



Distale Radiusfraktur

Konservativ versus operativ

Hintergrund

Die distale Radiusfraktur ist mit bis zu 20 % die häufigste Fraktur des älteren Menschen, in Deutschland sind dies insgesamt über 100.000 Fälle pro Jahr. Bei der distalen Radiusfraktur gibt es 2 Altersgipfel, der eine liegt im jugendlichen Alter von ca. 9 bis 18 Jahren, der zweite liegt bei > 50 Jahren und betrifft 80 % der Frakturen. Es besteht eine steigende Inzidenz der distalen Radiusfraktur mit dem Alter [2]. Das Lebenszeitrisiko für das Auftreten einer Radiusfraktur ist bei Frauen mit 15 % deutlich höher als bei Männern (2 %). Insgesamt handelt es sich um eine osteoporotische Indikatorfraktur. Es besteht eine Assoziation mit erniedrigter Knochendichte [3]. Je nach Frakturtyp sind ligamentäre Begleitverletzungen zu erwarten [4, 5].

Ziele der Behandlung sind die Wiederherstellung der Anatomie und das Wiedererlangen einer guten Funktion. Die Frage, mit welcher Therapie (operativ oder konservativ) dieses Ziel am besten erreicht werden kann, wird kontrovers diskutiert. Schon historische Berichte zeigten, dass gute bis befriedigende Ergebnisse trotz suboptimaler Reposition bei konservativer Therapie beim älteren Menschen zu erzielen sind [6]. Ein systematischer Review von insgesamt 21 Studien mit über 2000 Patienten erbrachte, dass das funktionelle Ergebnis bei Patienten über 60 Jahre bei operativer und konservativer Therapie vergleichbar war [1, 7, 8]. Das funktionelle Ergebnis wurde anhand des Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Scores (DASH) ermittelt [9]. Hinsichtlich der Komplikationsrate zeigten sich jedoch deutliche

Unterschiede. Bei Patienten, die mit Gipsimmobilisation therapiert wurden, waren die wenigsten Komplikationen zu verzeichnen. Die palmare Plattenosteosynthese war am häufigsten mit Komplikationen assoziiert. Darunter waren Schmerzen und Nervenläsionen sowie die Durchtrennung oder Adhäsion der M.-flexor- und M.-extensor-pollicis-longus-Sehnen, gefolgt vom Karpaltunnelsyndrom am häufigsten [7].

Fragestellung

Ziel dieses Beitrages ist es, die Vor- und Nachteile der operativen und konservativen Therapie aufzuzeigen. Außerdem sollen verschiedene klinische Beispiele herangezogen werden, um besondere Herausforderungen bei der operativen Therapie zu verdeutlichen.

Ergebnisse

Klinischer Anspruch: anatomische Rekonstruktion

Das Ziel der Therapie der distalen Radiusfraktur stellt die Wiederherstellung der radiokarpalen Gelenkfläche und die Vermeidung von Komplikationen dar. Der physiologische Inklinationwinkel in der a.-p.-Ebene (Abb. 1b) beträgt ca. 30°, der dorsopalmare Winkel in der seitlichen Ebene (Abb. 1a) beträgt ca. 10°. Die Länge der beiden Unterarmknochen ist variabel. Neben der Neutralstellung (Abb. 1a), bei der Ulna und Radius distal auf gleicher Ebene enden, gibt es eine Ulna-plus- und eine Ulna-minus-Variante mit jeweils zum distalen Radiusende verkürzter oder verlängerter Ulna.

Bei der Beurteilung des Therapieerfolges gelten eine radiale Kippung von 10°, eine palmare/dorsale Kippung von 5° sowie eine intraartikuläre Stufenbildung von höchstens 2 mm als tolerabel; außerdem wird eine achsgerechte Stellung des distalen Radius in allen Ebenen zur Metaphyse des Radius mit einer Toleranz von maximal 5 mm radialem Versatz toleriert. Eine Kongruenz des distalen Radioulnargelenkes mit einem Ulnavor-schub von < 4 mm soll wiederhergestellt werden [10].

