

M. V. Meyer-Marcotty · L. U. Lahoda · M. P. Hahn · G. Muhr

Chirurgische Klinik und Poliklinik, Berufsgenossenschaftliche Kliniken Bergmannsheil, Ruhruniversität Bochum

Die Differenzialtherapie der Radiusköpfchenfraktur: Eine kritische Analyse anhand der Ergebnisse von 53 Patienten

Zusammenfassung

Wir untersuchten 53 Patienten mit 57 Radiusköpfchenfrakturen (4 Patienten mit einer beidseitigen Fraktur) aus den Jahren 1993–1998 nach und befassten uns mit den Radiusköpfchenfrakturen unter folgenden Fragestellungen:

1. Zusammenhang zwischen dem Fraktur-Typ und der jeweiligen Therapie?
2. Zusammenhang zwischen dem gewählten Behandlungsverfahren und dem Ergebnis?

Folgende Frakturen traten auf: Mason I: 3 Fälle, Mason II: 26 Fälle, Mason III: 11 Fälle, Mason IV: 15 Fälle.

30 Patienten mit 31 Frakturen hatten postoperativ ein gutes, 8 Patienten mit 9 Frakturen ein zufriedenstellendes und 13 Patienten mit 14 Frakturen ein schlechtes Ergebnis.

Die Patienten mit einer Mason-I-Fraktur hatten unter funktioneller Therapie ein gutes Ergebnis. Von den 26 Mason-II-Frakturen wurden 14 Patienten mit Hilfe einer Kleinfragmentschraube oder Ethipins behandelt, von denen subjektiv 14% ein dauerhaft schlechtes Ergebnis hatten. 6 Patienten wurden mittels K-Draht, Titan- oder Prevot-Nagel behandelt, keiner dieser Patienten hatte ein schlechtes Ergebnis. 10 Patienten mit einer Mason-III-Frakturen wurden bei uns mit einer Resektion des Radiusköpfchens behandelt. Bei dem 11. Patient haben

wir aufgrund einer intraoperativ festgestellten Ellbogengelenkinstabilität nach erfolgter Resektion eine Prothese mit einem guten postoperativen Ergebnis implantiert. Letztendlich bestand bei nur einem Patienten (9%) ein subjektiv schlechtes Ergebnis. Patienten mit einer Mason-IV-Fraktur wurden in 11 von 15 Fällen mit einer Resektion des Radiusköpfchens behandelt. Hierunter zeigte sich bei 5 Patienten (33%) ein objektiv schlechtes Ergebnis, wobei nur 3 Patienten (20%) dies subjektiv so empfanden.

Schlüsselwörter

Radiusköpfchenfraktur · Differenzialtherapie · Rekonstruktion · Resektion · funktionelle Therapie

Einleitung

Seitdem Thomas [36] 1905 die Radiusköpfchenfraktur und ihre Behandlungsmöglichkeit beschrieb, und 45 Jahre später Carstam [8] die offene operative Therapie mit interner Fixation vorstellte, hat sich nicht nur durch die Einführung der prothetischen Versorgung einiges in der Behandlung der Radiusköpfchenfraktur verändert.

Radiusköpfchenmeißelfrakturen mit geringer Dislokation heilen in der Regel unter funktioneller Therapie mit gutem Ergebnis [1, 33].

Bei stärkerer Dislokation des Frakturfragments oder der -fragmente, bei Radiusköpfchenrümmerfrakturen und bei Radiusköpfchenfrakturen mit Begleitverletzungen der ipsilateralen oberen Extremität wird das optimale therapeutische Vorgehen noch kontrovers diskutiert. Aufgrund eigener Erfahrungen und den Ergebnissen in der Literatur ist der Erhalt des Radiusköpfchens nicht die einzige therapiebestimmende Vorgabe. Von verschiedenen Arbeitsgruppen wurden unbefriedigende Ergebnisse nach köpfchenerhaltender Osteosynthese beschrieben [25, 37]. Auch stehen der Radiusköpfchenosteosynthese verschiedene differenzialtherapeutische Verfahren zur Seite: Radiusköpfchenresektion, Radiusköpfchenprothesenimplantation und die funktionelle, nichtoperative Therapie. Die primäre Resektion bei komplizierten Frakturen ist empfohlen worden [3, 19], jedoch wurde von anderen Arbeitsgruppen über negative Langzeitfolgen am Ellbogen- und Handgelenk berichtet [18, 37]. Dabei sind v. a. der posttraumatische/postoperative Schmerz, ein andauerndes Instabilitätsgefühl, Cubitus valgus, ektope Ossifikationen mit Bewegungsein-

Dr. M. V. Meyer-Marcotty
Abteilung für Chirurgie, Station C1,
Städtische Kliniken Dortmund, Beurhausstr. 40,
44137 Dortmund,
E-Mail: maxmeyermarcotty@aol.com

M. V. Meyer-Marcotty · L. U. Lahoda
M. P. Hahn · G. Muhr

Differential therapy for radial head fractures: critical analysis of the results from 53 patients

Abstract

We investigated 53 patients with 57 radial head fractures (4 patients with bilateral fractures) treated between 1993 and 1998. We focused on patients with radial head fractures asking about (1) the relation between fracture type and therapy and (2) the correlation between chosen treatment and result. We saw the following fractures:

Mason I: 3 cases, Mason II: 26 cases, Mason III: 11 cases, and Mason IV: 15 cases.

Good results were achieved by 30 patients with 31 fractures, fair results by 8 patients with 9 fractures, and poor results by 13 patients with 14 fractures.

Patients with a Mason I fracture achieved good results with functional therapy. Of the 26 Mason II fractures, 14 were treated with screws, 14% of whom had poor results subjectively. Six patients were treated with a K wire, titanium nail, or prevot nail, none of whom had poor results. Of 11 patients with a Mason III fracture, 10 were treated by resection of the radial head, and in 1 patient we implanted a prosthesis due to an intraoperatively detected elbow instability after resection and achieved good postoperative results. Only one patient (9%) had poor long-term results subjectively. Of 15 patients with a Mason IV fracture, 11 were treated by resection of the radial head: 5 patients (33%) had poor long-term results, only 3 of whom (20%) subjectively considered the results poor.

