Korrekturmöglichkeiten bei Fehlstellungen nach distalen Radiusfrakturen

Die distale Radiusfraktur gehört zu den häufigsten Frakturen des menschlichen Skeletts mit einer Inzidenz zwischen 2 und 3/1000 Einwohnern im Jahr [9]. Trotz verschiedener differenzierter Behandlungskonzepte kommt es sowohl nach konservativer als auch nach operativer Behandlung nicht selten zur Frakturheilung in Fehlstellung.

Eine Änderung der Achsen- und Längenverhältnisse zwischen Elle und Speiche durch radiale Einstauchung und Abkipfung nach dorsal oder palmar führt zu einer Inkongruenz und Fehlbelastung des Radiokarpal- und des distalen Radioulnargelenks. Die Folgen sind

- eine zunehmende Gefügestörung der Handwurzel,
- eine Überlastung des Bandapparats mit Subluxation und oft unphysiologischer axialer Kompression des ulnaren Handgelenkanteils und

- umformende Veränderungen der osteochondralen Gelenkanteile.

Ein schmerzhaftes Impingement mit Kraftminderung sowie eine eingeschränkte Beweglichkeit behindern den Betroffenen dauerhaft [5].

Eine verbliebene Gelenkstufe stellt eine präarthrotische Deformität dar. Bei einer Gelenkstufe ≥ 2 mm am distalen Radius fanden Knirk u. Jupiter [6] ein Arthrosiserisiko von 100% und Cantalano et al. [2] von 92%. Verbliebene Gelenkstufen in der Fossa scaphoidea wirken sich ungünstiger als solche in der Fossa lunata aus [13].

Ursachen der Fehlstellung

Posttraumatische Fehlstellungen nach distalen Radiusfrakturen können sowohl nach konservativer als auch nach operativer Behandlung resultieren. Als Ursachen sind zu unterscheiden:

- unzureichende Primärreposition
- sekundärer Repositionsverlust
- Fixierung in Fehlstellung
- Fehlwachstum nach Epiphysenverletzungen

Es wird nach intraartikulären/intrinsischen und extraartikulären/extrinsischen Ursachen der Bewegungseinschränkungen am Handgelenk und Unterarm bei posttraumatischen Fehlstellungen nach distalen Radiusfrakturen unterteilt. Die Behandlungsprognose der extraartikulären Gelenksteife ist im Vergleich zur intraartikulär bedingten Bewegungseinschränkung besser. Oft liegt jedoch eine Kombination von intrinsischen und extrinsischen Ursachen vor.

Diagnostik

Eine exakte Analyse von posttraumatischen Fehlstellungen ist Voraussetzung

Abb. 1 ◀ Unter Verkürzung verheilte distale Radiusfraktur rechts (a), Vergleichsaufnahme der gesunden Gegenseite: Ulna-plus-Variante: relativierte kontralaterale Radiusverkürzung (b)

für die Indikation, Planung und operative Taktik einer Sekundärrekonstruktion am distalen Unterarm. Die präoperative Diagnostik gliedert sich in die bekannte Trias Anamnese, körperliche Untersuchung und bildgebende Verfahren.

Anamnese. Neben der allgemeinen Anamnese ist die Berufs-, Freizeit- und Sportanamnese von Bedeutung.

Körperliche Untersuchung. Die klinische Untersuchung beinhaltet eine Bewegungsanalyse und eine differenzierte neurologische Beurteilung. Die Einschränkung der Unterarmdrehbewegung wird von den meisten Patienten behindernder als die der Dorsalextension und Palmarflexion empfunden. Bei der Analyse der Bewegungseinschränkung wird die Bandführung mit beurteilt. Auf vorbestehende Narben, den Zustand und die Verschieblichkeit der Weichteile ist zu achten.

Bildgebung. Neben einer konventionellen Röntgenuntersuchung des Handgelenks in 2 Ebenen führen wir immer eine Vergleichsaufnahme der Gegenseite zur Bestimmung der individuellen Gelenkwinkel und Gelenkabstände durch. Die unverletzte Gegenseite dient als Referenz (■ Abb. 1). Hilfreich ist die Analyse aller vorliegenden Röntgenaufnahmen als Röntgenverlaufserie.

Bei intraartikulären Fehlstellungen mit Gelenkstufen ist eine Computertomographie erforderlich. Die Schnittbilder und die errechneten zwei- und dreidimensionalen Rekonstruktionen sind für die Indikationsstellung und die Operationsplanung wichtig.

Eine Magnetresonanztomographie wird von uns nicht routinemäßig durchgeführt. Sie ist besonderen Fragestellungen vorbehalten.