Frakturklassifikation nach AO-Klassifikation

Um eine optimale Behandlung der distalen Radiusfraktur in Abhängigkeit der Frakturmorphologie zu erzielen, ist eine einheitliche Klassifikation von entscheidender Bedeutung. Im deutschsprachigen Raum hat sich die AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)-Klassifikation für die Einteilung der dista-

Infobox 1 Indikation zur operativen Therapie der distalen Radiusfraktur

- Absolute Operationsindikation
 - Offene Frakturen
 - Irreponible Frakturen
 - Durchblutungsstörungen nach Reposition
 - Komplexe Begleitverletzungen der Handwurzel
 - Nervenverletzungen
 - Sekundäre Dislokation
- Relative Operationsindikation
 - Beidseitige Frakturen
 - Mehrfachverletzte
 - Mehretagenverletzung

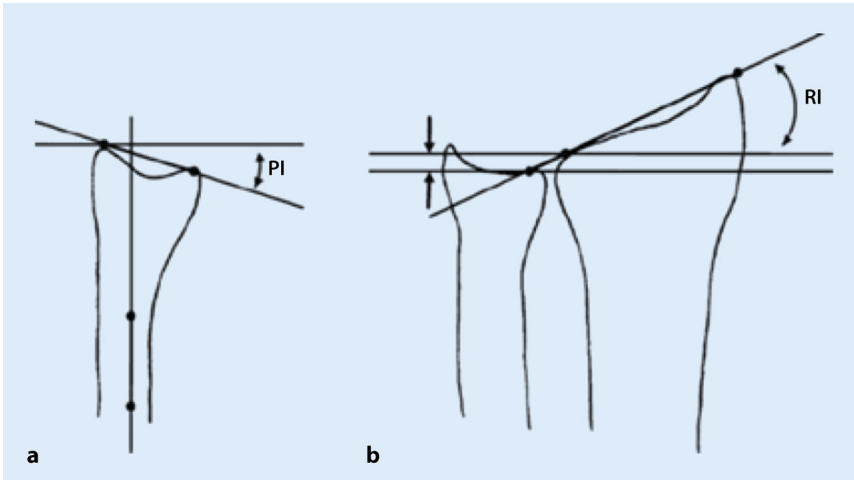


Abb. 1 ▲ Physiologische Winkel am distalen Radius. **a** A.-p.-Ansicht, **b** seitlich. Palmare Inklination (PI), Radiale Inklination (RI). (Mit freudl. Genehmigung Deutscher Ärzte-Verlag GmbH [1])

