

# Die distale Radiuskorrekturosteotomie – Indikation, therapeutisches Vorgehen

Roman Wolters, Hermann Krimmer



Trotz aller Verbesserungen bezüglich der operativen Versorgung distaler Radiusfrakturen durch optimierte Osteosynthesematerialien und einem differenzierten Verständnis der Frakturmorphologie ist die in Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur immer noch eine herausfordernde Komplikation. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die verschiedenen Fehlstellungsformen und deren operative Korrekturmöglichkeiten.

## Einleitung

Die in Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur ist immer noch eine herausfordernde Komplikation. Die daraus resultierenden Beschwerden reichen von Schmerzen, Bewegungseinschränkung und Kraftverlust im Bereich des Handgelenks bis zu einem veränderten äußeren Erscheinungsbild im Sinne einer Bajonettstellung und der Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose. Da die Folgen inzwischen hinreichend bekannt sind, geht die Tendenz zu einer möglichst frühzeitigen Korrektur.

Auch bei Krankheitsbildern wie der Madelung-Deformität und der kongenitalen Deformation im Bereich des distalen Radioulnargelenks kann eine distale Radiuskorrektur indiziert sein.

Ziel sind hierbei die Schmerzreduktion und die Prävention frühzeitiger arthrotischer Veränderungen.

## Indikationen

### In Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur

Die Verbesserung der präoperativen Diagnostik durch die standardmäßige Anfertigung einer präoperativen Computertomografie (CT), ggf. auch mit 3-D-Rekonstruktion, bei intraartikulären und komplexen distalen Radiusfrakturen hat in den letzten Jahren zu einem besseren Verständnis der Frakturmorphologie geführt.

Zudem trägt die Weiterentwicklung des Osteosynthesematerials mit zahlreichen winkelstabilen Spezialplatten – passend zur jeweiligen Frakturmorphologie – zu einem besseren postoperativen Outcome und zur Vermeidung von Sekundärdisklokationen bei.

Früher galt die Devise, bei postoperativer Fehlstellung vor einer Korrekturosteotomie zunächst die vollständige knöcherne Konsolidierung abzuwarten. Heutzutage wartet man nicht mehr bis zur Ausheilung, da man inzwischen weiß, dass eine möglichst frühzeitige Stellungskorrektur zu einer raschen Beschwerdebesserung führt und Folgeschäden im Sinne einer posttraumatischen Arthrose oder der Ausbildung eines komplexen regionalen Schmerzsyndroms (CRPS) vermieden werden können [1,2].

### Merke

**Eine Stellungskorrektur sollte möglichst frühzeitig erfolgen.**

Auch ein bestehendes und durch die Fehlstellung unterhaltenes CRPS bessert sich meistens nach einer Stellungskorrektur.

Grundsätzlich besteht die Indikation für eine Korrekturosteotomie bei extraartikulären Frakturen bei einer Ausheilung in Fehlstellung betreffend die dorsopalmare und die radioulnare Inklination sowie bei einer Radiusverkürzung [3]. Bei intraartikulären Fehlstellungen wird die Indikation zudem abhängig von der Ausbildung einer Stufe im Bereich der Gelenkfläche gestellt.

### ABKÜRZUNGEN

CT	Computertomografie
CRPS	complex regional pain syndrome
DRUG	distales Radioulnargelenk
EPL-Sehne	Extensor-pollicis-longus-Sehne
FCR-Sehne	Flexor-carpi-radialis-Sehne
MRT	Magnetresonanztomografie
VAS	visuelle Analogskala



► **Abb. 1** Röntgen des Handgelenks bei einer in Fehlstellung verheilten distalen Radiusfraktur mit dorsaler Abkipfung von 30° und Ulna-Plus-Situation von 2 mm. **a** Röntgenaufnahme p.-a. **b** Röntgenaufnahme seitlich.



► **Abb. 2** Röntgen Handgelenk eines 17-jährigen Patienten mit erneutem massivem Ulnavorschub nach vorausgegangener Korrekturosteotomie mit palmarer Plattenosteosynthese. **a** Röntgenaufnahme p.-a. **b** Röntgenaufnahme seitlich.

Zugleich bestehende Fehlstellungen im Bereich des distalen Radioulnargelenks (DRUG) und ein aus einer Radiusverkürzung resultierendes Ulna-impaction-Syndrom verursachen häufig ulnokarpale Schmerzen.

Das radiologische Bild muss jedoch immer in Zusammenhang mit dem bestehenden klinischen Bild gesehen werden:

- Bei jüngeren Patienten stehen präventive Effekte wie die Vermeidung einer posttraumatischen Arthrose neben den klinischen Beschwerden im Vordergrund.
- Bei älteren Patienten stehen hingegen die Beschwerden im Vordergrund, sodass bei weitgehender Schmerzfreiheit die Indikation zur Korrekturosteotomie zurückhaltend gestellt werden sollte.

Bei Vorliegen eines CRPS muss eine Fehlstellung radiologisch ausgeschlossen werden, da diese das Krankheitsbild verursachen und unterhalten kann.

Nach Feststellung einer entsprechenden klinisch relevanten Fehlstellung, sei es nun nach erfolgter osteosynthetischer Versorgung oder nach konservativer Therapie, sollte die Korrektur möglichst frühzeitig vorgenommen werden (► **Abb. 1**).

### Posttraumatische Wachstumsstörungen

Bei posttraumatischen Wachstumsstörungen des Radius (► **Abb. 2**) resultieren infolge eines frühzeitigen Epiphysenschlusses häufig erhebliche Längendefizite. Aufgrund der Weichteilsituation ist hierbei ein einzeitiges Vorgehen nicht sinnvoll. Vorzuziehen ist ein zweizeitiges Vorgehen durch eine Distraktionsosteotomie. Nach Erreichen des Längenausgleichs erfolgt ein Verfahrenswechsel mit interner winkelstabiler Plattenosteosynthese. Hierdurch werden eine gute Adaptation der Weichteile gewährleistet und aufwendige Knochentransplantationen vermieden (s. a. ► **Abb. 9**).

