

Orthopädie und Unfallchirurgie *up2date*

3 · 2018

Pädiatrische Orthopädie und Unfallchirurgie 6

Frakturen und Gelenkverletzungen an der oberen Extremität beim Kind Teil 1

*Maximilian Leiblein
Maika Voth
Ingo Marzi*

VNR: 2760512018154652606

DOI: 10.1055/s-0043-119857

Orthopädie und Unfallchirurgie *up2date* 2018; 13 (3): 275–296

ISSN 1611-7859

© 2018 Georg Thieme Verlag KG

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Morbus Scheuermann M. Arabmotlagh, A. Meurer,
M. Rauschmann Heft 2/2018

Knienelenk Teil I – Achsendeformitäten H. Tretow, B. Vogt
Heft 5/2017

Orthopädische Aspekte der Spina bifida M. Kirchmann,
R. Stücker Heft 4/2017

**Aktuelle orthopädische Diagnostik und Therapie bei Kindern
mit Zerebralparese** L. Döderlein Heft 4/2017

**Infantile Zerebralparese: Pathogenese und Behandlung
der gestörten Hüftentwicklung** K. Baumgart Heft 3/2017

Das schwer verletzte Kind B. Auner, H. Jakob, I. Marzi
Heft 4/2016

Sonografie der Säuglingshüfte T. Seidl Heft 3/2015

Differenzialdiagnose des kindlichen Hüftschmerzes F. Oczipka
Heft 3/2013

**Rheumatische Gelenkerkrankungen im Kindes- und Jugendalter
– Teil 2** A. Günther, R. Trauzeddel Heft 3/2013

**Rheumatische Gelenkerkrankungen im Kindes- und Jugendalter
– Teil 1** A. Günther, R. Trauzeddel Heft 2/2013

Hüftdysplasie K. Baumgart, H. Mellerowicz Heft 1/2013

Koxitis im Kindesalter M. Oberle, T. Boeker, W. Schlickewei
Heft 3/2012

**Kindesmisshandlung: Radiologische Diagnostik skelettaler
Verletzungsfolgen** M. Stenzel, H.-J. Mentzel Heft 3/2012

**Fußdeformitäten im Kindesalter – Wann behandeln? Wie
behandeln? – Teil 2** L. Döderlein, C. Multerer Heft 1/2012

**Fußdeformitäten im Kindesalter – Wann behandeln? Wie
behandeln? – Teil 1** L. Döderlein, C. Multerer Heft 1/2012

Achs- und Rotationsdeformitäten P. Schmid Heft 4/2011

Epiphyseolysis capitis femoris T. Wirth Heft 2/2011

Angeborene skelettale Fehlbildungen in der Kinderorthopädie
J. Matussek, G. Heers, R. Hofbauer, J. Grifka Heft 6/2010

**Systemerkrankungen des Skeletts und der Gelenke im
Wachstumsalter** L. Döderlein, C. Multerer Heft 2/2010

Die idiopathische Skoliose R. Stücker Heft 1/2010

Der kongenitale Klumpfuß B. Westhoff, K. Weimann-Stahl-
schmidt, R. Krauspe Heft 2/2008

Frakturen der oberen Extremität beim Kind A.-M. Weinberg,
E. Fischerauer, C. Castellani Heft 1/2008

Frakturen der oberen Extremität beim Kind A.-M. Weinberg,
F. Amerstorfer, E. Fischerauer Heft 1/2008

**Aktuelles Management bei Kindern mit zerebralen
Bewegungsstörungen** B. Doll Heft 6/2007

Kindertraumatologie – Untere Extremität M. Oberle,
W. Schlickewei, A. Dávid Heft 6/2007

Kindertraumatologie – Untere Extremität M. Oberle,
W. Schlickewei Heft 4/2007

Morbus Perthes S. Senst Heft 3/2007

Management des schwer verletzten Kindes H. Jakob, I. Marzi
Heft 2/2007

Morbus Scheuermann R. Kayser, U. Weber Heft 2/2007

Hüftdysplasie K. Baumgart, H. Mellerowicz Heft 6/2006

**Infantile Zerebralparese – Pathogenese und Behandlung
der gestörten Hüftentwicklung** B. Doll Heft 2/2006

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift:
online wie offline, am PC und mobil, alle bereits
erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos!
<https://eref.thieme.de/ou-u2d>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht
freigeschaltet? Ein Klick genügt:
www.thieme.de/eref-registrierung

Frakturen und Gelenkverletzungen an der oberen Extremität beim Kind. Teil 1

Schultergürtel, Oberarm, Ellenbogen

Maximilian Leiblein, Maika Voth, Ingo Marzi



Im 1. Teil des Beitrags werden die Therapien von Verletzungen des Schultergürtels, Oberarms und Ellenbogens behandelt. Der 2. Teil beschäftigt sich mit Verletzungen des Radiusköpfchens, des Olekranons, des Unterarms und der Hand [1]. Konservative und operative Therapiemöglichkeiten und deren Indikation werden beleuchtet. Des Weiteren werden Diagnostik und Nachbehandlung besprochen und entsprechende Fallbeispiele präsentiert.

ABKÜRZUNGEN

AC-Gelenk	Akromioklavikulargelenk (Schultereckgelenk)
BV	Bildwandler
ESIN	elastisch-stabile intramedulläre Marknagelung
K-Draht	Kirschner-Draht
PDS	Polydioxanon
SC-Gelenk	Sternoklavikulargelenk (Brustbein-Schlüsselbein-Gelenk, auch mediales Schlüsselbeingelenk)

Frakturen im Kindesalter unterscheiden sich durch das noch wachsende Skelett sowie durch die Frakturmorphologie grundlegend von Frakturen im Erwachsenenalter.

PRAXIS

Prinzipien

Durch die noch offenen Epiphyysenfugen besteht bei Kindern ein hohes Korrekturpotenzial, welches häufig eine konservative Therapie ermöglicht. Dies gilt insbesondere für die deutlich häufiger auftretenden Schaftfrakturen. Bei Gelenkfrakturen darf jedoch nicht von einer Spontankorrektur ausgegangen werden, Dislokationen dürfen hier nicht toleriert werden und bedürfen einer operativen Korrektur.

Aufgrund dieser Voraussetzungen unterscheiden sich auch die operativen Versorgungstechniken von denen der Erwachsenentraumatologie und müssen dem biologischen Skelettalter entsprechend angewendet werden.

Frakturen von Klavikula, AC-Gelenk, Sternum und Skapula

Unter den Frakturen des Schultergürtels finden sich am häufigsten Klavikulafrakturen. Verletzungen des Schultereckgelenks und des Schulterblatts (< 1% der Frakturen) sind im klinischen Alltag hingegen Raritäten. Skapulafrakturen erfordern in der Regel eine hohe Gewalteinwirkung und treten häufig als Kombinationsverletzungen auf (z. B. Korakoidabrissfrakturen mit lateralen Klavikulafrakturen und AC-Gelenkverletzungen, Skapulablattfrakturen mit Rippen- oder Wirbelfrakturen). Auch Sternumfrakturen weisen eine geringe Inzidenz auf und werden meist durch Gurtläsionen verursacht.

Merke

Bei Kleinkindern sollte im Schulterbereich aufgrund der hohen Inzidenz zunächst an eine Fraktur der Klavikula gedacht werden.

Klassifikation

Die am häufigsten angewendete Klassifikation für Klavikulafrakturen ist die nach Allmann. Die Allmann-Klassifikation unterteilt in

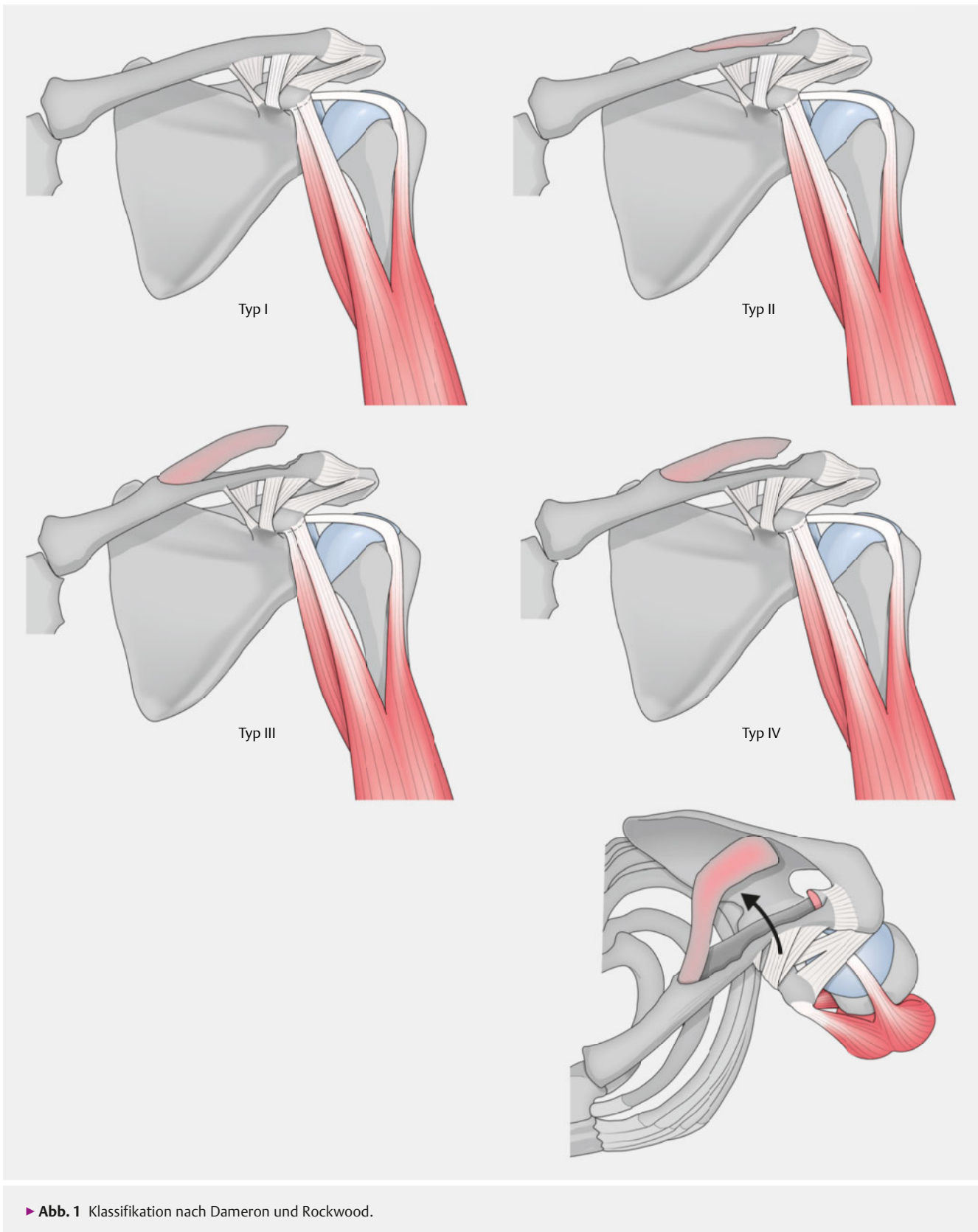
- Frakturen des mittleren Drittels (I),
- Frakturen des lateralen Drittels (II),
- Frakturen des medialen Drittels (III).

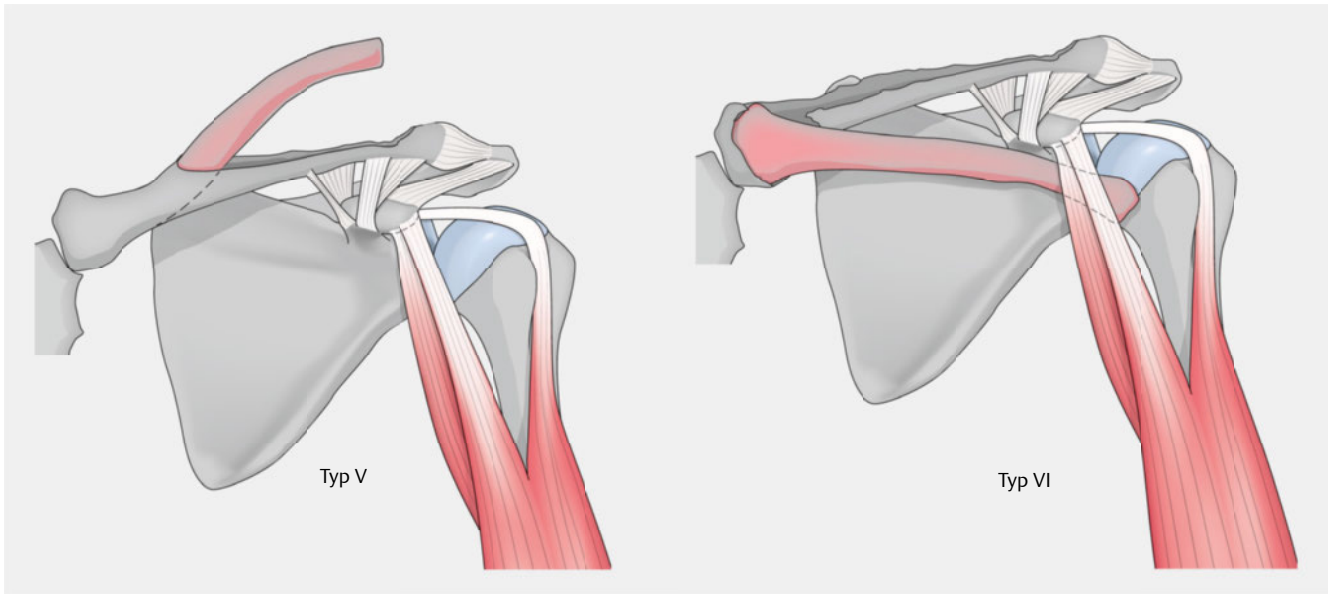
Des Weiteren unterscheidet man Klavikulafrakturen nach

- undisloziert (a),
- disloziert (b) und
- mehrfragmentär (c).

