Handgelenksalloarthroplastik und Explantation der Handgelenksprothese vorliegen [172]. Dann bietet die Plattenarthrodese eine Revisionsmöglichkeit.

Nach Thabe ist die Plattenarthrodese bei schweren Destruktionen des Handgelenks ab dem LDE-Stadium 4 indiziert. Eine schwere Destruktion des Handgelenks liegt z.B. bei einem völlig instabilen Handgelenk in Kombination mit zusätzlichen Sehnenrupturen oder bei einer fehlgeschlagenen Handgelenksendoprothese vor [172].

Nach Sachar et al. wird für die primäre Handgelenksarthrodese das Retinaculum extensorum nach radial gestielt und mobilisiert und das Handgelenk denerviert [145]. Nach Eröffnung der Handgelenkskapsel werden der distale Radius und der Karpus bis zum Os metacarpale III dargestellt, ohne die intrinsische Muskulatur im Bereich des 3. Metakarpalknochen zu beschädigen. Laut Wirth et al. werden bei einer primären Handgelenksdestruktion die Gelenke zwischen dem Radius, dem Os scaphoideum, dem Os lunatum, dem Os capitatum und dem Os metacarpale III dargestellt und deren Gelenkflächen reseziert [187]. Die Kortikalis wird an der Basis des Os metacarpale III, am Karpus und am distalen Radius entfernt [145]. Anschließend

wird zur Wiederherstellung der karpalen Höhe ein Beckenkamminterponat auf die präparierten Knochen gelegt sowie Spongiosa in die noch bestehenden Gelenkspalten gefüllt, um die knöcherne Fusion zu fördern. Die LCDC-Platte wird auf dem Defekt platziert und über dem Os metacarpale III und dem Radius zentriert. Die Löcher der LCDC-Platte für das Os metacarpale III müssen zentriert auf dem Knochen liegen, damit die Platte nicht schräg in der Frontalebene liegt und das Os metacarpale III rotiert, wenn die Platte im Radius fixiert wird.

Die Sehne des M. extensor carpi radialis brevis hat laut Sachar et al. nach der Arthrodesese keine Funktion mehr [145]. Daher kann sie über die Platte gefächert ausgebreitet werden, um als Schutz zwischen der Platte und den übrigen Strecksehnen zu dienen. Die Sehnen der Extensoren werden oberhalb des Retinaculum in die subkutane Schicht verlagert [145]. Anschließend erfolgt der schichtweise Wundverschluss.

Nach Lautenbach et al. bietet die LCDC-Platte aus Titan eine rigide Fixation des Handgelenks und stellt auch nach fehlgeschlagener Handgelenksprothese bei Patienten mit einer schlechten Empfängerregion für Knochentransplantate eine gute Revisionsmöglichkeit dar [88, 89]. Zudem ist diese Methode geeignet, um der Entstehung von Pseudarthrosen vorzubeugen. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass die Schraubenfixation bei diesen Patienten erschwert sein kann und die Operation technisch sehr anspruchsvoll ist. Nach der Explantation der Handgelenksprothese liegt ein großer Knochendefekt im Bereich des Radius, des Handgelenks und des Os metacarpale III vor. Für die Fixation der Plattenarthrodesese muss daher meist Spongiosa aus dem Beckenkamm des Patienten entnommen werden. Zusätzlich dient die Verwendung des Knocheninterponats der Zunahme der karpalen Höhe. Der karpale Höhenaufbau ist wichtig, da die Funktion der Beuge- und Strecksehnen der Finger durch eine Abnahme der karpalen Höhe erheblich beeinträchtigt wird [172].

Nach der Eröffnung des Handgelenks von dorsal werden zunächst die Prothesenkomponenten aus dem Radius und dem Os metacarpale III entfernt. Der vorliegende Knochendefekt wird mittels Knocheninterponat aus dem Beckenkamm aufgefüllt (Abb. 1). Anschließend wird eine LCDC-Platte in der gleichen Technik analog zu der primären Handgelenksarthrodesese über dem Radius und dem Os metacarpale III positioniert und fixiert (Abb. 2). Abschließend erfolgen die Verlagerung der Strecksehnen und der schichtweise Wundverschluß.