Eine genaue arthroskopische Diagnostik der intraartikulären Strukturen wird in Ausnahmefällen vorgenommen.

Planung. Unter Berücksichtigung aller Befunde wird präoperativ eine Planungsskizze erstellt. Eine Fotodokumentation der Achsabweichung und des Bewegungsausmaßes wird empfohlen.

Aufklärung. Die Hoffnungen vieler Patienten auf eine volle Wiederherstellung sind

Trauma Berufskrankh 2006 · 8[Suppl 2]: S218–S224
DOI 10.1007/s10039-005-1084-9
© Springer Medizin Verlag 2006

M. Schofer · H. R. Kortmann

Korrekturmöglichkeiten bei Fehlstellungen nach distalen Radiusfrakturen

Zusammenfassung

Die Behandlung der Fehlstellungen nach distaler Radiusfraktur setzt die differenzierte Kenntnis der Ätiologie, der betroffenen anatomischen Strukturen sowie eine kritische Analyse der individuellen Betroffenheit und der zu erwartenden Resultate konservativer und operativer Maßnahmen voraus. Therapieziel ist die Wiederherstellung physiologischer Achs- und Gelenkverhältnisse, um eine posttraumatische Arthrose zu vermeiden. Es werden die Diagnostik, die Indikationen, die typischen operativen Korrekturmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Planung, die

Komplikationen und die Nachbehandlung bei posttraumatischen Fehlstellungen am distalen Radius beschrieben. Korrigiert werden sollten symptomatische Achsabweichungen beim Erwachsenen von über 20° in der Frontal- und Sagittalebene sowie Radiusverkürzungen von mehr als 2 mm.

Schlüsselwörter

Distale Radiusfraktur · Fehlstellung · Posttraumatische Arthrose · Korrekturosteotomie · Plattenosteosynthese

Correction of malunited distal radial fractures in adults

Abstract

Correction of malunion following distal radial fractures requires a sound knowledge of the fracture mechanism, in addition to which the anatomy of the fracture site and the risks and potential benefits of conservative and operative treatments need to be considered thoroughly. Treatment aims at anatomically correct restoration of the joint surface and realignment of the radial axis to reduce the risk of posttraumatic arthrosis. We report on the diagnosis of malunion and the indications for and typical surgical options available for realignment osteotomy,

with special reference to planning, complications and postoperative physiotherapy in the case of posttraumatic malalignment in the distal radius. In adult patients, axis deviation of more than 20° in either plane should be corrected, as should radial shortening by more than 2 mm.

Keywords

Distal radius fracture · Malunion · Posttraumatic arthrosis · Realignment osteotomy · Plate osteosynthesis

Abb. 2 ▲ Kombinierte Achsabweichung 4 Monate nach Fixateur externe und Bohrdrahtosteosynthese einer distalen Radiusfraktur (a), Supination eingeschränkt (b,c), nach extendierender, verlängerter Korrekturosteotomie mit Beckenkammspaninterposition ungestörte Heilung (d) mit gutem funktionellem Ergebnis bei freier Unterarmdrehung (e,f)

sehr ausgeprägt. Hier sind die Erwartungen auf ein realistisches Maß zu begrenzen. Nicht jede Bewegungseinschränkung am Handgelenk ist mit einer relevanten Behinderung verbunden. Der Patient muss vor der Behandlung über die realistischen Aussichten und insbesondere über die Langwierigkeit der Therapie aufgeklärt werden.

Indikation zu Korrektureingriffen

Neben der Wiederherstellung der physiologischen Gelenkverhältnisse haben die Anatomie, die Kinematik des distalen Radioulnargelenks und der als triangulärer fibroartikularer Komplex (TFCC) bezeichnete ulnokarpale Knorpel-Faser-Komplex für die Korrekturosteotomie eine besondere Bedeutung [10].

Die Indikation zu Korrektureingriffen am Handgelenk sollte sich am Ausmaß der

Fehlstellung, an den zu erwartenden Spätfolgen, am Leidensdruck und der Motivation der Patienten orientieren. Bei entsprechender Fehlstellung sollte operiert werden bei:

- Schmerz
- Bewegungseinschränkung
- Kraftminderung
- Neurologischen Symptomen
- Ästhetik

Kontraindikationen sind:

- Fortgeschrittene Arthrose
- Aktives Algodystrophiesyndrom
- Florider Infekt

Auch die funktionelle Abweichung bzw. die Kompensation einer solchen sind bei der Entscheidung für oder gegen eine Korrekturosteotomie zu berücksichtigen. Bei lang bestehenden Fehlstellungen mit guter Kompensation ist eher Zurückhaltung geboten. Bei den genannten Korrekturindikationen sind außerdem das Patientenalter, der Allgemeinzustand des Patienten und der Schweregrad der arthrotischen Gelenkveränderungen immer in die Überlegung einzubeziehen. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte empfehlen wir die Korrektur bei einer symptomatischen Achsabweichung beim Erwachsenen von über 20° in der Frontal- und Sagittalebene sowie bei Radiusverkürzungen von mehr als 2 mm.

