

## Übersicht

Obere Extremität

<https://doi.org/10.1007/s11678-024-00806-7>

Eingegangen: 4. Februar 2024

Angenommen: 15. März 2024

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2024



# Frakturprothetik am Radiuskopf

## Indikation und Operationstechnik zur Implantation einer Radiuskopffprothese

Freya M. Reeh<sup>1</sup> · Helmut Lill<sup>1</sup> · Stephan Sehmisch<sup>2</sup> · Alexander Ellwein<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, DIAKOVERE Friederikenstift, Hannover, Deutschland<sup>2</sup> Klinik für Unfallchirurgie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

### Zusammenfassung

Frakturen des Radiuskopfes sind eine häufige Verletzung der oberen Extremitäten und entstehen v. a. durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm. Neben einer Schwellung mit evtl. begleitendem intraartikulären Erguss sowie einer Druckdolenz über dem Radiuskopf äußert sich die Verletzung durch eine Bewegungseinschränkung im Ellenbogen. Der Grad der Verletzung wird nach Mason klassifiziert. Gering dislozierte Frakturen können konservativ oder osteosynthetisch versorgt werden. Eine Versorgung mittels Radiuskopffprothese ist den osteosynthetisch nicht mehr rekonstruierbaren Frakturen vorbehalten. Inzwischen gibt es verschiedene Prothesendesigns (modular, unipolar oder bipolar, anatomischer oder nicht-anatomischer Kopf), deren Vor- und Nachteile individuell abgewogen werden müssen. Die Nachbehandlung erfolgt frühfunktionell frei ohne Einschränkung in der Beweglichkeit unter Entlastung des Arms für 6 Wochen. In der bisher publizierten Literatur konnten sehr gute langfristige klinische und funktionelle Ergebnisse mit einer hohen Patientenzufriedenheit beschrieben werden. Zu den möglichen Komplikationen, die teilweise einen Revisionseingriff notwendig machen, gehören eine postoperative Steife, eine Prothesenlockerung oder -dislokation, eine periprothetische Fraktur sowie Infektionen.

### Schlüsselwörter

Mason-Klassifikation · Arthroplastik · Ellenbogengelenk · Kapsel-Band-Apparat · Prothesenlockerung

## Radiuskopffrakturen

### Epidemiologie und Ätiologie

Frakturen des Radiuskopfes stellen eine häufige Verletzung des Skelettsystems dar und treten mit einer Inzidenz von etwa 2,5 Fällen pro 10.000 Einwohner pro Jahr auf [12]. Im Bereich des Ellenbogens machen sie einen Anteil von einem Drittel aller das Gelenk betreffenden Frakturen aus. Je nach Ausprägung der Verletzung und evtl. vorhandenen ligamentären oder ossären Begleitverletzungen kann es zu schweren Beeinträchtigungen in der Bewegung und Funktion des Ellenbogengelenks sowie zu anhaltenden Schmerzen kommen [18, 21].

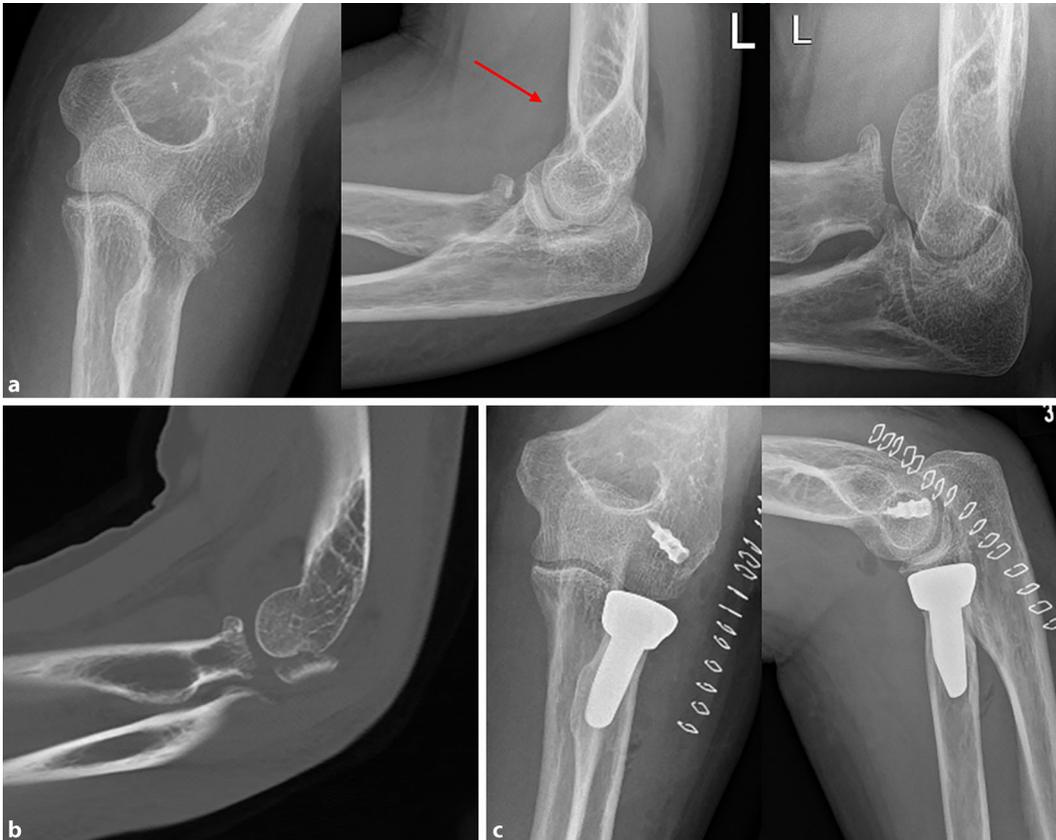
Der Radiuskopf stellt mit dem medialen und lateralen Kollateralband sowie dem Koronoid einen bedeutenden Stabilisator

