Stefan Studier-Fischer

Sektion für Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, BG Klinik
Ludwigshafen, Unfallchirurgische Klinik an der Universität Heidelberg, Ludwigshafen a. Rh., Deutschland

Oberarmschaftfrakturen im Wachstumsalter

Operativ versus konservativ

Humerusschaftfrakturen bei Kindern sind eine eher seltene Verletzungen. Sie betreffen dabei weniger als 1 % der Fälle und kommen häufiger im Alter unter 3 Jahren und dann wieder über 12 Jahren vor. Dabei ist sie aber in allen Altersstufen als die gutartigste Fraktur der großen Röhrenknochen zu betrachten [5]. Von 260 beanstandeten Behandlungen bei Frakturen und Luxationen bei Kindern vor Vollendung des 15. Lebensjahres, bearbeitet von der Schlichtungsstelle Hannover im Zeitraum von 2000 bis 2010, betrafen 173 (67 %) die obere Extremität. Davon wurden 110 als Fehlbehandlung anerkannt. War die Behandlung gelenknaher Verletzungen besonders fehlerbelastet, so hielt sich die Quote bei Ober- und Unterarmschaftfrakturen in Grenzen. Die Fehler-schwerpunkte waren hier unterlassene Röntgenaufnahmen beim Vorliegen eines adäquaten Traumas mit Frakturverdacht, ebenso nicht fachgerecht angefertigte Röntgenaufnahmen mit der Folge von unnötigen Schmerzen, verlängerter Funktionseinschränkung und unberechtigter Immobilisierung [2]. Die fehlende Konsolidierung an sich scheint keine Rolle zu spielen. Unter diesen Gesichtspunkten werden die Diagnostik und Behandlung von Oberarmschaftfrakturen bewertet. Humerusschaftfrakturen heilen konservativ nahezu immer aus. Allerdings ist unter der Entwicklung und Etablierung einer sicheren minimal-invasiven Operationstechnik ein Wechsel der Therapiestrategie zu erkennen [3].

Einteilung der Frakturformen

Für die Praxis genügt die Unterscheidung in stabile und instabile Frakturformen. Dabei kann eine Fraktur als stabil bezeichnet werden, wenn die Fragmente aufeinander stehen und höchstensfalls Achsknicke ohne Verkürzungen vorliegen. Instabile Formen finden sich bei vollständiger Dislokation und langen Schrägfrakturen oder mehrfragmentärer Trümmerzone besonders bei Verkürzungstendenz [9, 12].

Diagnostik

Anamnese und Unfallhergang sind wie immer bei der Traumabehandlung richtungsweisend. Die Erfassung der Sensibilität, Motorik und Durchblutung ist auf ein schmerzarmes Minimum zu reduzieren, umso akribischer sind aber erhobene Funktionsstörungen vor und nach der Manipulation zu dokumentieren. In allen Altersgruppen ist eine Röntgenuntersuchung in 2 Ebenen mit den angrenzenden Gelenken erforderlich [10]. Ist in der ersten Röntgenebene eine Fraktur sicher nachzuweisen, kann im Falle einer gestellten Operationsindikation die zweite im Operationssaal unter entsprechender Narkose nachgeholt werden [12]. Die sonographische Untersuchung erfordert in der Primärdiagnostik bei der Entscheidung, ob konservativ oder operativ behandelt wird, eine gewisse Erfahrung. In der Verlaufsbeurteilung hat die Sonographie einen höheren Stellenwert. Magnetresonanztomographische Untersuchungen und Computertomo-

graphie können nach unserer Meinung besonderen Fragestellungen z. B. für die Abklärung von unklaren Herden vorbehalten bleiben. Das Röntgen der Gegenseite halten wir bei Schaftfrakturen für obsolet.

Therapiegrundsätze

Nach unserer Ansicht dürfen bei der Behandlung keine zusätzlichen psychischen oder körperlichen Schäden gesetzt werden. Wird die Indikation zur Operation durch eine Ebene im Röntgen gestellt, so muss die zweite vor der Operation nicht erzwungen werden. Auch bei Kindern hat eine adäquate Schmerztherapie zu erfolgen. Bis zur definitiven Versorgung ist der frakturierte Arm ruhigzustellen, um Schmerzen oder sekundäre Nerven- oder Gefäßirritationen zu vermeiden bzw. den Patienten einer zügigen Versorgung zuzuführen. Im Falle einer Reposition sollte dies effizient und definitiv erfolgen; Nachrepositionen sind zu vermeiden. Eine Gipsanlage, evtl. sogar mit Keilung, ist im Schaftbereich des Humerus nicht geeignet.

