

Die Behandlung der Apophysenabrissverletzung des Epicondylus ulnaris im Kindesalter

Treatment of Medial Epicondylar Apophyseal Avulsion Injury in Children

Emir Q. Haxhija¹, Johannes M. Mayr², Wolfgang Grechenig³, Michael E. Höllwarth¹

Zusammenfassung Operationsziel

Operative Reposition und Retention der Apophyse des Epicondylus ulnaris zur Vermeidung von Gelenkinstabilitäten, bleibenden Fehlstellungen und Pseudarthrosen.

Indikationen

Absolut: Intraartikulär dislozierte Apophyse des Epicondylus ulnaris, komplette Läsion des Nervus ulnaris.

Relativ: Dislokation der Apophyse (> 4 mm) bei Kindern > 5 Jahre, wobei die Indikation mit zunehmender Dislokation, steigendem Alter oder besonderer sportlicher Aktivität des Kindes großzügiger zu stellen ist.

Kontraindikationen

Dislokation der Apophyse (≤ 4 mm) bei Kindern < 5 Jahre, sofern das Fragment nicht intraartikulär liegt.

Operationstechnik

Offene Reposition der Apophyse über einen ulnaren Zugang. Identifikation des Nervus ulnaris. Bei jüngeren Kindern bzw. bei sehr kleinen Fragmenten Fixation mit Kirschner-Draht. Schraubenfixation bei größeren knöchernen Fragmenten und älteren Kindern.

Weiterbehandlung

Oberarmgipslonguette bis zum Abschluss der Wundheilung. Anschließend Oberarmgipsverband für 3 Wochen. Entfernung der Kirschner-Drähte nach 4–6 Wochen. Schraubenentfernung nach 8–12 Wochen. Physiotherapie nur, wenn 6 Wochen nach Entfernung des Gipsverbands noch eine deutlich eingeschränkte Beweglichkeit des Ellenbogengelenks vorliegt.

Ergebnisse

Im Zeitraum vom 01.01.1994 bis 31.12.2003 wurden 25 Kinder mit einem Durchschnittsalter von 12 Jahren wegen eines Apophysenabrisses am Epicondylus ulnaris mit offener Reposition und Kirschner-Draht-Fixation operiert. Durchschnittlich 3 Jahre nach dem Unfall konnten 14 dieser Kinder entsprechend einem Schema, das subjektive, klinische und radiologische Parameter bewertet, nachuntersucht werden. Zwei Kinder zeigten eine geringe Minde-

Abstract Objective

Surgical reduction and retention of apophyseal avulsion injuries at the medial epicondyle to prevent joint instability, lasting malalignment, or pseudarthrosis.

Indications

Absolute: intraarticular apophyseal dislocation of the medial epicondyle, complete lesion of the ulnar nerve.

Relative: dislocation of the apophysis (> 4 mm) in children > 5 years of age; the need for intervention increases in children as the degree of dislocation, age, and athletic activity increase.

Contraindications

Dislocation of the medial epicondyle (≤ 4 mm) in children < 5 years of age, provided the fragment location is not intraarticular.

Surgical Technique

Open reduction of the apophysis through a medial approach. Identification of the ulnar nerve. In young children or with small fragments fixation with Kirschner wire. Screw fixation in older children or for larger fragments.

Postoperative Management

Long upper-arm plaster cast until wound healing is achieved. Subsequently, upper-arm plaster cast for 3 weeks. Removal of Kirschner wires after 4–6 weeks, screw removal after 8–12 weeks. Physiotherapy only if marked reduction of elbow mobility is found 6 weeks after cast removal.

Results

From January 1, 1994 to December 31, 2003, 25 children with an average age of 12 years suffering from medial epi-

Oper Orthop Traumatol 2006;18:120–34

DOI 10.1007/s00064-006-1166-2

¹Universitätsklinik für Kinderchirurgie, Graz, Österreich,

²Abteilung für Kinderchirurgie, Universitäts-Kinderspital Beider Basel (UKBB), Schweiz,

³Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Graz, Österreich.

rung der groben Kraft des verletzten Arms im Seitenvergleich. Ein Kind wies ein Ellenbogenflexionsdefizit von 10° auf, bei den übrigen Kinder fanden sich Bewegungseinschränkungen von maximal 5° im Seitenvergleich. In allen nachuntersuchten Fällen zeigte sich eine minimale Zunahme der Valgisierung des Ellenbogengelenks der Frakturseite im Vergleich zur unverletzten Seite (durchschnittlich 3°). Alle Frakturen waren innerhalb von 6 Wochen knöchern konsolidiert.

Schlüsselwörter

Epicondylus ulnaris · Apophysenabriss ·
Ellenbogenluxation · Ellenbogenfraktur

Vorbemerkungen

Apophysenabrissverletzungen des Epicondylus ulnaris machen rund 11% der Frakturen im Bereich des kindlichen Ellenbogens aus und repräsentieren 1,3% aller kindlichen Frakturen [5, 7]. In über 50% der Fälle geht diese Verletzung mit einer akuten, traumatischen Ellenbogenluxation einher [7]. Die Verletzung tritt bei Knaben viermal häufiger als bei Mädchen auf, und das Prädispositionsalter für diese Verletzung liegt zwischen dem 9. und 14. Lebensjahr [12]. Das Ossifikationszentrum des Epicondylus ulnaris kommt röntgenologisch bei Mädchen ab dem 5.–8. Lebensjahr und bei Knaben ab dem 7.–9. Lebensjahr zur Darstellung und fusioniert als Letztes von vier sekundären Ossifikationszentren des distalen Humerusendes im Alter von ca. 15 Jahren mit dem übrigen Humerus [4, 12]. Diese Tatsache sowie der apophysäre Ursprung der Beugemuskulatur des Unterarms und der ulnaren Kollateralbänder des Ellenbogengelenks sind für die biomechanische Entstehung der Verletzung wesentlich. Beim Abriss der Apophyse des Epicondylus ulnaris handelt es sich deshalb in erster Linie um eine Avulsionsverletzung, die oft im Rahmen von posterolateralen Ellenbogenluxationen durch Valgusstress des gestreckten Ellenbogengelenks auftritt. Je jünger das verletzte Kind ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich bei dieser Verletzung um eine intraartikulär einstrahlende Fraktur handelt. Dies erklärt sich durch die Lageveränderung des Apophysenteils des Epicondylus ulnaris. Während er sich postnatal innerhalb der Gelenkkapsel befindet, verlagert er sich im Rah-

condylar avulsion fractures were operated on using open reduction and Kirschner wire fixation. An average of 3 years after the injury 14 of these children underwent follow-up examination using a procedure that took subjective, clinical and radiologic parameters into account. Two children showed a slight reduction in overall strength of the injured extremity when compared with the contralateral extremity. One child had a flexion deficit of 10° , all other children showed movement limitations of $\leq 5^\circ$ compared to the contralateral extremity. In all the cases available to follow-up, there was a slight increase in valgus alignment of the elbow joint compared with the uninjured side (3° on average). All fractures consolidated within 6 weeks.

Key Words

Medial epicondyle · Apophyseal avulsion injury ·
Elbow dislocation · Elbow fracture

Introductory Remarks

Medial epicondylar avulsion fractures represent about 11% of all fractures of the juvenile elbow and 1.3% of all fractures in children [5, 7]. In over 50% of cases this injury coincides with acute traumatic elbow dislocation [7]. This type of injury is four times more likely to occur in boys than girls, and most often occurs between 9 and 14 years of age [12]. The center of ossification of the medial epicondyle can be seen in radiographs between the 5th and 8th year in girls and between 7 and 9 in boys. It is the last of the four secondary centers of ossification of the distal humerus to fuse with the rest of the humerus at about 15 years of age [4, 12]. This fact as well as the apophyseal attachment of the flexor muscles of the forearm and the medial collateral ligaments of the elbow joint are of great significance for the mechanism of these injuries. The fracture of the apophysis of the medial epicondyle is thus primarily an avulsion injury which frequently coincides with posterolateral dislocation of the elbow joint through valgus stress on the extended elbow joint. The younger the injured child the more likely it is that these injuries will be intraarticular fractures. This is explained by the change in position of the apophyseal portion of the epicondyle. While it is located inside the joint capsule postnatally, it moves medially and proximally during child development to a position almost entirely outside the joint capsule at the end of development.

The fracture line of the apophyseal avulsion caused by falls on the extended elbow with valgus stress typically runs just radially of the visible apophyseal junc-

men des kindlichen Wachstums nach medial und proximal, um gegen Ende des Wachstums schließlich vollkommen extraartikulär zu liegen.