im Ellenbogengelenk dar, insbesondere mit Hinblick auf einen Valgusstress und eine posterolaterale Instabilität. Das durchschnittliche Alter der betroffenen Personen liegt bei 45 Jahren und der typische zur Fraktur führende Unfallmechanismus wird als ein Sturz auf den ausgestreckten und teilweise flektierten sowie pronierten Arm beschrieben (axiale Kraftauswirkung). In dieser Position ist der Radiuskopf besonders vulnerabel [28].

Frakturen des Radiuskopfes gehen häufig mit einer begleitenden ligamentären Verletzungen einher (Läsion der Kollateralbänder durch Valgus- und Varusstress). Die Essex-Lopresti-Verletzung stellt eine seltene und häufig übersehene Form der proximalen Radiusfraktur dar, bei der es zusätzlich zu einer Läsion der Membrana interossea und zu einer Luxation des dis-



QR-Code scannen &amp; Beitrag online lesen



**Abb. 1** ◀ Linksseitige Radiuskopffraktur Typ 3 nach Mason mit Ruptur des lateralen Kapsel-Band-Apparats bei einer 59-jährigen weiblichen Patientin: **a** präoperative Röntgenaufnahmen (a. p., lateral und Radiuskopfspezialaufnahme), Markierung des Fettpolsterzeichens mit dem roten Pfeil; **b** präoperative CT-Diagnostik mit grober Dislokation des Fragments vom Radiuskopf; **c** postoperative Röntgenaufnahme (a. p. und lateral) nach Implantation einer unipolaren modularen Radiuskopffprothese mit anatomischem Kopf und Refixation des lateralen Kapsel-Band-Komplexes

talen Radioulnargelenks kommt. Ursächlich hierfür sind meist Hochrasanztraumata. Aufgrund der Komplexität der Verletzung kommt es oftmals zu unzufriedenstellenden klinischen Ergebnissen mit einer Einschränkung in Pro- und Supination.

### Symptome und Diagnostik

Die betroffenen Patienten stellen sich klassischerweise mit Schmerzen und einer Bewegungseinschränkung über dem Ellenbogengelenk in der Notaufnahme vor – häufig zeigt sich das Gelenk in einer flektierten Schonhaltung, eine Extension ist schmerzbedingt kaum möglich. Bei Pro- oder Supination im Ellenbogen kommt es oftmals zu einer Schmerzexazerbation. Eine Schwellung sowie ein intraartikulärer Erguss sind ebenfalls keine Seltenheit. In der klinischen Untersuchung fällt ein *Punctum maximum* des Druckschmerzes über dem Radiuskopf auf, teilweise lassen sich Krepitationen beim Durchbewegen mit aufgelegter Hand palpieren [7]. In bis zu 14% der Fälle kann es begleitend zu einer posterolateralen Luxation im Ellenbogen kommen, welche häufig mit neu-

rologischen oder vaskulären Begleitverletzungen assoziiert sein kann [28]. Eine besonders schwerwiegende Form der Ellenbogenverletzung mit ausgeprägten Funktionseinschränkungen und oftmals anhaltenden Beschwerden wird als sog. „terrible triad“ beschrieben. Hierbei liegt eine Radiuskopffraktur mit einer posterioren Ellenbogenluxation sowie einer Koronoidfraktur und einer Seitenbandläsion vor [5].

Zur obligaten bildgebenden Diagnostik gehört das Röntgen des Ellenbogens in 2 Ebenen (anterior-posterior [a. p.] und lateral), zur besseren Beurteilbarkeit gegebenenfalls erweitert um eine Spezialaufnahme des Radiuskopfes (Abb. 1). Neben den radiologischen Frakturzeichen ist auf das Vorliegen des „Fettpolsterzeichens“ zu achten (Abb. 1). Hierbei handelt es sich um eine Verlagerung von periartikulärem Fettgewebe im Rahmen eines Gelenkergusses [20]. Falls nötig kann die Bildgebung um eine Computertomographie (CT) sowie eine Magnetresonanztomographie (MRT; Detektion von ligamentären Begleitverletzungen) erweitert werden.

### Klassifikation

Die gängigste Klassifikation der Radiuskopffrakturen beruht auf der Einteilung von Mason aus dem Jahr 1954 [18]. Hierbei werden die Frakturen je nach Ausprägung der Dislokation in 4 Grade eingeteilt (Tab. 1). Die Beschreibung der Typ-IV-Radiuskopffluxationsfraktur wurde nach einer Modifikation der Mason-Klassifikation durch Johnston (1962) etabliert [10]. Broberg und Morrey (1987) haben darüber hinaus eine weitere Modifikation veröffentlicht, bei der nicht nur der Grad der Dislokation, sondern ebenfalls die Größe des knöchernen Defekts mit berücksichtigt werden soll [2].