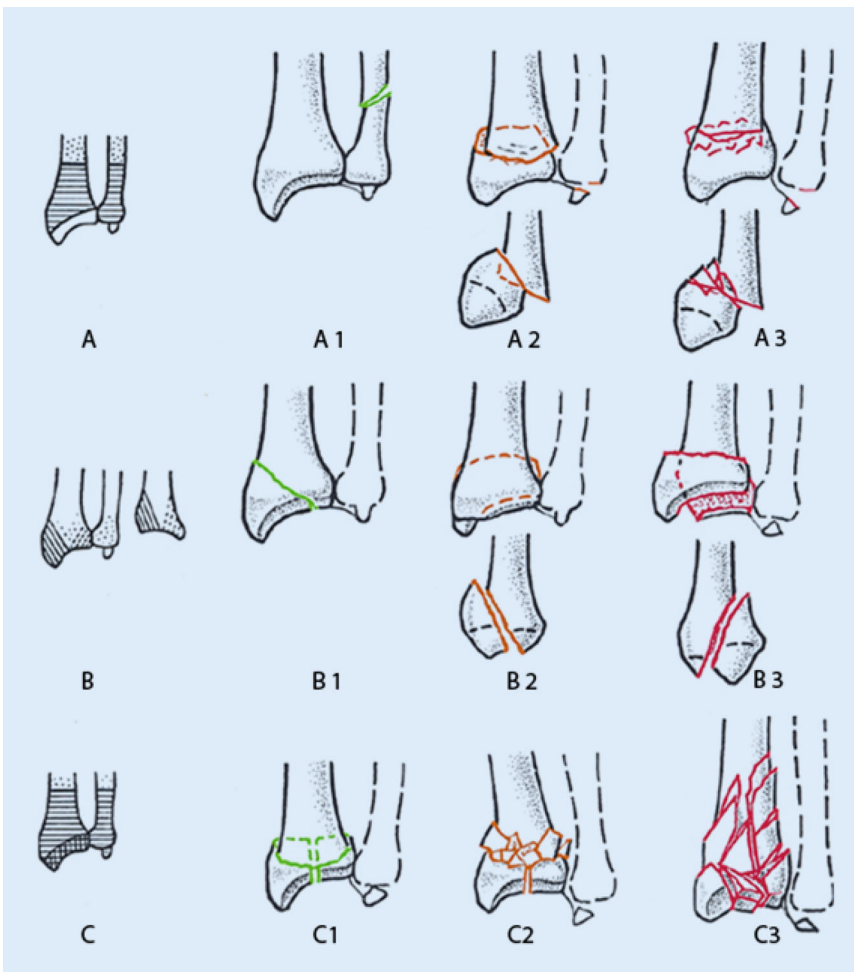


Abb. 2 ▲ AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese)-Klassifikation, Radius/Ulna, distal [27]

len Radiusfraktur nach der Frakturmorphologie (■ **Abb. 2**) durchgesetzt. Hiermit wurden die Einteilungen nach Smith (1941) und Colles (1934), die besonders auf den Unfallmechanismus bezogen waren, sowie die Einteilung nach Frykman [11], der zwischen intra- und extraartikulären Frakturen sowie der Mitbeteiligung der Ulna unterschied, abgelöst. Die AO-Klassifikation unterteilt in:

- extraartikuläre A-Frakturen,
- partiell intraartikuläre B-Frakturen und
- intraartikuläre/metaphysäre C-Frakturen.

Klinischer Anspruch: funktionelles Ergebnis

Neben den Anforderungen an das postoperative Röntgenergebnis werden natürlich auch Anforderungen an das postoperative funktionelle Ergebnis gestellt. Eine schmerzfreie Beweglichkeit spielt insbesondere bei jungen Patienten – ebenso wie Bewegungsumfang und Kraft – eine besondere Rolle. Außerdem hat die Vermeidung der postoperativen Arthrose bei jungen, berufstätigen Patienten eine herausragende Bedeutung. Bei älteren Patienten kommen sozioökonomische Aspekte zum Tragen. Eine eingeschränkt einsetzbare obere Extremität kann bei Älteren den Verlust der Selbstständigkeit bedeuten. Unabhängig vom Alter sollte eine schmerzfreie Beweglichkeit des Handgelenkes erzielt werden.

Röntgendiagnostik

Bei Patienten mit klinischem Verdacht auf eine Verletzung im Bereich des Handgelenkes wird zunächst eine konventionelle Röntgenaufnahme in a.-p. und seitlichem Strahlengang angefertigt. Hierbei lassen sich Abweichungen von anatomischen Winkeln (■ **Abb. 1**) bestimmen. Außerdem können der Frakturtyp (■ **Abb. 2**) und die Dislokation bestimmt werden.

Bei eingeschränkter Beurteilbarkeit hinsichtlich der Beteiligung der Gelenkflächen und der Handwurzelknochen im konventionellen Röntgenbild (■ **Abb. 3a, b**) kann die Diagnostik mit

tels Computertomographie (CT) erweitert werden (▣ **Abb. 3d, f**). Anhand der CT-Bildgebung kann bei bestehender Operationsindikation eine detaillierte präoperative Planung stattfinden. Eine 3-dimensionale Darstellung des Handgelenkes aus dem CT-Datensatz erleichtert die Beurteilung der Frakturmorphologie zusätzlich (▣ **Abb. 3c**).

Indikation zur operativen Therapie

Die Indikation zur operativen Therapie wird anhand der Instabilitätskriterien nach Jupiter und dem Ausmaß der Gelenkbeteiligung (AO-Klassifikation) gestellt. Instabilität besteht danach beim Vorliegen einer dorsalen Trümmerzone, einer Mehrfragmentfraktur, einer Flexionsfraktur, dem Verlust der radialen Länge von mehr als 2 mm, einer Dorsalabkipfung von mehr als 20°, dem Abriss des Processus styloideus ulnae sowie bei einer radioulnaren Instabilität [12]. Zur den radiologischen Zeichen der Instabilität zählen darüber hinaus noch eine Änderung der radialen Inklination von mehr als 5° sowie der Verlust der Palmarabkipfung von 10°. Außerdem besteht eine Operationsindikation bei offenen Frakturen, intraartikulären, irreponiblen und sekundär dislozierten Frakturen (▣ **Infobox 1**). Bei komplexen Begleitverletzungen der Nerven oder Gefäße sowie bei Durchblutungsstörungen nach Reposition besteht ebenfalls eine Operationsindikation. Relative Operationsindikationen stellen die beidseitige Fraktur, Mehretagenverletzungen, Mehrfachverletzte sowie operationspflichtige lokale Zusatzverletzungen dar [13].

