

# Aktuelle Trends bei der Implantation der Touch-Prothese am Daumensattelgelenk: Ergebnisse des 1. deutschsprachigen Anwendertreffens

## Current Trends in the Implantation of the Touch Prosthesis at the Thumb Carpometacarpal Joint: Results of the 1<sup>st</sup> German-Speaking User Meeting




Autorinnen/Autoren

Daniel B. Herren<sup>1</sup>, Jean-Yves Beaulieu<sup>2</sup>, Maurizio Calcagni<sup>3</sup>, Christoph Erling<sup>4</sup>, Martin Jung<sup>5</sup>, Axel Kaulich<sup>6</sup>, Marion Mühldorfer-Fodor<sup>7</sup>, Michaël Papaloizos<sup>8</sup>, Anton Rosenkranz<sup>9</sup>, Esther Vögelin<sup>10</sup>, Miriam Marks<sup>11</sup>

### Institute

- 1 Handchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Switzerland
- 2 Unité Chirurgie de la main, Hôpitaux universitaires de Genève, Genf, Switzerland
- 3 Klinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie, Universitätsspital Zürich, Zürich, Switzerland
- 4 Handchirurgie, Praxis Manus, Villars-sur-Glâne, Switzerland
- 5 Handchirurgie, OCM Orthopädische Chirurgie München, München, Germany
- 6 Handchirurgie, Hanusch Krankenhaus, Orthopädie und Traumatologie, Wien, Austria
- 7 Klinik für Handchirurgie, Rhön Klinikum Campus Bad Neustadt, Bad Neustadt, Germany
- 8 Clinique de la Main, Genf, Switzerland
- 9 Abteilung Orthopädie und Traumatologie, Krankenhaus St. Josef Braunau, Braunau am Inn, Austria
- 10 Universitätsklinik für Plastische- und Handchirurgie, Inselspital, Bern, Switzerland
- 11 Lehre, Forschung und Entwicklung, Schulthess Klinik, Zürich, Switzerland

### Schlüsselwörter

Arthroplastik, Endoprothese, Prothese, Daumensattelgelenk, Rhizarthrose

### Keywords

arthroplasty, implant, prosthesis, thumb carpometacarpal joint, trapeziometacarpal osteoarthritis

eingereicht 22.09.2023

akzeptiert 09.04.2024

### Bibliografie

Handchir Mikrochir Plast Chir 2024; 56: 201–211

DOI 10.1055/a-2321-9426

ISSN 0722-1819

© 2024. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Dr. Daniel B. Herren  
Schulthess Klinik  
Handchirurgie  
Lengghalde 2  
8008 Zürich  
Switzerland  
Daniel.Herren@kws.ch

### ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Einführung der neuesten Generation von Daumensattelgelenksprothesen zur Behandlung der Rhizarthrose hat sich das handchirurgische Behandlungsspektrum in den letzten Jahren deutlich erweitert. Der technische Anspruch dieser Operation und die vielen Details, die es zu beachten gilt, bedingen jedoch ein entsprechendes Training und eine damit verbundene Lernkurve. Um Erfahrungen mit der Touch Daumensattelgelenksprothese auszutauschen, haben wir das erste deutschsprachige Anwendertreffen zur Daumensattelgelenksprothetik in Zürich durchgeführt. Nach einigen grundlegenden Einführungsvorträgen zur Biomechanik und zu den Prinzipien der prothetischen Versorgung des Daumensattelgelenkes wurden

in interaktiven Expertenrunden die verschiedenen Herausforderungen um die Daumensattelgelenksprothetik diskutiert. Anschließend wurden in Kleingruppen unter kundiger Leitung Fälle besprochen und die jeweiligen Konklusionen im Plenum diskutiert. Die wesentlichen Ergebnisse dieses Symposiums sind in diesem Manuskript zusammengefasst.

## ABSTRACT

The introduction of the new generation of thumb carpometacarpal (CMC I) joint implants for the treatment of CMC I osteoarthritis has significantly broadened the scope of hand

surgery in recent years. However, the technical demands of the procedure and the many details that need to be considered require appropriate training and a learning curve. To share experiences with the Touch CMC I prosthesis, we held the first German-speaking CMC I joint prosthetics user meeting in Zurich. After some basic introductory lectures on biomechanics and the principles of prosthetic fitting of the CMC I joint, the various challenges associated with CMC I joint prosthetics were discussed in interactive expert panels. Subsequently, cases were discussed in small groups under expert guidance and the respective conclusions were discussed in plenary. The main results of this symposium are summarised in this manuscript.

## Einleitung

Es gibt wenig in der Handchirurgie, was in den letzten 10 Jahren unseren handchirurgischen Alltag so verändert hat, wie die Einführung der neuesten Generation von Daumensattelgelenksprothesen. Unsere Kollegen in Frankreich und Belgien hatten diese Behandlungsoption bereits vor längerer Zeit eingeführt und nun haben auch wir im Rest von Europa, insbesondere im deutschsprachigen Raum, realisiert, dass wir damit eine ganz andere Möglichkeit der Behandlung der Rhizarthrose anbieten können. Der technische Anspruch dieser Operation und die vielen Details, die es zu beachten gilt, bedingen ein entsprechendes Training und eine damit verbundene Lernkurve. Als Anhänger der kollektiven Intelligenz und des gegenseitigen Austausches, haben wir deshalb die Initiative ergriffen, das erste deutschsprachige Anwendertreffen zur Daumensattelgelenksprothetik am 20. März 2023 in der Schulthess Klinik in Zürich durchzuführen (► **Abb. 1**). Interessierte Kolleginnen und Kollegen in unterschiedlichen Stadien der Erfahrung sollten im Erfahrungsaustausch voneinander lernen und mit neuen Ideen, Tipps und Tricks nach Hause gehen, um die Patientenversorgung zu verbessern. Nach ein paar grundlegenden Einführungsvorträgen zur Biomechanik und zu den Prinzipien der prothetischen Versorgung des Daumensattelgelenkes wurden in interaktiven Expertenrunden die verschiedenen Herausforderungen um die Daumensattelgelenksprothetik diskutiert. Anschließend wurden in Kleingruppen unter kundiger Leitung Fälle besprochen und die jeweiligen Konklusionen im Plenum ausgetauscht. Die Ergebnisse dieses Symposiums sind in diesem Manuskript zusammengefasst.

## Tausende implantiert, nur wenige dokumentiert – Literaturübersicht

Es wurde in den Standarddatenbanken (PubMed, ScienceDirect, Cochrane Library) von 1997 bis März 2023 nach den Schlüsselwörtern *CMC1*, *Daumengrundgelenk*, *Rhizarthrose*, *Totalgelenkimplantat*, *Prothese*, *Arthroplasty*, *Implantate* gesucht, und zwar sowohl in englischer als auch in französischer Sprache, da viele Studien in französischer Sprache veröffentlicht wurden. Insgesamt wurden 4 216 Fälle von Totalendoprothesen an der Daumenbasis in 82 Studien aus den letzten 25 Jahren veröffentlicht [1–82]. Die meisten der

Fälle und Studien waren retrospektiv, neun waren prospektiv, keine war randomisiert.

In den späten neunziger Jahren war die De la Caffinière-Prothese die einzige mit veröffentlichten Ergebnissen. Nach dem Jahr 2000 wurden weitere Modelle dokumentiert, vor allem die Arpe und Elektra. Die Moje Acamo, eine Vollkeramikprothese, trat kurz in Erscheinung, wurde aber aufgrund der hohen Lockerungsrate schnell wieder aufgegeben. In den letzten zehn Jahren sind neuere Modelle auf den Markt gekommen, wie die Maïa, Moovis (eine Weiterentwicklung der Elektra Prothese) und Touch, die dem Prinzip der dualen Mobilität entsprechen.

Die durchschnittliche Revisionsrate einer Daumensattelgelenksprothese nach 4 Jahren liegt bei 12% [63]. Jedoch variiert diese Zahl stark je nach Prothese und Laufzeit. In zwei umfassenden Übersichtsarbeiten [54, 72] wurden mittelfristige Überlebensraten zwischen 19% und 99% angegeben, wobei die Prothesen Ivory, Guepar II, Maïa und Moovis mit 5-Jahres Überlebensraten von über 92% am besten abschneiden. Die Touch Prothese wurde in diesen Übersichtsarbeiten nicht berücksichtigt, da zum Publikationszeitpunkt noch keine Veröffentlichungen vorlagen. Aktuelle Arbeiten zeigen Überlebensraten der Touch Prothese von 95% - 96% nach 2–3 Jahren [83, 84].



► **Abb. 1** Ein Teil der Referenten am 1. Touch Anwendertreffen in Zürich.

