

# Suprakondyläre Humerusfraktur bei Kindern

## Verfahrenswahl, Zugang, Komplikationen und typische Fallstricke

Seit Mitte des letzten Jahrtausends, als die ersten Publikationen zur operativen Versorgung von suprakondylären Frakturen erschienen, veränderte sich deren Therapie vollständig. Blounts [1]. Empfehlung gegen eine operative Behandlung dieser Verletzungen hat in Anbetracht der verbesserten klinischen Ergebnisse, der erheblichen Senkung von Komplikationen (z. B. des Cubitus varus von über 60% auf unter 20%), aber auch der entscheidend verkürzten Krankenhausaufenthaltsdauer (Wochen auf wenige Tage) nur noch historischen Wert.

Insgesamt konnten die Komplikationsraten (vaskuläre Komplikationen, Volkmann-Kontrakturen, neurovaskuläre Probleme oder Fehlstellungen) zwar deutlich reduziert werden, dennoch stellt der Ellenbogen die komplikationsträchtigste Region des wachsenden Skeletts dar [6]. Trotz der großen Fortschritte in der Behandlung der suprakondylären Humerusfraktur bedeutet dies, dass die noch bestehenden, im Wesentlichen behandlungsbedingten Probleme weiterer Anstrengungen bedürfen.

### Häufigkeit

Die suprakondyläre Humerusfraktur macht etwa 4–7% aller Frakturen im Kindesalter aus und ist die häufigste knöcherne Ellenbogenverletzung im Wachstumsalter. Der Altersgipfel liegt zwischen dem 5. und 7. Lebensjahr.

In einer Zusammenfassung von 64 Arbeiten mit 8361 suprakondylären

Frakturen zeigte sich, dass diese Verletzung mit etwa 60% öfter am nicht dominanten Arm auftrat. Jungen waren häufiger betroffen als Mädchen, wobei in der neueren Literatur eine Zunahme der Inzidenz bei Mädchen zu verzeichnen war [3].

Ipsilaterale Frakturen im Sinne von Kettenfrakturen werden in etwa 1% der Fälle beobachtet, dabei ist die häufigste Begleitverletzung die distale Radiusfraktur, aber auch Frakturen des proximalen Oberarms oder Monteggia-Läsionen sind möglich.

### Frakturtypen und Unfallmechanismus

Die häufigsten Ursachen für suprakondyläre Humerusfrakturen sind banale Stürze beim Schul- oder Freizeitsport. Auch wird oft ein Sturz vom Fahrrad berichtet. In nur wenigen Fällen führen ein Verkehrsunfall oder ein Hochenergietrauma zu einer suprakondylären Humerusfraktur.

Es wird zwischen einem Extensions- (indirektes Trauma) und einem Flexions- (direktes Trauma) unterschieden.

#### Extensionstyp (indirektes Trauma).

Auslöser ist meist ein Sturz auf den ausgestreckten Arm. Dabei wird Kraft über den Unterarm in den Ellenbogen ein- und über die dort befindlichen Bandstrukturen in den Oberarm weitergeleitet. Dabei kommt es zu einer Überstreckung im Ellenbogen mit einem erhöhten Biegemoment, welches bei ausreichender Kraft

eine Fraktur am schwächsten Ort des Gelenks, der suprakondylären Region, bedingt.

Bei etwa 98% aller suprakondylären Humerusfrakturen handelt es sich um Frakturen vom Extensionstyp.

**Flexionstyp (direktes Trauma).** Hier kommt es zu einem direkten Sturz auf das Olekranon, dabei wird das distale Fragment nach ventral geschoben. Die Unterarmstellung bestimmt die Dislokationsrichtung. In etwa 75% kommt es zu einer posteromedialen Dislokation aufgrund eines pronierten Unterarms bzw. bei einer supinierten Stellung zur posterolateralen Dislokation.

Bei etwa 2% aller suprakondylären Humerusfrakturen handelt es sich um Frakturen vom Flexionstyp.

