Endoprothetik der Fingermittelgelenke

Stephan Schindele, Martin Lautenbach

Der Gelenkersatz der Fingermittelgelenke wurde erstmals 1959 erfolgreich durchgeführt. Seitdem wurde eine Vielzahl von Implantaten vorgestellt, die mehrheitlich wieder vom Markt verschwunden sind. Bewährt hat sich insbesondere der Silikongelenkersatz. Zunehmend zeigt aber auch der moderne Gelenkersatz mit anatomischen Prothesen erfreuliche Resultate. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die verschiedenen Implantate, Indikationen und operativen Behandlungsschritte.

Einleitung

Die primäre Arthrose des Fingermittelgelenks ist eine häufige Erkrankung der älteren Patienten und wurde bereits durch Charles Bouchard (Pathologe in Paris, 1837–1915) vor über 100 Jahren schriftlich erwähnt. Diese meist familiär gehäuft auftretenden Gelenkdestruktionen können isoliert oder an mehreren Gelenken gleichzeitig (Fingerpolyarthrose) auftreten. Dagegen sind posttraumatische Gelenkzerstörungen oder entzündliche Erkrankungen (rheumatoide Arthritis, Psoriasis, Gichtarthropathie usw.) deutlich seltener als die primäre Form der Fingergelenkarthrose.

Im Gegensatz zu den Endgelenken nimmt das proximale Interphalangealgelenk (PIP) wie auch das metakarpophalangeale Gelenk (MCP) einen hohen Stellenwert in der gesamten Handfunktion ein. Neben dem Grundgelenk (MCP), welches den Finger im Raum platziert, ist das PIP für rund 40% der gesamten Bewegungsamplitude eines Fingers verantwortlich [1]. Während an den radialen Strahlen des Zeige- und Mittelfingers die Stabilität des Gelenks beim Zangengriff zum Daumen eindeutig im Vordergrund steht, ist an den ulnaren Strahlen des Ring- und Kleinfingers eine gute Beweglichkeit zum Umgreifen von kleinen Objekten essenziell [2]. Dementsprechend wird im Gegensatz zu der eher bevorzugten Arthrodese an den Fingerendgelenken (DIP) am Mittelgelenk ein bewegungserhaltender Eingriff mit einem Kunstgelenk favorisiert [3].

Die Implantation eines Kunstgelenks für Fingermittelgelenke stellt heute ein etabliertes handchirurgisches Verfahren dar. Welches Implantat in welchen Situationen an den unterschiedlichen Fingerstrahlen mit welchem Zugang gewählt werden sollte, ist von mehreren Einflussfaktoren abhängig. Diese werden im Folgenden vorgestellt und diskutiert.

Merke

Beim Fingermittelgelenk wird ein bewegungserhaltender Eingriff mittels eines Kunstgelenks bevorzugt.

Geschichte

1959 berichteten Brannon u. Klein als erste über einen alloarthroplastischen Gelenkersatz am PIP und MCP, wobei die Prothese aus einem einfachen Metallscharnier bestand und bei 12 Patienten implantiert wurde [4]. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde lediglich über diverse Weichteilinterpositionsarthroplastiken bzw. Resektionsarthroplastiken berichtet, aber keine Technik konnte sich als Behandlungsstandard etablieren. Aufgrund zunehmender Prothesenlockerungen nahm der Enthusiasmus, der von Brannon u. Kleins Artikel ausging, jedoch schnell wieder ab.

Das Design der Prothesen wurde in der Folge mehrmals verändert, wobei Flatt in den 70er-Jahren den Schaft zu einem dünnen Doppelschaft modifizierte. Steffee u. Mitarb. entwickelten eine Polyethylen-Metall-Scharnierprothese, die durch Knochenzement verankert wurde. Bei initial guten Resultaten beider Prothesendesigns lieferten diese im Langzeitverlauf unbefriedigende Resultate, da zunehmend Knochenerosionen, Ab-

ABKÜRZUNGEN

DIP	distales Interphalangealgelenk
PIP	proximales Interphalangealgelenk
MCP	metakarpophalangeales Gelenk
PE	Polyethylen
PEEK	Polyetheretherketon
UHMW	ultra high molecular weight
CPPD	Kalziumpyrophosphatdihydrat-Kristallarthropathie

lagerungen von Metallabrieb im Gelenk und aseptische Lockerungen in Abhängigkeit der Standzeit auftraten. Als Nachteil bei gekoppelten Prothesen muss zudem die Schwierigkeit der Rekonstruktion des Dreh- und Rotationszentrum in den Vordergrund gestellt werden. Da dies intraoperativ bei vollständig zerstörtem Gelenk meist nicht erzielt werden kann, kommt es postoperativ zu unphysiologisch hohen Spannungsspitzen am Implantat-Knochen-Interface, welches das Auslockern stark begünstigt. Dies ist eine maßgebliche Ursache für die hohe Versagensrate nicht nur an den Fingergelenken, sondern auch an den großen Gelenken (Handgelenk, Knie, Schulter). Bis heute sind deshalb die gekoppelten Kunstgelenke nahezu vollständig vom Markt verschwunden und lediglich am Knie und Ellenbogen finden sich noch teilgekoppelte Prothesenmodelle.

Im Verlauf der folgenden Jahrzehnte wurden weitere Entwicklungen aus den unterschiedlichsten Werkstoffen und zusätzlich Werkstoffkombinationen (Metall, Silikon, Polypropylen, Dacron, Polyetheretherketon [PEEK] usw.) vorgestellt und teilweise mit kurzfristigen Resultaten publiziert. Aufgrund einer hohen Komplikationsrate ist der größte Teil dieser Kunstgelenke jedoch langfristig wieder vom Markt genommen worden [5].

Kunstgelenke aus Silikon

Kunstgelenke aus Silikon für die unterschiedlichsten Gelenke wurden erstmals zu Beginn der 60er-Jahre von Albert Swanson vorgestellt [6]. Das Prinzip an allen Gelenken war dabei identisch und relativ einfach, da lediglich die Gelenkpartner reseziert wurden und ein Silikongelenk als flexibler Platzhalter eingesetzt wurde. Swanson erkannte relativ früh, dass das Silikonelastomer zudem eine gute Biokompatibilität aufweist und keine frühen Abstoßungsreaktionen beobachtet wurden. Allerdings zeigten sich an den großen Gelenken bis hin zum Handgelenk zunehmend Komplikationen aufgrund eines starken Abriebs mit Degradation des Materials, was eine Silikonsynovialitis und nachfolgende Instabilität zur Folge hatte [7]. Erstaunlicherweise zeigten sich an den Fingergelenken nur selten entsprechende Reaktionen, weshalb sich diese Prothesen an den Fingermittel- und Grundgelenken langfristig etablieren konnten.