### Madelung-Deformität

Bei der Madelung-Deformität (► **Abb. 3**) handelt es sich um eine Wachstumsstörung des distalen Radius mit Präferenz des weiblichen Geschlechts. Vickers u. Nielsen [4] konnten nachweisen, dass ursächlich abnorme Bandstrukturen (Vicker-Ligament) vorliegen, die das Wachstum im Bereich der ulnaren Epiphysenfuge des Radius blockieren. Nach eigener Erfahrung findet sich intraoperativ teilweise auch abnorme Muskulatur, die unter Überbrückung der palmaren ulnaren Epiphysenfuge des Radius zum Karpus zieht.

Wird die Erkrankung in einem frühen Stadium diagnostiziert, können die abnormen Bandstrukturen reseziert werden, um die Blockade zu beseitigen. Erfolgt die Diagnose jedoch erst in einem späteren Stadium, besteht meist die typische Fehlstellung mit vermehrter radialer Inklination bei gleichzeitiger Abkipfung der ulnaren Radiusgelenkfläche nach palmar (s. ► **Abb. 3**). Daraus resultiert eine Proximalisierung des Os lunatum zwischen Radius und Ulna bei dorsaler Fehlstellung des Ulnakopfs.

Wenn bereits eine wesentliche Fehlstellung vorliegt, besteht die Möglichkeit zur Radiuskorrekturosteotomie. Dies führt bei einer Korrektur im jungen Erwachsenenalter meist zu einer deutlichen Besserung der klinischen Beschwerden, einer Verbesserung des äußeren Erscheinungsbilds und zur Reduktion von sekundären arthrotischen Veränderungen.

Ist der Patient bei Diagnosestellung jedoch bereits älter als 35–40 Jahre, ist eine Korrekturosteotomie oft nicht mehr sinnvoll aufgrund der langen Adaptation an die Fehlstellung. In solchen Fällen sind dann eher Rettungsoperationen indiziert [5].

### Kongenitale Inkongruenz des distalen Radioulnargelenks

Die kongenitale Inkongruenz des DRUG ist meist mit einer Ulna-Minus-Variante mit Deformation der radio-ulnaren Gelenkfläche vergesellschaftet. Dies führt nicht selten zu einem schmerzhaften Impingement, welches sich durch einen positiven Kompressionstest nachweisen lässt. Häufig besteht bei Diagnosestellung noch keine höhergradige Arthrose.

In der Magnetresonanztomografie (MRT) ist oft ein Kontrastmittel-Enhancement im Bereich des DRUG als Zeichen der chronischen Reizung nachzuweisen. Die Deformation stellt häufig eine Präarthrose dar, da sie im späteren Verlauf oft zu einer Arthrose im DRUG führt.

#### Merke

**Die kongenitale Inkongruenz des DRUG führt unbehindert im Verlauf häufig zu einer Arthrose.**

Die Indikation zur Korrekturosteotomie folgt daher neben dem klinischen Effekt durch Schmerzzreduktion einem präventiven Effekt zur Vermeidung der Arthroseentwicklung.

Klinisch besteht häufig eine Einschränkung der Ummwendbewegungen, oft begleitet durch belastungs- und bewegungsabhängige Beschwerden.



► **Abb. 3** Röntgen des Handgelenks bei Madelung-Deformität. **a** Röntgenaufnahme p.-a. **b** Röntgenaufnahme seitlich.



► **Abb. 4** Röntgen des Handgelenks bei kongenitaler Inkongruenz des DRUG. **a** Röntgenaufnahme p.-a. **b** Röntgenaufnahme seitlich.

Das Ziel der Korrekturosteotomie beinhaltet die Wiederherstellung der Neutralstellung mit Korrektur der Incisura ulnaris bei Überlänge des Radius sowie eine Dekompression des DRUG zur Druckentlastung, die durch Reduktion der Spannung der Membrana interossea erreicht wird [6] (► **Abb. 4**).

## Diagnostik

Die gewissenhafte klinische Untersuchung mit Dokumentation des Bewegungsumfangs und die Kraftmessung mithilfe eines Dynamometers im Seitenvergleich sind obligatorisch, ebenso wie die Erfassung der Schmerzintensität anhand einer visuellen Analogskala (VAS) oder eines Handgelenk-Scores.

Vor der Planung und Durchführung einer Korrekturosteotomie muss neben Röntgenbildern in p.-a. und seitlicher Projektion eine aktuelle CT vorliegen. Eine korrekte Analyse der Fehlstellung ist oft erst in der CT möglich. Stufen im Bereich der Gelenkfläche lassen sich erst in der CT zuverlässig beurteilen. Zudem kann einliegendes Osteosynthesematerial bei den Röntgenaufnahmen die Sicht auf den Gelenkspalt und evtl. vorliegende Gelenkstufen verdecken.

Weiterhin muss radiologisch vor Durchführung einer Korrekturosteotomie eine höhergradige Arthrose im Bereich des radiokarpalen Gelenkspalts und im Bereich des DRUG ausgeschlossen werden, da eine fortgeschrittene Arthrose eine Kontraindikation für eine Korrekturosteotomie darstellen kann.

### Merke

**Vor Durchführung einer Korrekturosteotomie muss eine aktuelle CT vorliegen.**

Bei dem Verdacht auf Vorliegen einer angeborenen Fehlstellung müssen Röntgenaufnahmen vom gegenseitigen Handgelenk angefertigt werden.

Bei der Madelung-Deformität sollte ebenfalls das gegenseitige Handgelenk in 2 Ebenen geröntgt werden, da das Krankheitsbild häufig beidseits vorliegt.