### Periphere Neuropraxie

Nervenläsionen treten im Wesentlichen bei Extensionsfrakturen auf, Flexionsfrakturen gehen selten mit Nervenschäden einher. Die Häufigkeit von peripheren Nervenschäden wird mit zwischen 10% und 20% angegeben.

Die Literaturangaben hinsichtlich der Häufigkeit der Läsionen von N. radialis bzw. N. medianus differieren. Die Dislokationsrichtung des proximalen Fragments bestimmt den neurologischen Schaden. Bei einer posteromedialen Dislokation kommt es zu einer Schädigung des N. radialis, während die posterolaterale



**Abb. 1** ◀ 11-jähriges Mädchen mit beim Spielen zustande gekommener supracondylärer Ellenbogenfraktur Typ I nach Gartland (oben), sichere Stabilisierung der Fraktur im Oberarmgips (unten) mit Pronationsstellung im Unterarm (unten rechts gekreuzte Unterarmknochen)

rale Dislokation zu einer Schädigung des N. medianus führt.

Bei einer primären peripheren Neuropraxie ist mit einer Remission in über 90–95% der Fälle innerhalb von 3 Monaten zu rechnen. Aufgrund dieser hohen Remissionsrate ist eine primäre operative Revision nicht indiziert. Ist ein Nervenschaden eingetreten, ist eine elektrophysiologische Untersuchung im Sinne eines EMG (Elektromyogramm) und NLG (Nervenleitgeschwindigkeit) durchzuführen. Die Untersuchungen sollten primär und nach 3 bzw. 6 Monaten zum Nachweis möglicher Reinnervationspotenziale wiederholt werden. Finden sich diese, ist ein weiteres Zuwarten sinnvoll, sind sie nach 3 Monaten nicht nachzuweisen, ist eine Revision des Nervs sinnvoll.

Eine iatrogene N.-ulnaris-Schädigung durch den ulnarseitig eingebrachten Draht bei der gekreuzten Kirschner-Draht-Osteosynthese darf nicht belassen werden. Es sollte eine Revision mit ggf. Neuplatzierung des Kirschner-Drahts erfolgen.

### Gefäßverletzung

In etwa 1–2% aller supracondylären Humerusfrakturen treten Gefäßkomplikationen auf. In einer Sammelstudie [3] mit

8361 Frakturen wurden sie mit einer Häufigkeit von 1% gefunden. Bei grob dislozierten supracondylären Frakturen Typ III oder IV wurden in bis zu 10–20% pulslose Arme angegeben [8].

Bei der Ankunft in der Klinik sollten Perfusion (Kapillarfüllung) und Pulse dokumentiert werden. Beurteilt werden sollten die Hautfarbe (blass/rosig), die Wärme (kalt/warm) und die kapillare Füllung der Finger. Eine Doppler-Sonographie ist hilfreich, um einen schwer tastbaren Puls nachzuweisen. Es sollten eine notfallmäßige Reposition und Stabilisierung durchgeführt und anschließend die Durchblutung erneut evaluiert werden.

- Bei kalter, blasser Hand muss die A. brachialis durch einen gefäßchirurgisch erfahrenen Chirurgen revidiert werden.
- Bei warmer, rosiger Haut, guter Kapillarisation der Finger und Puls ist eine Gefäßrevision nicht nötig.
- Problematisch ist die pulslose, warme und rosige Hand, hier besteht eine kontroverse Diskussion über das adäquate Vorgehen, von einer eher abwartenden Haltung bis zur sofortigen Revision.