Keywords

Radial head fracture · Differential therapy · Reconstruction · Resection · Functional therapy

schränkungen und eine radiologisch nachgewiesene Proximalwanderung des Radius hervorzuheben.

Falls es bei einer Radiusköpfchen-trümmerfraktur durch Zerreißen der Membrana interossea zu einer Instabilität des Ellbogengelenks kommt, wird als therapeutische Alternative der Ersatz des Radiusköpfchens durch eine Prothese empfohlen [4, 20, 30]. Der prothetische Ersatz des Radiusköpfchens wird an unserer Klinik dann durchgeführt, wenn intraoperativ nach der Resektion eine Instabilität oder eine Luxationsneigung besteht [39], wobei eine primäre Implantation vorgezogen wird.

Mit der vorliegenden Arbeit sollten die Ergebnisse von 57 Radiusköpfchenfrakturen aus den Jahren 1993–1998 des Universitätskrankenhauses „Bergmannsheil“ in Bochum retrospektiv untersucht werden. Folgende Fragestellungen wurden dabei besonders hervorgehoben: 1. Zusammenhang zwischen dem Fraktur-Typ und der jeweiligen Therapie? 2. Zusammenhang zwischen dem gewählten Behandlungsverfahren und dem Ergebnis?

Biomechanische Grundlagen des Ellbogengelenks

Das normale Bewegungsausmaß des Ellbogengelenks beträgt für Extension und Flexion 140°–146°, für Pronation und Supination 142° [27]. Bei maximaler Extension und Supination beträgt der valgische Winkel physiologischerweise 10°–15°. Die Oberflächenbewegung des Gelenks ist hauptsächlich eine Gleitbewegung, lediglich die letzten 5°–10° der Extension und Flexion sind Rollbewe-

gungen [23]. Für die meisten Bewegungsabläufe des täglichen Lebens reicht ein Bewegungsausmaß von 0°–30°–100° Extension und Flexion, sowie 50°–0°–50° Pronation und Supination.

Der Unfallmechanismus, der am häufigsten zu einer Radiusköpfchenfraktur führt, ist ein Sturz auf den ausgestreckten Arm in Pronationsstellung des Unterarms und Dorsalextension des Handgelenks [3, 38]. Dem gegenüber steht das direkte Trauma des Radiusköpfchens, z. B. bei einem Schlag auf den Ellbogen.

Das Humeroradialgelenk verhindert eine Valgusinstabilität und eine posteriore Dislokation bei einer Flexionsbewegung von mehr als 90°. Der Hauptstabilisator des Ellbogengelenks gegen eine Valgusinstabilität ist jedoch der anteriore Anteil des medialen Kollateralbands (Ursprung: medialer Epikondylus, Ansatz: Processus coronoideus bis zum Olekranon). Die statische Belastung des Ellbogengelenks erreicht fast die Masse des Körpergewichts eines gesunden Probanden, die dynamische Belastung beträgt mehr als die Masse des Körpergewichts [40].

Der größte Anteil der am Handgelenk auf den Arm einwirkenden Kräfte (etwa 80%) wird über den Radius auf den Humerus übertragen [21]. Die Ulna muss nach einer Radiusköpfchenresektion einen Großteil der Belastung des Arms kompensieren, steigt doch die maximale Belastung der Ulna im Lastfall um 500% [32]. Der zentrale Anteil der Membrana interossea trägt 71% zum Widerstand gegen eine Proximalverlagerung des Radius nach Radiuskopfresektion bei Druckbelastung bei [16]. Aus

Tabelle 1

Angewendete Behandlungsmethoden bei unterschiedlichen Frakturtypen

	Mason-I-Frakturen	Mason-II-Frakturen	Mason-III-Frakturen	Mason-IV-Frakturen
Patienten	3	26	11	15
Konservative Behandlung				1
Funktionelle Behandlungen	3	3		
KF-Schraube		14		
K-Draht				1
Prevot-Nagel				1
K-Draht/Prevot-Nagel		6		
Geschlossene Reposition				1
Resektionen		3	11	11

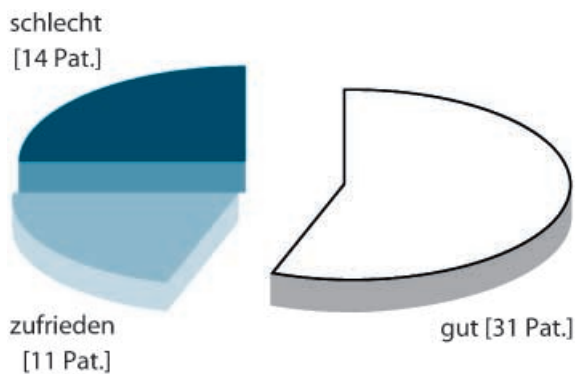


Abb. 1 ◀ **Behandlungsergebnisse der Radiusköpfchenfrakturen bei Follow-up anhand der Kriterien nach Radin u. Riseborough [31]**

diesem Grund ist bei Kombinationsverletzungen (Radiuskopfrümmfrakturen mit radioulnarer Dissoziation bzw. Zerreißung der Membrana interossea) die flexible Rekonstruktion der Membrana interossea wichtig, um die Proximalwanderung des Radius zu minimieren [34].

Patienten und Methoden

Von 1993 bis 1998 wurden in unserer Klinik 75 Patienten wegen einer Radiusköpfchenfraktur behandelt. Aus dieser Gruppe konnten 53 Patienten mit 57 Radiusköpfchenfrakturen klinisch nachuntersucht werden. Das Geschlechterverhältnis war mit 27 Männern zu 26 Frauen ausgeglichen. Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Therapie betrug 34,9 Jahre ($\pm 2,2$ Jahre SEM), wobei der jüngste Patient 6 Jahre und der älteste 76 Jahre alt war. Bezüglich der frakturierten Seite zeigte sich ein ausgeglichenes Verhältnis mit 24 Frakturen auf der rechten und 25 Frakturen auf der linken Seite. 4 Patienten (alles Männer) erlitten eine beidseitige Radiusköpfchenfraktur: 1 Patient mit Mason I und II, 1 Patient mit Mason I und III, 1 Patient mit Mason I und IV und 1 Patient mit einer beidseitigen Mason-IV-Fraktur.

