

# Nervenverletzungen nach Ellenbogenluxationsfraktur im Kindesalter

**A. Wenger, J. Berger & H. Piza-Katzer**

## Der Unfallchirurg

Organ der Deutschen Gesellschaft für  
Unfallchirurgie Organ der Deutschen  
Gesellschaft für Orthopädie und  
Unfallchirurgie

ISSN 0177-5537

Volume 119

Number 8

Unfallchirurg (2016) 119:690-697

DOI 10.1007/s00113-016-0160-x



**Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer-Verlag Berlin Heidelberg. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at [link.springer.com](http://link.springer.com)".**

Unfallchirurg 2016 · 119:690–697  
 DOI 10.1007/s00113-016-0160-x  
 Online publiziert: 9. März 2016  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

#### Redaktion

W. Mutschler, München  
 V. Braunstein, München  
 H. Polzer, München



A. Wenger<sup>1</sup> · J. Berger<sup>2</sup> · H. Piza-Katzer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie, BG Unfallklinik Tübingen, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

<sup>2</sup> Abteilung für Unfallchirurgie, Salzkammergut-Klinikum Bad Ischl, Bad Ischl, Österreich

<sup>3</sup> Ordination für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Chirurgie, Wien, Österreich

# Nervenverletzungen nach Ellenbogenluxationsfraktur im Kindesalter

## Indikation und Zeitpunkt zur operativen Revision

### Einleitung

Die suprakondyläre Humerusfraktur stellt im Kindesalter die häufigste Ellenbogenfraktur dar [21]. Mit einer Inzidenz von 177,3 Fällen pro 100.000 betrifft sie vor allem Mädchen und Jungen im Alter von 5–7 Jahren [13]. Der Unfallmechanismus ist hierbei ein Sturz auf den gestreckten Ellenbogen, häufig im Rahmen von Hochrasanz- und Sportunfällen. Nach Gartland werden die Typen I) nicht disloziert, II) disloziert mit intakter dorsaler Kortikalis und III) vollständig disloziert unterschieden, wobei die nicht dislozierten Frakturen konservativ behandelt werden können [12].

Im Falle der dislozierten Frakturen wird die Durchführung einer geschlossenen Reposition und perkutanen Kirschner-Draht-Osteosynthese empfohlen [18]. Die Positionierung der Pins wird in der Literatur kontrovers diskutiert [4]. Einerseits bietet die gekreuzte Kirschner-Draht-Osteosynthese von medial und lateral eine bessere Stabilisierung [17, 19], jedoch wird häufig das ausschließliche Setzen von 2 lateralen Kirschner-Drähten propagiert, um Verletzungen des N. ulnaris zu vermeiden, für den im Falle der gekreuzten Vorgehensweise ein 8-fach erhöhtes Risiko einer iatrogenen Schädigung besteht [1, 18, 21].

Eine besondere Herausforderung stellt die Behandlung von Frakturen des Epicondylus medialis aufgrund seiner engen Lagebeziehung zum N. ulnaris dar. In 50 % der Fälle treten diese Frakturen gemeinsam mit Ellenbogenluxationen auf, und initiale Läsionen des N. ulnaris werden bei 10–16 % beschrieben [22], Schädigungen des N. medianus bei 6,4 % und des N. radialis bei 2,6 % [17]. Hinzu kommt die Gefahr einer iatrogenen Nervenverletzung durch Kirschner-Draht-Osteosynthese in 14 % der Fälle, wobei hier der N. ulnaris mit 12 % am häufigsten und die Nn. medianus und radialis mit je 1 % betroffen sind [16].

Eine operative Revision wird jedoch häufig als nicht notwendig erachtet, da sich eine spontane Remission der Beschwerden in durchschnittlich 130 Tagen posttraumatisch einstellt [4, 16]. Anhand des folgenden Fallbeispiels soll nun diskutiert werden, ob diese abwartende Haltung gerechtfertigt ist, wer die Indikation zur Revision stellt und zu welchem Zeitpunkt eine neuerliche Operation sinnvoll ist.

### Fallbeispiel

#### Anamnese

Ein zum Unfallzeitpunkt 10-jähriger Junge, stürzte im Februar 2008 auf der Treppe und zog sich hierbei eine Ellenbo-

gelenksluxation mit Abriss des Epicondylus medialis links zu (**Abb. 1a**). In einer großen Abteilung für Unfallchirurgie erfolgten die geschlossene Reposition und Osteosynthese des Epicondylus medialis mittels perkutanem Kirschner-Draht (**Abb. 1b, c**) von medial sowie die anschließende Ruhigstellung im Oberarmgips für 3 Wochen. Bereits nach der Gipsabnahme wurden eine eingeschränkte Beweglichkeit der Langfinger festgestellt, eine fehlende aktive Beugung und Oppositionsfähigkeit des Daumens sowie Gefühlsstörungen im N. medianus-Versorgungsgebiet. Nach Metallentfernung besserte sich die Symptomatik nicht, und in einer neurologischen Abklärung wurden eine Läsion des N. medianus diagnostiziert sowie eine Kontrolle in 6–8 Wochen empfohlen.