In einer Arbeit von van Riet und Morrey [27] aus dem Jahr 2008 wurde eine Modifikation der Mason-Klassifikation etabliert, die eine Zunahme an Begleitverletzungen des Ellenbogens mit zunehmendem Grad der Frakturdislokation beschreibt. Von 372 untersuchten Patienten mit einer Radiuskopffraktur zeigten sich bei 88 Personen (26%) begleitende knöcherne (Koronoid- oder Olecranonfrakturen) oder ligamentäre (mediales und laterales Kollateralband,

**Tab. 1** Klassifikation der Radiuskopffraktur nach Mason (1954)

Typ	Beschreibung
I	Einfache Fraktur, Dislokation < 2 mm
II	Einfache Fraktur, Dislokation > 2 mm (> 30 % der Gelenkfläche)
III	Dislozierte mehrfragmentäre Fraktur
IV	Radiuskopffraktur mit Ellenbogenluxation

distales Radioulnargelenk) Verletzungen im Bereich des Ellenbogens. Während bei Mason-I-Frakturen lediglich 8 % Begleitverletzungen beschrieben wurden, ist die Anzahl mit zunehmender Dislokation und Komplexität der Fraktur gestiegen, sodass bei Mason-II-Frakturen 50 % und bei Typ-III-Frakturen letztendlich 75 % Begleitpathologien beschrieben werden konnten.

### Therapieoptionen

Mason-Typ-I-Frakturen werden typischerweise konservativ mit einer frühfunktionell freien Mobilisation unter Entlastung des Arms für 6 Wochen therapiert [17]. Im Falle einer Mason-Typ-II-Fraktur ist neben einer konservativen Therapie eine osteosynthetische Versorgung mittels Schrauben oder Platte eine Therapieoption. Auch wenn die funktionellen Langzeitergebnisse zwischen diesen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede zeigen, wird oftmals bei jungen Patienten aufgrund eines erhöhten radiologischen Arthroseprogresses nach nichtoperativer Therapie die osteosynthetische Versorgung bevorzugt [11]. Bei Typ-III-Frakturen nach Mason bestehen die Behandlungsoptionen in der osteosynthetischen Versorgung sowie der Implantation einer Radiuskopffraktur [5, 21, 25]. Die Radiuskopffraktur stellt in der traumatischen Fraktursituation keine Behandlungsoption dar, da durch eine häufige begleitende Verletzung des medialen Kollateralbands eine postoperative Instabilität mit Valgusabweichung resultieren würde. Im weiteren Verlauf soll schwerpunktmäßig auf die endoprothetische Versorgung eingegangen werden.

**Tab. 2** Merkmale der Radiuskopffrakturprothesentypen

Prothesendesign	Unipolar
	Bipolar
	Modular
Prothesenkopf	Anatomisch
	Nicht-anatomisch
Prothesenschaft	Kurzschafft
	Langschafft
Fixierung	Pressfit-Technik
	Zement
	„Intentionally loose“

### Radiuskopffraktur

Die Implantation einer Radiuskopffraktur stellt eine gängige und effektive Methode zur operativen Versorgung von Patienten mit einer osteosynthetisch nicht rekonstruierbaren Radiuskopffraktur dar. Der Radiuskopffrakturkopf ist ein wichtiger Stabilisator des Ellenbogengelenks bei der Valgusbelastung, eine optimale Frakturbehandlung und Wiederherstellung der Stabilität sind deswegen Voraussetzungen für ein gutes klinisches und funktionelles Outcome.

### Indikationsstellung

Die Indikationsstellung zur Implantation einer Radiuskopffraktur in der Fraktursituation ist insbesondere nicht rekonstruierbaren Radiuskopffrakturen vorbehalten. Es liegen in der dazu publizierten Literatur einige Faktoren vor, die ein schlechtes Outcome einer osteosynthetischen Versorgung prognostizieren. Hierzu gehören mitunter mehrfragmentäre Frakturen mit mehr als drei Fragmenten sowie dem Verlust der kortikalen Kontinuität eines Fragments. Wenig dislozierte Frakturen mit weniger als drei Fragmenten lassen sich demgegenüber osteosynthetisch erfolgreich versprechend rekonstruieren [25]. Knöcherner Begleitverletzungen der Ulna führen darüber hinaus ebenfalls zu einer erhöhten Implantationsbereitschaft einer Radiuskopffraktur. Treten nach einer primär osteosynthetischen Rekonstruktion einer Radiuskopffraktur anhaltende Schmerzen, eine Instabilität des Ellenbogengelenks, eine verzögerte Knochenheilung oder eine Pseudarthrose sowie eine posttraumatische Arthrose auf, sollte ebenfalls eine Revision mit Vorge-