Es fehlen Angaben zur Zahl der bisher implantierten Sattelgelenksprothesen, da keine systematische Erfassung, zum Beispiel in Registern, erfolgt. Gemäß der Firma KeriMedical wurden in den Jahren 2009 bis 2022 insgesamt 52'000 Moovis- oder Touch-Prothesen eingesetzt. Die Hälfte davon in Belgien und Frankreich und die restliche Hälfte im übrigen Europa. Wenn man das auf die übrigen Prothesenmodelle und Länder extrapoliert, kommt man auf geschätzte 100'000 Implantate, die in diesem Zeitraum verwendet wurden. Verglichen mit den 4'500 publizierten Fällen stehen somit nur wenig Daten zur Verfügung. Dies spricht stark für die Schaffung von zumindest nationalen Registern für eine bessere Nachverfolgung des Gelenkersatzes an der Daumenbasis.

## Indikationen zur Implantation einer Touch-Prothese

Die Hauptindikation für den Daumensattelgelenkersatz mit der Touch-Prothese ist die schmerzhafte Degeneration des Daumensattelgelenkes, welche auf konservative Behandlungen nicht oder nicht mehr anspricht. Diskussionspunkte bzgl. der Indikation sind das **Alter** und **Aktivitätsniveau der Patienten**, **Voroperationen**, der **Zeitpunkt der Intervention**, mögliche **Allergien**, **notwendige Zusatzuntersuchungen**, die **Knochenqualität**, die Situation rund um das **STT-** (skaphotrapeziotrapezoidale) **Gelenk**, **Form und Größe des Trapeziums**, und der Status des ersten **MCP-** (metacarpophalangeal) **Gelenks**.

Das Alter sollte keine Einschränkung darstellen, auch jüngere Patienten können von den guten funktionellen Ergebnissen und einer kurzen postoperativen Erholungszeit profitieren. Eine schwere manuelle Tätigkeit könnte ein Grund dafür sein, eine Versteifung der Arthroplastik vorzuziehen, aber es liegen nicht genügend Daten vor, um dies zu belegen. In Analogie zu den Resultaten in der Kniegelenksprothetik [85] dürften der Polyethylen (PE) Abrieb mit der neuen Generation des highly crossed-linked PE geringer ausfallen und sich auch bei schweren Belastungen günstig auf die Langzeitergebnisse auswirken. Die Fusion birgt auch ein höheres Risiko einer Degeneration des STT-Gelenks, was die Funktion des Daumens weiter einschränkt.

Obwohl eine begleitende STT-Arthrose von den Firmen als Kontraindikation angegeben wird, kommt die Prothese, gemäß un veröffentlichten Berichten, bei vielen Chirurgen trotzdem zum Einsatz. Durch eine Entlastung und Neuausrichtung des Gelenks mit dem Kunstgelenk scheint auch das darunterliegende STT-Gelenk günstig zu reagieren. Einig ist man sich in der Regel, dass es wichtiger ist, das STT-Gelenk klinisch als radiologisch zu beurteilen. Bei Gelenken mit rein radiologischen Veränderungen, die klinisch nicht symptomatisch sind, kann ein reiner Ersatz des Sattelgelenks durchaus eine Option darstellen. Es lässt sich in der klinischen Untersuchung in der Regel feststellen, ob das STT-Gelenk oder das Daumensattelgelenk beschwerdeführend sind.

Die Fixation der Trapeziumkomponente ist der kritische Punkt beim Einsetzen einer Daumensattelgelenksprothese. Die Höhe des Trapeziums sollte dabei 8 mm betragen [86]. Die Pfanne hat eine Höhe von 4,5 mm und kann bei guter Knochenqualität auch bis 1 mm weniger tief versenkt werden. Größere Zysten können eine adäquate Verankerung der Pfanne verhindern. Die Fixation der Pro-

thesenkomponente im Metacarpale (MC) I ist in der Regel kein Problem. Ist die Größe XS zu groß, kann der Knochen sorgfältig, zum Teil auch mit motorisierten Instrumenten, aufgebohrt werden. Ist die Größe 4 zu klein, kann durch Impaktation von Spongiosa die Primärfixation verbessert werden.

In der Regel genügen einfache Röntgenaufnahmen für die Diagnose und die präoperative Planung. Eine posterior-anteriore (pa) Handgelenks- oder Ganzhandaufnahme hilft das STT-Gelenk zu beurteilen. In unklaren Fällen kann jedoch eine Computertomographie (CT) oder eine digitale Volumentomografie hilfreich sein, vor allem wenn es darum geht, die Größe und Lokalisation von Zysten zu visualisieren. Die Single-Photon-Emissionscomputertomographie (SPECT) oder Magnetresonanztomografie (MRT) sind teure und zeitaufwändige Untersuchungen, die in der Regel keine nützlichen Zusatzinformationen liefern.

Bei vorbestehender Hyperextension des MCP-Gelenks mit einer Z-Deformität des Daumens kann die Implantation eines Kunstgelenkes im Sattelgelenk helfen, sich der ursprünglichen Daumenlänge wieder anzunähern und damit einer Z-Deformität entgegenzuwirken. Zudem wird das Sattelgelenk wieder zentriert und bekommt ein fixes Rotationszentrum. Beides hilft das MCP-Gelenk indirekt zu stabilisieren [84, 87]. Myncke et al. [88] haben ein Algorithmus entworfen, wann eine zusätzliche Behandlung des MCP-Gelenks indiziert ist. Bei weniger als 30° Hyperextension und mehr als 20° passiver MCP Flexion wird keine Behandlung dieses Gelenkes empfohlen, da eine Daumensattelgelenksprothese die Hyperextension korrigieren kann [88].

## Operationstechnik

Für die Implantation einer Daumensattelgelenksprothese kommen die üblichen Anästhesieverfahren zum Einsatz. Grundsätzlich ist es auch möglich den Eingriff in WALANT-Technik (Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet) durchzuführen [89]. Der dorso-laterale Zugang wird von den meisten Anwendern favorisiert und verläuft mittig zwischen der Abductor pollicis longus (APL)- und der Extensor pollicis brevis (EPB)- Sehne. Seltener kommt der latero-palmarer Zugang zur Anwendung [90]. Neben der Arteria radialis, die geschont werden sollte, müssen unbedingt die oberflächlichen Äste des Nervus radialis beachtet und so weit mit dem umgebenen Fettgewebe präpariert werden, dass sie sicher weggehalten werden können. Die Arteria radialis wird unterschiedlich gehandhabt, von orientierender Lokalisierung, begrenzter Mobilisierung, bis hin zum Anschlingen mit einem Loop. Die meisten Chirurgen verzichten auf eine formelle Darstellung der Arterie, da der chirurgische Zugang für die Implantation einer Daumensattelgelenksprothese proximal oft nicht so weit reicht. Die Kapsel des Daumensattelgelenks kann entweder vollständig exzidiert werden [91], oder aber so präpariert werden, dass sie über dem Implantat wieder verschlossen werden kann [84, 87, 92, 93]. Hierfür kommen unterschiedliche Präparationstechniken zum Einsatz, von türflügelartiger Eröffnung bis zu distal oder proximal gestielten Varianten, die dann zum Teil transossär refixiert werden. Wenngleich die Gelenkkapsel keinen stabilisierenden Effekt auf das Implantat hat und die intrinsische Stabilität ausreichend ist, bevorzugen viele Operateure zur Infektprophylaxe eine Weichteilbarriere zwischen Endoprothese und Haut. Die sorgfältige Resektion der palmaren Knochenkante („volar

beak“), eine eventuell vorhandene Adduktionskontraktur und die Mobilisierung des Daumenstrahls zum Einbringen eines Kirschnerdrahts in der korrekten Pfannenausrichtung erfordern eine ausgedehnte Mobilisierung der 1. Mittelhandbasis. Kontrovers diskutiert wird die Handhabung der Sehnen des ersten Strecksehnenfaches. Allenfalls führt eine zu wenig mobilisierte oder an inkorrekt Lokalisation refixierte APL-Insertion zu einer Tendovaginositis de Quervain im postoperativen Verlauf. Möglicherweise trägt auch die Rezentrierung des Gelenkes und die oft beobachtete relative Verlängerung des Daumens zu dieser Sehnencheidenproblematik des ersten Sehnenfaches bei. Um den Zug auf das erste Sehnenfach zu verringern, verwenden einige Chirurgen deshalb nur eine einfache Naht des periösären Weichteilmantels oder verzichten sogar ganz darauf. Eine prophylaktische Spaltung des 1. Strecksehnenfaches wurde von den meisten Anwendern nicht für notwendig erachtet.

Die Verwendung der Resektionslehre an der Basis des MC I dient eher der Orientierung als der präzisen Resektion. Wichtiger ist die korrekte Ausrichtung der Resektion im rechten Winkel zur Schaftlängsachse, was auch freihändig gut durchführbar ist. Eine tendenziell sparsame Resektion ermöglicht noch eine spätere Korrektur zur korrekten Spannungseinstellung, falls erforderlich.