Merke

Frakturen im Bereich des mittleren Drittels sind am häufigsten und können als Stauchungs- oder Grünholzfrakturen auftreten.





► **Abb. 1** Fortsetzung

Frakturen im Bereich des lateralen Drittels werden nach Dameron und Rockwood unterteilt (► **Abb. 1**). Bei Läsionen der lateralen Klavikula bleiben die korako- und akromioklavikulären Bänder häufig unverletzt, während der Periostschlauch zerreißt und das proximale Ende der Klavikula austritt („Banana Peeling“). Je nach Ausdehnung der Spaltung des Periostschlauchs und Dislokation der Klavikula erfolgt die Einordnung in die Rookwood-Typen III–VI.

Die bei Kindern seltenen AC-Gelenksverletzungen werden nach der Rockwood-Klassifikation der Erwachsenen eingeteilt. Luxationen des SC-Gelenks werden nach der Luxationsrichtung beschrieben. Skapula- und Sternumfrakturen werden entsprechend ihrer Lokalisation unterteilt.

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Häufig kann bei Klavikulafrakturen bei kleinen Kindern keine eindeutige Schmerzangabe gemacht werden. Klinisch zeigt sich ein herabhängender Arm mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung. Bei älteren Kindern und dislozierten Frakturen können die Frakturhöhe und ggf. eine Stufe palpirt werden.

Sternum- und Skapulafrakturen verursachen in der Regel direkt über der Fraktur Schmerzen.

Bildgebende Verfahren

In der Regel ist bei Klavikulafrakturen eine Röntgenaufnahme im a.–p. Strahlengang ausreichend. Bei kleineren Kindern kann die Fraktur auch sonografisch dargestellt

werden. Bei lateralen Klavikulafrakturen wird eine axiale Schulteraufnahme zur Beurteilung der Dislokationsrichtung empfohlen. Bei medialen Frakturen sowie bei Verdacht auf SC-Gelenksverletzungen kann zusätzlich ein CT oder besser ein MRT mit Rekonstruktionen zur Beurteilung möglicher Fugenverletzungen erforderlich sein.

AC-Gelenksverletzungen zeigen sich bei Belastungsaufnahmen im Seitenvergleich.

Schulterblattfrakturen werden mittels konventionellen Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen diagnostiziert. Im Falle von polytraumatisierten Patienten können die Frakturen im CT auffallen. Nach etwa 4 Wochen sind die Frakturen meist fest verheilt.

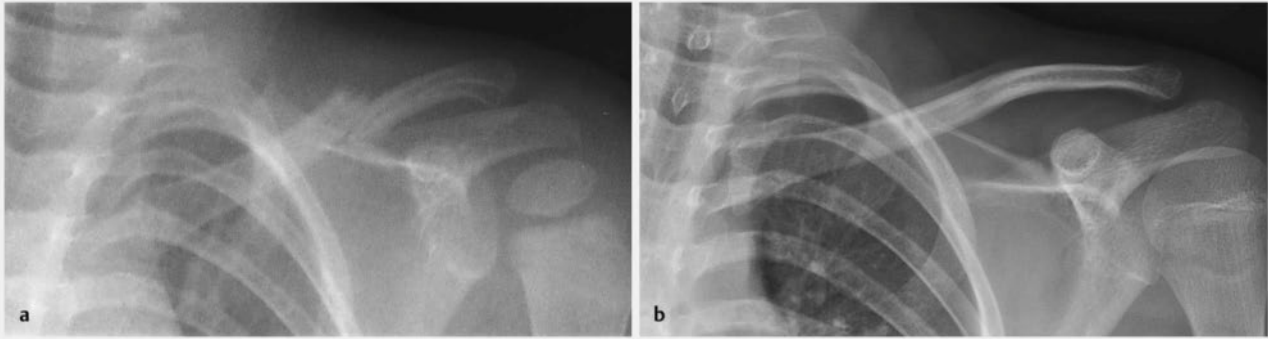
Frakturen des Brustbeins erfordern ebenfalls Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen. Aufgrund des häufig ursächlichen Hochrasanztraumas muss ggf. eine entsprechende Umfelddiagnostik der Lunge und des Herzens durchgeführt werden.

Merke

Bei SC-Gelenksverletzungen mit Luxation nach posterior sollten thorakale Begleitverletzungen ausgeschlossen werden.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

Als Sofortmaßnahme im Notfall erfolgt bei Verletzungen des Schultergürtels die Ruhigstellung im Gilchrist-Verband oder Dreieckstuch. Klavikula- und AC-Gelenksverletzungen können – auch als Teil der Schmerztherapie – im Rucksackverband ruhiggestellt werden.



► **Abb. 2** Klavikulafraktur Typ Allmann I bei einem 2-jährigen Patienten; konservative Therapie.
 a Posttraumatische Röntgenaufnahme.
 b Ausheilungsergebnis nach 10 Jahren.

Konservative Therapie

Klavikulafrakturen des mittleren und medialen Drittels (Allmann I und III) können bei Kindern in der Regel mittels Ruhigstellung im Gilchrist-Verband für 2 Wochen (beim Jugendlichen 3–4 Wochen) konservativ behandelt werden (► **Abb. 2**). Bei Schmerzfreiheit kann dann die Nachbehandlung funktionell weitergeführt werden. Bei lateralen Frakturen (Allmann II) können Typ-I-, -II- und -III-Verletzungen nach Dameron und Rockwood konservativ therapiert werden.

Bei AC-Gelenkverletzungen ist die konservative Therapie bei Typ I und II nach Rockwood möglich. SC-Gelenkverletzungen können in der Regel konservativ behandelt werden, sofern keine Instabilität mit deutlicher Dislokation vorliegt.

Skapulafrakturen werden in den meisten Fällen nicht operativ (Gilchrist-Verband für 2 Wochen) behandelt. In seltenen Einzelfällen („floating Shoulder“) kann eine operative Stabilisierung indiziert sein.

Operative Therapie

Indikation

Die operative Therapie ist angezeigt bei offenen Frakturen, neurovaskulären Begleitverletzungen, Durchspießungsgefahr, Verkürzung (> 2 cm) oder bei starken Schmerzen [2]. Typ-IV-, -V- und -VI-Verletzungen nach Dameron und Rockwood sowie AC-Gelenkverletzungen Typ III–VI nach Rockwood sollten stabilisiert werden. Zudem ist die Indikation abhängig von Alter und Geschlecht, da in der Adoleszenz (12.–18. Lebensjahr) das Remodeling-Potenzial bereits deutlich eingeschränkt ist. Bis zum 12. Lebensjahr kann das spontane Remodeling abgewartet werden. Bei Mädchen verursacht die Narbe, insbesondere nach Plattenosteosynthese, oft kosmetische Beeinträchtigungen.

OP-Prinzip

Es stehen die Plattenosteosynthese (Kleinfragment-Rekonstruktionsplatte 3,5 mm) und die intramedulläre Marknagelung (ESIN 2,0 mm) als Optionen zur Verfügung und müssen individuell abgewogen werden.

Der Patient wird in Beach-Chair-Position gelagert, wobei eine gute Durchleuchtungsmöglichkeit sichergestellt werden muss. Der Zugang liegt im Verlauf der Klavikula auf Höhe der Fraktur, alternativ ist ein Säbelhiebschnitt möglich.

— Cave

Bei Mehrfragmentfrakturen ist darauf zu achten, die freien Fragmente nicht zu denudieren.

Die Marknagelung kann von medial oder dorsolateral erfolgen, die Reposition wird perkutan oder ggf. offen durchgeführt. Wir empfehlen aus kosmetischen Gründen die dorsolaterale Eintrittsstelle für die elastische Marknagelung.

Bei lateralen Frakturen muss beim Kind nach Reposition der kräftige Periostschlauch verschlossen werden (Vicryl 3-0), beim Jugendlichen ist die Zuggurtungsosteosynthese mit Drahtcerclage (1,25 mm) oder PDS-Kordel als Achterschlinge indiziert. Alternativ besteht die Möglichkeit zur Fixierung um das Korakoid mit resorbierbarer Kordel.

Die Stabilisierung medialer Frakturen wird ebenfalls nach dem Zuggurtungsprinzip erreicht. Die Fixierung der Klavikula am Sternum kann mittels PDS-Naht (mit Kapselnaht) oder als Drahtnaht durchgeführt werden [3].

Cave

Obsolet ist die Transfixation mit K-Drähten aufgrund deren Wanderungstendenz nach intrathorakal und dem damit verbundenen Komplikationsrisiko.

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung der Klavikulafrakturen kann funktionell unter Vermeidung von Belastung bis zur Konsolidierung erfolgen. Bei AC-Gelenkverletzungen sind Überkopfbewegungen für 6 Wochen zu meiden.

Osteosyntheseplatten werden nach 3 Monaten entfernt, ESIN können ggf. früher entfernt werden. Bei Zuggurtungen durch das AC-Gelenk sollte die Metallentfernung nach 5–6 Wochen durchgeführt werden.

Radiologische Verlaufskontrollen werden nach 4 Wochen zur Konsolidierungskontrolle empfohlen.

Komplikationen

Im Kindesalter kommen Pseudarthrosen im Bereich der Klavikula kaum vor, können jedoch während der Adoleszenz vereinzelt auftreten und erfordern dann die operative Revision. Durch Bildung eines Kugelkallus kann es zu Irritationen des Plexus kommen. Des Weiteren werden Wundheilungsstörungen und Wundinfekte beobachtet.

Im Bereich des AC-Gelenks sollte über möglicherweise verbleibende Instabilität aufgeklärt werden. Im Bereich des SC-Gelenks bzw. bei medialen Klavikulafrakturen besteht die Gefahr der Drahtmigration nach thorakal mit konsekutiven Verletzungen thorakaler Strukturen.

Glenohumerale Luxationen

Aufgrund der anatomischen Voraussetzungen ist das Schultergelenk zwar das Gelenk mit dem größten Bewegungsumfang, es ist jedoch auch am anfälligsten für Luxationen oder Subluxationen. Obwohl es sich um ein Synovialgelenk vom Kugeltyp handelt, besitzt das glenohumerale Gelenk nicht die Stabilität, die diesem Gelenktyp zugeschrieben wird. Dies liegt an der mangelnden knöchernen Führung durch die Artikulation zwischen dem sphärischen Humeruskopf und dem flachen Glenoid. Die Stabilität wird vorwiegend über die Weichteile gesichert:

- glenohumerale Bänder,
- Gelenkkapsel,
- Rotatorenmanschette.

Die Inzidenz der glenohumeralen Luxation bei Kindern und Jugendlichen liegt bei 2%. Im Kindesalter ist die proximale Humeruswachstumsfuge durch die Stabilität der Bänder und Weichteile die mechanische Schwachstelle des Schultergelenkkomplexes. Aus diesem Grund finden sich als häufigste Läsion in diesem Alter Salter-Harris-II-Verletzungen des proximalen Humerus.