Aufgrund starker Bewegungseinschränkung im Ellenbogengelenk wurde eine CT-Untersuchung durchgeführt und eine Verkalkung im Bereich der Weichteile ulnar festgestellt. Während einer Gelenkmobilisierung in Narkose 4 Monate postoperativ konnte eine Extension/Flexion von 0-30-140 und Supination/Pronation von 70-0-90 erzielt werden. Anschließend wurde mit intensiver Physiotherapie begonnen. In einer klinischen Kontrolle 10 Tage später wurden Schmerzen im Ellenbogengelenk und eine Krepitation festgestellt. Außerdem hatte sich die Beweglichkeit



**Abb. 1a-c** ◀ a Initiales Röntgen: Ellenbogenluxation mit Abriss des Epicondylus medialis, b und c: Röntgen unmittelbar postoperativ: nach geschlossener Reposition und perkutaner Kirschner-Draht-Osteosynthese von medial

in Extension/Flexion erneut verschlechtert mit einer Beweglichkeit von 0-50-90, welche bei der Abschlusskontrolle der primär behandelnden Abteilung 7 Monate posttraumatisch mit 0-15-130 und freier Umwendbeweglichkeit wieder gebessert war. Über die periphere Sensibilität an den Fingern wurde keine Angabe gemacht.

2 Jahre nach dem Unfall, im Januar 2010, erfolgte eine Begutachtung zur Feststellung des Dauerschadens. Hier gab der Junge eine eingeschränkte Beweglichkeit und ein deutlich herabgesetztes Gefühl an der Beugeseite der Langfinger,

insbesondere des stark atrophien Zeigefingers, und am Mittelfinger an. Lediglich das Gefühl an der Streckseite der Hand und der Finger war normal ausgeprägt. Es konnte keine Schweißsekretion festgestellt werden, die Spreizfunktion der Langfinger war etwas eingeschränkt. Auch die Beugung des Daumens war nach wie vor unmöglich sowie auch die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks mit einem Streckdefizit von 24° und Beugedefizit von 15° und die Unterarmdrehbewegung endlagig eingeschränkt. Die Unterarmmuskulatur war im Seitenvergleich deutlich verschmächtigt. Vom Gutachter wird

die Diagnose „Z. n. Ellenbogengelenksverrenkung links mit knöcherner Abtrennung ellenseitig vom Oberarmknochen mit Überdehnung des Mittelnervs und subtotalem Nerven ausfall desselben“ gestellt. Hinsichtlich der Prognose des Nerven ausfalls wird sich dieser „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mehr ändern. Eine operative Intervention mit Interposition von Nerven ist zu hinterfragen, da die Ergebnisse von solchen Nerveninterpositionen im Allgemeinen eher ungünstig sind. Faktum ist, dass auch mit einer Operation keine vollständige Wiederherstellung der Nervenfunktion möglich ist, im günstigsten Fall eine geringe Verbesserung, was naturgemäß dann eine allfällige Operation in Frage stellt. Mittlerweile ist der Endzustand, zwei Jahre nach dem Unfall, erreicht. Eine Operation wäre zwar möglich, der Ausgang aber höchst unsicher.“ Die gutachterlich festgestellte Einschränkung ergab 40 % des Armwertes, wobei sich dieser aus 25 % durch Ausfall des N. medianus und 15 % durch die Bewegungsbehinderung im Ellenbogengelenk zusammensetzte.

Einen Monat nach oben erfolgter Begutachtung holten die Eltern des Kindes in einer Universitätsklinik für Unfallchirurgie eine Zweitmeinung ein. Hier wurde das Bewegungsausmaß des Ellenbogens mit Extension/Flexion 0-25-125 angegeben, die Pronation sei deutlich eingeschränkt. Der Faustschluss war inkomplett, der Zeige- und Mittelfinger mussten mitgeführt werden. Eine aktive Daumenbeugung im Endgelenk war nicht möglich, der M. opponens atrophiert. Die Fingerkuppen I-III waren trocken, das Hoffmann-Tinel-Zeichen bis zur proximalen Hohlhandfurche positiv. Die tiefen Beugemuskeln am Unterarm waren atroph. Da jedoch der Junge im Alltag gut zu recht komme, wurde den Eltern geraten, 2 Jahre posttraumatisch die Reinnervation des N. medianus abzuwarten, eventuell eine Sehnenverlagerung im Verlauf durchzuführen.

## Befund und Diagnostik

Im Juni 2011, 3½ Jahre nach dem Unfall, stellten die Eltern den Jungen erstmals an der Unfallchirurgischen Abteilung

## Zusammenfassung · Abstract

in Bad Ischl vor. Hier wurden neben der bereits beschriebenen Einschränkung der Ellenbogengelenksbeweglichkeit und Umwendbewegung eine massive Atrophie der Thenar- und Hypothenarmuskulatur beschrieben sowie eine Umfangsdifferenz beider Unterarme von 4 cm (Abb. 2). Die aktive Beugung und Opposition des Daumens war nicht möglich, ebenso die oberflächlichen Beuger II–V nicht vorhanden. Die PIP-Gelenke waren überstreckbar, der Spitzgriff unmöglich, der Daumen und Zeigefinger atroph ohne Beugefunktion. Die Sensibilität war bis zur Radialseite des Ringfingers deutlich herabgesetzt und das Gefühl im Versorgungsgebiet der Fingernerven VIII–X im Vergleich zur Gegenseite ebenso deutlich vermindert.