Der Markraum des MC I sollte zwischen dem dorsalen und mittleren Drittel des dorso-palmaren Durchmessers eröffnet werden. Wenn es zu weit dorsal angesetzt wird, kann unter Umständen die Kortikalis dorsal kritisch ausgedünnt werden. Weiterhin kann aus einem zu dorsal gelegenen Eintrittspunkt eine Verkippung der Schaftkomponente mit Dorsalversatz der MC I-Achse resultieren. Zumindest theoretisch verändert das die Hebelverhältnisse der Daumenmuskulatur. Eine intraoperative Durchleuchtung zur Kontrolle der Schaftausrichtung kann helfen, die Orientierung der Komponente zu optimieren. Für die Größenbestimmung der Schaftkomponente ist diese Kontrolle eher von untergeordneter Bedeutung. Idealerweise sollte der Prothesenschaft nicht den gesamten Markraum ausfüllen und nicht direkt an die Kortikalis anstoßen, um ein stress shielding zu vermeiden [94]. Vielmehr ist eine Ummantelung mit komprimierter Spongiosa für eine gleichmäßige Druckverteilung optimal. Die erste Raspatoriumgröße, die bei vollständigem Einbringen rotationsstabil sitzt, kann als korrekte Größe angenommen werden. Berücksichtigt werden muss, dass das definitive Implantat durch die raue Beschichtung etwas dicker ist. Zum Schutz der MC I-Basis ist es sinnvoll, während der Pfannenpräparation entweder die Probekomponente im Schaft zu belassen oder bereits den definitiven Schaft zu implantieren. Das beugt ein Ausbrechen der posterioren Kortikalis der MC I-Basis vor. Im Falle einer zu geringen Spannung der Weichteile nach Pfannenimplantation ist es mit der Probekomponente immer noch möglich auf eine größere Schaftgröße umzusteigen und die Komponente etwas weiter herausstehen zu lassen.

Die Pfannenimplantation ist der wichtigste Schritt der Operation. Folgende Dinge sind dabei zu beachten:

Eine ausgedehnte Weichteilpräparation erleichtert auch das Einbringen und korrekte Platzieren der Pfanne. Idealerweise sollte man frontal auf das Trapezium zuarbeiten, in dem die Basis des MC I ganz nach palmar mobilisiert wird. Es lohnt sich meistens zuerst die Osteophyten vollständig freizupräparieren und dann mit Säge und/oder dem Luer zu entfernen. Eine Resektion der ganzen Gelenkfläche bis zum subchondralen Knochen ist zu vermeiden, da der Kor-

tikalising des distalen Trapeziums biomechanisch entscheidend für die pressfit Verankerung der Pfanne und somit deren Primärstabilität ist. Der Eintrittspunkt des Führungs-Kirschnerdrahtes ist sowohl anterior/posterior als auch radio-ulnar zentriert auf die distale Trapezium-Gelenkfläche (proximal articular surface of the trapezium [PAST] line). Eventuell ausgebildete radio-palmare Osteophyten des Trapezium können zur Fehleinschätzung des Zentrums führen und sollten in der präoperativen Planung und intra-operativ bei der K-Drahtführung beachtet werden.

Der Draht sollte idealerweise rechtwinklig zur ST-Gelenklinie gesetzt werden. Die intraoperative radiologische Kontrolle soll in verschiedenen Ebenen erfolgen. Die Stecher-Aufnahme und eine pa-Aufnahme in etwa 15° Pronation sind dabei die Standardebenen mit der besten Übersicht. Eine überlagerungsfreie Projektion des ST-Gelenkes hilft die Pfannenposition adäquater beurteilen zu können. Die Lage des Drahtes ist dabei für die Orientierung der konischen Pfanne kritischer als für das sphärische Modell. Ist die konische Pfanne einmal eingesetzt, sitzt sie stabil und kann kaum mehr neu orientiert werden. Die sphärische Pfanne lässt sich zumindest um den Rotationspunkt in der Verkippung noch feinjustieren. Größere Veränderungen hingegen erfordern ein neues Setzen auch der sphärischen Pfanne. Die Fräsung soll, wenn immer möglich, über den Draht erfolgen, da sie hierdurch präziser wird. Die Fräsung des Pfannenbettes kann von Hand oder etwas präziser mit der Maschine erfolgen. Es sollte dabei darauf geachtet werden, nicht zu viel Hitze zu produzieren. Das beim Fräsen gewonnene Knochenmehl kann allenfalls für das Auffüllen von bestehenden Zysten im Trapezium im Sinne einer Spongiosaplastik verwendet werden. Alternativ kann dafür auch ein Teil der resezierten MC I Basis zum Einsatz kommen. Die Tiefe der Fräsung und somit des Pfannenbettes ergibt sich aus der Höhe der Pfanne (= 4,5 mm). Bei zu geringer Primärstabilität der Pfanne kann sie in einem ersten Schritt etwas tiefer versenkt werden. Größere Pfannen oder eine Zementierung kommen in der Regel nur im Revisionsfall zum Einsatz.

Bei liegender Pfanne kann das optimale Bewegungsspiel mit der geraden und der um 15° abgewinkelten Halskomponente überprüft werden. Letztere kommt erfahrungsgemäß deutlich häufiger zum Einsatz. Die Halslänge wird im Wesentlichen durch die Weichteilspannung festgelegt, ermittelt durch Längszug am Daumen. Eine Subluxation des Kopfes um eine halbe oder ganze Kopflänge sind hierbei anzustreben, eine höhere Weichteilspannung sollte dringlich vermieden werden. Die Prothese sollte sich bei zwangloser Opposition des Daumens zur Kleinfingerbasis stabil zeigen. Ein Impingement des Prothesenhalses mit der Pfanne oder ein Kontakt der MC I-Basis mit den benachbarten Knochenstrukturen ist selten und wird durch einen kurzen Hals begünstigt. Aus diesem Grund bevorzugen einige Chirurgen die Spannung auf eine Halslänge M auszurichten. Bei liegender Pfanne kann das optimale Bewegungsspiel und die Stabilität geprüft werden. Eine Korrektur der knöchernen Verhältnisse und/oder der Wechsel auf einen längeren Hals sind mögliche Lösungen. Das Verhältnis der Pfannenlage zum Schaft ist kritisch zu prüfen und gegeben falls durch eine andere Halskrümmung zu korrigieren.

Die immer wieder zitierte Messung der Daumenlänge im Vergleich zum Zeigefinger intra- und präoperativ oder ein harmonischer Verlauf der Metacarpalebögen von MC I und MC II in der

Durchleuchtung [11] haben in der Regel keine praktische Bedeutung.

Eine Drainage soll, auch bei einer resezierten Kapsel, nicht gelegt werden.

## Intraoperative Komplikationen

Da die Weichteilpräparation für das Einbringen einer Daumensattelgelenksprothese weniger ausgedehnt ist als bei der Resektionsarthroplastik, werden Weichteilkomplikationen seltener beobachtet. Insbesondere die Irritation oder Verletzung der sensiblen oberflächlichen Äste des Nervus radialis kann in der Regel vermieden werden.

Intraoperative Frakturen können am MC I oder am Trapezium auftreten. Die knöcherne Präparation des MC I bereitet wenig Probleme, selten kommt es hier beim Aufraspeln oder der Schaftimplantation zur Fraktur. Die Präparation ist jedoch komplexer bei bereits voroperierten Metacarpalia, wie zum Beispiel nach MC I-Extensionsosteotomie oder Frakturversorgung. Eine stabile Fissur kann mit einer prolongierten Ruhigstellung behandelt werden. Tritt eine Längsfraktur auf, reicht oft eine Fadencerclage und eine 6-wöchige Ruhigstellung mit einliegender Prothese zur Ausheilung der Fraktur und Integration der Prothese. Das Aussprengen kleinerer Kortikalisanteile dorsal an der MC I-Basis stellt keine Gefahr für die Integration des Schaftes dar und können unversorgt belassen werden.

Schwieriger stellt sich die Situation bei intraoperativer Fraktur des Trapeziums dar. Diese entsteht in aller Regel beim Einschlagen der definitiven Pfanne. Eine Fraktur kann hier einerseits längs oder quer verlaufen, andererseits aber auch in Form einer Abspaltung der dorsalen oder radialen Kortikalis auftreten. Oft ist es gar nicht so einfach eine Trapeziumfraktur intraoperativ überhaupt festzustellen, insbesondere da sich Fissuren unter dem Weichteilmantel verbergen können. Bei Trapeziumfissur oder -fraktur und weiterhin stabiler Verankerung der Prothesenpfanne sollte eine verlängerte Ruhigstellungsphase von 6 Wochen bei einliegender Prothese zur Heilung ausreichen. Ist die Pfannenkomponente nach Fraktur jedoch instabil, so kommt als Rettung der Prothesenversorgung die Osteosynthese des Trapeziums mit ein bis zwei kanülierten Doppelgewindeschrauben und erneutem Platzieren der Pfanne in Betracht. Auch in diesem Fall ist eine postoperative Ruhigstellung von 6 Wochen zur Frakturheilung zu empfehlen [12, 66]. Bei Aussprengen einer größeren Kortikalisschuppe und hierdurch instabiler primärer Verankerung der Pfanne, wird meist keine sinnvolle Osteosynthese erreicht, weshalb die Konversion in eine Trapezektomie notwendig sein kann.