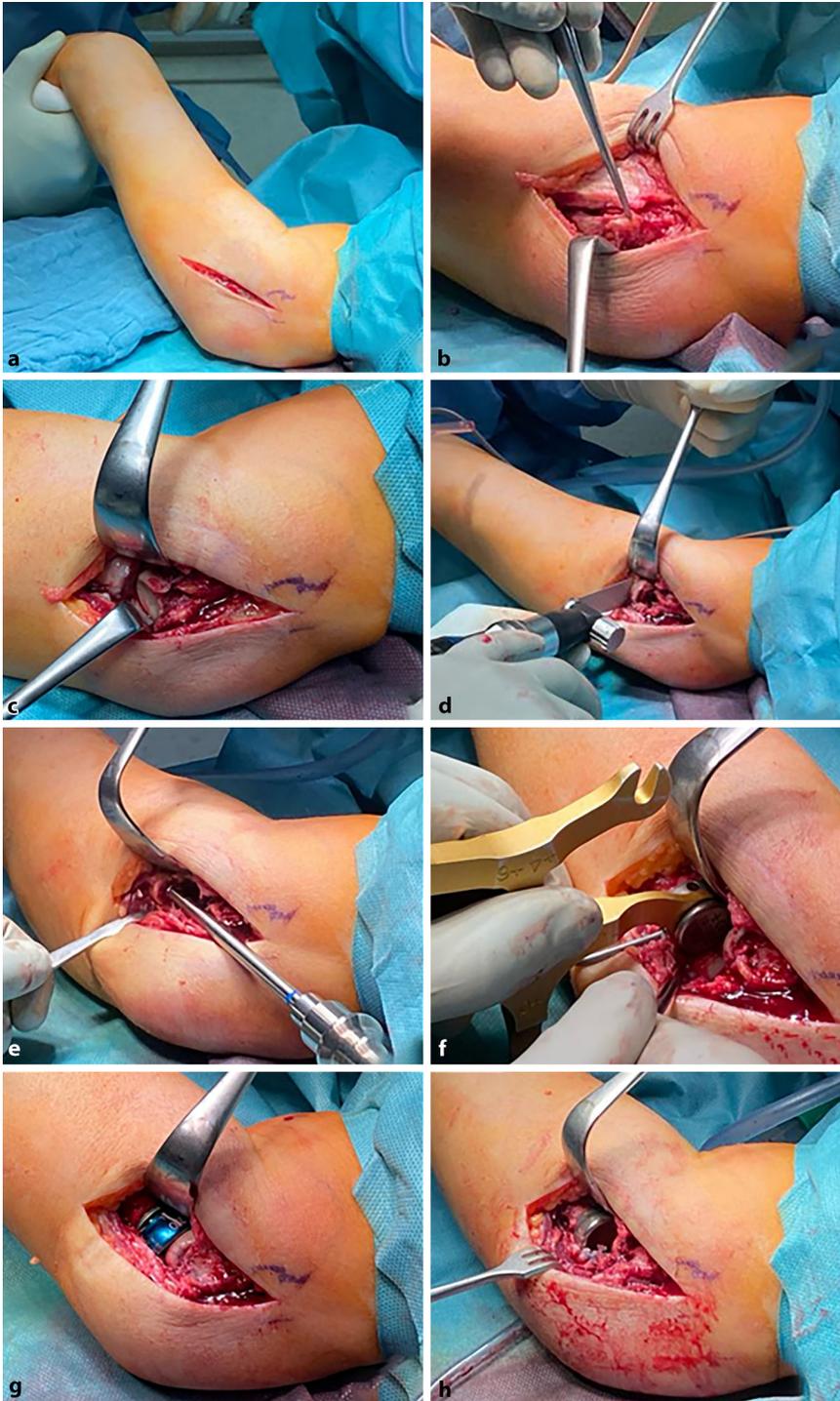
henswechsel auf eine Radiuskopffraktur diskutiert werden. Bei Vorliegen eines Knorpelschadens am Capitulum humeri oder einer generalisierten Arthrose sollte die Implantation einer Radiuskopffraktur kritisch diskutiert werden. Als absolute Kontraindikation wird das Vorliegen einer Gelenkinfektion betrachtet.

### Prothesentypen

Grundsätzlich wird zwischen einem unipolaren und bipolaren Prothesendesign unterschieden. Von einer Bipolarität wird gesprochen, wenn der Radiuskopffrakturkopf in Bezug auf den Radiushals beweglich ist. Dieses Design ist besonders in der posttraumatischen Situation bei Vorliegen einer ossären Inkongruenz von Vorteil, da sich der Radiuskopffrakturkopf an die Bewegung im Capitulum humeri anpassen kann [22]. Demgegenüber ist in der akuten Fraktursituation aufgrund der erhöhten ligamentären Primärinstabilität die monopolare Prothese mit starrem Hals zu favorisieren [24].

In einer aktuellen Metaanalyse wurden mono- und bipolare Prothesen auf ihre Sicherheit und Wirksamkeit geprüft, es konnten dabei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Typen festgestellt werden [26]. Modulare Prothesen mit einer flexiblen Gestaltung des Schaftes, Halses und Kopfes sind aufgrund der besseren anatomischen Anpassung an die Gelenkverhältnisse zu bevorzugen, nachteilig ist hier jedoch die erhöhte Gefahr einer Dekonnection der jeweiligen Komponenten. Die Konfiguration des Kopfes kann anatomisch oder nicht-anatomisch erfolgen. Während das nicht-anatomische Design zu einer höheren Stressbelastung auf das Capitulum humeri führt, sorgen die anatomisch angepassten Köpfe für eine gleichmäßige Kraftübertragung auf selbiges.