Die Indikation zur Korrekturoperation posttraumatischer Fehlstellungen am kindlichen distalen Unterarm sollte während der Wachstumsphase aufgrund der natürlichen Korrekturmechanismen zurückhaltend gestellt werden. Durch den hohen Wachstumsanteil der Vorderarmwachstumsfugen und die ausgedehnten Bewegungsmöglichkeiten im Handgelenk besteht am distalen Unterarm eine ausgezeichnete Spontankorrektur sowohl der Seit-zu-Seit-Verschiebungen als auch von Achsenknicken in der Frontal- und Sagittalebene [7].

Therapie

Für die Wahl des operativen Verfahrens sind neben der Ursache der Fehlstellung die Lokalisation, die Knochenqualität, die Weichteilsituation und Voroperationen zu berücksichtigen.

Präoperative Maßnahmen

Die präoperative Planung des korrigierenden Eingriffs ist für ein gutes Ergebnis von entscheidender Bedeutung. Die Analyse der Achsabweichung im Rahmen der Diagnostik unterscheidet:

- Intra-, extraartikuläre oder kombinierte Fehlstellungen

Abb. 3 ▲ Kombinierte Fehlstellung am distalen Radius rechts mit Implantatversagen 3 Monate nach Osteosynthese (a), Röntgenkontrolle 4 Monate nach flektierender und verlängernder Korrektur des distalen Radius mit Knochenspaninterposition und palmarer Plattenreosteosynthese sowie Verkürzungsosteotomie der Elle mit Plattenreosteosynthese (b), eingeschränkte Funktion der Handgelenkbeweglichkeit des schmerzfreien Patienten (c,d) nach 4 Monaten, im weiteren Verlauf noch Besserung möglich

- Uni- oder multidirektionale Fehlstellungen

Intraartikuläre Fehlstellungen sollten möglichst frühzeitig korrigiert werden, um einer posttraumatischen Arthrose vorzubeugen. Bei extraartikulären Achsabweichungen ist dies nicht immer sofort erforderlich. So kann z. B. bei einem begleitenden Algodystrophiesyndrom eine spätere Korrektur nach Behandlung mit Rückbildung

der Symptomatik günstiger sein und sollte in die Planung miteinbezogen werden.

Als Operationszugänge stehen am distalen Radius neben dem dorsalen und palmaren der radiopalmare Zugang zur Verfügung. Oft ist der Zugang aber durch Voroperationen und durch ein einliegendes Implantat schon vorgegeben.

Die Operationsplanung sollte grundsätzlich eine Korrekturzeichnung beinhalten, welche auch die Lage des zu verwendenden

Abb. 4 ◀ **Posttraumatische Arthrose infolge Fehlstellung nach distaler Radiusfraktur mit stark schmerzhafter Bewegungseinschränkung der Unterarmdrehung (a), Behandlung durch distale Radioulnararthrodese mit distaler Ellensegmentresektion nach Kapandji-Sauvè (b,c), funktionelles Ergebnis mit guter Unterarmumwendbeweglichkeit (d,e)**

ten Implantats berücksichtigt. Die Korrekturwinkel werden als „Ist-“ und „Sollwerte“ in die Operationsplanung eingetragen. Soll ein Beckenkammspan verwendet werden, ist dies ebenfalls in die präoperative Planung einzubeziehen.

Operationstechnik

Es werden Korrekturoperationen auf der radialen und der ulnaren Seite des Handgelenks sowie kombinierte Eingriffe unterschieden [10]. Unverändert gilt der Grund-

satz, dass der korrigierende Eingriff am Ort der größten Fehlstellung durchgeführt wird.

Am häufigsten werden eine additive oder eine subtraktive keilförmige Korrekturosteotomie notwendig. Bei Letzterer wird der Keil geschlossen, und es kommt zu einer Verkürzung des Radius. Bei der additiven Osteotomie wird der Keil, meist mit Interposition eines Knochenspanns, geöffnet, es resultiert eine Verlängerung.

