

# Endoprothetik der kleinen Gelenke

## Arthroplasty of the Small Joints

### Autoren

Moritz Arndt<sup>1</sup>, Martina Henniger<sup>1</sup>, Tobias Hoffmann<sup>1</sup>, Stefan Rehart<sup>1</sup>

### Institut

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Agaplesion  
Markus Krankenhaus, Frankfurt am Main

### Schlüsselwörter

Endoprothetik kleiner Gelenke, Schulter-TEP, Ellenbogen-TEP, OSG-TEP, Swanson-Finger-TEP

### Key words

arthroplasty of the small joints, elbow endoprosthesis, ankle arthroplasty, shoulder endoprosthesis, Swanson's finger arthroplasty

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1016-3241>

Online-Publikation: 17.12.2019

Akt Rheumatol 2020; 45: 77–85

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0341-051X

### Korrespondenzadresse

Dr. Martina Henniger

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Akademisches Lehrkrankenhaus der Goethe-Universität

Markus-Krankenhaus

Wilhelm-Epstein Straße 4

60431 Frankfurt a. M.

Tel.: +069-95332540, Fax: +069-95332682

Martina.Henniger@fdk.info

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Endoprothetik von Knie- und Hüftgelenk sind häufig auf eine primäre Arthrose zurückzuführen. Bei den sog. „kleinen“ Gelenken der oberen und unteren Extremität ist die Ätiologie meist eine andere – häufig treten hier sekundäre Destruktionen aufgrund einer Grunderkrankung des rheumatischen Formenkreises oder posttraumatische Arthrosen auf – primäre, degenerative Zerstörungen sind eher selten. Ausgedehnte Kenntnisse bezüglich optimaler Indikationen und des OP-Zeitpunkts, stellen für eine endoprothetische Versorgung eine Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Vorgehen dar. Neben der klinischen Untersuchung gehört die bildgebende Diagnostik zu den entscheidenden Informationen und ist damit für die Therapieplanung essentiell. Die Endoprothetik des Schultergelenkes hebt sich im Vergleich zu anderen „kleinen“ Gelenken ab,

denn sie erreicht – trotz deutlich niedriger Fallzahlen als Knie- und Hüftendoprothetik – ähnlich gute Ergebnisse. Der aktuelle Goldstandard der Schulterendoprothetik ist die Hybrid-Totalendoprothese (mit zementfreier humeralen Komponente und zementierter Glenoidkomponente), die im Blick auf Patientenzufriedenheit und Schmerzreduktion der „Hemiprothese“ (ohne Glenoid-Komponente) überlegen ist. Die Hemiprothese kann tendenziell bei jüngeren Patienten mit gut erhaltener Pfanne als Primärimplantat indiziert sein, mit dem Risiko eines schmerzhaften sekundären Pfannenverschleißes im Verlauf. Bei Patienten im Alter über 70 Jahren mit Rotatorenmanschettendefektarthropatien aber auch nach Humeruskopffrakturen besteht die Möglichkeit einer Implantation einer inversen Prothese. Deren Standzeit liegt aktuell bei etwa 15 Jahren, sodass die Implantation auch dafür bei jungen Patienten eher kritisch zu bewerten ist. Bei Frakturversorgungen ist die inverse Prothese bezüglich der Revisionsrate der sog. „anatomischen“ Prothese überlegen. Die Ellenbogenprothetik bietet v. a. bei sekundärer Destruktion rheumatischer Genese den Vorteil einer raschen Schmerzreduktion und eines meist deutlichen Bewegungsgewinns, was für die eigenständige Pflege der Patienten wichtig ist. Eine dauerhafte Belastung des Ellenbogengelenkes ist jedoch bei den semigekoppelten Prothesen nur bis ca. 2–5 kg zu empfehlen und erfordert eine hohe Patienten-Compliance. Die Radiuskopfprothese, die bei traumatisch bedingter Radiuskopfdestruktion die Kongruenz des Ellenbogengelenkes wiederherstellt, erlaubt ebenso keine hohe Last. Goldstandard der endoprothetischen Versorgung von Fingergrund- und Fingermittegelenken auch heute sind die seit den 1960er Jahren verwendeten Silastic-Prothesen nach Swanson. Die Entwicklung von Oberflächenersatzimplantaten zeigt bisher am Fingermittegelenk vielversprechende mittelfristige Ergebnisse. Auch am Daumensattelgelenk sind Implantate verfügbar, hier ist jedoch bei funktionell guten Alternativen die Sinnhaftigkeit einer solchen Versorgung ernsthaft zu hinterfragen. Die Handgelenkendoprothetik bleibt Patienten mit geringer Beanspruchung und hoher Compliance und dann möglichst an der nicht-dominanten Hand vorbehalten. OSG-Prothesen der neuen Generation bestehen aus 3 Komponenten mit PE-Mittelkomponente ähnlich wie bei der Knie-Endoprothetik. Es werden dadurch im Gegensatz zur Arthrodesese physiologischere Bewegungen und der weitgehende Erhalt eines physiologischen Gangbildes erreicht. Aktuelle Studienergebnisse aus Kohorten mit kleiner Fallzahl zeigen akzeptable 10–15 Jahres-Ergebnisse.

## ABSTRACT

An endoprosthesis of the knee and hip joint is often needed due to primary osteoarthritis. In the case of the “small” joints of the upper and lower extremities, there is usually a different aetiology, with secondary destruction often occurring due to an underlying rheumatic disease or post-traumatic osteoarthritis, whereas primary osteoarthritis is rare. Knowledge of the correct indication and the optimal timing of surgery are prerequisites for successful endoprosthetic treatment. In addition to a clinical examination, diagnostic imaging also delivers highly important information for therapy planning. The shoulder joint contrasts with other “small” joints in that the results of shoulder arthroplasty are comparable with those of knee and hip arthroplasty, although the number of cases is significantly lower. The current gold standard in shoulder arthroplasty is a hybrid total endoprosthesis (with a cementless humeral component and a cemented glenoid component), which is superior to a hemiprosthesis in terms of patient satisfaction and pain reduction. This may, for example, be indicated as a primary implant for young patients with an intact glenoid socket, with a risk of painful secondary mechanical-induced destruction. Patients over 70 years of age with rotator cuff deficiency and humeral head fractures may have an inverse prosthesis implant. The service life of such implants is currently about 15 years, so

implantation in young patients must be evaluated critically. For fracture restoration, inverse prostheses are superior to anatomical ones in terms of revision rates. Elbow prostheses offer the advantage of a rapid reduction of pain and an increasing range of motion, especially in the case of secondary destruction by rheumatic aetiology. However, long-term weight-bearing on the elbow joint should not exceed 2–5 kg with semi-coupled prostheses and requires high patient compliance. Radial head prostheses, which restore the elbow joint in the case of traumatically caused radial head destruction, also permit no high weight-bearing. The gold standard for the endoprosthetic restoration of the proximal joints and proximal interphalangeal joints continues to be Swanson’s Silastic prostheses, which have been used since the 1960s. The development of surface replacement implants has shown promising medium-term results for proximal interphalangeal joints. Implants are also available for the thumb saddle joint. Wrist arthroplasty is reserved for patients with low weight-bearing and a high level of compliance. New-generation upper ankle joint prostheses consist of 3 components with a PE middle component similar to knee endoprostheses. This enables more physiological movements and the maintenance of a physiological gait pattern. Current study results from cohorts with a small number of cases show good results.