In einer durchgeführten Sonographie im August 2011 zeigte sich eine Echogenitätssteigerung der Flexorengruppe am Unterarm entsprechend der Atrophie. Die Nn. medianus und ulnaris konnten am Unterarm unauffällig dargestellt werden, jedoch in Höhe des Ellenbogengelenks um den frakturierten und abgeheilten Epicondylus medialis Verkalkungen in den Weichteilen. Der N. ulnaris war in diesem Abschnitt abgeflacht, durch Narbenzüge komprimiert – in seiner Kontinuität intakt. Suprakondylär konnte ein verkalktes Struther-Ligament mit doppeltem Ansatzbogen festgestellt werden. Der N. medianus war am distalen Oberarm stark aufgetrieben mit einer Querschnittsfläche von 0,32 cm<sup>2</sup> (Normwert von 0,05 cm<sup>2</sup>) und gewelltem Faszikelverlauf über eine Länge von knapp 4 cm. Der N. medianus wurde als „in einem bogigen Verlauf durch einen supratrochlearen Tunnel im Knochen nach medial und [...] zwischen dem M. pronator teres wieder heraus [kommend]“ beschrieben, als sei er „im Frakturspalt verschwunden [...]“.

Daraufhin wurde eine Röntgen- und MRT-Untersuchung des Oberarms und Ellenbogens veranlasst (Abb. 3a). Hier war der Sulcus nervi ulnaris verstrichen und nicht optimal abgrenzbar mit Kompression des N. ulnaris. Der N. medianus war nicht eindeutig abgrenzbar.

Unfallchirurg 2016 · 119:690–697 DOI 10.1007/s00113-016-0160-x  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

A. Wenger · J. Berger · H. Piza-Katzer

## Nervenverletzungen nach Ellenbogenluxationsfraktur im Kindesalter. Indikation und Zeitpunkt zur operativen Revision

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Suprakondyläre Humerusfrakturen stellen die häufigsten Ellenbogenfrakturen im Kindesalter dar. Bei dislozierten Frakturen wird die geschlossene Reposition und perkutane Kirschner-Draht-Osteosynthese empfohlen. Jedoch kommt es initial in 10–16 % der Fälle zu einer Schädigung des N. ulnaris – der N. medianus ist in 6,4 % und der N. radialis in 2,6 % der Fälle betroffen.

**Methodik.** Es wird ein zum Unfallzeitpunkt 10-jähriger Junge mit Ellenbogengelenksluxation und Fraktur des Epicondylus medialis links präsentiert. Im Verlauf nach erfolgter medialer Kirschner-Draht-Osteosynthese wird eine Läsion des N. medianus beschrieben. Dass auch der N. ulnaris geschädigt ist, fällt

erst mehr als 3 Jahre postoperativ auf. Daraufhin erfolgt eine operative Dekompression und Neurolyse des N. medianus und ulnaris, und es wird das Ergebnis 3½ Jahre postoperativ präsentiert.

**Diskussion.** Anhand des vorgestellten Falles werden die Indikation und der Zeitpunkt zur operativen Revision diskutiert sowie der Stellenwert und die Güte der klinischen Kontrolluntersuchungen und der bildgebenden apparativen Diagnostik hervorgehoben.

### Schlüsselwörter

Ellenbogenluxation · Suprakondyläre Humerusfraktur · Epicondylus medialis · N. medianus · N. ulnaris

## Nerve injuries after elbow luxation fractures in childhood. Indication and timing for surgical revision

### Abstract

**Background.** Supracondylar humerus fractures are very common in pediatric populations. In cases of dislocated fractures, closed reduction and percutaneous K-wire fixation is recommended. Initially, 10–16 % of the patients also present lesion of the ulnar nerve as well as median nerve palsy in 6.4% and radial nerve palsy in 2.6 % of cases, respectively.

**Method.** We present the case of a 10-year-old boy with a dislocation of the elbow and fracture of the medial epicondyle. After closed reduction and K-wire fixation from medial, he presents a median nerve palsy. That a lesion of the ulnar nerve is also present

is only noticed 3½ years posttraumatically. A surgical decompression and neurolysis of the ulnar and median nerve is performed and the postoperative grip and key strength presented.

**Discussion.** With the help of the presented case we discuss the indication and the point of surgical revision. Clinical assessment and neurosonography are essential for an exact diagnosis.