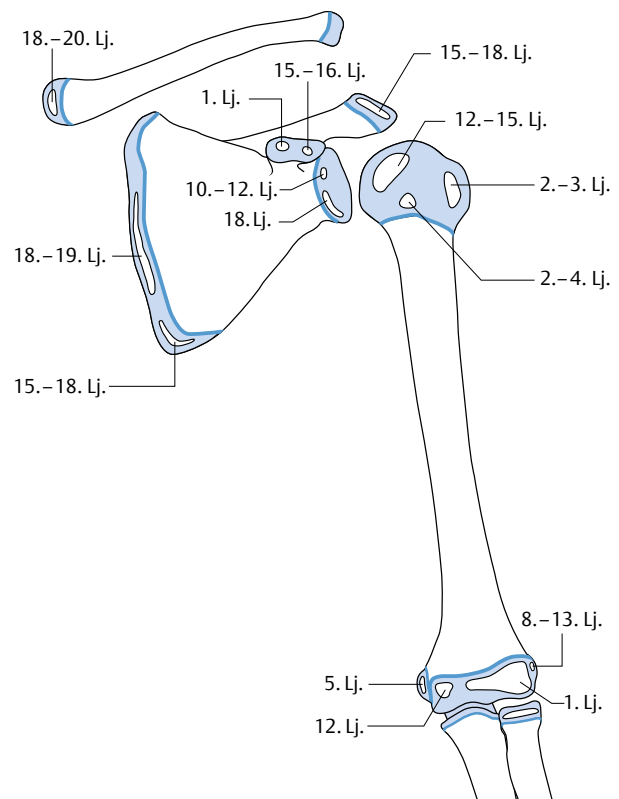
HINTERGRUNDWISSEN

Ossifikationskerne, Fugenschluss

Im Bereich des Korakoids bildet sich ein 1. Knochenkern im 1. Lebensjahr, ein 2. zwischen dem 15. und 16. Lebensjahr.

Das Ossifikationszentrum des Akromions tritt zwischen dem 15. und 18. Lebensjahr auf, das der medialen Klavikula zwischen dem 18. und 20. Lebensjahr. Der Fugenschluss findet zwischen dem 15. und 18. Lebensjahr statt. In einzelnen Fällen kann die Fuge im Bereich der medialen Klavikula bis zum Alter von 25 Jahren offen bleiben.

Am proximalen Humerus schließt sich die Wachstumsfuge zwischen 14. und 18. Lebensjahr (► Abb. 3) [4].



► Abb. 3 Ossifikationskerne an Schulter und Oberarm.

Merke

Während der Adoleszenz verknöchert die Wachstumsfuge, und die Inzidenz von Kapsel-, Rotatorenverletzungen, Subluxationen und Luxationen steigt deutlich an. Auch sind Jugendliche und junge Erwachsene deutlich häufiger von Reluxationen betroffen als Kinder, die Inzidenz persistierender Instabilitäten liegt bei Kindern über 14 Jahren bei über 90%, wobei Jungen häufiger betroffen sind als Mädchen [5].

Bei kleinen Kindern sind Schulterluxationen extrem selten und treten häufig in Verbindung mit einer Plexusparese oder im Rahmen von Syndromen (Ehlers-Danlos-Syndrom, Marfan-Syndrom etc.) auf.

Des Weiteren können atraumatische, habituelle Luxationen beobachtet werden, die willkürlich durch den Patienten ausgelöst werden können. In diesen Fällen müssen neben morphologischen Ursachen auch psychische Faktoren abgeklärt werden.

Klassifikation

Die Klassifikation der Schulterluxation erfolgt anhand der Luxationsrichtung, wobei die ventrale Luxation mit Abstand am häufigsten auftritt. Darüber hinaus kann nach der Ursache unterschieden werden (s. Übersicht).

ÜBERSICHT

Luxationsrichtung und Ursache der Schulterluxation

Luxationsrichtung

- vordere/ventrale Luxation
- hintere/dorsale Luxation
- untere/kaudale Luxation
- multidirektionale Luxation

Ursache

- traumatisch
- atraumatisch
- willkürlich
- habituell
- angeboren

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Die traumatisch luxierte Schulter verursacht Schmerzen sowie eine Funktionseinschränkung. Die vordere Luxation tritt mit Abstand am häufigsten auf. Klinisch zeigen sich häufig eine federnde Abduktionsstellung sowie eine leere Pfanne. Im Falle einer hinteren Luxation wird der Arm in Adduktion und Innenrotation gehalten. Bei der unteren Luxation findet sich eine Abduktionsstellung, der Arm liegt auf oder hinter dem Kopf (Luxatio erecta).

Willkürliche (habituelle) Luxationen verursachen keine bzw. geringe Schmerzen.

Cave

Bei der klinischen Untersuchung ist insbesondere auf den neurovaskulären Status zu achten. Dieser muss vor und nach der Reposition erhoben werden, da Verletzungen des N. axillaris oder Plexus brachialis sowie der Axillargefäße sowohl traumatisch als auch iatrogen verursacht werden können.

Bildgebende Verfahren

Konventionelle Röntgenbildgebung der Schulter wird im a.-p. Strahlengang, falls möglich in einer 2. Ebene durchgeführt. Nach Reposition ist eine Stellungskontrolle in 2 Ebenen erforderlich.

Bei Säuglingen und bei Weichteilverletzungen ist die sonografische Untersuchung sinnvoll.

Bei Erstluxationen ist eine MRT zur Beurteilung des Labrums, der Rotatorenmanschette und anderer Begleitverletzungen angezeigt.

Bei Adoleszenten kann im Falle einer Glenoidfraktur ein Low-Dose-CT durchgeführt werden.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

Die Primärtherapie besteht in der Schmerzbekämpfung und geschlossenen Reposition in Analgosedierung oder Kurznarkose. Diese sollte notfalls durchgeführt werden, bei traumatischen Luxationen ist im Anschluss eine Ruhigstellung erforderlich.

Merke

Vor dem Repositionsmanöver sind Röntgenaufnahmen in der Regel notwendig zum Ausschluss proximaler Humerusfrakturen.

Konservative Therapie

Bei Erstluxationen ohne morphologische Schäden im MRT kann die Therapie konservativ durchgeführt werden. Nach Reposition wird die Schulter für 2–3 Wochen im Gilchrist-Verband ruhiggestellt; operationspflichtige Befunde (Labrumabriss, etc.) werden ausgeschlossen.

Nachbehandlung

Unter Vermeidung von Außenrotation (bei vorderer Luxation) wird dann schrittweise die physiotherapeutische Beübung durchgeführt. Die Sportfähigkeit ist frühestens nach 6 Wochen erreicht, Kontaktsportarten sollten für 10–12 Wochen pausiert werden.

Operative Therapie

Indikation

Bei dislozierten Labrumläsionen und rezidivierenden Luxationen ist die operative Stabilisierung angezeigt.

OP-Prinzip

Die Stabilisierung des Labrums wird arthroskopisch mittels Anknäht erreicht. Gegebenenfalls ist eine Kapselraffung erforderlich. Bei knöchernen Verletzungen (knöchern Bankart-Läsion) kann eine Miniarthrotomie erforderlich sein.

Nachbehandlung

Mittels Ruhigstellung wird für 4 Wochen nachbehandelt. Außenrotation muss für mindestens 6 Wochen vermieden werden.

Komplikationen

Merke

Die Patienten und deren Eltern müssen über das Risiko von Reluxationen aufgeklärt werden.

Proximale Humerusfrakturen

Etwa 40% der knöchernen Verletzungen des Oberarms betreffen den proximalen Humerus. In einem Drittel der Fälle handelt es sich dabei um Epiphyse-Verletzungen, in den meisten Fällen mit metaphysärem Keil. In zwei Drittel der Fälle treten subkapitale Humerusfrakturen auf.

Sowohl direkte Traumata durch Sturz auf die Schulter als auch indirekte Traumata durch Sturz nach hinten auf den ausgestreckten Arm können ursächlich sein.

Klassifikation

Für Verletzungen der Wachstumsfuge des proximalen Humerus werden am häufigsten die Klassifikationen nach Salter-Harris und Aitken genutzt. Zudem finden sich subkapitale Humerusfrakturen, Apophysenaufrisse und Stauchungsfrakturen.

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Meistens besteht eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung des betroffenen Arms bis hin zum Funktionsverlust. Des Weiteren kann sich eine umschriebene Schwellung abzeichnen, selten zeigt sich klinisch eine Achsfehlstellung.

Bildgebende Verfahren

Konventionelle Röntgenbilder in 2 Ebenen (a.-p. und Y-Aufnahme) stellen den Standard in der Diagnostik dar.

Cave

Auf eine transthorakale Aufnahme sollte aufgrund der hohen Strahlenbelastung verzichtet werden.

Konservative Therapie

Indikation

Die konservative Therapie mit Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault-Verband für 3–4 Wochen ist angezeigt bei nicht oder mäßig dislozierten Frakturen innerhalb der Korrekturgrenzen:

- <5. Lebensjahr:
 - Achsabweichung in Frontalebene bis maximal 60° und Knochenkontakt,
 - Dislokation ad latus bis Schaftbreite.
- 5.–12. Lebensjahr:
 - Achsabweichung in Frontalebene 30°–50°,
 - Dislokation ad latus um $\frac{2}{3}$ der Schaftbreite.
- >12. Lebensjahr:
 - Achsabweichung in Frontalebene <30°,
 - Dislokation ad latus um $\frac{1}{2}$ der Schaftbreite.

Nachbehandlung

Die Mobilisation kann spontan erfolgen, krankengymnastische Beübung ist in der Regel nicht erforderlich. Radiologische Verlaufskontrollen sollten nach 7–10 Tagen zum Ausschluss einer sekundären Dislokation sowie nach Abschluss der Therapie (4–6 Wochen) durchgeführt werden (► **Abb. 4**). Die Sportfähigkeit ist 3–4 Wochen nach Konsolidierung der Fraktur wieder gegeben.

Operative Therapie

Indikation

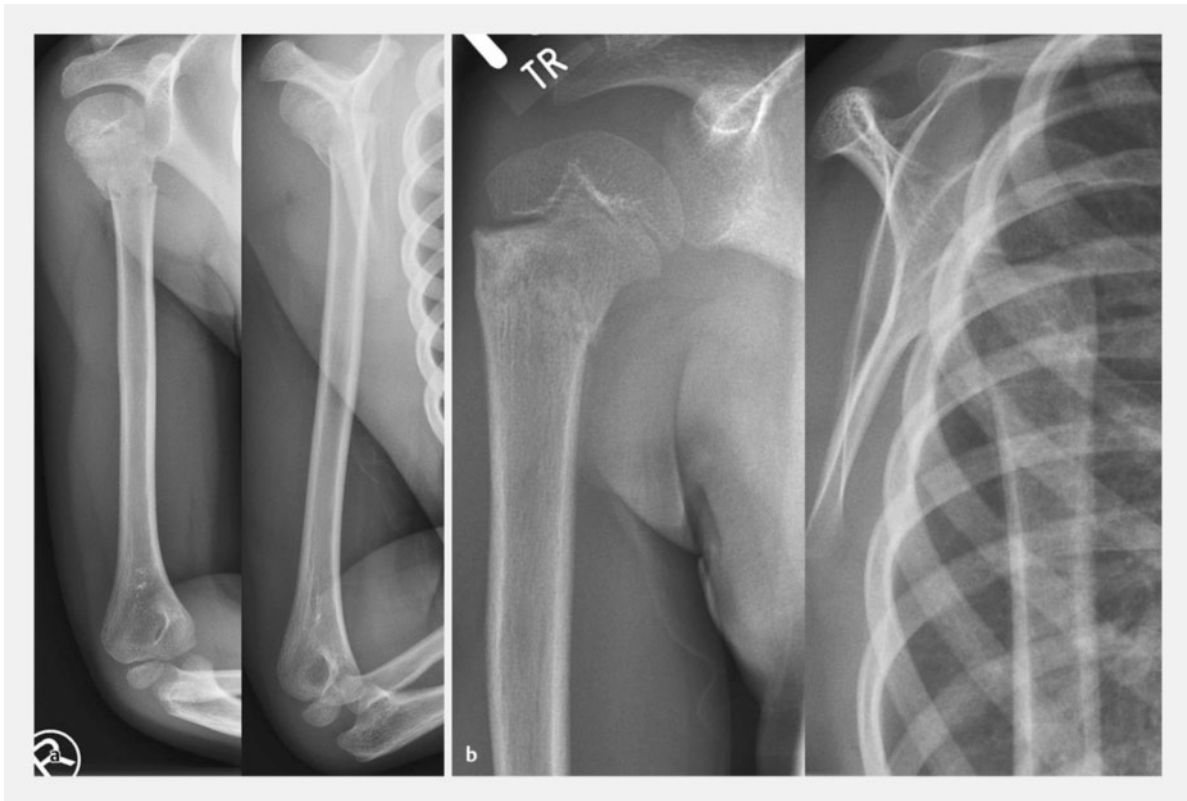
Die operative Therapie ist bei Frakturen außerhalb der o.g. Korrekturgrenzen angezeigt, bei schmerzhaften Fehlstellungen und erschwelter konservativer Behandlung oder, nach entsprechender Aufklärung der Eltern, mit funktioneller Indikation zur Frühmobilisation.

Ziel der operativen Versorgung ist das Erreichen möglichst anatomischer Achsverhältnisse, um spätere Komplikationen zu vermeiden.

In den meisten Fällen kann geschlossen reponiert und perkutan mittels Kirschner-Drähten oder mittels retrograder intramedullärer Schienung (ESIN) fixiert werden. In seltenen Fällen, beispielsweise bei Interposition der langen Bizepssehne, kann eine offene Reposition erforderlich werden.