## Einleitung

Die Manifestation einer primären Arthrose im Bereich der kleinen Gelenke, wie Schulter-, Ellenbogen-, Hand-, Finger- und Sprunggelenken, ist im Vergleich mit den großen Gelenken (Knie- und Hüfte) recht selten. Im Bereich des Schultergelenkes liegt die Prävalenz einer rein degenerativen Destruktion bei etwa nur 3%, am Sprunggelenk und Ellenbogengelenk ist der Anteil primärer Arthrosen sogar marginal.

Gründe für Zerstörungen der kleineren Gelenke sind insgesamt sehr vielfältig:

Im Bereich der oberen Extremität kommt es häufig zu sekundären Arthrosen, die nicht auf dem Boden einer entzündlichen Systemerkrankung entstehen. So ist die avaskuläre Nekrose des Humeruskopfes ist nach der Femurkopfnekrose die zweithäufigste Knochennekrose des Erwachsenen [1]. Auch eine Fraktur kann zu irreparablen Schäden im Bereich der Gelenkflächen führen, so am Schultergelenk, z. B. nach Humeruskopffrakturen, mit der Entwicklung einer Omarthrose. Am Ellenbogengelenk stellen Traumata die häufigste Ätiologie einer sekundären Cubarthrose dar. Knochenbrüche mit signifikanter Gelenkverletzung am Ellenbogengelenk führen in bis zu 75% zu einer schmerzhaft bewegungseingeschränkten Artikulation [2]. Insgesamt weniger mechanisch oder genetisch induzierte „sekundäre“ Gelenkzerstörungen sind Folge von immunologisch induzierten entzündlichen Ganzkörpererkrankungen, wie z. B. der rheumatoiden Arthritis. Hierbei sind zunächst v. a. die Finger- und Handgelenke betroffen. Im weiteren Krankheitsverlauf liegt bei dieser Diagnose die Befallsrate des Ellenbogengelenkes bei 20–70%, für das Schultergelenk finden sich sogar

85% [3]. Grundsätzlich besteht im Bereich der oberen Extremität, im Gegensatz zu Knie- und Hüftgelenk, die Möglichkeit, Lastübertragung und Bewegungsausmaß besser zu dosieren. Durch Ausgleichsbewegungen angrenzender Gelenkpartner können so Bewegungsdefizite und Schmerzen in einem arthrotischen Gelenk reduziert werden. Dadurch kann es zu einer Verschleierung der Symptome auch bei bereits fortgeschrittenen Destruktionen im Rahmen von einer orthopädischen Erstvorstellung kommen [4].

Obwohl das obere Sprunggelenk (OSG) sogar höhere Belastungen als das Hüft- und das Kniegelenk aufweist, entstehen hier kaum primäre Arthrosen. Dazu gesellen sich Besonderheiten des Knorpels (Architektur, Kongruenz) und u. a. eine vergleichsweise straffe syndesmale Bandführung der Malleolengabel. In etwa 70–80% der Fälle entstehen OSG-Arthrosen posttraumatisch, v. a. nach Distorsionen und Frakturen. Eine weitere Ursache besteht in degenerativen Rückfußdeformitäten, dabei ist eine Varusdeformität häufig arthroseassoziiert. Rheumatisch induzierte Zerstörungen mit direkter enzymatischer Schädigung des Knorpels oder der entzündlichen Ergussbildung mit Distension des Kapsel-Bandapparates und nachfolgender Instabilität ergeben vielfach eine massive Valgusfehlstellung in den Gelenken des unteren Sprunggelenkes [5, 6] bis hin zu dem Verlust der medialen Längswölbung des Fußes und dem tiefertretenden, medial prominenten Taluskopf.

Dieser Beitrag soll einen Überblick über die Möglichkeiten der endoprothetischen Versorgung der sog. „kleinen“ Gelenke nach erfolgloser konservativer und operativ-gelenkerhaltender Therapie skizzieren. Insgesamt ist die Patientengruppe mit Gelenkdestruktionen von Artikulationen außerhalb des Hüft- und Kniege-

lenkes deutlich jünger, als dies in derjenigen mit Bedarf an Knie- und Hüft-TEPs der Fall ist. Standzeiten, Fallzahlen, Patientenzufriedenheit und Erfahrungen der einzelnen endoprothetischen Verfahren variieren an den „kleineren“ Gelenken sehr stark. Eine Indikation zu der Versorgung mit Kunstgelenken kann nicht generalisiert ausgesprochen werden, es gilt, immer eine individuelle Abschätzung der Situation vorzunehmen. Wir empfehlen die endoprothetische Versorgung in entsprechend ausgewiesenen Zentren durchzuführen, in denen durch ausreichende Fallzahlen eine gewisse Routine gewährleistet ist und ansonsten bei Bedarf auch die Expertise im Umgang mit besonderen Situationen und Erkrankungs-Charakteristika, wie bei rheumatisch-entzündlich destruierten Gelenken, besteht.

## Endoprothetik des Schultergelenks

Die Endoprothetik des Schultergelenkes findet in den letzten Jahrzehnten zunehmende Anwendung und zählt mittlerweile zu den etablierten operativen Verfahren. Einerseits kommt es durch die oben genannten Faktoren zum glenohumeralen Knorpelverschleiß, andererseits ist das Schultergelenk in der heutigen Zeit zunehmenden Belastungen ausgesetzt. Neben der Humeruskopfnekrose, rheumatisch entzündlichen Prozessen, akuten traumatischen Knorpelverletzungen führen auch eine längere berufliche Lebensbelastung, zunehmende sportliche (Überkopf-) Aktivität und Extremsportarten bei jungen Patienten zu einer zunehmenden Inzidenz von Knorpeldefekten und Omarthrosen. Des Weiteren werden rezidivierende Instabilitäten, arthroskopische Eingriffe mit iatrogenen Knorpelschädigung oder postoperative Kapsel-fibrosen sowie die Verwendung von Schmerzpumpen als mögliche Genese einer Arthrose diskutiert [7].