Operationsverfahren: palmare Plattenosteosynthese

Bei der Plattenosteosynthese des distalen Radius haben sich winkelstabile Implantate durchgesetzt [14]. Der palmare Zugang wird nicht zuletzt wegen der wesentlichen Vorteile der guten Weichteildeckung mit geringerer Sehnenirritation und des geringeren operativen Traumas bevorzugt. Der operative Zugang erfolgt hierbei nach Henry [15]. Dabei wird radial der M.-flexor-carpi-radialis (FCR)-Sehne zugegangen, um den R. palma-

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 4]: 18:S346–S352 DOI 10.1007/s10039-016-0153-6
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

M. Kalbitz · F. Gebhard

Distale Radiusfraktur. Konservativ versus operativ

Zusammenfassung

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des älteren Patienten. In Abhängigkeit der Frakturmorphologie und der Komorbidität bestehen verschiedene Therapieoptionen. Konservative und operative Therapie konkurrieren hinsichtlich des anatomischen und funktionellen Ergebnisses. Bei der konservativen Therapie handelt es sich um ein bewährtes und komplikationsarmes Verfahren. Jedoch kann die geschlossene Reposition und Retention im Gips bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung oder bei instabilen Frakturen nur begrenzt angewandt werden. Der Patientenkomfort ist bei 6-wöchiger Gipsbehandlung der operativen Therapie unterlegen. Die winkelstabile palmare Plattenosteosynthese bietet die Möglichkeit

der anatomischen Rekonstruktion der radialen Gelenkfläche sowie einer frühzeitigen physiotherapeutischen Behandlung. Auf der anderen Seite ist die operative Therapie häufiger mit Komplikationen wie Sehnenirritationen, Nervenkompression oder Infekten assoziiert. Zusammenfassend ist die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese des distalen Radius bei Beachtung der Frakturmorphologie, der Kontraindikationen und der Komorbidität ein sicheres und erprobtes Verfahren.

Schlüsselwörter

Komorbidität · Gips · Plattenosteosynthese · Physiotherapie · Komplikationen

Distal radius fractures. Conservative versus operative

Abstract

Distal radius fractures are the most frequent fractures in elderly patients. Different treatment strategies are available for distal radius fractures depending on the fracture morphology and patient comorbidities. Conservative and operative treatment strategies are in competition concerning anatomical and functional outcome. Conservative therapy is a well-proven procedure associated with low complication rates; however, closed repositioning and retention in a plaster cast have only a limited use for fractures with joint involvement or unstable fractures. A 6-week treatment in a plaster cast is inferior to operative treatment with respect to patient comfort. Angle stable

palmar locking plates provide the possibility of anatomical reconstruction of the wrist joint combined with early physiotherapy. In contrast, operative treatment is more frequently associated with complications, such as nerve compression, tenovaginitis and infections. In summary, angle stable palmar locking plates are a safe and well-established procedure for distal radius fractures if fracture morphology, contraindications and comorbidities are taken into account.

Keywords

Comorbidities · Plaster cast · Bone plates · Physiotherapy · Complications

ris des N. medianus zu schonen. Die Plattenlage darf die sog. Watershed-Linie (▣ **Abb. 4**) nicht überschreiten [16].

Hiermit wird eine Irritation der Beugesehnen am Handgelenk vermieden [17, 18]. Weitere Komplikationen bei palmarer Plattenosteosynthese stellen bei zu lang gewählten Schrauben oder durch Bohren das Eindringen in das Extensor-kompartiment und bei zu distal platzierten Schrauben eine Penetration in das Radiokarpalgelenk dar [17]. Bei ausgeprägter Dorsalabkipfung und dorsaler Trümmerzone (▣ **Abb. 5a, b**) ist nach geschlossener Reposition die Retention

im Gips oft nicht möglich (▣ **Abb. 5c, d**). Durch volare winkelstabile Plattenosteosynthese lässt sich hierbei ein sowohl radiologisch (▣ **Abb. 5e, f**) als auch funktionell gutes Ergebnis erzielen. Somit stellt diese ein sicheres und effizientes Verfahren bei instabilen Frakturen und bei Verlust der palmaren Inklination dar [19, 20].