### Klassifikationen

Die supracondylären Frakturen lassen sich nach dem Unfallmechanismus in

- Extensionstyp (98% der Fälle) und
- Flexionstyp (2% der Fälle)

einteilen. Die gebräuchlichsten Klassifikationen haben jedoch den Dislokationsgrad der Fragmente zur Grundlage, da er therapierelevant ist. Im angloamerikanischen Schrifttum ist die Klassifikation nach Gartland [2] am weitesten verbreitet:

- Gartland I: keine Dislokation der Fraktur
- Gartland II: Dislokation in einer Ebene
- Gartland III: komplett disloziert

Im deutschsprachigen Raum fand die Einteilung nach von Laer [6] Verbreitung, bei welcher 4 Grade der supracondylären Humerusfrakturen unterschieden werden:

- Grad I: keine Dislokation
- Grad II: Dislokation in einer Ebene
- Grad III: Rotation mit Dislokation in 2 Ebenen
- Grad IV: vollständige Dislokation ohne knöchernen Kontakt bzw. Fehlstellung in 3 Ebenen

### Therapie

#### Ziel

Therapieziel ist die Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse am Ellenbogen, um eine uneingeschränkte Beweglichkeit zu erreichen. Die durchzuführende operative Therapie sollte möglichst eine primäre definitive und minimalinvasive Versorgung sein. Es gilt, Komplikationen zu vermeiden und einen kurzen stationären Aufenthalt zu erreichen.

#### Typ-I-Fraktur (unverschobene Fraktur) nach Gartland

Sie erfordert keine Reposition, sondern eine Ruhigstellung. In unserer Klinik favorisieren wir den Oberarmgips in 100°- und pronierter Unterarmstellung (■ Abb. 1).

Eine alternative Methode ist die Blount-Schlinge („cuff and collar“), bei

welcher das Ellenbogengelenk etwa 110° gebeugt wird und der Unterarm proniert ist.

Typ-II-Fraktur (in einer Ebene verschoben) nach Gartland

Sie kann prinzipiell konservativ behandelt werden. Ihre Versorgung hängt insbesondere auch vom Alter ab, da bei einem belassenen fehlgestellten humerokondylären Winkel nur bis zum 7. bis 8. Lebensjahr mit einer Spontankorrektur gerechnet werden kann.

Die Frakturen sollten in Narkose oder Analgosedierung reponiert werden. Bei der Reposition und der anschließenden Evaluation der Stabilität sollte das Kind möglichst keine Schmerzen haben.

Die Dislokation in einer Ebene kann sowohl nach dorsal im Sinne einer Extensionsverletzung als auch nach ventral (Flexionsfraktur) erfolgt sein. Flexionsfrakturen können im Gips nicht adäquat gehalten werden. Sie verlieren meist nach der Reposition ihre Korrektur, sodass eine operative Stabilisierung notwendig ist (■ Abb. 2). Sie lassen sich auch nicht mit einer Blount-Schlinge halten, da die Stellung in dieser die Ventralabkippung des Fragments unterstützt.

Typ-II-Frakturen mit einer moderaten Dislokation in der sagittalen Ebene nach dorsal, d. h. <15°–20°, können in Analgosedierung reponiert und mit einem Oberarmgips in 100°-Stellung stabilisiert werden. Die Reposition wird unter Druck von dorsal durchgeführt. Mit Beendigung des Manövers wird der Unterarm in Pronation eingestellt (■ Abb. 3, [4]). Alternativ kann ein Blount-Schlingen-Verband angelegt werden, mit Nachziehen nach 2 bis 3 Tagen. Dabei erfolgt die Redression durch das schrittweise Nachjustieren der Schlinge. Der Repositionserfolg wird radiologisch nach 2 bis 3 Tagen kontrolliert.

Alle Frakturen vom Typ II, die instabil sind, d. h. nach geschlossener Reposition erneut einen Korrekturverlust erleben, sollten in der gleichen Sitzung operativ stabilisiert werden. Denn zur Stabilisierung der instabilen Frakturen Typ II müsste der Ellenbogen in maximaler Beugung eingegipst bzw. in der Blount-Schlinge fixiert werden, was die Gefahr

Trauma Berufskrankh 2012 · 14[Suppl 3]:379–384 DOI 10.1007/s10039-012-1848-y © Springer-Verlag 2012

F.F. Fernandez · O. Eberhardt

Suprakondyläre Humerusfraktur bei Kindern. Verfahrenswahl, Zugang, Komplikationen und typische Fallstricke

