

## **S2k-Leitlinie**

# **„Intraartikuläre Frakturen des distalen Humerus im Kindesalter“**

(AWMF-Registernr. 006/126)

erstellt als Leitlinie  
der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH) (federführend)  
der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)  
der Vereinigung für Kinderorthopädie e.V. (VKO)  
des Berufsverbandes niedergelassener Chirurgen (BNC)  
der Gesellschaft für Kinderradiologie e.V. (GPR)

unter Mitarbeit  
des Berufsverbandes niedergelassener Kinderchirurgen (BNKD)  
des Deutschen Verbandes für Physiotherapie – Zentralverband der  
Physiotherapeuten/Krankengymnasten e.V. (ZVK)

vertreten durch

Prof. Dr. Schmittenbecher, Karlsruhe; Prof. Dr. Fitze, Dresden; Dr. Lieber, Tübingen; Dr.  
Wolke, Jena  
Prof. Dr. Schmal, Freiburg; PD Dr. Dorien Schneidmüller, Murnau; PD Dr. Sommerfeldt,  
Hamburg  
Prof. Dr. Fernandez, Stuttgart  
Prof. Dr. Spahn, Eisenach  
PD Dr. Moritz, Kiel; PD Dr. Heyer, Bochum

unter Mitarbeit von  
Dr. Becker, Bonn;  
Frau Mecher, Meine/Lkr. Gifhorn

verabschiedet durch  
den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH),  
den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)  
und den Vorstand der Vereinigung für Kinderorthopädie e.V. (VKO)

- Projektanmeldung bei der AWMF am 15. März 2005
1. Delphi-Konferenz per e-mail ab 06. Mai 2005
  2. Delphi-Konferenz per e-mail ab 03. September 2005
  3. Delphi-Konferenz per e-mail ab 20. Dezember 2005
- Konsensuskonferenz in Frankfurt/Main am 15. Mai 2006
1. Update als Delphi-Konferenz ab 01. Dezember 2009
  2. Update als Delphi-Konferenz ab 15. September 2011
  3. Update als Delphi-Konferenz ab 31. August 2014
  4. Update als Delphi-Konferenz ab 02. April 2020

Die Projektanmeldung der Leitlinie “Intraartikuläre Frakturen des distalen Humerus im Kindesalter“ mit einer geplanten Entwicklungsstufe S 2k erfolgte erstmals am 15. März 2005.

Erkrankung und Leitlinienthema wurden definiert, die Federführung übernahm die Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie unter der Koordination von Prof. Dr. Schmittenebecher, Kinderchirurg. Klinik, Klinik St. Hedwig, Krankenhaus Barmherzige Brüder, Regensburg, seit 2007 Kinderchirurg. Klinik, Klinikum Karlsruhe. Die Federführung blieb seitdem immer in gleicher Hand.

Die Fachgesellschaften Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie und Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie haben ein beschlussfassendes Gremium (Lenkungsgruppe, Leitlinienkommission). Von den anderen beteiligten Fachgesellschaften / Organisationen wurde jeweils ein Vertreter mit Beschlussvollmacht entsandt.

Als Adressaten der Leitlinie (Anwenderzielgruppe) wurden Kinderchirurgen, Unfallchirurgen, Kinderorthopäden, Orthopäden und Radiologen in Klinik und Praxis sowie Physiotherapeuten in Klinik und Praxis genannt. Versorgungssektor resp. Patientenzielgruppe waren Kinder bis zum Wachstumsabschluss. Eine Patientenorganisation gibt es in der Kindertraumatologie für die allgemeinen Frakturen nicht.

Ziel war eine Abstimmung der Therapieleitlinie für die häufigste Gelenkfraktur im Kindesalter unter Beteiligung aller an der Diagnostik und Behandlung dieser Verletzung beteiligten Fachgesellschaften mit einer geplanten Fertigstellung im Juni 2006 mittels Delphi-Konferenz und abschließender Konsensuskonferenz. Die GPR e.V. vertrat dabei wegen der altersspezifischen Zuständigkeit die DRG e.V.