Die Frakturlinie des Apophysenabrisses am Epicondylus ulnaris verläuft bei Stürzen auf den gestreckten Ellenbogen mit Valgusstress meist unmittelbar radial des sichtbaren Apophysenfugenspalts annähernd parallel zu diesem. Nur selten, meist im Rahmen von direkten Traumen im Bereich des Epicondylus ulnaris, kommt es zum queren Bruch der Apophyse des Epicondylus ulnaris.

Das Apophysenfragment disloziert in der Regel nach distal und palmar und macht dabei gleichzeitig eine Rotationsbewegung. Am rechten Ellenbogen (von vorn gesehen) dreht sich das Fragment in der Frontalebene im Uhrzeigersinn, links hingegen gegen den Uhrzeigersinn.

Apophysenabrissfrakturen des Epicondylus ulnaris werden nach Rang in vier Grade eingeteilt [10]:

- Grad I: Apophysenabriss des Epicondylus ulnaris ohne oder mit nur minimaler Dislokation,
- Grad II: Apophysenabriss des Epicondylus ulnaris mit Dislokation und Rotation,
- Grad III: Apophysenabriss des Epicondylus ulnaris mit intraartikulär verlagertem Fragment,
- Grad IV: Apophysenabriss des Epicondylus ulnaris mit intraartikulär verlagertem Fragment und gleichzeitig bestehender Ellenbogenluxation.

Bezüglich der Notwendigkeit der operativen Versorgung der Apophysenabrissverletzung des Epicondylus ulnaris bestehen unterschiedliche Meinungen. Übereinstimmung herrscht hinsichtlich des konservativen Vorgehens bei Grad-I-Frakturen, des operativen Vorgehens bei kompletter Läsion des Nervus ulnaris und der Notwendigkeit der Reposition des intraartikulär eingeschlagenen Apophysenfragments bei Grad-III- und Grad-IV-Frakturen. Während einige Autoren für die operative Versorgung von Grad-II- bis Grad-IV-Frakturen plädieren [1, 10, 14], gehen andere bei diesen Frakturen grundsätzlich konservativ vor, falls eine geschlossene Reposition des intraartikulär eingeschlagenen Apophysenfragments des Epicondylus ulnaris bei Grad-III- und -IV-Frakturen gelingt [6, 11, 13]. Letzteres ist prinzipiell möglich, weil die Apophyse des Epicondylus ulnaris praktisch nicht zum Längenwachstum des Ellenbogengelenks beiträgt [11]. Andererseits sind aber die bei diesen Frakturen knöchern ausgerissenen ulnaren Kollateralbänder zusammen mit dem apophysären Ansatz der Unterarmbeugergruppe (Ursprünge von Musculus flexor carpi radialis, Musculus flexor carpi ulnaris, Musculus flexor

ture und parallel to it. Only rarely is there a fracture across the apophysis, usually in fractures resulting from direct trauma to the medial epicondyle.

The apophyseal fragment is typically dislocated to a distal and palmar location and undergoes a rotational movement at the same time. Fracture fragments of the right elbow typically rotate clockwise in the frontal plane, whereas fragments rotate counterclockwise on the left arm.

Apophyseal avulsion fractures of the medial epicondyle were classified into four grades by Rang [10]:

- grade I: medial epicondyle apophyseal avulsion without or with only minimal dislocation,
- grade II: medial epicondyle apophyseal avulsion with dislocation or rotation,
- grade III: medial epicondyle apophyseal avulsion with intraarticular dislocation of the fragment,
- grade IV: medial epicondyle apophyseal avulsion with intraarticular dislocation of the fragment and coexistent elbow dislocation.

Opinions differ regarding the need for surgical intervention in medial epicondyle apophyseal avulsion injuries. There is wide agreement on conservative treatment of grade I fractures as well as on surgical approaches for cases with complete lesions of the ulnar nerve and the need for reduction of an intraarticularly located apophyseal fragment in grade III–IV fractures. While some authors argue for surgical treatment of all grade II–IV fractures [1, 10, 14], others choose to treat these injuries conservatively as a matter of principle, provided closed reduction of the intraarticular fragment of the medial epicondyle can be achieved in grade III and IV fractures [6, 11, 13]. This is a viable approach because the apophysis of the medial epicondyle contributes almost nothing to the growth in length of the elbow joint [11]. On the other hand, the avulsion of the medial collateral ligaments present in these fractures as well as the apophyseal attachment of the flexors of the forearm (heads of the flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris, flexor digitorum superficialis, palmaris longus muscles and part of the pronator teres muscle) are of vital importance to the stability of the elbow under high stress, and thus their insertions should be preserved.

It is our opinion that the treating physician's decision regarding surgical or conservative treatment approaches in grade II–IV fractures should not be influenced by parents' vision of their child's future physical activity (choice of jobs, with account taken of the parents' occupation), as is recommended by some authors [12]. Instead, we hold that the indication for surgical

digitorum superficialis, Musculus palmaris longus und eines Teils des Musculus pronator teres) entscheidend für die Stabilität des Ellenbogengelenks bei starken Belastungen, so dass deren Ansatz erhalten werden sollte.

Die Entscheidung des Behandlers über das operative oder konservative Vorgehen bei Frakturen des Grades II–IV lässt sich unseres Erachtens nicht anhand der elterlichen Auskunft über das geplante Ausmaß der zukünftigen physischen Tätigkeit ihres Kindes (beabsichtigte Berufswahl des Kindes, Berücksichtigung des elterlichen Berufs) treffen, wie dies von manchen Autoren empfohlen wird [12]. Vielmehr ist unseres Erachtens die Indikation bei Kindern > 4 Jahre und stark dislozierten Frakturen großzügig zu stellen. Handelt es sich um ein sportlich sehr aktives, älteres Kind (Vereinsportler/in, Leistungssportler/in), so ist die Indikation zur Verschraubung (übungsstabile Osteosynthese) großzügiger zu stellen, um eine gipsverbandfreie Nachbehandlung zu ermöglichen [7, 12].

Mehrere Studien zeigten sowohl nach operativer als auch nach konservativer Behandlung dislozierter Apophysenabrisssverletzungen des Epicondylus ulnaris [1, 2, 5, 6, 12] überwiegend exzellente oder gute Ergebnisse. Gesichert erscheint, dass ein intraartikuläres Belassen oder die Exzision eines in das Gelenk eingeschlagenen Apophysenfragments zu schlechten Langzeitergebnissen führt [2, 3].

Besonderheit

Bei < 5-jährigen Mädchen oder < 7-jährigen Knaben ist ein rein knorpeliger Apophysenabrisse des Epicondylus ulnaris im Rahmen komplexer Ellenbogenverletzungen möglich. Typisch ist eine schmerzhafte Weichteilschwellung über dem Epicondylus ulnaris. Diese ist häufig so charakteristisch, dass auf eine weitere bildgebende Untersuchung verzichtet und die Behandlung eingeleitet werden kann [7]. Die Verletzung lässt sich radiologisch ohnehin nicht sicher nachweisen, da das sekundäre Ossifikationszentrum der Epicondylus-ulnaris-Apophyse zu diesem Zeitpunkt noch nicht ossifiziert ist. Als indirekter Hinweis auf dem Röntgenbild ist meist eine ausgeprägte Weichteilverschattung im Bereich des sichtbaren Condylus ulnaris erkennbar. Zum sicheren Nachweis der Verletzung eignen sich die Sonographie [8] und Magnetresonanztomographie (MRT). Die MRT-Untersuchung lässt sich allerdings bei Kindern dieser Altersgruppe wegen der damit verbundenen Lärmbelastung meist nur in Sedierung oder Allgemeinnarkose durchführen.

Intervention sollte bei Kindern > 4 Jahren oder bei hochgradig dislozierten Frakturen. Wenn das Kind in Frage athletisch aktiv und älter (d. h., Club Sports), die Entscheidung für Schraubfixation sollte getroffen werden, da diese Form der Osteosynthese eine postoperative Behandlung ohne Gips ermöglicht [7, 12].

Einige Studien zeigen ausgezeichnete oder gute Ergebnisse nach sowohl operativer als auch konservativer Behandlung von dislozierten Apophysenabrisssverletzungen [1, 2, 5, 6, 12]. Es scheint sicher, dass das Zurücklassen eines intraartikulären Fragments oder die Exzision eines solchen Fragments zu schlechten Langzeitergebnissen führt [2, 3].