### Anamnese und Diagnostik

Eine strukturierte Anamnese sowie eine zielgerichtete klinische Untersuchung und adäquate Bildgebung stehen vor der Abwägung aller operativer Maßnahmen, besonders vor der Entscheidung eines endoprothetischen Eingriffes – am Beispiel Schultergelenk wird dies im Folgenden erläutert:

Die Erfragung von Ruhe- und Nachtschmerz, Schmerzausstrahlung, Schmerzverstärkung, Schmerzdauer und Schmerzmittelbedarf gibt wichtige Hinweise, auch über den Leidensdruck der Patienten. Es sollten mitursächliche Pathologien der Halswirbelsäule von lokalen Schulterbeschwerden klar differenziert werden, dabei ist beidseitigem Auftreten von Beschwerden, einer radikulären Symptomatik und einer möglichen Hyposensibilität besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Weiter sollte vor jeglicher endoprothetischer Versorgung immer gezielt nach Voroperationen und besonders am Schultergelenk nach intraartikulären oder subakromialen Injektionen gefragt werden. Wir empfehlen, nach intraartikulären Infiltrationen (z. B. mit Cortison) – im Einklang mit der entsprechenden AWMF-Leitlinie „Intraartikuläre Punktionen und Injektionen: Hygienemaßnahmen“ – eine OP mit Einbringen einer Endoprothese frühestens nach 3–6 Monaten durchzuführen, um eine bakterielle Infektgefahr zu minimieren. Auch andere Risikofaktoren wie systemische Steroid- oder Immunsuppressiva-Behandlung, Diabetes mellitus, maligne Grunderkrankung in der Anamnese, sollten sorgfältige Beachtung finden.

Anschließend sollte ein standardisierter klinischer Untersuchungsgang durchgeführt werden, der über die geeignete weitere apparative (z. B. bildgebende) Diagnostik zunehmend ausdifferenziert wird. Bei der klinischen Untersuchung der Schulter sollte mit Blick auf die Verdachtsdiagnose einer Omarthrose die Inspektion der Schulter am entkleideten Patienten von vorne und hinten durchgeführt werden, um Schulterasymmetrien, Muskelatrophien, Rötungen oder Schwellungen zu detektieren. Nach Palpation der anatomischen „Landmarken“ wird präoperativ die Prüfung der Schulterbeweglichkeit akkurat mittels Neutral-Null-Methode dokumentiert. Weiter folgen Funktionstests der Rotatorenmanschette, Provokationstests von AC-Gelenk und langer Bizepssehne, Impingementtests, sowie die Überprüfung der Schulterstabilität.

Neben der klinischen Untersuchung gibt die bildgebende Diagnostik entscheidende Informationen und ist damit für die Therapieplanung richtungsweisend. Als kostengünstiges und direkt in der Sprechstunde verfügbares Diagnostiktool bietet sich bei diesem weitgehend muskulär geführten Schultergelenk die Arthro-Sonografie an. Direkt und dynamisch können Gelenkerguss, Synovialitis, Bursitiden, die lange Bizepssehne und die Rotatorenmanschette beurteilt werden. Eine weitere Standarduntersuchung – zur Darstellung der knöchernen Strukturen – ist das konventionelle Röntgenbild in 3 Ebenen (true a.-p., outletview, axial); bei hochgradiger Destruktion erfolgt ggf. sofort zusätzlich eine a.-p.-Aufnahme der Gegenseite mit Messkugel für Planungszwecke. So lassen sich das Ausmaß der Arthrose, die Zentrierung des Kopfes, eine Retroversion oder Dysplasie der Pfanne, Gelenkspalt, Zysten, Verkalkungen, Erosionen, und Sklerosierungen recht einfach erkennen. Anhand des Röntgenbildes wird eine Arthrose nach Kellgren und Lawrence (KL) in die Stadien I–IV oder im Falle einer sekundären Destruktion bei entzündlich rheumatischer Arthritis nach Larsen, Dale und Eek (LDE) in die Stadien 0–V eingeteilt. Auch schulterspezifische Einteilungen, wie die Einteilung nach Samilson (Einteilung nach Größe der kaudalen Osteophyten) werden im klinischen Alltag häufig verwendet. In der streng anterior-posterioren Aufnahme dient u. a. der sog. „kritische Schulterwinkel“ (critical shoulder angle: CSA) als radiologischer Parameter der klinischen Evaluation und gibt Hinweise auf das Risiko von Rotatorenmanschettentraktionen und Omarthrose.

Zusätzlich zu dem Röntgen-Ausgangsbefund ist eine MRT-Untersuchung für die Planung einer operativen Therapie unentbehrlich. Neben der Beurteilung der periartikulären Weichteile sowie der intraartikulären/-ossären Binnenstrukturen dient die Magnetresonanztomographie als Standardverfahren zur Abbildung der Rotatorenmanschette, sodass Defektgröße, Retraktion, Muskelatrophie beurteilt werden können. Bei fortgeschrittener Destruktion wird zur OP-Planung ggf. eine 3D-Darstellung durch Computertomografie angeschlossen. Die CT-Untersuchung gibt wichtige Hinweise über Pfannenkonfiguration, Zysten und die Knochenqualität. Eine 3D-Rekonstruktion einzelner Kompartimente kann die OP-Planung zusätzlich erleichtern.

### Die „richtige“ Indikation

Unkenntnis bezüglich der optimalen Indikation und des am besten geeigneten OP-Zeitpunkts in Bezug auf eine endoprothetische Versorgung stellt v. a. schulterchirurgisch unerfahrene Kollegen vor

erhebliche Entscheidungsprobleme. Das Hinauszögern einer operativen Versorgung kann v. a. am Schultergelenk negative Folgen für den Gesamtverlauf haben, da eine schlechte präoperative Beweglichkeit, Muskeldystrophie und -verkürzungen, Weichteilkontraktionen und v. a. Knochenverluste im Bereich der Pfanne die Ausgangssituation erschweren. Dies führt zu einem erhöhten OP-Risiko, außerdem kann auch eine technisch hochwertige endoprothetische Versorgung nicht alle langständig existenten Defizite korrigieren. Vor allem Bewegungseinschränkungen, selbst bei nur mäßiger Schmerzsymptomatik, sind kritisch zu bewerten, da sie das postoperative Ergebnis negativ beeinflussen. Weichteilkontraktionen und Rotatorenmanschettenrupturen sind Spätfolgen einer Omarthrose und v. a. beim jungen aktiven Patienten – im Hinblick auf ein gutes OP-Outcome – möglichst zu vermeiden [8].

Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch (2013) sehen folgende klinische und radiologische Kriterien für die absolute Indikation zur Prothesenimplantation bei bestehender Omarthrose:

- Ruhe-/Belastungsschmerz
- Regelmäßiger Schmerzmittelbedarf
- Kritische Bewegungseinschränkung (Abduktion < 90°, Außenrotation < 20°)
- Gelenkspaltbreite unter 3 mm
- Hintere Pfannenabflachung [9].

