

Oper Orthop Traumatol 2015 · 27:194–209
 DOI 10.1007/s00064-015-0403-y
 Eingegangen: 22. Oktober 2014
 Überarbeitet: 9. Februar 2015
 Angenommen: 12. April 2015
 Online publiziert: 3. Juli 2015
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Redaktion

D.C. Wirtz, Bonn

Zeichner

J. Kühn, Mannheim

T. Slongo

Chirurgische Universitäts-Kinderklinik, Inselspital Bern, Bern, Schweiz

Behandlung des posttraumatischen Cubitus varus bei Kindern und Jugendlichen

Suprakondyläre Humerusosteotomie mit radialem Fixateur externe

Vorbemerkungen

Suprakondyläre Humerusfrakturen stellen trotz der relativen Häufigkeit immer noch für viele Chirurgen eine große Herausforderung dar, obwohl diese Fraktur die absolut häufigste Verletzung ist, die einer operativen Therapie bedarf (zumindest was die Typen III und IV der AO-Kinderklassifikation betrifft, [1]). Somit könnte man annehmen, dass die Behandlung praktisch in jedermanns Hand stressfrei und perfekt erfolgt. Dem ist jedoch bei Weitem nicht so.

Insuffiziente Repositionstechnik bzw. nichtanatomische Reposition, zu schwache oder nicht sachgemäße Stabilisierung oder Fixation sind die Hauptgründe einer suprakondylären Fehlverheilung [2–4]. Dabei kommt dem posttraumatischen Cubitus varus die größte Bedeutung zu. Die Hauptursache stellt eine instabile Versorgung mit Rotationsfehler dar. Dadurch stehen der radiale und der ulnare Pfeiler nicht kongruent aufeinander, was keine gute und sichere Stabilisierung erlaubt, da die Fragmente nicht korrekt gefasst werden können. Dies wiederum führt trotz Gipsverband zum weiteren Verdrehen des distalen Fragments und somit auch zum „Kollaps“ (wegen fehlendem Knochenkontakt) des ulnaren Pfeilers und schlussendlich zum Varus (Abb. 1, 2 und 3; [5, 6]).

Auf die häufige Frage, weshalb ein Cubitus varus überhaupt korrigiert werden muss, da ja die Ellbogenfunktion meist noch normal sei, kann wie folgt geantwortet bzw. argumentiert werden:

- Durch die Hyperextension berichten Patienten häufig von Stabilitätsproblemen im Ellbogen, die oft mit sportlicher Beeinträchtigung verbunden sind. Nach einer Korrektur ist dieses Phänomen behoben.
- Durch die Varusstellung kommt es, wie Patienten berichten, oft zur Irritation des N. ulnaris, was zu einer schmerzbedingten und reflektorischen Extensionshemmung führt.
- Schlussendlich kann die kosmetische Entstellung derart gravierend sein, dass die Kinder sehr beeinträchtigt sind und in der Schule oft „gehänselt“ werden.

Es ist absolut wichtig, diese Punkte mit den Eltern und dem Kind bzw. beim Jugendlichen mit dem Patienten selbst in aller Offenheit zu diskutieren. Dabei ist auf die Relativität der Indikation hinzuweisen. Es sind die Vor- und Nachteile zu erörtern und über die diversen operativen Möglichkeiten aufzuklären.

Bezüglich der operativen Techniken kann man durchaus verschiedener Ansicht sein. Prinzipiell stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Minimal-invasive Osteotomie, Kirschner-Drahtfixation und Gips analog einer frischen suprakondylären Humerusfraktur. *Nachteile:* Wenig kontrollierbar, schwierige Korrektureinstellung unsichere Fixation, Ruhigstellung [7, 8]
- Offene zuklappende Osteotomie und Plattenosteosynthese, entweder

radial, dorsoradial oder radial und ulnar.

Nachteile: Großer Eingriff, weite Exploration, setzt genaue Planung voraus. Diese ist nur radiologisch möglich, der funktionelle Aspekt ist dabei nicht zu kalkulieren! Keine Nachjustierung bzw. Veränderung postoperativ möglich; große und oft heikle (N. radialis) Metallentfernung [9]

- Minimal-invasive Osteotomie über einen lateralen suprakondylären Zugang, Fixierung der Fragmente über einen kleinen, radialen Fixateur externe, extern kontrollierte und fein justierbare Korrektur mit klinisch zur Gegenseite vergleichbarer Achsen- und Funktionseinstellung [5, 10, 11, 14].

Vorteile: Kleiner Eingriff, optimale Achseneinstellung und Funktionskontrolle. Postoperative Nachkorrektur im Falle einer kosmetisch und/oder funktionell suboptimalen Korrektur jederzeit möglich. Optimale Stabilität, gipsfreie, funktionelle Nachbehandlung, einfache Metallentfernung ohne Gefahr für N. radialis und keine Narkose (lediglich Sedation)

Nachteile: Keine, außer der Pflege und der Möglichkeit der „Pin-track“-Infektion

Im folgenden Artikel soll unsere Erfahrung der distalen Humeruskorrekturosteotomie mittels radialem, kleinem Fixateur externe dargestellt und exemplarisch erklärt werden.

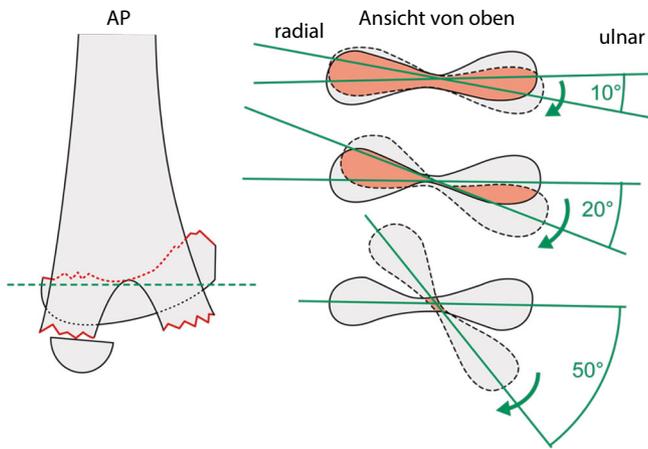


Abb. 1 ◀ Die Grafik zeigt den Zusammenhang eines Drehfehlers und dem ulnaren Kollaps, der zum Cubitus varus führt (aus [18])

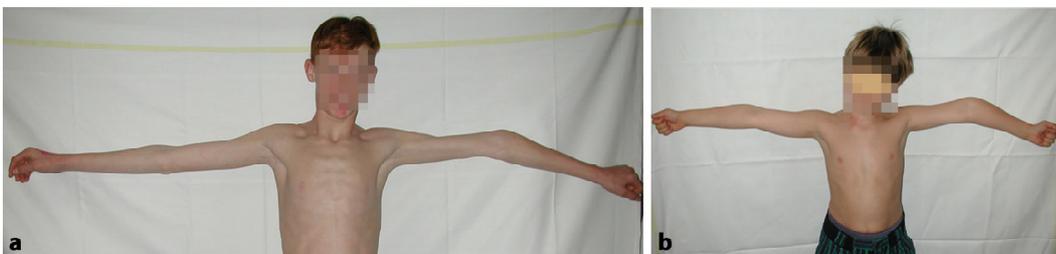


Abb. 2 ▲ **a** Klinisches Bild 6 Jahre nach Unfall eines extremen, posttraumatischen Cubitus varus bei einem 15-jährigen Jungen. **b** Noch extremere Situation bei einem 9-jährigen Jungen 3 Jahre nach erlittener und fehlverheilter Fraktur; der Junge war nicht nur kosmetisch, sondern auch stabilitätsmäßig stark beeinträchtigt. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

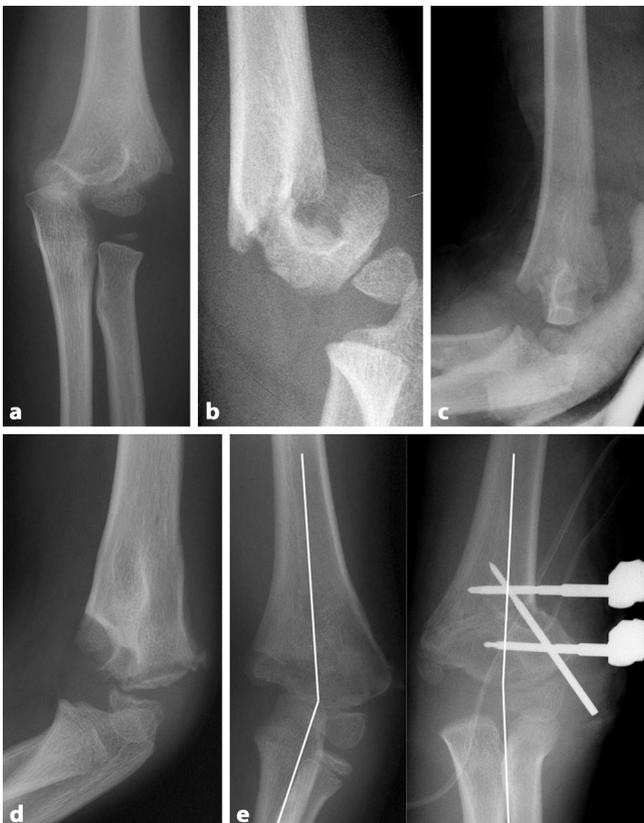


Abb. 3 ◀ Radiologische Dokumentation eines sich infolge schlechter Fixation entwickelnden Cubitus varus. Man kann dieses Verhalten als „aktive Vernachlässigung“ bezeichnen. **a, b** Unfallbild mit einer suprakondylären Typ-III-Fraktur (13-M/3.1 III). **c** Situation nach Reposition ohne interne Fixation im Gips; man beachte den beinahe 60°-Drehfehler. **d, e** Heilungsbilder nach 4 Monaten mit sichtbarer Fehlstellung; **a.-p.**-Bild nach suprakondylärer Umstellung mittels Fixateur externe. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

T. Slongo

Behandlung des posttraumatischen Cubitus varus bei Kindern und Jugendlichen. Suprakondyläre Humerusosteotomie mit radialem Fixateur externe**Zusammenfassung**

Operationsziel. Exakt adaptierbare Fixation einer suprakondylären Humerusosteotomie zur Korrektur eines posttraumatischen Cubitus varus mit radialem Fixateur externe ohne vorangehende, aufwändige Planung.