### Keywords

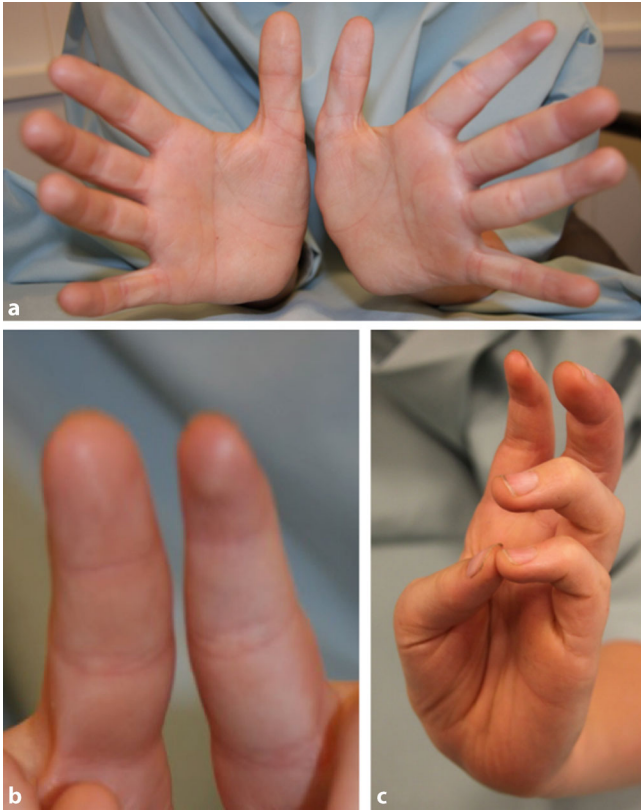
Elbow dislocation · Supracondylar humerus fracture · Medial epicondyle · Median nerve · Ulnar nerve

## Operation

Im Oktober 2011, mehr als 3½ Jahre nach dem Unfall, wurde nun die Indikation zur operativen Revision gestellt mit dem Ziel, die Sensibilität zu verbessern, wenngleich hinsichtlich der Regeneration der atrophischen Beugemuskulatur kaum eine Chance bestand. Es wurden daher eine Neurolyse des N. ulnaris und die Dekompression des in einem knöchernen Kanal von ca. 4 cm Länge im Bereich des

distalen Humerus eingeklemmten N. medianus links durchgeführt.

Intraoperativ wurde zunächst der N. ulnaris im Bereich des Kubitaltunnels, welcher sich deutlich eingeeengt zeigte, freigelegt und der massiv verdickte Nerv mikrochirurgisch herauspräpariert (Abb. 4a). Der N. medianus wurde nun über einen Zugang an der Beugeseite des Ellenbogens gemeinsam mit der A. brachialis aufgesucht und bis 4 cm proximal der Kubita weiter verfolgt. Hier zeigte er sich in einem bogenförmigen Verlauf



**Abb. 2** ◀ a–c: Die Bilder zeigen eine im Seitenvergleich deutlich sichtbare Atrophie der Daumen- und Kleinfingerballenmuskulatur (a). Des Weiteren die Atrophie des Daumens und des Zeigefingers (b) und eine fehlende aktive Beugung im Daumenendgelenk sowie fehlende Opposition (c)

Richtung Knochen verschwindend. Bei Aufsuchen des N. medianus von distal war er deutlich ausgedünnt und flach und bis an den Knochen zu verfolgen. Der Knochen über dem ehemaligen Frakturspalt wurde vorsichtig so lange abgetragen, bis der in seiner Kontinuität vorhandene N. medianus komplett frei lag (Abb. 4b). Es blieb eine stabile schmale Knochenbrücke dorsal stehen (Abb. 3b). Der N. medianus war deutlich elongiert, wies vor allem vor seinem Eintritt in den Knochenkanal eine angedeutete intraneurale Verdickung auf. Es fiel jedoch die Entscheidung, das fast 12 cm lange Teilstück nicht zu reseziieren, um den Defekt durch Transplantate zu überbrücken, sondern es erfolgte eine äußere Neurolyse mit einer langstreckigen Teil-Epineurektomie. Im Falle einer Verschlechterung der Funktion und Sensibilität im Medianus-Versorgungsgebiet durch das Herausmeißeln aus dem Knochenkanal wäre in einer Folgeoperation noch eine Nerven transplantation als weitere Option möglich gewesen.

### Postoperativer Verlauf

Durch intensive Ergo- und Physiotherapie konnten eine deutliche Verbesserung der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. medianus (präoperativ asensibel, jetzt vorhandene Schutzsensibilität mit einer statischen Zweipunktediskrimination von 15 mm) und N. ulnaris erzielt werden sowie deutliche Zunahme der Geschicklichkeit der linken Hand, jedoch keine Regeneration der atrophien Unterarmmuskulatur. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Resensibilisierungstraining gewidmet und eine Zunahme der Kraft durch konsequentes Üben erreicht. Die Feinmotorik und bilaterale Geschicklichkeit hat der Patient so weit auftrainiert, dass er nun eine Linkshänder-Gitarre spielen kann. Im Alltag kommt der Patient unter Einsatz beider Hände bei allen Aktivitäten selbstständig sehr gut zurecht. Die Funktion des Ellenbogengelenks ist leicht eingeschränkt möglich mit einer Extension/Flexion von 0-15-130 und einer Supination/Pronation von 90-0-75 (Abb. 5). Die Ellenbogenbeweglichkeit ist seitengleich frei (Abb. 5a, b), eben-