Die Abstimmung innerhalb der Leitliniengruppe erfolgte schriftlich in einem mehrstufigen Delphi-Verfahren unter Verwendung eines strukturierten Fragebogens. Für alle im Leitlinientext hervorgehobenen Schlüsselempfehlungen bzw. Kernaussagen wurden Zustimmung, Ablehnung und Änderungswünsche erfragt, zu den Hintergrundtexten Kommentare. Die Ergebnisse der ersten Delphirunde wurden quantitativ ausgewertet und den Teilnehmern zusammen mit den eingegangenen Kommentaren zurückgespiegelt und um erneute Abstimmung gebeten (zweite Delphi-Runde).

Die im Delphi-Verfahren noch strittigen Punkte wurden 2006 in der Konsensus-Konferenz einzeln diskutiert und ausschließlich mit starkem Konsens (> 95% Zustimmung) beschlossen. Die Leitlinie wurde primär als kurzgefasste Anwenderversion formuliert, um ihre Umsetzung im Alltag zu erleichtern.

Für die Aktualisierung 2020 wurde die strukturierte Konsensfindung schriftlich per Delphi-Verfahren durchgeführt. Der Ablauf war wie zuvor beschrieben. In drei Delphi-Runden konnte für alle Empfehlungen ein Konsens (> 75%) bzw. ein starker Konsens (>95%) erreicht werden.

Es erfolgte keine systematische Literaturrecherche und Evidenzbewertung, jedoch wurde die Literatur der letzten 10 Jahre über medline abgefragt, studiert, wichtige ältere Arbeiten aus den Referenzen hinzugenommen und so entscheidende Aussagen der Leitlinie belegt. Die Literaturrecherche wurde bei jeder Überprüfung erneuert.

Die Leitlinie wird über die Internetseite der AWMF veröffentlicht, zusätzlich über die Leitlinienpublikationen der beteiligten Fachgesellschaften. Eine Aktualisierung erfolgte 2, 4, 9 und 15 Jahre nach der Veröffentlichung.

Anlässlich der Überarbeitung 2020 wurden Kernsätze als zentrale Aussagen der Leitlinie formuliert und separat abgestimmt. Es gab nur vereinzelt abweichende Meinungen. Die Kollegen der Gesellschaft für Kinderradiologie e.V. enthielten sich bei einigen klinischen Aussagen der Stimme. Dies ist im separaten Kernsatz-Dokument aufgeführt. Dabei entspricht „soll“ einer starken Empfehlung, „sollte“ einer Empfehlung und „kann“ einer offenen Empfehlung.

Bei der Leitlinien-Entwicklung wurden die Kriterien des Deutschen Instruments für Leitlinien-Entwicklung (DELBI) berücksichtigt. Die Autoren kamen gemäß einer internen Bewertung zu folgenden Schlüssen:

Geltungsbereich und Zweck sind differenziert und eindeutig beschrieben. Alle relevanten Berufsgruppen sind eingeschlossen, die Anwenderzielgruppe definiert. Eine Patientenpräferenz wurde nicht ermittelt und auf eine Pilotstudie zur Testung der Leitlinie verzichtet, da die an der Leitlinienentwicklung Beteiligten bereits nach den Leitlinienaspekten arbeiten. Eine systematische Aufarbeitung der Literatur nach den Kriterien der evidence-based medicine wurde nicht angestrebt, da nach Ansicht der Experten Aufwand und erwarteter Nutzen einer solchen Literaturrecherche aufgrund des Fehlens hochwertiger Studien in keinem vernünftigen Verhältnis zueinanderstehen. Die Methoden zur Formulierung der Leitlinie sind beschrieben, Komplikationen und Risiken berücksichtigt, die Aktualisierung nach 2 Jahren festgelegt. Die Autoren halten die Empfehlungen der Leitlinie für eindeutig unter Darstellung der verschiedenen Handlungsoptionen. Die Anwendbarkeit ist gegeben, der medizinische Entscheidungsprozess systematisch nachvollzogen. Die Gruppe war redaktionell unabhängig, Reisekosten wurden aus Mitteln der Fachgesellschaften oder selbst finanziert, die Experten waren ehrenamtlich tätig. Von allen an der Leitlinienentwicklung Beteiligten wurden Interessenkonflikterklärungen mittels eines Formblattes der AWMF (Formblatt 2018) eingeholt. Die Prüfung erfolgte durch den LL-Koordinator. Die Interessen des Koordinators selbst wurden durch den LL-Beauftragten Herrn Dr. Leutner bewertet. Nach Durchsicht und Prüfung auf gering, moderat und hohe Interessenkonflikte wurde festgestellt, dass sich keine Interessenkonflikte für den Einzelnen und für die Gruppe ergeben, die eine Konsequenz wie z.B. Stimmenthaltung erforderlich gemacht hätte. Die Interessenkonflikterklärungen wurden vor allem bezüglich möglicher Einflüsse von Osteosyntheseherstellern auf die Empfehlungen zur operativen Therapie überprüft.