Indikationen. Erworbener, posttraumatischer Cubitus varus nach fehlverheiltem/mangelhaft versorgter suprakondylärer Humerusfraktur. Idiopathischer, angeborener Cubitus varus (äußerst selten) sofern das Kind, unabhängig vom Alter, jedoch nach abgeschlossener Heilung und ossärer Remodellierung kosmetisch relevant beeinträchtigt und die Stabilität des Ellbogens durch die Fehlstellung vermindert ist (Hyperextension), sekundäre Probleme und Schmerzen (z. B. Irritation des N. ulnaris) zu erwarten oder bereits vorhanden sind oder der eindeutige Wunsch des Kindes/der Eltern vorhanden ist (relative Indikation).

Kontraindikationen. Prinzipiell keine Kontraindikationen, sofern die Indikationskriterien erfüllt sind. Das häufig angeführte Argument des Alters stellt in unseren Augen auch keine Kontraindikation dar, da am distalen Humerus praktisch kein anguläres Remodelling besteht.

Operationstechnik. Als Grundprinzip wird die Technik des radialen Fixateur externe angewendet, wie er bereits zur Stabilisierung komplexer suprakondylärer Humerusfrakturen beschrieben wurde. Lagerung des Patienten in Rückenlage, der Arm frei auf einem Armtisch positioniert. Darstellung des distalen, lateralen Humerus auf einer Länge von 4–5 cm. Größte Vorsicht ist dabei dem N. radialis geboten. Im Gegensatz zum radialen Fixateur zur Frakturversorgung werden ins distale sowie proximale Fragment je zwei Schanz-Schrauben im Abstand von 1,5–2,0 cm eingebohrt. Die Osteotomie soll vollständig sein, damit das distale Fragment in allen Ebenen bewegt werden kann. Verbinden der Schanz-Schraubenpaare mit entsprechend kurzen Stangen. Diese beiden Paare werden ihrerseits über eine Stange im Sinne „Tub-to-Tub“ miteinander verbunden. Durchführung der Korrektur gemäß klinischer Situation und primäre Fixierung. Überprüfung von Achse und Funktion. Ist diese korrekt, werden alle Backen des Fixateurs definitiv fest angezogen; ist die Stellung oder Funktion

nicht befriedigend, wird die benötigte Nachkorrektur vorgenommen.

Postoperative Behandlung. Aufgrund der ausgezeichneten Stabilität keine zusätzliche Gipsruhigstellung notwendig. Eine sofortige funktionelle Nachbehandlung ist entsprechend der Schmerzen in Angriff zu nehmen.

Ergebnisse. Bei einer problemlosen Heilung ist eine adäquate Konsolidation innerhalb von 6 Wochen zu erwarten. Zu diesem Zeitpunkt kann der Fixateur in der Frakturambulanz entfernt werden. Da die ganze Operation extraartikulär erfolgt und die Beweglichkeit des Ellbogens dadurch nicht beeinträchtigt wird, ist mit keiner Verschlechterung der Beweglichkeit zu rechnen. Bezüglich der kosmetisch/anatomischen Situation ist das Resultat zu erwarten, das bereits intraoperativ erreicht wurde.

Schlüsselwörter

Ellbogen · Humerusfraktur · Mobilität · Range of motion · Outcome

Treatment of posttraumatic cubitus varus in children and adolescents. Supracondylar humeral osteotomy using radial external fixation**Abstract**

Objective. Precise adaptable fixation of a supracondylar humerus osteotomy with a radial/lateral external fixator to correct posttraumatic cubitus varus.

Indications. Acquired, posttraumatic cubitus varus as a result of a malhealed and unsatisfactorily treated supracondylar humerus fracture. Idiopathic, congenital cubitus varus (very seldom) if the child (independent of age and after complete healing) is cosmetically impaired; stability of the elbow is reduced due to malalignment (hyperextension); secondary problems and pain (e. g., irritation of the ulnar nerve) are expected or already exist; or there is an explicit wish of the child/parents (relative indication).

Contraindications. In principle there are no contraindications provided that the indication criteria are filled. The common argument of age does not represent a contraindication in our opinion, since angular remodeling at the distal end of the humerus is practically nonexistent.

Surgical technique. Basically, the surgical technique of the radial external fixator is used as previously described for stabilization of complex supracondylar humeral fractures. With the patient in supine position, the arm is placed freely on an arm table. Using a 4–5 cm long skin incision along the radial, supracondylar, the extracapsular part of the distal humerus is prepared, whereby great caution regarding the radial nerve is advised. In contrast to the procedure used in radial external fixation for supracondylar humeral fracture treatment, two Schanz screws are always fixed in each fragment at a distance of 1.5–2 cm. The osteotomy must allow the fragment to freely move in all directions. The proximal and distal two Schanz screws are then connected with short 4 mm carbon or stainless steel rods. These two rods are connected with each other over another rod using the tub-to-tub technique. Now the preliminary correction according to the clinical situation can be performed and the clamps are tightened. Anatomical axis and function

are checked. If these are radiologically and clinically perfect, all clamps are definitively tightened; if the alignment or the function is not perfect, then further adjustments can be made.

Postoperative management. Due to the excellent stability, further immobilization not necessary. Immediate functional follow-up treatment performed according to pain.

Results. Adequate healing is usually expected within 6 weeks. At this time the external fixator can be removed in the fracture clinic. Because the whole operation is performed in an extraarticular manner and the mobility of the elbow is not affected, deterioration of function has never been observed. Also regarding the cosmetic/anatomical situation, good results are expected because they were already achieved intraoperatively.

Keywords

Elbow · Humeral fractures · Mobility · Range of motion · Outcome

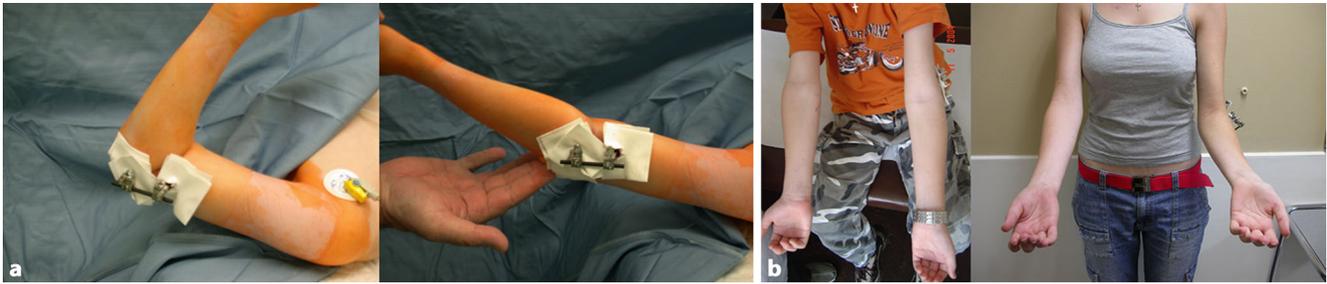


Abb. 4 ▲ a Intraoperative Funktions- und Stellungskontrolle. b Klinisches Vergleichsbild. Es ist zu beachten, dass die physiologischen Gegebenheiten respektiert werden: Mädchen weisen eher einen leichten bis mäßigen Valgus, Jungen weitgehend eine gerade Ellbogenachse auf. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

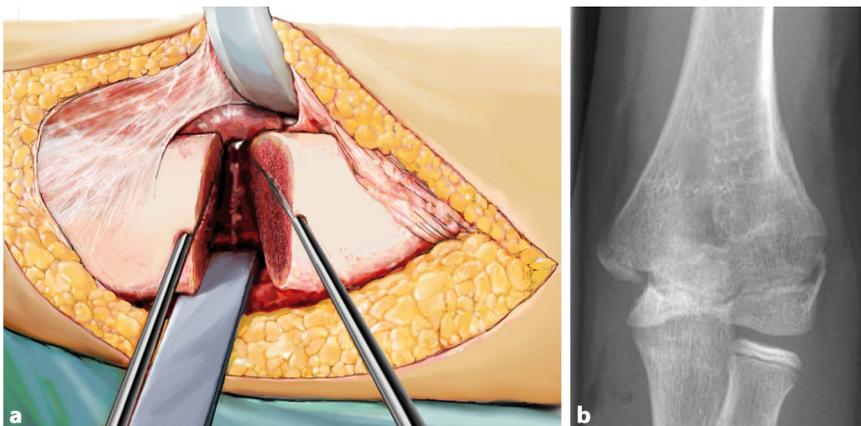


Abb. 5 ▲ a Der bei einer aufklappenden Osteotomie entstandene „Gap“ muss nicht aufgefüllt werden. b Radiologische Auffüllung und Ausheilung innerhalb von 10 Wochen. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

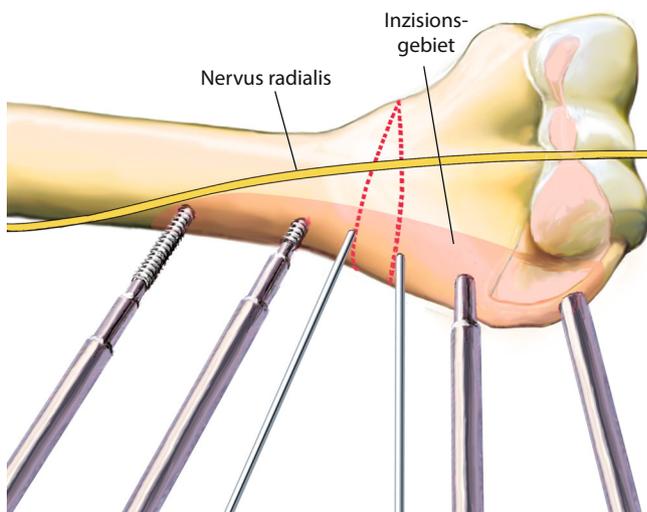


Abb. 6 ◀ Am Modell sieht man die Beziehung zwischen dem Verlauf des N. radialis und dem Operationsgebiet, hier als rote Fläche markiert

Operationsprinzip und -ziel

Das Prinzip dieser Operationsmethode besteht darin, dass mit Hilfe eines modularen Fixateur externe die Fehlstellung direkt und schonend in allen Ebenen kor-

rigiert werden kann. Da die Fehlstellung meist einen dreidimensionalen Charakter hat, ist dies von besonderem Vorteil, da alle anderen Verfahren diesem Umstand viel weniger Rechnung tragen können. Ein wesentlichster Vorteil besteht

darin, dass vorerst einmal approximativ die Fehlstellung beseitigt wird und der Ellbogen bzw. die Ellbogen-Unterarm-Achse klinisch korrekt zur Gegenseite eingestellt wird. Nach Prüfen des klinisch-funktionellen Ergebnisses muss je nach Situation zugunsten der Funktion oder der Kosmetik nachjustiert werden. Dies kann selbst noch postoperativ im Vergleich zur Gegenseite erfolgen. Eine präzise präoperative Planung ist daher nur bedingt nötig. Nach Korrektur besteht meist nur ein sehr limitierter Knochenkontakt. Dies ist jedoch kein Problem, da sich diese Knochen-Gaps einerseits sehr schnell auffüllen und remodellieren und andererseits die Stabilität durch den Fixateur gewährleistet wird. Im Gegensatz zum radialen Fixateur externe zur Versorgung einer komplexen suprakondylären Humerusfraktur, wo pro Fragment nur eine Schanz-Schraube gesetzt wird, können und sind gemäß den biomechanischen Prinzipien des Fixateur externe je 2 Schanz-Schrauben zu setzen. Da wir den distalen Humerus exploriert haben und einen möglicherweise sehr distal liegenden N. radialis hätten identifizieren können, besteht bei korrektem Vorgehen auch beim Setzen von 2 proximalen Pins keine Gefahr einer Nervenverletzung. Je nach Alter des Kindes bzw. der Dimension des distalen Humerus kommen selbstbohrende und selbstschneidende 3-mm- oder 4-mm-Schanz-Schrauben zum Einsatz.