Die Osteotomie des Radius erfolgt in der Frontalebene quer und in der Sagittal-

ebene schräg parallel zur Gelenkfläche. Der zur Rekonstruktion benötigte Knochenspan wird aus dem Beckenkamm entnommen und entsprechend der präoperativen Planung zugeschnitten. Zum Öffnen der Osteotomie und Einbringen des Spans verwenden wir einen Meißel und Arthrodessenspreizer. Die Osteosynthese erfolgt in der Regel mit einer konventionellen oder winkelstabilen T-Platte.

Dorsale Achsabweichungen des distalen Radius werden von uns im Allgemeinen über einen dorsalen Zugang, palma-

re Dislokationen über einen beugeseitigen Zugang korrigiert (■ Abb. 2). Nach Lösen der Vernarbungen und Durchführen einer Tendolyse kann eine Stellungskorrektur von der Fehlstellungsseite gut erreicht werden. Bei einer geringen Fehlstellung in der Frontalebene und notwendiger Verlängerung oder Verkürzung des distalen Radius ist ein beugeseitiger Zugang aufgrund der besseren Weichteildeckung und günstigeren Implantatlage zu empfehlen.

Kombinierte Achsabweichungen erfordern meist eine durch exakte Planung festgelegte Resektion eines Knochensegments beim subtraktiven oder die Interposition eines Knochenspans beim additiven Vorgehen. Intraartikuläre Fehlstellungen sollten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt angegangen werden, damit der ursprüngliche Frakturverlauf noch zu erkennen ist.

Bei einer Radiusverkürzung von mehr als 10–12 mm muss meist zusätzlich eine Ulnaverkürzungsosteotomie erfolgen [3, 10]. Sie wird im distalen Ulnadrittel über einen ulnaren Zugang als Quer- oder Schrägosteotomie mit Entfernung einer Knochenscheibe durchgeführt. Die stabile Plattenfixation ermöglicht eine funktionelle Nachbehandlung (■ Abb. 3).

Bei nach Korrekturosteotomie fortbestehender Instabilität des distalen Radioulnargelenks empfiehlt sich dessen Revision. Gegebenfalls müssen der Processus styloideus ulnae mit einer Zuggurtung oder der TFCC mit einer transossären Naht refixiert werden.

Die alleinige Verkürzungsosteotomie der Elle ist lediglich bei achsgerechter Stellung der Radiusgelenkfläche ohne wesentliche degenerative Veränderungen im distalen Radioulnargelenk indiziert. Hierdurch kann nur eine korrekte Längeneinstellung im distalen Radioulnargelenk erreicht werden.

Die Fehlstellung des distalen Radius sowohl nach dorsal als auch nach palmar führt zu einem Druckanstieg im Karpalkanal. Eine Druckschädigung des N. medianus kann an der unphysiologischen Engstelle vor Eintritt in den Karpalkanal, und zwar sowohl von palmar durch die proximale Kante des Retinaculum als auch von dorsal durch die vorstehende Speichergelenkklappe, entstehen. Auch die Möglichkeit eines chronischen Dehnungsschadens durch Verlängerung des Weges des N. me-

dianus wird diskutiert [4, 8, 11]. Das Karpaltunnelsyndrom kann in diesen Fällen meist durch die Achskorrektur des distalen Radius erfolgreich behandelt werden. Beim chronischen Schaden des N. medianus werden eine zusätzliche Karpalbandsplattung und Neurolyse des N. medianus empfohlen.

Salvage-Verfahren

Die Segmentresektion aus dem distalen Ellenschaft in Kombination mit einer distalen Radioulnargelenkarthrodese nach Karpandji-Sauvè oder die Hemiresektionsarthroplastik des Ulnakopfs nach Bowers können bei Fehlstellung und symptomatischer fortgeschrittener posttraumatischer Arthrose im distalen Radioulnargelenk die eingeschränkte Unterarmumwendbewegung teilweise wieder herstellen [1, 12]. Beide Therapieverfahren sind jedoch mit einer erheblichen funktionellen Einschränkung verbunden und im Vergleich zu rekonstruktiven Maßnahmen als Rettungsoperationen zu bezeichnen.

Bei fortgeschrittener posttraumatischer Destruktion im Radiokarpalgelenk mit anhaltender starker Schmerzhaftigkeit sind der endoprothetische Gelenkflächenersatz und die Arthrodese als Ultima ratio in das Behandlungskonzept einzubeziehen (■ Abb. 4).