## Operatives Vorgehen

### Posttraumatische Fehlstellungen

#### Extraartikuläre Fehlstellung

Früher erfolgte die Korrekturosteotomie bei dorsalen Fehlstellungen über einen dorsalen Zugang und bei palmaren Fehlstellungen über einen palmaren Zugang.

Allerdings gestaltet sich bei einer Korrektur von dorsal eine exakte Einstellung der anatomischen Stellungsverhältnisse schwierig. Die Arbeitsgruppe von Lanz bevorzugte daher frühzeitig einen palmaren Zugang mit distaler Vormontage der Korrekturplatte [7, 8]. Mit Entwicklung der winkelstabilen Implantate mit zweireihiger distaler Abstützung setzte sich diese Technik mehrheitlich durch.



► **Abb. 5** Intraoperative Eröffnung des 3. Strecksehnenfachs.

Bei der Technik nach Lanz wird der palmare Zugang zur besseren Übersicht distal Y-förmig erweitert. Wenn keine wesentliche Verkürzung besteht, erfolgt der Zugang, wie bei der distalen Radiusfraktur, zwischen der Flexor-carpi-radialis-(FCR)-Sehne und der A. radialis.

Bei einer Fehlstellung des Radius mit ausgeprägter Verkürzung erfolgt der Zugang hingegen radial der A. radialis, um das 1.–3. Strecksehnenfach subperiostal ablösen zu können und um eine Blockade der Korrektur durch Weichteile zu vermeiden.

Grundsätzlich wird das 3. Strecksehnenfach gespalten, um eine sekundäre Ruptur der Extensor-pollicis-longus-(EPL)-Sehne durch scharfe Osteotomieanten oder Hämatombildung zu vermeiden (► **Abb. 5**).

Nach Darstellung der palmaren distalen Radiusfläche wird die Korrekturplatte distal mit 3–4 Schrauben vormontiert. Als erste Schraube wird eine Kortikalischraube eingebracht, bei den weiteren winkelstabilen Schrauben wird der Schraubenkopf nicht vollständig eingedreht. Bei einer ausgeprägten dorsalen Abkipfung müssen die distalen Schrauben ggf. nach proximal vorgebohrt werden, um eine intraartikuläre Schraubenlage zu vermeiden. Die Platte wird hierbei im gewünschten Korrekturwinkel montiert (s. u.).

Bei der von uns verwendeten Korrekturplatte (Korrekturplatte, Fa. Medartis) verläuft der distale Plattenrand hierbei parallel zur Gelenkfläche des Radius.

Da bei ausgeprägten Fehlstellungen die Watershed-Linie oft nicht mehr erkennbar ist, muss die Plattenlage ggf. mit dem Bildwandler kontrolliert werden.

Bei einem bestehenden Inklinationsverlust in der p.-a. Ebene muss die vormontierte Platte proximal nach ulnar absteigen. Nach durchgeführter Korrekturosteotomie kommt die Platte proximal dann zentral auf dem Radius zum Liegen.

Um die dorsale Abkipfung zu korrigieren, muss die Platte nach Vormontage proximal vom Radiusschaft abstehen. Der Winkel zwischen Platte und Radiusschaft entspricht hierbei dem gewünschten Korrekturwinkel.

#### Merke

Bei der distalen Vormontage müssen die Korrekturwinkel in p.-a. und seitlicher Projektion berücksichtigt werden.

Die Firma Medartis (Medartis AG, Basel, Schweiz) bietet zur Festlegung des Korrekturwinkels ein spezielles Instrumentarium an, welches im Plattenschaft platziert wird und eine exakte Winkeleinstellung gewährleistet (► **Abb. 6**).

Danach wird die vormontierte Platte wieder entfernt. Unter Bildwandlerkontrolle wird jetzt die Osteotomieebene festgelegt. Sie kann mit einem Kirschner-Draht markiert werden. Sie entspricht meistens der ehemaligen Frakturebene.

#### Cave

Es ist unbedingt drauf zu achten, dass die Osteotomie knapp proximal des DRUG vorgenommen wird, um die Gelenkflächen des DRUG nicht zu beschädigen.

Bei der Osteotomie werden die Strecksehnen mit einem subperiostal eingebrachten Hohmann-Knochenheber geschützt. Zur Vermeidung thermischer Nekrosen sollte stets ein frisches Sägeblatt verwendet werden.

Nach durchgeführter Osteotomie wird die Platte wieder in den vobesetzten Löchern montiert und anschließend die Platte an den Radiusschaft angelegt, wodurch die exakte Wiederherstellung der Gelenkflächenwinkel resultiert. Die Platte kann hierbei im Schaftbereich temporär mit einer stumpfen Repositionszange fixiert werden.

Unter dem Bildwandler wird nun die Korrekturstellung kontrolliert. Hierbei ist auch auf den korrekten Längenausgleich mit Neutralstellung oder leichter Minusstellung (-1 mm) der Ulna zu achten. Das Einbringen eines Pseudarthrosenspreizers in den Osteotomiespalt erleichtert den Längenausgleich, insbesondere bei größeren Distanzen.

Anschließend werden die Plattenlöcher im Schaftbereich besetzt.