Auch im Langzeitverlauf wurde sowohl an den PIP wie auch an den MCP in verschiedenen Publikationen über sehr gute Resultate mit niedrigen Revisionsraten berichtet, weshalb auch von anderen Autoren dieses Prinzip angewandt wurde. Dabei wurde der Werkstoff Silikon übernommen und lediglich die Form der Prothesen verändert. Im Gegensatz zur Originalprothese von Swanson wurde bei den meisten Prothesen das Scharnier von dorsal nach palmar verlegt und größere Abstützplatten zwischen Scharnier und den Schäften eingefügt, zudem zur Berücksichtigung der Funktionsstel-

lung der Finger eine leichte Vorbiegung des Implantats im Scharnier vorgenommen (► **Abb. 1**). Aufgrund der großen Anzahl an Publikationen mit Langzeitresultaten mit dem Swanson-Originalimplantat kann dieses heute nach wie vor als Goldstandard angesehen werden.

Entwicklung ungekoppelter Fingergelenkprothesen

Im Zuge der erstaunlichen Resultate mit dem zementierten anatomischen Gelenkersatz an der Hüfte durch Sir John Charnley wurde auch der anatomische Gelenkersatz an den anderen großen Gelenken (Knie, Schulter, Sprunggelenk) zunehmend populärer und unzählige Entwicklungen wurden in den folgenden Jahrzehnten vorgestellt. Zudem zeigte sich, dass bei entsprechenden anatomischen Voraussetzungen auch ein zementfreier Gelenkersatz möglich ist, wobei sich Beschichtungen mit Titan und Hydroxylapatit zur Osteointegration besonders bewährt haben. Als Gleitflächen haben sich insbesondere Metall auf Polyethylen (PE) und Keramik auf PE bewährt, wobei Metall auf Metall und auch Keramik auf Keramik größere Komplikationsraten an verschiedenen Gelenken aufweisen.

Zu Beginn der 90er-Jahre wurde dann auch in der Handchirurgie das Prinzip eines mehr anatomischen Oberflächenersatzes entdeckt. Linscheid u. Beckenbaugh aus der Mayo-Klinik in Rochester (USA) haben gleichzeitig Prothesenmodelle mit den Gleitpaarungen Metall-Polyethylen und Pyrocarbon auf Pyrocarbon entwickelt und vorgestellt [8,9]. Durch das Prinzip eines mehr anatomischen Gelenkersatzes sollte bei erhaltenen Kollateralbändern und suffizienten Streck- und Beugesehnen die Stabilität verbessert werden, was insbesondere an den radialen Strahlen des Zeige- und Mittelfingers durch die starken seitliche Belastungen zum Daumen einen Vorteil gegenüber den Silikonprothesen darstellen sollte.

Im Gegensatz zu den bis dahin etablierten Silikonprothesen kam es im weiteren Verlauf allerdings zu einer größeren Komplikationsrate durch Lockerung und Migration. Ursache war unter anderem die fehlende Osteointegration, die auch im Tierversuch [10] bestätigt werden konnte und teilweise zu erheblichen Migrationen der Prothesenkomponenten führte [11]. Vermehrter Abrieb der Gleitpartner, wie dies bei den ersten gekoppelten Metallprothesen der Fall war, zeigte sich hingegen nicht. Auch heute kommen diese ersten anatomischen Kunstgelenke immer noch zum Einsatz, da sie gute klinische Resultate liefern können und bei komplikationslosem Verlauf die Zufriedenheit der Patienten hoch ist [12].

Indikationen und Kontraindikationen

ÜBERBLICK

Indikationen zum Kunstgelenk

- schmerzhafte Gelenkarthrose
- Bewegungseinschränkung
- rheumatische Erkrankung mit geringer Entzündungsaktivität

Die primäre Indikation für den Gelenkersatz an einem Fingermittelgelenk sollte nur bei einer schmerzhaften Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit bei gleichzeitig vorliegender Destruktion des Gelenks selbst gestellt werden. Als Ursache für die Gelenkerstörung kann hierfür die degenerative Fingergelenkarthrose oder seltener eine posttraumatische Destruktion infrage kommen.

Durch den Gelenkersatz kann die Schmerzsituation des betroffenen Patienten relativ gut und langfristig positiv beeinflusst werden. Da durch die postoperativen Heilungsprozesse in der Regel eine gewisse Kapselsteifigkeit verzeichnet werden muss, darf im Anschluss nicht mit einer normalen Beweglichkeit gerechnet werden. Dementsprechend sollte die Indikation zum Kunstgelenk auch erst bei einer deutlichen Bewegungseinschränkung gestellt werden.

Primär entzündliche Gelenkdestruktionen der Fingermittelgelenke bei rheumatischen Grunderkrankungen oder sekundär entzündliche Erkrankungen (Kalziumpyrophosphatdihydrat-Kristallarthropathie [CPPD], Psoriasis, Gichtarthropathie, Hämochromatose usw.) mit geringer Entzündungsaktivität und guten Knochenverhältnissen stellen ebenfalls eine Indikation dar. Allerdings muss bei diesen entzündlichen Destruktionen das Ausmaß der Knocheneinschmelzung, vorbestehende Achsabweichungen der Fingerstrahlen und die Stabilität

besonders berücksichtigt werden. Bei ausgeprägtem Knochenverlust am Fingermittelgelenk mit bereits vorhandener Instabilität und hoher Entzündungsaktivität sollte dagegen eher die Indikation zur Arthrodesese gestellt werden.