Der Zeitraum ab Therapiebeginn bei uns bis zur Nachuntersuchung betrug durchschnittlich 3 Jahre ($\pm 0,2$ Jahre SEM), bei 3 Patienten betrug der Nachuntersuchungszeitraum weniger als 1 Jahr.

Die Frakturen wurden entsprechend der Mason-Klassifikation [24] der Radiusköpfchenfrakturen eingeteilt:

- Mason Typ I: nichtdislozierte Fraktur,

- Mason Typ II: dislozierte Fraktur mit meist einem Fragment,
- Mason Typ III: Trümmerfraktur,
- Mason Typ IV: Radiusköpfchenfraktur mit Ellbogendislokation.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe eines standardisierten Auswertungsbogens, der sich an den Bewertungskriterien von Radin u. Riseborough [31] orientiert:

- *Gutes Ergebnis*: weniger als 10° Bewegungsverlust in allen Bewegungsrichtungen, keine Beschwerden.
- *Zufriedenstellendes Ergebnis*: zwischen 10° und 30° Bewegungsverlust in mindestens einer Bewegungsrichtung, geringe Beschwerden.
- *Schlechtes Ergebnis*: mehr als 30° Bewegungsverlust in mindestens einer Bewegungsrichtung, deutliche Beschwerden.

Die Patienten wurden außerdem über ihr subjektives Befinden nach der Therapie befragt. Dies beinhaltete Fragen nach einem Ruheschmerz, Schmerzen bei alltäglicher Belastung (Haushalt, Sport, Freizeit), Kraftverlust und einer eventuellen Einschränkung der Belastbarkeit im Rahmen der beruflichen Tä-

tigkeit. Die Handgelenkbeweglichkeit und die axiale Stabilität des Ellbogengelenks wurde untersucht. Auch die Fähigkeit zur Pro- und Supination wie zur Flexion und Extension wurde geprüft.

Von 37 Patienten wurden a.-p. Röntgenbilder beider gestreckter Unterarme mit den Handgelenken angefertigt. Hierbei wurde insbesondere auf ektope Ossifikationen, Gelenkssubluxationen, Anzeichen für frühzeitigen Verschleiß und einen relativen Ulnavorschub aufgrund einer Proximalwanderung des Radius geachtet. Bei den übrigen Patienten verzichteten wir aufgrund des jungen Alters oder der guten klinischen Funktion auf eine Röntgenuntersuchung, oder die Patienten lehnten eine radiologische Untersuchung ab.

Die Radiusköpfchenfrakturen ließen sich wie folgt in die jeweiligen Kategorien einteilen:

- Mason I: 3 Fälle,
- Mason II: 26 Fälle,
- Mason III: 11 Fälle,
- Mason IV: 15 Fälle.

Bei 2 Patienten war eine Eingruppierung nicht möglich.

Die unterschiedlichen Frakturtypen wurden folgendermaßen therapiert (Tabelle 1):

Von 26 Patienten, die eine Mason-II-Fraktur erlitten, wurde bei 14 Patienten eine Osteosynthese mit Kleinfragmentschrauben (Abb. 7a+b) oder Ethipins durchgeführt (12-mal Kleinfragmentschraube, 2-mal Ethipins). 4 von diesen Patienten (29%) hatten bei der Nachuntersuchung ein schlechtes Ergebnis, von denen 2 Patienten mit dem Erreichten subjektiv zufrieden waren.

6 Patienten konnten mit Kirschner-Draht, Prevot- oder Titannagel operativ versorgt werden, wobei alle

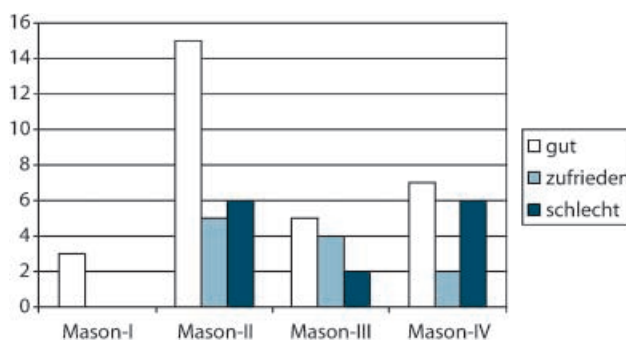
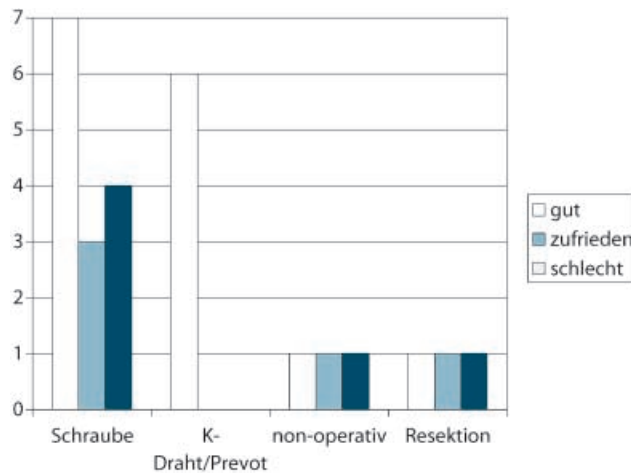


Abb. 2 ◀ **Behandlungsergebnisse der Radiusköpfchenfrakturen bei Follow-up in Abhängigkeit von der erlittenen Fraktur**

Abb. 3 ► **Behandlungsergebnisse bei Follow-up in Abhängigkeit vom operativen Verfahren bei Mason-II-Frakturen (Schraube: Kleinfragmentschraube und Ethipins)**



6 Patienten postoperativ ein gutes Ergebnis erreichten.

Bei 3 Patienten wurde ein nichtoperatives Verfahren gewählt, mit uneinheitlichem Ergebnis (je 1-mal ein gutes, zufriedenstellendes und schlechtes Ergebnis); 3-mal wurde eine Radiusköpfchenresektion durchgeführt, ebenfalls mit uneinheitlichem Ergebnis (Abb. 3).