Eine besondere Herausforderung bei der operativen Therapie stellt die AO-Typ-C3-Fraktur dar. Diese zeichnet sich durch eine mehrfragmentäre Situation der Gelenkfläche und der metaphysären



Abb. 3 ▲ AO-Typ-C3-Fraktur. Konventionelles Röntgen **a** seitlich und **b** a.-p. c 3-D-Rekonstruktion des Handgelenkes aus CT-Datensatz. CT des Handgelenkes **d** sagittal, **e** frontal und **f** transversal

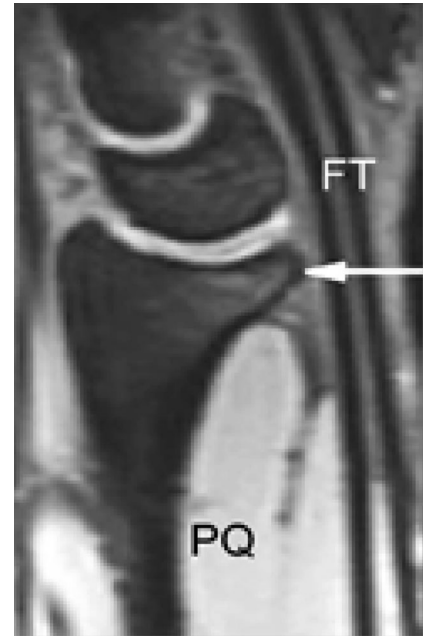


Abb. 4 ▲ Watershed-Linie (Pfeil). Pronator Quadratus Linie (PQ), Flexor Tendon (FT) = Beugesehne. (Mit freundl. Genehmigung Wolters Kluwer Verlag GmbH Deutschland [17])



Abb. 5 ▲ **a** Verkürzung im a.-p.-Röntgen, Repositionsversuch im Gips und **b** ausgeprägte Dorsalabkippung im seitlichen Strahlengang **c** a.-p. und **d** seitlich. **e**, **f** Postoperatives Röntgen des Handgelenkes mit Darstellung der palmar liegenden winkelstabilen Platte und aufgerichteter Fraktur

Zone aus, was eine ausgeprägte Instabilität bedingt (■ **Abb. 6**).

Eine weitere Herausforderung bei der palmaren Plattenosteosynthese stellen osteoporotische Frakturen dar (■ **Abb. 7**).

Indikation zur Metallentfernung der palmaren Platte am Radius

Nach knöcherner Konsolidierung ist in der Regel nach ca. 6 Monaten eine Metallentfernung der palmaren winkel-

stabilen Platte möglich. Irritation der Beugesehnen mit Tendovaginitis, Implantatversagen, sekundäre Dislokation, Pseudarthrose und die postoperative Infektion stellen weitere Operationsindikationen dar [21]. Es konnte gezeigt werden, dass bei symptomatischen Patienten mit volar prominenter Platte in Höhe der Watershed-Linie eine elektive Metallentfernung nach knöcherner Konsolidierung der Fraktur das Risiko einer Ruptur der Flexorenhnen

minimiert [22]. Bei jungen Patienten, implantatassoziierten Beschwerden oder auf Wunsch des Patienten kann eine vorgezogene Metallentfernung in Erwägung gezogen werden.

Konservative Therapie

Die konservative Therapie besteht aus geschlossener Reposition und Retention im Gips (■ **Abb. 8**).