Merke

Bei ausgeprägtem Knochenverlust mit Instabilität und hoher Entzündungsaktivität empfiehlt sich eine Arthrodesese

ÜBERBLICK

Kontraindikationen Kunstgelenk

- starke Achsabweichung
- laterale Instabilität
- hohe Entzündungsaktivität
- Luxation des PIP
- floride oder septische Arthritiden
- infektiöse Hautläsionen
- insuffiziente Sehnenfunktion

An den radialen Strahlen ist zudem eine gut erhaltene laterale Stabilität wichtig, die einen kräftigen Zangen- und Spitzgriff zum Daumen ermöglichen soll.

Die Wahl des Kunstgelenks wie auch der Zugangsweg der Implantation hängt von verschiedenen Faktoren ab: Einen wesentlichen Einfluss haben das Ausmaß der Gelenkerstörung und der bestehende Knochendefekt. Auch die spezifische Weichteilsituation (Stabilität der Kollateralbänder), vorbestehende Verletzungen und Voroperationen mit Sehnenadhäsionen streck- oder beugeseitig müssen berücksichtigt werden. Wesentlich ist auch die Lokalisation des betroffenen Fingerstrahls (radial oder ulnar) mit dessen spezifischen Anforderungen (eher Stabilität oder eher Beweglichkeit) und letztendlich auch die Erfahrung des Operateurs.

Der Gelenkersatz bei chronischen Luxationen der Fingermittelgelenke sollte dagegen äußerst kritisch geprüft werden. Durch den Zug der Weichteile ist eine erneute Entkoppelung der Implantate meist vorprogrammiert, weshalb nur in Ausnahmefällen die Indikation gestellt werden sollte. Eine absolute Kontraindikation stellen dagegen Gelenkerstörungen durch floride oder subakute septische Arthritiden und oberflächliche infektiöse Hautläsionen am betroffenen Finger dar. In solchen Fällen sollte sicher ein gut 6-monatiges asymptomatisches Intervall ohne Entzündungszeichen angestrebt werden.

Endoprothetik mit Silikonprothesen und modularen Kunstgelenken

Silikonplatzhalter

Der Silikonplatzhalter zeigt im Gegensatz zu den anatomischen Kunstgelenken mit Titan- oder Hydroxylapatit-Beschichtungen kein Einwachsen in den Knochen und weist somit keine starre Verbindung zu diesem auf. Die erstaunliche Biokompatibilität führt um die Prothese zu einer membranösen Weichteilreaktion, die bereits A. Swanson als „Encapsulation“ bezeichnet hat. Diese fibröse Membran um die Prothese sollte am Gelenk selbst die Stabilität verbessern und im Knochen ein Hin- und Hergleiten bei der Bewegung des Fingers ermöglichen („Pistoning“).

Das weiche und flexible Material kann allerdings seitliche Scherkräfte nur schlecht aufnehmen, weshalb die seitliche Stabilisierung des Gelenks durch das Material selbst sehr eingeschränkt ist.

Diese fehlende „intrinsische Stabilität“ ist insbesondere an den radialen Fingern (Zeige- und Mittelfinger) problematisch und auch die Korrektur einer Achsfehlstellung ist durch Silikonimplantate nicht zu gewährleisten [13]. Dementsprechend wird von dem Einsatz von Silikonimplantaten an Zeige- und Mittelfinger, wo der Pinzetten- und Schlüsselgriff zum Daumen enormen seitlichen Belastungen ausgesetzt ist, eher abgeraten [14].

Merke

Eine Achsfehlstellung kann durch ein Silikonimplantat nicht korrigiert werden.

An den ulnaren Strahlen und vorbestehend gerader Achsausrichtung der Finger stellen die Silikonplatzhalter auch heute noch den Goldstandard dar und zeigen auch im Langzeitverlauf geringe Komplikationen mit niedrigen Revisionsraten [15, 16]. Dabei darf im Durchschnitt von einem Bewegungsumfang zwischen 50° und 60° ausgegangen werden.

► **Abb. 2** PIPR: Modular aufgebaute Prothese mit medullärer Verankerung und rotierender Plattform aus Polyethylen.

Merke

Nach einem Gelenkersatz kann mit einer Beweglichkeit von 50–60° gerechnet werden.

Modularer Gelenkersatz

In den vergangenen 10 Jahren konnten neue Prothesenmodelle entwickelt und eingeführt werden, die alle einen modularen Aufbau zeigen und jeweils zementfrei implantiert werden. Bei allen Modellen wurde als Werkstoff eine Chrom-Kobalt-Legierung und als Gleitpartner Polyethylen-Kunststoff auf Metall gewählt. Diese idealen tribologischen Eigenschaften wurden aus den guten langjährigen Erfahrungen an den großen Gelenken (Hüfte-, Knie-, Schulterendoprothetik) übernommen. Ziel aller neuen Prothesensysteme ist es hierbei, die anatomische Formgebung noch besser imitieren zu können, die Biokompatibilität zu verbessern und das Komplikationsrisiko zu minimieren. Bei 2 Modellen wurde eine medulläre Verankerung mit Eröffnung des gesamten Markraums gewählt und ein Modell wird als reiner Oberflächenersatz mit nur minimaler Knochenresektion implantiert. Bis heute zeigen alle 3 Modelle in der Literatur gute bis sehr gute Ergebnisse im kurz- und mittelfristigen Verlauf. Die dokumentierte durchschnittliche Beweglichkeit liegt jedoch nahe bei der der Silikonprothesen. Allerdings muss auch in der Endoprothetik der Fingermittegelenke bis zur definitiven Beurteilung der Langzeitverlauf bis zu 10 Jahren und darüber abgewartet werden.

Medullär verankerte Modelle (PIPR™ und Tactys®)

Sowohl bei der PIPR (United Kingdom) wie auch dem Modell Tactys (Frankreich) handelt es sich um medullär verankernde Prothesen, die zementfrei implantiert werden.

Beide Prothesenmodelle weisen unterschiedliche Charakteristika an der Gleitpaarung auf, wobei bei beiden Modellen poliertes Metall auf Polyethylen eingesetzt wird. Die PIPR zeichnet sich durch eine rotierende Plattform aus Polyethylen aus, wie es in der Knieendoprothetik bei vereinzelt Modellen zum Einsatz kommt (► **Abb. 2**). Dies soll die Stabilität der Komponenten verbessern und somit auch das Knochen-Implantat-Interface entlasten, welches die Verankerung im Knochen gewährleistet. Die Osteointegration wird durch Beschichtung der Schäfte mit Hydroxylapatit gewährleistet.