so die Beweglichkeit im Handgelenk (Abb. 5c, d). Die Langfinger sind in den PIP-Gelenken nach wie vor stark überstreckbar aufgrund der fehlenden oberflächlichen Beugemuskulatur. Der Faustschluss ist bis auf einen Fingerkuppen-Hohlhand-Abstand (FKHA) an DII von 1 cm vollständig, eine aktive Beugung des Daumenendgelenks ist eingeschränkt möglich (Abb. 5e) sowie auch die Opposition (Abb. 5f). Die Fingerkuppen des Zeigefingers und des Daumens sind im Seitenvergleich noch deutlich atroph (Abb. 5g, h), jedoch ist eine geringe Schweißsekretion vorhanden. Die Röntgenaufnahme des Ellenbogens zeigt eine völlige Remodellierung des Oberarmknochens (Abb. 3c).

Der Handstatus im Februar 2015, 7 Jahre nach dem Unfall und 3½ Jahre postoperativ, ergab eine auf 42 % der Gegenseite reduzierte Kraft beim Faustschluss und 64 % beim Schlüsselgriff (Messwerte siehe Tab. 1).

### Diskussion

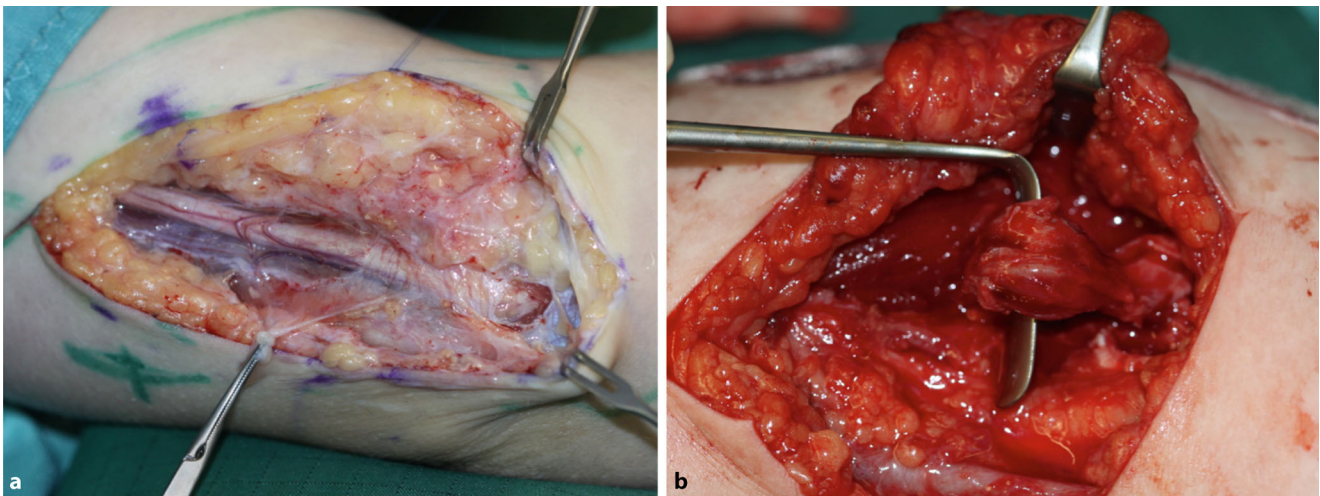
Im Falle von Ellenbogengelenksluxationen und suprakondylären Humerusfrakturen können alle drei Stammnerven des Unterarmes und der Hand mit betroffen sein, was durch die anatomische Lagebeziehung erklärt wird (Abb. 6).

Bei Extensionsfrakturen und Ellenbogengelenksluxationen ist die N.-medianus-Läsion – und hier die Schädigung des N. interosseus anterior – am häufigsten [27]. Hingegen bei Flexionsfrakturen bzw. bei medialer Kirschner-Draht-Osteosynthese ist der N. ulnaris häufiger betroffen [3]. Da eine isolierte Schädigung des N. interosseus anterior ausschließlich motorische und keine sensiblen Defizite verursacht, kann diese Nervenschädigung im Rahmen des Ellenbogentraumas übersehen werden [8, 25]. Zu einer Läsion des N. radialis (N. interosseus posterior) kann es durch die dislozierte suprakondyläre Fraktur oder durch ein Einklemmen des Nervs zwischen Radiusköpfchen und Capitulum humeri kommen durch das Repositionsmanöver der Ellenbogengelenksluxation bzw. iatrogen bei lateraler Kirschner-Draht-Osteosynthese [7, 11]. Insgesamt stellt die adäquate präoperative neurologische Untersu-

## Kasuistiken



**Abb. 3 ▲ a–c:** a Im präoperativen Röntgen bestätigen sich das Vorhandensein eines Knochenkanals im Bereich des ehemaligen Frakturspalts sowie eine Verknöcherung der Struther-Arkade. b Postoperativ nach Aufmeißeln des Kanals und Freilegung des N. medianus. c 3½ Jahre postoperativ ist der Oberarmknochen vollständig remodelliert



**Abb. 4 ▲ a** Intraoperativer Situs mit Narben über dem N. ulnaris und **b** nach Freilegen des N. medianus

chung eines Kindes mit Schmerzen und Angst vor dem operativen Eingriff eine Herausforderung dar [14].