Special Circumstances

Bei Mädchen < 5 oder Jungen < 7 Jahren ist eine rein knorpelige Ablosung des medialen Epicondylus möglich als Teil komplexer Ellenbogenverletzungen. Eine typische Präsentation dieser Art von Verletzung ist eine schmerzhafte Weichteilschwellung um den medialen Epicondylus. Dieses Symptom ist so charakteristisch, dass weitere diagnostische Bildgebung nicht erforderlich ist und die Behandlung eingeleitet werden kann [7]. Diese Verletzung kann nicht sicher festgestellt werden durch radiologische Bildgebung in jedem Fall, da das sekundäre Ossifikationszentrum des medialen Epicondylus-Apophyse noch nicht ossifiziert ist. Als indirekter Hinweis in Röntgenaufnahmen kann ein ausgeprägter Weichteilschatten um den sichtbaren medialen Epicondylus gesehen werden. Um diese Art von Verletzung zu bestätigen, kann eine Sonographie [8] oder Magnetresonanztomographie (MRI) verwendet werden. Die MRI-Untersuchung kann jedoch nur bei Kindern dieses Alters durchgeführt werden, da dies aufgrund des Lärmpegels schwierig ist.

Operationsprinzip und -ziel

Anatomische und sichere Refixation der abgerissenen Apophyse des Epicondylus ulnaris und damit auch Refixation der Ansätze der Unterarmbeugergruppe und des ulnaren Seitenbandapparats. Behandlungsziel ist die Wiederherstellung des vollen Bewegungsumfangs des Ellenbogengelenks, die Gewährleistung der Gelenkstabilität des Ellenbogens und das Wiedererlangen einer kraftvollen, schmerzfreien Beweglichkeit des Ellenbogengelenks ohne Irritation des Nervus ulnaris.

Vorteile

- Genaue Beurteilung des Verletzungsausmaßes.
- Darstellung des Nervus ulnaris, bei Bedarf Dekompression.
- Anatomische Refixation des Apophysenfragments des Epicondylus ulnaris mitsamt den anhängenden Bandstrukturen und Muskelansätzen.
- Wiederherstellung der Stabilität des Ellenbogengelenks.

Nachteile

- Allgemeine Operationsrisiken wie Wundinfektion, Knocheninfektion, Nachblutung.
- Operativer Eingriff mit der Möglichkeit einer iatrogenen Schädigung des Nervus ulnaris.
- Narbenbildung bei allerdings günstiger innenseitiger Narbenlage.
- Möglichkeit der operationsbedingten Fragmentierung des Apophysenfragments.
- Meist Notwendigkeit eines weiteren operativen Eingriffs (Materialentfernung in Narkose). Das Osteosynthesematerial liegt im Bereich des Epicondylus ulnaris knapp unter der Haut und stört häufig beim medialeseitigen Auflegen des abgewinkelten Ellenbogens auf einer harten Unterlage.

Indikationen

Absolut

- In das Humeroulnargelenk eingeschlagenes Apophysenfragment des Epicondylus ulnaris.
- Komplette Läsion des Nervus ulnaris oder Verlagerung des Nervus ulnaris in den Frakturspalt.
- Mitbeteiligung des metaphysären Humerusanteils. Dies entspricht einer Gelenkfraktur des Condylus ulnaris und erfordert eine exakte Fragmentreposition und -retention zur Erzielung einer kongruenten Gelenkfläche an der Trochlea humeri.

Surgical Principles and Objective

Anatomic, secure refixation of the avulsed medial epicondylar apophysis and concomitant refixation of the insertions of the forearm flexor muscles and the medial collateral ligaments. The goal of treatment is the restoration of full range of motion to the elbow joint, the maintenance of stability of the elbow and the recovery of powerful and painless movement at the joint without irritation of the ulnar nerve.

Advantages

- Thorough assessment of the degree of injury.
- Visualization of the ulnar nerve, decompression as required.
- Anatomic refixation of the apophyseal fragment of the medial epicondyle with all attached ligaments and muscles.
- Restoration of the stability of the elbow joint.

Disadvantages

- General risks of surgery such as wound infection, bone infection, postoperative bleeding.
- Possibility of iatrogenic damage to the ulnar nerve.
- Scarring, albeit in an advantageous medial location.
- Possibility of further intraoperative fracturing of the apophyseal fragment.
- Usually, need for a follow-up procedure (implant removal with general anesthesia). The osteosynthetic materials are located immediately under the skin in the region of the medial epicondyle and frequently bother patients when resting the medial portion of the bent arm on a hard surface.

Indications

Absolute

- Apophyseal fragment of the medial epicondyle impacted into the humeromedial joint.
- Complete lesion of the ulnar nerve or displacement of the ulnar nerve into the fracture gap.
- Concomitant involvement of the metaphyseal portion of the humerus. This indicates a medial condylar intraarticular fracture and demands exact reduction and retention to achieve a congruent joint surface with the trochlea humeri.

Relativ

- Apophysenabrisssfrakturen Grad II bei Kindern > 5 Jahre, wobei die Indikation mit zunehmender Dislokation (> 4 mm) und steigendem Alter des Patienten und/oder besonderer sportlicher Aktivität des Kindes großzügig zu stellen ist.

Kontraindikationen

- Apophysenabrisssfrakturen Grad I bei Kindern < 5 Jahre, sofern das Apophysenfragment nicht in das Ellenbogengelenk eingeschlagen ist.

Patienten- und Elternaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken.
- Iatrogene Läsion (Dehnungsschaden) des Nervus ulnaris (meist innerhalb von 6 Monaten vollständig spontan reversibel).
- 3-wöchige postoperative Behandlung im Oberarmgipsverband bei Drahtfixation, funktionelle Nachbehandlung bei übungstabiler Schraubenosteosynthese.
- Klinische und radiologische Kontrolle 3 Wochen sowie 6 Wochen nach Materialentfernung.
- Pseudarthrose.
- Bewegungseinschränkung im Ellenbogengelenk (> 25° Streckdefizit und/oder 25° Beugedefizit) mit der Notwendigkeit einer Physiotherapie.
- Zunehmende Valgusstellung des Ellenbogengelenks.
- Instabilität des Ellenbogens.
- Notwendigkeit eines weiteren operativen Eingriffs in Narkose zur Materialentfernung.

Operationsvorbereitungen

- Beurteilung von peripherer Durchblutung, Motorik und Sensibilität: Prüfung und Dokumentation der Funktion des Nervus ulnaris: Langfinger strecken und abspreizen, Faustschluss, Sensibilitätsprüfung am Kleinfinger und an der ulnaren Hälfte des Ringfingers.
- Schmerztherapie und Ruhigstellung: Analgosedierung in kindgerechter Dosierung (z.B. Midazolam-Hydrochlorid [Dormicum®] in Kombination mit Tramadol-Hydrochlorid [Tramal®]) und Anlegen einer Oberarmschiene zur Ruhigstellung.
- Röntgenaufnahmen des Ellenbogens in zwei Ebenen: Falls die vorhandenen Röntgenaufnahmen nicht auswertbar sind, Anfertigung entsprechender Aufnahmen in Narkose, um präoperativ knöcherne Begleitverletzungen oder verbliebene Luxationsfolgen im Ellenbogenbereich sicher feststellen zu können.

Relative

- Apophyseal avulsion fractures grade II in children > 5 years of age, with growing need for surgical intervention with greater dislocation (> 4 mm) and older age of the patient, and/or the child's added athletic activity.

Contraindications

- Apophyseal avulsion fractures grade I in children < 5 years of age unless the fragment is displaced into the elbow joint.

Patient and Parent Information

- General surgical risks.
- Iatrogenic lesions (distension injuries) of the ulnar nerve (which are usually spontaneously reversible within 6 months).
- Postoperative treatment with plaster cast for 3 weeks in wire fixation, functional postoperative treatment in exercise-stable screw osteosynthesis.
- Clinical and radiologic follow-up 3 and 6 weeks after the removal of osteosynthetic material. Pseudarthrosis.
- Limitation of movement at the elbow joint (> 25° extension deficit and/or 25° flexion deficit).
- Additional valgus alignment of the elbow.
- Elbow instability.
- Need for follow-up surgery with general anesthesia for implant removal.

Preoperative Work Up

- Assessment of peripheral circulation, motor activity and sensibility: examination and documentation of ulnar nerve function including extension and spreading of fingers, closure of fist, sensibility of the little finger and the medial half of the ring finger.
- Pain therapy and immobilization: analgosedation in correct age-adapted dose (e.g., midazolam-hydrochloride [Dormicum®] in combination with tramadol-hydrochloride [Tramal®]) and application of upper-arm splint for immobilization.
- Radiographs of the elbow in two planes: if the available radiographs are insufficient, preparation of suitable studies under conditions of anesthesia to aid preoperative assessment of concomitant osseous injuries and to rule out remaining results of dislocation.

Instrumentarium und Implantate

- Grundinstrumentarium.
- Bohrmaschine.
- Bohrdrahtspender (kurze Kirschner-Drähte) 160 mm (1,0 mm; 1,2 mm; 1,4 mm; 1,6 mm; 2,0 mm).
- Kanülierte Spongiosaschrauben 3,0–4,0 mm.

