

Klassifikation von Frakturen im Wachstumsalter

■ Ralf Kraus

Zusammenfassung

Die korrekte, eindeutige und reproduzierbare Bezeichnung einer knöchernen Verletzung bedarf eines zuverlässigen Klassifikationssystems. Dieses sollte eine hohe Verlässlichkeit (Reliabilität) bei der Anwendung durch unterschiedliche Untersucher und auch bei Mehrfachanwendung durch den gleichen Untersucher aufweisen. Welche Klassifikation sinnvollerweise zur Anwendung kommt, hängt u. a. vom Zweck (klinischer Alltag, Lehre, wissenschaftliche Untersuchung) ab. Eine Klassifikation für Frakturen im Wachstumsalter muss berücksichtigen, dass Knochenbrüche bei Kindern und Jugendlichen andere Formen und Spezifitäten aufweisen als im Erwachsenenalter. Frakturen im Wachstumsalter sind stereotyp und in ihrer Ausprägung nicht in erster Linie vom Verletzungsmechanismus, sondern vielmehr vom Reifezustand des Skeletts abhängig. Es existiert eine Vielzahl von Frakturklassifikationen, die sich mit bestimmten Regionen im Skelett (suprakondyläre Humerusfrakturen, Radiushalsfrakturen, Scaphoidfrakturen etc.) oder bestimmten wachstumsspezifischen Frakturtypen (z. B. Wachstumsfugenverletzungen) beschäftigen. Darüber hinaus haben sich 2 Systeme zur umfassenden Klassifikation von Frakturen der langen Röhrenknochen etabliert (PCCF, Li-La).

Classification of Paediatric Fractures

The correct, unambiguous and reproducible designation of a fracture needs a reliable classification system. This should have a high reliability after application by different users as well as after multiple applications by the same user. The choice of classification for practical use may differ with the aim of application (everyday clinical use, education, scientific trials). A classification of paediatric fractures has to respect the fact that fractures in children and adolescents have different types and specifications compared to adult fractures. Fractures in the growth age are stereotypical and their shape does not depend on the injury mechanism in the first line but much more on the state of maturity of the skeleton. There are multiple fracture classifications for several regions of the skeleton (supracondylar humeral fractures, radial neck fractures, scaphoid fractures etc.) or several growth-specific injuries (e.g. physeal fractures). Furthermore, two comprehensive systems for the classification of paediatric long-bone fractures were established recently (PCCF, Li-La).

Einleitung

Frakturklassifikationen dienen der eindeutigen Erfassung und Bezeichnung einer knöchernen Verletzung. Diese ist

notwendig, um mehrere Grundlagen wissenschaftlicher Medizin in der Traumatologie sicherzustellen. Erstens unterstützt die korrekte Klassifikation einer Fraktur die Kommunikation zwischen den behandelnden Medizinern und beugt Missverständnissen bei der „Übergabe“ eines Patienten an weiterbehandelnde Kollegen vor. Zweitens beinhaltet das Zuordnen eines Knochenbruchs zu einer

bestimmten Klassifikation Hinweise auf das sich aus der Frakturmorphologie, der Lokalisation und dem Dislokationsgrad ergebende therapeutische Regime. Drittens kann eine Frakturklassifikation prognostische Hinweise einerseits auf drohende Komplikationen und bleibende Defizite, andererseits auf eine mögliche Restitutio ad integrum enthalten. Und 4. ist eine Frakturklassifikation ein wichtiger Bestandteil im Rahmen wissenschaftlicher Studien, die sich mit den Grundlagen der Knochenbruchheilung, mit neuen Osteosynthesetechniken oder -materialien beschäftigen.

Die Qualität einer Frakturklassifikation wird objektiv nach ihrer Inter- und Intraobserver-Reliabilität bemessen [2]. Die Reliabilität bezeichnet dabei die Zuverlässigkeit, mit der dieselbe Fraktur entweder von verschiedenen Anwendern oder von einem einzelnen Anwender mehrfach im zeitlichen Verlauf identisch klassifiziert wird. Eine hohe Reliabilität ist dabei unbedingte Voraussetzung für den Einsatz einer Klassifikation im wissenschaftlichen Zusammenhang exakter Studien. Sie ist natürlich auch für deren klinischen Gebrauch in der Therapiefestlegung, Prognosestellung oder Kommunikation wichtig. Hier haben jedoch auch andere Faktoren ihren Einfluss, wie Bekanntheitsgrad, Verbreitung, persönliche Erfahrung und Vorlieben. Aus diesem Grund spielen gerade für häufige Frakturen therapeutisch orientierte und oft mit dem Eigennamen des Erstbeschreibers verbundene Klassifikationen im klinischen Alltag eine größere Rolle als umfassende, wissenschaftlich ausgefeilte und evaluierte Klassifikationssysteme [3].