Oben dargestelltes Fallbeispiel zeigt einen alles andere als idealen Verlauf nach Ellenbogengelenksluxation mit suprakondylärer Humerusfraktur bei einem 10-jährigen Jungen. So wurde die bereits nach der Metallentfernung festgestellte Medianusläsion nicht beachtet, sondern lediglich kontrolliert und wenig oder kaum dokumentiert, und zwei unabhängige Unfallchirurgen

kamen zu dem Ergebnis, dass eine operative Revision 2 Jahre nach dem Ereignis nicht mehr indiziert sei. Die zusätzliche Teilläsion des N. ulnaris wurde viel zu spät diagnostiziert und auch die Tatsache nicht beachtet, dass sich der Junge noch im Wachstum befand. Somit hätten möglicherweise durch eine frühzeitige Intervention die massive Umfangsdifferenz der beiden Unterarme sowie die Atrophie des Zeigefingers und das insgesamt reduzierte Wachstum der linken Hand verhindert werden können. 3½

Jahre posttraumatisch blieb also nur noch die Möglichkeit, die vorhandenen elektrisierenden Schmerzen am Ellenbogen bei Berührung zu reduzieren und eine Verbesserung der Sensibilität, des Faustschlusses, der Kraft und der Geschicklichkeit zu erreichen. Was das Ausmaß der Verletzung für die Zukunft des Jungen bedeutet, kann nur schwer eingeschätzt werden. Einerseits ist allein aufgrund der Ellenbogenluxationsfraktur mit Abriss des Epicondylus medialis zu erwarten, dass eine Be-



**Abb. 5** ▲ a–h: Status 7 Jahre posttraumatisch und 3½ Jahre nach Neurolyse des N. medianus. **a** und **b** Ellenbogenbeweglichkeit, **c** und **d** Beweglichkeit im Handgelenk, Überstreckung der Langfinger, **e** Faustschluss mit FKHA an DII von 1 cm und eingeschränkter aktiver Beugung des Daumenendgelenks, **f** Opposition des Daumens, **g** und **h** Seitenvergleich der Fingerkuppen des Zeigefingers und des Daumens

wegungseinschränkung verbleiben und vermutlich im Laufe der Jahre eine Arthrose entstehen wird. Andererseits müssen insbesondere die Komplexität der Nervenverletzung beachtet werden und die Tatsache, dass bei fehlender Regeneration der Unterarmmuskulatur (wovon auszugehen ist) eine deutliche Kraftminderung und dadurch ein eingeschränkter Einsatz der gesamten oberen

Extremität im Alltag sowie Einschränkungen in der späteren Berufswahl des Jungen verbleiben.

Hinsichtlich der Diagnosestellung sind eine exakte Anamnese sowie klinische Untersuchung mit Inspektion (Trophik), Prüfung der Muskelfunktion (Reflexe, Kraftgrade, Kraftmessung), Testung der Sensibilität (2-Punkte-Diskrimination, Semmes-Weinstein-Tes-

tung, Hofmann-Tinel-Zeichen) und Foto-, ggf. Videodokumentation essenziell. Des Weiteren haben auch die apparative Diagnostik der Elektrophysiologie zur Beurteilung des Schweregrades der Nervenverletzung bzw. die neurologische Verlaufsbeobachtung (in 6-wöchigen Abständen) einen hohen Stellenwert [23, 24]. Die bildgebenden Verfahren wie Neurosonographie und MRT ge-