Bei den selteneren Fehlstellungen mit einer palmaren Abkipfung der Radiusgelenkfläche kann bei der Osteotomie meist die dorsale Kortikalis stehen gelassen wer-



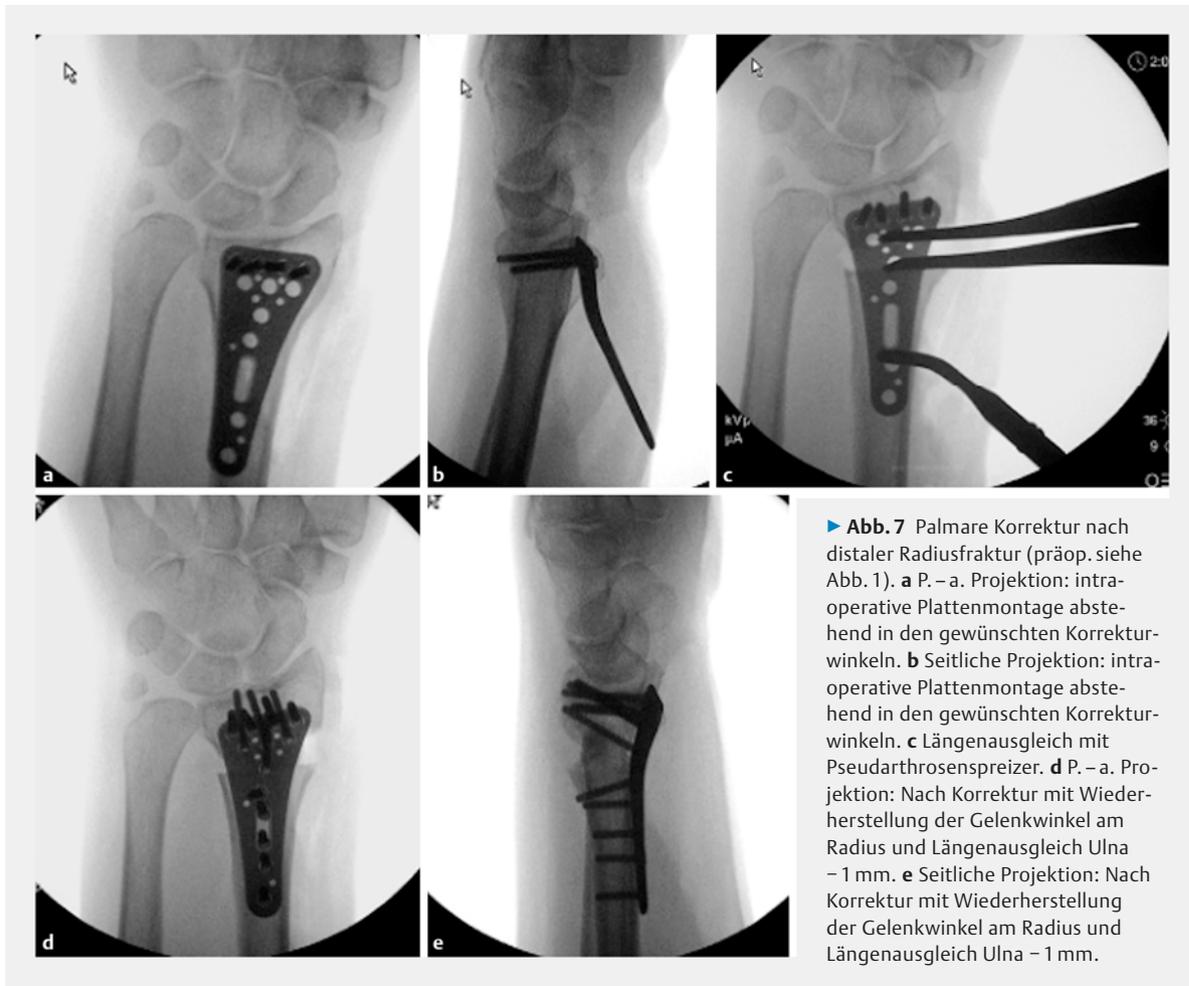
► **Abb. 6** Instrumentarium zur Einstellung des gewünschten Korrekturwinkels (mit freundlicher Genehmigung Fa. Medartis AG, Basel Schweiz).

den. Dann kann die Fehlstellung durch palmares Aufklappen der Osteotomie in „Open-Book-Technik“ korrigiert werden.

Da die Korrektur heute standardmäßig mit einer winkelstabilen Platte mit zweireihiger distaler Abstützung vorgenommen wird, kann bei guter Knochenqualität ein Osteotomiespalt von 6–8 mm ohne Interposition von Beckenkammspongiosa belassen werden.

Bei größeren Defekten sollte ein spongiöser oder kortikospongiöser Beckenkammspan interponiert werden, welcher mit einer Plattenschraube gefasst wird. Alternativ kann Knochenersatzmaterial oder allogener Hüftkopfknochen interponiert werden.

Bei anatomischen Stellungsverhältnissen am distalen Radius (korrekte Inklination der Gelenkflächen) ist bei einer reinen Radiusverkürzung die Ulnaverkürzungsosteotomie eine gute Alternative, da diese mit den inzwischen gängigen winkelstabilen Ulnaverkürzungsplatten kontrolliert und sicher durchgeführt werden kann.



► **Abb. 7** Palmare Korrektur nach distaler Radiusfraktur (präop. siehe Abb. 1). **a** P.–a. Projektion: intraoperative Plattenmontage abstehend in den gewünschten Korrekturwinkeln. **b** Seitliche Projektion: intraoperative Plattenmontage abstehend in den gewünschten Korrekturwinkeln. **c** Längenausgleich mit Pseudarthrosenspreizer. **d** P.–a. Projektion: Nach Korrektur mit Wiederherstellung der Gelenkwinkel am Radius und Längenausgleich Ulna – 1 mm. **e** Seitliche Projektion: Nach Korrektur mit Wiederherstellung der Gelenkwinkel am Radius und Längenausgleich Ulna – 1 mm.

Nach einer 4-wöchigen Ruhigstellung des Handgelenks in einer Thermoplastschiene erfolgt eine Röntgenkontrolle und ggf. die Freigabe zur funktionellen Nachbehandlung (► **Abb. 7**).

#### Intraartikuläre Fehlstellung

Erfordert eine intraartikuläre Fehlstellung die direkte Sicht auf die Gelenkfläche, kann dies durch eine Korrektur von dorsal realisiert werden. Der Zugang erfolgt hierbei wie bei der dorsalen Frakturversorgung über das 3. Strecksehnenfach und die subperiostale Freilegung des dorsalen Radius mit direktem Einblick auf die Gelenkfläche. Die Osteotomie erfolgt unter Sicht in der ehemaligen Frakturebene mit einem dünnen scharfen Meißel.