Vorteile

- Relativ minimaler Zugang maximal 4–5 cm ausgehend vom prominentesten Punkt des Capitulum humeri
- Dreidimensionale Korrigierbarkeit



Abb. 7 ▲ 14-jähriges Mädchen mit Cubitus varus. Selbst in Narkose kann der Ellbogen wegen Reizung nicht gestreckt werden. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

- Keine absolut genaue Planung notwendig; die Korrektur richtet sich nach der Klinik
- Neutrale meist rechtwinklig zur Humerusachse verlaufende Osteotomie
- Aufklappende wie zuklappende Korrektur möglich
- Intraoperative stabile Stellungs- und Funktionskontrolle
- Intraoperatives Resultat auch postoperativ praktisch „garantiert“
- Gipsfreie, funktionelle Nachbehandlung
- Kein sekundärer (meist problematischer) Eingriff zur Metallentfernung

Nachteile

- Gefahr der N.-radialis-Verletzung bei fehlerhafter Platzierung des proximalsten Pins (maximal 3,0–2,5 cm oberhalb der Osteotomie)
- „Pin-track“-Infektionen bzw. Pinpflege (bei Kirschner-Drahtfixierung identisch)
- Vorübergehend kosmetisch und komfortmäßig etwas störend
- Pinlockerung

Indikationen

- Keine absolut „harten Fakten“ für die Korrektur einer suprakondylären Fehlstellung, insbesondere bei angeborener übermäßiger Achsabweichung im Sinne eines Valgus oder Varus
Fehlstellungsbedingte Arthrosen im Gegensatz zu belasteten Gelenken



Abb. 8 ▲ Unter leichter Sedation kann in der ambulanten Sprechstunde der Fixateur entfernt werden. Man beachte das entspannte Gesicht des Kindes (mit Erlaubnis der Eltern abgebildet). (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

- der unteren Extremität eher selten [15, 16]
- Differente Situation bei einer erworbenen Fehlstellung aufgrund einer fehlerheilten (in Wahrheit insuffizient reponierter und fixierter) suprakondylären Humerusfraktur: Bei dieser Fraktur handelt es sich weder um eine Gelenkverletzung noch um eine Verletzung der Wachstumszonen; somit tritt keine „schicksalhafte“ Fehlentwicklung ein Um herauszufinden, was die größten Probleme im Alltag sind, sind die Gründe für eine Korrektur eingehend und sorgfältig mit den Eltern und dem Kind zu besprechen. Probleme im Alltag können sein:
 - Kosmetische Probleme: Diese stehen meist im Vordergrund (Abb. 2a,b). Während sich die Eltern an der Deformität selbst stören, ist das Kind meist durch das Hänkeln der andern Kinder in der Spielgruppe, im Kindergarten oder in der Schule stark beeinträchtigt (bis hin zum Mobbing).
 - Stabilität des Ellbogens: Durch die meist vorhandene Hyperextension und Rotation kommt es zu einer Instabilität des Ellbogens in Extension; die Kinder „verdrehen“ dabei den Arm in extremer Weise, um sich zu stabilisieren. Es ist ihnen oft nicht möglich, die gleichen sportlichen Übungen in Extension zu machen.

- Sekundäre Probleme: Oft ist zu beobachten, dass die Kinder den Ellbogen trotz der möglichen Überstreckung nicht mehr vollständig strecken. Dies entsteht als Folge einer N.-ulnaris-Irritation durch Einklemmung des N. ulnaris und führt zur reflektorischen Streckhemmung (Abb. 7). Zudem werden im Langzeitverlauf auch vermehrte Beschwerden am prominenten radialen Kapitulum erwähnt.

Kontraindikationen

- Sofern die genannten Kriterien diskutiert und mit Pro und Kontra abgewogen wurden, gibt es keine spezifischen Kontraindikationen. Die oft ins Feld geführte Altersgrenze sollte nicht als Kontraindikation gesehen werden. Es handelt sich um einen relativ kleinen und unkomplizierten Eingriff, der das weitere Wachstum, auch beim jüngeren Kind, in keiner Weise beeinträchtigt. Wir wissen, dass nach abgeschlossener Heilung und ossären Adaption in dieser Lokalisation kein eigentliches Remodelling der Achsen stattfindet. Oft wird das Verschwinden des sog. Rotationsporns als solches gedeutet. Somit ist in unseren Augen die Aussage bzw. die Meinung falsch, dass man mit der Korrektur bis zum Wachstumsabschluss warten sollte. Es gibt keinen Grund das Kind solange mit diesem Handicap zu belasten, zumal die sekundären Veränderungen irreversibel zunehmen!

Patientenaufklärung

- Offene Aufklärung der Eltern über die Behandlung mittels Fixateur externe sowie zusätzlich über alle möglichen Alternativen mit einem aufwendigen, offenen Vorgehen
- Allgemeine Operationsrisiken
- Tragen und Pflege des Fixateurs; empfehlenswert ist die Abgabe eines entsprechenden Merkblatts oder einer Broschüre



Abb. 9 ◀ Klinische Situation am Röntgentisch. Beide Arme sind parallel gelagert. Oft kann der Ellbogen mit dem Varus nicht identisch gelagert werden. Dies muss jedoch ausgeglichen werden. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

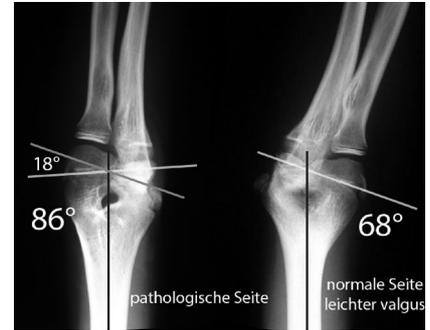


Abb. 11 ▲ Der approximative Korrekturwinkel ist die Differenz zwischen Baumann-Winkel des unverletzten Ellbogens zum Winkel der verletzten Seite. Hier besteht eine Differenz von 18°. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)



Abb. 10 ▲ **a** Gute radiologische Dokumentation. Zum besseren Verständnis wird das Bild so gedreht, dass die Hand nach oben gerichtet ist. Es handelt sich um einen Ellbogen eines Mädchens mit physiologisch starkem Valgus. **b** Situation mit eingezeichneten Baumann-Winkeln. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

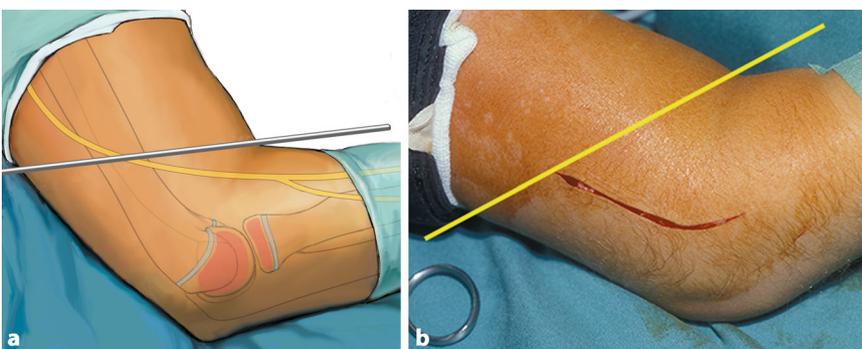


Abb. 12 ▲ **a** Darstellung der ossären und der Weichteilsituation am Modell. Man beachte, dass die Inzision nicht höher als die Verlängerung der Ellenbeuge zu liegen kommt (Kirschner-Draht). **b** Inzision klinisch korrespondierend zum Modell. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

- Angebot einer krankenhausernen Pflege, so genannte SPITEX-Hauspflege
- Postoperatives Management
- Heilungsdauer der Osteotomie

- Metallentfernung (ggf. ambulant in Fraktursprechstunde; **Abb. 8**)
- Physiotherapie nur in Ausnahmefällen

Operationsvorbereitung

- Die Diagnose ist eindeutig klinisch zu stellen und zu dokumentieren, und zwar im visuellen Vergleich zur Gegenseite. Dies ist praktisch unabdingbar, da die Indikation auch auf kosmetischen Aspekten beruht (**Abb. 2a,b**).
- Zur Objektivierung des klinischen Befunds und zur Festlegung des objektiven Fehlstellungswinkels genügt ein gutes a.-p.-Röntgenbild des Ellbogens unter Einbezug des proximalen Oberarms und proximalen Unterarms. Da es in dieser Situation um eine vergleichende Abklärung der Achse geht (die Ellbogenachse kann individuell sehr unterschiedlich sein), machen wir auch immer ein Röntgenbild der Gegenseite. Vorteilhaft werden diese Bilder direkt auf einer Röntgenplatte gemeinsam gemacht, wobei streng darauf geachtet wird, dass beide Unterarme parallel in Supination auf dem Röntgentisch gelagert werden (**Abb. 9, 10a, b**).
- Als Fehlstellungswinkel wird die Differenz der beiden Baumann-Winkel genommen (**Abb. 11**).
- Da ein Rotationsfehler am Humerus klinisch wie funktionell kaum ins Gewicht fällt, wird dieser nur vergleichend klinisch eruiert. Operativ muss er kaum korrigiert werden.
- Sehr oft wird ein MRT und/oder CT gemacht. Beide liefern in unseren Augen weder bezüglich der Ope-