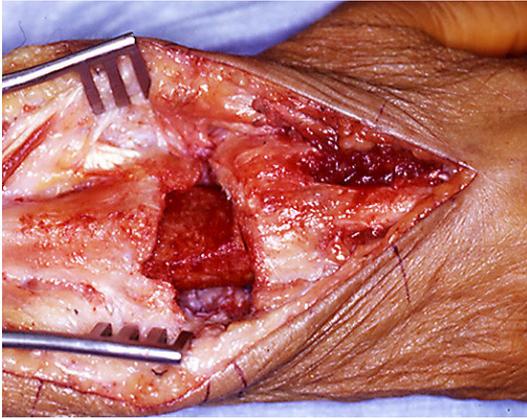


Abbildung 1: Beckenkamminterponat
zwischen Radius und Os metacarpale III

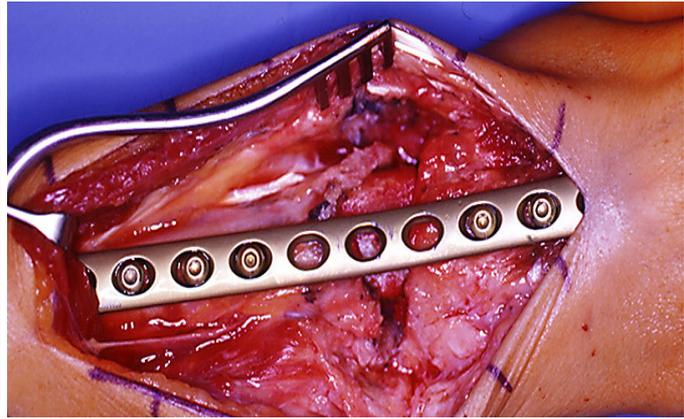


Abbildung 2: Fixation der LCDC-Platte auf dem
Radius und dem Os metacarpale III

1.7.3 Fixateur externe im Bereich des Handgelenks

Bei schweren Weichteildefekten oder einem Infekt des Gelenks kann der Fixateur externe verwendet werden. Nach Hanusch liegt der Vorteil dieser Methode in einem wenig invasiven Operationsverfahren und in der Schonung des Weichteilmantels, zudem wird eine weitere Operation zur Entfernung des Materials vermieden [66]. Die Arthrodesese wird durch ein Stangensystem außerhalb der Weichteile erreicht. Im Bereich des Handgelenks werden in das Os metacarpale II und in den Radius perkutan jeweils zwei Schanz-Schrauben eingebohrt und außen mit einem Längsgestänge verbunden. Nach Zilch kann das System entweder als äußerer Festhalter fungieren oder darüber ein Druck auf die Knochen ausgeübt werden [194].

1.8 Resektions-Interpositions-Arthroplastik (RIAP)

Nach Lautenbach et al. kann die Indikation zur Resektionsinterpositionsarthroplastik (RIAP) in den LDE-Stadien IV und V gegeben sein [89]. Als Voraussetzung für diesen Eingriff müssen die Bandverbindungen des Handgelenks erhalten oder rekonstruierbar sein. Zusätzlich muss ein belastungsfähiges Retinaculum extensorum, das als Interponat verwendet werden kann, vorhanden sein [171, 188]. Nach Thabe stehen 3 Varianten zur Verfügung, die proximale RIAP und die distale RIAP nach Stellbrink und Tillmann sowie der Eingriff nach Steinhäuser, bei dem die proximale Handwurzelreihe reseziert wird [172].

Bei der proximalen RIAP werden Anteile des distalen Radius und der proximalen Handwurzelreihe in unterschiedlichen Krümmungsradien reseziert. Das Retinaculum extensorum wird in das

Gelenk reponiert, auf dem dorsalen Radius fixiert und straff an der palmaren Gelenkkapsel vernäht [104]. Durch die Interposition wird eine Ankylosierung des Gelenks verhindert [172].

Bei der distalen RIAP werden die Karpalknochen der proximalen und der distalen Handwurzelreihe miteinander fusioniert. Anschließend wird die proximale Handwurzelreihe mit dem distalen Radius und die distale Handwurzelreihe mit der Metakarpalreihe verbunden. Die Gelenkflächen des Mediokarpalgelenkbereichs werden reseziert und dann das Retinaculum extensorum oder Lyodura in den Gelenkspalt interponiert [89, 172]. Thabe zufolge sind nach der proximalen und der distalen RIAP im Handgelenk Bewegungsradien von jeweils ca. 30° für die Palmarflexion und die Dorsalextension möglich [172].