Für klinische und wissenschaftliche Zwecke kann die Klassifikation ein und derselben Fraktur nach unterschiedlichen Systemen sinnvoll sein.

Klassifikationen, die Frakturen im Wachstumsalter beschreiben wollen, müssen

Tab. 1 Typische Frakturformen im Wachstumsalter. Die häufigste Frakturlokalisation im wachsenden langen Röhrenknochen ist metaphysär: 65%. Diaphysäre Frakturen machen 25%, epiphysäre, gelenkbeteiligende Frakturen nur 10% aus (nach [4]).

Bezeichnung	Lokalisation	Charakteristik	Stabilität	Besonderes
komplette Fraktur	diaphysär, metaphysär	vollständige Durchtrennung des Knochens mit oder ohne Dislokation	Stabilität abhängig von Frakturmorphologie und Dislokationsgrad	
Grünholzfraktur	90% diaphysär, 10% metaphysär	Biegungsbruch einer erhaltenen (Konkavseite) und einer klaffenden Kortikalis (Konvexeite)		ungleiche Konsolidation, hohe Refrakturrate
Stauchungsfraktur	fast ausschließlich metaphysär	eine Kortikalis ist eingestaucht, die gegenüberliegende konkav zur Einstauchung hin gebogen	stabil	
Wulstfraktur	fast ausschließlich metaphysär	ähnlich wie Stauchungsfraktur, eine Seite ist wulstförmig aufgeworfen, die gegenüberliegende oft gar nicht verändert	stabil	Patienten oft jünger als bei Stauchungsfraktur
Wachstumsfugenlösung (Syn.: Epiphysenfugenlösung, Fugenschafffraktur)	metaphysär	Zerreißen der Wachstumsfuge mit oder ohne metaphysären Keil durch Scherkräfte	Stabilität abhängig vom Dislokationsgrad	erhöhte Gefahr von Wachstumsstörungen
Epiphysenfraktur (Syn.: Fugengelenkfraktur)	epiphysär (ggf. mit metaphysärem Anteil)	wachstumsfugenkreuzende und gelenkbeteiligende Fraktur	Stabilität in Abhängigkeit vom Dislokationsgrad	hohes Risiko von Wachstumsstörungen
Übergangsfraktur	epiphysär (ggf. mit metaphysärem Anteil)	gelenkbeteiligende Fraktur bei begunnenem Verschluss der Wachstumsfuge	Stabilität in Abhängigkeit vom Dislokationsgrad	kein Risiko von Wachstumsstörungen

gegenüber Erwachsenenklassifikationen eine Vielzahl von Faktoren berücksichtigen, die sich aus den sich verändernden Eigenschaften des unreifen Knochens, speziellen Frakturformen und epidemiologischen Besonderheiten ergeben. Das Übertragen einer Klassifikation, die Verletzungen des reifen, erwachsenen Knochens beschreibt, auf Frakturen des Kindes- und Jugendalters ist daher aufgrund verschiedener Gegebenheiten nicht statthaft [5].

Während im Erwachsenenalter Hochrasanztraumata eine große Rolle spielen (Verkehrsunfälle, Stürze aus großer Höhe) und im höheren Lebensalter Veränderungen der Knochensubstanz (Osteopenie, Osteoporose) die Frakturstellung begünstigen, ziehen sich Kinder mit in der Regel gesundem Skelettsystem Frakturen im Rahmen niedrigenergetischer Traumata (Sturz aus dem Stehen oder Gehen, beim Spiel, beim Sport) zu. Die Verletzungsform ist dabei weniger vom Verletzungsmechanismus als vom Reifezustand des Skeletts abhängig und ändert sich somit mit dem Alter des Patienten. Man spricht von der Nosomorphose. Intraartikuläre Frakturen sind im Wachstumsalter deutlich seltener als nach Wachstumsabschluss. Außerdem sind im Kindes- und Jugendalter Frakturformen typisch, die bei Erwachsenen

überhaupt nicht vorkommen. Dies sind natürlich alle Frakturen, die die noch offene Wachstumsfuge involvieren, aber auch die vorwiegend diaphysäre Grünholzfraktur mit ihren besonderen prognostischen Implikationen. Frakturen im Wachstumsalter sind stereotyp und bieten zuverlässig immer wieder die gleichen morphologischen Kennzeichen (Tab. 1). Der Kindertraumatologe muss diese immer wiederkehrenden Frakturformen und ihre Abhängigkeiten insbesondere vom Alter des verletzten Kindes kennen [6]. Dann ist er auch in der Lage, sie ohne exzessive Schnittbilddiagnostik zu erkennen. Daher ist das Arbeitspferd in der Diagnostik von Frakturen im Wachstumsalter nach wie vor das konventionelle Röntgenbild.