OP-Prinzip

Lagerung des Patienten in Beach-Chair-Position. Die Reposition wird geschlossen oder offen durchgeführt und gelingt am besten in Abduktion und Flexion unter Bildwandlerkontrolle. Die Retention mittels perkutaner K-Drähte wird fugenüberkreuzend von proximal mit 2–4 von der Metaphyse aufsteigenden von lateral und ventral eingebrachten Drähten der Stärke 1,6–2 mm erreicht, welche sub- oder epikutan belassen werden können.



► **Abb. 4** Subkapitale Humerusfraktur bei 4-jährigem Kind; konservative Therapie.

a Unfallbilder.

b Verlaufskontrolle nach 6 Wochen.

ESINs werden retrograd halboffen nach Eröffnung des Markraums mittels Pfriem unilateral radial eingebracht, wobei ein ESIN Richtung Tuberculum majus und ein ESIN in, bis oder über die Humeruskopffuge vorgebracht wird.

Cave

Das retrograde Einbringen der ESIN ist technisch anspruchsvoll, und der N. radialis muss sicher geschont werden.

Nachbehandlung

Im Falle einer K-Draht-Spickung ist eine Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault-Verband für 3–4 Wochen erforderlich. Die K-Drähte können nach 3–4 Wochen nach radiologischer Konsolidierungskontrolle entfernt werden. Die K-Drähte können sowohl subkutan als auch epikutan belassen werden, außerhalb der Haut belassene Drähte können ambulant ohne Narkose entfernt werden.

Bei Markraumschienung mittels ESIN kann die Nachbehandlung funktionell erfolgen. Die Metallentfernung sollte frühestens nach 12 Wochen nach radiologischer Konsolidierungskontrolle durchgeführt werden.

Die Sportfähigkeit ist 2–4 Wochen nach Konsolidierung erreicht.

Nachkontrollen sollten bis zum Erreichen einer freien Funktion durchgeführt werden. Bei belassenen Achsabweichungen werden klinisch-radiologische Jahreskontrollen bis zur Rückbildung der Achsabweichung empfohlen.

Komplikationen

Fehlstellungen können sowohl nach konservativer als auch operativer Therapie auftreten, aufgrund der großen Wachstumspotenz in diesem Bereich sind Korrekturen jedoch nur selten notwendig.

Infektionen können nach operativer Versorgung entstehen, bei der Versorgung mittels ESINs sind Läsionen des N. radialis aufgrund des radialen Zugangs möglich.

Bewegungseinschränkungen können durch zu lange Ruhigstellung verursacht werden.

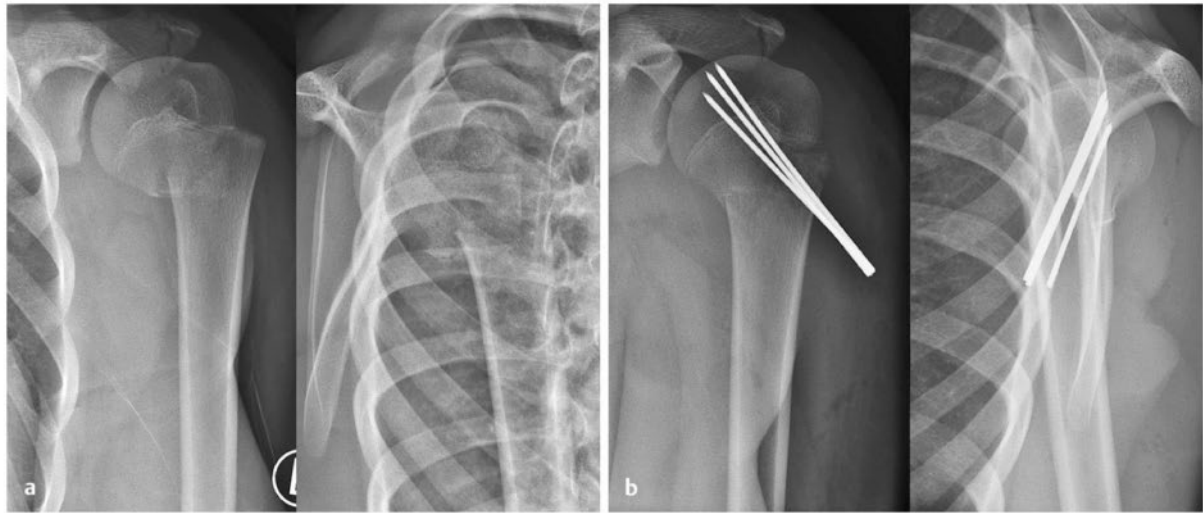
Wachstumsstörungen können aufgrund eines partiellen oder vollständigen Fugenschlusses auftreten. Korrekturen sollten nur bei signifikanter Funktionseinschränkung im Kindesalter vorgenommen werden, sonst nach Abschluss des Wachstums.

FALLBEISPIEL

Fall 1

Ein 11-jähriges Mädchen wird mit Schmerzen im Bereich der Schulter in der Notaufnahme vorgestellt, nachdem das Kind von einer Schaukel gestürzt war. Aufgrund der Dislokation außerhalb der Korrekturgrenzen wird die Indikation zur K-Draht-Spickung gestellt. Die Reposition gelingt über einen Mini-open-Zugang, Fixierung mittels dreier K-Drähte (1,8 mm) (► **Abb. 5**).

Die Nachbehandlung erfolgt im Gilchrist-Verband für 4 Wochen, Pendelbeübung ist sofort erlaubt. Nach 4 Wochen ist die Metallentfernung vorgesehen.



► **Abb. 5** Fall 1: Abgekippte subkapitale Humerusfraktur.

a Unfallbilder.

b Postoperative Kontrolle nach K-Draht-Spickung.

Diaphysäre Humerusfrakturen

Diaphysäre Frakturen finden sich in 10–20% aller knöchernen Verletzungen des Oberarms. Ursächlich können direkte Traumata (häufig Querfraktur) oder indirekte Traumata (häufig Spiral- oder Schrägfraktur) sein. Bagatelltraumata können bei juvenilen Knochenzysten, welche hier am häufigsten lokalisiert sind, zu pathologischen Frakturen führen.

Cave

Schräg- oder Spiralfrakturen des Humerus werden auch bei Kindesmisshandlungen beobachtet.

Klassifikation

Diaphysäre Humerusfrakturen werden nach Quer- oder Schräg- bzw. Drehbrüchen unterteilt.

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Klinisch zeigen sich eine umschriebene Schwellung sowie Schmerzen im Bereich des Humerusschaftes. Die Schmerzintensität hängt vom Grad der Instabilität des Bruchs ab. Bei Neugeborenen kann eine Pseudoparalyse der betroffenen Extremität auftreten.

Merke

Insbesondere bei Frakturen im Bereich des Übergangs vom mittleren zum distalen Drittel muss eine traumatische Läsion des N. radialis ausgeschlossen werden.

Bildgebende Verfahren

Standard ist die konventionelle Röntgenaufnahme des Oberarms in 2 Ebenen (a.–p. und seitlicher Strahlengang). Gegebenenfalls kann die Fraktur im Rahmen von Verlaufskontrollen sonografisch dargestellt werden.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

Therapieziel ist zum einen die akute Schmerzbehandlung, zum anderen die Vermeidung von Achsabweichungen. Die Korrekturgrenzen sind hierbei

- Achsabweichungen (Varus-, Valgus-, Ante-, Rekurvation) < 10° und
- Dislokation ad latum bis Schaftbreite.

Rotationsfehler sollten vermieden werden.

Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist möglich bei unverschobenen Schräg- oder Spiralfrakturen innerhalb der o.g. Korrekturgrenzen und wird mittels Ruhigstellung im Gilchrist-Verband oder Oberarmgips für 3–4 Wochen durchgeführt.

Merke

Es sollte ein Oberarmgips mit Schulterkappe zur Anwendung kommen, um das Hebeln des Gipses an der Fraktur zu vermeiden.

Nachbehandlung

Die Mobilisation erfolgt spontan nach entsprechender Ruhigstellung des Arms, physiotherapeutische Beübung ist primär nicht erforderlich. Eine Röntgenkontrolle sollte zur Konsolidierungskontrolle durchgeführt werden. Die Sportfähigkeit ist 4 Wochen nach Konsolidierung gegeben.

Operative Therapie

Indikation

Die operative Therapie ist angezeigt bei

- offenen Frakturen 2. oder 3. Grades,
- instabilen Schaftfrakturen,
- nicht retinierbaren Frakturen innerhalb der Korrekturgrenzen,
- Brüchen außerhalb der Korrekturgrenzen und
- polytraumatisierten Patienten.

Eine relative Indikation besteht zum Erreichen einer frühfunktionellen Behandlung oder bei posttraumatischen Nervenläsionen.

OP-Prinzip

Mögliche Osteosyntheseverfahren sind die elastische Marknagelung oder der Fixateur externe. Die Reposition sollte geschlossen erfolgen, nur bei Repositionshindernissen, offenen Frakturen oder Verdacht auf direkte Verletzung des N. radialis ist eine offene Reposition notwendig.

Die elastische Marknagelung wird mittels Titan- oder Stahlnägeln (ESIN) mit 2–3,5 mm Durchmesser (ca. 1/3 des Markraumdurchmessers) durchgeführt. Der Patient wird in Rückenlage gelagert, der Arm bis zum Ellenbogen abgedeckt, um eine Rotationskontrolle zu ermöglichen. Der Zugang erfolgt über eine distale unilaterale radiale

Inzision, oder es werden kombinierte ulnare und radiale Zugänge gelegt mit Darstellung des N. ulnaris. Nach Eröffnung des Markraums mittels Pfriem werden die Nägel retrograd nach proximal vorgeschoben. Bei entsprechendem Frakturverlauf kann eine antegrade Nagelung sinnvoll sein (Zugang über Tuberositas deltoidea).

Cave

Die Osteosynthese mittels Fixateur externe birgt ein hohes Risiko für Schädigungen des N. radialis.

Die Pins werden unter Sicht proximal im Bereich der Tuberositas deltoidea eingebracht, distal proximal der distalen Humeruswachstumsfuge. Der Knochen muss zur Sicherung des N. radialis über eine Längsinzision einsehbar sein, wenn die distalen Pins eingebracht werden.

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung kann bei stabiler Osteosynthese funktionell erfolgen. Der Fixateur externe wird nach Konsolidierung nach 6–8 Wochen entfernt, die ESINs werden 12 Wochen belassen.

Die Sportfähigkeit ist etwa 4 Wochen nach Behandlungsabschluss erreicht, Funktionskontrollen sind bis zur freien Beweglichkeit notwendig. Radiologische Kontrollen werden intraoperativ sowie zur Konsolidierungskontrolle durchgeführt. Im Falle von belassenen Achsabweichungen sind klinische Jahreskontrollen empfohlen.

Komplikationen

Mögliche Komplikationen sind sekundäre Achsfehlstellungen, insbesondere bei Querfrakturen. Beim Fixateur externe können Pin-Infekte auftreten. Des Weiteren können Bruchheilungsstörungen oder Weichteilirritationen durch die Nagelenden vorkommen.

Nervenläsionen

Speziell sollte über eine Verletzung des N. radialis im Rahmen der Reposition sowie über Läsionen des N. ulnaris bei ulnarem Zugang aufgeklärt werden.

Die isolierte primäre posttraumatische Läsion des N. radialis ist in der Regel zunächst kein Grund für eine primäre Nervenrevision, da eine Spontanregeneration hoch wahrscheinlich ist. Eine Ausnahme sind Nervenläsionen, die erst postoperativ nach Reposition auftreten, sich im Verlauf verschlechtern (durch Kallus!), oder nach 6–8 Wochen ohne Besserung persistieren.