Neben den bereits angesprochenen Untersuchungen sind die individuellen Vorstellungen des Patienten bei der Indikationsstellung und Wahl der Prothese zu berücksichtigen. Folgende Verfahren stehen zur Auswahl.

### Prothesentypen am Schultergelenk

Eine der ersten Schulterprothesen, die eine weitere Verbreitung erfuhren, wurde im Jahr 1971 von Charles Neer inauguriert. Seitdem schritt die Entwicklung der Schulterendoprothetik stetig voran, aktuell erreichen Prothesen an diesem Gelenk Standzeiten ähnlich der Knie- und Hüftendoprothetik.

#### Oberflächenersatz des Humeruskopfes/Hemiprothese

Bei jungen Patienten mit gut erhaltener Pfanne und Rotatorenmanschette kann der Ersatz eines zerstörten Humeruskopfes mittels anatomischer Schulterprothese ohne Glenoidersatz erfolgen, denn Komplikationen der Glenoidkomponente sind ein häufiger Revisionsgrund (► **Abb 1**). Der Verzicht auf den Ersatz des Glenoids ergibt im Verlauf jedoch häufiger Schmerzen.

Neuere Entwicklungen erlauben es, fokale chondrale Läsionen am Humerus (bis 3,5 cm) mittels partiellem Oberflächenersatz zu therapieren.

#### Anatomische Schulterprothese mit Glenoidersatz

Der aktuelle Goldstandard ist die Hybrid-Totalendoprothese (mit zementfreier humeralen Komponente und zementierter Glenoidkomponente), die im Blick auf Patientenzufriedenheit und Schmerzreduktion der Hemiprothese überlegen ist. Es kommt hier im Gegensatz zur Hemiprothese nicht zu schmerzhaften Pfannenarrosionen. Noch stellen Schulterprothesen der „4. Generation“ mit Schaftkomponente den aktuellen Standard dar. Der Knochenverlust bei Schaftentfernung im Revisionsfall stellt jedoch ein chi-



► **Abb. 1** Oberflächenersatz an der Schulter (Typ Eclipse® – Fa. Arthrex)

urgisches Problem dar, sodass bei guter Knochenqualität schaftlose Schulterprothesen eingesetzt werden können. Neben operationstechnischer Vorteile (geringer Blutverlust, kurze OP-Dauer, schaftunabhängige Positionierung) zeigen sich bei diesen, seit 2005 vermehrt verwendeten Prothesen („5. Generation“), keine Nachteile bezüglich der Standzeit – sodass der aktuelle Trend eindeutig in Richtung dieser schaftlosen Prothesen zeigt [10].

Insgesamt beträgt die Revisionsrate auf humeraler Seite lediglich 2%, sodass der Implantation der Glenoidkomponente eine besondere Bedeutung zukommt. Die Glenoidkomponente sollte nach heutigen Erkenntnissen zementiert werden und das am besten unter Verwendung aller Mittel moderner Zementiertechnik (Jet-Lavage, Trocknung, hochvisköser Zement, Vermeidung von Zementdefekten).

Revisionsgründe bestehen in der Instabilität und Dislokation, Insuffizienz der Rotatorenmanschette und aseptischer Lockerung, meist der Glenoid-Komponente.

#### Inverse Schulter-TEP

Bei Patienten im Alter über 70 Jahren mit Rotatorenmanschetten-defektarthropatie und Acetabularisierung des Acromions oder irreparabler Rotatorenmanschettenruptur sowie bei nicht rekon-

struierbarer Humeruskopffraktur besteht die Möglichkeit einer Implantation einer inversen Prothese (► **Abb. 2**). Durch umgekehrte Konstruktion von Pfanne und Kopf wird das Gelenkzentrum nach kaudal und medial verschoben, sodass der M. deltoideus über seine Zugrichtung die Insuffizienz der Rotatorenmanschette kompensiert. Die Standzeit (80%) liegt aktuell bei etwa 15 Jahren. Die Implantation bei jungen Patienten ist tendenziell kritisch zu bewerten – der Erhalt der Rotatorenmanschette wird stets angestrebt. Bei



► **Abb. 2** Inverse Schulterprothese (Typ Delta Xtend® – Fa. De Puy)

Frakturversorgungen, der meist geriatrischen Patienten, ist die inverse Prothese bezüglich der Revisionsrate der anatomischen überlegen [11].

Hauptkomplikationen sind Prothesenlockerungen, meist durch das sog. „scapularnotching“ (Kontakt zwischen Inlay oder Humerusmetaphyse mit dem Skapulahlals) und Luxationen, z. B. durch eine zu niedrige Rotatorenmanschettenspannung, gefolgt von Infekten und Frakturen von Skapula, Akromion oder Korakoid [12].

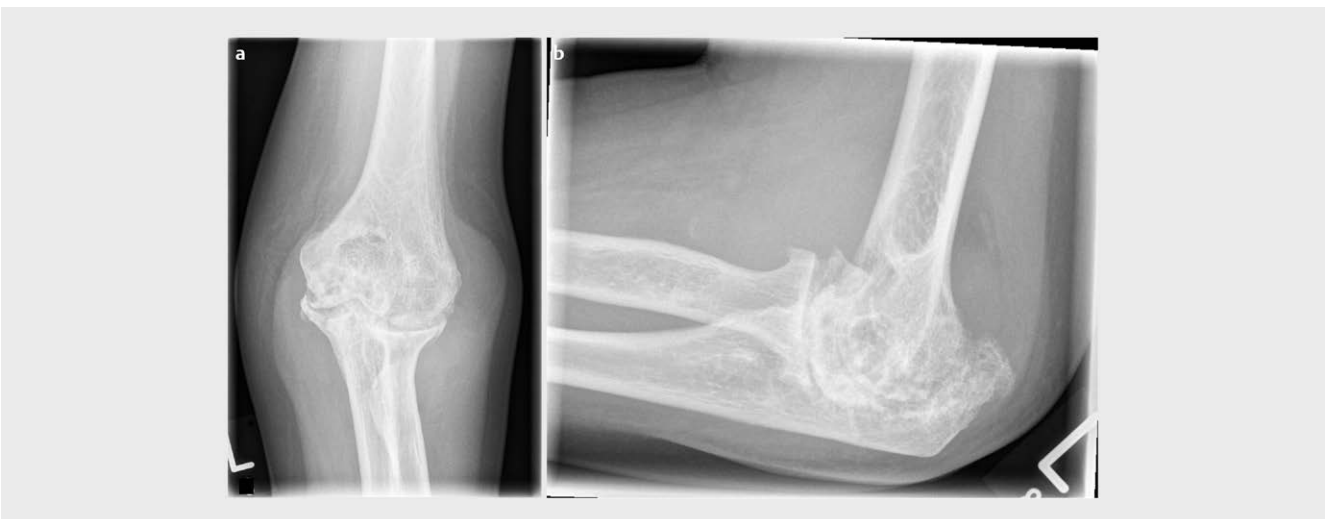
Als letzte Rückzugsmöglichkeit kann über die Implantation eines Megakopfes nachgedacht werden.