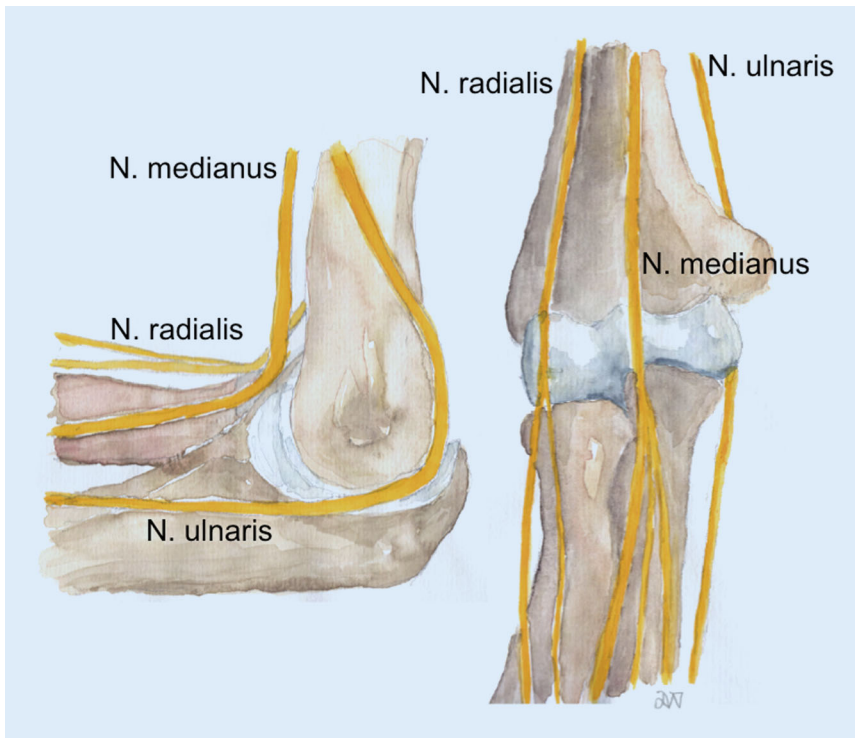


Abb. 6 ▲ Verlauf der Nn. medianus, ulnaris und radialis am Ellenbogen

Tab. 1	Messwertetabelle hinsichtlich der Grobkraft, des Schlüsselgriffs und des Spitzgriffs im Seitenvergleich	
	Rechts	Links
Grobkraft [kg]	30/28/27 (Ø 28,3)	12/14/10 (Ø 12)
Schlüsselgriff [kg]	7,5/7,5/7,5 (Ø 7,5)	4,5/5,0/5,0 (Ø 4,8)
Spitzgriff [kg]		
zu D II	6,5	1,5
zu D III	5,5	3,0
zu D IV	4,5	2,5
zu D V	2,0	1,5

ben neben dem Röntgen zusätzlichen Aufschluss über mögliche Nervenschädigungen und genaue Höhenlokalisation.

Eine unmittelbare operative Revision ist im Falle eines Kompartmentsyndroms, Kompression des Nerven durch ein Hämatom oder bei scharfer Gewaltwirkung indiziert und wird bei Vorhandensein von ausgeprägtem Ödem, Ekchymose und fehlendem Radialispuls empfohlen [2, 9, 20]. Wird hingegen zunächst die Regeneration der neurologischen Symptomatik abgewartet, sollte im Falle von fehlenden Regenerationszeichen oder ungenügender Reinnervation innerhalb von 6 Monaten eine operative Revision der betroffenen

Nerven angestrebt werden, insbesondere wenn nach zweimaliger EMG- und NLG-Kontrolle keine Regeneration festgestellt werden konnte [5, 6, 10, 15, 26]. Nur so kann gewährleistet werden, dass für das Kind optimale Voraussetzungen geschaffen werden, die verletzte Hand im Alltag voll einsetzen zu können und sich normal weiterzuentwickeln und zu wachsen.

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. H. Piza-Katzer

Ordination für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Chirurgie  
Kalmanstraße 41, 1130 Wien, Österreich  
piza@aon.at

**Danksagung.** Die Indikation zu Revisionseingriffen an Nerven kann nur mit einer guten präoperativen Diagnostik gestellt werden – hier sei Priv. Doz. Dr. G. Bodner herzlich für die jahrelange ausgezeichnete Zusammenarbeit hinsichtlich der Neurosonographie gedankt. Und jeder operative Eingriff ist nur so gut wie die therapeutische Behandlung danach. Vielen Dank an Dunja Estermann, die mit ihrem unermüdlischen Einsatz noch immer zahlreichen Patienten ergotherapeutische Behandlung angeeignet lässt und uns zusätzlich mit detaillierten handtherapeutischen Befunden in unserer Arbeit unterstützt.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** A. Wenger, J. Berger und H. Piza-Katzer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

## Literatur

- Abbott MD, Buchler L, Loder RT, Caltoun CB (2014) Gartland type III supracondylar humerus fractures: outcome and complications as related to operative timing and pin configuration. *J Child Orthop* 8:473–477
- Aksakal M, Ermutlu C, Sarisözen B, Akesen B (2013) Approach to supracondylar humerus fractures with neurovascular compromise in children. *Acta Orthop Traumatol Turc* 47:244–249
- Babal JC, Mehman CT, Klein G (2010) Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *J Pediatr Orthop* 30:253–263
- Bahk MS, Srikumar U, Ain MC, Erkula G, Leet AI, Sargent MC et al (2008) Patterns of pediatric supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 28:493–499
- Barrett KK, Skaggs DL, Sawyer JR, Andras L, Moisan A, Goodbody Cet al (2014) Supracondylar Humeral Fractures with Isolated Anterior Interosseous Nerve Injuries: Is Urgent Treatment Necessary? *J Bone Joint Surg Am* 96:1793–1797
- Brown IC, Zinar DM (1995) Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 15:440–443
- Calfee RP, Wilson JM, Wong AHW (2011) Variations in the anatomic relations of the posterior interosseous nerve associated with proximal forearm trauma. *J Bone Joint Surg Am* 93:81–90
- Cramer KE, Green NE, Devito DP (1993) Incidence of anterior interosseous nerve palsy in supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 13:502–505
- Diesselhorst MM, Deck JW, Davey JP (2014) Compartment syndrome of the upper arm after closed reduction and percutaneous pinning of a