1.9 Handgelenksalloarthroplastik

Nach Thabe kommt der endoprothetische Handgelenksersatz bei kompletter Destruktion des Handgelenks in den LDE-Stadien IV und V als Alternative zur Arthrodeese in Betracht [172]. Die Arthrodeese des Handgelenks ist mit einem erheblichen Funktionsverlust verbunden [88]. Für Patienten mit rheumatoider Arthritis und multipler Gelenkbeteiligung haben der Erhalt der Handgelenksfunktion und der Beweglichkeit jedoch große Bedeutung für die Funktion der gesamten Hand [58]. Nach Adams et al. soll die Entscheidung für die Arthrodeese oder für die Implantation einer Handgelenksprothese individuell getroffen werden und davon abhängen, welche Bedürfnisse und Wünsche der einzelne Patient bezüglich der Beweglichkeit des Handgelenks hat [1]. Die beidseitige Handgelenksdestruktion und ein besonderer Bedarf einer feinmotorisch gebrauchsfähigen Hand stellen Indikationen für die Prothesenimplantation am Handgelenk dar [89, 190].

Da in der Literatur hohe Komplikationsraten nach Implantation einer Handgelenksprothese beschrieben werden, stellt die Endoprothese am Handgelenk nach Lautenbach et al. bisher keine Standardtherapie dar [29, 32, 58, 88, 118].

1.9.1 Entwicklung der Handgelenksprothesen

1967 wurde die erste Silikonprothese von Swanson vorgestellt. Dieser flexible Silikon-Spacer diente zwar nicht als echtes Gelenk, sondern als Gelenkersatz. Durch die Elastizität des Materials und die Fähigkeit des Spacers, im Radiusmarkraum zu gleiten, wurde jedoch eine gewisse Beweglichkeit des Handgelenks bei Erhalt der Stabilität ermöglicht [35].

Die erste echte Handgelenksprothese (MWP I) wurde 1971 von H.C. Meuli präsentiert [114, 115, 116]. 1974 folgte das Prothesenmodell von Volz [39, 85, 182, 183]. Beide Prothesentypen bestanden aus Metall und Polyethylen und wurden durch Methylmethacrylat-Zement verankert. Bei beiden Modellen wurde die karpale Komponente mit 2 Spornen in den Ossa metacarpalia II und III fixiert. Die Prothese von Meuli (MWP I) war eine Kugelgelenksprothese und bestand aus 3 Komponenten [8, 113, 117, 181]. Die Volz-Prothese orientierte sich an dem normalen anatomischen Bewegungsumfang und bestand aus 2 Komponenten, einer proximalen mit einer konkaven Gelenkfläche und einer distalen mit einer konvexen Fläche [4].

Aufgrund vielfältiger Probleme wurde die MWP I-Prothese mehrfach modifiziert, das neueste Modell (MWP III) wurde 1986 von Meuli präsentiert und bestand aus Titan [117].

In Zusammenarbeit von Clayton, Ferlic und Volz entstand später die CFV-Prothese als Modifikation der Volz-Prothese. Diese halbgekoppelte Metall-Prothese bestand aus einem radialen Teil mit einer sphärischen Pfanne und Polyethylen-Inlay und aus einem karpalen Teil mit einem relativ kleinen Kopf [104]. Die Anatomie der Gelenkflächen wurde bei diesem Modell vertauscht. Die proximale Komponente hatte eine konvexe Gelenkfläche und die distale Komponente eine konkave [4]. Diese Prothese sollte zementfrei verankert werden [1].

1979 wurde von Alnot et al. die Guepar-Prothese entwickelt und in den 80er Jahren modifiziert [4]. Die distale Komponente bestand aus einer Polyethylen-Platte und 2 Schrauben, die in den Ossa metacarpalia II und III fixiert wurden.

Menon präsentierte 1980 die Universal-Prothese, bei der eine andere Art der Verankerung der karpalen Komponente verwendet wurde [1]. Der karpale Sporn wurde im Os capitatum fixiert und zusätzlich mit jeweils einer Schraube im radialen und im ulnaren Anteil des Karpus verankert.