## Endoprothetik des Ellenbogengelenks

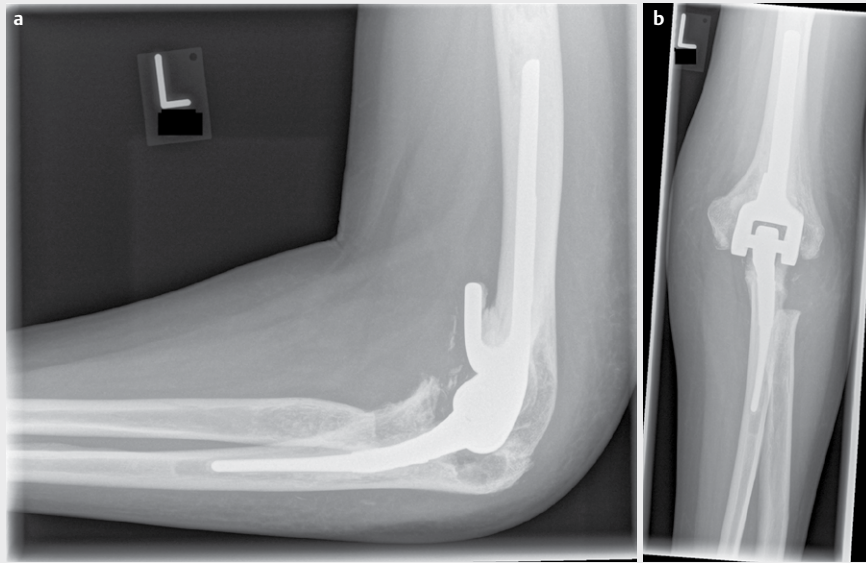
Fortgeschrittene Cubarthritis entstehen oft durch rheumatisch-entzündliche Prozesse und werden von diesen Patienten oft lange kompensiert, da Beschwerden von stärker belasteten Gelenken und Funktionsdefizite der Hand und des Schultergelenkes oft im Vordergrund stehen. Es liegen deshalb bei Erstvorstellung oft erhebliche Gelenkdestruktionen und/oder Instabilitäten vor, die eine endoprothetische Versorgung notwendig machen (► **Abb. 3**).

Die gängigen Prothesen unterscheiden sich in Kopplungsgrad (semi-gekoppelt/ungekoppelt) Kongruenz und Komponentenzahl (► **Abb. 4**). Semi-gekoppelte Prothesen weisen meist eine Beweglichkeit um eine Hauptachse auf und weitere Freiheitsgrade in Varus- und Valgusrichtung, während ungekoppelte Prothesen intramedullär verankerte Oberflächenersatzprothesen sind. Für die Verwendung des reinen Oberflächenersatzes sollte die Indikation sehr streng gestellt werden – eine gute Knochenqualität und unversehrte Bandstrukturen sind essentiell. Die Luxationssicherheit kann vom erfahrenen Operateur u. a. durch Inkaufnahme eines funktionellen Streckdefizits erhöht werden. Aufgrund der relativ flachen Lernkurve und geringer Fallzahlen empfiehlt sich die Durchführung nur in entsprechenden Zentren und nach sorgfältiger Abwägung.

Vorteile der endoprothetischen Versorgung sind eine rasche Schmerzreduktion und ein oft deutlicher Bewegungs- und Stabilitätsgewinn. Eine Belastung des Ellenbogengelenkes empfiehlt sich dauerhaft lediglich zwischen 2–5 kg, sodass sich die Prothese nicht



► **Abb. 3** Cubarthritis LDE Stadium V: Röntgen Ellenbogengelenk a.p. und seitl. präoperativ



► **Abb. 4** Gekoppelte Ellenbogen-TEP (Typ Coonrad-Murray® – Fa. Zimmer)

für Patienten eignet, deren Lebensstil mit hohen Belastungen einhergeht (z. B. Beruf, Sport). Auch bei guter Compliance bestehen oft Komplikationsraten bis über 30 % mit entsprechend hohen Revisionsraten, sodass eine sorgfältige Patientenselektion und eine entsprechende Patientenaufklärung erfolgen sollte [13]. Die besten Ergebnisse haben Patienten mit Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises.

Im Gegensatz zu fortgeschrittenen Cubarthritiden entstehen isolierte Knorpelschädigungen der radialen Säule des Ellenbogengelenkes meist durch Traumata. Bei schweren Knorpelschäden mit ggf. instabilen Ellenbogen oder schlechten Erfolgsaussichten für osteosynthetische Maßnahmen am Radiuskopf bietet die Radiuskopfprothese eine mögliche Therapieoption, da diese die longitudinale Stabilität im Gelenk (im Gegensatz zur Radiuskopf-Resektion) erhält. Bei jungen Patienten gilt es, die endoprothetische Versorgung möglichst hinaus zu zögern, da auch bei der Radiuskopfprothese trotz Wiederherstellung der physiologischen Kraftübertragungswege keine höheren Gewichtsbelastungen sinnvoll sind.

Ein zweizeitiges Vorgehen nach Radiuskopffraktur mit Implantation einer Radiuskopfprothese nach z. B. frustrierender Osteosynthese ist möglich [29].

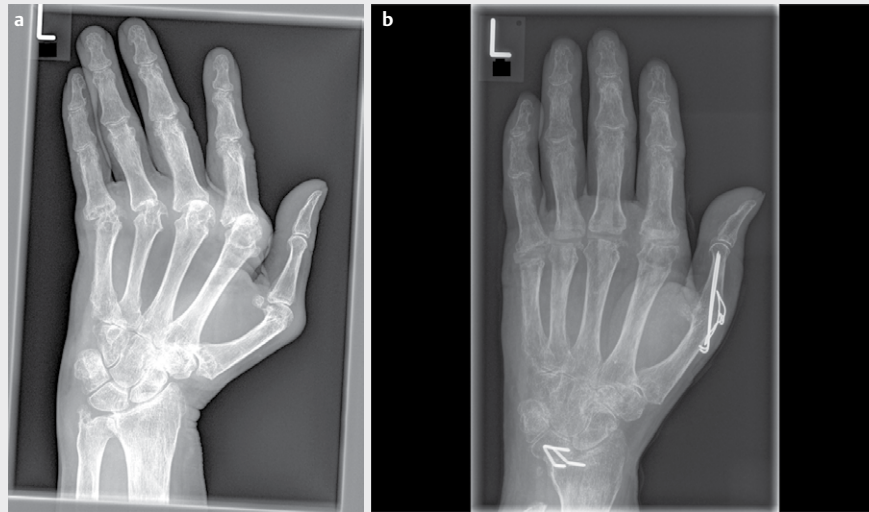
Komplikationen nach Implantation einer Radiuskopfprothese sind Lockerungen, Luxationen, periprothetische Frakturen. Zudem ist die korrekte OP-Durchführung essentiell – ein sog. „overlengthening“ sollte vermieden werden, da es zu einer sekundären Schädigung des Gelenkpartners (Capitulum humeri) durch Reibungskräfte kommen kann. Sollte bereits die primäre Situation eine Knorpelschädigung im Bereich des Capitulum zeigen, besteht die Indikation für einen radiocapitellaren Ersatz – hier existiert jedoch lediglich ein System auf dem Markt, für das keine aussagekräftige Studien existieren.