Während Langschafftprothesen zwar eine bessere Stabilität mit sich bringen, sind Prothesen mit einem kurzen Schaft bei jungen Patienten mit einer guten Knochenqualität aufgrund einer geringeren Invasivität der klinische Standard. Ein Wechsel auf eine Langschafftprothese ist im Verlauf möglich. Gängige Fixierungsmöglichkeiten der Prothese im Knochen erfolgen durch die Press-fit-Technik oder mittels Zement, wobei letzteres aufgrund einer er-



**Abb. 2** ▲ Linksseitige Radiuskopffraktur Typ III nach Mason mit Ruptur des lateralen Kapsel-Band-Apparats bei einer 59-jährigen weiblichen Patientin: **a** Lagerung in Rückenlage mit einem Armtisch, radiale Zugangsweg nach Kocher; **b** Durchtrennen der Faszie und des Lig. anulare bei rupturiertem lateralen Kapsel-Band-Apparat; **c** Darstellen der Radiuskopffraktur; **d** Resektion des Radiuskopfes mit der Säge; **e** Eröffnung des Schaftes mit aufsteigenden Proberaspeln; **f** Probepbestimmung der Halslänge anhand der Incisura radioulnaris; **g** Einbringen der Probesthese und Überprüfung auf eine korrekte Lage und Stabilität; **h** finales Ergebnis nach Implantation einer Radiuskopffprothese. (Unipolare modulare Radiuskopffprothese der Firma Acumed mit anatomischem Kopf [20 mm] und Standardschaft [9 mm] in Pressfit-Technik)

höhten Komplikationsrate in der Revision vermieden werden sollte.

Eine weitere Technik zur Prothesenimplantation liegt im „intentionally loose“. Hierbei liegt das Prinzip in einem lockeren und sich bewegbaren Prothesenschaft mit starr darauf fixiertem Kopf, wodurch aufgrund des Spiels in der Bewegung eine anatomische Anpassung der Prothese an die Gelenkstellung erfolgen soll [9]. Eine Übersicht der verschiedenen Prothesenmerkmale wird in **Tab. 2** gegeben.

In der Akutversorgung der Radiuskopffraktur mittels Radiuskopffprothese gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Konzepte bzw. Herangehensweisen: Neben einem dauerhaften Ersatz des Radiuskopfes durch eine anatomische Prothese mit festem Sitz, ist die Implantation einer temporären Spacer-Prothese eine weitere Option. Hierbei kann die locker eingebrachte Prothese im Verlauf nach ligamentärer Ausheilung wieder komplett entfernt werden.

### Operationstechnik

Der Patient wird im Operationssaal in Rückenlage mit einem Armtisch gelagert, eine Blutsperre wird angelegt. Präoperativ erfolgt eine intravenöse Single-shot-Antibiose. Als chirurgischer Zugangsweg wird der radiale Zugang nach Kocher gewählt. Nach Eröffnung der Faszie wird ein atraumatischer und stumpfer Weg zwischen dem M. anconaeus und dem M. extensor carpi ulnaris gewählt, um so auf den lateralen Kapsel-Band-Apparat zu gelangen. Nach Durchtrennung der lateralen Kapsel und des Lig. anulare erhält der Operateur Blick in das Gelenk. Durch eine Ablösung des lateralen Kollateralbands mit den Extensoren am Humerus nach ventral kommt es zu einer besseren Einsicht. Diese müssen jedoch am Ende wieder refixiert werden. Während der Radiuskopff gut über einen kleinen Hohmann-Haken von dorsal eingesetzt luxiert werden kann, dürfen ventral keine Hohmann-Haken aufgrund der Kompression des N. radialis eingebracht werden.

Nach Anbringen des vom Hersteller bereitgestellten Zielgeräts erfolgt nun die Resektion des Radiuskopfes mit evtl. vorhandenen Frakturfragmenten, die vollständig entfernt werden sollten. Die Größe des Prothesenkopfes kann anhand des Resektats

bestimmt werden. Anschließend wird der Radiuschaft präpariert und die verschiedenen Probekomponenten werden eingebracht. Zur Gewährleistung möglichst exakter anatomischer Gelenkverhältnisse ist unbedingt auf eine korrekte Größenbestimmung des Prothesenkopfes zur Vermeidung eines „Over-“ oder „Undersizing“ zu achten. Um eine zu proximale Lage der Radiuskopfprothese („Overstuffing“ oder „Overlengthening“) zu vermeiden, die mit funktionellen Einbußen einhergeht, darf die Oberfläch der Prothese die posterolaterale Kante des Koronoids nicht überragen [6, 30]. Dies ist sowohl makroskopisch als auch radiologisch in der seitlichen Aufnahme zu kontrollieren.