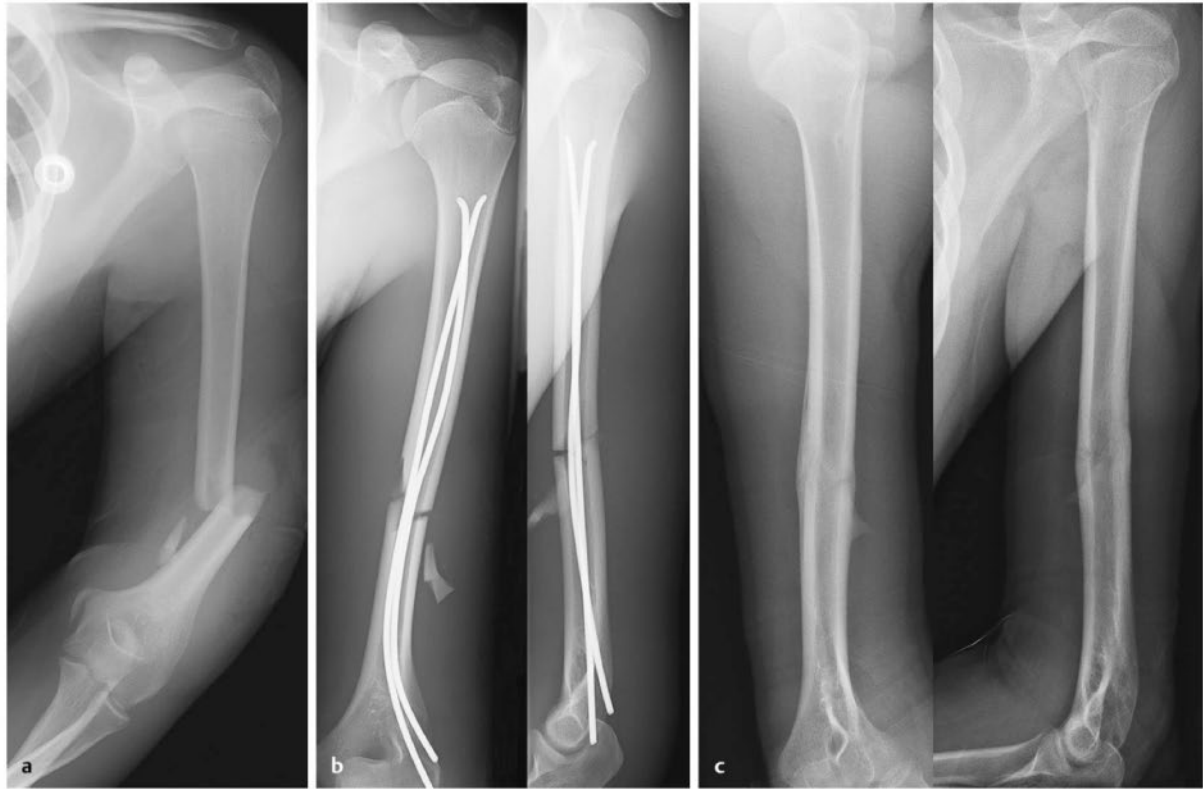
Insbesondere bei schrägem Frakturverlauf und groben Dislokationen kann jedoch eine frühzeitige, auch primäre Darstellung notwendig sein, um eine Interposition in den Frakturbereich, eine direkte Verletzung des Nervs durch die Fragmente oder ein Ummauern durch den Kallus zu adressieren.

FALLBEISPIEL

Fall 2

Bei einem Fahrradsturz zieht sich ein 15-jähriger Patient eine 1° offene diaphysäre Humerusfraktur zu. Bei dislozierter, instabiler Fraktur besteht die Indikation zur operativen Therapie. Die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität – insbesondere im Bereich des N. radialis – sind intakt.

Die Osteosynthese wird mittels zweier ESIN (2,5 mm) über einen Zugang von radial durchgeführt. Aufgrund des unilateralen Zugangs ist das Aufspannen der ESINs erschwert, häufig kommt der 2. ESIN in einer S-Biegung zu liegen (► **Abb. 6**).



► **Abb. 6** Fall 2: Diaphysäre Humerusfraktur.
a Unfallbild.
b Postoperative Kontrolle nach ESIN.

HINTERGRUNDWISSEN

Ossifikationskerne, Fugenschluss

Bereits bei der Geburt ist der Ossifikationskern des Capitulum humeri angelegt.

Im 4. Lebensjahr zeigt sich der Kern des Epicondylus ulnaris, der des Epicondylus radialis jedoch erst zwischen dem 9. und 11. Lebensjahr.

Der Ossifikationskern des Condylus ulnaris zeigt sich um das 6.–8. Lebensjahr.

Der Fugenschluss im distalen Humerus findet funktionell zwischen dem 8. und 10. Lebensjahr statt.

Die Kerne der Epikondylen schließen sich zwischen dem 14. und 16. Lebensjahr mit dem distalen Humerus (► **Abb. 3**).

Suprakondyläre Humerusfrakturen (metaphysäre Frakturen des distalen Humerus)

Die suprakondyläre Humerusfraktur ist eine häufige Fraktur des Kindesalters und macht etwa 15% aller kindlichen Frakturen aus. Der Altersgipfel liegt um das 5. Lebensjahr. Ursächlicher Unfallmechanismus ist häufig ein Sturz auf den gestreckten Arm im Sinne eines Hyperextensions-traumas.

■ Cave

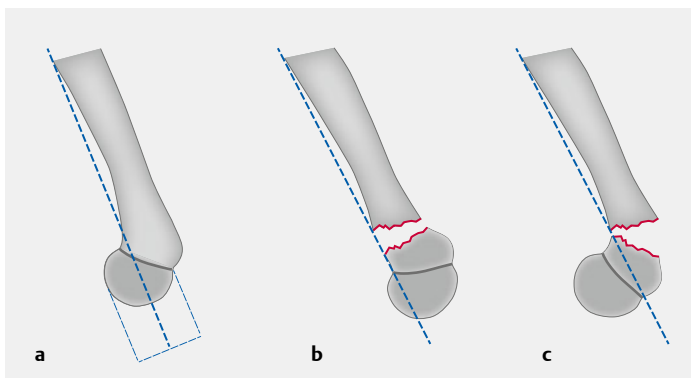
Gefürchtete Komplikationen dieser Verletzung sind neurovaskuläre Läsionen sowie verbleibende Fehlstellungen des Ellenbogens (Cubitus varus oder valgus).

Klassifikation

Die am häufigsten im deutschen Raum verwendete Klassifikation ist die therapiebezogene Einteilung nach von Laer. Hier wird zwischen 4 verschiedenen Frakturtypen unterschieden (► **Tab. 1**).

► **Tab. 1** Klassifikation der metaphysären Frakturen des distalen Humerus nach von Laer.

Einteilung	Kennzeichen
Typ I	undisloziert
Typ II	Dislokation in der sagittalen Ebene (Ante- oder seltener Retrokurvation)
Typ III	Dislokation in 2 Ebenen mit Rotationsfehler
Typ IV	komplett dislozierte Fraktur



► **Abb. 7** Rogers-Hilfslinien.

Quelle: Ulrich D, Marzi I. Pathologien im Kindesalter. In: Müller LP, Hollinger B, Burkhart K, Hrsg. Expertise Ellenbogen. Stuttgart: Thieme; 2016: 107–140

In 98% der Typ-II-Frakturen zeigt sich eine Antekurvation, nur in 2% entsteht eine Rekurvation. Eine Antekurvation von $< 20^\circ$ gilt dabei noch als stabil, eine Dislokation $> 30^\circ$ mit Seitverschiebung wird als drohend instabil eingeschätzt.

■ Cave

Die Antekurvation führt bei Ausheilung in Fehlstellung zur Hyperextension mit Beugedefizit.

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Das klinische Bild zeigt meistens Schwellung, Bewegungseinschränkung und ggf. Deformierung des Ellenbogens. Unabdingbarer Bestandteil der klinischen Untersuchung ist die Erhebung des neurovaskulären Status.

■ Merke

Nervenläsionen treten mit einer Inzidenz von 12–20% auf und betreffen am häufigsten den N. medianus, gefolgt vom N. radialis und seltener N. ulnaris. Bei 8–10% der Fälle tritt eine Läsion der A. brachialis auf, die initial zur Pulslosigkeit führen kann und ggf. duplexsonografisch oder intraoperativ ausgeschlossen werden muss.

Bildgebende Verfahren

Goldstandard ist das konventionelle Röntgen in 2 Ebenen (a.–p. und seitlich). Bei Typ-I-Frakturen kann ein positives Fat-Pad-Zeichen als indirekter Hinweis gewertet werden.

Bei Typ-II-Verletzungen verläuft die Rogers-Hilfslinie zu weit beugeseitig (► **Abb. 7**). Bei konservativ therapierten Typ-II-Frakturen sind eine radiologische Kontrolle nach 3–5 Tagen sowie eine Konsolidierungskontrolle nach 4 Wochen angezeigt.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

Therapieziele sind stets

- die Vermeidung von Fehlstellungen (Rotations- oder Achsfehler) und
- die Wiederherstellung des vollen Bewegungsumfangs.

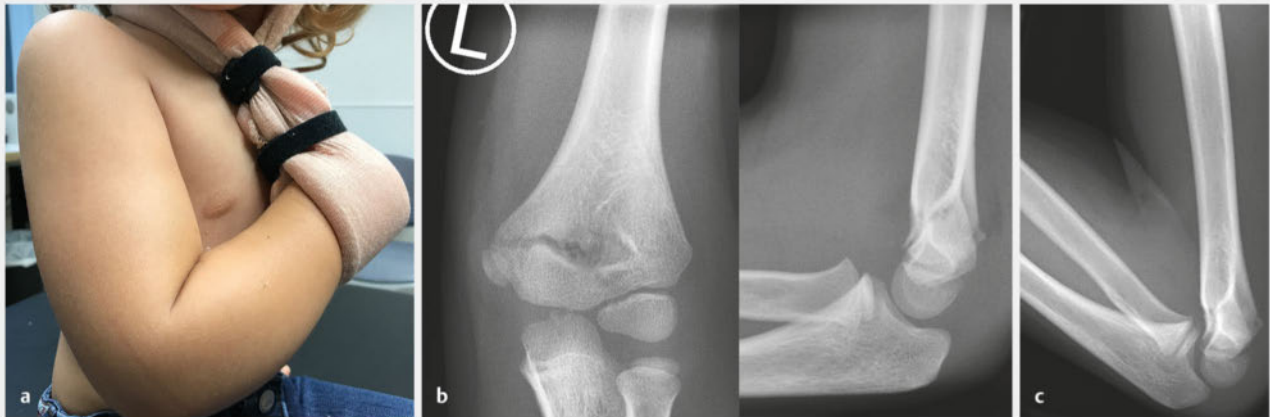
Konservative Therapie

Indikation

Die konservative Therapie ist bei undislozierten Frakturen und Typ-II-Frakturen mit einem Ante- oder Rekurvationsfehler von $\leq 20^\circ$ bis zum 5.–6. Lebensjahr indiziert.

Durchführung

Die Ruhigstellung kann primär zur Schmerzbehandlung in einer Oberarmschiene erfolgen, im Verlauf wird dann auf einen Cuff'n'-Collar-Verband (Blount-Schlinge; ► **Abb. 8 a**) gewechselt und schrittweise eine Flexion bis 110° erreicht. Antekurvationsstellungen können vor Ruhigstellung in Analgosedierung oder Narkose unter Hy-



► **Abb. 8** Suprakondyläre Humerusfraktur.
a Konservative Therapie im Cuff'n'-Collar-Verband.
b Unfallbilder.
c Verlaufskontrolle nach 4 Wochen.

perflexion redressiert werden, was von uns jedoch dann immer mit einer K-Draht-Fixierung komplettiert wird.

Nachbehandlung

Bei konservativer Therapie wird eine Röntgenkontrolle 3–5 Tagen nach dem Unfall zum Ausschluss einer Rotationsfehlstellung und nach 4 Wochen zur Konsolidierungskontrolle (► **Abb. 8c**) durchgeführt. Nach 3 Wochen wird die Blount-Schlinge entfernt, physiotherapeutische Beübung ist nicht erforderlich. Die Sportfähigkeit ist bei freier Beweglichkeit im Ellenbogen gegeben.

Operative Therapie

Indikation

Die Indikation besteht bei allen Typ-III- und Typ-IV-Frakturen; dislozierte Frakturen müssen notfallmäßig stabilisiert werden. Darüber hinaus ist eine operative Stabilisierung bei Typ-II-Frakturen angezeigt, bei denen die Redression erfolglos bleibt oder ein Rotationsfehler entsteht. Bei der Aufklärung sind mögliche Verletzungen des N. ulnaris, N. radialis mit folgender Parese sowie eine mögliche Varusfehlstellung zu berücksichtigen.

PRAXIS

Praktischer Hinweis

Bei Pulslosigkeit sollten eine notfallmäßige Reposition und operative Versorgung durchgeführt werden, wobei sich in einem großen Teil der Fälle die Durchblutung nach der Reposition dann wieder normalisiert.