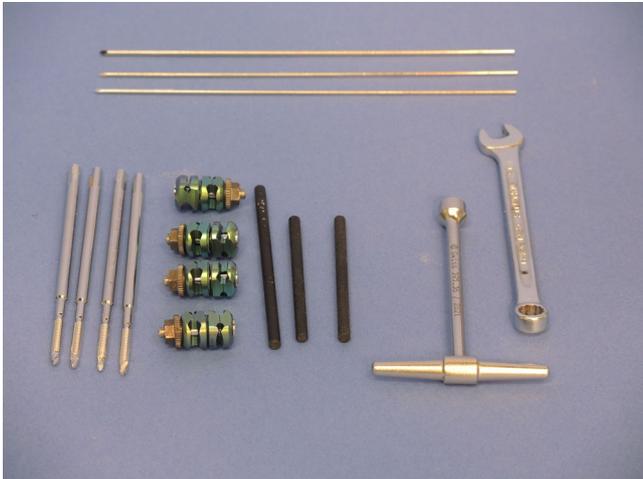


Abb. 13 ◀ Auslegung der benötigten Implantate und Fixateur-externe-Komponenten. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

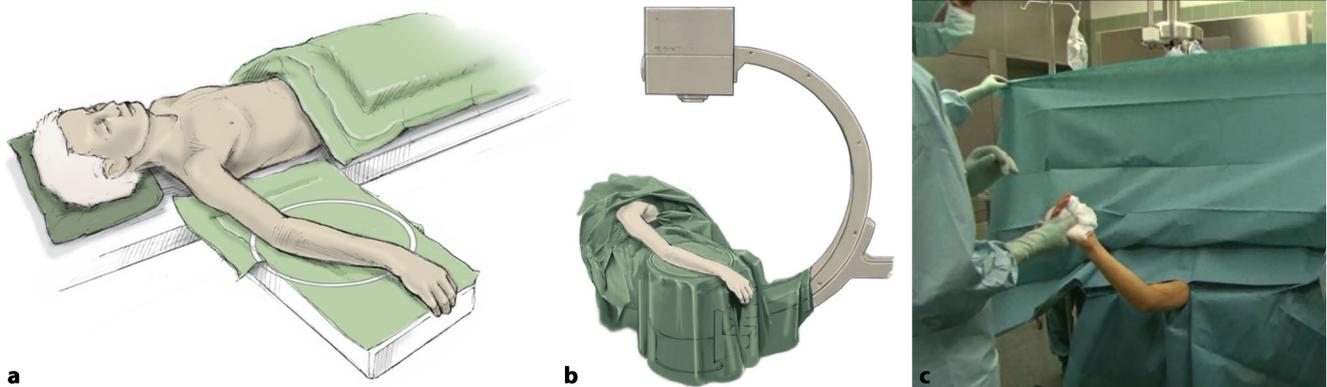


Abb. 14 ▲ a–c Positionierung. Patient in Rückenlage, Arm mobil bis zur Schulter steril abgedeckt. Je nach Durchleuchtungstechnik den Arm mit Zentrierung auf den Ellbogen direkt auf den steril abgedeckten Bildwandler (BV, falls vorhanden) Laser am BV-System verwenden (b) oder auf einen kurzen Handtisch legen (a); BV rechtwinklig dazu positionieren (c), ebenfalls – falls vorhanden – Laser verwenden (▣ **Abb. 14a,b** aus [18]). (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

rationsindikation noch bezüglich der Operationsplanung neue Erkenntnisse [12, 13]. Sie verursachen Mehrkosten und können nicht selten auch zu Fehlplanungen führen. Daher verzichten wir in den allermeisten Fällen auf deren Durchführung. Der größte Effekt einer solchen Bildgebung ist für die Eltern bzw. für den Patienten, der meist von 3D-Darstellungen sehr beeindruckt ist.

- Routinelabor je nach klinikinternen Regelungen
- Intraoperative Durchleuchtungsmöglichkeit, Lagerung auf Armtisch
- Intubationsnarkose mit Relaxation erleichtert das Manipulieren der Fragmente
- Lage der Pinpaare in Abhängigkeit von der Osteotomiehöhe

- Überlegung zur Lage des N. radialis in Bezug auf die Inzision
- Einzeichnen bzw. Festlegen der Inzision (▣ **Abb. 12a, b**)

Instrumentarium und Implantate

- Modularer, kleiner Fixateur externe mit maximal 4-mm-Stäben (▣ **Abb. 13**)
 - Traditionelle „Tube-to-Tube“-Backen oder vorteilhaft heute sog. „Click-on-Clamps“ (mindestens 6 Stück)
 - Verbindungsstangen aus Karbon oder Stahl (4 mm)
 - Selbstbohrende, selbstschneidende sog. Schanz-Schrauben (3,0/4,0 und 4,0/4 mm) oder herkömmliche

Schanz-Schrauben derselben Größe

- Bohrmaschine mit Sägeaufsatz
- Orthopädisches Grundinstrumentarium (wichtig sind kleine, stumpfe Hohmann-Retraktoren)

Anästhesie und Lagerung

- Intubationsnarkose (Relaxation erleichtert die Manipulation der Fragmente)
- Normale Rückenlagerung [14]
- Röntgenstrahlendurchlässiger Armtisch mit freier Durchleuchtungsmöglichkeit (▣ **Abb. 14a**)
- Wir bevorzugen wegen des besseren Bilds, des größeren Bildausschnitts, der genaueren Durchleuchtungseinstellung und der dadurch kürzeren Durchleuchtungszeit eine Lagerung

des Arms direkt auf dem Bildwandler. Dabei muss jedoch die etwas größere Bestrahlung in Kauf genommen werden, die jedoch durch die kürzere Durchleuchtungszeit bei höherer Bildqualität deutlich kompensiert wird (▣ Abb. 14b, [17]). Von Vorteil sind Geräte mit einer Laservisiereneinrichtung

- Desinfektion des Arms bis zur Axilla und sterile Abdeckung für eine bessere Beurteilung der ganzen Oberarm-/Unterarmachse
- Wenn möglich sterile Blutsperrmanschette (▣ Abb. 14c)

Operationstechnik

(▣ Abb. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26)

Bei der Verwendung eines radialen Fixateurs am distalen Humerus muss der speziellen Anatomie dieser Region Rechnung getragen werden. Einerseits weist der Querschnitt auf dieser Höhe eine Achterform auf, wobei der radiale Pfeiler ca. 60 % ausmacht, der ulnare 40 %. Andererseits hat der Querschnitt die Form eines sehr flachen, gleichschenkligen Dreiecks. Diese spezielle Anatomie ist auch dafür verantwortlich, dass die Fixierung mittels gekreuzten Kirschner-Drähten schwierig ist und oft eine ungenügende Stabilität hat. Positiv hingegen, und dies im Gegensatz zur Anwendung eines Fixateurs am distalen Femur, haben wir praktisch keine Strukturen, die durch den Fixateur beeinträchtigt werden und die Funktion vorübergehend stören oder blockieren.

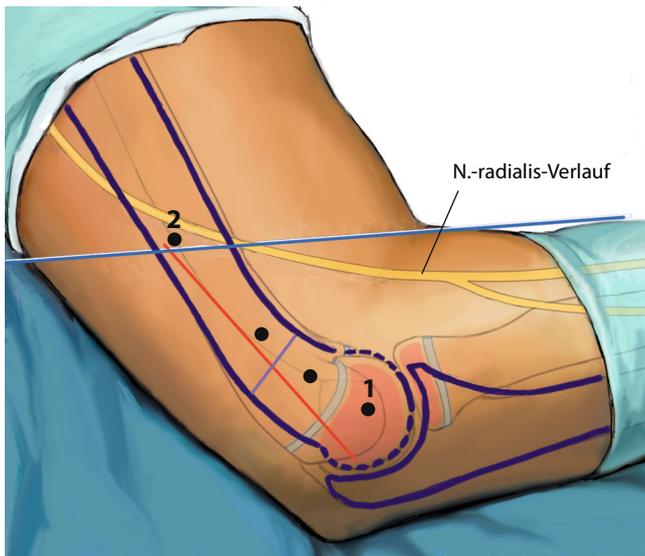


Abb. 15 ▲ Festlegen der Osteotomiehöhe und der Hautinzision (s. ▣ Abb. 12a,b) Unter Bildwandlerkontrolle den distalen Humerus streng seitlich darstellen und die geplante Osteotomiehöhe mit Hilfe eines Kirschner-Drahrs und Markierstifts kennzeichnen. Diese sollte nicht höher als etwa 2–3 cm proximal der Kapitulumfuge sein (entsprechend der ursprünglichen Fraktur). Etwa 3 bis maximal 4 cm darüber Eintrittsstelle für die proximalste Schanz-Schraube markieren und mit dem Bildwandler kontrollieren („One-shot“-Technik). Etwa 1 cm distal davon bis über den höchsten Punkt des Capitulum radialis streng lateral die Inzision einzeichnen. Die Haut kann nach Präparation proximal etwas hoch gezogen werden, so dass dieser proximalste Pin sicher ohne Nervenschädigung eingebracht werden kann

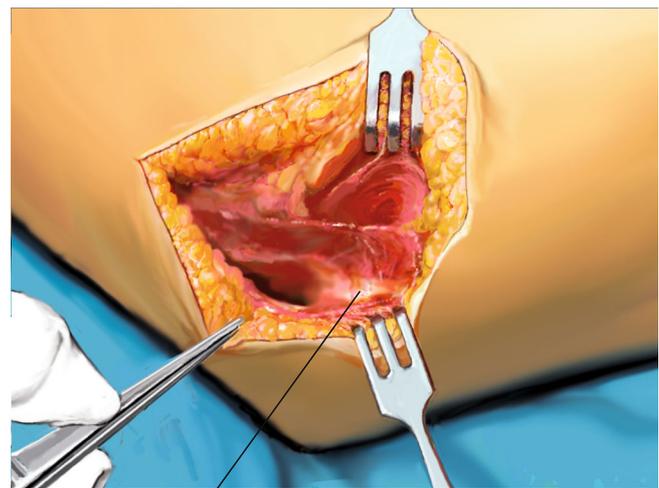


Abb. 16 ▲ Hautinzision und Präparation. Scharfes Durchtrennen der Haut auf der eingezeichneten Länge bis auf die Faszie, Einsetzen eines Weichteilretraktors. Direkte, scharfe Inzision der Faszie unmittelbar über der lateralen Humeruskante inklusive des Periostes zwischen den M. brachio-radialis und Brachialis bzw. des Triceps humeri. Man achte darauf, dass sich hier immer ein längsverlaufendes arterielles Gefäß befindet, welches man einerseits mehrmals längs verletzen kann und welches andererseits einen Ast für die Versorgung des Capitulum radialis darstellt