#### Merke

Beim dorsalen Zugang kann die Korrekturosteotomie unter direkter Sicht auf die Gelenkfläche erfolgen.

Alternativ besteht die Möglichkeit einer arthroskopisch gestützten Korrektur [9, 10].

Nach Durchführung der Osteotomie können zur leichteren Einstellung der Korrekturstellung K-Drähte als Joystick eingebracht werden. Das Korrekturergebnis kann dann ebenfalls mit Kirschner-Drähten temporär fixiert werden. Die Osteosynthese erfolgt je nach Fraktursituation mit Schrauben oder Platten (► **Abb. 8**).

#### Wachstumsstörungen im Bereich des Radius

Bei posttraumatischen Wachstumsstörungen durch vorzeitigen kompletten oder partiellen Verschluss der Wachstumsfuge resultieren oft erhebliche longitudinale Defekte, welche nicht einzeitig operativ ausgeglichen werden können. In diesen Fällen ist ein zweizeitiges Vorgehen indiziert.

#### Merke

Bei größeren longitudinalen Defekten ist ein zweizeitiges Vorgehen indiziert.

Bei der ersten Operation wird ein Distraktionsfixateur (z. B. Hoffmann-Fixateur, ► **Abb. 9 a, c**) montiert. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei die Montage einer zusätzlichen Schanz-Schraube mit Verbindungsstange in 90° zur Distraktionsebene, um ein palmares Abkippen des distalen Radiusanteils während der Distraktion zu verhindern. Proximal der distalen Schanz-Schrauben und proximal des DRUG wird anschließend die Osteotomie durchgeführt.

Nach einer Woche beginnt die Distraktion mit ca. 0,5 mm pro Tag. Die Distraktionsphase kann Wochen bis mehrere Monate dauern, bis der gewünschte Längenausgleich erreicht ist. In einer zweiten Operation wird dann die Defektzone durch eine Plattenosteosynthese überbrückt und der Fixateur demontiert (► **Abb. 9 d, e**).

## Kongenitale Fehlbildungen

### Madelung-Deformität

Bei der Korrektur einer Madelung-Deformität ist das Ziel die ulnare Anhebung des distalen Radius mit gleichzeitiger Rotation nach dorsal. Die Korrektur erfolgt über den oben beschriebenen palmaren Zugang. Die bereits beschriebenen abnormen Band- oder Muskelanteile werden reseziert. Bei der Osteotomie ist darauf zu achten, dass die Osteotomieebene ulnarseitig knapp proximal des deformierten Radioulnargelenks liegt. Die radiale Kortikalis kann zur besseren Führung meist stehen gelassen werden.

Der distale Radius wird nun mithilfe eines Osteotomie-spreizers in „Open-Book-Technik“ ulnarseitig aufgeklappt. Da zeitgleich eine Dorsalrotation der Radiusgelenkfläche erfolgen soll, muss bei Verwendung einer palmaren Korrekturplatte die anatomische übermäßige Palmarabklippung korrigiert werden.

Nach Einstellung der gewünschten Korrekturposition kann das Repositionsergebnis mit einem Kirschner-Draht temporär fixiert werden. Nach Bildwandlerkontrolle wird dann die Repositionsstellung mit einer palmaren winkelstabilen Korrekturplatte fixiert.

Da es sich bei Korrekturosteotomien der Madelung-Deformität meist um junge Patienten handelt, können Defekte bis 1 cm Breite ohne Interposition eines Spongiosablocks belassen werden (► **Abb. 10**).

### Kongenitale Inkongruenz im Bereich des distalen Radioulnargelenks

Bei einer kongenitalen Inkongruenz des DRUG besteht das Ziel der Korrekturosteotomie in der Wiederherstellung der Neutralstellung bei Überlänge des Radius sowie in einer Dekompression des DRUG zur Druckentlas-



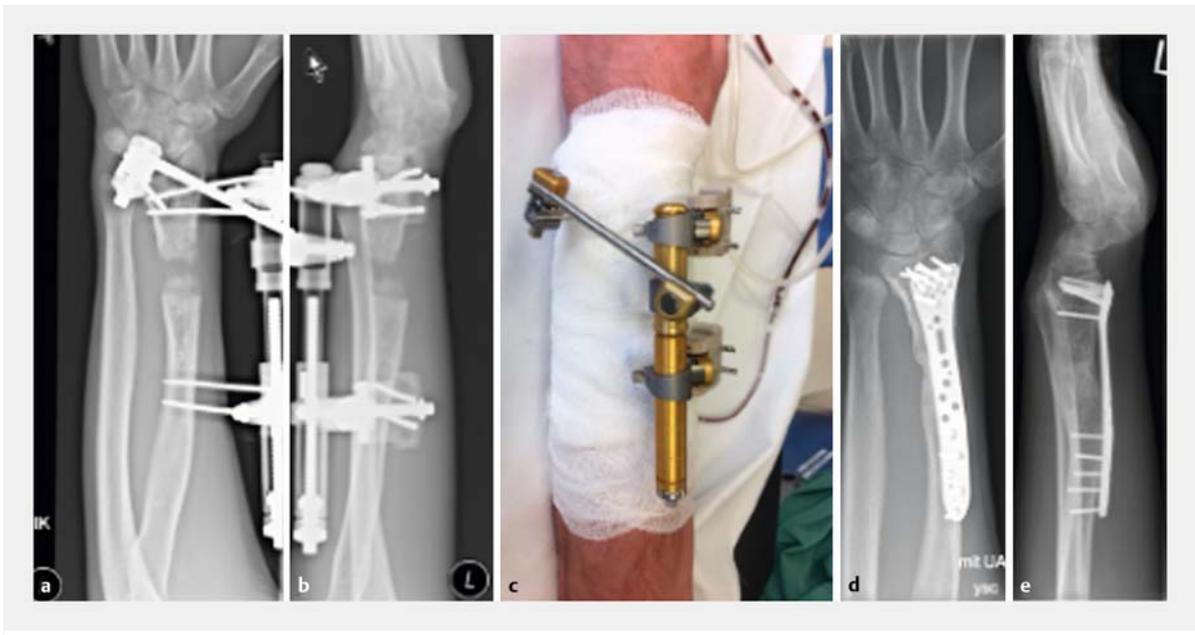
► **Abb. 8** Korrektur einer intraartikulären Stufenbildung nach distaler Radiusfraktur. **a** CT Handgelenk koronar präoperativ. **b** CT Handgelenk sagittal präoperativ. **c** CT Handgelenk koronar postoperativ nach Korrektur von dorsal mit Schraubenosteosynthese. **d** CT Handgelenk sagittal postoperativ nach Korrektur von dorsal mit Schraubenosteosynthese.