In der Literatur hierzu findet sich bis heute eine Publikation mit 109 Kunstgelenken und einem Follow-up von durchschnittlich 4 Jahren [17].

► **Abb. 3** Tactys-PIP-Prothese. **a** Dorsopalmar Röntgenaufnahme. Starke PIP-Destruktion mit Knocheneinschmelzung des gesamten Grundgliedkopfs, **b** Seitliche Röntgenaufnahme. Starke PIP-Destruktion mit Knocheneinschmelzung des gesamten Grundgliedkopfs, **c** Intraoperatives Resultat mit Tactys-Probeprothese, **d** Intraoperatives Resultat mit definitiver Prothese von lateral.

Die in Frankreich entwickelte Tactys wird ebenfalls wie die PIPR aus einer Legierung aus Kobalt-Chrom hergestellt. Bei diesem Modell kommt eine Kombination der Beschichtung an den Schäften aus aufgespritztem Titan und Hydroxylapatit zum Einsatz. Diese Maßnahme soll das Einwachsverhalten der Schäfte in den medullären Knochen weiter verbessern.

Als Besonderheit kann die Gleitverbindung Kopf-Basis angesehen werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Implantaten wird bei diesem Implantat proximal der Kopf aus Polyethylen und distal als polierte Metallbasis gefertigt (► **Abb. 3**). In 2 Publikationen aus den Jahren 2016 und 2018 wird über gute klinische und subjektive Ergebnisse und einer niedrigen Revisionsrate mit einem Nachuntersuchungszeitraum von 1–3 Jahren berichtet [18, 19].

Oberflächenersatz (CapFlex-PIP®)

Der Unterschied der CapFlex-PIP zu den beiden vorher beschriebenen Modellen besteht in der minimalen Knochenresektion proximal und distal. Die Verankerung im Knochen wird dabei neben einem primären Pressfit durch Verklebung der proximalen Komponente über kleine Stifte realisiert. Diese Stifte (proximal 2 Stifte und distal 3 Stifte) sind wie die gesamte Rückfläche der Komponenten für eine gute Osteointegration mit einer Titanbeschichtung überzogen. Die Metallkomponenten werden wie die beiden vorgängigen Modelle aus einer Legierung aus Kobalt-Chrom gefertigt und als Gleitfläche kommt neben der polierten proximalen Metallkappe ebenfalls eine Basis aus

► **Abb. 4** CapFlex-PIP: Oberflächenersatz mit modularem Aufbau zur zementfreien Implantation und nur geringer Knochenresektion. Gleitpaarung aus poliertem Kobalt-Chrom und UHMW-Polyethylen (Quelle: Gebrüder Martin GmbH & Co. KG, ein Unternehmen der KLS Martin Group, Tuttlingen).

hochvernetztes Polyethylen (UHMW-PE) zum Einsatz (► **Abb. 4**, ► **Abb. 5**). Das Implantat wurde erstmals 2010 in klinischen Versuchen eingesetzt und zwischenzeitlich konnten 4 Publikationen mit größeren Fallzahlen und niedrigen Komplikationsraten veröffentlicht werden [20, 23] (► **Abb. 6**).

Merke

Verschiedene modulare Prothesen zeigen gute mittelfristige Ergebnisse und sind bei entsprechender Indikationsstellung eine gute Alternative zum Silikonspacer.

► **Abb. 5** CapFlex-PIP: proximale Komponente mit Titanrückbeschichtung eingespannt in Setzinstrument und distale Komponente mit Polyethylen (Quelle: Gebrüder Martin GmbH & Co. KG, ein Unternehmen der KLS Martin Group, Tuttlingen).

► **Abb. 6** CapFlex-PIP: intraoperativer Befund nach Implantation über dorsalen Zugang mittels Sehensplit.

Wahl des Implantats am proximalen Interphalangealgelenk

Zur Behandlung einer schmerzhaften Mittelgelenkarthrose mit deutlicher Bewegungseinschränkung stehen heute verschiedene Implantate zur Verfügung, die je nach präoperativen Voraussetzungen (radialer oder ulnarer Fingerstrahl, Achsabweichung, Knochenverlust usw.) und Abwägung der Vor- und Nachteile gewählt werden können.

Noch immer kann aufgrund der großen Anzahl an Publikationen mit entsprechend guten Langzeitverläufen und niedrigen Komplikationsraten der Silikongelenkersatz als Goldstandard angesehen werden. Ob das Originalimplantat nach Swanson, das von der Form den knöchernen Voraussetzungen am PIP am ähnlichsten kommt, oder die neueren Designs mit größeren und höheren Abstützplatten zum Einsatz kommen, ist wahrscheinlich weniger entscheidend.

Merke

Goldstandard am PIP ist heute noch die Silikonprothese.

Allerdings zeigen die neu entwickelten modularen Prothesen im kurz- und mittelfristigen Verlauf heute bereits gute klinische Ergebnisse mit niedrigen Revisions- und Komplikationsraten.

Im Gegensatz zu den flexiblen und weniger stabilen Silikonprothesen zeigen die modularen metallischen Prothesen insbesondere an den radialen Strahlen (Zeige- und Mittelfinger) durch ihre bessere anatomische Formgebung eine höhere intrinsische Stabilität. Hierdurch kann eine größere Stabilität beim Zangen- und Pinzettengriff zum Daumen erzielt werden. Ein weiterer Vorteil scheint in der teilweise geringeren Knochenresektion zu liegen, da hierdurch der Kollateralbandansatz geschont und zusätzlich die ligamentäre Stabilität erhöht werden können.

Im Rahmen der Gelenkdestruktion findet sich nicht selten ein ausgeprägter Knochendefekt mit hierdurch verbundener Achsdeviation der Finger, in der Regel nach der ulnaren Seite. Durch entsprechende intraoperative Anpassung der Resektionsschnitte können somit bei den mehr anatomischen Prothesen solche Achsabweichungen besser korrigiert werden als mit den weichen Silikonprothesen (► **Abb. 7**).

Allerdings sind die heute vorliegenden Ergebnisse noch zu mittelfristig und auch im Langzeitverlauf müssen sich diese Modelle noch bewähren.