Bei den 11 Patienten mit einer Mason-III-Fraktur wurde 11-mal eine Radiusköpfchenresektion durchgeführt, wobei bei einem Patienten nach der Resektion aufgrund einer intraoperativen Ellbogengelenkinstabilität eine Radiusköpfchenprothese implantiert wurde. Nur 2 Patienten hatten postoperativ ein dauerhaft schlechtes Ergebnis; 1 Patient von diesen beiden war mit dem Erreichten subjektiv zufrieden (Abb. 4).

Bei den 15 Patienten mit einer Mason-IV-Fraktur wurde 11-mal eine Radiusköpfchenresektion durchgeführt, bei 2 von diesen Patienten wurde anschließend eine Prothese implantiert. Ein Patient wurde zunächst mit einem Kirschner-Draht versorgt, woran sich jedoch in diesem Fall mehrere Revisionen anschlossen. Ein weiterer Patient bekam nach initial konservativer Therapie eine Osteosynthese mit Kleinfragmentschraube und Neurolyse. Von den 2 verbleibenden Patienten wurde der eine mit einem Prevot-Nagel versorgt, der andere wurde mit geschlossener Reposition therapiert.

Von den 15 Patienten mit einer Mason-IV-Fraktur hatten 5 ein dauerhaft schlechtes Ergebnis, von denen 3 mit dem Erreichten subjektiv zufrieden waren (Abb. 5).

Bei den von uns untersuchten Patienten war ein indirektes Trauma (Sturz auf den ausgestreckten Arm in Pronationsstellung des Unterarmes mit dorsa-

laxiertem Handgelenk) die überwiegende Ursache für die Fraktur.

16 von 53 Patienten wiesen zum Teil schwerwiegende Begleitverletzungen der oberen Extremität auf.

Mason-II-Frakturen:

- Absplittterung eines Knorpelfragments vom Capitulum humeri ipsilateral,
- kontralaterale Handgelenkluxation,
- 3.° offene diakondyläre Humerustrümmerfraktur ipsilateral,
- subkapitale Humerusfraktur mit Ausriss des Tuberculum majus, Olekranonfraktur ipsilateral.

Mason-III-Frakturen:

- Ausriss des radialen Kapsel-Band-Apparates ipsilateral,
- proximale Ulnarehrfragmentfraktur ipsilateral,
- Abriss des Processus coronoideus ipsilateral,
- Radiusfraktur mit Sprengung des distalen Radioulnargelenks ipsilateral.

Mason-IV-Frakturen:

- Radiushalsfraktur mit Abriss des Processus coronoideus ipsilateral,

- LWK-1- und LWK-2-Fraktur, Kalkaneusfraktur beidseits,
- u. a. Armplexusverletzung mit kompletter Plegie ipsilateral,
- Ruptur des ulnaren Seitenbands ipsilateral,
- Abriss des Processus coronoideus ipsilateral,
- unter anderen: Unterarmfraktur mit Ellbogenluxation ipsilateral,
- beidseitige Ellbogenluxation mit Olekranonfraktur rechts, Epicondylus-humeri-radialis-Fraktur rechts, Kahnbeinfraktur rechts, Olekranontrümmerfraktur links,
- Olekranontrümmerfraktur ipsilateral.

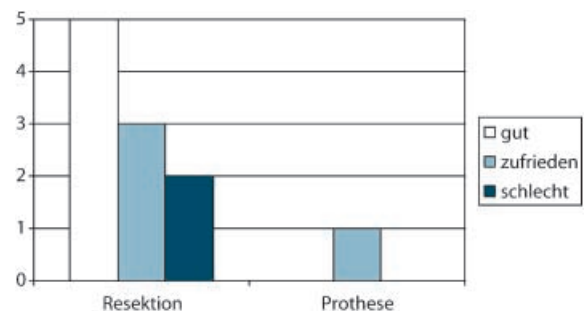
Ergebnisse

Von den 53 nachuntersuchten Patienten erreichten 30 Patienten mit 31 Frakturen ein gutes Ergebnis nach Radin u. Riseborough [31], 8 Patienten mit 9 Frakturen ein zufriedenstellendes Ergebnis und 13 Patienten mit 14 Frakturen ein schlechtes Ergebnis. Subjektiv war die Einschätzung des Erreichten deutlich besser: Nur 6 Patienten waren mit dem postoperativen Ergebnis nicht zufrieden (Abb. 1).

Im nachfolgenden Text beziehen sich die Äußerungen „gutes Ergebnis“, „zufriedenstellendes Ergebnis“ und „schlechtes Ergebnis“ auf die Einteilung nach Radin u. Riseborough [31], wenn nicht anderweitig spezifiziert.

In Abbildung 2 werden die erreichten Ergebnisse in Abhängigkeit von der jeweiligen Frakturform dargestellt. Patienten mit einer Mason-I-Fraktur hatten ein gutes Ergebnis unter funktioneller Therapie. Patienten mit einer Mason-II-Fraktur erreichten 6-mal ein schlechtes Ergebnis, wobei 3 von diesen Patienten mit dem Erreichten subjektiv zufrieden sind. Bei den Patienten mit einer Mason-III-Fraktur war lediglich 1 Patient mit dem postoperativen Ergebnis subjektiv

Abb. 4 ► **Behandlungsergebnisse bei Follow-up in Abhängigkeit vom operativen Verfahren bei Mason-III-Frakturen**



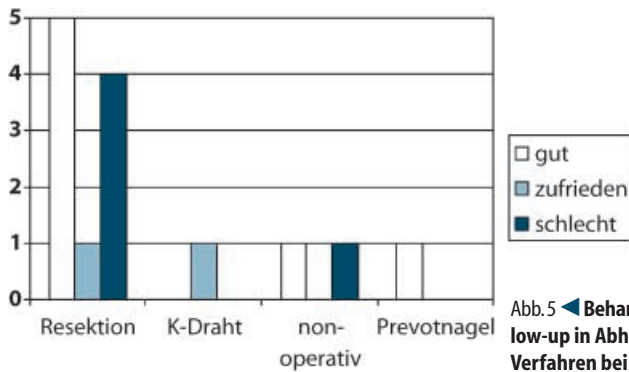


Abb. 5 ◀ Behandlungsergebnisse bei Follow-up in Abhängigkeit vom operativen Verfahren bei Mason-IV-Frakturen

nicht zufrieden (9%). Unter den Patienten mit einer Mason-IV-Fraktur waren 3 Patienten mit dem Erreichten nicht zufrieden (20%).