Nomenklatur

Voraussetzung zur korrekten Klassifizierung einer knöchernen Verletzung ist eine korrekte Identifikation und Beschreibung der verletzten Knochenregion, der Frakturmorphologie und des Dislokationsgrads anhand des primären Röntgenbilds.

Die korrekte Bezeichnung der unterschiedlichen Regionen eines wachsenden Knochens lassen sich idealtypisch am Beispiel eines langen Röhrenkno-

chens erklären. Die Epiphyse ist der gelenktragende Anteil des Knochens an dessen proximalem und distalem Ende. Die einzige Ausnahme von dieser Regel bildet die proximale Ulna. Dort ist die Metaphyse der Gelenkträger. Der Epiphyse folgt zum Knochenzentrum hin die Metaphyse. Beide sind getrennt durch die Wachstumsfuge. Diese wird auch oft als Epiphysenfuge bezeichnet. Dies führt nach allgemeiner kindertraumatologischer Erfahrung nicht selten zu Verwechslungen zwischen Epiphyse und Epiphysenfuge, weswegen im Deutschen der Bezeichnung Wachstumsfuge der Vorzug gegeben werden sollte. Zwischen den beiden Metaphysen eines langen Röhrenknochens liegt letztendlich die Diaphyse, der eigentliche Knochenstoff. Es gibt verschiedene geometrische Methoden, um die Grenzen zwischen Metaphyse und Diaphyse festzulegen. Am Röntgenbild ist diese meist daran zu erkennen, dass sich die kräftige, kaliberstarke Kortikalis der Diaphyse plötzlich verjüngt und metaphysär bis zur Wachstumsfuge nur noch als schmaler Strich dargestellt wird (Abb. 1).

In der Nomenklatur der unfallbedingten Verschiebung eines Knochenfragments ist es von Wichtigkeit, im Hinblick auf die notwendige Therapie und die sekundäre Dislokationsgefahr zwischen völlig



Abb. 1 Bezeichnung der Anteile eines langen Röhrenknochens am Beispiel einer unverletzten Tibia (11-jähriger Junge). Die Abfolge Metaphyse, Wachstumsfuge, Epiphyse von zentral nach peripher wiederholt sich am distalen Knochenende.

dislozierten Frakturen einerseits und nur abgekippten Frakturen andererseits zu unterscheiden (**Abb. 2**). Bei völlig dislozierten Frakturen ist in der Regel eine Reposition mit anschließender Redression notwendig, während nur abgekippte Frakturen in Abhängigkeit von Alter, Lokalisation und Abkippsgrad unter Umständen allein durch Ruhigstellung behandelt werden dürfen. Die Abkipprichtung einer Fraktur wird in der Frontalebene (a.–p. Röntgenbild) mit Varus oder Valgus (O oder X) und in der Sagittalebene (seitliche Projektion) mit Antekurvation (Winkelspitze weist nach ventral) oder Retrokurvation (Winkelspitze weist nach dorsal) beschrieben. Außerdem liegen häufig Seit-zu-Seit-Verchiebungen (ad latus) oder Verkürzungen vor. Rotationsabweichungen können am Röntgenbild allenfalls qualitativ angenommen, nicht aber quantitativ vermessen werden. Dies ist der klinischen Prüfung oder dem Schnittbildverfahren vorbehalten.

Spezielle Frakturklassifikationen des Kindes- und Jugendalters

Die folgende Aufzählung der speziellen Frakturklassifikationen im Wachstumsalter kann keinen Anspruch auf Vollstän-

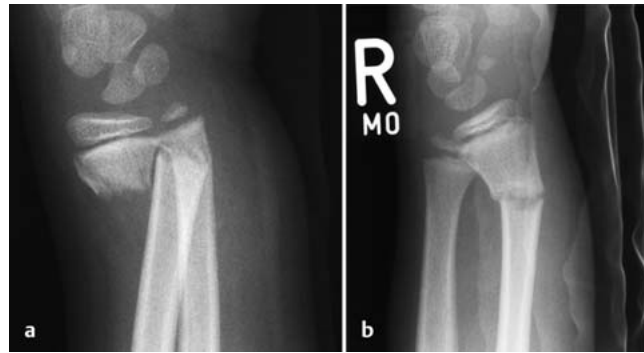


Abb. 2 a und b Achtjähriger Junge mit beidseitigen distal metaphysären Radiusfrakturen. **a** vollständig disloziert, **b** abgekippt (Fehlstellung: ca. 20° Antekurvation).