Zusammenfassung

Die suprakondyläre Humerusfraktur macht etwa 4–7% aller Frakturen im Kindesalter aus. Sie ist die häufigste knöcherne Ellenbogenverletzung im Wachstumsalter, gleichzeitig stellt dieses Gelenk die komplikationsträchtigste Region des wachsenden Skeletts dar. Die häufigsten Ursachen sind banale Stürze beim Schul- oder Freizeitsport. Es werden Extensions- (indirektes Trauma) und Flexionstyp (direktes Trauma) bzw. Typ I–III(IV) unterschieden. Nervenläsionen treten mit einer Häufigkeit zwischen 10% und 20% auf. In etwa 1–2% aller suprakondylären Humerusfrakturen kommt es zu Gefäßkomplikationen. Therapieziel ist die Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse am Ellenbo-

gen, um eine uneingeschränkte Beweglichkeit zu erreichen. Es sollte möglichst eine primäre definitive minimalinvasive Versorgung gewählt werden. Typ-I-Frakturen erfordern keine Reposition, sondern eine Ruhigstellung. Typ-II-Frakturen können konservativ versorgt werden, da aber in 20–30% mit einer sekundären Dislokation zu rechnen ist, sollte im Sinne einer primären definitiven Versorgung unter der Narkose zur Reposition auch operativ stabilisiert werden. Bei allen Typ-III-Frakturen ist eine operative Behandlung indiziert.

Schlüsselwörter

Humerusfrakturen · Kinder · Wachstumsalter · Nervenläsionen · Gefäße

Supracondylar humerus fracture in children. Choice of procedure, approach, complications, and typical pitfalls

Abstract

Supracondylar humerus fracture accounts for approximately 4–7% of all fractures during childhood. It is the most frequent osseous injury of the elbow during adolescence. At the same time this joint represents the region fraught with the most complications in the growing skeleton. The most prevalent causes are ordinary falls during school or recreational sports. A distinction is made between the extension type (indirect trauma) and flexion type (direct trauma) or classified as Gartland type I–III. Nerve lesions occur with an incidence of 10–20%. Vascular complications develop in about 1–2% of all supracondylar humerus fractures. The goal of treatment is to restore the natural anatomy of the el-

bow in order to obtain unlimited mobility. As far as possible, primary therapy should consist in definitive and minimally invasive management. Type I fractures do not require repositioning but rather immobilization. Type II fractures can be managed conservatively; however, since a secondary dislocation is to be expected in 20–30% of cases, in the sense of definitive primary care surgical stabilization should also be undertaken during reduction under anesthesia. Surgical treatment is indicated in all type III fractures.

Keywords

Humeral fractures · Children · Adolescence · Peripheral nerve injuries · Blood vessels

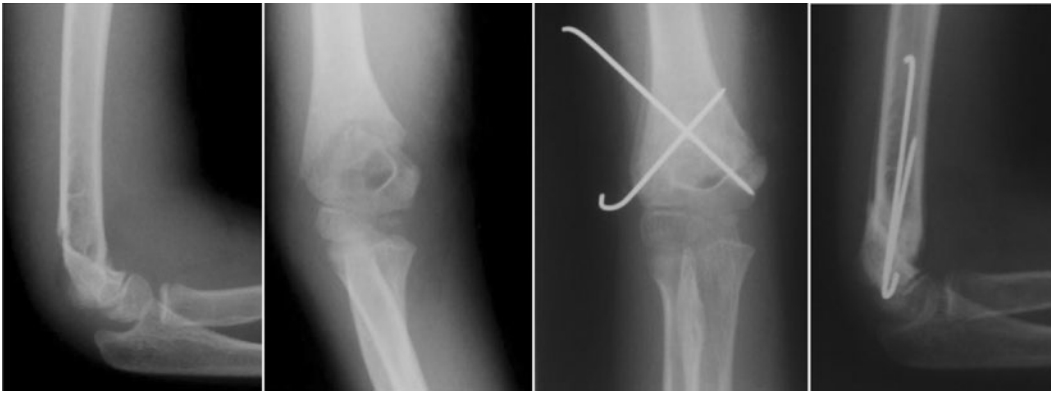
eines Durchblutungsproblems bis hin zum Kompartmentsyndrom birgt.