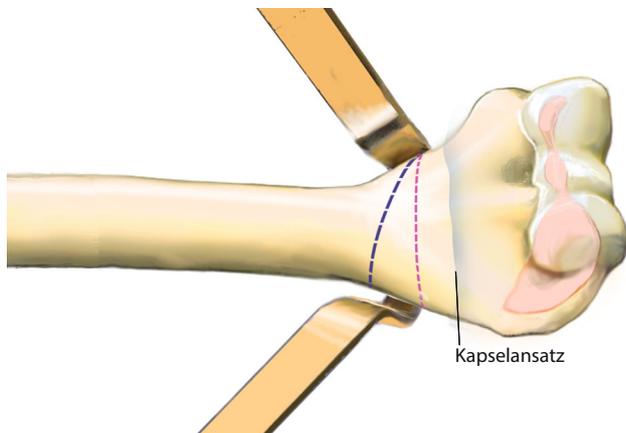


Abb. 17 ▲ Subperiostale Präparation und Darstellung des Humerus. Über die gesetzte Längsinzision des Periostes mit einem kleinen, abgerundetem Raspatorium ventrales Abheben des Periostes. Einsetzen des stumpfen, kleinen Hohmann-Hackens. Nach dorsal muss das Periost primär scharf von der Linea aspera des Humerus abgelöst werden. Danach ebenfalls Abheben des Periostes mit dem Raspatorium und Einsetzen des zweiten stumpfen, kleinen Hohmann-Hackens dorsal. Die beiden Hacken sollten den Humerus ganz umfahren und sich berühren. Nur so besteht absolute Sicherheit, den N. ulnaris nicht zu verletzen! Präparation nach distal bis zur Kapselinsertion. Diese sollte und muss nicht eröffnet werden. Unter Sicht wird nun das Periost weiter nach proximal bis zur geplanten proximalsten Pineintrittsstelle gespalten. Cave: Weiterhin muss einem möglichen, distaleren Verlauf des N. radialis Beachtung geschenkt werden. Markierung und Vorbereitung der in **Abb. 15** beschriebenen Osteotomiehöhe direkt am Knochen mit einem Meißel

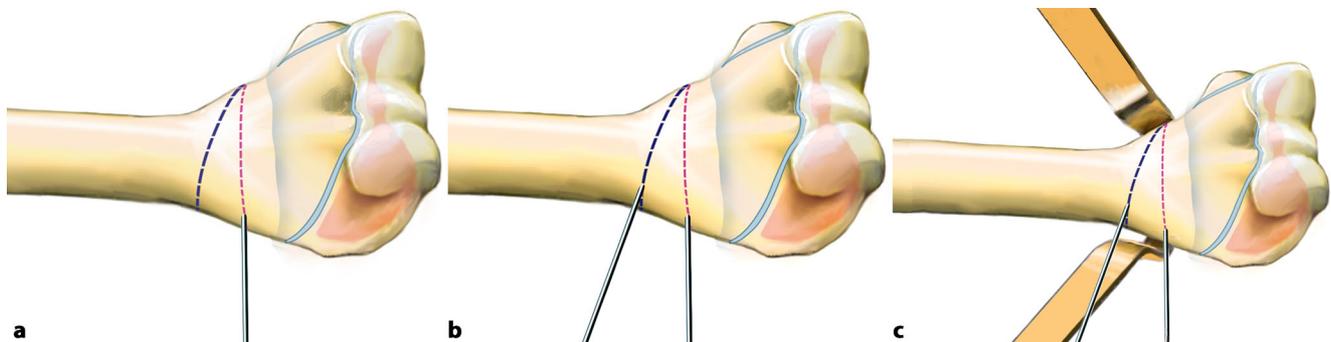


Abb. 18 ▲ Zuklappende Osteotomie (Entnahme eines lateralen Knochenkeils). **a** Einbohren eines ersten 1,6 mm starken Kirschner-Drahts parallel zur Gelenkfläche genau auf Osteotomiehöhe. **b** Entsprechend dem klinisch gemessenen bzw. vorliegenden Fehlstellungswinkel Einbohren eines zweiten, proximal liegenden und nach radial entsprechend dem klinischen Winkel divergierenden Kirschner-Drahts. Die Spitzen der beiden Kirschner-Drähte sollten sich an der Gegenkortikalis treffen. Auf der der Osteotomie zugewandten Seite jedes Kirschner-Drahts Durchtrennen des Humerus bis zirka 2/3 des Durchmessers. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Sägeblatt immer dem Kirschner-Draht anliegt und folgt. Zudem ist eine ausgiebige Spülung während der Osteotomie unerlässlich und beugt Hitzeschäden am Knochen vor. **c** Zum Schutz der Weichteile und des N. ulnaris zwei breite, stumpfe Hohmann-Hacken einbringen

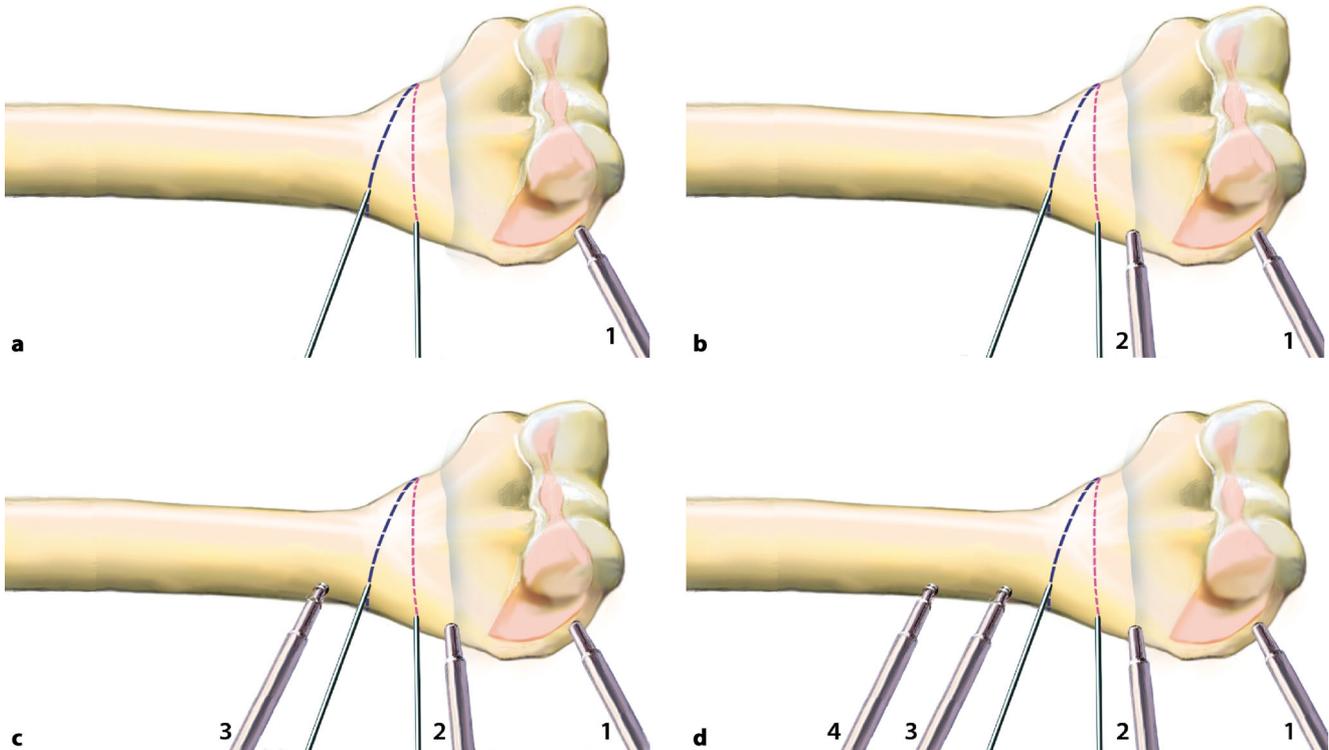


Abb. 19 ▲ Einbohr-Technik der Schanz-Schrauben am distalen Humerus: Wählen des zur Knochengröße und zum Alter des Kindes passenden Durchmessers der Schanz-Schrauben: Kinder bis 4 Jahre 2,5/4 mm; ab 4 bis 7 Jahre 3,0/4 mm; über 7 Jahre 4,0/4 mm (Richtwerte; die erste Zahl beschreibt den Durchmesser des Gewindeteils, die zweite Zahl den Durchmesser des Schanz-Schraubenschafts). Technik des Einbohrens der Schanz-Schrauben am distalen Humerus (gilt für alle Osteotomiearten): Anbohren des Humerus von der ventralen Seite (rechtwinklig zur Oberfläche) aufgrund des dreieckigen Humerusquerschnitts und der schmalen, harten lateralen Humeruskante. Nachdem die Pinspitze einen sicheren Halt in der Kortikalis gefunden hat, Aufrichten der Schanz-Schraube unter ständigem Bohren, so dass die Schraube am Ende rechtwinklig zur Humerusachse zu liegen kommt. Vollständige Perforation der ersten Kortikalis. Mit Hilfe der eingebrachten Schraube, nach wie vor fixiert an der Bohrmaschine, Drehen des Humerus, so dass unter der Durchleuchtung eine saubere a.-p.-Ansicht zu sehen ist. Vollständiges Einbohren der Schanz-Schraube bis in die Gegenkortikalis; diese sollte nicht vollständig perforiert werden. **a** Einen ersten, distalsten, ca. 5–6 mm von der Gelenkfläche entfernten, zu dieser jedoch parallel verlaufende Schanz-Schraube in oben beschriebener Technik einbringen. Wie in der Abbildung gezeigt, darf dieser auch leicht gegen ulnar hin aufsteigend sein. **b** Die zweite Schanz-Schraube wird nun parallel zum K-Draht, der die distale Osteotomie kennzeichnet, in einem Abstand von ebenfalls ca. 5 mm eingebracht. **c** Anschließend wird ebenfalls parallel zum die proximale Osteotomie markierenden K-Draht die nächste Schraube eingebracht. **d** Abschließend wird ca. 2–3 cm proximal davon die vierte Schanz-Schraube in beschriebener Technik eingebohrt. Hier ist besonders auf den N. radialis zu achten. Diese Anordnung verhindert, dass sich beim Zuklappen der Osteotomie die Schanz-Schrauben berühren und die Klemmen nichtmehr angebracht werden können. Variante: Aufklappende Osteotomie (ohne Entnahme eines lateralen Knochenkeils): Setzen der partiellen Osteotomie entlang der zuvor eingebrachten K-Drähte, etwa 2/3 der Humerusdicke leicht nach medial absinkend (Verlängerung der Knochenkontaktfläche). Ersten distalen, osteotomienahen Pin ca. 5–6 mm distal der Osteotomie gemäß oben beschriebener Technik einbohren. Danach den zweiten Pin an der distalsten Stelle der Inzision (direkt über dem Kapitulum) parallel zum ersten in gleicher Technik einbohren. Anschließend wird in derselben Art, etwa 5–6 mm proximal der Osteotomie der erste proximal liegende Pin eingebohrt, so dass dieser entsprechend dem klinisch gemessenen Korrekturwinkel nach radial divergierend zu liegen kommt. Danach wird der zweite mehr proximal liegende Pin an der proximalsten Stelle der Inzision (2–3 cm proximal) ebenfalls parallel zum vorangehenden Pin platziert. Diese Anordnung verhindert, dass sich beim Zuklappen der Osteotomie die Schanz-Schrauben berühren und die Klemmen nichtmehr angebracht werden können