Erstellungsdatum: 01/2007

Letzte Überprüfung: 04/2020-11/2021 (überarbeitet)

Nächste Überprüfung geplant: 03/2023

Verantwortlicher Ansprechpartner: Prof. Dr. P.P. Schmittenbecher  
(peter.schmittenbecher@klinikum-karlsruhe.de)

**12.12.2022: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung  
durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 29.4.2025**

## 1. Allgemeines

Die intraartikulären Frakturen des distalen Humerus sind die häufigsten Gelenkfrakturen im Kindesalter und machen 2% aller Frakturen im Kindesalter, 10-20 % der Ellenbogenfrakturen und 1/3 der distalen Humerusfrakturen aus. Der Altersgipfel liegt im 4.-5. Lebensjahr. Dagegen kommen T- oder Y-Frakturen im 9. bis 16. Lebensjahr (Altersgipfel 15J.) vor. Es handelt sich um transkondyläre Humerusfrakturen bei offenen Wachstumsfugen (Fraktur des Kondylus radialis, des Kondylus ulnaris sowie bikondyläre T-/Y-Fraktur = Fugen-kreuzende Gelenkfrakturen mit metaphysärem Anteil; Salter-Harris IV). Die „Comprehensive Classification of Fractures in Children“ der AO-PAEG (Paediatric Expert Group) [Slongo 2006] klassifiziert die Frakturen als 13-E/4.1 (Kondylus radialis oder ulnaris) Oder 13-E/4.2 (T- oder Y-Fraktur)

Wegen der therapeutischen Konsequenzen soll die **Frakturmorphologie** nach von Laer (2001) in 3 Typen differenziert werden:

- |         |  |
|---------|--|
| Typ I   | inkomplette Fraktur, lateral hängend, aber zentral undisloziert. |
| Typ II  | vollständige, aber undislozierte Fraktur.                        |
| Typ III | vollständige, dislozierte Fraktur.                               |

Die Klassifikation von Song differenziert die Typen I und III nach von Laer in jeweils zwei weitere Untertypen, eine klinische Relevanz erscheint fraglich, da für Song I und II die konservative, für Song IV und V die operative Therapie relevant bleibt [Ramo et al 2019]. Ein Klassifikationsvorschlag von Weiss et al. orientiert sich an der Häufigkeit der Komplikationen, die bei weniger als 2 mm Dislokation äußerst selten, bei Dislokation von mehr als 2 mm und vor allem bei verloren gegangener Gelenkkongruenz jedoch signifikant erhöht sind [Weiss et al 2009].

Mit den Kondylusfrakturen gehen typische **Begleitverletzungen** (1,4 – 17 %; [Launay 2004]) einher, die bedacht und abgeklärt werden sollen: Ellenbogenluxation, Abriss des Epikondylus ulnaris, Radiushalsfraktur, Olekranonfraktur.

Zur Prävention gibt es keine spezifischen Maßnahmen, ggf. Ellenbogenschützer bei Risikosportarten.

## 2. Initiales Management

Meist handelt es sich um indirekte Verletzungen (Sturz auf den gestreckten Arm) bei adäquatem Trauma. Die Kondylusfraktur ist keine typische Fraktur bei Kindesmisshandlung, sondern folgt Stürzen aus der Höhe und Verkehrsunfällen. Klinisch besteht meist eine lateral betonte Schwellung des distalen Humerus mit lokalisierter Einblutung in die Weichteile (Ekchymosis), Gelenkerguss und schmerzhafter Bewegungseinschränkung.