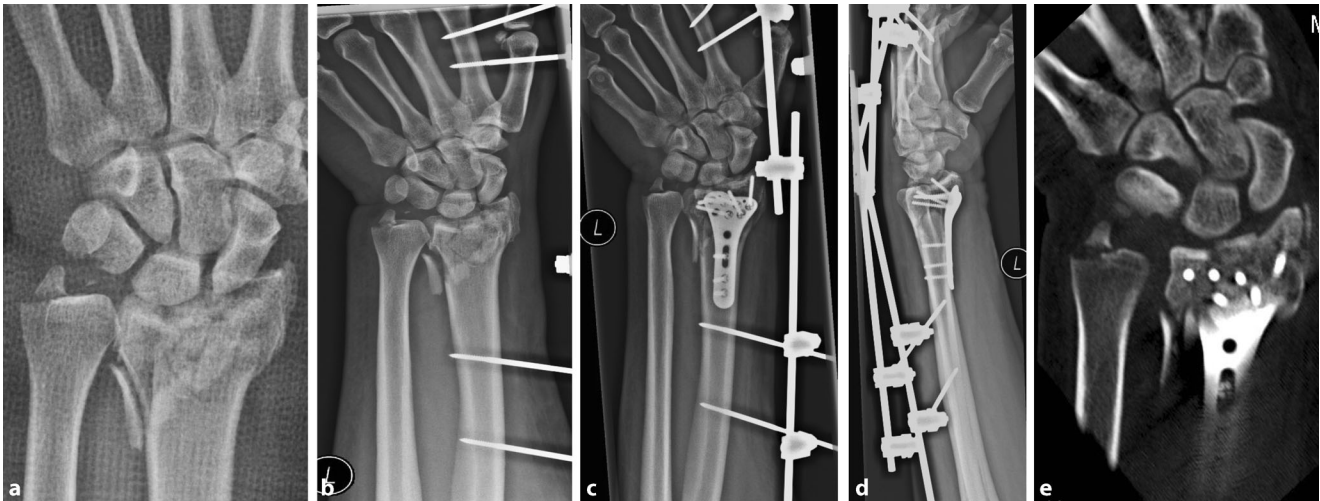


Abb. 6 ▲ **a** Distale Radiusfraktur AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)-Typ-23-C3. **b** Zweitzeitige operative Versorgung, zunächst mit Fixateur externe. **c, d** Nach Konsolidierung der Weichteile palmare winkelstabile Plattenosteosynthese unter Belassung des Fixateur externe zur zusätzlichen Stabilisierung (**c** a.-p. und **d** seitliches Röntgenbild). **e** Postoperative Kontrolle der radialen Gelenkfläche mittels Computertomographie



Abb. 7 ◀ Osteoporotische distale Radiusfraktur AO-Typ-23-A3. A.-p.-Röntgen **a** prä- und **c** postoperativ. Seitliches Röntgen **b** prä- und **d** postoperativ. Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius und an der distalen Ulna

Bei älteren Patienten erfolgt die Reposition vornehmlich durch den Aushang im „Mädchenfänger“, während bei jüngeren Patienten ohne osteoporotische Trümmerzone eine manuelle Reposition ggf. in Bruchspaltanästhesie erforderlich sein kann. Kann hierdurch kein zufriedenstellendes Repositionsergebnis erreicht werden oder erweist sich Retention im Gips mit erneuter Frakturdislokation als unzureichend, stellt das in der Regel ebenso eine Operationsindikation dar. Bei Osteoporose erhöht sich die Gefahr einer sekundären Dislokation nach geschlossener Reposition und Gipsanlage auf 30–50 % [23]. Wiederholte Repositionsmanöver verbieten sich im Hinblick auf Weichteilschädigung und aufgrund des Zusammenhangs mit der Entstehung des komplexen regio-

nen Schmerzsyndroms („complex regional pain syndrome“, CRPS).

Zunächst wird bis zum Abschwellen der Weichteile eine Gipsschiene, die in Abhängigkeit vom Frakturtyp dorsal oder palmar angebracht wird, oder ein gespaltenen Gips angelegt. Nach Abschwellen der Weichteile kann dann auf einen zirkulären Gips gewechselt werden. Engmaschige Röntgenkontrollen ermöglichen ein frühzeitiges Erkennen einer sekundären Dislokation [24].

Diskussion

In den letzten Jahren ist eine deutliche Zunahme der operativen Therapie zu verzeichnen, dennoch werden weiterhin 70 % der distalen Radiusfrakturen konservativ therapiert [25]. Ein Vorteil der

konservativen Therapie ist, dass sie ubiquitär verfügbar ist. Sozioökonomisch attraktiv sind die geringen Kosten und die Möglichkeit einer ambulanten Behandlung. Nachteilig sind der geringere Patientenkomfort aufgrund der Notwendigkeit einer 6-wöchigen Gipsruhigstellung, die im Vergleich zur operativen Therapie erhöhte Re-Dislokationsgefahr und die der Immobilisation der Gelenke im Gips geschuldete schlechtere Gelenkfunktion bei Gipsabnahme durch Kapselschrumpfung.