Tab. 2 Klassifikation von Wachstumsfugenverletzungen nach Aitken [1] und Salter/Harris [8]. Beide sind sehr gebräuchlich. Die Klassifikation nach Salter/Harris differenziert die Wachstumsfugenlösungen schärfer. Die später eingeführten Erweiterungen sind nicht unumstritten.

Aitken 1952	Salter/Harris 1963
Typ I Wachstumsfugenlösung mit oder ohne metaphysären Keil	Typ I reine Wachstumsfugenlösung
Typ II Epiphysenfraktur ohne metaphysären Anteil	Typ II Wachstumsfugenlösung mit metaphysärem Keil
Typ III Epiphysenfraktur mit metaphysärem Anteil	Typ III Epiphysenfraktur ohne metaphysären Anteil
	Typ IV Epiphysenfraktur mit metaphysärem Anteil
	Später hinzugefügt:
	Typ V Kontusion der Wachstumsfuge („Crush“)
	Typ VI offene Fraktur mit Abscherung peripherer Fugenanteile

digkeit erheben. Sie beinhaltet verbreitete und häufig angewendete Klassifikationssysteme und ist durch die Erfahrungen und Vorlieben des Autors geprägt. Eine Vielzahl weiterer Klassifikationen ist bekannt und kommt andernorts sicher zu berechtigter Anwendung.

Wachstumsfugenverletzungen

Die sicherlich im klinischen Alltag am häufigsten angewendeten Frakturklassifikationen für Verletzungen im Wachstumsalter sind die nach Aitken [1] und Salter/Harris [8]. Sie beschreiben Frakturen unter Beteiligung der Wachstumsfuge. Beide Klassifikationen beinhalten dabei die metaphysären Wachstumsfugenlösungen (Aitken I, Salter/Harris I und II) und epiphysäre, fugenkreuzende, intraartikuläre Frakturen (Aitken II und III, Salter/Harris III und IV, **Tab. 2**). Diese Klassifikationen sind so gut eingeführt, dass jeder Kindertraumatologe durch Angabe der Salter-/Harris- oder Aitken-Klassifikation und der Lokalisation im Skelett ein recht exaktes Bild der Fraktur in Gedanken erzeugen kann. Im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Unter-

suchungen hat die Anwendung dieser Klassifikationen oft die Schwäche, dass Wachstumsfugenlösungen und epiphysäre Frakturen trotz unterschiedlicher Eigenschaften und Wachstumsprognosen gemeinsam betrachtet und verquickt werden. Es wird nicht hinreichend gewürdigt, dass die Wachstumsfugenlösungen im Wesentlichen den metaphysären nicht proliferierenden Anteil der Fuge betreffen, die Epiphysenfrakturen aber den epiphysären Anteil, das Stratum germinativum kreuzen und hinsichtlich der Wachstumsprognose anders beurteilt werden sollten.

Die im Nachhinein eingeführte Wachstumsfugenverletzung Salter/Harris V, der „Crush“, entbehrt bisher der wissenschaftlichen Untermauerung. Mit Salter/Harris VI wird in der Literatur mittlerweile eine offene, tangential Verletzung des perichondralen Fugenrings z. B. durch einen Rasenmäher bezeichnet. Eine solche Erweiterung einer kindertraumatologischen Frakturklassifikation erscheint nur beschränkt sinnvoll, da hier der Bereich der typischen mit dem Wachstumsalter vergesellschafteten Frakturfor-

Tab. 3 Gegenüberstellung verschiedener Klassifikationen der suprakondylären Humerusfraktur im Wachstumsalter.

	Gartland 1959	Baumann 1965	von Laer 1997
Grad/Typ 1	unverschoben	unverschoben	undisloziert
Grad/Typ 2	Dislokation mit dorsal stehender Kortikalis	disloziert, Fragmentkontakt	Dislokation in 1 Ebene
Grad/Typ 3	vollständige Dislokation	kein Fragmentkontakt	Dislokation in 2 Ebenen
Grad/Typ 4			Dislokation in 3 Ebenen

Tab. 4 Häufig genutzte kindspezifische Frakturklassifikationen zu unterschiedlichen umschriebenen Frakturlokalisationen.