Am Unfallort soll kein Repositionsversuch erfolgen, da im typischen Alter nie eine Luxation vorliegt. Der Arm wird auf einer Oberarmschiene in bequemer Spontanhaltung gelagert und das Kind erhält eine adäquate Analgesie, bleibt nüchtern und wird in eine Klinik mit kindertraumatologischer Expertise transportiert.

Die sehr selten vorbestehenden Fehlstellungen oder Bewegungseinschränkungen der Ellenbogenregion nach früheren Verletzungen, vorbestehende neurologische Ausfälle und systemische Knochenerkrankungen (OI, Mb. Ollier, fibröse Dysplasie) werden anamnestisch geklärt.

### **3. Diagnostik**

Nach Beurteilung des Weichteilschadens und Erheben des Nerven- (N. medianus, N. radialis, N. ulnaris); pragmatische Tests (z.B. Überkreuzen der Finger - N. ulnaris) und Gefäßstatus (A. radialis, A. ulnaris) erfolgt die konventionelle Röntgenaufnahme in zwei Ebenen.

Ist nach einer **Röntgenaufnahme** in nur einer Ebene die OP-Indikation gegeben, soll die zweite Ebene in Narkose ergänzt werden. Das Röntgen der Gegenseite ist obsolet!

Fettkörperzeichen (Fat pad) und Gelenkerguss sind indirekte Frakturzeichen  
[Finnbogason 1995].

Die **zentrale Dislokation** liegt beim Kleinkind im chondralen Bereich [Huurman 1983] und ist in dieser Altersgruppe im Röntgenbild nicht beurteilbar. Die Messung einer Fragmentdistanz an der metaphysären Kante soll nicht als OP-Indikation gelten, da sie nichts über die Beteiligung des chondralen Bereichs aussagt [Ramo et al 2019, Bland et al 2018].

Die initial für die distale Tibia ausgesprochene „2mm-Empfehlung“ von Spiegel (1978, 1984) als Maß OP-bedürftiger artikulärer Dislokation ist nicht evidenzbasiert und nicht experimentell in ihrer klinischen Bedeutung nachgewiesen.

Die Sonographie ist bei erfahrenem Untersucher eine Ergänzung auch zum Nachweis eines Gelenkergusses bei undislozierter Fraktur, kann aber bisher das konventionelle Röntgen nicht ersetzen. Sie zeigt neben einer metaphysären kortikalen Konturunterbrechung mit ggf. Stufe als direktem Frakturzeichen [Moritz 2008] eine Gelenkstufe, ein subperiostales Hämatom und die Periostzerreissung [Vocke-Hell 2001, Mayr 2004]. Die Darstellung ist bei schmerzhaftem und geschwellenem Ellenbogen schwierig, der Zeitaufwand hoch, aber bei chondralen Läsionen sehr hilfreich [Grechenig 2002]. Die Sensitivität ist hoch (98%), die Spezifität erreicht 70% [Rabiner 2013] bis 90% [Eckert 2014].

CT und MRT sollen nicht in der Primärdiagnostik eingesetzt werden.

Die CT ist kein primäres Diagnoseverfahren, sondern speziellen Fragestellungen vor allem im Langzeitverlauf vorbehalten, dann Spiral- (oder Volumen-) CT ohne KM mit Rekonstruktion, aber mit möglichst geringer Strahlendosis. Das CT kann beim Kleinkind die Gelenkflächenkongruenz nicht beurteilen!

Auch die MRT ist kein primäres Diagnoseverfahren. Sie stellt exakt die Verletzung der Knorpelzone dar [Kamegaya 1999, Horn 2002] und dient zusätzlich der Beurteilung der begleitenden Weichteilverletzungen (Ligamente, Nerven, Gefäße). Die Unterscheidung zwischen vollständiger und unvollständiger (hängender) Fraktur ist somit primär zwar möglich, hoher logistischer (ggf. Sedierung oder Narkose) und finanzieller Aufwand relativieren die Einsatzhäufigkeit, die sich auf unklare Konstellationen beschränkt. Minimales Sequenzprotokoll: T1-, T2-/PD- und fettgesättigte T2-/PD-Sequenzen in mind. zwei Raumorientierungen.