Deshalb kann heute die Wahl des Implantats für den Gelenkersatz an den Fingermittegelenken von den verschiedenen präoperativen Voraussetzungen und den Anforderungen des einzelnen Patienten abhängig gemacht werden:

- Die medullär verankernden anatomischen Prothesenmodelle haben ihren Vorteil bei schlechter Knochenqualität und im Revisionsfall bei gescheiterten Silikonspacern mit instabiler Weichteilsituation.
- Der Oberflächenersatz mit nur minimaler Knochenresektion benötigt für eine stabile Osteointegration und Fixation dagegen ein ausreichendes Knochenlager und hat daneben noch den Vorteil, dass ein

Wechsel auf ein alternatives Modell oder auf eine Arthrodesis immer noch sehr einfach durchgeführt werden kann.

- Durch die höhere seitliche Stabilität der mehr anatomischen Modelle sind diese eher für den Einsatz an den radialen Strahlen und bei vorbestehender Achsabweichung geeignet.
- Der flexible Silikonspacer kann dagegen an den ulnaren Strahlen eingesetzt werden, wo die seitliche Stabilität weniger gefordert ist, und im Revisionsfall nach gescheitertem anatomischem Modell gewählt werden. Sollten beim Patienten Unverträglichkeiten oder Allergien auf einen der Werkstoffe bekannt sein, sollte dieses Modell nicht zum Einsatz kommen.

Die Wahl des Implantats bzw. die Wahl zum Gelenkersatz muss auch von den Voraussetzungen des umgebenden Weichteilmantels abhängig gemacht werden. Damit nach Implantation ein gewisser Bewegungsumfang am Gelenk erzielt werden kann, muss neben dem Implantat auch ein suffizientes Weichteilsystem (Streck- und Beugesehnen, Seitenbänder) vorliegen. Bei posttraumatischen Situationen mit bereits multiplen rekonstruktiven Eingriffen und erheblichen Einschränkungen der Weichteilsituation muss immer auch an die Möglichkeit einer Arthrodesis gedacht werden. In ► **Abb. 8** ist ein möglicher Entscheidungsbaum zur Wahl des Implantats dargestellt, wie er an der Klinik des Autors Anwendung findet.

► **Abb. 7** Korrektur einer posttraumatischen Arthrose mit Achsfehlstellung: Links: präoperativer Befund. Rechts: postoperativer Befund mit Achskorrektur.

► **Abb. 8** Entscheidungsbaum für PIP-Arthroplastik zur Wahl des Implantats, wie er in der Schulthess Klinik (Zürich) im Einsatz ist.

ÜBERBLICK**Wahl des Implantats**

- schlechte Knochenverankerung: Implantat mit medullärer Verankerung (z. B. PIPR und Tactys)
- Oberflächenersatz (z. B. CapFlex-PIP) an den radialen Strahlen oder an instabilen ulnaren Strahlen
- Silikon an den ulnaren Strahlen oder bei Metall-unverträglichkeit
- kein Gelenkersatz bei schwerem Weichteilschaden und Sehneninsuffizienz

OP-Technik des palmaren Zugangs am proximalen Interphalangealgelenk (Silikonimplantat)

Merke

Die Silikonprothese wird meistens von palmar, ein Oberflächenersatz von dorsal, vorzugsweise mit einem Tendon Split, implantiert.

Rückenlagerung des Patienten mit abgewinkeltem Arm auf Handtisch und Position des Operators fußseitig. Hautinzision palmar winkelförmig nach Bruner mit radial gestieltem Hautlappen von der Endgelenk- bis zur distalen Grundgelenkbeugefurche. Das ulnare Gefäß-Nerven-Bündel wird dargestellt und beiseite gehalten, das radiale Gefäß-Nerven-Bündel wird im subkutanen Gewebe belassen. Dann wird der gesamte Beugeschnenschnlauch dargestellt. Zwischen dem A2-Ringband und den gekreuzten C1-Fasern wird der Beugeschnenschnlauch quer eröffnet, die Beugeschnen dargestellt und dann seitlich der Beugeschnenschnlauch nach distal abgelöst. Die Schnittführung erfolgt hier von proximal nach distal scharf am Knochen und dorsal der Checkrein-Ligamente bzw. der palmaren Platte bis über das PIP zur proximalen Insertion der FDS-Sehnen. Die akzessorischen Seitenbänder werden bei dieser Schnittführung durchtrennt bzw. abgelöst. Das ulnare Kollateralband wird dann großzügig eingekerbt, das radiale Kollateralband nicht abgelöst. Zudem wird dann der Beugeschnenschnlauch von proximal nach distal mit samt den Checkrein-Ligamente vom Knochen abgelöst und so mobilisiert. Der somit präparierte Schlauch kann jetzt nach distal geschoben werden, dann nach palmar abgehoben und nach ulnar weggehalten werden (► Abb. 9).

Anschließend kann das Gelenk problemlos 20–30° überstreckt werden. Die Resektion des Grundgliedkopfs mit der oszillierenden Säge erfolgt senkrecht und leicht palmar zur Längsachse und umgebende Osteopythen werden proximal und distal entfernt. Die Schäfte von Grund- und Mittelglied werden zuerst mit einem Pfriem eröffnet und dann mit den komprimierenden Formraffeln in aufsteigender Größe vorbereitet. Anschließend kann mittels Probeprothesen der korrekte Sitz kontrolliert werden. Eine zu hohe Spannung („Overstuffing“) durch eine zu geringe Resektion in der Längsachse wie auch ein palmares Impingement durch zu geringe palmar Resektion (mögliche Osteophyten) sollten vermeiden werden. Bei korrekt liegendem Implantat kann auf die definitive Prothese gewechselt werden. Anschließend kann der Beugeschnenschnlauch zurückgeschoben und spannungsfrei seitlich inseriert werden.

OP-Technik des dorsalen Zugang am proximalen Interphalangealgelenk (Oberflächenersatz)

Rückenlagerung des Patienten mit abgewinkeltem Arm auf Handtisch und Position des Operators kopfseitig. Hautinzision dorsal mit gerader oder geschwungener Hautinzision über dem Mittelgelenk. Dann Darstellung des Streckapparats.