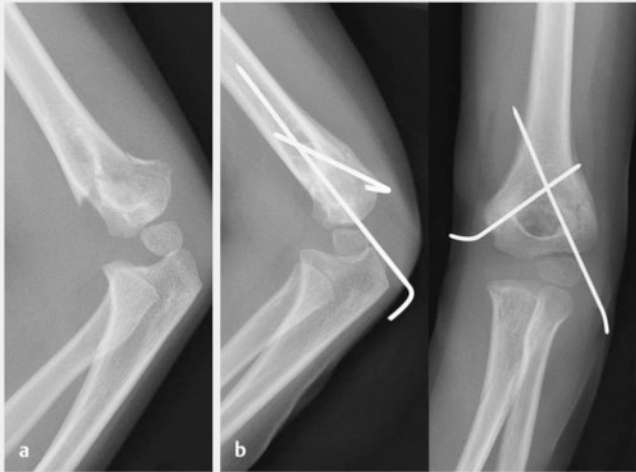
OP-Prinzip

Lagerung des Patienten in Rückenlage, Auslagern des Arms auf ein Armbänkchen. Verschiedene OP-Methoden stehen zur Verfügung:

- K-Draht-Osteosynthese (► **Abb. 9**):
 - Geschlossene (maximal 2 Versuche), ggf. offene Reposition in Narkose und Relaxation unter Zug und Flexion des Ellenbogengelenks.
 - BV-Kontrolle zur Vermeidung einer Varus-, Valgus- oder Rotationsfehlstellung (Rotationssporn).
 - Das Einbringen der K-Drähte (Stärke 1,4–1,8 mm) ist gekreuzt oder parallel von radial möglich, wobei gekreuzte Drähte biomechanisch stabiler sind. Die Drähte müssen sich stets proximal der Fraktur kreuzen; der ulnare Draht ist unter Schonung und Darstellung des N. ulnaris einzubringen.
- Fixateur externe:
 - Zur Anlage eines Minifixateurs ist ein dritter radialer Draht (2,0 mm) unter Schonung des N. radialis senkrecht zum Schaft einzubringen und die Drähte sind miteinander zu verbinden.
- Elastisch-stabile intramedulläre Marknagelung (ESIN):
 - Die intramedulläre Schienung erfolgt über einen radialen Hautschnitt und im Bereich der Tuberositas deltoidea.
 - 2 ESINs (Stärke $\frac{1}{3}$ des Schaftdurchmessers) werden nach geschlossener Reposition retrograd divergierend eingebracht und in das flache distale Fragment eingebracht.

Nachbehandlung

Bei K-Draht-Osteosynthese wird die Ruhigstellung in einer Oberarmgipschiene für 3–4 Wochen empfohlen, ESINs und Fixateur externe können gipsfrei nachbehandelt werden.



► **Abb. 9** Suprakondyläre Humerusfraktur (von Laer II).
 a Unfallbild (schmerzbedingt nur in einer Ebene möglich).
 b Verlaufskontrolle postoperativ (seitlicher und a.-p. Strahlengang).

Die Metallentfernung wird im Falle der K-Draht-Osteosynthese und des Fixateur externe nach 3–4 Wochen durchgeführt, bei ESINs nach 3–4 Monaten nach Konsolidierungskontrolle. Die K-Drähte können epikutan belassen werden, was den Vorteil der ambulanten Entfernung ohne Narkose bringt.

Die Sportfähigkeit ist bei freier Beweglichkeit des Ellenbogens gegeben. Nachkontrollen werden bis zum Erreichen der freien Funktion bei gleichen Ellenbogenachsen empfohlen.

Komplikationen

Nervenschäden

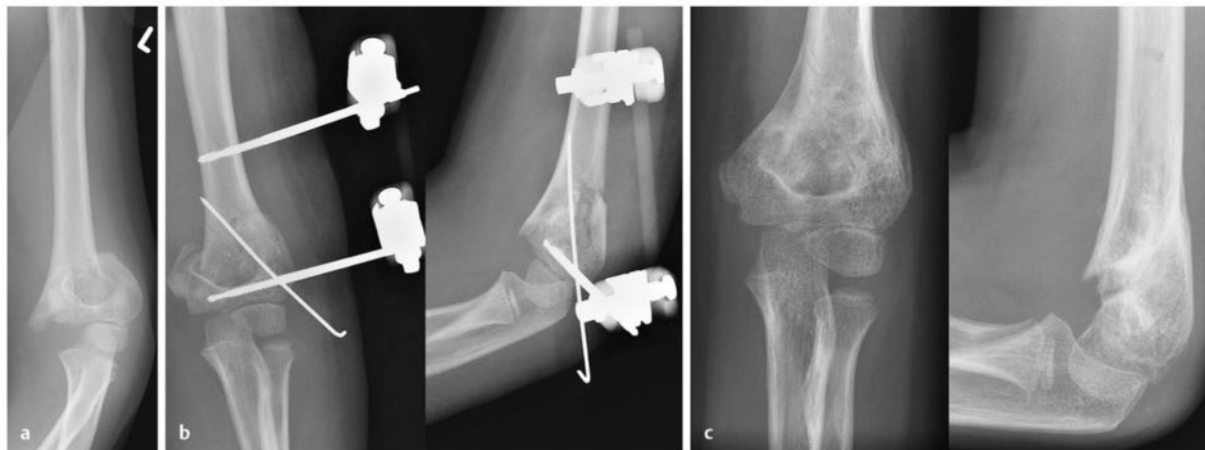
Läsionen des N. ulnaris treten bei geschlossener K-Draht-Spickung in bis zu 15% der Fälle iatrogen auf. Daher ist die Darstellung des N. ulnaris beim Einbringen erforderlich. Beim Fixateur externe können Läsionen des N. radialis entstehen, der N. medianus ist primär durch die Fraktur bzw. Repositionsmanöver gefährdet.

FALLBEISPIEL

Fall 3

Ein 7-jähriges Mädchen wird nach Sturz von einer Schaukel auf den linken Arm in der Notaufnahme vorgestellt. Im Röntgenbild zeigt sich eine dislozierte suprakondyläre Humerusfraktur von Laer IV. Die Verletzung stellt eine eindeutige OP-Indikation dar.

Die Stabilisierung wird mittels Fixateur externe von radial sowie einem K-Draht (1,4 mm) von radial distal nach ulnar proximal verlaufend erzielt (► **Abb. 10**). Es verbleibt ein minimaler Rotationssporn. Dieser ist aber unbedeutend, wenn die Armachse intraoperativ klinisch einwandfrei ist und die Bewegungsausmaße intraoperativ normal sind. Nach 4 Wochen wird die Metallentfernung durchgeführt.



► **Abb. 10** Fall 3: Dislozierte suprakondyläre Humerusfraktur, von Laer IV.
 a Unfallbild.
 b Postoperative Kontrolle (a.-p. und seitlich) nach Stabilisierung mittels Fixateur externe und K-Draht.
 c Ausheilungsbild (a.-p. und seitlich) mit minimalem verbliebenem Rotationssporn. Dieser ist aber unbedeutend, wenn die Armachse intraoperativ klinisch einwandfrei ist und die Bewegungsausmaße intraoperativ normal sind.

Nervenschäden erholen sich meistens spontan, ggf. kann aber eine operative Revision erforderlich sein. Dies trifft vor allem für primäre Medianusverletzungen zu, die in der Fraktur eingeklemmt sein können, außerdem für sich sekundär verschlechternde Nervenfunktionen, was durch überschießende Kallusbildung bedingt sein kann.

Fehlstellungen

Sehr selten können schicksalhafte Wachstumsstörungen entstehen und zur Ausbildung eines Cubitus varus oder valgus führen. Vor allem Trümmerzonen auf der ulnaren Seite erschweren die korrekte Abstützung und neigen zur Varusfehlstellung.

PRAXIS

Prinzipien

Bei suprakondylären Frakturen treten Gefäßläsionen bei 3,2–14,3%, Nervenverletzungen bei 12–20% der Fälle auf [6, 7]. Vor allem für A. brachialis und den N. medianus besteht die Gefahr eines Dehnungsschadens oder einer Einklemmung. Das Risiko für Läsionen steigt mit dem Grad der Dislokation.

Bei der Untersuchung muss daher auf Durchblutung, Motorik und Sensibilität geachtet werden. Bei Verletzung der A. brachialis können das Fehlen der Pulse sowie eine kalte Hand auffallen.

Iatrogene Schädigungen können durch Reposition oder perkutane Spickung entstehen.

In der BV-Kontrolle muss auf mögliche sagittale Achsfehler (Rogers-Hilfslinie) sowie Rotationsfehler (Rotations-sporn) geachtet werden. Unabdingbar ist jedoch auch die klinische Achskontrolle im Seitenvergleich intraoperativ.

Transkondyläre Frakturen

Transkondyläre Humerusfrakturen sind die zweithäufigsten Verletzungen des kindlichen Ellenbogens und die häufigste Gelenkfraktur im Kindesalter. Unterschieden werden

- Frakturen des Condylus radialis,
- Frakturen des Condylus ulnaris
- und Y-Frakturen.

Der Condylus radialis ist mit 90% am häufigsten betroffen. Als Unfallmechanismus wird meistens ein Sturz auf die ausgestreckte Hand beschrieben.

Merke

Bei transkondylären Frakturen handelt es sich immer um Gelenkfrakturen.

Klassifikation

Unterschieden wird grundsätzlich zwischen dislozierten und nicht dislozierten Frakturen, wobei hier als Grenzwert ein Frakturspalt von 2 mm im Gelenk gilt [8]. Bei den Condylus-radialis-Frakturen werden zudem die inkompletten, noch am nicht sichtbaren Knorpel „hängenden“, von den kompletten Frakturen differenziert [9, 10] (► Abb. 11).

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Klinisch zeigt sich eine meist lateral betonte Schwellung des Ellenbogens mit lokalem Druckschmerz und Bewegungseinschränkung. Des Weiteren können ein Gelenkerguss und eine lokalisierte Einblutung in die Weichteile vorliegen.

Bildgebende Verfahren

Standardverfahren ist das konventionelle Röntgen des Ellenbogens in 2 Ebenen. Hier kann sich als indirektes Frakturzeichen ein positives Fat-Pad-Sign als Ausdruck eines Gelenkergusses darstellen. Beim Kleinkind liegt die zentrale Dislokation im knorpeligen Bereich und ist in der Röntgendiagnostik nicht beurteilbar.

PRAXISTIPP

Da nicht hängende Frakturen im Verlauf immer dislozieren, kann hier zur weiteren Differenzierung ein MRT oder ggf. die Sonografie hilfreich sein, was aber beides nicht Standard ist.

Zum Ausschluss einer sekundären Dislokation wird daher grundsätzlich eine gipsfreie Röntgenkontrolle nach 4 Tagen empfohlen, da man auf dieser Aufnahme eine weitere Dislokation erkennen und noch rechtzeitig operativ stabilisieren kann.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

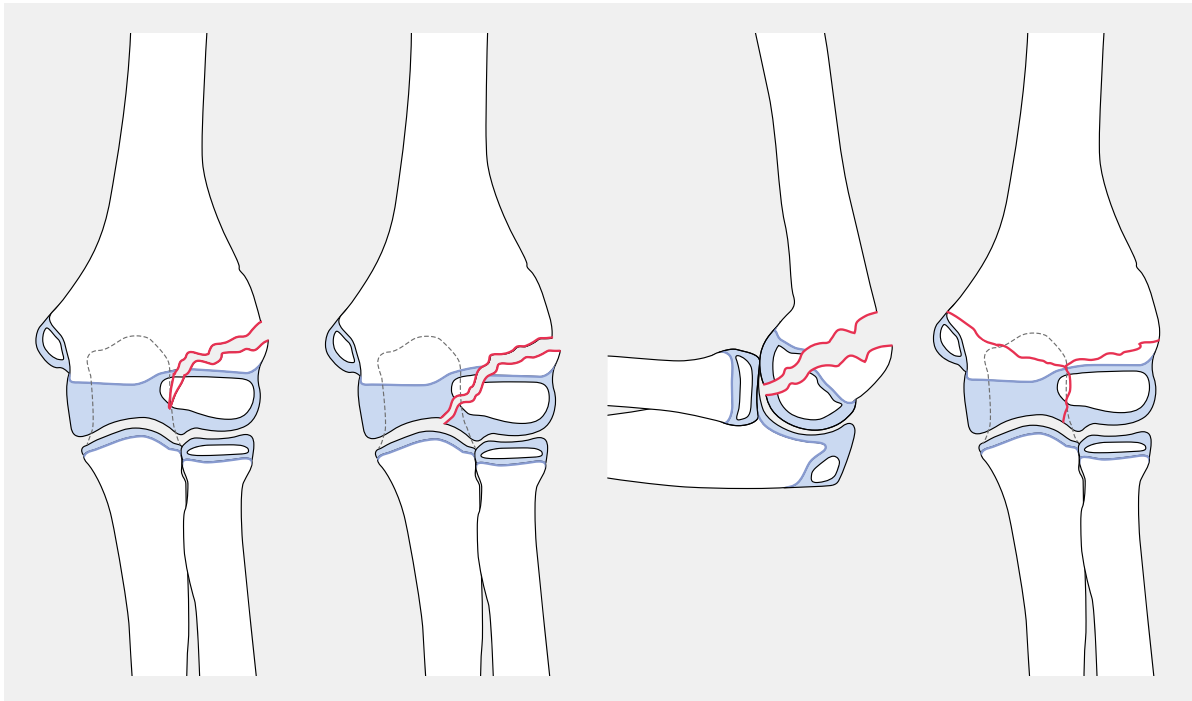
Merke

Therapieziel ist die anatomische Gelenkrekonstruktion. Eine Spontankorrektur ist aufgrund der Gelenkbeteiligung nicht zu erwarten!

Instabile, dislozierte Frakturen sind daher operativ zu stabilisieren, um mögliche Wachstumsstörungen, sekundäre Dislokationen oder Pseudarthrosen zu vermeiden.