*„Praxistipp der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR): Bei Kleinkindern kann eine MRT mit ausreichender Bildqualität ohne Sedierung gelingen, wenn der Arm im Gips mittels Vakuumkissen und Sandsäcken gut fixiert wird. In Begleitung von Eltern und durch Ablenkung mittels Audio oder Video können auch kleine Kinder für ein kurzes Untersuchungsprotokoll ausreichend ruhig liegen.“*

Eine Arthrographie ermöglicht ebenfalls eine Unterscheidung zwischen vollständigen (instabilen) und unvollständigen (stabilen) Frakturen, erfordert jedoch eine Narkose, ist invasiv und somit präoperativ ebenfalls nicht indiziert.

Bei Kleinkindern < 2 Jahre darf der Kondylusabriss nicht übersehen werden. Eine schwer dislozierte Kondylus radialis-Fraktur darf im konventionellen Röntgen nicht als Ellenbogenluxation fehlgedeutet werden. Die Verschiebung des Kapitulum-Kerns zusammen mit dem Unterarm muss realisiert werden. Luxationen kommen in diesem Alter so gut wie nicht vor!

Differentialdiagnostisch ist an Ellenbogenprellung, eine Subluxation des Radius (Chassaignac) und die isolierte Radiusluxation zu denken.

#### **4. Klinisches Management**

Nach Prüfung der adäquaten Analgesie (Supp., i.v.) und ggf. Infektionsprophylaxe bei offenen Frakturen (siehe Leitlinie Antibiotika-Prophylaxe) erfolgt die Aufklärung der Erziehungsberechtigten:

- Konservative Therapie: sekundäre Dislokation möglich, wenn Typ II primär nicht sicher erkennbar war; dann Therapiewechsel notwendig
- Operative Therapie: Blutung, Infektion, sekundäre Dislokation, Gefäß-, Nervenverletzung, Durchblutungsstörung des Kondylus mit Nekrose, Knorpelschaden, Arthrose, Folgeoperationen
- Bewegungsstörung, Wachstumsstörung (Kubitus varus/valgus), Pseudarthrose

Es handelt sich um eine Gelenkfraktur. Somit soll eine anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche erfolgen und keine Fehlstellung der Spontankorrektur überlassen werden. Wachstumsstimulationen (Kubitus varus) oder –hemmungen (Kubitus valgus) kommen vor.

#### **5. Indikationsstellung**

Undislozierte Frakturen (von Laer I) werden konservativ und ambulant, dislozierte Frakturen (von Laer III) operativ und stationär behandelt.

Die Fraktur von Laer II ist nativ radiologisch nicht sicher zu klassifizieren. Ein MRT ist in dieser Altersgruppe wegen der erforderlichen Narkose zu aufwändig. Eine Arthrographie [Nowicki und Duhn 2014] kann auch nur in Narkose durchgeführt werden.

Die Therapieentscheidung „konservativ“ soll deshalb zeitnah (4-7 Tage; s.u.) mittels gipsfreier Röntgenaufnahme überprüft werden.

## 6. Therapie

Die *konservative Therapie* erfolgt im zirkulären, gespaltenen Oberarmgips oder einer Oberarmgipsschiene, die Kondylen umgreifend, in 90 Grad Ellenbogenflexion und Neutralstellung des Unterarmes für 3-4 Wochen.

Literaturhinweise vor allem aus den USA bzgl. einer prophylaktischen perkutanen Kirschnerdraht-Fixation nicht/wenig dislozierter Abrisse mit potenzieller Instabilität (von Laer II) werden kontrovers diskutiert. Sie sollen einer sekundären Dislokation vorbeugen [Mintzer 1994; Song 2012]. Nach Pirker (2005), Greenhill et al 2018, Lieber (2019) und Janzen (2020) wären 82-90% dieser Operationen unnötig, nur 10-18% dieser Frakturen müssten tatsächlich operiert werden.