Durch eine Überlänge der Prothese kann es zur Drucksteigerung im Radiohumeralgelenk und somit zu Erosionen und Läsionen am Capitulum humeri kommen [30]. Nach Einbringen der definitiven Prothesekomponenten und der Prüfung einer freien Beweglichkeit, werden das Lig. anulare und die Kapsel wieder verschlossen. Auch das laterale Kollateralband sowie der Streckapparat werden refixiert. Auf einen Verschluss der kräftigen Faszie ist unbedingt zu achten, da diese als ein sekundärer Stabilisator im Ellenbogengelenk fungiert (■ Abb. 2). Nach dem schichtweisen Wundverschluss erfolgt ein steriler Wundverband und die Anlage einer Orthese in 90°-Flexionsstellung, welche zur Gewährleistung einer frühfunktionellen Nachbehandlung maximal bis zur Wundheilung getragen werden sollte.

## Nachbehandlung und klinische Ergebnisse

Die Nachbehandlung erfolgt frühfunktionell frei ohne Bewegungslimitation im Ellenbogengelenk. In den ersten Tagen kann zur Schmerzminimierung intermittierend eine Jeans-Orthese getragen werden, welche jedoch zur Vorbeugung einer Gelenksteife nur so kurz wie möglich verwendet werden sollte. Für die ersten 6 Wochen nach der Versorgung sollte der operierte Arm nicht belastet werden, ab der 7. Woche wird dann mit einer zunehmenden Belastung begonnen. Langfristig gibt es, im Gegensatz zur Vollprothese des Ellenbogens, keine Limitierung in der Belastbarkeit des

Arms. Eine physiotherapeutische Mitbehandlung fördert den frühen Wiedereinstieg in den größtmöglichen Bewegungsumfang und minimiert die postoperative Schwellung durch beispielsweise Lymphdrainage. Darüber hinaus werden dem Patienten Übungen für die Häuslichkeit (z. B. Overhead-Motion) empfohlen.

In 70–90% der Fälle zeigen sich gute bis exzellente mittelfristige Ergebnisse nach Versorgung mittels Radiuskopfprothese in der Fraktursituation [1, 3, 13]. Catellani et al. [4] haben 2018 eine Studie publiziert, in der sie alle Ergebnisse bezüglich der Implantation von Radiuskopfprothesen aus vorherigen Publikationen gesammelt und dargestellt haben. Mit einer durchschnittlichen Flexion von 116° berichten die meisten Patienten von sehr zufriedenstellenden Ergebnissen. Im Mayo Elbow Performance Score zeigen sich darüber hinaus gute bis exzellente Ergebnisse mit Werten zwischen 79 und 100. Die postoperativen und langfristigen Schmerzen sind mit Werten von 0–2 auf der visuellen Schmerzskala ebenfalls sehr gering.

## Komplikationen und Revisionsradiuskopfprothese

Eine vermeidbare Komplikation stellt das sog. „Overstuffing“ dar. Hierbei liegt die Prothese zu weit proximal, was durch das störende Material zu einer Destruktion des humeralen Knorpels mit entsprechenden Folgeschäden führt. Darüber hinaus besteht eine Inkongruenz der Gelenkflächen, was signifikant schlechtere funktionelle Ergebnisse mit sich zieht. Das „Overstuffing“ ist der wichtigste Risikofaktor für eine postoperative Gelenksteife. Durch eine zu distale Lage der Prothese im Sinne eines „Understuffing“ kommt es dagegen zu einer Valgusinstabilität. Diese Komplikationen lassen sich intraoperativ durch die Kontrolle der exakten Prothesenlage mit Abschluss der Oberfläche an der posterolateralen Kante des Koronoids vermeiden [6, 30, 31].

Wie bereits beschrieben, liegt die Gefahr bei einem modularen, also flexiblen Prothesendesign darin, dass die einzelnen Komponenten diskonnektieren können, was einen Revisionseingriff zur Folge hat. Weitere Komplikationen liegen in einer postoperativen Infektion, einer asep-

tischen Prothesenlockerung sowie einer periprotetischen Fraktur. Diese Komplikationen äußern sich in einem lang anhaltenden Schmerz. O’Driscoll und Herald [20] haben beschrieben, dass ein anhaltender Schmerz im Unterarm auch bei normalen radiologischen Ergebnissen der beste Prädiktor für eine Prothesenlockerung ist.

Eine postoperative Instabilität im Ellenbogen kann aus ligamentären Verletzungen resultieren, die in der initialen Diagnostik übersehen und intraoperativ nicht adressiert wurden. Gerade bei dem Verdacht auf eine stattgehabte Ellenbogenluxation sollte die präoperative Diagnostik um eine MRT erweitert werden. Eine adäquate Stabilitätsüberprüfung ist klinisch oftmals erst nach einigen Tagen, also nach Abklingen der akuten Symptome möglich. In einer Studie von Gramlich et al. [8] aus dem Jahr 2018 wurden monopolare Langschaftprothesen mit bipolaren Kurzschaftprothesen verglichen. Bei Letzteren zeigte sich eine doppelt so hohe Rate an radiologischen Lockerungszeichen (14,3% vs. 38,7%).

Das Risiko für einen Revisionseingriff nach Implantation einer Radiuskopfprothese wird mit 5–30% angegeben [3]. Die genauen Ursachen für eine Revision bleiben in der aktuellen Literatur jedoch nicht vollständig geklärt. Ein hohes Patientenalter, begleitende mediale Kollateralbandverletzungen sowie die Verwendung eines Fixateur externe gehen laut einer aktuellen Studie von Klug et al. [14] mit einem schlechteren Outcome und einer erhöhten Komplikationsrate einher.