tung. Zur Realisierung der Neutralstellung wird die Korrekturplatte in o. g. Weise distal vormontiert. Anschließend wird nach Entfernung der Platte die Osteotomie durchgeführt.

Die Osteotomie erfolgt im Sinne einer Doppelosteotomie mit Verkürzung unter Herausnahme eines radial breiten Knochenkeils. Es ist zu beachten, dass die distale Osteotomieebene proximal der Incisura ulnaris liegt. Dadurch wird eine Korrektur der Incisura ulnaris im Sinne einer Aufrichtung erreicht. Hieraus resultiert bei gleichzeitigem Radialshift (bzw. Ulnashift des Radiuschafts) eine reduzierte Spannung der distalen Membrana interossea und damit eine Dekompression des DRUG.

#### Merke

Die Korrektur bei kongenitaler Inkongruenz des DRUG entspricht einer Closed-Wedge-Osteotomie mit Verkürzung und Radialshift.



► **Abb.9** Korrektur einer erheblichen Radiusverkürzung (präop. s. Abb.2). **a** P.-a. Aufnahme: liegender Distraktionsfixateur. **b** Seitliche Aufnahme: liegender Distraktionsfixateur. **c** Beachte die Montage mit zusätzlicher Querstange. **d** P.-a. Aufnahme: nach Längenausgleich Verfahrenswechsel auf palmare Plattenosteosynthese. **e** Seitliche Aufnahme: nach Längenausgleich Verfahrenswechsel auf palmare Plattenosteosynthese.



► **Abb.10** Korrektur einer Madelon-Deformität. **a** Röntgenaufnahme p.-a. präoperativ. **b** Röntgenaufnahme seitlich präoperativ. **c** Röntgenaufnahme p.-a. postoperativ. **d** Röntgenaufnahme seitlich postoperativ.

Nach erneuter distaler Montage der Platte kann nun der Osteotomiespalt geschlossen werden und die Schrauben im Schaftbereich können nach erfolgter Bildwandlerkontrolle besetzt werden. Ist zusätzlich eine Dekompression des DRUG notwendig, wird das

distale Radiusende nach radial geschiftet. Dabei ist darauf zu achten, dass die ulnarseitige Osteotomiekannte nicht mit dem Ulnaschaft impinget.



► **Abb. 11** Korrektur bei kongenitaler Inkongruenz des DRUG. **a** Röntgenaufnahme p. – a. und seitlich präoperativ. **b** Röntgenaufnahme p. – a. und seitlich postoperativ.

Bei der gewählten Plattenlage muss ein geplanter Radialshift berücksichtigt werden, damit die Platte nach durchgeführtem Shift im Schaftbereich nicht radial übersteht (► **Abb. 11**).

#### ZUSATZINFO

##### Präoperative 3-D-Planung

Die präoperative 3-D-Planung der Korrekturosteotomie ist eine neuere Entwicklung der letzten Jahre. Hierbei wird vorab eine CT der zu operierenden Seite sowie als Referenz eine CT der Gegenseite angefertigt. Computergesteuert wird nun die Fehlstellung analysiert. Die benötigten Sägeschablonen werden mithilfe eines 3-D-Druckers angefertigt. Dieses Verfahren wurde u. a. von der Firma Materialize entwickelt. Auch die benötigten Korrekturplatten können teilweise bereits individuell angefertigt werden [11].

Dieses Verfahren bietet sich v. a. bei komplexen und intraartikulären Fehlstellungen an. Der Vorteil besteht in einer zuverlässigen Vorhersagbarkeit des postoperativen Ergebnisses.

► **Tab. 1** Überblick über die verschiedenen Fehlstellungen und deren Korrekturmöglichkeiten.

Art der Fehlstellung	Korrekturverfahren
extraartikuläre Fehlstellung	palmarer Zugang
	distale Vormontage der palmar-Platte vor Osteotomie unter Berücksichtigung der zu korrigierenden Fehlstellung
intraartikuläre Fehlstellung	dorsaler Zugang mit direkter Sicht auf die Gelenkfläche
	Fixierung der Korrekturstellung durch dorsale Platte oder Schrauben
posttraumatische longitudinale Wachstumsstörung	2-zeitiges Vorgehen mit Distaktionsfixateur
	nach Erreichen der Korrekturstellung Verfahrenswechsel auf palmare Plattenosteosynthese
Madelung-Deformität	palmarer Zugang
	Fixierung der Korrekturstellung durch palmare Platte
kongenitale Inkongruenz des DRUG	palmarer Zugang
	distale Vormontage der palmar-Platte vor Osteotomie
	„Closed-Wedge“-Osteotomie mit Verkürzung und Radialshift
	Fixierung der Korrekturstellung durch palmare Platte

**KERNAUSSAGEN**

- Trotz aller Verbesserungen im Bereich der Versorgung distaler Radiusfrakturen ist die Heilung in Fehlstellung eine herausfordernde Komplikation.
- Da die daraus resultierenden Beschwerden im Sinne von Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und ggf. posttraumatischer Arthrose bekannt sind, ist eine möglichst frühzeitige Korrekturosteotomie indiziert.
- In den meisten Fällen erfolgt die Korrektur über einen palmaren Zugang.
- Wenn ein CRPS durch eine bestehende Fehlstellung unterhalten wird, sollte trotz CRPS eine Korrekturosteotomie vorgenommen werden.
- Auch bei anderen Krankheitsbildern, wie der Madelung-Deformität, kongenitalen Deformitäten des DRUG oder Wachstumsstörungen im Bereich des Radius, können die bestehenden Beschwerden durch eine Radiuskorrekturosteotomie suffizient behandelt werden.