Da in über 30% der Typ-II-Frakturen mit einer sekundären Dislokation zu rechnen ist, sollte im Sinne einer primären definitiven Versorgung in derselben Narkose eine operative Stabilisierung erfolgen (■ Abb. 4, [9, 10]). Wird eine konservative Versorgung angestrebt, empfiehlt sich eine Röntgenkontrolle nach 5 bis 7 Tagen, um noch mittels einer erneuten geschlossenen Reposition und operativen Versorgung den möglichen Korrektur-

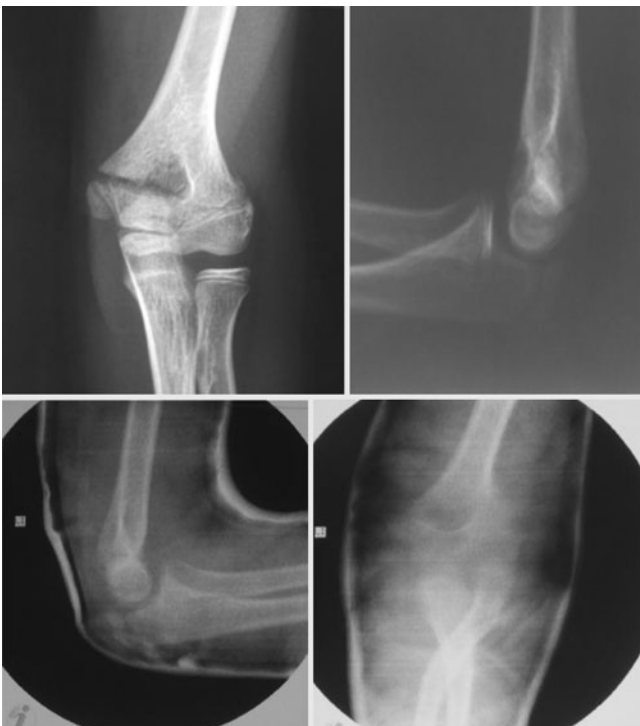
verlust erneut ohne offene Reposition versorgen zu können.

Typ-III-Fraktur nach Gartland

Bei ihnen ist immer eine Operation indiziert. Sie kann in Rücken- oder Bauchlage durchgeführt werden. In den meisten Fällen (>90%) sollte eine geschlossene Reposition mit nachfolgender operativer Stabilisierung gelingen. Hierzu stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:



**Abb. 2** ◀ 7-jähriger Junge mit beim Spielen zugezogener supracondylärer Humerusflexionsfraktur Typ Gartland II, geschlossene Reposition und Stabilisierung mittels gekreuzter Kirschner-Drähte von der radialen Seite



**Abb. 3** ◀ 9-jähriger Junge nach Sturz beim Sport, supracondyläre Humerusfraktur (Extensionsfraktur) Typ II nach Gartland, sichere Stabilisierung der Fraktur im Oberarmgips mit Pronationsstellung im Unterarm (gekreuzte Unterarmknochen), medialer Frakturspalt durch Pronation geschlossen



**Abb. 4** ◀ 5-jähriges Mädchen nach Sturz beim Spielen, supracondyläre Humerusfraktur (Extensionsfraktur) Typ II nach Gartland mit deutlicher Reduktion des humerokondylären Winkels, Stabilisierung der Fraktur mit gekreuzten Kirschner-Drähten von radial

- Kirschner-Draht-Osteosynthese
- Fixateur externe
- intramedulläre Schienung
- semioperative Versorgung, wie „traction brace“

In der Literatur wird die Kirschner-Draht-Osteosynthese als Standardfixation angesehen. Sie kommt sowohl bei geschlossener als auch offener Reposition zur Anwendung. Dabei gibt es verschiedenste Techniken für eine Drahtkonfiguration. Biomechanische Studien ergaben, dass

2 gekreuzte Drähte eine weitaus größere Stabilität aufweisen als 2 parallel liegende Drähte [7, 11]. Die Kirschner-Drähte können perkutan belassen bzw. unter die Haut versenkt werden. Bei lateralen oder medialen Mehrfachfragmentierungen kann es bei der Kirschner-Draht-Stabilisierung zu einem Korrekturverlust in der frontalen Ebene kommen. In diesen Fällen kann es sinnvoll sein, mit 3 Kirschner-Drähten zu stabilisieren.