Ruhigstellung bei konservativer Vorgehensweise

Zur konservativen Behandlung kann ein Gilchrist-Verband (vorkonfektioniert oder größenangepasst aus Tubegaseschlauch) angelegt werden. Die Verwendung von massiven, teilweise gegipsten Desault-Verbänden erscheint uns überholt. Die unnötig lange Ruhigstellung kann weder den

Abb. 1 ▲ Sarmientobraces: individuell angefertigt und an den Oberarm angepasst, kann nach Schwellungsrückgang im Durchmesser verkleinert werden

Kindern noch den Eltern zugemutet werden. Bei Kindern mit entsprechender Körpergröße kann ein Sarmientobraces (■ **Abb. 1**) zur Anwendung kommen. Hiermit kann funktionell behandelt werden. Radialisrevisionen im Schadensfall können, wenn keine Gefahr der Einklemmung in den Frakturspalt besteht, bei konservativer Versorgung postprimär, also nach Konsolidierung erfolgen. Wir empfehlen im Zweifelsfall aber eine interdisziplinäre Konsultation.

Indikation zur operativen Versorgung

Das Operationsziel ist die sichere und definitive stabile Versorgung dislozierter und instabiler Humerusschaftfrakturen. Dabei bieten sich minimalinvasiv ein-

Abb. 2 ◀ 12 Jahre alter, männlicher Patient. Humerusschaftspiralfaktur mit juveniler Knochenzyste als Zufallsbefund, elastische Federnagelung ascendierend eingebracht, unilateral über 2 separate Bohrungen

gebrachte elastische Nägel oder Fixateur externe an. Bei vorbestehendem Nervenschaden sollte der Nerv über einen kleinen direkten Zugang dargestellt werden. Ab dem 10. Lebensjahr besteht eine Operationsindikation. Völlig instabile Frakturen oder Mehrfragmentfrakturen – besonders mit Achsabweichung über 15 Grad oder Verkürzung – bedürfen in allen Altersstufen einer operativen Intervention. Auch wenn durch die Flexibilität der Schulter Rotation oder Achsabweichung kompensiert werden, führen Letztere zu nicht tolerablen, kosmetischen Störungen. Bei juvenilen Knochenzysten ist mit dem Federnagel bereits die Therapie erfolgt (■ **Abb. 2**). Frakturen von Kindern mit Polytrauma, ipsilateralen Frakturen oder Begleitfrakturen der unteren Extremität, bei Kindern die Unterarmgehstützen benötigen, sind zu stabilisieren [9, 13]. Bei offenen Frakturen und bei langen Spiralfrakturen, bei denen mittels Federnagelung keine ausreichende Stabilisierung erreicht werden kann, stellt der Fixateur externe die Alternative dar, wobei die Pinplatzierung unter Sicht erfolgen soll. Die Plattenosteosynthese stellt eher die Ausnahmeindikation dar [8].

Operationstechnik

Das biomechanische Prinzip basiert auf einer Dreipunktabstützung zweier gegenläufig in den Markraum eingebrachter flexibler Titannägel, die Mikrobewegungen erlauben und eine sichere Kallusbildung induzieren. Dabei wird der Arm komplett abgestrichen, die Anlage einer Blutsperre ist dabei nicht möglich. Der Röntgenschutz ist obligat, der Patient liegt in Rückenlage. Die Nägel werden entsprechend der Frakturhöhe und dem gewählten Zugang vorgebogen. Die Nagelstärke sollte ein Drittel des Markraumdurchmessers nicht überschreiten [8, 11]. Je nach System werden bestimmte Einbringinstrumente angeboten, nach Bedarf kann dies auch mit einem entsprechenden Jakobsfutter erfolgen.