## Endoprothetik an der Hand

Die Hand ist Hauptmanifestationsort polyarthritischer rheumatischer Erkrankungen. Eine endoprothetische Behandlung unterschiedlicher Gelenkregionen ist in diesem Patientengut gut möglich – oft stellen andere Verfahren (wie die Arthrodese) aufgrund von Fehlstellungen und Weichteilaffektionen eine geeignetere Alternative (oder eine Rückzugsmöglichkeit) dar. Im Folgenden werden die Möglichkeiten einer endoprothetischen Versorgung an der Hand erörtert.

### Silikonplatzhalter

Goldstandard der endoprothetischen Versorgung von Fingergrund- und Fingermittelgelenken ist die seit den 1960er Jahren verwendete Silastic-Prothese nach Swanson (► **Abb. 5**). Dieser dynamische Silikonplatzhalter wächst nicht ossär ein. Stattdessen erfolgt die Stabilisierung des Gelenkes durch eine postoperative „encapsulation“: Es bildet sich innerhalb von Wochen eine sog. Neo-Gelenkkapsel, die die Prothese in den Markhöhlen der Phalangen fixiert und gleichzeitig deren Beweglichkeit einschränkt (vor Luxationen schützt). In den ersten 4 Wochen postoperativ ist eine konsequente Beübung und Schienung notwendig, um eine gute Stellung und eine mittel- bis langfristige Beweglichkeit von bis zu 60° zu erreichen [14]. Der sog. „Piston“-Effekt – eine intramedulläre Gleitbewegung der Silastikprothese – verhindert Belastungsspitzen im Knochen. Trotz gewisser Rezidivraten (Fehlstellungen) und mäßigen objektiven funktionellen Ergebnissen ist die Patientenzufriedenheit nach Implantation von Swanson-TEPs enorm hoch [15], Revisionen mit Implantataustausch sind erfahrungsgemäß bis zu 1–3 Mal bei Bedarf möglich, anschließend kann immer noch eine Arthrodese -ggf. mit Spongiosaplastik- ausgeführt werden.



► **Abb. 5** **a** Fehlstellungen an der Hand aufgrund fortgeschrittener Rheumatoider Arthritis **b** postoperatives Ergebnis nach Implantation von Swanson-TEPs Fingergrundgelenke D2–5, Z. n. Arthrodesse MCP-1 und radiulunärer Arthrodesse

### Oberflächenersatzimplantate

Bei degenerativen Veränderungen im Rahmen der Fingerpolyarthrose oder posttraumatisch bei sonst regelrechten anatomischen Verhältnissen werden in Zukunft möglicherweise Oberflächenersatzimplantate die Alternative zu Silikonplatzhaltern darstellen und könnten diese langfristig ablösen. Dies müssen jedoch Langzeitstudien erst noch bestätigen. Die neueste Generation dieser Prothesen ist seit 5–10 Jahren im Einsatz. Für die Verwendung am Fingermittelgelenk zeigen Studien bisher im mittelfristigen Verlauf vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf die Revisionsraten und werden in einigen Kliniken bereits regelmäßig verwendet [16].

### Exkurs Daumensattelgelenk

Das Daumensattelgelenk ist nach den distalen Interphalangealgelenken das am zweithäufigsten von Arthrose betroffene Gelenk an der Hand (im Rahmen der Fingerpolyarthrose). Gegenüber der Trapeziumresektions-Suspensions-Arthroplastik zeigen einige Daumensattelgelenkendoprothesen aufgrund der schnelleren Rehabilitation und der besseren Kraftentwicklung bei erhaltener Daumenlänge einen kurzzeitigen Vorteil der Endoprothetik gegenüber der Trapeziumresektion. Nach heutigem Kenntnisstand erscheint es jedoch zweifelhaft, ob Prothesen an diesem Gelenk in der Lage sind, den Bedarf an Krafttransmission und Stabilität im zeitlichen Verlauf zu gewährleisten. Die aktuelle Studienlage lässt eine Beurteilung nicht sicher zu [17].

### Handgelenkendoprothetik

Nach aktueller Studienlage bleibt die Handgelenkendoprothetik nur individuellen Fällen – Patienten mit geringer Beanspruchung und hoher Compliance, möglichst an der nicht-dominanten Hand – vorbehalten. Die Komplikationsrate ist relativ hoch und die Fallzahl in Studien meist niedrig. Erstaunlicherweise ist, bei zuvor deutlich eingeschränkter Funktion, die postoperative subjektive Zufriedenheit der Patienten hoch und Schmerzen werden als deutlich gebessert

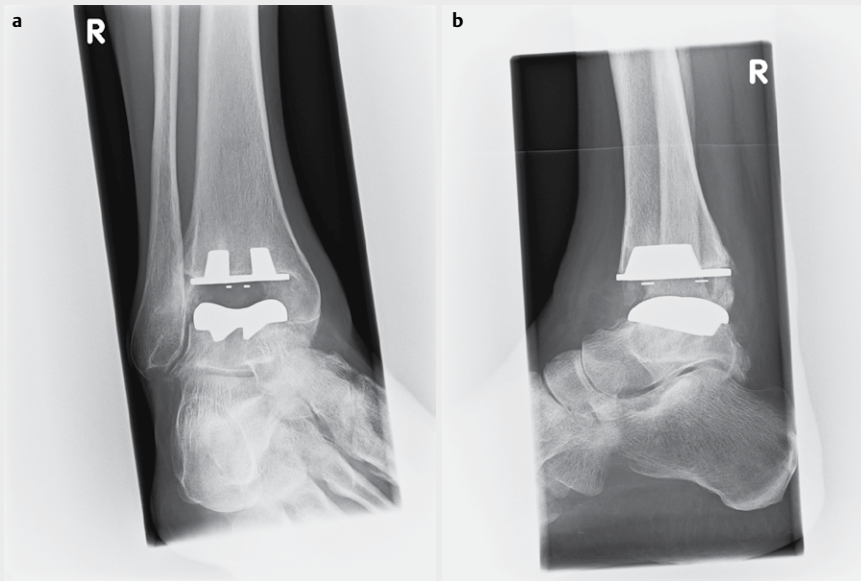
angegeben. Hauptproblem nach Implantation einer Handgelenkendoprothese ist die Prothesenlockerung, aufgrund der enormen Kraftübertragung im Handgelenk [18]. Die Arthrodesse stellt eine sinnvolle Alternative mit niedrigerer Komplikationsrate dar.