Anästhesie und Lagerung

- Bevorzugt Allgemeinnarkose (Plexusanästhesie bei älteren Kindern alternativ möglich).
- Rückenlage.
- Seitentisch zur Armlagerung.
- Sterile Abdeckung, die ein Bewegen des Arms ermöglicht.
- Blutsperrung am Oberarm wird angelegt, aber nur bei Bedarf verwendet.
- Antibiotikaprophylaxe bei geschlossenen Frakturen nicht standardisiert (Ausnahme: bekannter Herzfehler, fieberhafte bakterielle Infektion).

Operationstechnik

Abbildungen 1 bis 4

Bei Luxationsstellung des Ellenbogens wird diese nach Möglichkeit zuerst geschlossen reponiert. Anschließend wird klinisch und radiologisch nach knöchernen Begleitverletzungen im Ellenbogengelenk gesucht.

Abbildung 1

Medialseitige Hautinzision, die am leicht gebeugten Ellenbogen etwa 3 cm proximal des Epicondylus ulnaris beginnt und einige Millimeter anterior des Sulcus ulnaris 0,5 cm über das Ellenbogengelenk nach distal zieht.

Anschließend Eröffnung der Faszie parallel zur Hautinzision und Spaltung des bindegewebigen Dachs des Sulcus ulnaris zur Darstellung des Nervus ulnaris. Identifikation und spannungsfreies Anschlingen des Nervus ulnaris ohne Verlagerung aus dem Sulcus.

Figure 1

Medial skin incision which starts about 3 cm proximally of the medial epicondyle with the elbow in slight flexion and runs a few millimeters anterior to the sulcus medialis to a point 0.5 cm distal to the elbow joint.

Subsequent opening of the fascia parallel to the skin incision and division of the connective tissue roof of the medial sulcus for exposure of the ulnar nerve. Identification and tension-free retraction of the ulnar nerve without displacement from the sulcus.

Surgical Instruments and Implants

- Basic instrumentation.
- Drill.
- Kirschner wire dispenser (short Kirschner wires) 160 mm (1.0 mm; 1.2 mm; 1.4 mm; 1.6 mm; 2.0 mm).
- Cannulated cancellous bone screws 3.0–4.0 mm.

Anesthesia and Positioning

- General anesthesia is preferred (plexus anesthesia possible in older children).
- Supine.
- Arm placed on arm table.
- Sterile covering which enables arm to be moved.
- Tourniquet on upper arm to be used, if necessary.
- Antibiotic prophylaxis not standardized for closed fractures (with the exception of known cardiac defects or febrile bacterial infection).

Surgical Technique

Figures 1 to 4

If the elbow is dislocated, then reduction of this injury is performed first, if possible, in closed technique. Clinical and radiologic examination can then be carried out to identify any concomitant osseous injuries at the elbow joint.

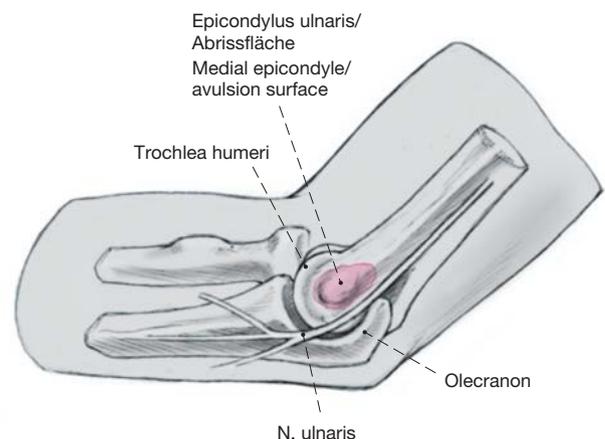


Abbildung 2

Ausspülen des Frakturhämatoms und Inspektion der Bruchflächen. Das Apophysenfragment des Epicondylus ulnaris ist in das Humeroulnargelenk interponiert. Der Nervus ulnaris ist dargestellt und mit einem Gummibändchen angeschlungen. Das im Gelenkspalt eingeklemmte Apophysenfragment des Epicondylus ulnaris wird vorsichtig aus dem Gelenkspalt mobilisiert.

Figure 2

Evacuation of the fracture hematoma and inspection of the fracture fragments and their surface. The apophyseal fragment of the medial epicondyle is interposed into the humeromedial joint. The ulnar nerve is exposed and retracted with a rubber band. The apophyseal fragment wedged in the joint space is carefully mobilized.

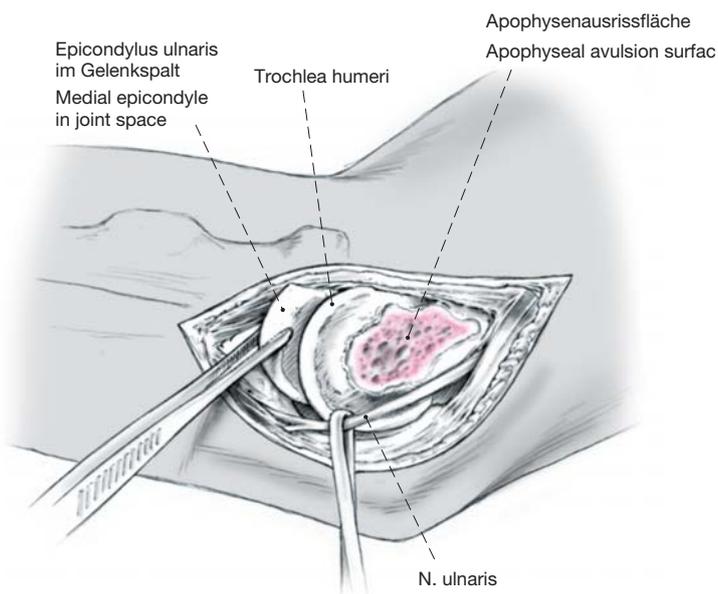


Abbildung 3

Nach Darstellung und sparsamem Débridement der Frakturflächen wird das Fragment exakt reponiert. Manuelle Reposition des Apophysenfragments bei 45–60° gebeugtem Ellenbogengelenk und gleichzeitiger Pronation des Unterarms und Flexion im Handgelenk. Das Fragment wird manuell retiniert und mit dem ersten Kirschner-Draht (Durchmesser altersabhängig 1,4–2,0 mm) fixiert. Zur Rotationssicherung des Fragments Einbringen eines zweiten Kirschner-Drahts. Umbiegen und Kürzen der Kirschner-Drähte (unter Hautniveau). Setzen einer resorbierbaren Adaptationsnaht des Periosts am Oberrand des Fragments.

Es muss darauf geachtet werden, dass keine Fragmente oder hervorragenden Knochensporne im Sulcus nervi ulnaris belassen werden.

Figure 3

After exposure and careful debridement of the fracture surfaces the fragment is anatomically reduced. Manual reduction of the apophyseal fragment with 45–60° flexion in the elbow joint with concomitant pronation of the forearm and flexion in the wrist. The fragment is manually retained and then fixed in place with the first Kirschner wire (diameter varies with age from 1.4 to 2.0 mm). To secure the fragment against rotation, another Kirschner wire is introduced. Bending and shortening of Kirschner wires so they remain subcutaneous. Absorbable suture of the periosteum at the cranial edge of the fragment. It is of great importance to ensure that no fragments or sharp-edged bone spurs are left in the sulcus of the ulnar nerve.