## Erratum

- supracondylar humerus fracture. *J Pediatr Orthop* 34:e1–e4
10. Dormans JP, Squillante R, Sharf H (1995) Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. *JHS* 20:1–4
  11. Gangadharan S, Rathinam B, Madhuri V (2014) Radial nerve safety in Dorgan's lateral cross-pinning of the supracondylar humeral fracture in children. *J Pediatr Orthop B* 23:579–583
  12. Hadlow AT, Devane P, Nicol RO (1996) A selective treatment approach to supracondylar fracture of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 16:104–106
  13. Houshian S, Mehdi B, Larsen MS (2001) The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures. *J Orthop Sci* 6:312–315
  14. Joiner ERA, Skaggs DL, Arkader A, Andras LM, Lightdale-Miric NR, Pace JL et al (2014) Iatrogenic nerve injuries in the treatment of supracondylar humerus fractures: are we really just missing nerve injuries on preoperative examination? *J Pediatr Orthop* 34:388–392
  15. Joist A, Joosten U, Wetterkamp D, Neuber M, Probst A, Rieger H (1999) Anterior interosseous nerve compression after supracondylar fracture of the humerus: a metaanalysis. *J Neurosurg* 90:1053–1056
  16. Khademolhosseini M, Abd Rashid AH, Ibrahim S (2013) Nerve injuries in supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop B* 22:123–126
  17. Krusche-Mandl I, Aldrian S, Köttstorfer J, Seis A, Thalhammer G, Egkher A (2012) Crossed pinning in paediatric supracondylar humerus fractures: a retrospective cohort analysis. *Int Orthop* 36:1893–1898
  18. Ladenhauf HN, Schaffert M, Bauer J (2014) The displaced supracondylar humerus fracture: indications for surgery and surgical options: a 2014 update. *Curr Opin Pediatr* 26:64–69
  19. Memisoglu K, Cevdet Kesemenli C, Atmaca H (2011) Does the technique of lateral cross-wiring (Dorgan's technique) reduce iatrogenic ulnar nerve injury? *Int Orthop* 35:375–378
  20. Muchow RD, Riccio AI, Garg S, Ho CA, Wimberly RL (2015) Neurological and vascular injury associated with supracondylar humerus fractures and ipsilateral forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 35:121–125
  21. Omid R (2008) Supracondylar Humeral Fractures in Children. *J Bone Joint Surg Am* 90:1121–1112
  22. Pathy R, Dodwell ER (2015) Medial epicondyle fractures in children. *Curr Opin Pediatr* 27:58–66
  23. Piza-Katzer H, Herczeg E, Balogh B, Berger R (1994) Intra- and postoperative nerve lesions and their treatment. *Nervenarzt* 65:375–380
  24. Piza-Katzer H, Balogh B, Herczeg E, Vass A (1995) [Iatrogenic nerve injury and microsurgical treatment]. *Chirurg* 66:1146–1153
  25. Tomaszewski R, Gap A, Wozowicz A, Wysocka P (2012) Analysis of early vascular and neurological complications of supracondylar humerus fractures in children. *Pol Orthop Traumatol* 77:101–104
  26. Valencia M, Moraleda L, Díez-Sebastián J (2014) Long-term Functional Results of Neurological Complications of Pediatric Humeral Supracondylar Fractures. *J Pediatr Orthop* 35(6):606–610
  27. Vincelet Y, Journeau P, Popkov D, Haumont T, Lascombes P (2013) The anatomical basis for anterior interosseous nerve palsy secondary to supracondylar humerus fractures in children. *Orthop Traumatol Surg Res* 99:543–547

Unfallchirurg 2016 · 119:697  
 DOI 10.1007/s00113-016-0211-3  
 Online publiziert: 14. Juli 2016  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016



V. Jansson<sup>1</sup> · A. Steinbrück<sup>1</sup> · J. Hassenpflug<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Physikalische Medizin und Rehabilitation, Campus Großhadern, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Orthopädie, Universitäts-Klinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland

## Erratum zu: Welcher Zusatznutzen ergibt sich in Zukunft aus den Daten des EPRD im Vergleich zu anderen Registern?

Erratum zu:  
 Unfallchirurg 2016  
 doi:10.1007/s00113-016-0171-7.

In diesem Beitrag war leider die Institution der Autoren V. Jansson und A. Steinbrück nicht vollständig angegeben. Wir bitten die hier korrekt angegebene Institution sowie die Korrespondenzadresse zu beachten und entschuldigen uns für den Fehler.

Die Redaktion

### Korrespondenzadresse

**Dr. A. Steinbrück**

Klinik und Poliklinik für Orthopädie,  
 Physikalische Medizin und Rehabilitation,  
 Campus Großhadern, Klinikum der Ludwig-  
 Maximilians-Universität München  
 Marchioninistraße 15, 81377 München,  
 Deutschland  
 arnd.steinbrueck@med.uni-muenchen.de

Die Online-Version des Originalartikels ist unter  
 doi:10.1007/s00113-016-0171-7 zu finden.