1984 wurde die Biax-Prothese von Cooney et al. vorgestellt, die der Guepar-Prothese ähnelte [33]. Die nicht gekoppelte Prothese bestand aus einer proximalen Komponente mit einer konkaven elliptischen Gelenkfläche und aus einer distalen, konvex geformten Gelenkfläche [7, 131].

1988 wurde von Figgie et al. die Trispherical-Prothese als die erste Semiconstrained-Prothese präsentiert [55]. Dieses Modell war die einzige Prothese, die wie ein Scharniergelenk geformt war [4]. Sie bestand aus 4 Komponenten, aus einer proximalen und aus einer distalen Metallkomponente sowie aus einer Polyethylenkomponente, die auf die Basis der distalen Komponente gesetzt wurde. Ein transversaler Bolzen verband die radiale und die karpale

Komponente locker miteinander. Durch diese transversale Achse sollte die Stabilität bei extremen Bewegungen gewährleistet werden [1, 4].

Viele andere Prothesenmodelle wurden entwickelt und Techniken der Handgelenksprothesenimplantation beschrieben.

Ein weiterer Typ der Handgelenksprothese war die APH-Prothese (anatomisch-physiologisches Handgelenk), die von Thabe entwickelt wurde.

Nach Thabe war diese Endoprothese eine Hydroxylapatit-beschichtete Kobalt-Chrom-Prothese mit einer Titanbeschichtung der Gelenkflächen [172]. Die radiale Komponente hatte eine Inklination von 10° ulnarwärts. Die karpale Komponente wurde im Os metacarpale III und in den distalen Handwurzelkochen verankert und hatte an der beweglichen Gelenkfläche eine Neigung von 10° nach radial. Dadurch sollten die normale Einstellung und die Drehbewegung der proximalen Handwurzelknochen während einer Bewegung imitiert werden. Die radiale Komponente war in 4 Größen verfügbar, während es für die karpale Komponente eine Standardgröße gab [137].

Eine Weiterentwicklung der Thabe-Prothese ist durch die Firma Link® erfolgt [184]. Bei dieser zementfreien Kobalt-Chrom-Prothese sind die Gelenkkomponenten Titan-Nitrit-beschichtet. Die Komponentenschäfte und die Karpusträger Teile sind Hydroxylapatit-beschichtet. Die radiale Komponente ist in 6 Größen verfügbar. Die karpale Komponente gibt es für eine unterschiedlich tiefe Verankerung im Os metacarpale III in 2 verschiedenen Schaftlängen, in einer Länge von 30mm und 50mm.

Die Prothese ist in 2 Versionen verfügbar, in einer ungekoppelten und in einer gekoppelten Version. Welches Modell verwendet wird, ist vom Schweregrad der Handgelenksdestruktion abhängig. Zur Verbindung zwischen radialer und karpaler Komponente stehen 2 Zwischenteile zur Verfügung, abhängig davon, ob die ungekoppelte oder die gekoppelte Variante verwendet wird. Für die ungekoppelte Prothese werden eine Karpus-Gelenkolive und eine radiale Gelenkschale zwischen die radiale und die karpale Komponente eingesetzt. Bei der gekoppelten Version wird ein radiales Achsverbindingsteil verwendet.

Die ellipsoide Gelenkfläche der radialen Komponente hat eine Neigung von 10° ulnarwärts. Die doppelgelenkige karpale Komponente hat eine ellipsoide Gelenkfläche mit einer Neigung von 10° nach radial.

Nach Thabe wird durch die Wahl des Materials der Abrieb im Knochen minimiert [184]. Ein weiterer Vorteil dieser Prothese besteht in einer Entkoppelungssicherung, die Teil der karpalen Komponente ist. Im Gegensatz zur APH-Prothese ist das Resektionsausmaß der Handwurzel-

knochen für die Implantation der Handgelenksprothese der Firma Link® geringer. Für die Link®-Handgelenksprothese müssen nur die destruierten knöchernen Strukturen des Karpus entfernt werden. Dadurch soll eine Wiederherstellung der karpalen Höhe leichter möglich sein [184].