Nach 4-7 Tagen und in fraglichen Fällen nach 14 Tagen soll die konventionelle Röntgen-Kontrolle in 2 Ebenen **gipsfrei** zum Ausschluss einer sekundären Dislokation erfolgen.

Sekundäre Dislokationen treten mit einer Häufigkeit von etwa 15% auf [Knapik et al 2017, Lieber 2019, Janzen 2020]. Späte Dislokationen nach > 7 Tagen wurden nur vereinzelt beobachtet [Badelon 1988, Finnbogason 1995, Schulze 1996].

Eine Fragmentverschiebung in der Röntgenkontrolle nach 4-7 Tagen oder später erfordert den Therapiewechsel mit Reposition und Osteosynthese, die Ergebnisse sind dann nicht schlechter als nach primärer Operation [Silva et al. 2017].

Bei der *operativen Therapie* werden geschlossene Repositionsversuche meist als ineffektiv eingeschätzt [Launay 2004]; einzelne Serien zeigen jedoch gute Ergebnisse [Song 2008]; dies gilt sowohl bei geschlossener Reposition und perkutaner K-Draht-Fixation **mäßig dislozierter** Frakturen, z.B. in Kombination mit einer Arthrografie [Silva und Cooper 2015] als auch bei **deutlich dislozierten** Frakturen mittels kanülierter Schrauben [Stein et al 2016]. Pennock et al 2016 sehen keinen Unterschied bei der perkutanen vs. der offenen Kirschnerdraht-Fixation, Ganeshalingam et al 2018 keinen Unterschied zwischen K-Draht und Schraubenfixation. Die arthroskopisch gestützte geschlossene Reposition mit perkutaner Kirschnerdraht-Fixation wurde vorgeschlagen [Hausman 2007] und in einzelnen Zentren etabliert [Kang et al 2019].

Es soll – egal mit welcher Methode – die zuverlässige und kontrollierte Wiederherstellung der chondralen artikulären Oberfläche und die solide Fixation dieses Repositionsergebnisses erzielt werden.

In Rückenlagerung und mit auf dem Armtisch ausgelagertem Ellenbogen erfolgt bei offenem Vorgehen der Zugang von lateral (Kocher) als häufig benutzter Zugang mit guter Übersicht. Weniger üblich sind Bauch- oder Seitenlage oder der Zugang von dorsolateral [Mohan 2000, Kiderlen 2008, Ayubi 2010]. Blutsperrung oder Blutleere sind fakultativ. Dislokation und Instabilität sind regelhaft größer als vermutet. Abgescherte Knorpelfragmente müssen ggf. refixiert werden (selten). Die schonende Präparation (cave Gefäßversorgung) und die Vermeidung der Skelettierung (cave iatrogene Nekrose) sind wichtig. Eine Drainage ist nicht erforderlich [Prunières 2017].

## Fixation

2-3 divergierende K-Drähte, die die Gegenkortikalis fassen [Launay 2004, Bloom 2011], sichern die anatomische Position des Fragmentes, haben aber keine Kompressionswirkung. Sie führen nicht zur Fugenstörung, wenn nicht multipel gebohrt wurde.

K-Drähte werden umgebogen und im Periost versenkt. Dies verhindert die Dislokation von Drähten und Pininfekte und reduziert das Risiko vorzeitiger Metallentfernung; (Launay 2004). De et al 2012 sahen oberflächliche Infekte in 9,8% bei epikutanen Drähten vs. 3,1% bei versenkten Drähten; der Unterschied war jedoch ohne klinische Relevanz.

1 rein **metaphysär** platzierte (!), kanülierte, selbstbohrende und selbstschneidende Spongiosazugschraube, die die Gegenkortikalis fasst [Conner 1970, Sharma 1995, Mohan 2000, Hasler 2001, Shirley et al 2015], soll bei ausreichend großem metaphysärem Fragment das Implantat der ersten Wahl sein.

Eine Unterlegscheibe ist fakultativ. Es erfolgt eine Kompression der Fraktur, ggf. kann ein Rotationsschutz mit transepiphysärem Kirschner-Draht sinnvoll sein. Biomechanisch ist die Schraube stabiler als der Kirschner-Draht [Schlitz et al 2015], dadurch kommt es zur schnelleren Konsolidierung und zu weniger Wachstumsstimulation [Hasler und von Laer 2001]

Zum Abschluss der OP erfolgt immer die Prüfung der Ellenbogenstabilität, v.a. nach Luxationen.