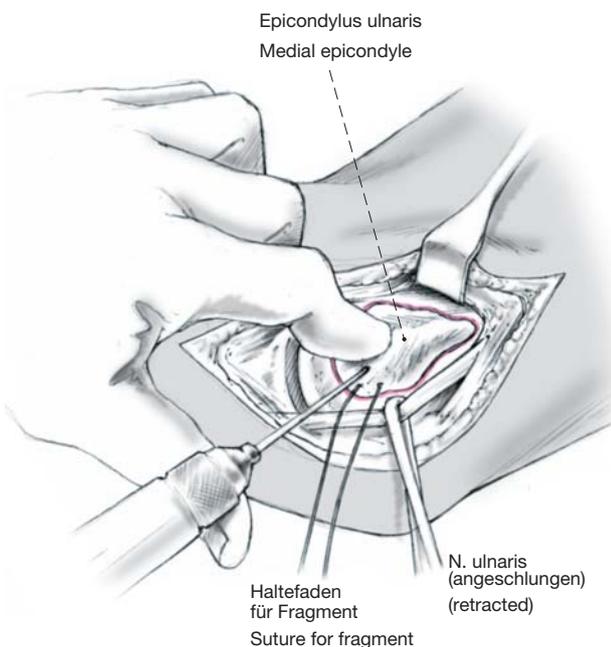
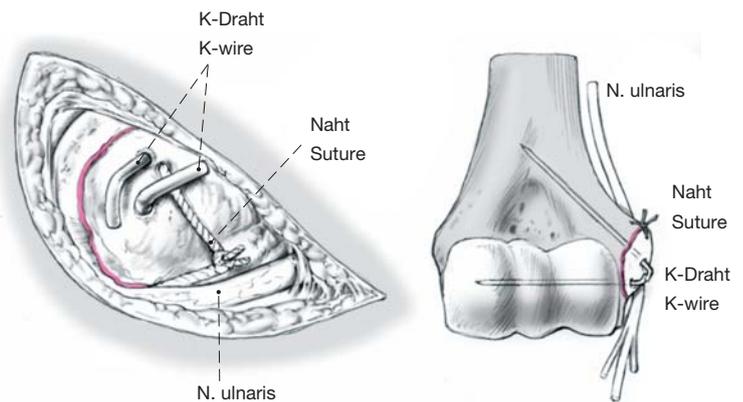


Abbildung 4

Das Apophysenfragment des Epicondylus ulnaris ist mit Kirschner-Drähten refixiert und am Fragmentober- rand mit einer resorbierbaren Naht gesichert. Der Nervus ulnaris wird im Sulcus nervi ulnaris bei geöffnetem Sulcusdach belassen und nicht nach ventral verlagert. Wundverschluss mit einzelnen resorbierbaren Subkutannähten und intrakutane fortlaufende Hautnaht mit resorbierbarem Nahtmaterial. Oberarmgipslonguette in mittlerer Beugstellung des Ellenbogengelenks (90°) und neutraler Rotationsstellung.

Figure 4

The apophyseal fragment of the medial epicondyle is fixed in place by Kirschner wires and the cranial edge of the fragment secured by suture with resorbable thread. The ulnar nerve is left in its sulcus and not displaced ventrally. Following subcutaneous resorbable interrupted sutures, intracutaneous continuous skin sutures with resorbable thread. Upper-arm plaster slab with 90° flexion of the elbow joint and neutral rotational position.



Besonderheiten

Wahl des Implantats

- Während wir bei kleineren Fragmenten und jüngeren Kindern die Fixation des Fragments mit zwei Kirschner-Drähten bevorzugen, stabilisieren wir das Apophysenabrisssfragment des Epicondylus ulnaris bei älteren Kindern mit einer (kanülierten) Spongiosaschraube (Schraubendurchmesser 3,0–4,0 mm).
- Ist das Fragment zu klein, um verlässlich mit einem Implantat fixiert zu werden, oder liegen mehrere sehr kleine Fragmente vor, werden der Ursprung der Unterarm- und Handgelenkbeugemuskulatur und das ulnare Kollateralband zusammen mit dem größten Fragment an der Abrissfläche des Condylus ulnaris mit einer resorbierbaren transossären Naht oder einem Knochenanker refixiert. Am Hauptfragment setzen dabei immer Band- und Muskelansätze, bei jungen Kindern mitunter auch die Gelenkkapsel an.

Condylus-ulnaris-Fraktur

- Ein großes metaphysäres Knochenfragment des Epicondylus ulnaris ist als Hinweis auf das Vorliegen einer Fraktur des Condylus ulnaris mit Gelenkbeteiligung der Trochlea humeri zu werten [12]. Gegebenenfalls müssen Schnittbildverfahren (MRT oder CT [Computertomographie]) zur Differentialdiagnose eingesetzt werden.

Special Considerations

Choice of Implant Material

- While we prefer fixation with two Kirschner wires for smaller fragments and in younger children, we use cannulated cancellous bone screws (diameter 3.0–4.0 mm) to stabilize apophyseal avulsions of the medial epicondyle in older children.
- If the fragment in question is too small to be reliably fixed in place by an implant or if there are several small fragments, the forearm and wrist flexors and the medial collateral ligament together with the largest fragment are fixed to the avulsion surface of the medial condyle with resorbable thread or with a bone anchor. The main fragment is always the attachment for the ligament and muscles, in young children the joint capsule may also be attached.

Medial Condylar Fracture

- The presence of a large metaphyseal bone fragment of the medial epicondyle should be seen as a sign of likely medial condyle fracture with involvement of the humeral trochlea [12]. MRI or CT (computed tomography) scans should be performed for differential diagnosis. If there is displacement of > 2 mm, the joint surface of the humeral trochlea must be reconstructed without step and retained securely.

- bei einer Dislokation von > 2 mm muss die Gelenkfläche der Trochlea humeri stufenfrei wiederhergestellt und sicher retiniert werden.

Postoperative Behandlung

- Oberarmgipslonguette in 90° Beugstellung im Ellenbogengelenk und mittlerer Rotation des Unterarms für 1 Woche. Mobilisation des Kindes ab dem Operationstag. Der Arm wird dabei mit einer Mitella unterstützt. Verbandswechsel am 1. postoperativen Tag. Entlassung aus der stationären Behandlung bei komplikationslosem Verlauf ab dem 1. postoperativen Tag möglich. Auch eine tagesklinische Versorgung dieser Verletzung ist möglich. Bei Schulkindern ist der Schulbesuch ab dem 3. Tag nach der Entlassung gestattet. Nächster Verbandswechsel bei problemlosem Verlauf am 7. postoperativen Tag. Dann für weitere 2 Wochen geschlossener Oberarmgipsverband.
- Nach Entfernung des Gipsverbands spontane Mobilisation des Ellenbogengelenks durch das Kind selbst abwarten. Eine Physio- oder Ergotherapie wird zu diesem Zeitpunkt nicht routinemäßig eingeleitet. Die Sportfähigkeit ist, eine schmerzfreie und ausreichende Beweglichkeit des Ellenbogengelenks (ca. 0°/30°/120°) vorausgesetzt, etwa 6 Wochen nach der Operation gegeben.
- Entfernung der Kirschner-Drähte nach Röntgenkontrolle zur Sicherung der knöchernen Konsolidierung 4–6 Wochen postoperativ. Schraubenentfernung nach 8–12 Wochen. Vor der Materialentfernung wird intraoperativ der passive Bewegungsumfang im Ellenbogengelenk vorsichtig geprüft und im Operationsbericht dokumentiert. Nach der Materialentfernung wird das röntgenologische Ergebnis bei Bedarf dokumentiert.
- Eine Kontrolle des klinischen Befunds findet 9 Wochen nach der Operation zur Überprüfung des Bewegungsumfanges statt. Bei einer Bewegungseinschränkung für die Beugung oder Streckung im Ellenbogengelenk > 25° wird der Befund röntgenologisch kontrolliert, um eine Dislokation des Fragments auszuschließen. Anschließend wird eine kindgerechte aktive und passive Übungsbehandlung eingeleitet.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Irritationen des Nervus ulnaris durch Einklemmung des Nervs im Frakturspalt, Nervenüberdehnung im Rahmen einer Ellenbogenluxation, Hakenzug, Implantatfehllage, belassene Knochenvorsprünge im Sulcus nervi ulnaris oder disloziert fixierte Fragmente: Keine langstreckige Präparation oder Mobi-

Postoperative Management

- Long upper-arm plaster cast with 90° flexion of the elbow joint and neutral rotation of the forearm for 1 week. Child may be mobilized on the day of the operation. The arm should be placed in a triangular bandage for support. Change of dressings on the 1st postoperative day. Discharge from hospital possible on 1st postoperative day in the absence of complications. Procedure may be performed in a day-care clinic. For school children a return to school is possible on the 3rd day after discharge. Second change of wound dressings on the 7th postoperative day. Subsequently, upper-arm plaster cast for 2 weeks.
- After removal of cast, spontaneous mobilization of the elbow by the child should be awaited. Physio- or ergotherapy is not usually prescribed at this time. Sports may be performed after 6 weeks, provided there is sufficient, painless range of motion at the elbow (0°/30°/120°).
- Removal of Kirschner wires after about 4–6 weeks, if follow-up radiographs confirm osseous consolidation. Removal of screws after 8–12 week. Before implant removal, the passive range of motion is carefully examined and documented. After implant removal, added radiographs may be taken to document the radiologic outcome.
- A clinical follow-up including an assessment of the range of motion of the elbow is conducted 9 weeks after surgery. If the limitation on the range of motion exceeds 25° in flexion or extension, a further radiograph is taken to rule out dislocation of the fragment. Age-appropriate active and passive physical therapy should follow.