Ein weiteres Problem kann intraoperativ eine nicht ausreichend stabile primäre Verankerung der Pfannenkomponente darstellen, meist als Folge eines inkongruent gefrästen Pfannenlagers. Als erster und einfachster Lösungsansatz kann versucht werden mit gleicher Pfannengröße das Pfannenlager in korrekter Pfannenorientierung weiter in die Tiefe nachzufräsen. Führt dies nicht zum Erfolg, kann auf eine größere Pfanne gewechselt werden. Bleibt die Pfanne dennoch nicht primär pressfit zu verankern, präferieren einige der Operateure die Zementierung der Pfannenkomponente. Hierbei sollte eine 9 mm-Prothese in das auf 10 mm aufgefräste Trapezium eingebracht werden, um einen gleichmäßigen, ausreichend dicken Zementmantel zu erzeugen. Die Zementierung er-

folgt dabei nach den gängigen Regeln der orthopädischen Zementiertechnik. Die Implantation der Touch Prothese mit Zement stellt jedoch eine „off label“-Anwendung dar. Alternativ zur Zementierung der Pfanne kommt als Rettung in dieser Situation wiederum die Konversion in eine Trapezektomie in Betracht.

Beim Einschlagen der sphärischen Pfanne kommt es nicht selten zu einem Verkippen der Pfanne. Dies kann am ehesten durch ein asymmetrisches „Verhaken“ der Spikes am harten kortikalen Ring der Trapeziumhöhle erklärt werden. Diese Verkipfung kann gegebenenfalls toleriert werden, sofern sie nicht zu einem Anschlagphänomen des Prothesenhalses am Pfannenrand führt, wie es gehäuft bei dorsalem Überstand der Pfannenkomponente zu beobachten ist. Zudem darf die Verkipfung der Pfanne nicht zu einem Impingement und / oder einer erhöhten Luxationstendenz des Kopfes führen. Kommt es zum Anschlag des 15° gewinkelten Halses am Pfannenrand, kann dieser Anschlag bestenfalls mit einem geraden Hals vermieden werden. Ist allerdings die Pfanne nach dorsal verkippt, bringt ein gerades Halsstück keine Verbesserung der Primärstabilität, im Gegenteil die Luxationstendenz kann verstärkt werden [95]. In diesem Fall sollte die Pfannenkomponente neu platziert werden. Eine konische Pfanne kann dabei in eine sphärische derselben Größe gewechselt werden. Eine sphärische Pfanne sollte jedoch, aufgrund der zu geringen Kontaktfläche zwischen Knochen und Pfanne im für die press-fit Verankerung notwendigen kranialen Anteil des Os Trapezium, nicht auf eine konische derselben Größe gewechselt werden.

## Revisionen

Trotz der bisher guten Erfolge der Touch-Prothese [67, 83, 84, 87, 92, 93] gibt es Fälle, bei denen eine Revision nötig ist. Postoperative Restbeschwerden wie Schmerzen, Schwellung und Bewegungseinschränkung bis zu 12 Wochen postoperativ dürfen als normal angesehen werden.

Wenn nach 3 Monaten anhaltende Beschwerden bestehen und sich das Röntgen unauffällig zeigt, ist folgendes Vorgehen sinnvoll: Zunächst sollte ein Infekt mittels klinischer Kontrolle und Entzündungslabor ausgeschlossen und eventuell Punktion abgeklärt werden, wobei eine Diagnose auch dann nicht immer sichergestellt werden kann. Okkulte Frakturen können mittels CT nachgewiesen werden. Zur Abklärung eines Problems der Weichteile, wie Tendovaginitis de Quervain, Tendovaginitis stenosans, Sehnenverletzungen oder -verdickungen sowie Nervenverletzungen sollte eine Weichteilsonographie veranlasst werden. Weichteilkomplikationen werden entsprechend der Ursache, z. B. medikamentös, mit Steroidinfiltrationen, oder mit einem chirurgischen Weichteileingriff behandelt. Allerdings werden Steroidinfiltrationen in Prothesennähe kontrovers diskutiert.

Bei septischen Lockerungen des Schaftes oder der Pfanne ist die Entfernung des gesamten Fremdmaterials obligatorisch, sowie eine Resektionsarthroplastik oder in ausgewählten Fällen eine Hemitrapezektomie notwendig. Lockerungen der Pfanne durch okkulte Frakturen oder nicht ordnungsgemäß eingebrachter Pfannen können durch Repositionierung, evtl. Verschraubung und durch Fräsen und Einsetzen einer größeren Pfanne revidiert werden. Die Revision einer gelockerten Pfanne ist auch von der knöchernen Defektsituation abhängig. Hier kommt im einfachsten Fall und ohne we-

sentlichen Knochendefekt die Revision mit Größe 10 in Frage. Bei moderatem Knochendefekt sollte zusätzlich zur größeren Pfanne auch noch eine Spongiosaplastik durchgeführt werden. Bei einem größerem Knochendefekt mit erhaltener Trapeziumwand kann die Zementierung erfolgen.

Sollte es zu einer Luxation des Prothesenhalses durch ein Trauma kommen, kann der Versuch einer geschlossenen Reposition unter Bildwandlerkontrolle unternommen werden. Oft sind sie aber erfolglos und eine offene Revision, ggf. mit Austausch von Prothesenkomponenten, wird notwendig. Die Nachbehandlung richtet sich nach der durchgeführten Revision.

Sollte, aus oben genannten Gründen, ein Erhalt der Prothese nicht möglich sein, kann auf das Alternativverfahren einer Resektionsarthroplastik nach Wahl umgestiegen werden. Die Ergebnisse einer sekundären Resektionsarthroplastik lassen sich mit der einer primären Resektionsarthroplastik vergleichen [96–98]. Wenn sich der Schaft, bei Entfernung der Rest-Prothese, aufgrund des guten Sitzes nicht entfernen lässt, kann dieser, außer in Infektsituationen, belassen werden.

## Nachbehandlung

Der Eingriff kann ambulant oder stationär vorgenommen werden, je nach Setting und Patient.

Die Ruhigstellung des Daumens erfolgt in den ersten 2–5 Tagen in einer gut gepolsterten Gipsschiene mit freiem Endgelenk. Anschließend wird eine statische thermoformierte Schiene angepasst, mit oder ohne Einschluss des Handgelenks. Dabei sollte auf eine natürliche Oppositionsstellung geachtet werden. Alternativ kann eine weiche Neoprenmanschette verordnet werden.

Der Patient darf nach 5 Tagen den Daumen aus der Schiene frei bewegen. Die Tragdauer der Schiene richtet sich nach den Beschwerden und kann 2–6 Wochen betragen. Die Vollbelastung ist nach 6 Wochen bei radiologisch unauffälliger Kontrolle erlaubt. Ein gezieltes Krafttraining ist nicht notwendig. Eine komplett schienenfreie Nachbehandlung, wie sie immer wieder diskutiert wird, scheint, besonders bei einer individuell flexiblen Handhabung der Schiene, keine wesentlichen Vorteile zu bringen. Die wissenschaftliche Evidenz hierzu fehlt jedoch.

Eine Nachbehandlung durch Handtherapeuten ist nicht zwingend notwendig, wird aber im Sinne einer postoperativen Begleitung als sinnvoll erachtet. Die Dauer der Therapie ist patienten- und verlaufsabhängig. Analog zu anderen Gelenkersatzoperationen sind Kontrollen nach 6 Wochen, 1, 2, 5 und 10 Jahren mit radiologischer Untersuchung beim Handchirurgen sinnvoll.

In der Rehabilitation muss unbedingt axialer Zug durch die Therapeuten sowie Liegestütze (forcierte Retropulsion birgt das Risiko einer Dislokation) vermieden werden.

## Teaching

Die Implantation einer Touch-Prothese ist keine Operation für handchirurgische Anfänger. Die Lernkurve ist tendenziell flach. Vor der ersten Implantation am Patienten ist ein Operationsworkshop (Leichenkurs) eine notwendige Voraussetzung. Die Hospitation bei erfahrenen Kollegen oder eine Operationsbegleitung bei den ersten Fällen, helfen die Lernkurve deutlich steiler zu gestalten.

## Outcome Messung

Als Grundlage der Diskussion zu relevanten outcome measures dient das ICHOM core set [99]. Folgende Outcome Parameter werden als wichtig angesehen:

### Klinische Messungen

- Flexion/Extension: Interphalangeales (IP) Gelenk, MCP-Gelenk, Handgelenk
- Opposition/Retropulsion: Kapandji-Index, reversed Kapandji-Index [100], 1. Kommissuröffnungswinkel
- Ulnar-/Radialduktion Handgelenk
- Kraftmessung: Faustschlusskraft, Schlüsselgriffkraft, Spitzgriffkraft, Dreipunktgriffkraft

### Röntgenuntersuchung

- Daumensattelgelenk in 2 Ebenen (pa, lateral) und pa Aufnahme des Handgelenkes, zentriert auf das ST-Gelenk.