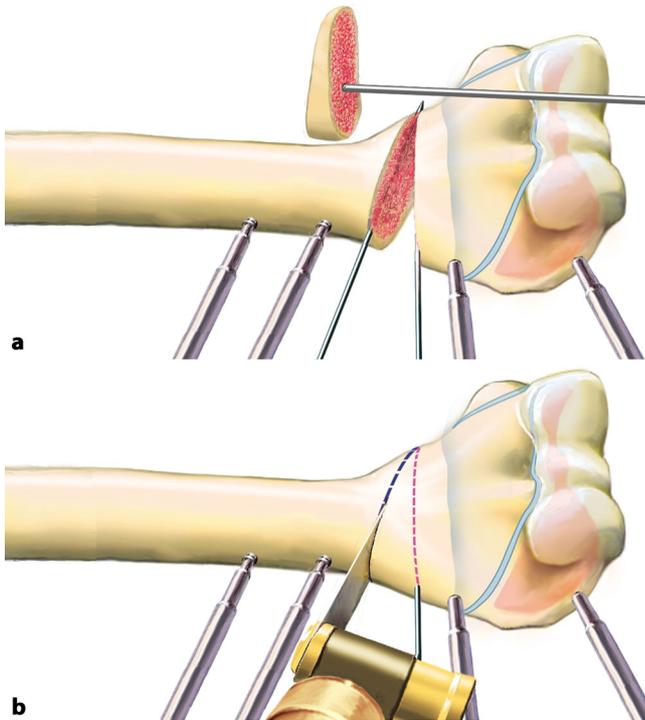


Abb. 20 ▲ **a** Vervollständigung der Osteotomie. Unter kräftigem Spülen werden im Falle der zuklappenden Osteotomie die beiden Schnitte komplettiert und der Knochenkeil entnommen (**b**). Im Falle der aufklappenden Osteotomie wird die einzelne Osteotomie unter ständigem Spülen vervollständigt. Mit der Knochensprezzange werden die Fragmente etwas auseinander gedehnt, so dass das gegenüberliegende Periost entspannt wird und die Fragmente besser manipuliert werden können

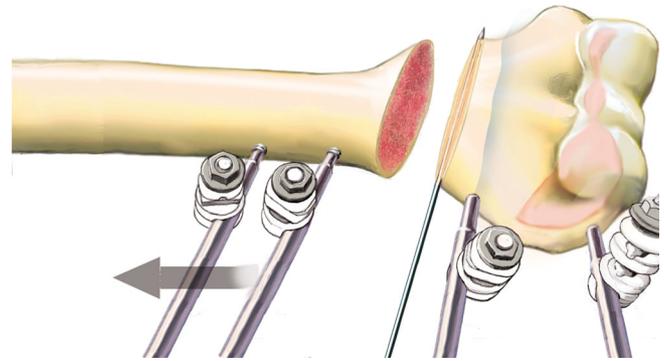


Abb. 21 ▲ Montage des Fixateur externe. Um eine optimale, freie Einstellung zu ermöglichen, muss der Fixateur als modulare Einheit in der sog. „Tube-to-Tube“-Technik montiert werden. Dies bedeutet, dass die beiden Schanz-Schraubenpaare (das distale und das proximale) primär miteinander verbunden werden. Erst danach wird über eine weitere Stange eine Verbindung zwischen den beiden Fixationen vorgenommen. Nur so ist eine freie Beweglichkeit und Einstellung der beiden Fragmente gewährleistet. Anbringen je einer Backe an jede Schanz-Schraube. Verbinden der beiden proximalen Pins bzw. der distalen Pins mit einer kurzen 4-mm-Stange (Karbon oder Stahl). Befestigen von je einer Backe an der distalen und proximalen Verbindungsstange. Alternativ kann dies je nach Platzverhältnissen auch direkt an einem Pin geschehen, da die jeweiligen Paare eine feste Einheit bilden. Platzierung und Befestigung einer Verbindungsstange zu den beiden Backen in der Weise, dass sie eine Manipulation der Fragmente nicht behindert. Präliminäre Fixierung aller Backen damit der Fixateur nicht mehr auseinander fallen kann

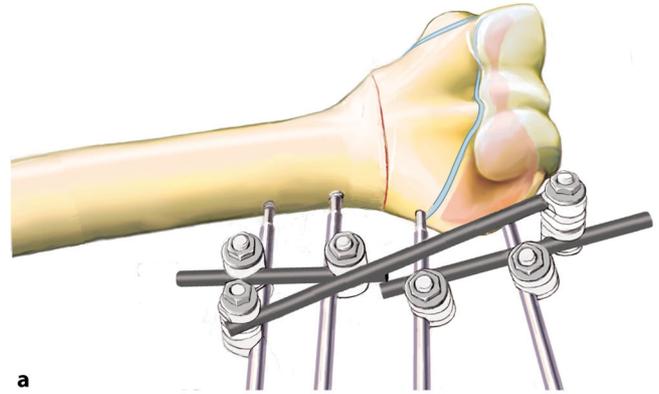
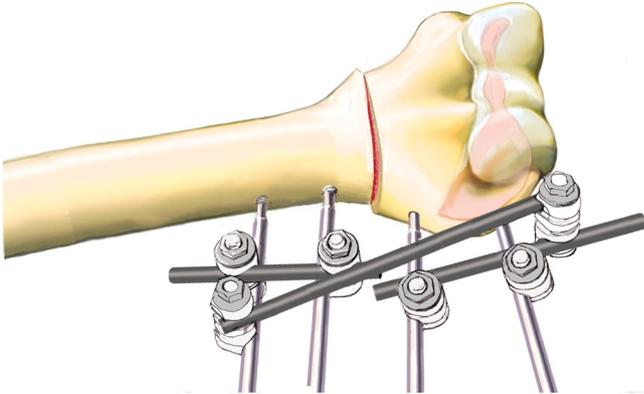


Abb. 22 ▲ Präliminäre Reposition bzw. Korrektur. Leichter bis mäßiger Längszug am Unterarm über 3–5 min durch Assistenz (Arzt oder Operationspersonal) in klinisch korrekter Stellung. Manipulation der Fragmente durch entsprechendes Handling der eingebrachten Pinpaare. Falls die Pins weitgehend entsprechend dem Korrekturwinkel eingebracht wurden, kann die approximative Reposition durch paralleles Ausrichten der Pins ohne Durchleuchtung erfolgen; ansonsten dieses Manöver unter Durchleuchtung durchführen. Anziehen aller Backen bzw. der Schrauben. Klinische Achs- und Funktionskontrolle. Bildwandlerkontrolle im a.-p.- und seitlichen Strahlengang. Für die a.-p.-Kontrolle soll der Arm gestreckt sein, um ein optimales Bild zu bekommen, im seitlichen Strahlengang hingegen 90° gebeugt. Es ist darauf zu achten, dass sich der Bildwandler (BV) um den Patienten bewegt und nicht der Patient um das BV-Gerät.

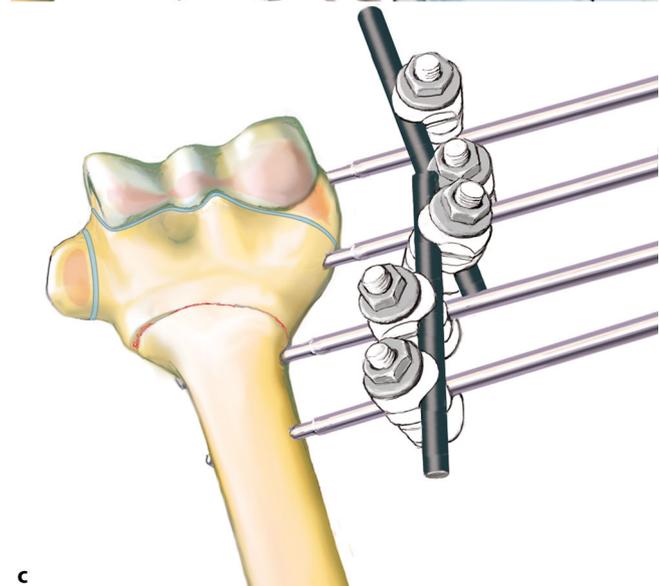
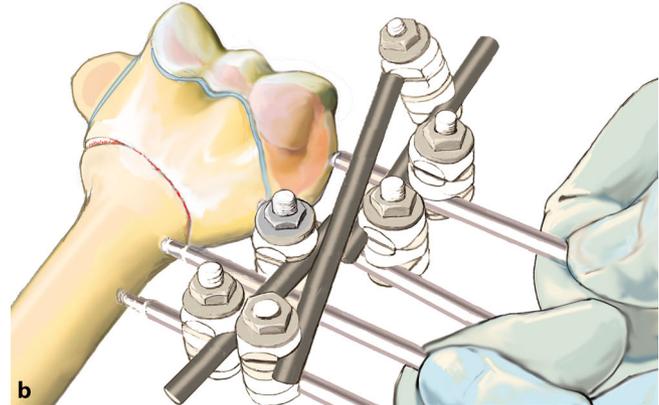


Abb. 23 ▲ Definitive anatomische Einstellung und Fixation. **a** Wurde bereits funktionell wie anatomisch ein einwandfreies Ergebnis erzielt, werden alle Backen definitiv festgeschraubt und blockiert. **b** Entspricht die präliminäre Fixation nicht dem gewünschten Ergebnis, wird unter Sicht eine Feineinstellung der Fragmente durchgeführt. Dank dem Fixateur kann das distale Fragment in der sagittalen wie auch in der frontalen Ebene bewegt werden; weiter kann die Korrektur des Varus durch vermehrtes Aufklappen bzw. erneutes Zuklappen korrigiert werden. **c** Die Flexion oder Extension des Fragments wird durch Zug bzw. Druck am Unterarm verändert. Es muss eine Einstellung erfolgen, die sowohl ein kosmetisch als auch funktionell einwandfreies Ergebnis ergibt. Nach Erreichung der optimalen Einstellung erfolgt das Fixieren aller Backen, wie oben beschrieben. Abschließend Wundverschluss mit resorbierbarem Nahtmaterial, subkutan sowie für die Haut