### Endoprothetik des oberen Sprunggelenks

Die Arthrose im oberen Sprunggelenk tritt in der Regel posttraumatisch auf, eine weitere Gruppe mit entsprechenden Zerstörungen ist die mit rheumatischen Erkrankungen. Besonders bei RA-Patienten können Funktionsdefizite im Rahmen der Schwellung und Bewegungs-, bzw. Belastungsschmerzen durch gleichzeitig betroffene Nachbargelenke oft kaum kompensiert werden [19]. Als Therapie der fortgeschrittenen Gelenkdestruktion galt lange Zeit die Arthrodesse als Goldstandard. In vielen Studien wurden jedoch zahlreiche, im Verlauf auftretende, Probleme aufgezeigt. Hier sind insbesondere eine lange Rekonvaleszenz und ein hohes Pseudarthrosrisiko von bis zu 35 % zu nennen. Zudem besteht durch die erhöhte Belastung von Nachbargelenken das Risiko der Transferarthrosen [20]. Eine therapeutische Alternative ist die endoprothetische Versorgung des tibio-talaren Gelenks (OSG), sofern die Knochen-Weichteilverhältnisse, die Stabilität und akzeptable Achsabweichungen eine solche rekonstruktive Versorgung zulassen. Patienten können hierbei von einer schnelleren Mobilisation mit deutlich früherer Belastungsstabilität profitieren [21, 22].

### Prothesen der neuesten Generation

Die Ergebnisse der ersten Generation der OSG-Prothesen in den 1970er und -80er Jahren waren eher frustrierend. Prothesenmodelle der aktuellen dritten Generation imitieren durch ihren 3-komponentigen Aufbau mit einer tibialen Basisplatte, einer anatomisch geformten Taluskappe und einem dazwischen gelagerten, frei beweglichen PE-Gleitkern das mobile-bearing Prinzip der Knie-Endoprothetik (► **Abb.6**). Sie erlauben damit physiologischere Bewegungen und den Erhalt eines physiologischen Gangbildes. Bein-



► **Abb. 6** Sprunggelenkprothese (TypTartic®- Fa. Implantcast)

verkürzungen und Transferarthrosen können im Rahmen der Prothesenversorgung vermieden werden. Die verschiedenen Modelle unterscheiden sich im Wesentlichen durch das spezifische Design der Verankerungsmechanismen, der Schnelligkeit bei dem operativen Vorgehen und unterschiedlicher Taluskomponenten sowie dem Ausmaß des Oberflächenersatzes mit teilweise zusätzlichem Ersatz der Malleolarfacetten.

### Indikation

Indikation für eine OSG-TEP sind zum einen die ausgeprägte Arthrose KL Stadium 4, bzw. endgradige Destruktion des Sprunggelenks (LDE 4–5), mit der Voraussetzung einer ausreichenden ligamentären Stabilität sowie ein geeignetes Knochenlager mit allenfalls geringen nekrotischen Veränderungen, insbesondere im Talus. Eine sorgfältige klinische Untersuchung in Kombination mit einer präoperativen MRT-Aufnahme sichert die optimale Indikationsstellung. Neben individuellen Indikationskriterien (Alter, Bedarf, usw.) sollte auch hier die Compliance des Patienten berücksichtigt werden, da diese für den Erfolg der Operation und ein gutes Outcome wichtig sind [23].

Durch verbesserte Prothesendesigns und Einführung der Hydroxylapatit-Beschichtung der dritten Prothesengeneration konnten die Standzeiten im Vergleich zu den Vorgängermodellen verlängert und v. a. Sinterungsraten reduziert werden [24]. Optimierte Instrumente reduzieren heute die Knochenresektion bei den aktuellen Modellen auf ein Minimum, was Revisionsoperationen, bzw. später etwaig nötige Prothesenwechsel erleichtert. Somit kann die endoprothetische Versorgung am OSG auch für jüngere Patienten eine Therapieoption als Alternative zur Arthrodese darstellen [25]. Dennoch bleiben die endoprothetische Versorgung am OSG und insbesondere Revisionseingriffe anspruchsvoll und stellen hohe technische Anforderungen an den Operateur. Sie sollten daher aus unserer

Sicht in speziellen Zentren erfolgen. Mittelfristige Ergebnisse werden in der Literatur unabhängig vom Prothesenmodell mit 78–94 % im 5-Jahres follow-up beziffert. Da allerdings viele Studien nur kleine Fallzahlen (< 50 Patienten) einschließen und viele oft nur ein niedriges Evidenzlevel haben, sind zukünftig Langzeituntersuchungen abzuwarten [26].

### Endoprothetik am Fuß

Die häufigste Arthrose am Fuß betrifft das Großzehengrundgelenk meist älterer Menschen. Der Hallux rigidus tritt bei etwa 2,5 % der über 50-Jährigen auf [27]. Der endoprothetische Ersatz als operative Therapieoption ist umstritten.

Die kleinen Gelenkflächen des MTP-I Gelenks sind großen Translationskräften und Scherkräften ausgesetzt bei gleichzeitig relativ geringer Kompression. Prothesenlockerungen und hohe Infektquoten sind potentielle Folgen und führen dazu, dass die meisten existierenden Prothesen kaum noch verwendet werden. Es gibt viele verschiedene Modelle unterschiedlicher Hersteller, die sich differenzieren in Anzahl der Komponenten, in Aufbau gekoppelt und ungekoppelte, in Hemiprothese/Totalendoprothese sowie in den Gleitpaarungen. Im Falle eines Misserfolgs sollte eine „second line of defense“ gewährleistet sein und der Patient ist über die aktuelle Datenlage zu informieren.

Im Einzelfall nutzen wir den Silastik-Swanson-Spacer bei rheumatischen Destruktionen ohne Fehlstellung (um zuletzt nicht alle Gelenke versteift zu haben) und bei Großzehengrundgelenkarthrosen im hohen Alter ohne wahrscheinlichen Revisionsbedarf für den Erhalt des Gangbildes. Eine Alternative zur Prothese stellt die Arthrodese dar [28].