1.9.2 Indikationen für die Implantation einer Handgelenksprothese

In der Literatur werden verschiedene Indikationen für die Implantation einer Handgelenksprothese beschrieben. So kann nach Rehart et al. bei degenerativ, arthritisch und posttraumatisch bedingter Destruktion des Handgelenks die Implantation einer Handgelenksendoprothese in Erwägung gezogen werden [141].

Nach Alnot et al. stellt ein disloziertes und schmerzhaftes Handgelenk, das in der Frontal- und der Sagittalebene instabil ist, eine Indikation zur Prothesenimplantation dar, vorausgesetzt, der Patient hat eine rheumatoide Arthritis [4].

Vor allem bei Patienten mit rheumatoider Arthritis, bei denen neben den Handgelenken weitere Gelenke der Hand wie die Metakarpophalangealgelenke oder die Interphalangealgelenke von der Erkrankung betroffen sind, hat der Erhalt der Handgelenksfunktion große Bedeutung [8, 58, 82, 89]. Dies gilt besonders dann, wenn beide Handgelenke von der Erkrankung betroffen sind und ein Handgelenk bereits versteift worden ist. Nach Adams et al. kann dann im anderen Handgelenk eine Prothese implantiert werden, um dort eine gewisse Beweglichkeit zu erhalten [1]. Nach Van Gemert kann bei Patienten mit schwerer Arthritis oder posttraumatischer Arthrose der künstliche Handgelenksersatz durchgeführt werden, wenn die Patienten keiner regelmäßigen körperlichen Belastung ausgesetzt sind. Die Patienten müssen Van Gemert zufolge nach der Implantation der Handgelenksprothese ihre Alltagsaktivitäten zugunsten eines höheren Maßes an Geschicklichkeit durch die Handgelenksprothese einschränken [180].

Nach Wirth et al. sollten nur Patienten mit rheumatoider Arthritis eine Handgelenksprothese erhalten, „bei denen alle Gelenke der oberen Extremität befallen sind mit Einschränkung der Schulterbeweglichkeit, der Ellenbogenbeugung, der Umwendbewegungen des Unterarmes und der Fingerbeweglichkeit“ [187].

Die Entscheidung über die Implantation einer Handgelenksprothese sollte nach Adams et al. in Zusammenarbeit mit dem Patienten getroffen und dieser über die Vorteile und die Risiken aufgeklärt werden [1].

Für die Entscheidung über eine prothetische Versorgung des Handgelenks spielen nach Rehart et al. auch Faktoren wie das Alter des Patienten, die Seitendominanz, der Beruf, die Aktivitäten des alltäglichen Lebens, die Situation der Weichteile, die Qualität der knöchernen Strukturen und die Wertigkeit des betroffenen Gelenks eine Rolle [141].

Andere Autoren sehen keine Indikation für die Implantation einer Handgelenksprothese.

1.9.3 Kontraindikationen für die Implantation einer Handgelenksprothese

Die Kontraindikationen für den endoprothetischen Handgelenksersatz stellen nach Ansicht verschiedener Autoren folgende Faktoren dar [1, 4, 29, 88]:

- schlechte Weichteilverhältnisse und schlechter Hautzustand
- Ruptur der Sehnen der Mm. extensores carpi radialis longus et brevis (2. Strecksehnenfach)
- Ausgeprägter Verlust von Knochensubstanz, wodurch die Implantatfixation unmöglich wird
- Neurologische oder vaskuläre Läsionen
- Chronisch persistierende Infekte
- Patienten mit schwerer physischer Beschäftigung
- Mangelnde Compliance seitens des Patienten

1.9.4 Implantationstechnik des Swanson-Spacers

Für die Implantation des Swanson-Spacers in das Handgelenk wird nach Thabe der dorsale Zugang des Handgelenks gewählt [172]. Die gesamte proximale Handwurzelreihe sowie Teile des Os capitatum und die Vorderkante des Radius werden reseziert [172]. Das Caput ulnae wird vollständig entfernt. Mit einer Vierkantraspel wird erst das Os capitatum in Richtung des Os metacarpale III eröffnet, anschließend wird der Radiusmarkraum erweitert. Durch die resezierte Radiusvorderkante werden vor Einbringen des Spacers Fixationsnähte für die Handgelenkkapsel verlegt. Nachdem der Spacer mit der richtigen Größe in Radius und Os capitatum eingebracht worden ist, schließen die Kapselnaht und die Verstärkung durch das Übernähen des Retinaculum extensorum die Versorgung ab.