Die Operation ist dringlich, aber selten notfallmäßig und erfolgt standardmäßig in Allgemeinanästhesie (Alter der Kinder).

## 7. Weiterbehandlung

Postoperativ erfolgen Kontrollen von Durchblutung, Motorik und Sensibilität. Die Gipsruhigstellung in Funktionsstellung wird für mindestens 3 Wochen [Thomas et al 2011], meist für 4 Wochen empfohlen. Eine Infektion der Bohrdrähteintrittsstellen, die Implantatdislokation oder der Implantatbruch und die Perforation der Spickdrähte sind bekannte Komplikationen.

Physiotherapie ist in der Regel nicht erforderlich. Besteht 3 Monate nach Trauma noch eine relevante Bewegungseinschränkung (> 20 Grad), ist krankengymnastische Übungsbehandlung mit Mobilisation und Schulung der Gebrauchsbewegungen indiziert.

Frühe und forcierte passive Bewegungsübungen sollen wegen der Gefahr sekundärer Instabilität, Wachstumsstimulation und heterotoper Ossifikationen vermieden werden. 1 Jahr postoperativ ist ohne Physiotherapie 97% der Beweglichkeit im Vergleich zur Gegenseite wieder erreicht, unabhängig von konservativer, geschlossener oder offener Therapie [Bernthal 2011].

Röntgenkontrollen (immer in 2 Ebenen) werden bei konservativer Therapie an Tag 4-7 gipsfrei! (ggf mit ergänzendem Sono), ggf. an Tag 14 und an Tag 28 veranlasst. Bei



operativer Therapie erfolgt die Dokumentation intra- oder unmittelbar postop., Kontrollen sind dann an Tag 28 (Konsolidierung? Freigabe?) und ggf. vor der ME vorzusehen. Weitere Röntgenkontrollen sind nur bei Wachstumsstörungen oder Komplikationen notwendig. Klinische Kontrollen (ROM) sind bei ME/nach 3 Monaten und ggf. nach 1 Jahr sinnvoll, weitere klinische Kontrollen individuell bei bestehender Bewegungs- oder Wachstumsstörung bis zur freien Beweglichkeit / Wachstumsabschluss / Korrektur.

Die Metallentfernung soll nicht vor 4 Wochen postoperativ bei sicherer radiologischer Konsolidierung erfolgen; bei Verwendung von Zugschrauben alternativ erst ca. 3 Monate postop. nach weitgehender Wiederherstellung der Beweglichkeit.

## 8. Komplikationen / Dauerfolgen

Bewegungsstörungen sind oft Weichteil-bedingt (Kapsel), selten durch eine Fehlpositionierung des Fragments bedingt. Der häufige Pseudo-Kubitus varus wird durch die überschießende laterale Knochenapposition bedingt und ist abhängig von der primären Dislokation. Er ist ein kosmetisches Problem und hat keine funktionelle Bedeutung [*Pribaz et al 2012*]. Der Kubitus varus folgt aus einer unzureichenden Reposition, einer nicht-anatomischen Fixation oder einer stimulativen Wachstumsstörung bei unzureichender Stabilität [*von Laer 1998*]. Er stellt keine funktionelle Einschränkung, sondern eine kosmetische Auffälligkeit dar. Die Korrektur ist kaum erforderlich und kann bis zum Wachstumsende aufgeschoben werden. Ein Kubitus valgus ist Folge des seltenen frühzeitigen Verschlusses der Kapitulumfuge [*Cates 2012*] oder einer Pseudarthrose. Eine verzögerte Heilung ist vor allem abhängig von der residuellen Dislokation nach der Reposition [*Salgueiro et al 2017*].

Am Kondylus radialis werden die meisten Pseudarthrosen im Kindesalter beobachtet. Sie folgen mit oder ohne Kubitus valgus und/oder N. ulnaris-Affektion aus übersehenen Frakturen, nach konservativer Therapie nicht korrekt klassifizierter Frakturen, nach konservativer Therapie dislozierter Frakturen, nach ungenügender Reposition und Fixation sowie nach verfrühter Metallentfernung.