Nachbehandlung

Sie erfolgt im Vergleich zur übungsstabilen Osteosynthese einer distalen Radiusfraktur abhängig von der erreichten Stabilität und Rekonstruktionstechnik verzögert. Postoperativ wird eine Übungsbehandlung der angrenzenden Gelenke und des Handgelenks in Abhängigkeit von der erzielten Stabilität zunächst aus einer Unterarmschiene heraus vorgenommen. Ab der 6. Woche wird die Belastung des Handgelenks beschwerdeabhängig unter Röntgenverlaufskontrollen gesteigert, sodass meist nach 12 Wochen eine Vollbelastung erreicht ist. Eine spezielle physiotherapeutische Nachbehandlung ist aufgrund der meist langen Therapiedauer mit Belastungsinsuffizienz in der Regel indiziert. Bei erheblichen muskulären Defiziten und funktionellen Störungen sollten diese Maßnahmen frühzeitig verordnet werden.

Die soziale und berufliche Integrität des Patienten muss bei oft langer Behandlungsdauer beachtet werden. Eine Wiedereingliederung in das Erwerbsleben mit Sicherung der alten Tätigkeit z. B. durch besondere Arbeitsplatzgestaltung, innerbetriebliche Umsetzung, Anlernmaßnahmen und Umschulung sind im Behandlungsverfahren frühzeitig zu berücksichtigen.

Komplikationen

Die wichtigsten intraoperativen Komplikationen sind Läsionen von Nerven und Gefäßen sowie Frakturen.

Mögliche postoperative Komplikationen sind Nachblutungen, Serome, Wundrandnekrosen, Muskel- und Sehnenabrisse, Infekte, Algodystrophiesyndrome und Knochenheilungsstörungen.

Langzeitkomplikationen sind vorwiegend neurologischer Natur und betreffen in erster Linie den N. medianus (s. oben).

Fazit

Die Behandlung der Fehlstellungen nach distaler Radiusfraktur setzt die differenzierte Kenntnis der Ätiologie, der betroffenen anatomischen Strukturen sowie eine kritische Analyse der individuellen Betroffenheit und der zu erwartenden Resultate konservativer und operativer Maßnahmen voraus. Therapieziel ist die Wiederherstellung physiologischer Achs- und Gelenkverhältnisse, um eine posttraumatische Arthrose zu vermeiden. Es ist nachgewiesen, dass die Korrektur nach fehlerverheilten distalen Radiusfrakturen zu einer signifikanten Verbesserung nicht nur der radiologischen, sondern auch der klinischen Ergebnisse führt.

Korrigiert werden sollten symptomatische Achsabweichungen beim Erwachsenen >20° in der Frontal- und Sagittalebene sowie Radiusverkürzungen >2 mm.

Korrespondierender Autor

Dr. M. Schofer

BG-Unfallklinik Duisburg GbR,
Großenbaumer Allee 250, 47249 Duisburg
E-Mail: markus.schofer@bgu-duisburg.de

Interessenkonflikt: Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert,

dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

1. Bowers WH (1985) Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg [Am]* 10A: 169–178
2. Cantalano LW, Cole RJ, Gelberman RH et al. (1997) Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 22: 258–262
3. Fernandez DL, Geissler WB (1989) Korrekturingriffe bei Fehlstellungen am distalen Radius. *Z Unfallchir Versicherungsmed Berufskrankh* 82: 34–44
4. Gelberman RH, Szabo RM, Mortensen WW (1984) Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with colles' fractures. *J Trauma* 24: 747–749
5. Horas U, Stahl JP, Pelinkovic D et al. (2001) Korrektur fehlverheilte distaler Radiusfrakturen durch Osteotomie und Interposition eines Beckenkamm-spanns von radiopalmar. *Unfallchirurg* 104: 34–40
6. Knirk JL, Jupiter JB (1986) Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am* 68: 647–654
7. Laer L von (2001) Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. Thieme, Stuttgart New York
8. Müller M, Poigenfürst J, Zaunbauer F (1976) Karpaltunnelsyndrom nach Speichenbruch an typischer Stelle. *Unfallheilkunde* 79: 389–394
9. Oestern HJ (1999) Distale Radiusfrakturen. *Chirurg* 70: 1180–1192
10. Oestern HJ, Laqué K (1990) Korrekturosteotomie fehlverheilte distaler Radiusfrakturen. *Orthopäde* 70: 1180–1192
11. Prommersberger KJ, Lanz U (1999) Biomechanik der fehlverheilten distalen Radiusfraktur. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 31: 221–226
12. Sauvé L, Kapandji M (1936) Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J Chir* 47: 589–594
13. Wagner WF, Tencer AE, Kiser P (1996) Effect of intra-articular distal radius depression on wrist joint contact characteristics. *J Hand Surg [Am]* 21: 554–560