Die Eintrittspunkte werden je nach Höhe des Bruches gewählt. Proximale Frakturen werden ascendierend versorgt, distale Frakturen descendierend. Bei unilateraler Einbringung ist der längere untere Nagel ggf. S-förmig zu biegen, der zweite C-förmig, um die sichere Aufspannung in der Frakturhöhe zu gewährleisten (■ **Abb. 3**). Bei unilateraler Einbringung sind die Eröffnungen am Knochen zu versetzen. Dabei ist insbesondere beim proximalen Nagel der

N. radialis zu schonen. Bei ascendierend bilateralem Zugang ist zusätzlich der N. ulnaris gefährdet (**Abb. 4**). Sofern die Nerven identifiziert werden können, ist deren Lage zum Implantat im Operationsbericht zu vermerken. Wir markieren vor dem Hautschnitt nach radiologischer Identifizierung die Fraktur, die Eintrittshöhe und die Wachstumsfugen mit einem sterilen Stift. Die Eröffnung des Knochens kann entweder mit einem Bohrer und dann mit dem Pfriem oder gleich mit dem Pfriem erfolgen. Abrutschen und Weichteilverletzungen sind durch sichere und kontrollierte Instrumentenführung zu vermeiden. Dabei ist beim Eindrehen der Vierkantpfriem über 90 Grad zu drehen, um eine Sprengung zu vermeiden, und bei Penetration durch die Kortikalis zu kippen, damit der Nagel frei in den Markraum eingebracht werden kann. Die Gegenkortikalis sollte nicht perforiert werden. Dabei sollte die Inzision so gewählt werden, dass sie vom Nageleintritt frakturfern geführt wird. Dies vermeidet, dass die Haut durch den Nagel während der Einbringung gequetscht wird. Wenn möglich, sollte die Nagelspitze unterhalb der Wachstumsfuge, insbesondere proximal zum Liegen kommen. Die Nägel sollen dabei nicht um sich selbst gewickelt werden. Das Implantat ist mit einem speziellen Abscherinstrument auf die passende Länge zu kürzen. Das einfache Abschneiden mit einem Seitenschneider produziert Kanten und Spitzen, die lokale Irritationen verursachen können. Dabei ist auf einen ausreichenden Überstand des Implantates zu achten, damit die einfache Entfernung möglich bleibt. Hierzu werden je nach Hersteller spezielle Einschlaginstrumente angeboten, die einen definierten Überstand gewährleisten. Das Versenken in den Markraum hat zu unterbleiben. Die Verwendung von speziellen Kappen – je nach verwendetem System – ist fakultativ. Die Inzision sollte so gewählt werden, dass die Haut nicht durch Nageldruck verletzt wird. Insbesondere bei der Implantatentfernung sollte der Schnitt so groß gewählt werden, dass begleitende Strukturen sicher identifiziert und geschützt werden können.

Bei höhergradig offenen Frakturen oder Trümmerbrüchen kann der Fixateur externe zu Anwendung kommen. Die

Pins sind dabei unter Sicht einzubringen, um Radialisschäden zu vermeiden. Die Plattenosteosynthese ist eher die Ausnahme und folgt den Prinzipien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese. Dabei sind wir auch bei Kindern sehr zurückhaltend, was die Implantatentfernung angeht. Dies wird auch in der Literatur so gesehen [6]. Bei Nägeln empfehlen wir die Implantatentfernung nach einem viertel Jahr. In keinem Fall sollte so lange gewartet werden, dass der Nagel durch noch eingetretenes Längenwachstum in den Markraum schlüpft. Dann muss geprüft werden, ob das Implantat nicht besser belassen wird.

Postoperative Verlaufskontrolle

Intraoperativ wird eine Röntgenkontrolle in 2 Ebenen angefertigt. Bei stabiler Versorgung kann eine Kontrolle nach 2 bis 3 Wochen erfolgen. Vor der Implantatentfernung und danach wird noch eine Röntgenkontrolle angefertigt. Hierbei muss aber nicht die gesamte Extremität abgebildet werden, sondern nur die betroffene Frakturzone [3]. Der maximale Röntgenschutz ist obligat, der Patient ist durch Abdeckung, Einblendung und gepulste Durchleuchtungstechnik vor Strahlung zu schützen. Jede radiologische Verlaufskontrolle sollte kritisch hinterfragt werden, dabei ist zu prüfen, ob ggf. durch Sonographie das Röntgen ersetzt werden kann [4]. Von einer knöchernen Konsolidierung kann bei Kindern unter 5 Jahren nach 2 Wochen, zwischen 5 und 10 Jahren nach 3 bis 4 Wochen und bei über 10-Jährigen nach 4 bis 6 Wochen ausgegangen werden. Eine Bewegungsfreigabe kann bei elastischer Feder-nagelung sofort erfolgen, bei konservativer Behandlung nach Röntgen und bei schmerzfreier Palpation des Kallus. Die Sportfähigkeit in der Schule und die Freigabe für Kontaktsportarten sind in der Regel nach Konsolidierung nach weiteren 3 Wochen erreicht. Physiotherapie ist bei Kindern die Ausnahme [12].