### Patient-Reported Outcome Measures (PROMs)

- Schmerz in Ruhe, bei Aktivitäten und wenn er am schlimmsten ist auf einer numerischen Rating Skala (NRS) von 0–10.
- Brief Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) [101].
- Patient-Specific Functional Scale (PSFS) [102]: Die PSFS ist eine Skala, mit der Patienten ihre individuellen Gesundheitsprobleme bewerten können. Der Patient gibt mindestens drei spezifische Aktivitäten an, die er nicht ausführen kann oder die ihm Schwierigkeiten bereiten, und bewertet sie auf einer Skala von 0 bis 10
- Single Assessment Numeric Evaluation (SANE) Score [103]: Der SANE ist ein globaler Score mit nur einer Frage: „Wie würden Sie Ihren [z. B. Daumen] heute als einen Prozentsatz des Normalzustands bewerten?“ (100% ist die beste Antwort).
- Thumb Disability Examination (TDX): Dieser recht neue Fragebogen besteht aus 19 Fragen zu daumenspezifischen funktionellen Einschränkungen, Schmerzen und Zufriedenheit [104]. Die Deutsche Version ist nun auch verfügbar [105]. Da noch nicht so viele Validierungsstudien existieren und er noch nicht so weit verbreitet ist, empfehlen wir ihn bisher nicht als Standard, er könnte aber zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Alle klinischen, radiologischen und PROM Parameter sollten vor der Operation, nach 6 Wochen, 1, 2, 5 und 10 Jahren erfasst werden. Die Erfassung in einem lokalen oder zentralen Register wäre dabei wünschenswert.

## Schlussfolgerungen

Die Schlussfolgerungen des Anwendertreffens sind in ► **Tab. 1** zusammengefasst. Die Ergebnisse des Symposiums haben gezeigt, dass die Implantation einer Daumensattelgelenksprothese als Operation komplex ist, so dass Tipps und Tricks erfahrener Operateure hilfreich sind. Details der einzelnen operativen Schritte werden auch unter den Experten unterschiedlich gehandhabt und von einem kollegialen, offenen Austausch der Vorgehensweisen profitieren sowohl lernende als auch fortgeschrittene Operateure.

► **Tab. 1** Schlussfolgerungen aus dem Anwendertreffen.

Bereich	Empfehlung
<b>Indikation</b>	Jedes Alter
	Schwere manuelle Tätigkeit ist eine relative Kontraindikation
	Klinisch unauffällige STT-Arthrose ist keine Kontraindikation
	Trapeziumhöhe mindestens 8 mm
	Kleinere Zysten im Trapezium können mit Knochenmehl aus der Fräse aufgefüllt werden, größere Zysten sind eine Kontraindikation
	MCP-Hyperextension ist keine Kontraindikation
<b>Operationstechnik</b>	Dorso-radialer Zugang
	Kapselnaht oder -resektion möglich
	Release des 1. Strecksehnenfachs bei bestehender Tendovaginitis, aber nicht prophylaktisch
	Schaft nicht zu dorsal platzieren, er muss den Markraum nicht komplett ausfüllen (Größe des ersten rotationsstabilen Probeimplantats kann verwendet werden)
	Grosszügige Präparation der Weichteile um die Basis des Metacarpale I
	Führungsdraht zur Pfannenpräparation im 90° Winkel zur proximal articular surface of the trapezium (PAST) Linie unter fluoroskopischer Kontrolle
	Position der konischen Pfanne kann nicht korrigiert werden; bei der sphärischen Pfanne kann die Kippung um die zentrale Achse justiert werden
	15° gekrümmter Hals ergibt oft eine bessere anatomische Rekonstruktion
	Gelenk darf nicht überspannt sein, teleskopieren von halber bis ganzer Kopflänge gewünscht
	Zementierung nur als Rettungsversuch als off-label use
<b>Intraoperative Komplikationen und Behandlung</b>	Stabile Metacarpale I Fissur: Verlängerte Ruhigstellung
	Metacarpale I Fraktur: Fadencerclage und 6-wöchige Ruhigstellung
	Stabile Trapeziumfissur: 6-wöchige Ruhigstellung
	Trapeziumfraktur: Osteosynthese z. B. mit kopfloser Schraube und 6-wöchige Ruhigstellung
	Inkongruent gefrästes Pfannenlager: Nachfräsen mit 10 mm-Fräse, notfalls 9 mm-Pfanne zementieren
	Verkippung der sphärischen Pfanne mit Anschlag des 15° gewinkelten Halses: Gerader Hals oder Replatzierung der Pfanne
<b>Revisionen</b>	Septische Lockerung: Prothesenaustrausbau und Resektionsarthroplastik
	Pfannenlockerung: Repositionierung, Wechsel von konischer auf sphärische Pfanne (nicht umgekehrt); bei kleinem Knochendefekt Wechsel auf Pfannengröße 10; bei moderatem Defekt zusätzlich Spongiosaplastik; bei großem Defekt bei intakter Trapeziumwand eventuelle Zementierung
	Luxation des Prothesenhalses: Zuerst geschlossene Reposition, bei Misserfolg offene Reposition mit Halswechsel und Beseitigung der Luxationsursache
	Keine Rettung der Prothese möglich: Resektionsarthroplastik, Schaft kann belassen werden
<b>Nachbehandlung</b>	2–5 Tage Ruhigstellung in Gipsschiene oder Verband
	Nach 5–12 Tagen weiche Neoprenmanschette oder stabilere Thermoplast-Schiene
	Aktive Mobilisation nach 5 Tagen erlaubt
	Volle Belastung nach 6 Wochen bei radiologisch unauffälliger Kontrolle
	Kein axialer Zug und keine Liegestützen (forcierte Retropulsion) in der Rehabilitation
<b>Teaching</b>	Keine Anfängeroperation
	Operationsworkshop und Hospitation bei erfahrenen Kollegen
	Unterstützung durch erfahrene Kollegen und Hersteller bei der ersten Implantation
<b>Outcome Messung</b>	Bewegungsmaß IP, MCP und Handgelenk, Ante- und Retropulsion
	Kraftmessung Faustschluss, Schlüsselgriff, Spitzgriff, Dreipunktgriff
	Röntgen Daumensattelgelenk in 2 Ebenen (pa, lateral) und Handgelenk pa
	PROMs: brief MHQ, Schmerz, (PSFS, SANE), evtl. TDX
	Datenerhebung vor der Operation, nach 6 Wochen, 1, 2, 5 und 10 Jahren

STT: Skaphotrapeziotrapezoidales Gelenk; MCP: Metacarpophalangeales Gelenk, IP: Interphalangeales Gelenk; pa: posterior-anterior; PROM: Patient-Reported Outcome Measures; brief MHQ: Brief Michigan Hand Outcomes Questionnaire; TDX: Thumb disability examination; PSFS: Patient-Specific Functional Scale; SANE: Single Assessment Numeric Evaluation Score.

## Fördermittel

Schulthess Klinik –  
Medeco-ch Särl –  
KeriMedical –  
Medartis –

## Danksagung

Wir danken allen Rednern des Symposiums für die hervorragenden Vorträge und allen Teilnehmern für die konstruktiven Diskussionen. Den Sponsoren und Organisatoren danken wir für die finanzielle und organisatorische Unterstützung.

## Autorinnen/Autoren



### Dr. med. Daniel B. Herren, MHA

Daniel B. Herren hat sein Medizinstudium inklusive Dissertation an der Universität Bern absolviert. Den Master of Public Health Administration legte er ebenfalls an der Universität Bern ab. Er ist Facharzt für Orthopädie und Handchirurgie. Seit 2009 ist er Chefarzt der Abteilung Handchirurgie der Schulthess Klinik in Zürich.

Von 2020–2023 war er Generalsekretär der Vereinigung der Europäischen Gesellschaften für Handchirurgie (FESSH). Seine klinischen Schwerpunkte sind Arthroplastiken der Daumen- und Fingergelenke, die Rheumahandchirurgie, sowie die Chirurgie der peripheren Nerven. Er ist Ko-Autor von mehr als 80 peer-reviewed Publikationen.

## Interessenkonflikt

Daniel B. Herren: Referentenvertrag und Verträge über klinische Studien mit KeriMedical und Mitglied des Verwaltungsrats von Medartis. Jean-Yves Beaulieu: Keine Interessenskonflikte. Maurizio Calcagni: Referentenvertrag und Verträge über klinische Studien mit KeriMedical. Christoph Erling: Keine Interessenskonflikte. Martin Jung: Vertrag als Referenz-/Hospitationszentrum für die Touch Prothese mit Medartis. Axel Kaulich: Referentenvertrag mit Medartis. Marion Mühlendorfer-Fodor: Referentenvertrag mit KeriMedical und Vertrag als Leiterin für Hospitationen an der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt. Michael Papaloizos: Referentenvertrag mit KeriMedical. Anton Rosenkranz: Vertrag mit Medartis. Esther Vögelin: Keine Interessenskonflikte. Miriam Marks: Verträge über klinische Studien mit KeriMedical.