Die Altersverteilung innerhalb der einzelnen Frakturgruppen ergab keinen Unterschied zum Durchschnittsalter der Gesamtgruppe.

Von allen nachuntersuchten Patienten wurde bei 2 Patienten ein pathologisch vermehrter Valgus am ipsilateralen Ellbogengelenk festgestellt, 2 Patienten klagten über ein Instabilitätsgefühl des Ellbogens.

Die radiologischen Befunde bei 37 geröntgten Patienten spiegelten nicht das Ausmaß an Beschwerden und Bewegungseinschränkungen wider. Dies wird auch von anderen Untersuchern festgestellt [6, 9]. Bei 16 Patienten waren die radiologischen Zeichen für eine beginnende Arthrose nachweisbar. Bei einem Patient zeigte sich außerdem auf dem Röntgenbild ein vermehrter Valgus von 18° gegenüber 10° auf der Gegenseite. Bei dieser Patientin wurde eine Radiusköpfchenresektion durchgeführt (Abb. 6a+b). Die Patientin war mit dem postoperativen Ergebnis insgesamt subjektiv zufrieden. Als weiterer radiologischer Befund wurde bei 7 Patienten ein relativer Ulnavorschub nachgewiesen. Auch dieser Befund ging nicht proportional einher mit Beweglichkeitseinschränkungen oder posttraumatischen Beschwerden [9, 26]. In keinem Fall konnten wir eine Prothesenlockerung feststellen (Tabelle 2).

Komplikationen

Die Anzahl an Revisionseingriffen war bei den Patienten, die ein schlechtes Ergebnis erreichten, deutlich erhöht; 8 von 13 Patienten mussten sich zum Teil mehrfachen Revisionseingriffen unterziehen.

Bei einem Patienten mit einer Mason-II-Fraktur und zusätzlich bestehender ipsilateraler Radiushalsfraktur wurde wegen einer postoperativ aufgetretenen Radiuskopfdisklokation nach Krankengymnastik eine Resektion des Radiusköpfchens mit Prothesenimplantation durchgeführt. In diesem Fall war die Fraktur primär mittels Prevot-Nagel und Kleinfragmentschraube rekonstruiert worden.

Ein weiterer Patient mit einer Mason-IV-Fraktur und ipsilateralem Abriss des Processus coronoideus, der primär in einem auswärtigen Krankenhaus 6 Wochen konservativ therapiert wurde und dann wegen zunehmender Bewegungseinschränkung und Relaxation von uns mit Hilfe einer Kleinfragmentschraube rekonstruiert wurde, bekam 5 Monate postoperativ aufgrund einer Schädigung des N. ulnaris eine Neurolyse mit Metallentfernung.

Eine 13-jährige Patientin mit verspäteter Diagnose einer in Fehlstellung verheilten Mason-IV-Fraktur wurde von uns 2 Monate nach dem Trauma mit einer Radiusköpfchenresektion und Arthrolyse behandelt, eine zweite Arthrolyse folgte 2 Monate später.

Bei einem 44-jährigen Patienten mit einer Mason-II-Fraktur, der am Unfalltag in einem auswärtigen Krankenhaus mit einer Kleinfragmentschraube versorgt worden war, führten wir wegen einer drohenden Gelenkversteifung 4 Monate postoperativ eine Arthrolyse und Metallentfernung durch.

Ein Patient mit einer Mason-II-Fraktur, der am 1. Tag nach dem Trauma mit Hilfe einer Kleinfragmentschraube behandelt worden war, bekam 8 Monate später eine Metallentfernung und Exostosenabtragung mit anschließender intensiver Krankengymnastik.

Bei den Patienten mit einem zufriedenstellenden Ergebnis mussten sich 3 Patienten ein zweites Mal am verletzten Ellbogen operieren lassen (Arthrolyse bei Mason-II-, Neurolyse bei Mason-III- und Arthrolyse bei einer Mason-IV-Fraktur), aus der Gruppe mit einem guten Ergebnis musste kein Revisionseingriff durchgeführt werden.

Diskussion

In dem von uns nachuntersuchten Patientengut hatten wir 77% gute und zufriedenstellende Ergebnisse (Abb. 1). Dies ist mit anderen Arbeitsgruppen vergleichbar [2, 14, 25], insbesondere vor



Abb. 6 ▶ a 53-jährige Patientin mit einer Mason-III-Fraktur, Unfall mit bereits sichtbarem Valgus auf der a.-p.-Aufnahme. b Dieselbe Patientin 30 Monate nach Trauma und Resektion, Valgus von etwa 18°, subjektiv gutes Ergebnis, minimaler Ulnavorschub



Abb. 7 ▲ a 58-jährige Patientin mit einer Mason-II-Fraktur, Unfallbilder, geringe Dislokation eines großen Frakturfragments. b Dieselbe Patientin 13 Monate postoperativ mit reizlos liegender Kleinfragmentschraube, gute Achsstellung, gutes Ergebnis bei der Nachuntersuchung

dem Hintergrund von 16 Patienten mit Begleitverletzungen an der ipsilateralen oberen Extremität (wie im Methodikteil beschrieben). In diesem Zusammenhang ist auch die große Zahl an Mason-IV-Frakturen in unserem Patientengut (26%) zu erwähnen.