## FAZIT

- Trotz werkstofflicher Fortschritte und neuen Erkenntnissen im Bereich biomechanischer Besonderheiten stellt die Endoprothetik der kleinen Gelenke weiterhin eine große Herausforderung bezüglich Standzeiten, Beweglichkeit und resultierender Patientenzufriedenheit dar.
- Hohe Belastbarkeit innerhalb kleiner anatomischer Dimensionen stellen Entwickler und Anwender neuer Implantate vor die Aufgabe der Weiterentwicklung.
- Die Endoprothetik des Schultergelenkes erzielt trotz deutlich niedrigerer Fallzahlen ähnlich gute Ergebnisse, wie die endoprothetischen Spitzenreiter Hüftgelenk und Kniegelenk.
- Die Durchführung endoprothetischer Eingriffe an den kleinen Gelenken sollte möglichst an entsprechenden spezialisierten Zentren erfolgen.
- Optimale Indikationskriterien und eine ausführliche Aufklärung des Patienten zur Steigerung der Compliance und damit der Haltbarkeit sind zu empfehlen.
- Bei Erstimplantation v. a. von Implantaten deren Langzeitergebnisse im Einzelfall nicht sicher beurteilt werden können, sollte die primäre OP-Technik so gewählt werden, dass eine spätere Revision möglich bleibt (z. B. durch sparsame Knochenresektion usw.).
- Um die Qualität der Endoprothetik der kleinen Gelenke zu verbessern, wäre die Entwicklung eines europäischen anwenderfreundlichen Endoprothesenregisters wünschenswert, da aussagekräftige Langzeitresultate vielfach notwendig sind. In Deutschland sind bereits einige Register dazu von den jeweiligen Fachgesellschaften (unter dem Dach der DGOU) inauguriert.

## Interessenkonflikt

Prof. Dr. Rehart ist Mitentwickler der Taric-Prothese, Fa. Implantcast. In Bezug auf die Inhalte des Artikels bestehen sonst keine Interessenkonflikte.

## Literatur

- [1] Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P., Hrsg. Schulterchirurgie. Urban & Fischer; München, Jena: 2013
- [2] Anderson DD, Marsh JL, Brown TD. The pathomechanical etiology of post-traumatic osteoarthritis following intraarticular fractures. *IowaOrthop* 2011; 31: 1–20
- [3] Kiekenbeck A, Preis M, Salzmann G. Welche minimalinvasive Therapie ist an der Rheumaschulter sinnvoll? *Z Rheumatol* 2008; 67: 462–470
- [4] Holder M, Henniger M, Schöniger A et al. Das rheumatische Schultergelenk Rheumatoid arthritis of the shoulder joint. Deutscher Ärzte-Verlag OUP 2012; 1: 5
- [5] Knupp M. The use of osteotomies in the treatment of asymmetric ankle joint arthritis. *Foot Ankle Int* 2017; 38: 220–229
- [6] Stufkens SA, Van den Bekerom MP, Kerkhoffs GM et al. Long-term outcome after 1822 operatively treated ankle fractures: a systematic review of the literature *Injury* 2011; 42: 119–127
- [7] Buscayret F, Edwards TB, Szabo I et al. Glenohumerale arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med* 2004; 32: 1165–1172
- [8] Lorbach O. Anatomische Schulterprothese bei Omarthrose Indikation, aktuelle Implantate, klinische Ergebnisse. *Orthopäde* 2018; 47: 383–389
- [9] Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P., Hrsg. Schulterchirurgie. Urban & Fischer; München, Jena: 2013
- [10] Irlenbusch U. Survival rate and complications of stemmed shoulder prostheses in primary osteoarthritis. *Orthopäde* 2013; 42: 507–515
- [11] Namdari S, Horneff JG, Baldwin K. Comparison of hemiarthroplasty and reverse arthroplasty for treatment of proximal humeral fractures: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 1701–1708
- [12] Anakwenze OA, Zoller S, Ahmad CS et al. Reverse shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fractures: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: e73–e80
- [13] Schmidt K, Hilker A, Miehke RK. Vergleichende Endoprothetik des rheumatischen Ellenbogengelenkes. *Orthopäde* 2007; 36: 714–722
- [14] Takigawa S, Meletiou S, Sauerbier M et al. Long-term assessment of Swanson implant arthroplasty in the proximal interphalangeal joint of the hand. *J Hand Surg Am* 2004; 29: 785–795
- [15] Rehart S, Kerschbaumer F. Endoprothetik an der Hand. *Orthopäde* 2003; 32: 779–783
- [16] Schindele SF, Altwegg A, Hensler S. Surface replacement of proximal interphalangeal joints using CapFlex-PIP. *OperOrthopTraumatol* 2017; 29: 86–96
- [17] Krukhaug Y, Lie SA, Havelin LI et al. The results of 479 thumb carpometacarpal joint replacements reported in the Norwegian Arthroplasty Register. *J Hand Surg Eur* 2014; 39: 819–825
- [18] Krukhaug Y, Lie SA, Havelin LI et al. Results of 189 wrist replacements. A report from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2011; 82: 405–409
- [19] Tillmann K, Schaar M, Schaar B et al. Ergebnisse von OSG-Endoprothesen bei rheumatoider Arthritis. *Fuss Sprunggelenk* 2003; 1: 0056–0065
- [20] Schill S, Rehart S, Fink B. Endoprothetik am rheumatischen oberen Sprunggelenk. *Fus Sprunggelenk* 2006; 4: 98–105
- [21] Jerosch J, Fayaz H, Senyurt H. Sprunggelenkarthrodese und Sprunggelenkprothetik – ein Vergleich. *Orthop* 2006; 35: 495–505
- [22] Faber FW, Mastboom MJ, van Vliet-Koppert ST et al. Outcome after 52 Salto Ankle Prostheses Implanted by a Single Surgeon. *Adv Orthop* 2018; eCollection, doi 10.1155/2018/2735634
- [23] Carlsson Å, Markusson P, Sundberg M. Radiostereometric analysis of the double-coated STAR total ankle prosthesis: a 3–5-year follow-up of 5 cases with rheumatoid arthritis and 5 cases with osteoarthritis. *Acta Orthop* 2005; 76: 573–579
- [24] Hintermann B, Dick W. Arthrodese oder Prothese? *Orthop* 2006; 35: 487–488
- [25] Hoffmann T, Henniger M, Rehart S. Endoprosthetics on the upper ankle – current status 2019, doi:https://doi.org/10.1055/a-0863-0193 arthritis + rheuma
- [26] Zaidi R, Cro S, Gurusamy K et al. The outcome of total ankle replacement: a systematic review and meta-analysis. *Bone Jt J* 2013; 95: 1500–1507
- [27] Deland JT, Williams BR. Surgical management of hallux rigidus. *J Am Acad Orthop Surg* 2012; 20: 347–358
- [28] Brage ME, Ball ST. Surgical options for salvage of end-stage hallux rigidus. *Foot Ankle Clin North Am* 2002; 7: 49–73
- [29] Shore BJ, Mozzon JB, MacDermid JC et al. Chronic posttraumatic elbow disorders treated with metallic radial head arthroplasty. *J Bone Jt Surg Am Vol* 2008; 90: 271–280