Konservative Therapie

Die konservative Therapie bleibt den stabilen undislozierten, inkompletten – sog. hängenden – Frakturen vorbehalten. Die Behandlung besteht dann in einer Ruhigstellung in einer Oberarmschiene oder im gespaltenen Oberarmgips in 90° Flexion für 3–4 Wochen. Nach 4–6 Tagen wird eine Röntgenkontrolle zum Ausschluss einer sekundären Dislokation durchgeführt, die genau vergli-



► **Abb. 11** Einteilung der transkondylären Frakturen.
 a Inkomplette, sog. hängende Fraktur des Kondylus radialis.
 b Komplette Fraktur des Kondylus radialis, a.-p. Strahlengang.
 c Komplette Fraktur des Kondylus radialis, seitlicher Strahlengang.
 d Y-Fraktur des distalen Humerus.

chen werden muss. Nach 4 Wochen wird die Konsolidierung radiologisch kontrolliert.

Die Mobilisation erfolgt zunächst spontan, im Verlauf kann ggf. die physiotherapeutische Beübung erforderlich werden. Die Sportfähigkeit ist nach Erreichen einer freien Funktion gegeben.

Operative Therapie

Indikation

Die Indikation besteht bei primär und sekundär dislozierten Condylus-radialis-, -ulnaris- und Y-Frakturen. Bei primär vollständig dislozierten Frakturen wird eine notfallmäßige Versorgung empfohlen.

OP-Prinzip bei der Condylus-radialis-Fraktur

Lagerung in Rückenlage. Der Zugang erfolgt offen radialseitig zur Darstellung der Gelenkfläche und anatomischen Reposition. Die Fraktur ist meistens im Übergang vom Gelenkknorpel des Capitulum zur Trochlea und dort exakt einzurichten. Über zunächst zur Stabilisierung eingebrachte K-Drähte (senkrecht zur Fraktur) eher dorsal oberhalb der Wachstumsfuge metaphysär gelegen, kann dann die Osteosynthese mittels kanülierter Schraube (3,5 mm, ggf. mit Unterscheibe; ► **Abb. 12**) durchgeführt werden. Ein zusätzlicher transepiphysärer

parallel zur Trochlea eingebrachter Draht erhöht die Stabilität.

Alternativ kann die Osteosynthese bei kleineren Kindern mittels K-Drähten (2 ×, divergierend) erreicht werden.

OP-Prinzip bei der Condylus-ulnaris-Fraktur

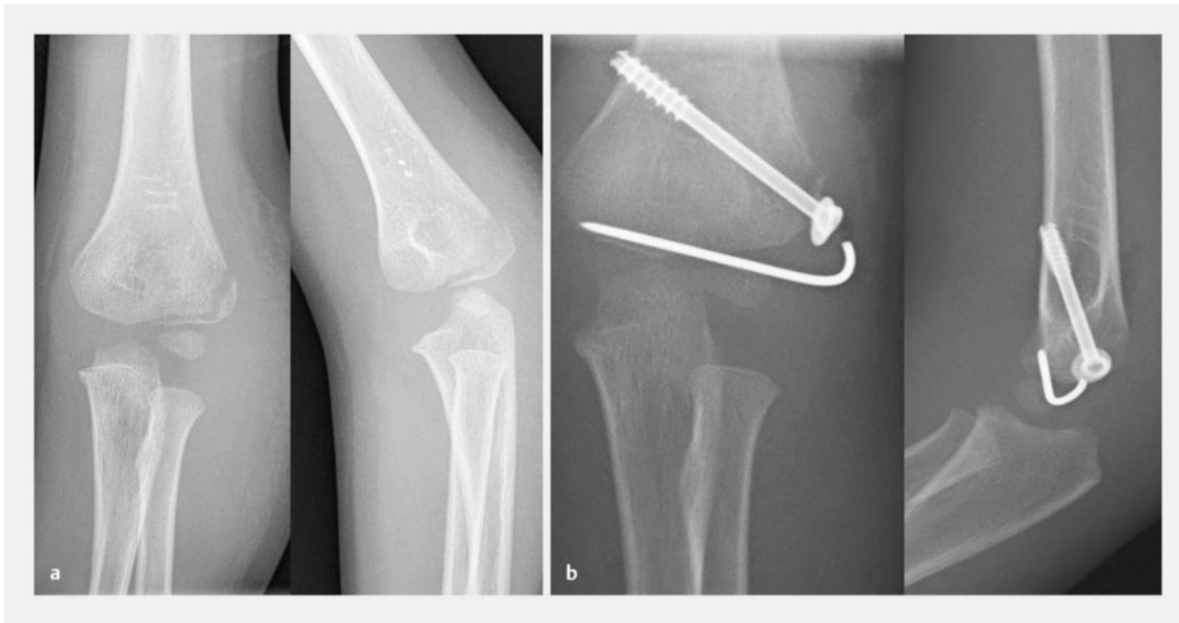
Der Zugang erfolgt von ulnar mit langstreckiger Darstellung des N. ulnaris.

OP-Prinzip bei der Y-Fraktur

Diese Frakturen sind oft erst intraoperativ bei der Versorgung von suprakondylären Humerusfrakturen erkennbar. Sie werden daher wie bei der suprakondylären Humerusfraktur behandelt, wobei zusätzlich ein Draht parallel der Gelenkfläche eingebracht wird.

PRAXISTIPP

Bei älteren Kindern ist die Verwendung von anatomischen Osteosyntheseplatten über einen dorsalen Zugang wie bei Erwachsenen möglich, wobei hier zur anatomischen Reposition der Gelenkfläche eine Olekranonosteotomie erforderlich sein kann.



► **Abb. 12** Condylus-radialis-Fraktur bei 4-jährigem Kind.
 a Unfallbilder (a.-p. und seitlich).
 b Typische Versorgung mittels kanülierter Schraube mit Unterlegscheibe und K-Draht (postoperative Kontrolle a.-p. und seitlich).

Nachbehandlung

In Abhängigkeit von den Schmerzen sollte die Nachbehandlung möglichst frühfunktionell durchgeführt werden. Die Zugschrauben werden nach 3–4 Monaten, Platten nach 5–6 Monaten entfernt. Halbjährliche bis jährliche Kontrollen sind für mindestens 2 Jahre indiziert.

Komplikationen

Bei operativer Therapie können N.-radialis- oder N.-ulnaris-Läsionen auftreten.

Bewegungsstörungen (Einschränkung der Beuge- und Streckfähigkeit) treten weichteilbedingt oder durch eine nicht anatomische Reposition der Fragmente auf. Durch eine passagere Fugenstimulation kann es zur Varisierung oder Valgisierung kommen.

Merke

Übersehene Frakturen können zu Pseudarthrosen führen, diese gehen mit einem Cubitus valgus und Irritation des N. ulnaris einher.

Des Weiteren besteht das Risiko eines partiellen Fugenschlusses mit folgender avaskulärer Nekrose. Durch diese Epiphyseodese kann die sog. Fischschwanzdeformität verursacht werden, die jedoch meist ohne funktionelle Folgen bleibt.

RECHTLICHES

Instabile Condylus-radialis-Fraktur

Zu den sog. Kadiläsionen zählt man:

- die instabile Condylus-radialis-Fraktur,
- die traumatische Radiuskopfluxation,
- unscheinbare Dislokationen der suprakondylären Humerusfraktur,
- metaphysäre Valgusbiegungsbrüche der proximalen Tibia und
- Frakturen des Malleolus medialis.

Komplikationen, die aus dem Übersehen oder einer Fehlbehandlung dieser Frakturen resultieren, sind immer wieder Gegenstand von Haftungsansprüchen. Auch deshalb ist die Kenntnis dieser Verletzungen und deren Komplikationen von besonderer Relevanz.

Epikondyläre Frakturen (Ellenbogenluxationen)

Epikondyläre Humerusfrakturen treten in den meisten Fällen als Begleitverletzung bei Ellenbogenluxationen auf. In 90% der Fälle ist der Epicondylus ulnaris betroffen, insgesamt machen Frakturen der Epikondylen inklusive Ellenbogenluxationen 1,3% aller Extremitätenverletzungen aus.

Merke

Es handelt sich um extraartikuläre Frakturen. Die Epikondylen sind Apophysen, die hauptsächlich der Formgebung und als Ansatz von Bandstrukturen dienen und nicht zum Längenwachstum des Arms beitragen.

Klassifikation

Unterteilt wird nach dem Ausmaß der Dislokation in

- nicht dislozierte (< 5 mm) Frakturen oder
- dislozierte Frakturen (> 5 mm) [11].

Auch eine intraartikuläre Lage der Fragmente ist möglich.

Diagnostik**Klinik**

Meist zeigen sich eine Schwellung und ulnarer Zeigeschmerz sowie eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung. Im Falle von dislozierten Fragmenten besteht meist eine Bewegungsblockade.

Merke

Insbesondere bei Kindern unter 5 Jahren ist der klinische Aspekt entscheidend aufgrund des noch nicht sichtbaren Knochenkerns des Epicondylus ulnaris.

Bildgebende Verfahren

Radiologisch ist das konventionelle Röntgen in 2 Ebenen Standard. Gegebenenfalls kann bei dislozierten Frakturen mit neurologischer Symptomatik ein MRT zur weiterführenden Abklärung erforderlich werden.

Allgemeines therapeutisches Vorgehen

Therapieziel ist die Wiederherstellung der freien Ellenbogenfunktion ohne Instabilitäten.

Konservative Therapie**Indikation**

Die konservative Therapie ist bei allen undislozierten Frakturen angezeigt (maximal 5 mm Dislokation).

Durchführung

Ruhigstellung im Oberarmgips mit 90° Flexion im Ellenbogengelenk für 3 Wochen.

Nachbehandlung

Die Mobilisation kann spontan erfolgen, physiotherapeutische Beübung ist nur bei über 6–8 Wochen bestehender Bewegungseinschränkung erforderlich. Nach 3–5 Wochen ist eine radiologische Konsolidierungskontrolle angezeigt. Die Sportfähigkeit ist nach Erreichen der freien Funktion gegeben.

Operative Therapie**Indikation**

Die Indikation zur operativen Therapie besteht bei allen dislozierten Frakturen, insbesondere bei intraartikulärer Lage der Fragmente. Als Toleranzgrenze wird eine Dislokation von 2–5 mm (je nach Autor) beschrieben.

Im Falle einer zudem bestehenden Ellenbogenluxation ist die Operation dringlich durchzuführen, bei isoliertem Epiphysenabriss entweder sofort oder nach Abschwellung.

OP-Prinzip

Prinzip der Operation ist die offene Reposition und anatomische Refixation des Fragmentes als Kompressionsosteosynthese unter Kontrolle des oft am Epiphysenfragment hängenden N. ulnaris. Die Kompressionsosteosynthese wird bevorzugt mit kanülierten selbstschneidenden Schrauben (3,5 mm) mit Unterlegscheibe erzielt (► Abb. 13). Alternativ können eine divergierende K-Draht-Osteosynthese oder Zuggurtung durchgeführt werden.

Merke

Prinzipiell erfolgt die offene Reposition der Fraktur unter Darstellung des N. ulnaris, der aufgrund der Instabilität aus seinem Lager disloziert sein kann und oft am Epiphysenfragment hängt.

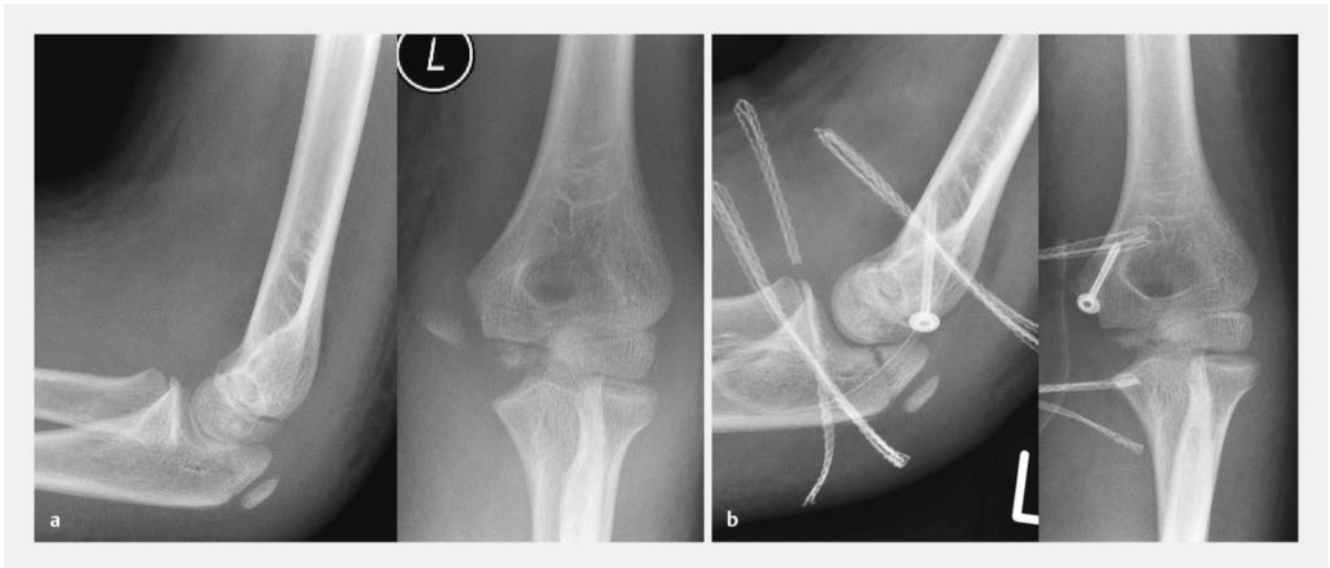
Nachbehandlung

Bei der Schraubenosteosynthese wird die Nachbehandlung möglichst schnell funktionell geführt. Im Falle einer K-Draht-Osteosynthese ist eine Ruhigstellung für 3 Wochen erforderlich. Die Metallentfernung wird bei Schrauben nach 3 Monaten, bei K-Drähten nach 8–12 Wochen nach Konsolidierung empfohlen. Radiologische Verlaufskontrollen sind postoperativ sowie zur Konsolidierungskontrolle angezeigt.