Der frühe Beginn einer krankengymnastischen Behandlung nach der operativen Intervention war für das Erreichen eines guten postoperativen Ergebnisses ein mitentscheidender Faktor. Bei den Patienten, die ein gutes Ergebnis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erreichten, betrug der Zeitraum vom Trauma bis zum Beginn der Krankengymnastik durchschnittlich 10 Tage.

Mason-II-Frakturen

Die korrekte präoperative Diagnose und Analyse einer Radiusköpfchenfraktur kann noch immer große Schwierigkeiten bereiten, besonders im Hinblick auf die differenzialtherapeutischen Überlegungen. Hier sind besonders Patienten, bei denen eine Mason-II-Fraktur vorliegt, zu erwähnen [28]: Größe und Grad der Dislokation des Frakturfragments sind aus diagnostischer, therapeutischer und prognostischer Sicht entscheidend.

Wie Furry et al. [11] aufgrund einer Analyse von 20 Arbeiten aus den Jahren 1964–1996 betonen, scheinen Mason-II-Frakturen sowohl unter geschlossener Reposition als auch unter offener Reduktion und interner Fixation gut zu verheilen. Andere Autoren berichten über die Behandlung von einigen Mason-II-Frakturen durch eine frühzeitig geführte Bewegungstherapie. Von den 26 Mason-II-Frakturen in unserem Patientengut wurden 14 Patienten mit Hilfe einer Schraubenosteosynthese (Kleinfragmentschraube oder Ethipins) behandelt. Nur 2 Patienten (14%) waren mit dem postoperativen Ergebnis unzufrieden. Nach der operativen Versorgung von 2 Mason-II-Frakturen mit Kleinfragmentschrauben mussten wir sekundär eine Radiusköpfchenprothese wegen andauernder Beschwerden bzw. Luxati-

onsneigung implantieren. Beide Patienten hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein schlechtes Ergebnis, wobei ein Patient subjektiv mit dem Erreichten zufrieden war.

6 Patienten wurden mit Hilfe von K-Draht, Titan- oder Prevot-Nagel behandelt. Keiner dieser Patienten hatte postoperativ ein schlechtes Ergebnis. Die übrigen 6 Patienten wurden entweder durch Radiusköpfchenresektion oder nichtoperativ behandelt und hatten ein uneinheitliches Ergebnis: je einmal gut, zufriedenstellend und schlecht. Dies entspricht der Erfahrung von anderen Arbeitsgruppen, die bei einer Mason-II-Fraktur mit der operativen Therapie („open reduction internal fixation“) deutlich bessere Ergebnisse erzielt haben als mit der nichtoperativen [17].

In unserer Klinik wird ab einer Gelenkstufe von 1 mm oder bei einer Abkippung von mehr als 20° die Indikation zu einer offenen Reduktion und internen Fixation (ORIF) mit bis zu 2 Kleinfragmentschrauben gestellt. Geringgradig dislozierte Frakturen (<1 mm Stufenbildung), stabile, gut reponible Frakturen werden einer funktionellen Therapie zugeführt. Wir bevorzugen die offene Reduktion und interne Fixation mit Hilfe von Kleinfragmentschrauben als Therapie der Wahl bei einer Mason-II-Fraktur. Als alternative Operationsmethode bietet sich die Rekonstruktion mit Hilfe des Prevot-Nagels oder des K-Drahts an. Hierbei muss sich das Frakturfragment jedoch stabil repositionieren lassen. Die Differenzialindikation (Schraube vs. K-Draht oder Prevot-Nagel) muss im Einzelfall gestellt werden.

Mason-III-Frakturen

Alle Mason-III-Frakturen wurden bei uns mit einer Resektion des Radiusköpfchens behandelt, wobei bei einem Patienten aufgrund einer intraoperativen

Tabelle 2
Relativer Ulnavorschub

Ulnavorschub	Mason-II-Fraktur	Mason-III-Fraktur	Mason-IV-Fraktur
Bis 1 mm	1× Kleinfragmentschraube		2× Resektion
1–2 mm		1× Prothese	1× Resektion
>3 mm	1× Resektion		1× Resektion

Instabilität die Indikation zu einem primären prothetischen Gelenkersatz gegeben [13, 39] war, mit gutem postoperativem Ergebnis. Aus dieser Gruppe gab es letztendlich nur einen Patienten (9%), der bei der Nachuntersuchung ein subjektiv schlechtes Ergebnis behielt. Wie andere Arbeitsgruppen [2, 9, 14, 19, 25] auch, sahen wir bei diesen Verletzungen die frühe Resektion als Therapie der Wahl an.

Coleman et al. [9] stellten fest, dass die Ergebnisse nach einer Radiusköpfchenresektion auch im Langzeit-Follow-up (8–46 Jahre postoperativ) gut waren. Schmerzen waren für die meisten Patienten kein Hauptproblem. Relativ häufig zeigte sich eine verminderte Supinationskraft bei Patienten mit einem Defizit der Supinationsfähigkeit um mehr als 30°.

An anderer Stelle werden die möglichen negativen Langzeitfolgen nach einer Radiusköpfchenresektion diskutiert: Proximalverschiebung des Radius [7, 9, 10, 12], Beschwerden im Handgelenk und im distalen Radio-Ulna-Gelenk sowie Früharthrosen im Humeroulnargelenk [35]. Nach einer Radiuskopfresektion wandert der Radius 2,6-mal weiter nach proximal als ein intakter Radius unter mechanischer axialer Belastung. Die klinische Relevanz dieser Befunde ist jedoch umstritten [6, 9, 26].

Breitfuß et al. [5] stellten fest, dass das fehlende Radiusköpfchen per se bei stabilen Kapsel-Band-Strukturen keinen negativen Einfluss auf die Funktion des Ellbogens hat. Morrey [29] fordert bei Mason-III-Frakturen mit intaktem medialem Kollateralband und intaktem Humeroulnargelenk eine Radiusköpfchenresektion ohne prothetischen Ersatz.