Beim **zentralen Sehnen Split** (► Abb. 10) erfolgt die zentrale Inzision der Strecksehne gerade von der Mitte der Grundphalanx bis über die Basis der Mittelphalanx, wo der Zentralzügelansatz vollständig nach radial und ulnar abpräpariert und somit vom Knochen gelöst wird. Beim **Zugang nach Chamay** wird ein distal gestielter triangulärer Sehnenlappen mit einer Länge von 2–3 cm aus dem Streckapparat präpariert. Auf Höhe der Grundphalanx wird das peritendinöse Gleitgewebe geschont und nicht entfernt. Eine Synovektomie wird durchgeführt und Osteophyten entfernt.

Mit den entsprechenden Sägelehren werden wenige Millimeter des Grundgliedkopfs mit einer feinen oszillierenden Säge reseziert und für die proximale Komponente vorbereitet. Zum Einbringen der Sägelehre müssen die Seitenbänder eingekerbt werden und bei sehr kontrakten Gelenkverhältnissen ist die subtotale Ablösung des ulnaren Seitenbands zu empfehlen (radial immer nur geringe Einkerbung wegen postoperativer Stabilität).

► **Abb. 9** OP-Technik des palmaren Zugangs zum PIP. **a** Seitliche Ansicht mit kompletter Ablösung der Checkrein-Ligamente und der akzessorischen Seitenbänder, **b** Aufsicht mit Inzision des Beugesehnschlauchs zwischen A2 und C1 Ringbändern, **c** Freilegen des PIP-Gelenks, **d** Überstreckung des PIP-Gelenks zur Implantation, **e** Abschließende Reposition mit Prothese und Refixation des Beugesehnschlauchs.

► **Abb. 10** Dorsaler Sehnensplit-Zugang für die Implantation einer Oberflächenersatzprothese. **a** Zentraler Zugang, **b** Erste Resektionslehre proximal, **c** Zweite Resektionslehre proximal mit Konturierung des Kopfes der Grundphalanx, **d** Probeprothese proximal.

Je nach Größenbestimmung wird anschließend die proximale Probeprothese eingeschlagen. Distal wird die Basis dargestellt und mit der Fräse (alternativ Säge oder Luer) derart vorbereitet, bis eine plane Fläche mit spongiösem Knochenlager in korrekter Achsausrichtung vorliegt.

Nach Bestimmung der Polyethylenhöhe und Größe der distalen Komponente wird ebenfalls die entsprechende Probeprothese eingeschlagen und die gesamte Achsausrichtung, Rotation und Spannung klinisch und mittels Durchleuchtung kontrolliert. Bei idealem Resultat kann auf die definitiven Komponenten gewechselt werden.

Dann Naht und Refixation des Streckapparats, sodass eine frühfunktionelle aktive Mobilisation gewährleistet werden kann.

Beim Zugang durch einen zentralen Sehnensplit wird auf die Refixation des Zentralzügels verzichtet, beim Zugang nach Chamay erfolgt die Naht des Sehnenzügels anatomisch.

Nachbehandlung nach Gelenkersatz am proximalen Interphalangealgelenk

ÜBERBLICK

Nachbehandlung

- abhängig vom Zugang oder vorbestehenden Deformitäten
- palmarer Zugang: 2–5 Tage Ruhigstellung, ab 1. Woch aktive und aktiv-assistive Übungen, abschwellende Maßnahmen. Vollbelastung ab ca. 5 Wochen postoperativ
- dorsaler Zugang: 2–5 Tage Ruhigstellung, ab 1.–2. Woche aktive und aktiv-assistive Übungen je nach Stabilität der Sehnennaht, abschwellende Maßnahmen. Vollbelastung ab 5–6 Wochen postoperativ
- bei entwickelnder Beugekontraktur Anpassen von Extensionsschienen
- bei vorbestehender Achsabweichung oder Schwanenhals-/Knopflochdeformität längere Immobilisation des PIP in Extensionsstellung

Die postoperative Nachbehandlung sollte individuell angepasst werden und richtet sich hauptsächlich nach dem gewählten Zugangsweg. Im Falle einer stabilen Refixation des Streckapparats beim dorsalen Zugang kann bedenkenlos in den ersten postoperativen Tagen mit geschützten Beuge- und Streckübungen begonnen werden. Im Falle einer zusätzlichen Korrektur einer Deformität (Schwanenhals/Knopfloch) muss je nach Verfahren das postoperative Protokoll angepasst werden.

Der palmare Zugang erlaubt nach stabiler Refixation des Beugekanals eine relativ aggressive Rehabilitation. Dies ermöglicht ein frühfunktionelles Beüben der Beugung und Streckung in den ersten postoperativen Tagen. Zum Schutz sollte eine palmare Lagerungsschiene in Intrinsic-plus-Stellung für ca. 4 Wochen getragen werden. Aus dieser heraus müssen jedoch mehrmals täglich Bewegungsübungen durchgeführt werden, um eine postoperative Einsteifung durch Narbengewebe zu verhindern. Bei kooperativen Patienten kann eine frühfunktionelle Mobilisation im Zwillingsverband (buddy loop) erlaubt werden. Um langfristig eine gute Stabilität beim Schlüssel- und Spitzgriff zu erzielen, kann an den radialen Strahlen und bei präoperativ vorbestehender Achsabweichung die Indikation zu längerfristiger Immobilisation des PIP, z. B. in einer U-Schiene, in Erwägung gezogen werden. Sollte sich im postoperativen Verlauf ein zunehmendes Streckdefizit einstellen, sollte frühzeitig in entsprechenden Extensionsschienen temporär die Streckung unterstützt werden.

KERNAUSSAGEN

- Bei Zerstörung der Fingermittegelenke stellt der Gelenkersatz eine valide Alternative zur Arthrodeese dar, da hiermit eine Restbeweglichkeit erhalten werden kann.
- Die Indikation zum Gelenkersatz sollte nur bei schmerzhafter Gelenkdegeneration mit deutlicher Bewegungseinschränkung gestellt werden.
- Der erwartete aktive Bewegungsumfang nach Gelenkersatz am PIP liegt zwischen 50–60° Grad.
- Aufgrund der guten Langzeitergebnisse mit niedrigen Revisionsraten kann auch heute der etablierte Silikonspacer als Goldstandard betrachtet werden.
- Die Silikonprothese wirkt nur als Platzhalter und zeigt keine direkte Fixation zum Knochen, weshalb sie sich bei der Fingerbewegung verschieben kann.
- Eine Alternative zum Silikonkunstgelenk stellen die modernen, mehr anatomischen Modelle für den Gelenkersatz dar.
- Die modernen Oberflächenprothesen werden überwiegend mit Pressfit im Knochen verankert und heilen dort mit einer starren Verbindung am Knochen ein (Osteointegration).
- Sowohl Silikonimplantate wie auch moderne, mehr anatomische Implantate zeigen überwiegend eine identische Beweglichkeit.
- Bei korrekter Seitenbandstabilität weist der Oberflächenersatz aufgrund der anatomischen Formgebung eine höhere „intrinsische“ Stabilität auf als der flexible Silikonspacer.