**Schlüsselwörter**

Radiuskorrekturosteotomie, Indikationen, operatives Vorgehen

**Interessenkonflikt**

H. Krimmer: Mitglied im Entwicklungsteam Medartis (Basel), finanzielle Unterstützung bei Kongressbesuchen mit eigenen Vorträgen. R. Wolters gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

**Autorinnen/Autoren****Dr. med. Roman Wolters**

1996–2003 Medizinstudium in Rostock und Tübingen. 2007 Promotion. 2009 Facharzt für Chirurgie. Januar 2012 Zusatzbezeichnung Sportmedizin. Mai 2012 Schwerpunktbezeichnung Unfallchirurgie. August 2013 Facharzt

für Orthopädie und Unfallchirurgie. Seit Oktober 2013 Arzt im Zentrum für Handchirurgie in Ravensburg.

**Prof. Dr. med. Hermann Krimmer**

Medizinstudium in Würzburg. 1978 Approbation und Promotion. 1983 Facharzt Anästhesie. 1988 Zusatzbezeichnung Sportmedizin. 1989 Facharzt Chirurgie. 1993 Zusatzbezeichnung Handchirurgie. 1998 Habilitation. Seit 2005 Leiter Zentrum für Handchirurgie am Klinikum St. Elisabeth Ravensburg und APL-Professur Universität Würzburg.

Zentrum für Handchirurgie am Klinikum St. Elisabeth Ravensburg und APL-Professur Universität Würzburg.

**Korrespondenzadresse**

Prof. Dr. Hermann Krimmer  
Zentrum für Hand- und Fußchirurgie  
Am Krankenhaus St. Elisabeth  
Elisabethenstraße 19  
88212 Ravensburg  
E-Mail: krimmer@handchirurgie-ravensburg.de

**Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen**

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. med. Hermann Krimmer, Ravensburg.

**Literatur**

- [1] Haase SC, Chung KC. Management of malunions of the distal radius. *Hand Clin* 2012; 28: 207–216
- [2] Wehrauch M, Bickert B, Germann G et al. [Functional outcome after corrective osteotomy of the distal radius]. *Unfallchirurg* 2006; 109: 93–100
- [3] Konul E, Krimmer H. [Open wedge corrective osteotomy of malunited distal radius fractures through a palmar approach. A retrospective analysis]. *Unfallchirurg* 2012; 115: 623–628
- [4] Vickers D, Nielsen G. Madelung deformity: surgical prophylaxis (physiolysis) during the late growth period by resection of the dyschondrosteosis lesion. *J Hand Surg* 1992; 17: 401–407
- [5] Saffar P, Badina A. Treatment of Madelung's deformity. *Chir Main* 2015; 34: 279–285
- [6] Krimmer H, Unglaub F, Langer MF et al. The distal radial decompression osteotomy for ulnar impingement syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016; 136: 143–148
- [7] Prommersberger KJ, Van Schoonhoven J, Lanz UB. A radiovolar approach to dorsal malunions of the distal radius. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2000; 4: 236–243
- [8] Prommersberger KJ, Van Schoonhoven J, Lanz UB. Outcome after corrective osteotomy for malunited fractures of the distal end of the radius. *J Hand Surg* 2002; 27: 55–60
- [9] del Piñal F, Clune J. Arthroscopic Management of Intra-articular Malunion in Fractures of the Distal Radius. *Hand Clin* 2017; 33: 669–675
- [10] del Piñal F, Garcia-Bernal FJ, Delgado J et al. Correction of malunited intra-articular distal radius fractures with an inside-out osteotomy technique. *J Hand Surg* 2006; 31: 1029–1034
- [11] Bauer DE, Zimmermann S, Aichmair A et al. Conventional Versus Computer-Assisted Corrective Osteotomy of the Forearm: a Retrospective Analysis of 56 Consecutive Cases. *J Hand Surg* 2017; 42: 447–455

**Bibliografie**

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0621-5467>  
*Handchirurgie Scan* 2018; 07: 141–152  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 2194-8976

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <http://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/CXAX6QY> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512018154654115



### Frage 1

Welche Aussage zum Zeitpunkt der Korrekturosteotomie bei in Fehlstellung verheilte distaler Radiusfraktur ist richtig?

- A Eine Korrekturosteotomie nach distaler Radiusfraktur sollte erst nach vollständiger knöcherner Konsolidierung erfolgen.
- B Eine Korrekturosteotomie nach distaler Radiusfraktur sollte möglichst frühzeitig durchgeführt werden.
- C Der Zeitpunkt für eine Korrekturosteotomie nach distaler Radiusfraktur ist 6–8 Monate nach primärem Trauma optimal.
- D Wenn seit der stattgehabten distalen Radiusfraktur mehr als 2 Jahre vergangen sind, ist eine Korrekturosteotomie nicht mehr sinnvoll.
- E Eine Korrekturosteotomie nach distaler Radiusfraktur innerhalb der ersten 6 Wochen nach Trauma ist als Behandlungsfehler zu werten.

### Frage 2

Welche Aussage zum CRPS ist falsch?