Heim [15] stellte bei seinen Patienten nach Radiuskopfresektion bei Verletzung des medialen Pfeilers des Ellbogens häufig eine Arthrose und Valgusstellung fest. Er fordert daher den Radiuskopf wann immer möglich als laterale Säule des Ellbogens wieder aufzubauen. Die Indikation für eine Radiusköpfchenprothese sieht er bei schwerer Trümmerfraktur des Radiuskopfs oder bei schwerer ulnarer Instabilität gegeben.

Furry [11] kommt nach der Analyse von 20 Arbeiten zu dem Ergebnis, dass die Radiusköpfchenresektion für Patienten mit andauernden Schmerzen reserviert bleibt, wobei Mason-III-Frakturen durch frühzeitige geführte Bewegungen therapiert werden sollten.

Aufgrund unserer Erfahrung empfehlen wir bei allen Mason-III-Frakturen mit intraoperativ stabilen medialen Kapsel-Band-Strukturen die primäre Radiusköpfchenresektion, bei intraoperativer Instabilität nach erfolgter Resektion sollte eine Radiusköpfchenprothese implantiert werden.

Mason-IV-Frakturen

In der Literatur wird die Häufigkeit der schweren Ellbogengelenkverletzung mit Dislokation des Ellbogengelenks und gleichzeitig bestehender Radiusköpfchenfraktur, entsprechend einer Mason-IV-Fraktur, mit 3–10% aller Radiusköpfchenfrakturen angegeben [22]. In dem von uns nachuntersuchten Patientengut mit insgesamt 57 Radiusköpfchenfrakturen trat 15-mal eine Mason-IV-Fraktur auf. Dies entspricht 26% und liegt damit deutlich über der durchschnittlichen Häufigkeit (entsprechend einer negativen Selektion).

Patienten, die eine Mason-IV-Fraktur erlitten, wurden bei uns in 11 von 15 Fällen mit einer Resektion des Radiusköpfchens behandelt. Hierunter zeigte sich bei 5 Patienten (33%) ein schlechtes Ergebnis, wobei nur 3 Patienten (20%) auch subjektiv ein schlechtes Ergebnis hatten. Als Ursachen für dieses Resultat fanden sich z. B. bei einer Patientin eine in Fehlstellung verheilte, übersehene kindliche Mason-IV-Fraktur, die sich 2 Monate nach dem Trauma erstmals bei uns zur Therapie vorstellte. Ein weiterer Patient mit einer schweren Verletzung beider oberer Extremitäten hatte sich u. a. eine beidseitige Mason-IV-Fraktur zugezogen. Aufgrund der Begleitverletzungen (Olekranonfraktur und Epicondylus-lateralis-humeri-Fraktur rechts, Radiusköpfchenrümmerfraktur rechts, Kahnbeinfraktur rechts sowie Olekranontrümmerfraktur und Radiusköpfchenrümmerfraktur links) war der Heilungsverlauf verlängert und die Mobilisation erschwert. Bei einem der Patienten mit einer Mason-IV-Fraktur implantierten wir sekundär eine Radiusköpfchenprothese wegen andauernder Beschwerden bzw. Luxationsneigung mit gutem postoperativem Ergebnis.

Andere Untersucher [2] berichten von 90% schlechten Ergebnissen nach Luxationsverletzungen. Broberg u. Morrey [2] untersuchten in ihrer Arbeit Ell-

bogendislokationen mit Mason-I-, Mason-II- und Mason-III-Frakturen und kamen zu folgendem Ergebnis: Ellbogendislokationen mit Mason-I- und -II-Frakturen werden durch geschlossene Reposition und frühe Mobilisation innerhalb von 14 Tagen nach Therapiebeginn behandelt; Ellbogendislokationen mit Mason-III-Frakturen werden durch sofortige Reposition und Radiusköpfchenresektion innerhalb von 24 h nach dem Trauma behandelt. Die anschließende Mobilisation wird wie oben beschrieben durchgeführt. Unter diesem Therapiekonzept erreichten 74% ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis, 25% hatten ein akzeptables postoperatives Ergebnis, kein Patient hatte ein schlechtes Ergebnis [6].

Furry et al. [11] finden bei der Untersuchung von 20 Arbeiten, dass die offene Reduktion und interne Fixation (ORIF) auch bei Mason-III- und Mason-IV-Frakturen eine große Rolle spielt. Aber eine klare Tendenz, welches Verfahren (ORIF oder Radiuskopffprothese) besser sei, zeichnet sich nicht ab.

Die guten Ergebnisse, die Broberg u. Morrey [2] erreichen, sind sicherlich auch auf die differenziertere Betrachtungsweise der allgemein als Mason-IV-Frakturen klassifizierten Radiusköpfchenfrakturen mit Ellbogengelenkdislokation in ihrer Studie zurückzuführen. Wie oben beschrieben, wurde auch das therapeutische Vorgehen an die Modifikation angepasst, mit erwähntem gutem Ergebnis.

Bei Mason-IV-Frakturen mit Trümmer-/Mehrfragmentfrakturen des Radiusköpfchens ist aufgrund unserer Erfahrung die schnellstmögliche Reposition des Ellbogens mit anschließender Radiusköpfchenresektion die Therapie der Wahl. Bei Patienten, die eine Ellbogendislokation mit Radiusköpfchenfraktur im Sinne einer Mason-I- oder Mason-II-Fraktur erlitten haben, kann durchaus nach schnellstmöglicher Reposition des Gelenks eine Rekonstruktion mit K-Drähten oder Prevot-Nägeln durchgeführt werden. Hierzu sollten in der Zukunft noch vergleichende Untersuchungen angestrengt werden, speziell im Hinblick auf die Frage ob K-Draht bzw. Prevot-Nagel auf der einen Seite oder Rekonstruktion mit Hilfe von Kleinfragmentschrauben auf der anderen Seite das bessere Ergebnis erbringen.