Abb. 24 ▲ Endkontrolle der Stabilität sowie der radiologischen und klinischen Achsen. Abschließende radiologische Kontrolle im Bildwandler (BV) in Extension (a.-p.-Ebene) und Flexion (seitliche Ebene) sowie Dokumentation. Dadurch kann ein nochmaliges Röntgen postoperativ vermieden werden. Klinische Prüfung der Stabilität und der Funktion: Es muss eine volle Extension/Flexion sowie Pro-/Supination möglich sein. Falls das Ergebnis nicht absolut befriedigt, kann auch nach Wundverschluss eine Nachkorrektur erfolgen (Vorteil des Fixateurs). (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

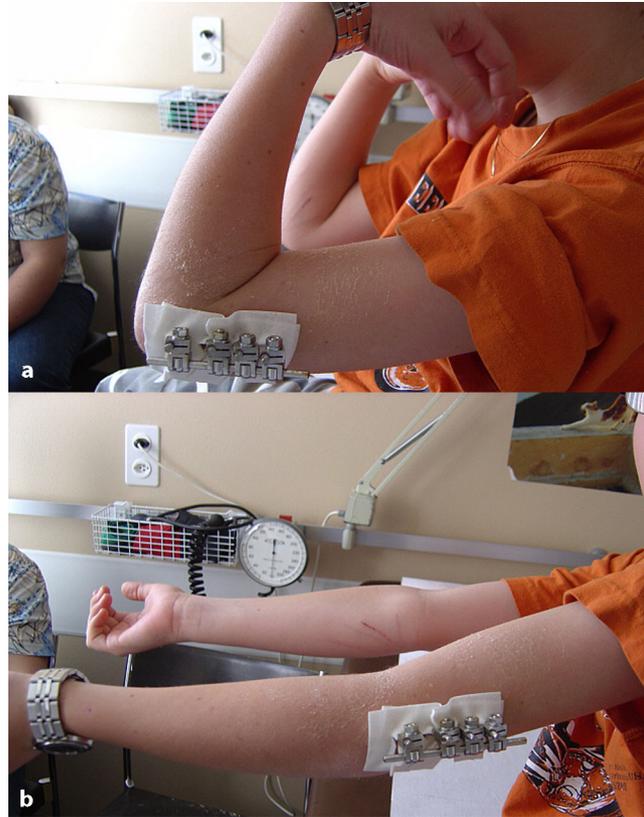


Abb. 25 ▲ Postoperatives Management. Eine zusätzliche Gipsruhigstellung ist nicht angebracht. Der Ellbogen soll, sobald es die Schmerzen zulassen, bewegt werden. **a** volle Flexion. **b** volle Extension. Ein Armtragegurt ist zum Schutz und zur Schmerzminderung anfänglich angezeigt. Anlernen der Eltern zur Pinpflege gemäß klinikinterner Richtlinien oder Organisation einer spitalexternen Hilfe und Pflege (SPITEX). In der Regel kann die Pflege gering gehalten werden. Nach Abheilung der Pineintrittsstellen dürfen die Kinder duschen oder baden. Hospitalisation 1–3 Tage. Erste klinische und radiologische Kontrolle bei Kindern bis 4 bzw. 5 Jahren nach 4 Wochen, bei älteren Kindern nach 5–6 Wochen. Unter leichter Sedation oder mit Schmerzmitteln ambulante Entfernung des Fixateurs bzw. der Schanz-Schrauben. Bei guter Beweglichkeit vor der Materialentfernung erübrigt sich meist eine Krankengymnastik. Nachkontrollen gemäß klinikinternem Schema, ansonsten 1 Jahr nach Materialentfernung. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

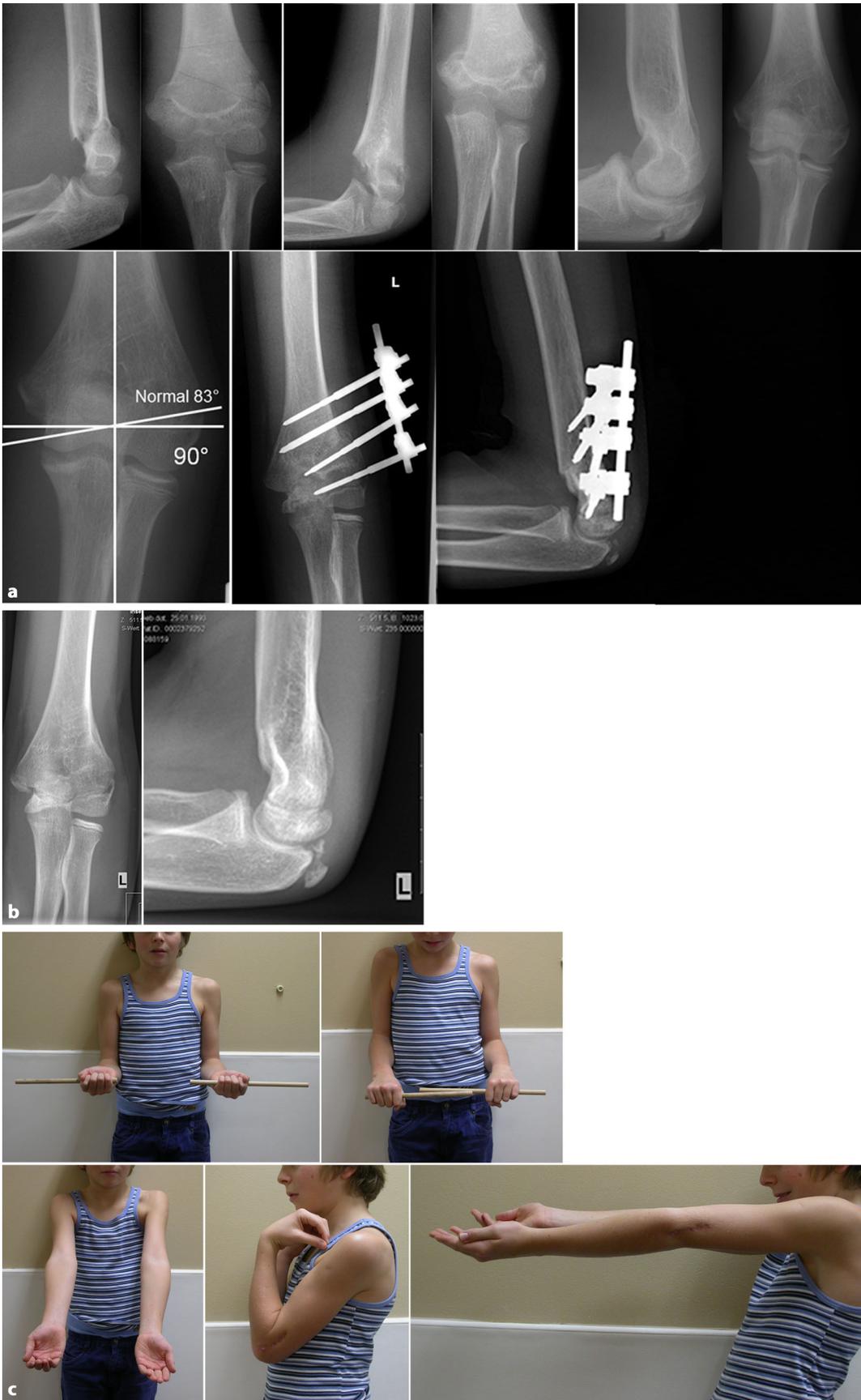


Abb. 26 ◀ a–c Typisches Fallbeispiel: 8 Jahre alter Junge (13-M/3.1 II) mit suprakondylärer Typ-II-Humerusfraktur durch Sturz. Instabile Versorgung im Gips und Nichtrealisieren einer zunehmenden Fehlstellung. Ausheilung in einer unschönen Cubitus-varus-Stellung nach 1 Jahr. Auf Wunsch der Eltern und des Kindes Durchführung einer Umstellungsosteotomie. a Hier konnte nach erfolgter Achs- und Rotationsstellungskorrektur direkt mit einer durchgehenden Stange fixiert werden (unüblich). b Radiologisches Ausheilungsbind nach 6 Monaten. Funktionell und anatomisch/kosmetisch seitengleiche Verhältnisse. c Man beachte die dorsolaterale Lage der Narbe, die einen deutlich sichereren und besseren Zugang erlaubt. (Mit freundlicher Genehmigung © T. Slongo 2015. All rights reserved)

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Prinzipiell sollten Fehler und Komplikationen mit dieser Methode vermieden werden können. Insbesondere sollte keine Verschlechterung, vor allem der Funktion entstehen, wie sie doch des Öfteren nach ausgedehnten Explorationen für Plattenosteosynthesen gesehen werden.
- Was mit einem Fixateur auf jeden Fall erreicht werden muss, ist eine kosmetisch einwandfreie Stellung. Es muss darauf geachtet werden, dass vor allem die Prominenz des Capitulum radii, welche auch bei guter Achseneinstellung einen „Pseudovarus“ vortäuscht, beseitigt wird. Dies kann mit dem Fixateur durch frontales Verschieben des distalen Fragments nach ulnar sehr elegant vermieden werden.
- Ungenügender Halt der Pins: Dies kann vorkommen, wenn die Schanz-Schrauben nicht korrekt platziert werden, speziell proximal, wenn nicht realisiert wird, dass man nur eine Kortikalis gefasst hat und distal, wenn nicht mindestens 2/3 des Gelenkfragments gefasst ist.
- Um Probleme mit den Klammern zu umgehen, sollten diese so ausgerichtet werden, dass der Hauptanteil der Klemmen jeweils osteotomiefern liegt, damit kommt es nicht zum Kontakt der Klemmen während der Manipulation und Fixation (▣ **Abb. 26**).
- Die Gefahr einer Nervus-radialis-Schädigung kann dadurch vermieden werden, indem bei der Präparation nach proximal streng darauf geachtet wird, alles unter Sicht zu machen. Es muss ebenfalls sichergestellt sein, dass der N. radialis nicht in Kontakt mit der Schanz-Schraube liegt.
- Respektiert man die Fehlermöglichkeiten sowie Gefahren sollten keine spezifische Komplikationen auftreten. Es bleiben die üblichen, möglichen Komplikationen wie Infekte, Heilungsprobleme oder dass das Kind stürzt und sich das Ergebnis wieder verschiebt.