Errors, Hazards, Complications

- Irritations of the ulnar nerve through pinching of the nerve in the fracture gap, distraction of the nerve in the course of elbow dislocation or by retraction, malposition of implant, residual bone protrusions in the sulcus of the ulnar nerve or dislocation of previously fixed fragments: no extended visualization of the ulnar nerve or mobilization of the nerve so as not to interfere with circulation and to prevent excessive scar tissue or lack of connective tissue to hold the nerve in the sulcus. No clamp should be attached to the rubber band used to retract the nerve to prevent accidental distraction. In the overwhelming majority of cases the lesions are only partial, reducing sensitivity in the small and ring finger, and with good prognosis for full recovery. If motor function of the hand is af-

lisation des Nervus ulnaris, um die Blutversorgung nicht zu stören und einer Narbenbildung sowie einer mangelnden bindegewebigen Fixierung des Nervs im Sulcus ulnaris vorzubeugen. Auf das Anbringen einer Klemme am Gummibändchen (zur Markierung des Nervus ulnaris) sollte verzichtet werden, um intraoperativ keinen unwillkürlichen Zug am Nerv auszuüben. In der überwiegenden Zahl der Fälle handelt es sich um sensibel betonte Teilläsionen des Nervus ulnaris mit guter Prognose, wobei den Kindern besonders die herabgesetzte Sensibilität im Kleinfinger- und Ringfingerbereich auffällt. Bei Bewegungseinschränkungen im Handbereich (Krallenhandbildung, Fingerabspreizhemmung) kindgerechte Übungsbehandlung sowie Schutz der Hand vor starker Wärme und Kälte. Teilläsionen bilden sich fast immer innerhalb von 3–6 Monaten spontan weitgehend zurück. Bei kompletter oder zunehmender Läsion des Nervus ulnaris (selten) umgehende Exploration des Nervs.

- Intraoperative Fraktur des knöchernen Fragments durch zu dicke Kirschner-Drähte oder mehrfaches Bohren: Fixieren jedes Fragments mit 1,0-mm-Kirschner-Drähten und zusätzliche Adaptation mit resorbierbaren Nähten. Kleinere abgesprengte Fragmente können bei gleichzeitiger Refixation der größeren Fragmente entfernt werden. Kommt es beim Einsatz einer Schraubenosteosynthese zu einer Fraktur des Apophysenfragments, Fixation der einzelnen Fragmente, wie oben beschrieben, mit 1,0-mm-Kirschner-Drähten oder unter Verwendung einer Schraube mit einer „gezähnelten“ Unterlegscheibe (z.B. Kunststoff-Unterlegscheibe für 3,5-mm-Schrauben, Fa. Mathys, Salzburg, Österreich).
- Valgisches Fehlwachstum des distalen Humerus durch die Reparations- und Vernarbungsvorgänge im Bereich des Epicondylus ulnaris (Abbildung 5). Eine valgische Achsenfehlstellung kann durch einen besonders prominent imponierenden Epicondylus ulnaris vorgetäuscht werden: Röntgenaufnahme des Ellenbogengelenks zum Ausschluss einer Störung der knöchernen Heilung (sehr selten). Eine operative Umstellung des distalen Humerusendes aus ästhetischen Gründen (störender Valgus $> 30\text{--}35^\circ$) ist im Rahmen dieser Verletzung praktisch nie erforderlich.
- Bewegungseinschränkung im Ellenbogengelenk durch Refixation des Epicondylus-ulnaris-Abrissfragments in starker Dislokation oder Vernarbungen der Gelenkkapsel und Bandstrukturen bei gleichzeitiger Ellenbogenluxation: CT des Ellenbogengelenks, bei Bewegungseinschränkung ohne wesentliche knöchern-

fectet (clawhand, weakness of finger spreading), age-appropriate physical therapy should be conducted and the hand protected from excessive heat or cold. Almost all partial lesions show full recovery within 3–6 months. If a complete lesion is present or symptoms of a partial lesion worsen (rare), immediate exploration of the nerve.

- Intraoperative fracture of the osseous fragment caused by the use of excessively thick Kirschner wires or multiple drilling: fixation of each fragment with 1.0-mm Kirschner wire and additional adaptation with resorbable thread. Smaller avulsion fragments can be removed, if larger fragments are refixed. If the use of screw fixation leads to a fracture of the apophyseal fragment, fixation of the fragments as described above with Kirschner wires (1.0 mm) or by use of a screw with a spiked washer (e.g., plastic washers for 3.5-mm screws, Mathys Co. Ltd, Salzburg, Austria) should be performed.
- Valgus malalignment of the distal humerus due to the repair and scarring processes in the region of the medial epicondyle (Figure 5). An apparent valgus malalignment may be seen due to a particularly prominent medial epicondyle. Radiographs should be taken to rule out dysfunction of osseous healing (very rare). Surgical intervention and osteotomy to relieve cosmetic concerns (valgus $> 30\text{--}35^\circ$) is only very rarely needed in the postoperative treatment of this fracture.
- Limitation of the range of motion of the elbow joint through refixation of the medial epicondyle in cases of severe dislocation or through scarring of the joint capsule and ligamentary structures with concomitant elbow dislocation: CT survey of the elbow joint; if there is limitation of the range of motion without osseous changes, an MRI is necessary. Careful, pain-free age-adapted physical exercises and patience in awaiting self-mobilization by the child. A forced, passive mobilization under conditions of general anesthesia should be avoided, since this may lead to a worsening of the range of motion and to the formation of heterotopic ossification. Physical therapy especially for older children. Arthrolysis is only very rarely needed [7].
- Medial and/or radial instability of the elbow joint after reduction of a dislocation and refixation of the medial epicondyle: refixation through sutures of the collateral ligaments especially in older children. In younger children and only mildly dislocated avulsion injuries of the medial epicondyle, upper-arm plaster cast for 3 weeks.

ne Veränderung MRT. Vorsichtige, schmerzfreie Übungsbehandlung und geduldiges Abwarten der Selbstmobilisation durch das Kind. Ein „forciertes Durchbewegen in Narkose“ sollte hingegen auch im Kindesalter unterbleiben, da dies zu einer Verschlechterung der Bewegungseinschränkung und zur Ausbildung heterotoper Ossifikationen beitragen kann. Physiotherapeutische Übungsbehandlung vor allem bei älteren Kindern. Eine Arthrolyse kann in sehr seltenen Fällen erforderlich werden [7].

- Ulnare und/oder radiale Instabilität im Ellenbogengelenk nach Reposition einer Luxation des Ellenbogengelenks und Refixation des Epicondylus ulnaris: Besonders bei älteren Kindern Refixation des Seitenbandapparats mit transossären Nähten. Bei jüngeren Kindern und gering dislozierter Apophysenabrisssverletzung des Epicondylus ulnaris Ruhigstellung im Oberarmgipsverband für 3 Wochen.
- Pseudarthrose: Die Behandlungsbedürftigkeit der Pseudarthrose hängt im Wesentlichen von den Beschwerden und der Funktionseinschränkung im Ellenbogengelenk (Streck- oder Beugedefizit $> 25^\circ$) ab. Liegen keine oder nur geringe Beschwerden vor, sollte von einer operativen Revision Abstand genommen werden. Vor einer eventuellen operativen Revision sollten konservative Maßnahmen wie z.B. gepulster Ultraschall, Stoßwellenbehandlung oder eine pulsierende Magnetfeldtherapie zum Einsatz kommen. Operativ können größere Fragmente nach Anfrischung refixiert werden. Die Ergebnisse der operativen Behandlung von Pseudarthrosen der Epicondylus-ulnaris-Apophyse sind insgesamt als prognostisch unsicher anzusehen [12].
- Infektion: Gezielte systemische Antibiotikagabe und Ruhigstellung. Nur in schweren Fällen sind zusätzlich ein Wunddebridement mit Entfernung des Nahtmaterials und der Implantate sowie eine ausgiebige Gelenkspülung erforderlich. Gegebenenfalls Einlegen einer Gentamicin-Palacos-Minikette (Septopal[®]-Minikette, Biomet Merck GmbH, Berlin) für 5–7 Tage. Zur Entfernung des Antibiotikaträgers ist jedoch ein Zweiteingriff in Analgosedierung erforderlich. Etwa 18 Tage nach der operativen Stabilisierung von Apophysenabrisssverletzungen kann das Osteosynthesematerial in der Regel entfernt werden, ohne dass es zu einem Retentionsverlust im Frakturbereich kommt.

Ergebnisse

Zwischen dem 01.01.1994 und 31.12.2003 wurden insgesamt 51 Kinder und Jugendliche mit traumatischer



Abbildung 5

Geringe Valgisierung bei Zustand nach Ellenbogenluxation und operativ versorgter Apophysenabrisssverletzung des Epicondylus ulnaris rechts (3 Jahre nach Unfall).