Postoperative Komplikationen

Bei Kindern ist die Frakturheilung per se nicht das Problem. Kompartmentsyn-

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 4]:
18:S386–S390
DOI 10.1007/s10039-016-0116-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

S. Studier-Fischer Oberarmschaftfrakturen im Wachstumsalter. Operativ versus konservativ

Zusammenfassung

Die meisten Fälle von instabilen Humerusfrakturen bei Kindern können mit elastischen stabilen intramedullären Federnägeln behandelt werden. Die Grenzen des Verfahrens sind zu beachten. In Fällen von Mehrfragmentfrakturen oder bei offenen Frakturen kann es erforderlich werden, einen Fixateur externe zu verwenden. Plattenosteosynthesen sind Ausnahmeindikationen vorbehalten. In Fällen von Nervenirritationen sind die Befunde zu erfassen und in bestimmten Fällen zu revidieren oder einer Einrichtung mit entsprechender Erfahrung zuzuführen.

Schlüsselwörter

Humerusschaftfrakturen · Fixateur externe · Intramedulläre Nagelung · Implantat · Nervenläsionen

Humeral fractures in the growth phase. Operative versus conservative

Abstract

Most cases of unstable humeral fractures in children can be treated by elastic stable intramedullary nailing (ESIN); however, it is essential to realize the limitations of this procedure. Good indications are transverse or short oblique fractures. In the case of multifragment or open fractures it could be necessary to use external fixation. Plate osteosynthesis is indicated in exceptional circumstances. In cases of nerve irritation the findings have to be recorded in the patients file and in certain cases should be treated or referred to institutions with the necessary experience.

Keywords

Humeral fractures · External fixators · Nerve lesions · Implants · Intramedullary nailing

drome sind bei Kindern am Oberarm eher selten. Achsabweichungen über 10 bis 15 Grad oder sichtbare Fehlstellungen sind zu beheben. Wiederholte Repositionsmanöver sind zu unterlassen. Im Falle einer Fixateurbehandlung besteht durch den nachvollziehbaren Wunsch der frühen Implantatentfernung

Abb. 3 ▲ 13 Jahre alte, weibliche Patientin. Proximale Humerusschaftfraktur, Unfallbilder, erste postoperative Kontrolle und Kontrolle vor Implantatentfernung nach 2 Monaten, unilateral-radiale, retrograde, elastische Federnagelung. **a** Oberarm in 2 Ebenen, Unfallbilder, **b** intraoperative Durchleuchtung, **c** Röntgen vor Implantatentfernung

Abb. 4 ▲ 10 Jahre alter, männlicher Patient. Humerusschaftfraktur, ascendierende Nagelung mit elastischen Federnägeln, Ausheilung nach 4 Monaten vor Implantatentfernung. **a** Oberarm in 2 Ebenen, Unfallbilder, **b** erste postoperative Kontrolle, **c** Röntgen vor Implantatentfernung

die Gefahr einer nicht ausreichenden Durchbauung und Refraktur. Die Behandlung des Nervenschadens wird nicht einheitlich bewertet. Im Jahr 1921 hat Schläpfer [7] festgestellt, dass bei primärer partieller Nervenläsion kein sofortiges Eingreifen erforderlich ist. Komplette Nervenschädigungen seien zu revidieren.

Die primäre Radialisparese stellt heute keine sofortige Indikation zur Nervenfreilegung dar, wenn es sich um einfache Querfrakturen handelt. Bei schrägem Frakturverlauf mit Aufspannung oder möglicher Einklemmung des N. radialis in die Fraktur kann dies jedoch sinnvoll sein [8].

Aktuell besteht die Überzeugung, dass gerade geschlossene Verfahren einschließlich der Anlage von Fixateur externe die Gefahr bergen, den N. radialis zu torquieren oder ggf. zu destruieren. Dies muss bei der Verfahrenswahl und Risikoaufklärung mit berücksichtigt werden. Zum Fehler wird die Radialisläsion erst

dann, wenn sie trotz eindeutiger Hinweise negiert wird und eine Aufklärung des Patienten sowie adäquate Diagnostik und Therapie unterbleiben. Im Zweifelsfall ist der Patient zu informieren und einer spezialisierten Einrichtung zuzuführen. Die interdisziplinäre Diagnostik und ggf. gemeinsame Revisionsoperationen geben allen Beteiligten Gewissheit [1].