In unserer Klinik werden beide Kirschner-Drähte gekreuzt von radialeitig eingebracht (■ **Abb. 5**), womit eine Verletzung des N. ulnaris verhindert wird. Bei der gekreuzten Kirschner-Draht-Technik beidseits von distal wurde eine N.-ulnaris-Läsion in 1–5% der Fälle angegeben [3].

Bei Kindern unter 5 Jahren kann bei über 90° gebeugtem Ellenbogen der N. ulnaris nach ventral (sub-)luxieren.

Einen nicht zu vernachlässigenden Aspekt stellen intraoperative Röntgenaufnahmen dar. Eine Studie von Kraus et al. [5] zeigte, dass die Kirschner-Draht-Osteosynthese mit 30,7 s im Vergleich zum Fixateur externe (41 s) oder der elastischen stabilen Nagelung (80 s) die mit Abstand geringste Strahlenexposition aufweist.

**Repositionsmanöver.** Vor der Operation kann zur Einschätzung der Repositionsmöglichkeit unsteril eine Vorreposition durchgeführt werden.



**Abb. 5** ◀ 8-jähriges Mädchen mit suprakondylärer Ellenbogenfraktur Typ III nach Gartland nach Sturz vom Roller, geschlossene Reposition und Stabilisierung mittels gekreuzter Kirschner-Drähte von der radialen Seite



**Abb. 6** ▲ 4-jähriges Mädchen mit grob dislozierter distaler, nach Reposition in Narkose adäquat mit Oberarmgips versorgter Unterarmfraktur und primär nicht erkannter suprakondylärer Ellenbogenfraktur (*Bildrand*), 6 Monate nach Unfall noch deutliche Bewegungseinschränkung des Ellenbogens, weitere Erläuterungen s. Text

Zur Reposition der suprakondylären Humerusfraktur sollte der Ellenbogen unter vorsichtigem Zug gestreckt werden. Pro- bzw. Supination können die Reposition erleichtern. Die Fehlstellung der Fraktur sollte in allen 3 Ebenen korrigiert werden.

Die Reposition wird mit einem Bildwandler immer in 2 Ebenen kontrolliert. Dabei sollte der Bildwandler so positioniert werden, dass er immer geschwenkt wird und nicht der Arm über die Fraktur gedreht werden muss.

Wurde eine Reposition nach mehrmaligen Versuchen (3- bis 5-mal) nicht adäquat erreicht, sollte eine offene Reposition erwogen werden. Dabei ist aber nicht zu erwarten, dass sie die Einstellung der Fraktur vereinfacht. Im Zweifelsfall kann eine leichte Translation oder Rotation akzeptiert werden, bevor eine offene Reposition durchgeführt wird [3].

### Komplikationen

Ellenbogenfrakturen sind mit 7–17% aller knöchernen Verletzungen des Kindes häufig. Dabei stellt der Ellenbogen die komplikationsträchtigste Region des kindlichen Skeletts dar [6]. Von Laer [6] gab an, dass etwa 80% aller Komplikationen an der oberen Extremität am Ellenbogen stattfinden. Davon sollen nachweislich 90% iatrogen bedingt sein.

Ursachen für die iatrogene Komplikation sind

- belassene Fehlstellungen aufgrund von Übersehen oder einer Fehleinschätzung des spontanen Korrekturpotenzials,
- die falsche Indikation zur konservativen/operativen Therapie der suprakondylären Fraktur sowie
- Fehler in der Durchführung der operativen oder konservativen Behandlung.