Schlüsselwörter

Gelenkersatz, Fingermittegelenk, proximales Interphalangealgelenk, Silikonprothese, modulare Prothese

Interessenkonflikt

Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: nein; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: ja, von einem/den Sponsor(en) dieser Fortbildungseinheit; Bezahlter Berater/ interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Nicht-Sponsor der Veranstaltung): nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Sponsor der Veranstaltung): nein.

Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

BIRG eV: Wissenschaftlicher Partner der KLSMartin group, Tuttlingen.
Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren

Stephan Schindele

Dr. med. Medizinstudium in Heidelberg. 1993 Approbation und Promotion. 2001 Facharzt für orthopädische Chirurgie und Traumatologie. 2004 Facharzt für Handchirurgie. 1998 Eintritt an der Schulthess Klinik Zürich. Seit 2007 Leitender Arzt und Stellv. Chefarzt an der handchirurgischen Abteilung, Schulthess Klinik Zürich.

Martin Lautenbach

Dr. med. Studium der Humanmedizin und Promotion an der FU Berlin. Von 2006–2013 Chefarzt der Abteilung Obere Extremität, Handchirurgie und Mikrochirurgie und von 2010–2013 Ärztlicher Direktor der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie im Immanuel-Krankenhaus Berlin. Seit 2013 Chefarzt der Abteilung Handchirurgie, obere Extremität und Fußchirurgie, Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie des Krankenhauses Waldfriede Berlin-Zehlendorf.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Stephan Schindele
Schulthess Klinik, Abteilung Handchirurgie
Lengghalde 2
8008 Zürich, Schweiz
E-Mail: Stephan.Schindele@kws.ch

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Dr. med. Stephan Schindele, Zürich.

Danksagung

Die Autoren danken Dr. phil. Miriam Marks für die Unterstützung bei der Manuskripterstellung.

Literatur

- [1] Herren D, Simmen B. Proximal interphalangeal arthroplasty with special reference to Swanson silastic implants. In: Simmen B, Allieu Y, Lluch A et al., eds. Hand Arthroplasties. London: Martin Dunitz; 2000
- [2] Walker P. Laxity, flexibility and stability. In: Walker P ed. Human Joints and their Artificial Replacement. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1977: 167–210
- [3] Kalichman L, Hernandez-Molina G. Hand osteoarthritis: an epidemiological perspective. *Semin Arthritis Rheum* 2010; 39: 465–476. doi:10.1016/j.semarthrit.2009.03.001
- [4] Brannon EW, Klein G. Experiences with a finger-joint prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1959; 41: 87–102
- [5] Stellbrink G, Zippel J, Englert M. Fingergelenksprothese Modell "St. Georg". *Handchirurgie* 1971; 3: 83
- [6] Swanson AB. Flexible implant arthroplasty for arthritic finger joints: rationale, technique, and results of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54: 435–455
- [7] Pugliese D, Bush D, Harrington T. Silicone synovitis: longer term outcome data and review of the literature. *J Clin Rheumatol* 2009; 15: 8–11
- [8] Linscheid R, Murray P, Vidal M et al. Development of a surface replacement arthroplasty for proximal interphalangeal joints. *J Hand Surg Am* 1997; 22: 286–298
- [9] Linscheid RL. Implant arthroplasty of the hand: retrospective and prospective considerations. *J Hand Surg* 2000; 25: 796–816
- [10] Daecke W, Veyel K, Wieloch P et al. Osseointegration and mechanical stability of pyrocarbon and titanium hand implants in a load-bearing in vivo model for small joint arthroplasty. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 90–97. doi:10.1016/j.jhsa.2005.10.002
- [11] Reissner L, Schindele S, Hensler S et al. Ten year follow-up of pyrocarbon implants for proximal interphalangeal joint replacement. *J Hand Surg Eur Vol* 2014; 39: 582–586. doi:10.1177/1753193413511922
- [12] Wagner ER, Weston JT, Houdek MT et al. Medium-Term Outcomes With Pyrocarbon Proximal Interphalangeal Arthroplasty: A Study of 170 Consecutive Arthroplasties. *J Hand Surg Am* 2018; 43: 797–805. doi:10.1016/j.jhsa.2018.06.020
- [13] Zhu AF, Rahgozar P, Chung KC. Advances in Proximal Interphalangeal Joint Arthroplasty: Biomechanics and Biomaterials. *Hand Clin* 2018; 34: 185–194. doi:10.1016/j.hcl.2017.12.008
- [14] Murray PM. Prosthetic replacement of the proximal interphalangeal joint. *Hand Clin* 2006; 22: 201–206
- [15] Forster N, Schindele S, Audige L et al. Complications, re-operations and revisions after proximal interphalangeal joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Eur Vol* 2018; 43: 1066–1075. doi:10.1177/1753193418770606
- [16] Chan K, Ayeni O, McKnight L et al. Pyrocarbon versus silicone proximal interphalangeal joint arthroplasty: a systematic review. *Plast Reconstr Surg* 2013; 131: 114–124. doi:10.1097/PRS.0b013e3182729f27
- [17] Flannery O, Harley O, Badge R et al. MatOrtho proximal interphalangeal joint arthroplasty: minimum 2-year follow-up. *J Hand Surg Eur Vol* 2016; 41: 910–916. doi:10.1177/1753193415614251
- [18] Athlani L, Gaisne E, Bellemere P. Arthroplasty of the proximal interphalangeal joint with the TACTYS(R) prosthesis: Preliminary results after a minimum follow-up of 2 years. *Hand Surg Rehabil* 2016; 35: 168–178. doi:10.1016/j.hansur.2015.12.013
- [19] DeGeorge B, Athlani L, Dap F et al. Proximal interphalangeal joint arthroplasty with Tactys(R): Clinical and radiographic results with a minimum follow-up of 12 months. *Hand Surg Rehabil* 2018; May 31. doi:10.1016/j.hansur.2018.04.004
- [20] Schindele SF, Altwegg A, Hensler S. [Surface replacement of proximal interphalangeal joints using CapFlex-PIP]. *Oper Orthop Traumatol* 2017; 29: 86–96. doi:10.1007/s00064-016-0475-3
- [21] Schindele SF, Hensler S, Audigé L et al. A modular surface gliding implant (CapFlex-PIP) for proximal interphalangeal joint osteoarthritis: a prospective case series. *J Hand Surg Am* 2015; 40: 334–340. doi:10.1016/j.jhsa.2014.10.047