Demgegenüber bietet die operative Therapie mittels einer palmaren winkelstabilen Platte die Möglichkeit einer raschen Übungs- und Belastungsstabilität. Nachteilig sind hier die zum Teil erforderliche stationäre Behandlung und das Risiko operationsassozii-

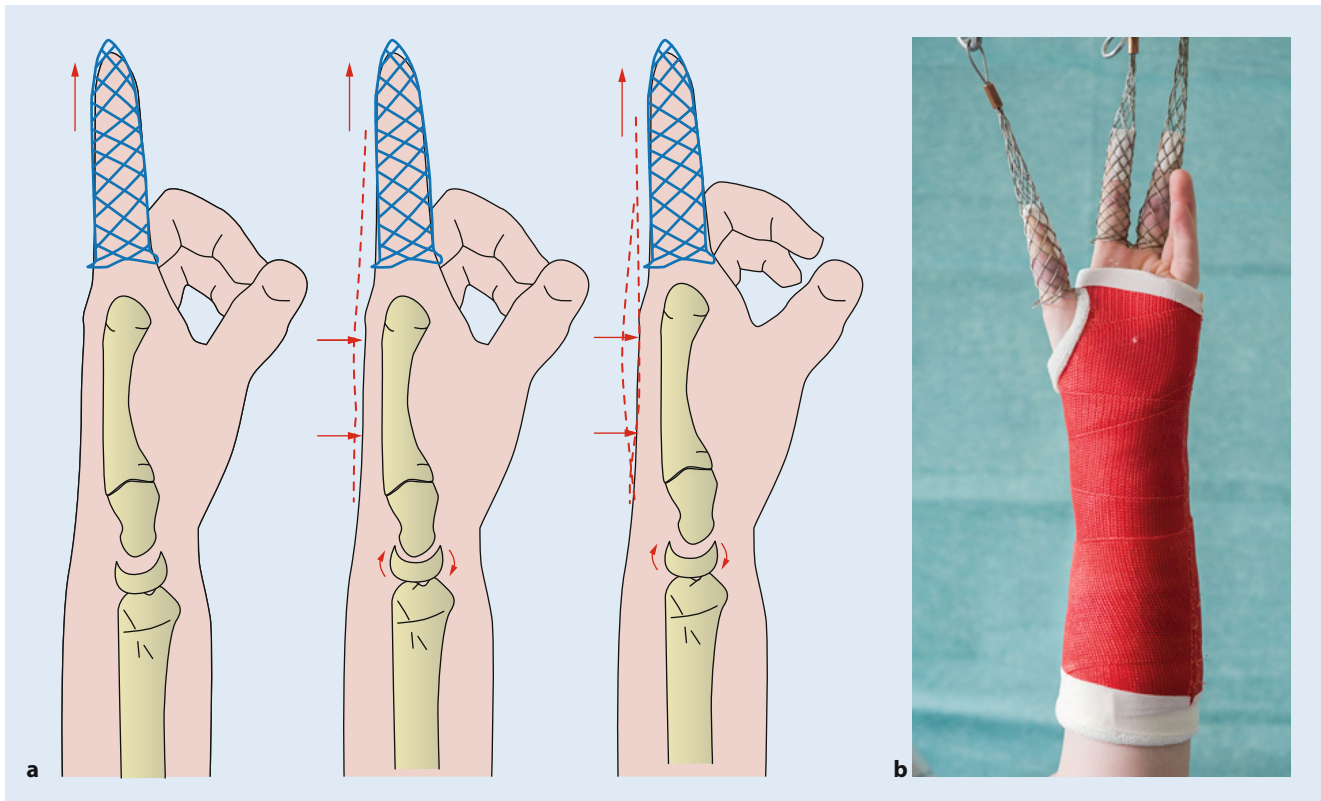


Abb. 8 ▲ a Geschlossene Reposition der distalen Radiusfraktur im Aushang mit „Mädchenfänger“ und b Retention im gespaltenen Unterarmgips

ierter Komplikationen. Außerdem ist das operative Verfahren insgesamt teurer – dies nicht zuletzt aufgrund der möglichen Metallentfernung, die nach einer 2013 publizierten Studie bei 34 % durchgeführt wird [21]. Revisionsbedürftige Komplikationen wie Infekte oder Nervenkompression nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese von AO-Typ-C-Frakturen traten in einer Multicenterstudie („open reduction and internal fixation versus casting for highly comminuted intraarticular fractures of the distal radius“, ORCHID) nicht auf [26].