Neben den oben bereits beschriebenen Komplikationen führen zu einem großen Teil chirurgische Faktoren, wie eine unsachgemäße Ausrichtung der Prothese, eine unzureichende Fixierung sowie eine mangelnde Weichteilstabilisierung zu erhöhten Revisionsraten. Zu den Faktoren, die oftmals eine erneute Operation notwendig machen, gehören die Verwendung eines Silikonimplantats sowie ein jüngeres Patientenalter [16, 29].

In einer Studie von Laumonerie et al. [15] wurden in einem Patientenkollektiv bei 55% der Patienten, die erst 6 Wochen nach dem Trauma operiert wurden, ein Revisionseingriff nötig. Auch Nieboer et al. [19] konnten schlechtere funktionelle Ergebnisse mit einem erhöhten Aufkommen

von Prothesenlockerungen und Revisionsoperationen nach verzögerter Implantation einer Radiuskopfprothese beschreiben. Im Rahmen des Revisionseingriffs ist zum einen ein ein- oder zweizeitiger Prothesenwechsel möglich oder zum anderen eine komplette Materialentfernung der Prothese. Letztere bringt eine Linderung der Symptome ohne die Entstehung einer langfristigen Instabilität bei ausgeheilten ligamentären Begleitverletzungen. Bei wenigen Patienten werden jedoch anhaltende Schmerzen und mechanische Symptome durch eine Instabilität beobachtet.

Zur Verhinderung eines Impingements zwischen dem Radiusstumpf und dem distalen humeralen Anteil sowie zur Stärkung des lateralen Kollateralbands kann eine sog. Anconaeus-Interpositions-Arthroplastik durchgeführt werden. Hierzu wird der M. anconaeus gestielt unter dem lateralen Seitenband hindurchgeführt, zwischen Radius und Ulna eingefügt und um den Radius Hals gewickelt und dort fixiert [23].

### Schlussfolgerungen

Frakturen des Radiuskopfes stellen eine häufige Verletzung der oberen Extremität dar. Die Implantation einer Radiuskopfprothese stellt eine langfristig zufriedenstellende und Erfolg versprechende Therapieoption bei nicht rekonstruierbaren Frakturen dar. Eine exakte chirurgische Positionierung der Prothese sowie eine suffiziente Weichteilstabilisierung sind essenziell, um das Risiko von Komplikationen und damit einhergehenden Revisionseingriffen zu minimieren.

#### Fazit für die Praxis

- In 70–90% zeigen sich langfristig sehr zufriedenstellende klinische und funktionelle Ergebnisse nach Implantation einer frakturbedingten Radiuskopfprothese.
- Mit zunehmendem Grad der Frakturdislokation (Mason-Klassifikation) steigt auch das Risiko an knöchernen und ligamentären Begleitverletzungen des Ellenbogens.
- Die Implantation einer Radiuskopfprothese in der Fraktursituation ist insbesondere nicht mehr rekonstruierbaren Radiuskopf-frakturen vorbehalten.
- Es werden unterschiedliche Prothesentypen (unipolar, bipolar, modular) sowie Konfigurationen des Kopfes (anatomisch, nicht-anatomisch) und des Schaf-

tes (Langschaft, Kurzschaft) unterschieden, die je nach Ausgangssituation verschiedene Vor- und Nachteile mit sich bringen.

- Intraoperativ ist auf eine exakte Positionierung und Ausrichtung der Prothese zu achten, um postoperative Komplikationen wie das „Overstuffing“, Knorpelschäden oder Instabilitäten zu verhindern.
- Die Nachbehandlung erfolgt frühfunktionell, um einer postoperativen Bewegungseinschränkung entgegenzuwirken.

#### Korrespondenzadresse

**Dr. Freya M. Reeh**

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,  
DIAKOVERE Friederikenstift  
Humboldtstraße 5, 30169 Hannover,  
Deutschland  
freya.reeh@diakovere.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** F.M. Reeh, H. Lill, S. Sehmisch und A. Ellwein geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