Figure 5

Minor valgus deformity 3 years after elbow dislocation and surgically treated apophyseal avulsion injury of the medial epicondyle.

- Pseudarthrosis: the necessity for treatment of pseudarthrosis hinges on the degree of discomfort and limitation of motion in the elbow joint (flexion or extension deficit of $> 25^\circ$). If levels of discomfort are low, no surgical revision should be undertaken. Before surgical revision, measures such as pulsed ultrasound treatment, shock wave therapy, or pulsed magnetic field therapy should be used. Surgically, larger fragments can be reattached after reconditioning. The results of surgical treatment of pseudarthrosis of the medial epicondylar apophysis are prognostically unsure [12].
- Infection: adapted systemic antibiotics and immobilization. Only in severe cases is added wound debridement with removal of suture material and implants and joint lavage necessary. Introduction of gentamicin-Palacos chains (Septopal[®] Minichain, Biomet Merck GmbH, Berlin, Germany) for 5–7 days. The removal of the antibiotic carriers does, however, necessitate a second surgical procedure with analgosedation. About 18 days after surgical stabilization of the apophyseal avulsion injuries the osteosynthetic material can be removed without losing retention of the fracture.

Results

From January 1, 1994 to December 31, 2003, 51 children and adolescents with traumatic first-time disloca-

Erstluxation des Ellenbogens stationär behandelt. Bei 25 dieser Kinder (49%) mit einem Durchschnittsalter von 12 Jahren (7–15 Jahre) kam es zu einer Apophysenabrisssfraktur des Epicondylus ulnaris (Grad IV nach Rang [10]), die mit offener Reposition und Kirschner-Draht-Fixation behandelt wurde. Bei drei Kindern lag zusätzlich eine knöcherne Begleitverletzung (bei zwei Kindern knöcherne, radialseitige, schalenförmige Kapsel-Kollateralbandausrisse vom distalen Humerus und beim dritten Kind eine Olekranonfraktur) und bei vier Kindern eine Läsion des Nervus ulnaris vor (Tabelle 1). Intraoperativ wurde im Rahmen der Inspektion des Nervus ulnaris dessen Läsion zweimal als blutige Imbibition und zweimal als Quetschung des Nervs im Frakturbereich ohne Kontinuitätsunterbrechung beschrieben. Im betroffenen Nervenabschnitt wurde das Epineurium vorsichtig längs gespalten, der Nerv jedoch nicht aus dem Sulcus verlagert. Diese Läsionen wurden mit Ergotherapie und anfänglicher Gabe eines Vitamin-B-Präparats nachbehandelt.

Die mittlere Operationsdauer lag bei 67 min (28–95 min). Die mittlere stationäre Aufenthaltsdauer betrug 4 Tage (1–9 Tage). Ein längerer Aufenthalt war bei vorliegenden Begleitverletzungen erforderlich. Intraoperative oder unmittelbar postoperative Komplikationen, insbesondere Nachblutungen, Infektionen oder Nervenläsionen, traten nicht auf.

Alle 25 Patienten wurden postoperativ bis zur knöchernen Frakturkonsolidierung klinisch und röntgenologisch kontrolliert. Die Implantate wurden im Mittel 5 Wochen (3–8 Wochen) postoperativ entfernt. Bei 14 Patienten (56%) war anschließend die Einleitung einer Physiotherapie wegen einer Bewegungseinschränkung im Ellenbogengelenk erforderlich. Behandlungsabschluss durchschnittlich 3 Monate (1–8 Monate) nach dem Unfall. Bei allen vier Patienten mit inkompletten Läsionen des Nervus ulnaris kam es in-

tions of the elbow were treated as inpatients. 25 of these children (49%) with an average age of 12 years (7–15 years) suffered from an apophyseal avulsion fracture of the medial condyle (grade IV according to Rang [10]), which were treated with open reduction and Kirschner wire fixation. In three children a concomitant osseous injury was present (two children had osseous radial collateral ligament avulsions of the distal humerus, while the third had a fracture of the olecranon). Four children presented with lesions of the ulnar nerve (Table 1). Intraoperatively, the inspection of the ulnar nerve in these cases showed blood imbibition in two cases and contusions of the nerve without discontinuity of the nerve in the other two cases. In the affected segments of the nerve the epineurium was carefully split longitudinally without displacing the nerve from its sulcus. These lesions were treated postoperatively with physical therapy and administration of a vitamin B preparation.

The median length of surgery was 67 min (28–95 min). The median length of stay at the hospital was 4 days (1–9 days). A longer stay was necessary because of concomitant injuries. No intraoperative or immediately postoperative complications such as bleeding, infections, or nerve lesions occurred.

All 25 patients were followed until osseous consolidation of their fractures was confirmed by radiographic and clinical survey. The implants were removed after a median of 5 weeks (3–8 weeks). 14 patients (56%) needed physiotherapy to address limitations in the range of motion of the elbow joint. Treatment was concluded on average 3 months (1–8 months) after the accident. In all patients with incomplete lesions of the ulnar nerve full recovery was confirmed within 6 months.

In 2003, we were able to follow up 14 of the patients (56%) on average 3 years (1–8 years) after their accident and to perform clinical and radiologic examina-

Tabelle 1

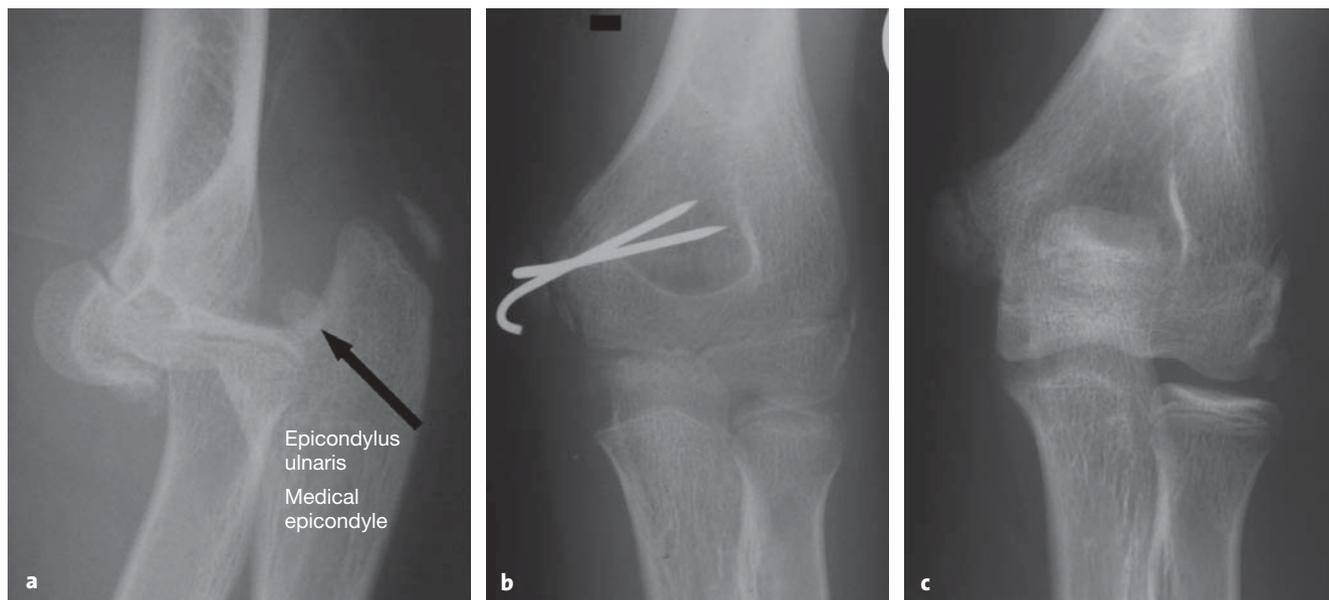
Daten von 25 Kindern mit traumatischer Erstluxation des Ellenbogens und Apophysenabrisssverletzung des Epicondylus ulnaris.

		Kinder n (%)
Geschlecht	Männlich	15 (60)
	Weiblich	10 (40)
Seite	Rechts	8 (32)
	Links	17 (68)
Unfallhergang	Sport	21 (84)
	Andere	4 (16)
Primäre Teilläsion des Nervus ulnaris		4 (16)
Knöcherne Begleitverletzung		3 (12)

Table 1

Demographics of 25 children with traumatic first-time elbow dislocation and apophyseal avulsion injury of the medial epicondyle.