Fazit für die Praxis

- Zusammenfassend stellt die **palmarer winkelstabile Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur ein erprobtes, erfolgreiches und komplikationsarmes Osteosyntheseverfahren dar.**
- Dies hat in den letzten Jahren zu einer großen Akzeptanz der Indikati-

onststellung der operativen Therapie der distalen Radiusfraktur geführt.

- Der Patient sollte allerdings präoperativ über die Alternative des konservativen Verfahrens aufgeklärt werden.

Korrespondenzadresse

Dr. med. M. Kalbitz

Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Ulm
 Albert-Einstein-Allee 23, 89081 Ulm, Deutschland
 m.kalbitz@googlemail.com

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Kalbitz und F. Gebhard geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Bartl C et al (2014) The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients. *Dtsch Arztebl Int* 111(46):779–787
2. Brogren E, Petranek M, Atroshi I (2007) Incidence and characteristics of distal radius fractures in a southern Swedish region. *Bmc Musculoskelet Disord* 8:48
3. Beattie K et al (2015) Estimating osteoporotic fracture risk following a wrist fracture: a tale of two systems. *Arch Osteoporos* 10:13
4. Geissler WB et al (1996) Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 78(3):357–365
5. Richards RS et al (1997) Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg Am* 22(5):772–776
6. The classic. On the fracture of the carpal extremity of the radius. Abraham Colles, *Edinburgh Med Surg J* 1814. *Clin Orthop Relat Res*, 1972. 83:3–5
7. Diaz-Garcia RJ et al (2011) A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly. *J Hand Surg Am* 36(5):824–835
8. Arora R et al (2011) A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. *J Bone Joint Surg Am* 93(23):2146–2153
9. Sharma H et al (2014) Outcomes and complications of fractures of distal radius (AO type B and C): volar

- plating versus nonoperative treatment. *J Orthop Sci* 19(4):537–544
10. Siebert HR, Klönz A (2005) Fracture of the distal radius. *Unfallchirurg* 108(2):135–153
 11. Frykman G (1967) Fracture of the distal radius including sequelae—shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand Suppl*.108:3
 12. Jupiter JB (1991) Fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 73(3):461–469
 13. Schneppendahl J, Windolf J, Kaufmann RA (2012) Distal radius fractures: current concepts. *J Hand Surg Am* 37(8):1718–1725
 14. Horst TA, Jupiter JB (2016) Stabilisation of distal radius fractures: Lessons learned and future directions. *Injury* 47(2):313–319
 15. Krimmer H et al (2004) Palmar fixed angle plating systems for instable distal radius fractures. *Unfallchirurg* 107(6):460–467
 16. Imatani J et al (2012) An anatomical study of the watershed line on the volar, distal aspect of the radius: implications for plate placement and avoidance of tendon ruptures. *J Hand Surg Am* 37(8):1550–1554
 17. Arora R et al (2007) Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma* 21(5):316–322
 18. Soong M et al (2011) Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 93(4):328–335
 19. Osada D et al (2008) Prospective study of distal radius fractures treated with a volar locking plate system. *J Hand Surg Am* 33(5):691–700
 20. Richard MJ et al (2011) Analysis of the complications of palmar plating versus external fixation for fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am* 36(10):1614–1620
 21. Snoddy MC et al (2015) Incidence and reasons for hardware removal following operative fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 40(3):505–507
 22. Kitay A et al (2013) Volar plate position and flexor tendon rupture following distal radius fracture fixation. *J Hand Surg Am* 38(6):1091–1096
 23. Gehrmann SV, Windolf J, Kaufmann RA (2008) Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *J Hand Surg Am* 33(3):421–429
 24. Lichtman DM et al (2011) American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on: the treatment of distal radius fractures. *J Bone Joint Surg Am* 93(8):775–778
 25. Chung KC, Shauer MJ, Birkmeyer JD (2009) Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am* 91(8):1868–1873
 26. Bartl C et al (2011) Open reduction and internal fixation versus casting for highly comminuted and intra-articular fractures of the distal radius (ORCHID): protocol for a randomized clinical multicenter trial. *Trials* 12:84
 27. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (1992) *Manual der Osteosynthese*, 3. Aufl. Springer, Berlin