## Literatur

- [1] Chakrabarti AJ, Robinson AH, Gallagher P. De la Caffiniere thumb carpometacarpal replacements. 93 cases at 6 to 16 years follow-up. *J Hand Surg Br* 1997; 22: 695–698. DOI: 10.1016/s0266-7681(97)80427-5
- [2] van Cappelle HG, Elzenga P, van Horn JR. Long-term results and loosening analysis of de la Caffiniere replacements of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Am* 1999; 24: 476–482. DOI: 10.1053/jhsu.1999.0476
- [3] Guggenheim-Gloor PR, Wachtl SW, Sennwald GR. Prosthetic replacement of the first carpometacarpal joint with a cemented ball and socket prosthesis (de la Caffiniere). *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32: 134–137. DOI: 10.1055/s-2000-19247
- [4] Moutet F, Lebrun C, Massart P et al. The Roseland prosthesis. *Chir Main* 2001; 20: 79–84. DOI: 10.1016/s1297-3203(01)00019-1
- [5] Dunaud JL, Moughabghab M, Benaissa S et al. Rubis 2 trapezometacarpal prosthesis: concept, operative technique. *Chir Main* 2001; 20: 85–88. DOI: 10.1016/s1297-3203(01)00020-8
- [6] Isselin J. ARPE prosthesis: preliminary results. *Chir Main* 2001; 20: 89–92. DOI: 10.1016/s1297-3203(01)00021-x
- [7] Teissier J, Gaudin T, Marc T. Problems with the metacarpophalangeal joint in the surgical treatment of osteoarthritis by inserting an ARPE type joint prosthesis. *Chir Main* 2001; 20: 68–70. DOI: 10.1016/s1297-3203(01)00016-6
- [8] Schuhl JF. The Roseland prosthesis in the treatment of osteoarthritis. A five years experience with the same surgeon. *Chir Main* 2001; 20: 75–78. DOI: 10.1016/s1297-3203(01)00008-7
- [9] De Smet L, Sioen W, Spaepen D et al. Total joint arthroplasty for osteoarthritis of the thumb basal joint. *Acta Orthop Belg* 2004; 70: 19–24
- [10] Brutus JP, Kinnen L. Short term results of total carpometacarpal joint replacement surgery using the ARPE implant for primary osteoarthritis of the thumb. *Chir Main* 2004; 23: 224–228. DOI: 10.1016/j.main.2004.08.001
- [11] Jacoulet P. Results of the ARPE trapezometacarpal prosthesis: a retrospective study of 37 cases. *Chir Main* 2005; 24: 24–28. DOI: 10.1016/j.main.2004.11.003
- [12] Regnard PJ. Electra trapezio metacarpal prosthesis: results of the first 100 cases. *J Hand Surg Br* 2006; 31: 621–628. DOI: 10.1016/j.jhsb.2006.05.019
- [13] Badia A, Sambandam SN. Total joint arthroplasty in the treatment of advanced stages of thumb carpometacarpal joint osteoarthritis. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 1605–1614. DOI: 10.1016/j.jhsa.2006.08.008
- [14] Aparid T, Saint-Cast Y. Results of a 5 years follow-up of Arpe prosthesis for the basal thumb osteoarthritis. *Chir Main* 2007; 26: 88–94. DOI: 10.1016/j.main.2007.03.005
- [15] Aparid T, Saint-Cast Y. Revision of the ARPE prosthesis by the Jones procedure: a study of 6 cases and review of literature. *Chir Main* 2007; 26: 95–102. DOI: 10.1016/j.main.2006.12.002
- [16] Ulrich-Vinther M, Puggaard H, Lange B. Prospective 1-year follow-up study comparing joint prosthesis with tendon interposition arthroplasty in treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 1369–1377. DOI: 10.1016/j.jhsa.2008.04.028
- [17] Zollinger PE, Ellis ML, Unal H et al. Clinical outcome of cementless semi-constrained trapeziometacarpal arthroplasty, and possible effect of vitamin C on the occurrence of complex regional pain syndrome. *Acta Orthop Belg* 2008; 74: 317–322
- [18] Hansen TB, Snerum L. Elektra trapeziometacarpal prosthesis for treatment of osteoarthritis of the basal joint of the thumb. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2008; 42: 316–319. DOI: 10.1080/02844310802393974
- [19] Hansen TB, Vainorius D. High loosening rate of the Moje Acamo prosthesis for treating osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Eur Vol* 2008; 33: 571–574. DOI: 10.1177/1753193408090759
- [20] Lemoine S, Wavreille G, Alnot JY et al. Second generation GUEPAR total arthroplasty of the thumb basal joint: 50 months follow-up in 84 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95: 63–69. DOI: 10.1016/j.otsr.2008.06.001
- [21] Zollinger PE, Unal H, Ellis ML et al. Clinical Results of 40 Consecutive Basal Thumb Prostheses and No CRPS Type I After Vitamin C Prophylaxis. *Open Orthop J* 2010; 4: 62–66. DOI: 10.2174/1874325001004020062