Komplikationen

Pseudarthrosen treten in bis zu 40% der Fälle bei konservativer Therapie auf. Beschwerden werden jedoch nur in 10% beschrieben, aber Bewegungseinschränkungen können hartnäckig sein. Des Weiteren können Irritationen des N. ulnaris auftreten. Revisionen werden nur bei vorhandener Symptomatik empfohlen.

Wachstumsstörungen sind aufgrund der reinen Apophysenverletzung nicht zu erwarten.



► **Abb. 13** Ellenbogenluxation mit Fraktur des Epicondylus ulnaris und nicht dislozierter Olekranonfraktur bei 11-jährigem Jungen.
 a Unfallbilder (seitlich und a.-p.).
 b Schraubenosteosynthese mit kanülierter Schraube mit Unterlegscheibe (2,7 mm) (postoperative Kontrolle seitlich und a.-p.).

Radiuskopfsubluxation (Pronatio dolorosa)

Beim Kleinkind kann durch axialen, abrupten Zug am Arm eine Subluxation des Radiusköpfchens aus dem Lig. anulare radii ausgelöst werden.

Diagnostisches Vorgehen

Klinik

Wegweisend sind der klinische Befund mit Schonhaltung des betroffenen Arms in leichter Flexionsstellung mit pronierter Hand sowie die typische Anamnese mit abruptem Zug am gestreckten Arm.

Bildgebende Verfahren

Eine radiologische Diagnostik ist in der Regel zunächst nicht erforderlich, bei erfolglosem Repositionsversuch sollte zum Ausschluss einer Fraktur ein Röntgenbild angefertigt werden.

Therapeutisches Vorgehen

Die Therapie besteht im typischen Repositionsmanöver, bei dem der Arm unter leichtem Zug supiniert und flektiert wird. Andere Autoren beschreiben gute Ergebnisse mit dem Hyperpronationsmanöver. Durch das Einsetzen des jeweils alternativen Manövers kann bei fehlgeschlagenem Repositionsversuch die Erfolgsrate weiter gesteigert werden.

PRAXISTIPPS

- Durch das Einsetzen des jeweils alternativen Manövers – Supination und Flexion des Arms unter leichtem Zug resp. Hyperpronationsmanöver – kann bei fehlgeschlagenem Repositionsversuch die Erfolgsrate weiter gesteigert werden.
- Bei erfolgreichem Manöver ist die Reposition deutlich zu palpieren und der betroffene Arm wird nach einigen Minuten wieder frei bewegt. Weitere therapeutische Maßnahmen sind dann nicht erforderlich.
- Nach 3 frustrierten Versuchen sollte nach radiologischem Frakturausschluss eine Ruhigstellung in der Oberarmschiene für 48 Stunden durchgeführt werden.

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgt funktionell.

Merke

Wichtig ist die Aufklärung der Eltern über die Rezidivrate (40%).

Bei erfolglosem Repositionsversuch oder persistierender Schmerzsymptomatik werden die Ruhigstellung mittels Oberarmschiene und eine Verlaufskontrolle nach 3 Tagen empfohlen. Zu diesem Zeitpunkt ist bei korrekter Diagnose die Funktion wieder frei.

KERNAUSSAGEN

- Die Therapie von Frakturen beim Kind unterscheidet sich aufgrund des wachsenden Skeletts grundlegend von der bei Erwachsenen.
- Die Therapie erfolgt, wenn möglich, konservativ, aufgrund der offenen Wachstumsfugen besteht je nach Fraktur ein hohes Korrekturpotenzial.
- Frakturen außerhalb der Korrekturgrenzen müssen operativ stabilisiert werden.
- Bei Kleinkindern sollte bei Verletzungen des Schultergürtels zunächst an eine Fraktur der Klavikula gedacht werden.
- Dislozierte Gelenkfrakturen erfordern eine operative Therapie und die anatomische Reposition.
- Bei neurovaskulären Läsionen sollte die Indikation zur operativen Revision großzügig gestellt werden.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Autorinnen/Autoren



Maximilian Leiblein

Dr. med., Jahrgang 1986. Studium der Humanmedizin 2006–2013 an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt.



Maika Voth

Dr. med., Fachärztin für Orthopädie/Unfallchirurgie an der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie. Universitätsklinikum Frankfurt am Main.



Ingo Marzi

Prof. Dr. med., Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Frankfurt am Main.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Maximilian Leiblein

Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main
maximilian.leiblein@kgu.de

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Dr. med. Maximilian Leiblein, Frankfurt am Main.

Literatur

- [1] Söhling N, Voth M, Marzi I. Frakturen und Luxationen der oberen Extremität beim Kind. Teil 2. Radiuskopf, Olekranon, Unterarm, Hand. Orthop Unfallchir up2date 2018; 13. doi:10.1055/s-0043-119940
- [2] McIntosh AL. Surgical treatment of adolescent clavicle fractures: results and complications. J Pediatr Orthop 2016; 36 Suppl 1: S41–S43
- [3] Lehnert M, Maier B, Jakob H et al. Fracture and retrosternal dislocation of the medial clavicle in a 12-year-old child-case report, options for diagnosis, and treatment in children. J Pediatr Surg 2005; 40: e1–e3
- [4] Marzi I, Hrsg. Kindertraumatologie. Berlin, Heidelberg: Springer; 2016
- [5] Olds M, Donaldson K, Ellis R et al. In children 18 years and under, what promotes recurrent shoulder instability after traumatic anterior shoulder dislocation? A systematic review and meta-analysis of risk factors. Br J Sports Med 2016; 50: 1135–1141
- [6] Ramachandran M, Birch R, Eastwood DM. Clinical outcome of nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children: the experience of a specialist referral centre. J Bone Joint Surg Br 2006; 88: 90–94
- [7] Griffin KJ, Walsh SR, Markar S et al. The pink pulseless hand: a review of the literature regarding management of vascular complications of supracondylar humeral fractures in children. Eur J Vasc Endovasc Surg 2008; 36: 697–702
- [8] Weiss JM, Graves S, Yang S et al. A new classification system predictive of complications in surgically treated pediatric humeral lateral condyle fractures. J Pediatr Orthop 2009; 29: 602–605
- [9] Laer von L, Kraus R, Linhart WE, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007
- [10] Jakob R, Fowles JV, Rang M et al. Observations concerning fractures of the lateral humeral condyle in children. J Bone Joint Surg Br 1975; 57: 430–436
- [11] Lee HH, Shen HC, Chang JH et al. Operative treatment of displaced medial epicondyle fractures in children and adolescents. J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 178–185

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-119857>
Orthopädie und Unfallchirurgie 2018; 13: 275–296
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 1611-7859

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter cme.thieme.de/hilfe eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter eref.thieme.de/ZZX92W3 oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512018154652606



Frage 1

Bei suprakondylären Humerusfrakturen bei Kindern ...

- A findet sich häufig eine Dislokation mit Retrokurvation.
- B müssen alle Typ-II-Frakturen operiert werden.
- C liegt in den meisten Fällen eine Gelenkbeteiligung vor.
- D steigt das Risiko für neurovaskuläre Läsionen mit dem Grad der Dislokation.
- E müssen sich bei K-Draht-Osteosynthese die Drähte distal der Fraktur kreuzen.

Frage 2

Was ist eine Banana-Peeling-Verletzung?

- A eine Sonderform der Sternumfraktur
- B die Zerreißung des Periostschlauchs mit Austreten der Klavikula
- C eine Skapulafraktur
- D Sprengung des akromioklavikulären Gelenks
- E eine Sonderform der Rippenfraktur

Frage 3

Eine der folgenden Aussagen hinsichtlich Humerusschaftfrakturen ist falsch. Welche?

- A Humerusschaftfrakturen sollten bei Achsabweichungen $> 10^\circ$ operativ therapiert werden.
- B Bei primärer posttraumatischer Läsion des N. radialis ist immer die primäre Nervenrevision als dringlicher Eingriff indiziert.
- C Bei Instabilität muss operativ therapiert werden.
- D Bei Humerusschaftfrakturen aufgrund eines Bagateltraumas liegt häufig eine juvenile Knochenzyste zugrunde.
- E Humerusschaftfrakturen bergen ein hohes Risiko für Läsionen des N. radialis.

Frage 4

Wodurch sind proximale Humerusfrakturen gekennzeichnet?

- A Bei konservativer Therapie muss nach 2 Tagen und 3 Wochen radiologisch nachkontrolliert werden.
- B Proximale Humerusfrakturen werden bei konservativer Therapie im Cuff'n'-Collar-Verband immobilisiert.
- C Bei konservativer Therapie muss eine Ruhigstellung für 6 Wochen erfolgen.
- D Proximale Humerusfrakturen müssen bei > 12 -Jährigen bei einer Achsabweichung $> 10^\circ$ in der Frontalebene operativ therapiert werden.
- E Bei < 5 -Jährigen können proximale Humerusfrakturen bis maximal 60° Achsabweichung in der Frontalebene konservativ therapiert werden.

Frage 5

Die Rogers-Hilfslinie eignet sich zur Beurteilung der Stellung von ...

- A Klavikulafrakturen.
- B transkondylären Frakturen.
- C diaphysären Humerusfrakturen.
- D subkapitalen Humerusfrakturen.
- E suprakondylären Humerusfrakturen.

Frage 6

Welches ist die häufigste Form der glenohumeralen Gelenkluxation?

- A die vordere Luxation
- B die hintere Luxation
- C die untere Luxation
- D eine multidirektionale Luxation
- E eine angeborene Luxation

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 7

Nur eine der folgenden Aussagen zu den Frakturen der kindlichen Klavikula ist richtig. Welche?

- A Frakturen der kindlichen Klavikula betreffen meistens das laterale Drittel.
- B Meistens muss eine operative Therapie durchgeführt werden.
- C Frakturen der kindlichen Klavikula werden bei konservativer Therapie 6 Wochen im Gilchrist-Verband ruhiggestellt.
- D Bei Verkürzungen > 2 cm sollten Frakturen der kindlichen Klavikula operativ therapiert werden.
- E Bei Kleinkindern sind Frakturen der kindlichen Klavikula sehr selten.

Frage 8

Bei Luxationen des Radiusköpfchens (Pronatio dolorosa) ...

- A ist immer eine radiologische Bildgebung indiziert.
- B ist ein Rezidiv nach erfolgreicher Reposition sehr selten.
- C sollte nach erfolgreicher Reposition eine Ruhigstellung für 1 Woche erfolgen.
- D wird das Repositionsmanöver durch Streckung und Pronation durchgeführt.
- E sollte nach erfolglosem Repositionsmanöver ein Röntgenbild zum Ausschluss einer Fraktur angefertigt werden.

Frage 9

Wodurch sind transkondyläre Humerusfrakturen gekennzeichnet?

- A Transkondyläre Frakturen haben meistens keine Gelenkkomponente.
- B Betroffen ist in den meisten Fällen der Condylus ulnaris.
- C Bei einem Frakturspalt > 2 mm im Gelenk sollten transkondyläre Frakturen operativ therapiert werden.
- D Transkondyläre Frakturen haben ein hohes Potenzial zur Spontankorrektur.
- E Sie werden nach der Klassifikation nach von Laer unterteilt.

Frage 10

Eine der folgenden Aussagen zu epikondylären Frakturen des Humerus ist falsch. Welche?

- A Betroffen ist in den meisten Fällen der Epicondylus ulnaris.
- B Es handelt sich um extraartikuläre Frakturen.
- C Bei Dislokation > 5 mm sollten epikondyläre Frakturen operativ therapiert werden.
- D Epikondyläre Frakturen sind im nativen Röntgenbild sicher zu beurteilen.
- E Epikondyläre Frakturen treten häufig als Begleitverletzung bei Ellenbogenluxationen auf.