Literatur

- Albrecht HU, Ganz R (1981) Therapie der Radiusköpfchenfraktur. *AO Bull* 1: 1–13
- Berlemann U, Barnbeck F (1994) Die operative Therapie der Radiusköpfchenfraktur – Ergebnisse der Osteosynthesen und der Resektionsbehandlung. *Unfallchirurg* 97: 639–644
- Betz A (1988) Die operative Differentialtherapie bei der Radiusköpfchenfraktur. *Orthopäde* 17: 320–327
- Borsky M, Marty A (1993) Langzeitresultate nach Ersatz des Radiusköpfchens mittels Silasticprothese. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 86: 40–47
- Breitfuß H, Muhr G (1992) Kronenfortsatzbrüche und Ellenbogeninstabilität. Eine biomechanische und klinische Studie. *Hefte Unfallheilkd* 226: 1–76
- Broberg MA, Morrey BF (1987) Results of treatment of fracture dislocation of the elbow. *Clin Orthop* 216: 109–119
- Carn RM, Medige J, Curtain D, Koenig A (1986) Silicone rubber replacement of the severely fractured radial head. *Clin Orthop* 209: 259–267
- Carstam N (1950) Operative treatment of fractures of the head and neck of the radius. *Acta Orthop Scand* 19: 502–526
- Coleman DA, Blair WF, Shurr D (1987) Resection of the radial head for fracture of the radial head: Long-term follow-up of seventeen cases. *J Bone Joint Surg Am* 69: 385–392
- Edwards GS Jr, Jupiter JB (1988) Radial head fractures with acute distal radioulnar dislocation. *Clin Orthop* 234: 61–72
- Furry KL, Clinkscales CM (1998) Comminuted fractures of the radial head. Arthroplasty versus internal fixation. *Clin Orthop* 353: 40–52
- Goldberg I, Peylan J, Yosiporitch Z (1986) Late results of excision of the radial head for an isolated closed fracture. *J Bone Joint Surg Am* 68: 675–683
- Harrington I J, Tountas AA (1981) Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury* 12: 405–12
- Heim U (1992) Die operative Behandlung der Radiusköpfchenfraktur. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 85: 3–11
- Heim U (1998) Combined fractures of the radius and the ulna at the elbow level in the adult. Analysis of 120 cases after more than one year. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 84/2: 142–53
- Hotchkiss RN, An KN, Sowa DT, Basta S, Weiland AJ (1989) An anatomic and mechanical study of the interosseous membrane of the forearm: pathomechanics of proximal migration of the radius. *J Hand Surg [Am]* 14: 256–261
- Khalfayan EE, Culp RW, Alexander AH (1992) Mason type II radial head fractures: operative versus non-operative treatment. *J Orthop Trauma* 6: 283–289
- Kaps HP, Niethard FU (1982) Die Radiusköpfchenresektion als wiederherstellende Maßnahme am Ellenbogengelenk. *Aktuelle Traumatol* 12/6: 263–270
- Keyl W (1971) Zur Indikation der Radiusköpfchenresektion unter Berücksichtigung der Spätergebnisse von 251 Frakturen und Luxationen des Radiusköpfchens. *Arch Orthop Unfallchir* 70: 243–260
- Knight DJ, Rymaszewski LA, Amis AA, Miller JH (1993) Primary replacement of the fractured radial head with a metall prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 75: 572–579
- Koebke J (1983) A biomechanical and morphological analysis of human hand joints. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Linscheid RL, Wheeler DK (1965) Elbow dislocations. *JAMA* 194: 1171–1179
- London JT (1981) Kinematics of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 63: 529–537
- 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
- Menger MD, Gauger JU, Schmitt-Köppler A (1988) Die chirurgische Versorgung von dislozierten Frakturen des proximalen Radiusendes. *Unfallchirurg* 91: 77–87
- Mikic ZD, Vukadinovic SM (1983) Late results in fractures of the radial head treated by excision. *Clin Orthop* 181: 220–228
- Morrey BF, Askew LJ, An KN, Chao EY (1981) A biomechanical study of normal elbow motion. *J Bone Joint Surg Am* 63: 872–879
- Morrey BF (1985) Radial Head Fracture. In: Morrey BF (ed) *The Elbow and its disorders*. Saunders, Philadelphia, pp 355–381
- Morrey BF, Tanaka S, An K (1991) Valgus stability of the elbow – a definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop* 265: 187–195
- Nonnenmacher J, Schurch B (1987) Fractures of the radial head and lesions of the lower radius and ulna in the adult: The importance of the prosthesis in resection. *Ann Chir Main* 6: 123–132
- Radin EL, Riseborough EJ (1966) Fractures of the radial head – a review of eighty-eight cases and analysis of the indications for excision of the radial head and non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 48: 1055–1064
- Rohlmann A, Basli K, Bergmann G (1986) Spannungsanalyse des Ellenbogengelenks vor und nach Radiuskopf-Resektion. *Biomed Tech* 31: 230–237
- Schuppisser JP, Althaus A, Frey H, Pfeiffer KM (1984) Frakturen des proximalen Radiusendes. *Unfallheilkunde* 87: 201–210
- Sellman DC, Seitz WH Jr, Postak PD, Greenwald AS (1995) Reconstructive strategies for radioulnar dissociation: A biomechanical study. *J Orthop Trauma* 9/6: 516–522
- Siegling CW, Dittrich H (1986) Spätreaktionen am Ellenbogen und Handgelenk nach Radiusköpfchenresektionen. *Beitr Orthop Traumatol* 33: 202–209
- Thomas TJ (1905) Fractures of the head and the radius. *Univ Penn Med Bull* 18: 184–187, 221–234
- Wallenböck E, Plecko M (1992) Komplikationen nach operativer Versorgung von Radiusköpfchenfrakturen. *Unfallchirurgie* 18: 339–346
- Wallenböck E, Pötsch M (1994) Radiusköpfchenprothese im Langzeitergebnis – Vitallium versus Silastic. *Unfallchirurgie* 20: 115–118
- Wick M, Lies A, Müller EJ, Hahn MP, Muhr G (1998) Speichenköpfchenprothesen – welche Ergebnisse sind zu erwarten? *Unfallchirurg* 101: 817–821
- Zuckerman JD, Matsen FA III (1989) Biomechanics of the elbow. In: Nordin M, Frankel VH (eds) *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Williams & Wilkins, Baltimore, pp 249–260