- A Eine Fehlstellung nach distaler Radiusfraktur kann ein CRPS verursachen oder begünstigen.
- B Die Korrekturosteotomie nach distaler Radiusfraktur kann ein bestehendes CRPS günstig beeinflussen oder sogar zu dessen Ausheilung beitragen.
- C Eine zu frühe Korrekturosteotomie löst häufig ein CRPS aus bzw. begünstigt dessen Entwicklung.
- D Ein bestehendes CRPS ist keine Kontraindikation für eine Korrekturosteotomie.
- E Bei einem CRPS nach distaler Radiusfraktur muss eine Fehlstellung ausgeschlossen werden.

### Frage 3

Welche Aussage zur Indikationsstellung der Radiuskorrekturosteotomie ist falsch?

- A Eine im Kindesalter diagnostizierte beginnende Madelung-Deformität kann gut durch eine frühzeitige Radiuskorrekturosteotomie therapiert werden.
- B Bei einer fehlerverheilten distalen Radiusfraktur mit 30° dorsaler Abkipfung und klinischen Beschwerden besteht die Indikation für eine Radiuskorrekturosteotomie.
- C Eine inkongruentes distales Radioulnargelenk kann durch eine Korrekturosteotomie mit Radialshift entlastet werden.
- D Vor der Indikationsstellung zur Radiuskorrekturosteotomie muss eine höhergradige radiokarpale Arthrose ausgeschlossen werden.
- E Neben der radiologisch festgestellten Fehlstellung muss der klinische Befund immer bei der Indikationsstellung berücksichtigt werden.

### Frage 4

Welches Krankheitsbild kann mit einer Radiuskorrekturosteotomie nicht suffizient behandelt werden?

- A in Fehlstellung verheilte distale Radiusfraktur
- B ausgeprägte Madelung-Deformität
- C kongenitale Inkongruenz des DRUG
- D Längendefekte des Radius
- E hochgradige Arthrose des distalen Radioulnargelenks

### Frage 5

Welche Aussage zur Diagnostik vor geplanter Radiuskorrekturosteotomie ist richtig?

- A Zur genauen Beurteilung der Fehlstellung und Planung sollte eine CT angefertigt werden.
- B Ohne vorliegende MRT sollte eine Radiuskorrekturosteotomie nicht durchgeführt werden.
- C Bei der Madelung-Deformität kann auf eine Röntgenaufnahme der Gegenseite verzichtet werden.
- D Eine Handgelenkarthroskopie vor Durchführung einer Korrekturosteotomie ist niemals notwendig.
- E Bei einer präoperativen 3-D-Planung sind konventionelle Röntgenaufnahmen ausreichend.

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung ...

### Frage 6

Welche Aussage bez. der operativen Durchführung der distalen Radiuskorrekturosteotomie ist falsch?

- A Der operative Standardzugang erfolgt von palmar.
- B Die Korrekturplatte wird vor der Durchführung der Osteotomie distal vormontiert.
- C Die Interposition eines Beckenkammspanns ist nahezu immer notwendig.
- D Bei intraartikulären Fehlstellungen kann eine Korrekturosteotomie von dorsal erforderlich sein.
- E Bei einer Fehlstellung mit erheblicher Verkürzung erfolgt der Zugang radial der A. radialis.

### Frage 7

Welche Aussage zur Madelung-Deformität ist falsch?

- A Bei der Madelung-Deformität handelt es sich um eine kongenital bedingte Wachstumsstörung des distalen Radius.
- B Die Madelung-Deformität liegt häufig beidseits vor.
- C Eine operative Intervention im Wachstumsalter ist nicht möglich.
- D Bei frühzeitiger Diagnosestellung im Kindesalter besteht die Therapie in einer operativen Durchtrennung der akzessorischen radiolunären Bänder (Vicker-Band).
- E Bei ausgeprägten Fehlstellungen kann eine frühzeitige Radiuskorrektur zu einer wesentlichen Beschwerde- und Bewegungsverbesserung führen.

### Frage 8

Welche Aussage zur kongenitalen Deformation des distalen Radioulnargelenks ist richtig?

- A Es liegt meistens eine Ulna-Plus-Varianz vor.
- B Die Ausbildung einer sekundären Arthrose im Verlauf ist nicht zu befürchten.
- C Bei einem Kontrastmittel-Enhancement in der MRT ist in erster Linie an eine begleitende chronische Osteomyelitis zu denken.
- D Ziel der Korrekturosteotomie ist das Erreichen einer Neutralstellung und die Dekompression des DRUG.
- E Die kongenitale Deformation des distalen Radioulnargelenks ist asymptomatisch.

### Frage 9

Welche Aussage zur Korrektur von posttraumatischen Wachstumsstörungen des Radius ist falsch?

- A Posttraumatische Wachstumsstörungen können erhebliche Längendefizite des Radius zur Folge haben.
- B Bei größeren Längendefekten ist ein zweizeitiges Vorgehen indiziert.
- C Bei größeren Längendefekten ist die Interposition eines gefäßgestielten Fibulatransplantats die erste Wahl.
- D Nach Erreichen der gewünschten Länge wird das Korrekturergebnis mit einer überbrückenden winkelstabilen Plattenosteosynthese stabilisiert.
- E Ein zweizeitiges Vorgehen ermöglicht eine Adaptation der Weichteile.

### Frage 10

Welche Aussage zur Korrekturosteotomie von intraartikulären Fehlstellungen ist falsch?

- A Der Standardzugang erfolgt von dorsal, um eine direkte Sicht auf die Gelenkfläche zu gewährleisten.
- B Die präoperative 3-D-Planung gewährleistet eine zuverlässige Vorhersage des Korrekturergebnisses.
- C Eine höhergradige radiokarpale Arthrose muss präoperativ ausgeschlossen werden.
- D Intraartikuläre Fehlstellungen haben eine hohe Prävalenz zur Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose.
- E Der Standardzugang erfolgt von palmar, um eine Irritation der Strecksehnen zu vermeiden.