### Literatur

1. Arbter D, Piatek S, Probst A et al (2012) Results after Judet radial head prosthesis for non-reconstructable radial head fractures. *Unfallchirurg* 115:1000–1008
2. Broberg MA, Morrey BF (1986) Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg Am* 68:669–674
3. Burkhart KJ, Mattyasovszky SG, Runkel M et al (2010) Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 19:965–972
4. Catellani F, De Caro F, De Biase CF, Perrino VR, Usai L, Triolo V et al (2018) Radial Head Resection versus Arthroplasty in Unrepairable Comminuted Fractures Mason Type III and Type IV: A Systematic Review. *Biomed Res Int* 2018:4020625
5. Chen HW, Liu GD, Wu LJ (2014) Complications of treating terrible triad injury of the elbow: a systematic review. *Plos One* 9:e97476
6. Doornberg JN, Linzel DS, Zurakowski D et al (2006) Reference points for radial head prosthesis size. *J Hand Surg Am* 31:53–57
7. Gawande J, Jain S, Santoshi JA (2017) Neglected bilateral radial head fracture with a rare presentation: a case report. *Chin J Traumatol* 20(4):246–248
8. Gramlich Y, Krausch EL, Klug A, Buckup J, Schmidt-Horlohe K, Hoffmann R (2018) Complications after radial head arthroplasty: a comparison between short-stemmed bipolar and monopolar long-stemmed osteointegrative rigidly fixed prostheses. *Int Orthop* 43:1917–1925
9. Hackl M, Burkhart KJ, Wegmann K et al (2016) Radiuskopfendoprothetik. In: Müller LP, Hollinger B, Burkhart K (Hrsg) *Expertise Ellenbogen*. Thieme, Stuttgart, S417–425
10. Johnston GW (1962) A follow-up of one hundred cases of fracture of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J* 31:51–56
11. Kaas L, Struijs PA, Ring D, van Dijk CN, Eygendaal D (2012) Treatment of Mason type II radial head fractures without associated fractures or elbow dislocation: a systematic review. *J Hand Surg Am* 37:1416–1421
12. Kaas L, van Riet RP, Vroemen JP et al (2008) The incidence of associated fractures of the upper limb in fractures of the radial head. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 3:71–74
13. Katthagen JC, Jensen G, Lill H et al (2013) Monobloc radial head prostheses in complex elbow injuries: results after primary and secondary implantation. *Int Orthop* 37:631–639
14. Klug A, Jakobi T, Schnetz M et al (2023) Mid-term outcome following radial head arthroplasty in acute trauma: risk factors for poor outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 32:2140–2151
15. Laumonerie P, Reina N, Kerezoudis P et al (2017) The minimum follow-up required for radial head arthroplasty: a meta-analysis. *Bone Joint J* 99-B:1561–1570
16. Laumonerie P, Ancelin D, Reina N et al (2017) Causes for early and late surgical re-intervention after radial head arthroplasty. *Int Orthop* 41:1435–1443
17. Mahmoud SS, Moideen AN, Kotwal R, Mohanty K (2014) Management of Mason type 1 radial head fractures: a regional survey and a review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 24:1133–1137
18. Mason ML (1954) Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg* 42:123–132
19. Nieboer MJ, Austin DC, Uvodich ME et al (2022) Acute versus delayed radial head arthroplasty for the treatment of radial head fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 31:2506–2513
20. O'Driscoll SW, Herald JA (2012) Forearm pain associated with loose radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 21:92–97
21. Pappas N, Bernstein J (2010) Fractures in brief: radial head fractures. *Clin Orthop Relat Res* 468:914–916
22. Pomianowski S, Morrey BF, Neale PG et al (2001) Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 83-A:1829–1834
23. Rahmi H, Neumann JA, Klein C et al (2018) Clinical outcomes of anconeus interposition arthroplasty after radial head resection in native and prosthetic radial heads. *J Shoulder Elbow Surg* 27:S29–S34
24. Ries C, Wegmann K, Burkhart KJ et al (2016) Endoprothetik des Ellenbogengelenkes. In: Müller LP, Hollinger B, Burkhart K (Hrsg) *Expertise Ellenbogen*. Thieme, Stuttgart, S399–425
25. Ring D, Quintero J, Jupiter JB (2002) Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 84:1811–1815
26. Said E, Ameen M, Sayed AA et al (2022) Efficacy and safety of monopolar versus bipolar radial head arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 31:646–655
27. van Riet RP, Morrey BF (2008) Documentation of associated injuries occurring with radial head fracture. *Clin Orthop Relat Res* 466:130–134
28. van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW et al (2005) Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. *Clin Orthop Relat Res* 441:351–355

29. van Riet RP, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF (2010) Failure of metal radial head replacement. *J Bone Joint Surg Br* 92:661–667
30. Wegmann K, Hackl M, Leschinger T et al (2021) Overlengthening of the radial column in radial head replacement: a review of the literature and presentation of a classification system. *Arch Orthop Trauma Surg* 141:1525–1539
31. Yian E, Steens W, Lingenfelter E et al (2008) Malpositioning of radial head prostheses: an in vitro study. *J Shoulder Elbow Surg* 17:663–670

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

## Radial head arthroplasty. Indication and surgical technique for implantation of radial head prostheses

Fractures of the radial head are a common upper extremity injury and are primarily caused by a fall on the outstretched arm. In addition to swelling with possible accompanying intra-articular effusion and tenderness over the radial head, the injury is characterized by restricted movement in the elbow. The degree of injury is classified according to Mason. Minor displaced fractures can be treated non-operatively or osteosynthetically. Treatment with a radial head arthroplasty is reserved for fractures that can no longer be reconstructed osteosynthetically. There are now various arthroplasty designs (modular, unipolar or bipolar, anatomical or non-anatomical head), the advantages and disadvantages of which must be weighed up individually. Early postoperative treatment is carried out without restriction of mobility and with the arm unloaded for 6 weeks. The literature published to date has described very good long-term clinical and functional results with a high level of patient satisfaction. Possible complications, some of which necessitate revision surgery, include postoperative stiffness, arthroplasty loosening or dislocation, periprosthetic fracture and infection.

### Keywords

Mason-Classification · Arthroplasty · Elbow joint · Joint capsule-ligament apparatus · Prosthesis failure