Fazit für die Praxis

- Instabile Frakturen sind mit Federnägeln zu stabilisieren, insbesondere bei Kindern über 10 Jahren besteht eine klare Operationsindikation.
- Die Versorgung mit elastischen Nägeln ist bei Humerusschaftfrakturen als Goldstandard zu betrachten.
- Die Nägel sollen ausreichend überstehen, um eine komplikationsfreie Implantatentfernung zu ermöglichen. Bei Fixateurbehandlung sollte eine sichere Frakturheilung abgewartet werden.
- Geringe Längendifferenzen spielen keine Rolle und Ad-latus-Verschiebungen bis Schaftbreite können akzeptiert werden. Hier bleibt kritisch anzumerken, dass solche Frakturen oder Frakturen mit Verkürzung in der Regel nicht als stabil einzuschätzen sind.
- Achsknicke über 10 bis 15 Grad sollten nicht toleriert werden. Dabei wird eine Varusverbiegung besser als eine Valgusverbiegung ausgeglichen.
- Nervenläsionen sind einer interdisziplinären Diagnostik und Therapie zuzuführen.
- Ist eine Narkose zur Reposition erforderlich, sollte operativ stabilisiert werden. Nachrepositionen sind zu vermeiden.
- Lokale Hautirritationen bei Nagel-
druck im Rahmen der Operation und im Falle einer Nagelwanderung sind zu beachten.

Korrespondenzadresse

Dr. S. Studier-Fischer
Sektion für Schulter- und
Ellenbogenchirurgie, Klinik
für Unfallchirurgie und
Orthopädie,
BG Klinik Ludwigshafen,
Unfallchirurgische Klinik an
der Universität Heidelberg
Ludwig-Guttman-Straße 13
67071 Ludwigshafen a. Rh.
stefan.studier-fischer@
bgu-ludwigshafen.de

12. von Laer L (1996) Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter, 3. neubearbeitete Aufl. Thieme, Stuttgart
13. Weise K (2004) Kindliche Frakturen. Trauma Berufskrankh 6:308–313

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. Studier-Fischer gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Böttcher R (2015) Iatrogene Nervenverletzung der oberen Extremität. Obere Extremität 10:144–149
2. Festge OA, Vinz H, Neu J (2012) Behandlungsfehler bei Armfrakturen im Kindesalter – Erfahrungen der Schlichtungsstelle. Trauma Berufskrankh Springer 14(Suppl 3):388–391
3. Jubel A, Andermahr J, Isenberg J, Schifer G, Prokop A, Rehm KE (2004) Erfahrungen mit der elastisch stabilen intramedullären Nagelung (ESIN) diaphysärer Frakturen im Kindesalter. Orthopäde 33:928–935
4. Kraus R, Meyer C, Heiss C, Stahl J-P, Schnettler R (2007) Intraoperative Durchleuchtungszeiten bei elastisch stabiler intramedullärer Nagelung (ESIN) im Wachstumsalter. Unfallchirurg 110:28–32
5. Machan F-G, Vinz H (1992) Die Oberarmschaftfraktur im Kindesalter. Unfallchirurgie 19(3):166–174
6. Müller-Färber J (2003) Die Metallentfernung in der Unfallchirurgie. Unfallchirurg 106:653–670
7. Schläpfer K (1921) Die Oberarmknochenbrüche in der Züricher chirurgischen Klinik in den letzten 20 Jahren (1899–1919). Arch Orthop Unfallchir XX:136–212
8. Schmittenbecher PP, Menzel C (2011) Frakturen im Kindesalter. In: Weigel B, Nerlich M (Hrsg) Praxisbuch Unfallchirurgie. Springer-Verlag, Berlin, S 774–825
9. Slongo TF (2008) Antero- und retrograde elastisch-stabile Markraumschienung (ESIN) bei Humerusfrakturen im Kindesalter. Oper Orthop (Traumatol) 20:373–386
10. Uhl M, Geiger J, Strohm PC (2011) Skeletttraumaologie im Kindesalter. Radiologe 51:719–736
11. Veigel B, Kraus R, Illian C, Rixen D (2012) Elastisch stabile intramedulläre Nagelung. Trauma Berufskrankh 14:284–291