- [22] Schindele SF, Sprecher CM, Milz S et al. Osteointegration of a modular metal-polyethylene surface gliding finger implant: a case report. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016; 136: 1331–1335. doi:10.1007/s00402-016-2526-5
- [23] Bodmer ES, Marks M, Hensler S et al. Comparison of outcomes of three surgical approaches for proximal interphalangeal joint arthroplasty using a surface replacing implant. *J Hand Surg Eur* 2020; 45: 608–614

Bibliografie

Handchirurgie *Scan* 2020; 09: 191–205
DOI 10.1055/a-1024-7368
ISSN 2194-8976
 © 2020. Thieme. All rights reserved.
 Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
 70469 Stuttgart, Germany

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar.

Den genauen Einsendeschluss finden Sie unter <https://cme.thieme.de>.

Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/CXDXRJA> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests.

VNR 2760512020158721601

Frage 1

Welche Kunstgelenke für Fingermittelgelenke zeigen eine hohe Lockerungsrate und sind deshalb vom Markt verschwunden?

- A Zementierte Kunstgelenke.
- B Medullär verankerte Schaftprothesen mit anatomischer Gleitpaarung.
- C Silikonplatzhalter.
- D Gekoppelte Metallprothesen der ersten Generation.
- E Modulare Prothesen mit Gleitpaarungen aus Metall-Polyethylen.

Frage 2

Mit welcher mittleren Beweglichkeit kann nach dem Gelenkersatz am Fingermittelgelenk gerechnet werden?

- A Normale Beweglichkeit.
- B Erhebliche Einschränkung mit meist Wackelbewegungen in Beugestellung.
- C In naher Streckstellung fixiertes Gelenk mit wenig Beweglichkeit.
- D Beweglichkeit zwischen ca. 50–60°.
- E Beweglichkeit zwischen 80–90°.

Frage 3

Welche Frage zu den Silikongelenken trifft zu?

- A Silikonprothesen werden zu verbesserten Verankerung einzementiert.
- B Mit Silikonprothesen kann eine vorbestehende Achsfehlstellung des Fingers gut korrigiert werden.
- C Das Implantat ist nicht in Knochen fixiert und gleitet hin und her.
- D Silikonprothesen zeigen eine deutlich bessere Beweglichkeit als andere Kunstgelenke.
- E Silikonprothesen sind Neuentwicklungen und entsprechen in ihren Eigenschaften modernen modularen Prothesen.

Frage 4

Welche Aussage trifft auf die verschiedenen Zugänge zum PIP zu?

- A Beim dorsalen Zugang kann das Gelenk nur durch einen zentralen Sehnensplit mit Längsinzision der Strecksehne dargestellt werden.
- B Beim palmaren Zugang sollte die Basis der Hautinzision nach Bruner ulnarseitig liegen.
- C Beim zentralen Sehnensplit wird der Zentralzügelansatz an der Basis der Mittelphalanx immer refixiert.
- D Bei allen Zugängen muss das radiale und ulnare Seitenband komplett abgelöst werden.
- E Bei allen Zugängen sollte das radiale Seitenband zur besseren postoperativen Stabilität nicht abgelöst werden.

Frage 5

Welche Aussage trifft auf den palmaren Zugang zu?

- A Er wird heutzutage nicht mehr angewendet.
- B Er eignet sich vor allem für die Implantation von Silikongelenken.
- C Beide Seitenbänder werden abgelöst.
- D Das Gelenk darf nicht überstreckt werden.
- E Eine Abtragung der Osteophyten erübrigt sich.

Frage 6

Welches ist die häufigste Indikation zum Gelenkersatz?

- A Starke Instabilität des PIP.
- B Ästhetische Problematik durch Achsabweichung.
- C Schmerzhaftes Bewegungseinschränkung.
- D Sensibilitätsstörungen.
- E Rheumatoide Arthritis.

Frage 7

Was ist eine absolute Kontraindikation zum Gelenkersatz?

- A Rheumatoide Arthritis.
- B Posttraumatische Arthrose.
- C Instabilität des PIP.
- D Septische Arthritiden.
- E Starke Bewegungseinschränkungen.

Frage 8

Welche Aussage auf die postoperative Rehabilitation trifft zu?

- A Sowohl beim palmaren wie auch dorsalen Zugang muss initial eine Ruhigstellung für mehrere Wochen eingeplant werden.
- B Die postoperative Rehabilitation muss individuell angepasst werden.
- C Nach gleichzeitiger Korrektur einer Schwanenhalsdeformität kann problemlos ohne Schienen aktiv mobilisiert werden.
- D Frühfunktionelle Mobilisation nach Gelenkersatz ist nicht möglich.
- E Die postoperative Rehabilitation hat keinen Einfluss auf das Resultat.

Frage 9

In welchen Fällen wird eine Silikonprothese empfohlen?

- A An den ulnaren Strahlen bei stabilen Verhältnissen.
- B An allen Fingern bei stabilen Verhältnissen.
- C Bei einer Achsabweichung der Finger.
- D Grundsätzlich immer.
- E Bei schlechter Knochenverankerung.

Frage 10

In welchen Fällen wird ein moderner Oberflächenersatz empfohlen?

- A Eine solche Prothese wird gar nicht mehr eingesetzt.
- B An den ulnaren Strahlen bei stabilen Verhältnissen.
- C An den radialen Strahlen.
- D Grundsätzlich immer.
- E Bei schlechter Knochenverankerung.