- [22] Hansen TB, Homilius M. Failed total carpometacarpal joint prosthesis of the thumb: results after resection arthroplasty. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2010; 44: 171–174. DOI: 10.3109/02844311.2010.483126
- [23] Klahn A, Nygaard M, Gvozdenovic R et al. Elektra prosthesis for trapeziometacarpal osteoarthritis: a follow-up of 39 consecutive cases. *J Hand Surg Eur Vol* 2012; 37: 605–609. DOI: 10.1177/1753193412443501
- [24] Eecken SV, Vanhove W, Hollevoet N. Trapeziometacarpal joint replacement with the Arpe prosthesis. *Acta Orthop Belg* 2012; 78: 724–729
- [25] Kaszap B, Daecke W, Jung M. High frequency failure of the Moje thumb carpometacarpal joint arthroplasty. *J Hand Surg Eur Vol* 2012; 37: 610–616. DOI: 10.1177/1753193412454252
- [26] Johnston P, Getgood A, Larson D et al. De la Caffiniere thumb trapeziometacarpal joint arthroplasty: 16–26 year follow-up. *J Hand Surg Eur Vol* 2012; 37: 621–624. DOI: 10.1177/1753193411433226
- [27] Kubat P, Trtik L. Maia trapeziometacarpal implant for treatment of advanced osteoarthritis of the basal joint of the thumb. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2012; 79: 520–523
- [28] Seng VS, Chantelot C. Isis® trapeziometacarpal prosthesis in basal thumb osteoarthritis: 30 months follow-up in 30 cases. *Chir Main* 2013; 32: 8–16. DOI: 10.1016/j.main.2012.12.002
- [29] Jager T, Barbary S, Dap F et al. Evaluation of postoperative pain and early functional results in the treatment of carpometacarpal joint arthritis. Comparative prospective study of trapeziectomy vs. MAIA® prosthesis in 74 female patients. *Chir Main* 2013; 32: 55–62. DOI: 10.1016/j.main.2013.02.004
- [30] Goubau JF, Goorens CK, Van Hoonacker P et al. Clinical and radiological outcomes of the Ivory arthroplasty for trapeziometacarpal joint osteoarthritis with a minimum of 5 years of follow-up: a prospective single-centre cohort study. *J Hand Surg Eur Vol* 2013; 38: 866–874. DOI: 10.1177/1753193413488494
- [31] Chug M, Williams N, Benn D et al. Outcome of uncemented trapeziometacarpal prosthesis for treatment of thumb carpometacarpal joint arthritis. *Indian J Orthop* 2014; 48: 394–398. DOI: 10.4103/0019-5413.136270
- [32] 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 Vol* 2014; 39: 819–825. DOI: 10.1177/1753193413513988
- [33] Martin-Ferrero M. Ten-year long-term results of total joint arthroplasties with ARPE® implant in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Eur Vol* 2014; 39: 826–832. DOI: 10.1177/1753193413516244
- [34] Schmidt I. Thumb CMC total exchange arthroplasty with the ARPE implant. *Chir Main* 2014; 33: 295–298. DOI: 10.1016/j.main.2014.04.005
- [35] Semere A, Vuillerme N, Corcella D et al. Results with the Roseland® HAC trapeziometacarpal prosthesis after more than 10 years. *Chir Main* 2015; 34: 59–66. DOI: 10.1016/j.main.2015.01.004
- [36] Goubau JF, Goubau L, Goorens CK et al. De Quervain Tenosynovitis Following Trapeziometacarpal Ball-and-Socket Joint Replacement. *J Wrist Surg* 2015; 4: 35–42. DOI: 10.1055/s-0034-1398487
- [37] Huang K, Hollevoet N, Giddins G. Thumb carpometacarpal joint total arthroplasty: a systematic review. *J Hand Surg Eur Vol* 2015; 40: 338–350. DOI: 10.1177/1753193414563243
- [38] Thillemann JK, Thillemann TM, Munk B et al. High revision rates with the metal-on-metal Motec carpometacarpal joint prosthesis. *J Hand Surg Eur Vol* 2016; 41: 322–327. DOI: 10.1177/1753193415595527
- [39] Spaans AJ, van Minnen LP, Weijns ME et al. Retrospective Study of a Series of 20 Ivory Prostheses in the Treatment of Trapeziometacarpal Osteoarthritis. *J Wrist Surg* 2016; 5: 131–136. DOI: 10.1055/s-0036-1571283
- [40] Bricout M, Rezzouk J. Complications and failures of the trapeziometacarpal Maia® prosthesis: A series of 156 cases. *Hand Surg Rehabil* 2016; 35: 190–198. DOI: 10.1016/j.hansur.2016.02.005
- [41] Dehl M, Chelli M, Lippmann S et al. Results of 115 Rubis II reverse thumb carpometacarpal joint prostheses with a mean follow-up of 10 years. *J Hand Surg Eur Vol* 2017; 42: 592–598. DOI: 10.1177/1753193416687508
- [42] Kollig E, Weber W, Bieler D et al. Failure of an uncemented thumb carpometacarpal joint ceramic prosthesis. *J Hand Surg Eur Vol* 2017; 42: 599–604. DOI: 10.1177/1753193416688427
- [43] Cootjans K, Vanhaecke J, Dezillie M et al. Joint Survival Analysis and Clinical Outcome of Total Joint Arthroplasties With the ARPE Implant in the Treatment of Trapeziometacarpal Osteoarthritis With a Minimal Follow-Up of 5 Years. *J Hand Surg Am* 2017; 42: 630–638. DOI: 10.1016/j.jhsa.2017.05.007
- [44] Toffoli A, Teissier J. MAIA Trapeziometacarpal Joint Arthroplasty: Clinical and Radiological Outcomes of 80 Patients With More than 6 Years of Follow-Up. *J Hand Surg Am* 2017; 42: 838 e831–838 e838. DOI: 10.1016/j.jhsa.2017.06.008
- [45] Craik JD, Glasgow S, Andren J et al. Early Results of the ARPE Arthroplasty Versus Trapeziectomy for the Treatment of Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis. *J Hand Surg Asian Pac Vol* 2017; 22: 472–478. DOI: 10.1142/S0218810417500526
- [46] Zavodsky I, Pavlicny R, Holinka M. Short-Term Results of the Carpometacarpal Joint Arthroplasty Using the Ivory® Prosthesis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2018; 85: 130–136
- [47] Caekebeke P, Duerinckx J. Can surgical guidelines minimize complications after Maia® trapeziometacarpal joint arthroplasty with unconstrained cups? *J Hand Surg Eur Vol* 2018; 43: 420–425. DOI: 10.1177/1753193417741237
- [48] Dreant N, Poumellec MA. Total Thumb Carpometacarpal Joint Arthroplasty: A Retrospective Functional Study of 28 MOOVIS Prostheses. *Hand (N Y)* 2019; 14: 59–65. DOI: 10.1177/1558944718797341
- [49] Gomez-Garrido D, Trivino-Mayoral V, Delgado-Alcala V et al. Five year long term results of total joint arthroplasties in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis. *Acta Biomed* 2019; 90: 451–456. DOI: 10.23750/abm.v90i4.8131
- [50] Andrzejewski A, Ledoux P. Maia® trapeziometacarpal joint arthroplasty: Survival and clinical outcomes at 5 years' follow-up. *Hand Surg Rehabil* 2019; 38: 169–173. DOI: 10.1016/j.hansur.2019.03.004
- [51] Cebrian-Gomez R, Lizaur-Utrilla A, Sebastia-Forcada E et al. Outcomes of cementless joint prosthesis versus tendon interposition for trapeziometacarpal osteoarthritis: a prospective study. *J Hand Surg Eur Vol* 2019; 44: 151–158. DOI: 10.1177/1753193418787151
- [52] Vissers G, Goorens CK, Vanmierlo B et al. Ivory arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis: 10-year follow-up. *J Hand Surg Eur Vol* 2019; 44: 138–145. DOI: 10.1177/1753193418797890
- [53] Cootjans K, Dreessen P, Vandenberghe D et al. Salvage revision arthroplasty after failed TMC joint prosthesis. *Acta Orthop Belg* 2019; 85: 325–329
- [54] Lerebours A, Marin F, Bouvier S et al. Trends in Trapeziometacarpal Implant Design: A Systematic Survey Based on Patents and Administrative Databases. *J Hand Surg Am* 2020; 45: 223–238. DOI: 10.1016/j.jhsa.2019.11.015
- [55] De Smet A, Vanhove W, Benis S et al. Ten-year outcomes of the Arpe prosthesis for the treatment of osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint. *Acta Orthop Belg* 2020; 86: 131–136
- [56] Froschauer SM, Holzbauer M, Schnelzer RF et al. Total arthroplasty with Ivory® prosthesis versus resection-suspension arthroplasty: a retrospective cohort study on 82 carpometacarpal-I osteoarthritis patients over 4 years. *Eur J Med Res* 2020; 25: 13. DOI: 10.1186/s40001-020-00411-8