		Children n (%)
Sex	Male	15 (60)
	Female	10 (40)
Injured side	Right	8 (32)
	Left	17 (68)
Cause of injury	Sports	21 (84)
	Other	4 (16)
Initial partial lesion of ulnar nerve		4 (16)
Osseous concomitant injury		3 (12)



Abbildungen 6a bis 6c

Ellenbogenluxation und Apophysenabrisssverletzung des Epicondylus ulnaris bei einem 13-jährigen Knaben. Behandlung mit offener Reposition und Kirschner-Draht-Fixation.

a) Posterolaterale Ellenbogenluxation. Eine zarte metaphysäre Knochenschuppe ist an der metaphysären Seite der Apophysenfuge erkennbar (Pfeil).

b) Röntgenbild des Ellenbogens nach offener Reposition und Kirschner-Draht-Fixation.

c) Röntgenbild 3 Jahre nach dem Trauma.

Figures 6a to 6c

Elbow dislocation and apophyseal avulsion injury of the medial epicondyle in a 13-year-old boy. Treatment by open reduction and Kirschner wire fixation.

a) Posterolateral elbow dislocation. A thin metaphyseal osseous fragment can be seen on the metaphyseal side of the apophyseal gap (arrow).

b) Radiograph of the elbow after open reduction and wire fixation.

c) Radiograph 3 years after trauma.

nerhalb von 6 Monaten zu einer vollkommenen Normalisierung der Nervenfunktion.

Im Jahre 2003 konnten wir 14 dieser Patienten (56%) durchschnittlich 3 Jahre (1–8 Jahre) nach dem Unfall klinisch und radiologisch nachuntersuchen (Abbildungen 6a bis 6c). Die übrigen Familien waren nicht erreichbar (n = 4) oder lehnten eine Nachuntersuchung wegen Beschwerdefreiheit des Kindes ab (n = 7).

Erhoben wurden anamnestische Daten zu späteren Verletzungen des Ellenbogens (Luxation/Fraktur), Beschwerden, Wetterfühligkeit, Kraftminderung des betroffenen Unterarms und der Hand sowie Bewegungseinschränkungen des verletzten Ellenbogens im Vergleich zur unverletzten Seite. Klinisch wurden die Beweglichkeit und Stabilität des Ellenbogengelenks sowie die Kraftentwicklung im Seitenvergleich geprüft. Bei Vorliegen subjektiver Beschwerden oder auffälliger klinischer Befunde wurden Röntgenaufnahmen der Ellenbogengelenke angefertigt (vier Patienten), bei den übrigen zehn Patienten wurde eine Fotodokumentation durchgeführt.

(Figures 6a to 6c). The families of the other patients could not be reached (n = 4) or declined participation in the follow-up because their child was free of complaints (n = 7).

Data concerning later injury to the elbow (dislocation/fracture), current complaints, sensitivity to weather change, loss of strength in the affected forearm as well as range of motion deficits as compared to the healthy contralateral extremity were recorded. Clinically, the range of motion, stability, and strength were tested in comparison to the healthy arm. If subjective complaints or significant clinical findings were present, radiographs were taken (four patients). Photos were taken of the elbows of the other ten patients.

The criteria of the follow-up included axial deviation of the elbow, limitations to the range of motion, loss of forearm strength, and subjective complaints. Results were rated as very good, good, or poor (Table 2) [9].

No repeated dislocation of the injured elbows was recorded. The average range of motion of the repaired elbow showed no significant difference to the unin-

Tabelle 2
Bewertungskriterien.

Sehr gut	Achsabweichung 0–5° Bewegungseinschränkung 0–9° Keine Funktionseinschränkung/Kraftminderung Beschwerdefrei
Gut	Achsabweichung 6–9° Bewegungseinschränkung 10–19° Geringe Funktionseinschränkung/Kraftminderung Beschwerdefrei/wetterfühlig
Schlecht	Achsabweichung > 10° Bewegungseinschränkung > 20° Deutliche Funktionseinschränkung/Kraftminderung Schmerzen

Die aufgestellten Bewertungskriterien der Nachuntersuchung umfassten die Achsabweichung des Ellenbogens, die Bewegungseinschränkung, die Kraftminderung und die geklagten Beschwerden. So konnte eine Einschätzung der klinischen Ergebnisse als sehr gut, gut und schlecht vorgenommen werden (Tabelle 2) [9].

Eine neuerliche Luxation des verletzten Ellenbogengelenks innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums wurde nicht angegeben. Der durchschnittliche Bewegungsumfang im ehemals verletzten Ellenbogengelenk unterschied sich nicht maßgeblich von der unverletzten Seite (Extension/Flexion: 5/0/143° gegenüber 6/0/145°; Pronation/Supination: 88/0/93° gegenüber 89/0/92°). Die Achse des Ellenbogengelenks war auf der verletzten Seite mit durchschnittlich 14° geringfügig stärker valgisch als auf der Gegenseite (11°; Abbildung 5). Zwei Patienten klagten im Rahmen der Nachuntersuchung über eine etwas raschere Ermüdbarkeit und über eine geringfügige Schwäche des verletzten Ellenbogens im Vergleich zur unverletzten Seite.

Drei Kinder wiesen 1 Jahr nach der Frakturversorgung ein Flexionsdefizit von 5° auf, bei einem Kind betrug es 10°. Zehn Kinder (78,6%) zeigten ein sehr gutes und vier Kinder (21,4%) ein gutes Ergebnis. Keines der Kinder wies ein schlechtes Ergebnis auf.

Literatur – References

1. Chrestian P, Jacquemier M, Pau C, et al. Die Entwicklung unseres therapeutischen Konzeptes bei der Behandlung von Epicondylus-ulnaris-Frakturen. *Z Kinderchir* 1985;40:213–6.
2. Farsetti P, Potenza V, Caterini R, et al. Long-term results of treatment of fractures of the medial humeral epicondyle in children. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:1299–305.
3. Fowles JV, Kassab MT, Moula T. Untreated intra-articular entrapment of the medial humeral epicondyle. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66:562–5.
4. Haraldsson S. On osteochondrosis deformans juvenilis capituli humeri including investigation of the intraosseous vasculature of the distal humerus. *Acta Orthop Scand* 1959;38:Suppl 1:1–232.
5. Hines RF, Herndon WA, Evans JP. Operative treatment of medial epicondyle fractures in children. *Clin Orthop* 1987;223:170–4.

Table 2
Outcome criteria.

Very good	Axial deviation 0–5° Range of motion deficit 0–9° No functional/strength loss No complaints
Good	Axial deviation 6–9° Range of motion deficit 10–19° Minimal functional/strength loss No complaints/sensitivity to weather change
Poor	Axial deviation > 10° Range of motion deficit > 20° Significant functional/strength loss Pain

jured side (extension/flexion: 5/0/143° as compared to 6/0/145°; pronation/supination 88/0/93° compared with 89/0/92°). There was a slight axial deviation of 14° valgus of the repaired elbow compared with the contralateral extremity (11°; Figure 5). Two patients complained about tiring more quickly as well as reduced strength on the injured side during the course of follow-up.

Three children showed a flexion deficit of 5° 1 year after treatment, and one child had a flexion deficit of 10°. Ten children (78.6%) showed very good results and a further four children (21.4%) good results. No children had poor results.

6. Josefsson PO, Danielsson LG. Epicondylar elbow fracture in children. *Acta Orthop Scand* 1986;57:313–5.
7. Laer L von. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter, 3. Aufl. Stuttgart: Thieme, 1996:136–9.
8. May DA, Disler DG, Jones EA, et al. Using sonography to diagnose an unossified medial epicondyle avulsion in a child. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1115–7.
9. Mayr J, Linhart WE, Zhang XH. Korrekturingriffe nach kindlichen Brüchen des distalen Humerusendes. *Zentralbl Kinderchir* 1993;2:162–70.
10. Rang M. Children's fractures. Philadelphia: Lippincott, 1974:105–9.
11. Smith FM. Medial epicondyle injuries. *JAMA* 1950;142:396–402.
12. Wilkins KE, Beaty JH, Chambers HG, et al. Fractures and dislocations of the elbow region. In: Rockwood CA Jr, Wilkins KE, Beaty JH, eds. *Fractures in children*, 5th edn. Philadelphia: Lippincott-Raven, 2001:653–904.
13. Wilson JN. The treatment of fractures of the medial epicondyle of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1960;42:778–81.
14. Woods GM, Tullos HG. Elbow instability and medial epicondylar fractures. *Am J Sports Med* 1977;5:23–30.

Korrespondenzanschrift – Address for Correspondence

Prof. Dr. Johannes M. Mayr
Abteilung für Kinderchirurgie
Universitäts-Kinderspital Beider Basel (UKBB)
Postfach
CH-4005 Basel
Telefon (+41/79) 825-0380, Fax (+41/61) 685-6002
E-Mail: johannes.mayr@ukbb.ch