Aufgrund der posttraumatischen Fehlstellung kann es zu Achsfehlstellungen mit Funktionseinschränkungen kommen. Die häufigste posttraumatische Fehlstellung ist der Cubitus varus mit etwa 10–30%. Ursachen für die Fehlstellung in der frontalen Ebene können die ulnare Dislokation aufgrund einer Rotationsinstabilität oder die ulnare Einstauchung sein. Die

dreidimensionale Fehlstellung des Cubitus varus kann mit Bewegungseinschränkungen des Ellenbogengelenks einhergehen. Häufig kommt es zu einer Rückbildung der Bewegungseinschränkung, so dass eine Achsfehlstellung als kosmetische Deformität verbleibt.

### Kettenverletzung des Arms

In der Sammelstudie mit 8361 Frakturen traten in 1% der Fälle ipsilaterale Frakturen auf [3]. Dabei kommt es aufgrund des identischen Unfallmechanismus zu einer Kettenverletzung des Arms, häufigste Ursache ist der Sturz auf den ausgestreckten Ellenbogen. Dabei sind neben distalen Radiusfrakturen auch Unterarm- und Oberarmkopffrakturen beschrieben. Aufgrund der offensichtlichen Fraktur kann es hier zu einem Übersehen der Begleitverletzungen kommen. Daher muss bei suprakondylären Frakturen immer der gesamte Arm untersucht werden (▣ Abb. 6, Fallbeispiel).

**Fallbeispiel.** Ein 4-jähriges Mädchen zog sich beim Sturz von der Schaukel eine grob dislozierte distale Unterarmfraktur zu, die als solche erkannt und nach Reposition in Narkose adäquat mit Oberarmgips versorgt wurde. Die suprakondyläre Ellenbogenfraktur dagegen (▣ Abb. 6, am Bildrand) wurde nicht erkannt und erst nach 8 Wochen festgestellt. 6 Monate nach dem Unfall bestand noch eine deutliche Bewegungseinschränkung des Ellenbogens.

### Korrespondenzadresse

**PD Dr. F.F. Fernandez**  
Kinder- und Jugendtraumatologie,  
Olgahospital, Klinikum Stuttgart,  
Bismarckstraße 8, 70176 Stuttgart  
f.fernandez@klinikum-stuttgart.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt für sich und seinen Koautor an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

### Literatur

1. Blount WP (1955) Fractures in children. Williams & Wilkins, Baltimore, S 26–42
2. Gartland JJ (1959) Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obstet 109(2):145–154
3. Kasser JR, Beatty JH (2010) Supracondylar fractures of the distal humerus. In: Beatty JH, Kasser JR, (Hrsg) Rockwood and Wilkins' fractures in children, 6. Aufl. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, S 543–590
4. Khare MH, Gautam VK, Kochlar VL (1991) Prevention of cubitus varus deformity in supracondylar fractures of the humerus. Injury 22:202–206
5. Kraus R, Joeris A, Castellani C (2007) Intraoperative radiation exposure in displaced supracondylar humeral fractures: a comparison of surgical methods. J Pediatr Orthop B 16:44–47
6. Laer L von (Hrsg) (2007) Das verletzte Kind. Thieme, Stuttgart New York, S 49–59
7. Lee SS, Mahar AT, Miesen D et al (2002) Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. J Pediatr Orthop 22:440–443
8. Omir R, Choi PD, Skaggs DL (2008) Supracondylar humeral fractures in children. J Bone Joint Surg Am 90:1121–1132
9. Skaggs DL, Sankar WN, Albrektson J et al (2008) How safe is the operative treatment of Gartland type 2 supracondylar humerus fractures in children? J Pediatr Orthop 28:139–141
10. Weinberg AM, Bismarck S von, Castellani C et al (2003) Die deszendierende intramedulläre Nagelung zur Behandlung dislozierter suprakondylärer Oberarmfrakturen im Kindesalter. Chirurg 74:432–436
11. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R (1994) Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. J Bone Joint Surg Am 76:253–256