- [57] Dumartinet-Gibaud R, Bigorre N, Raimbeau G et al. Arpe total joint arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis: 80 thumbs in 63 patients with a minimum of 10 years follow-up. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 465–469. DOI: 10.1177/1753193420909198
- [58] Tchurukdichian A, Guillier D, Moris V et al. Results of 110 IVORY® prostheses for trapeziometacarpal osteoarthritis with a minimum follow-up of 10 years. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 458–464. DOI: 10.1177/1753193419899843
- [59] Martins A, Charbonnel S, Lecomte F et al. The Moovis® implant for trapeziometacarpal osteoarthritis: results after 2 to 6 years. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 477–482. DOI: 10.1177/1753193420901435
- [60] Martin-Ferrero M, Simon-Perez C, Coco-Martin MB et al. Trapeziometacarpal total joint arthroplasty for osteoarthritis: 199 patients with a minimum of 10 years follow-up. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 443–451. DOI: 10.1177/1753193419871660
- [61] Froschauer SM, Holzbauer M, Hager D et al. Elektra prosthesis versus resection-suspension arthroplasty for thumb carpometacarpal osteoarthritis: a long-term cohort study. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 452–457. DOI: 10.1177/1753193419873230
- [62] Chiche L, Lamarre H, Barbary S et al. Scaphometacarpal arthroplasty: a report of ten cases of trapeziometacarpal prosthesis and trapeziectomy revision. *J Hand Surg Eur Vol* 2020; 45: 483–487. DOI: 10.1177/1753193419900470
- [63] Remy S, Detrembleur C, Libouton X et al. Trapeziometacarpal prosthesis: an updated systematic review. *Hand Surg Rehabil* 2020; 39: 492–501. DOI: 10.1016/j.hansur.2020.08.005
- [64] Tchurukdichian A, Gerenton B, Moris V et al. Outcomes of Double-Mobility Prosthesis in Trapeziometacarpal Joint Arthritis With a Minimal 3 Years of Follow-Up: An Advantage for Implant Stability. *Hand (N Y)* 2021; 16: 368–374. DOI: 10.1177/1558944719855690
- [65] Seaourt AC, Dap F, Dautel G et al. Comparison between the MAIA® Implant and Trapeziectomy for Trapeziometacarpal Osteoarthritis: Outcomes at 9 Years' Follow-Up. *J Hand Surg Asian Pac Vol* 2021; 26: 158–165. DOI: 10.1142/S2424835521500144
- [66] Dremstrup L, Thillemann JK, Kirkeby L et al. Two-year results of the Moovis trapeziometacarpal joint arthroplasty with focus on early complications. *J Hand Surg Eur Vol* 2021; 46: 131–140. DOI: 10.1177/1753193420921307
- [67] Froschauer SM, Holzbauer M, Mihalic JA et al. TOUCH® Prosthesis for Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis: A Prospective Case Series. *J Clin Med* 2021; 10: 4090. DOI: 10.3390/jcm10184090
- [68] Bigorre N, Petit A, Gibaud-Dumartinet R et al. Revision of Arpe® trapeziometacarpal prosthesis by isolated head and linear exchange in five patients. *Hand Surg Rehabil* 2021; 40: 305–308. DOI: 10.1016/j.hansur.2020.12.009
- [69] Cerlier A, Guinard D, Gay AM et al. Outcomes of secondary trapeziectomy after revision of trapeziometacarpal implants: a retrospective comparative matched study. *J Hand Surg Eur Vol* 2021; 46: 1096–1100. DOI: 10.1177/17531934211039184
- [70] Thorkildsen RD, Reigstad O, Rokkum M. Early dismantling of the polyethylene liner in the Arpe® trapezium cup: a report of two cases. *J Hand Surg Eur Vol* 2021; 46: 1008–1009. DOI: 10.1177/17531934211012203
- [71] Baek Hansen T. Joint replacement for trapeziometacarpal osteoarthritis: implants and outcomes. *J Hand Surg Eur Vol* 2021; 46: 115–119. DOI: 10.1177/1753193420917582
- [72] Holme TJ, Karbowski M, Clements J et al. Thumb CMCJ prosthetic total joint replacement: a systematic review. *EFORT Open Rev* 2021; 6: 316–330. DOI: 10.1302/2058-5241.6.200152
- [73] Cerny MK, Aitzetmueller MM, Stecher L et al. Geographical differences in carpometacarpal joint osteoarthritis treatment of the thumb: A survey of 1138 hand surgeons from the USA and Europe. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2021; 74: 1854–1861. DOI: 10.1016/j.bjps.2020.12.040
- [74] Hamasaki T, Harris PG, Bureau NJ et al. Efficacy of Surgical Interventions for Trapeziometacarpal (Thumb Base) Osteoarthritis: A Systematic Review. *J Hand Surg Glob Online* 2021; 3: 139–148. DOI: 10.1016/j.jhsg.2021.02.003
- [75] Vanmierlo B, Buitenweg J, Vanmierlo T et al. Ivory Arthroplasty for Trapeziometacarpal Joint Arthritis in Men: Analysis of Clinical Outcome and Implant Survival. *Hand (N Y)* 2022; 17: 440–446. DOI: 10.1177/1558944720930297
- [76] Theyskens NC, Vandesande W. Dislocation in Single-Mobility Versus Dual-Mobility Trapeziometacarpal Joint Prostheses. *Hand (N Y)* 2022; 15589447221124257. DOI: 10.1177/15589447221124257
- [77] Buffet A, Lucot-Royer L, Pichonnat M et al. ISIS trapeziometacarpal arthroplasty: What are the outcomes in male patients? *Hand Surg Rehabil* 2022; 41: 463–469. DOI: 10.1016/j.hansur.2022.04.007
- [78] Raj S, Clay R, Ramji S et al. Trapeziectomy versus joint replacement for first carpometacarpal (CMC 1) joint osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2022; 32: 1001–1021. DOI: 10.1007/s00590-021-03070-5
- [79] Guerra Bresson H, Desmoineaux P, Maillot C et al. Survey of practices in surgical management of trapeziometacarpal osteoarthritis in France in 2020. *Hand Surg Rehabil* 2022; 41: 613–623. DOI: 10.1016/j.hansur.2022.06.003
- [80] Newton A, Talwalkar S. Arthroplasty in thumb trapeziometacarpal (CMC joint) osteoarthritis: An alternative to excision arthroplasty. *J Orthop* 2023; 35: 134–139. DOI: 10.1016/j.jor.2022.11.011
- [81] Chiche L, Chammas PE, Vial D'Allais P et al. Long-term survival analysis of 191 MAIA® prostheses for trapeziometacarpal arthritis. *J Hand Surg Eur Vol* 2023; 48: 101–107. DOI: 10.1177/17531934221136442
- [82] Fauquette PJ, Deken-Delanoy V, Chantelot C et al. The ISIS® prosthesis in 77 cases of trapeziometacarpal arthritis: outcomes and survival at a minimum follow-up of 5 years. *J Hand Surg Eur Vol* 2023; 48: 108–114. DOI: 10.1177/17531934221123166
- [83] Herren DB, Marks M, Neumeister S et al. Low complication rate and high implant survival at 2 years after Touch® trapeziometacarpal joint arthroplasty. *J Hand Surg Eur Vol* 2023; 48: 877–883. DOI: 10.1177/17531934231179581
- [84] Lussiez B, Falaise C, Ledoux P. Dual mobility trapeziometacarpal prosthesis: a prospective study of 107 cases with a follow-up of more than 3 years. *J Hand Surg Eur Vol* 2021; 46: 961–967. DOI: 10.1177/17531934211024500
- [85] Ghosh P, Mohammad HR, Martin B et al. Low polyethylene creep and wear following mobile-bearing unicompartmental knee replacement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2021; 29: 3433–3442. DOI: 10.1007/s00167-020-06243-7
- [86] Decot B, Manon J, Lambeaux G et al. Trapeziometacarpal total joint replacement as an alternative to trapeziectomy depends on trapezium height: Retrospective study of 67 patients. *Hand Surg Rehabil* 2020; 39: 113–119. DOI: 10.1016/j.hansur.2019.11.012
- [87] Falkner F, Tumkaya AM, Thomas B et al. Dual mobility prosthesis for trapeziometacarpal osteoarthritis: results from a prospective study of 55 prostheses. *J Hand Surg Eur Vol* 2023; 48: 566–574. DOI: 10.1177/17531934231156280
- [88] Myncke I, Vanhees M, Verstreken F. Unser Behandlungsschema bei Daumensattelgelenksarthrose. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2022; 54: 244–252. DOI: 10.1055/a-1808-7096
- [89] Sukhova I, Megerle K. Wide Awake Local Anesthesia no Tourniquet (WALANT). *Handchirurgie Scan* 2019; 08: 297–308. DOI: 10.1055/a-0978-3826
- [90] Tchurukdichian A, Lussiez B. Surgical approaches to the trapeziometacarpal joint for the insertion of implants and prostheses (non-arthroscopy). *Hand Surg Rehabil* 2021; 40: 529–532. DOI: 10.1016/j.hansur.2020.10.019

- [91] Reischenböck V, Marks M, Imhof J et al. Management of the capsule in trapeziometacarpal joint implant arthroplasty: resection versus repair *J Hand Surg Eur Vol* 2024. DOI: 10.1177/17531934241227788
- [92] Gonzalez-Espino P, Pottier M, Detrembleur C et al. Touch® double mobility arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis: outcomes for 92 prostheses. *Hand Surg Rehabil* 2021; 40: 760–764. DOI: 10.1016/j.hansur.2021.08.005
- [93] Van Melkebeke L, Caekebeke P, Duerinckx J. Early results of double mobility trapeziometacarpal total joint arthroplasty: prospective series of 82 Touch prosthesis. *Minerva* 2022; 73: 241–246
- [94] Duerinckx J, Perelli S, Caekebeke P. Short report letter: Cortical contact is unnecessary to prevent stem subsidence in cementless trapeziometacarpal arthroplasty. *J Hand Surg Eur Vol* 2018; 43: 98–99. DOI: 10.1177/1753193417733377
- [95] Brauns A, Caekebeke P, Duerinckx J. The effect of cup orientation on stability of trapeziometacarpal total joint arthroplasty: a biomechanical cadaver study. *J Hand Surg Eur Vol* 2019; 44: 708–713. DOI: 10.1177/1753193419851775
- [96] Kaszap B, Daecke W, Jung M. Outcome comparison of primary trapeziectomy versus secondary trapeziectomy following failed total trapeziometacarpal joint replacement. *J Hand Surg Am* 2013; 38: 863–871 e863. DOI: 10.1016/j.jhsa.2013.01.030
- [97] Knak J, Hansen TB. Trapeziectomy or revision into a cemented polyethylene cup in failed trapeziometacarpal total joint arthroplasty. *Journal of plastic surgery and hand surgery* 2016; 50: 286–290. DOI: 10.3109/2000656X.2016.1162796
- [98] Lenoir H, Erbland A, Lumens D et al. Trapeziectomy and ligament reconstruction tendon interposition after failed trapeziometacarpal joint replacement. *Hand Surg Rehabil* 2016; 35: 21–26. DOI: 10.1016/j.hansur.2015.09.002
- [99] Wouters RM, Jobi-Odeneye AO, de la Torre A et al. A Standard Set for Outcome Measurement in Patients With Hand and Wrist Conditions: Consensus by the International Consortium for Health Outcomes Measurement Hand and Wrist Working Group. *J Hand Surg Am* 2021; 46: 841–855 e847. DOI: 10.1016/j.jhsa.2021.06.004
- [100] Kapandji A. Clinical test of apposition and counter-apposition of the thumb. *Ann Chir Main* 1986; 5: 67–73. DOI: 10.1016/s0753-9053(86)80053-9
- [101] Waljee JF, Kim HM, Burns PB et al. Development of a brief, 12-item version of the Michigan Hand Questionnaire. *Plast Reconstr Surg* 2011; 128: 208–220. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318218fc51
- [102] Stratford P. Assessing Disability and Change on Individual Patients: A Report of a Patient Specific Measure. *Physiotherapy Canada* 1995; 47: 258–263. DOI: 10.3138/ptc.47.4.258
- [103] Williams GN, Gangel TJ, Arciero RA et al. Comparison of the Single Assessment Numeric Evaluation method and two shoulder rating scales. Outcomes measures after shoulder surgery. *Am J Sports Med* 1999; 27: 214–221. DOI: 10.1177/03635465990270021701
- [104] Noback PC, Lombardi JM, Seetharaman M et al. Development and Validation of a Disease-Specific Questionnaire for Basal Joint Arthritis. *J Wrist Surg* 2017; 6: 126–133. DOI: 10.1055/s-0036-1593612
- [105] Mert S, Emelianova I, Mollhoff N et al. Deutsche Übersetzung und Validierung des patienten-orientierten Fragebogens „Thumb Disability Examination“ (TDX) zur spezifischen Diagnostik und Verlaufskontrolle bei Rhizarthrose. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2023; 55: 443–449. DOI: 10.1055/a-2192-9410