Das Problem der Pseudarthrosenentwicklung soll nicht übersehen werden. Bei Entwicklung einer Pseudarthrose soll umgehend interveniert werden.

Die Korrektur sollte an Zentren mit großer kindertraumatologisch-kinderorthopädischer Erfahrung erfolgen.

Selten werden zentrale Epiphyseodesen (Fischschwanzdeformität) (meist ohne funktionelle Relevanz, verschwinden oft wieder [*von Laer 1998*]) und Osteonekrosen des Kapitulum bei Durchblutungsstörung (grobe Dislokation, iatrogen) beobachtet.

Die Prognose ist bei adäquater Reposition und solider Fixation gut [*Beaty 2006*].

## Addendum

**Kondylus ulnaris-Frakturen** [Leet 2002, Fernandez et al 2019] sind selten. Diagnostik, Therapieentscheidung und Behandlung erfolgt wie beim radialen Kondylus. Die radiologische Diagnose ist oft erschwert wegen der noch nicht knöchern angelegten oder mehrkernigen Trochlea, ggf. ist ein MRT indiziert.

Bei Kindern unter 5 Jahren soll die hohe Gefahr des Übersehens selbst bei groben Dislokationen realisiert werden, da im Unterschied zum Kondylus radialis der metaphysäre Anteil sehr klein ist.

Die offene Reposition erfolgt von medial oder dorso-medial. Die Fixation bei kleinen Kindern kann mit 2-3 divergierenden K-Drähten, die in der Gegenkortikalis verankert werden, erreicht werden. Bei größeren Kindern sind 1-2 quere Schrauben mit Fixation des medialen Kondylus an das Kapitulum und den Schaft adäquat. Der N. ulnaris ist darzustellen. Die Gipsruhigstellung ist für 4 (-6) Wochen erforderlich. Die Prognose ist wegen meist schwererer Begleitverletzungen ungünstiger.

Epikondylusabrisse sind primär keine intraartikulären Verletzungen, sondern apophysäre Verletzungen und werden ggf. in einer separaten Leitlinie behandelt

## **T- oder Y-Fraktur [Anari et al 2016]**

Bei jüngeren Kindern (< 10 Jahren) [Abraham 2005] sind diese Frakturen deutlich seltener und entsprechen einer suprakondylären Fraktur mit kondylärer Beteiligung. Das mittlere Patientenalter liegt bei 7,5 Jahren. Die Therapie besteht aus 3-4 K-Drähten von radial und ulnar zur Fixation beider distaler Fragmente an den Schaft und ggf. einem queren Draht zur Fragmentverbindung. Der Zugang zur offenen Reposition erfolgt über einen Triceps split oder das Triceps sparing [Illical 2014]. Die Prognose entspricht der der suprakondylären Humerusfraktur und ist besser als bei T- oder Y-Frakturen des Adoleszenten.

Bei älteren Kindern und Adoleszenten (> 10 Jahren) [Re 1999, Remia 2004] werden beide Kondylen zum Block verbunden (quere Zugschraube) und der Kondylenblock an den Schaft fixiert (Schrauben, Platten, Drähte). Als Zugang dient ebenfalls Triceps split oder Triceps sparing [Illical 2014], posteromedial (Byan-Morrey) oder postero-lateral; die Olekranon-Osteotomie hat dagegen mehr Komplikationen. Die Prognose ist ungünstiger als bei isolierten Kondylenfrakturen (Gelenksteife, Streckverlust).

## Literatur

Abraham E, Gordon A, Abdul-Hadi O (2005) Management of supracondylar fractures of the humerus with condylar involvement in children. J Pediatr Orthop 25:709-716

Anari JB, Neuwirth AL, Carducci NM, Donegan DJ, Baldwin KD (2016) Pediatric T-condylar humerus fractures: a systematic review. J Pediatr Orthop 37:36-40

Ayubi N, Mayr JM, Sesia S, Kubiak R (2010) Treatment of lateral humeral condyle fractures