1.9.5 Implantationstechnik der APH-Prothese

Der Eingriff wird in Blutleere und unter Benutzung von Vergrößerungsoptiken (Lupenbrille) durchgeführt. Nach Lautenbach et al. kann der Hautschnitt als dorsale, gerade oder s-förmige Inzision über dem 3.Strecksehnenfach erfolgen [89]. Das Retinaculum extensorum wird auf der ulnaren Seite entlang der Sehne des M. extensor carpi ulnaris inzidiert und radial gestielt bis zum zweiten Strecksehnenfach mobilisiert. Anschließend erfolgen die Denervierung des Gelenks und die Resektion des Ulnakopfs. Nach Thabe wird der Radius von der Gelenkfläche her im Markraum erweitert [172]. Nach Auswahl der passenden Größe wird die Spongiosa mit einem Proberadius komprimiert und anschließend die Originalradiuskomponente implantiert.

Bei der Präparation der karpalen Komponente wird zunächst die proximale Handwurzelreihe bis auf Höhe des Os capitatum reseziert. Dieses wird dann eröffnet und ein Pfriem bis in den Markraum des Os metacarpale III vorgeschoben. Über diesen Pfriem wird eine Sägelehre zur korrekten Resektion der Karpusaufsitzfläche gestülpt. Nach der Entfernung der Sägelehre wird dann eine Bohrlehre aufgesteckt. Bei exaktem Sitz liegt deren Oberkante parallel zur MCP-Reihe. Die Bohrlöcher werden aufgelegt und mit einem Sägeschnitt untereinander verbunden, um das Lager für die Karpusverankerung vorzubereiten.

Bei zementfreier Implantationstechnik sollte das anfallende Knochenmehl im Implantatlager belassen werden. Der karpale Prothesenkörper wird nun implantiert.

Nach Reposition erfolgen die Kapselnaht und Subkutanverlagerung der Strecksehnen oberhalb des Retinaculum extensorum sowie der schichtweise Wundverschluss.

1.10 Operative Therapie von Wundheilungsstörungen

Eine Wundheilungsstörung kann den postoperativen Verlauf verkomplizieren. Dies kann z.B. Patienten mit rheumatoider Arthritis betreffen, die aufgrund langjähriger Kortikoid-Therapie eine erschwerte Wundheilung haben. Kann durch eine Sekundärnaht oder Hauttransplantation keine Heilung erreicht werden, können sogenannte Lappenplastiken notwendig werden.

Verschiedene Techniken sind hierzu beschrieben. Für den Patienten mit rheumatoider Arthritis werden besonders 2 Methoden häufig in der Literatur genannt.

Bei der Rotationslappenplastik handelt es sich um einen lokalen Verschiebelappen „zur Deckung von kleineren Defekten im Bereich des Handrückens und der Fingerstreckseite. Der Lappen

besitzt einen breiten Stiel. Ein freies Hauttransplantat zur Deckung der Spenderstelle ist nicht erforderlich“ [19, 104, 158].

Der Radialislappen (Syn.: Chinesischer Lappen, Unterarmlappen) ist ein fasziokutaner Lappen mit axialer Blutversorgung durch die A. und V. radialis. Nach Yang et al. ist der Lappen aufgrund seiner Größe zur Deckung von ausgedehnten Defekten des Handrückens oder der Hohlhand geeignet [192]. Er ist fettarm, dadurch nicht voluminös, und bietet eine sichere Blutversorgung. Er kann frei transplantiert werden mit Mikrogefäßanschluß, gestielt als Insel-lappen verwendet oder als osteokutaner Lappen mit Knochen aus dem Radius gehoben werden.

Der Nachteil des Radialislappens besteht im ästhetisch auffälligen Hebedefekt am Unterarm.

Zur Deckung von Defekten im Bereich des Ellenbogens kann der Gefäßstiel des Lappens proximal liegen und so die Blutflußrichtung ungeändert bleiben. Für Defekte im Handbereich kann der Radialislappen mit dem Gefäßstiel distal liegen, dann kommt es zu einer Stromumkehr des Blutflusses [192].