Ergebnisse

Da selbst in größeren Zentren solche Korrekturen am distalen Humerus pro Jahr nur in geringer Anzahl anfallen (an unserem Zentrum werden 3–4 pro Jahr gemacht) sind große Fallserie-Publikationen nicht vorhanden. Meist melden sich die Patienten nicht mehr zu Nachkontrollen, wenn sie mit dem Ergebnis zufrieden sind. Im Prinzip verändert sich weder die Stellung noch die Funktion nach abgeschlossener Heilung wesentlich, da es sich nicht um eine Wachstumsstörung handelt. Häufig werden aber auch solche Umstellungen an kleineren Kliniken durchgeführt, so dass genauere Kenntnisse über Fallzahlen sowie Resultate schwierig zu bekommen sind.

An unserer Institution führen wir die vorgestellte Korrekturtechnik seit gut 25 Jahren durch. Im Rahmen dieser Publikation wurden die Fälle aufgearbeitet. Von den 35 Fällen, die wir noch erfassen konnten, ließen sich weder Heilungsstörungen noch Infektionen nachweisen. Subjektiv waren 30 Patienten (mittlerweile sehr viele Erwachsenen und berufstätig) mit dem funktionellen sowie kosmetischen Resultat zufrieden. In 3 Fällen blieb die Funktion suboptimal und leicht störend im Alltag, die Kosmetik wurde jedoch als gut angegeben. In einem Fall (Mädchen) kam es zu einer massiven Hypertrophie des Kapitulum mit kosmetisch sehr störendem Pseudovarus, so dass man sich im Erwachsenenalter entschloss, den Kondylus zu verkleinern. Ein weiteres Mädchen war wegen vorangegangenen Versuchen einer Korrektur durch die Narben sehr gestört, was aber in keinen Zusammenhang mehr mit der mittels Fixateur gelungenen Korrektur hatte.

Wir erachten diese Methode als sicher, mit einem sehr hohen Grad an Akzeptanz sowie weitgehend sehr guten Ergebnissen.

Korrespondenzadresse

Dr. T. Slongo
Chirurgische Universitäts-Kinderklinik,
Inselspital Bern
3010 Bern, Schweiz
thedly.slongo@insel.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Slongo gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Slongo T, Audigé L, Schlickewei W, Clavert JM, Hunter J (2006) Development and validation of the AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures by the Pediatric Expert Group of the AO Foundation in collaboration with AO Clinical Investigation and Documentation and the International Association for Pediatric Traumatology. *J Pediatr Orthop* 26:43–49
2. Weinberg AM, Marzi I, Gunter SM, Wessel L, Riedel J, von Laer L (2002) Supracondylar humerus fracture in childhood – an efficacy study. Results of a multicenter study by the Pediatric Traumatology Section of the German Society of Trauma Surgery – I: Epidemiology, effectiveness evaluation and classification. *Unfallchirurg* 105:208–216 (German)
3. De Boeck H, De Smet P (1997) Valgus deformity following supracondylar elbow fractures in children. *Acta Orthop Belg* 63:240–244
4. Mondoloni P, Vandenbussche E, Peraldi P, Augereau B (1996) Instability of the elbow after supracondylar humeral non-union in cubitus varus rotation. Apropos of 2 cases observed in adults. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 82(8):757–761 (French)
5. Bukvić N, Kvesić A, Brekalo Z, Bosak A, Bukvić F, Karlo R (2013) The problem of post-traumatic varisation of the distal end of the humerus remaining after the recovery of a supracondylar fracture. *J Pediatr Orthop B* 22(4):372–375 (Jul)
6. Kraus T, Tauber S, Linhart W (2013) Posttraumatic complications on children's elbows. *Orthopade* 42(1):57–70
7. Skaggs DL, Glassman D, Weiss JM, Kay RM (2011) A new surgical technique for the treatment of supracondylar humerus fracture malunions in children. *J Child Orthop* 5(4):305–312
8. Davids JR, Lamoreaux DC, Brooker RC, Tanner SL, Westberry DE (2011) Translation step-cut osteotomy for the treatment of posttraumatic cubitus varus. *J Pediatr Orthop* 31(4):353–365
9. Buß FR, Schulz AP, Lill H, Voigt C (2011) Supracondylar osteotomies of posttraumatic distal humeral deformities in young adults – technique and results. *Open Orthop J* 5:389–394
10. Bari MM, Munshi MH, Rahman MW, Alam MJ, Misty NF, Islam MS, Islam MA (2013) The management of cubitus varus using Ilizarov method. *Mymensingh Med J* 22(3):504–507
11. Malot R, Park KW, Song SH, Kwon HN, Song HR (2013) Role of hybrid monolateral fixators in managing humeral length and deformity correction. *Acta Orthop* 84(3):280–285
12. Takeyasu Y, Oka K, Miyake J, Kataoka T, Morimoto H, Murase T (2013) Preoperative, computer simulation-based, three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with use of a custom-designed surgical device. *J Bone Joint Surg Am* 95(22):e173
13. Hindman BW, Schreiber RR, Wiss DA, Ghilarducci MJ, Avolio RE (1988) Supracondylar fractures of the

- humerus: prediction of the cubitus varus deformity with CT. *Radiology* 168(2):513–515 ()
14. Slongo Th, Schmid T, Wilkins K, Joeris A (2008) Lateral external fixation. a new surgical technique for displaced unreducible supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 90:1690–1697. doi:10.2106/JBJS.G.00528
 15. Kawanishi Y, Miyake J, Kataoka T, Omori S, Sugamoto K, Yoshikawa H, Murase T (2013) Does cubitus varus cause morphologic and alignment changes in the elbow joint? *J Shoulder Elbow Surg* 22(7):915–923
 16. Solfelt DA, Hill BW, Anderson CP, Cole PA et al (2014) Supracondylar osteotomy for the treatment of cubitus varus in children: a systematic review. *Bone Joint J* 96(5):691–700
 17. Tremains MR, Georgiadis GM, Dennis MJ (2001) Radiation exposure with use of the Inverted-C-Arm technique in upper-extremity surgery. *J Bone Joint Surg Am* 83(5):674–678
 18. Slgono T (2014) Radial er externer Fixateur zur geschlossenen Behandlung problematischer suprakondylärer Humerusfrakturen Typ III und IV bei Kindern und Jugendlichen. *Oper Orthop Traumatol* 26:75–97

Arbeitsgemeinschaft „Implantat-Forschung“ der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie

Medizinische Implantate verhelfen vielen Patienten zu einer gesteigerten Lebensqualität – sei es durch Heilung von einer limitierenden Grunderkrankung (z. B. durch kardiale oder orthopädische Prothesen), durch allgemeine Zunahme des persönlichen Aktivitätsspektrums (z. B. durch vasculäre oder neurologische Implantate) oder durch Vereinfachung therapeutischer Maßnahmen (z. B. durch zentralvenöse Dauerzugänge zur Ernährung, Chemotherapie und Dialyse). Fortschritte insbesondere bei den Materialwissenschaften haben in den letzten Jahren dazu beigetragen, dass die biomechanische Belastbarkeit von Implantaten und Prothesen deutlich gesteigert werden konnte. Gleichwohl bleibt jedoch auch weiterhin die Herausforderung des Protheseninfektes bestehen, aufgrund des damit verbundenen individuellen Leids, als auch immenser sozioökonomischer Aufwendungen, die für Diagnostik und Therapie dieser Komplikation aufgebracht werden müssen. Die Entwicklung neuer Strategien zur Vermeidung oder Reduktion infektiöser Komplikationen muss daher ein zentrales Anliegen all derjenigen sein, die mit medizinischen Implantaten umgehen. Die Sektion chirurgische Forschung (SCF) der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (DGCH) hat deshalb die Arbeitsgruppe „Implantat-Forschung“ ins Leben gerufen, die sich zukünftig wissenschaftlich dieses Themas annehmen soll. Durch Zusammenschluss aller unter dem Dach der DGCH versammelten chirurgischen Fachgesellschaften sollen durch die gemeinsame Bearbeitung dieses Forschungsziels Kompetenzen gebündelt und synergistische Effekte genutzt werden. Das konkrete Ziel der AG besteht in der Identifikation und Zusammenführung von Projektpartnern, um so präklinische und klinische Forschung zur Vermeidung Implantatassoziierter Infektionen zu fördern. Aspekte der Grenzzoneninteraktion, also der Wechselwirkungen von Materialoberfläche und umgebenden Geweben zur Verbesserung der Implantat-Integration, sollen dabei ebenso bedacht werden wie klinisch-praktische

Aspekte. Das Spektrum möglicher Beteiligung ist dabei bewusst weit gewählt worden, um sowohl den wissenschaftlich aktiven als auch den klinisch tätigen Chirurgen anzusprechen. Denn die suffiziente und nachhaltige Abwehr „Implantatassoziierter Infektionen“ erfordert den Einsatz neuer Entwicklungen sowie verbesserte und konkrete Handlungsanweisungen für den Umgang mit Implantaten im Alltag. Neben der wissenschaftlichen Ausrichtung möchte die AG jedoch auch als Schnittstelle fungieren, um klinische Forschung, biomedizinische Technik und Industrie enger miteinander ins Gespräch zu bringen. Präklinisch fortgeschrittene wissenschaftliche Ansätze sollen gemeinsam in konkrete Produkte und Strategien mit klinischem Mehrwert überführt werden.

Um diesem Ziel näherzukommen sind Vertreter aller chirurgischen Fachgesellschaften in der AG „Implantat-Forschung“ damit beauftragt, geeignete Projekte in ihrer Fachgesellschaft (ggf. auch darüber hinaus) zu identifizieren und innerhalb der AG bekanntzumachen. Hiermit soll erreicht werden, dass Partner der Fachgesellschaften zusammengebracht werden und miteinander ins Gespräch kommen. Trotz aller Organisation hängt der Erfolg dieser ambitionierten Initiative v.a. von IHNEN – lieber Leser – ab, denn ohne die breite Beteiligung der wissenschaftlich, aber auch klinisch tätigen Chirurgen kann keine Verbesserung der Situation erwartet werden!

Sollten Sie oder Ihre Kollegen also selbst konkrete Ideen oder bereits existierende Projekte haben, die Sie im Rahmen derartig gelagerter Verbundprojekte einbringen wollen, so möchten wir Sie herzlich einladen sich mit uns in Verbindung zu setzen, um weitere Einzelheiten zu besprechen. Bei Rückfragen stehen wir gern für weitere Informationen zur Verfügung!

Kontakt: Prof. Dr. M. Wilhelmi, MHH Hannover, Wilhelmi.Mathias@mh-hannover.de

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Chirurgie e.V. (DGCH)