Fraktur/Luxation	Eigenname	Spezifikationen
Radiuskopfluxationen (Monteggia)	Bado 1967	Typ I–IV in Abhängigkeit von der Dislokationsrichtung
Radiushalsfrakturen	Judet 1962	Typ I–V in Abhängigkeit vom Grad der Abkipfung
Radiushalsfrakturen	Metaizeau 1980	Typ I–IV in Abhängigkeit vom Grad der Abkipfung
Galeazzi-Verletzungen	Letts und Rowhani 1993	Typ A–D in Abhängigkeit von Frakturtyp und -lokalisation des Radius
Beckenfrakturen	Key, Cornwell, Kane 1975	Typ I–IV Frakturen ohne, mit einfacher oder mit doppelter Unterbrechung des Beckenrings, Azetabulumfrakturen
Beckenfrakturen	Torode und Ziegler 1985	Typ 1–4 Avulsionen, Beckenschauelfrakturen, Beckenringfrakturen, Frakturen mit isoliertem Fragment
Beckenfrakturen	Großer, von Laer 2007	Frakturen ohne bzw. mit möglichen gravierenden Spätfolgen wie Instabilität oder Wachstumsstörungen
Randleistenfrakturen der Wirbelkörper	Epstein 1989	ventrale und dorsale Randleistenfrakturen, letztere Typ 1–4 in Abhängigkeit vom Ausmaß der Randleistenlösung
proximale Femurfrakturen	Delbet und Colonna 1929	Typ I–IV transepiphysär, transzervikal, zervikobasal, intertrochantär
Eminentia intercondylaris tibiae	Meyers und McKeefer 1959	Typ I–III in Abhängigkeit vom Dislokationsgrad
Kalkaneusfrakturen	Wiley und Profitt 1984	Typ I und II, extra- und intraartikulär mit Untergruppen in Abhängigkeit von der Frakturmorphologie

men verlassen wird. Dazu muss festgehalten werden, dass bei Hochrasanztraumata oder offenen und penetrierenden Verletzungsmechanismen natürlich auch im Kindes- und Jugendalter grundsätzlich jede Frakturform vorstellbar ist. Von einer in der Physiologie des wachsenden Knochens begründeten Frakturform und -prognose kann dann aber nicht mehr die Rede sein.

Suprakondyläre Humerusfraktur

Regelmäßig zur Anwendung kommen auch Klassifikationen zur Einteilung suprakondylärer Oberarmfrakturen des Kindesalters. Am gebräuchlichsten sind

die nach Gartland, Baumann und von Laer. Alle 3 orientieren sich am Dislokationsgrad des gelenktragenden Fragments (**Tab. 3**). Insbesondere die Klassifikation nach von Laer, die in der entsprechenden Leitlinie der AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) zur Nutzung empfohlen wird, beinhaltet einen zentralen therapeutischen Hinweis: Frakturen der Typen I und II werden in der Regel konservativ, Frakturen der Typen III und IV in der Regel operativ behandelt.

Andere lokale Frakturklassifikationen

In vielen Fällen werden Frakturen im Wachstumsalter deskriptiv anhand von Lokalisation und Frakturform beschrieben. Beispielhaft gilt dies für die Diaphysen der langen Röhrenknochen, wo nach morphologischen Gesichtspunkten Quer-, Schräg-, Spiral- und Mehrfragmentfrakturen unterschieden werden. Eine Besonderheit bildet in diesem Zusammenhang die klassische Grünholzfraktur des Unterarmschafts. In anderen Fällen werden regelmäßig Klassifikationen der Erwachsenentraumatologie auf Frakturen bei Kindern und Jugendlichen angewandt wie z.B. am Azetabulum (Klassifikation nach Letournel und Judet), an der Wirbelsäule (Klassifikation nach Magerl) oder an der Handwurzel (Mayo-Klassifikation). In diesen Fällen macht man sich den jeweils enthaltenen starken Bezug der Klassifikationen zur Therapieindikation zunutze.

Für einige weitere Frakturen und Luxationen gibt es darüber hinaus eine Vielzahl von Klassifikationen, die kindbezogene Kriterien beinhalten bzw. speziell für die Beschreibung kindspezifischer Verletzungen entwickelt wurden. **Tab. 4** zeigt einige dieser Klassifikationen ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Umfassende Frakturklassifikationen im Wachstumsalter

In Anlehnung an die AO-Klassifikation für Frakturen im Erwachsenenalter wurden in den letzten Jahren 2 kindertraumatologische Frakturklassifikationen eingeführt, die sich mit der Einordnung von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter beschäftigen. Es handelt sich um die „AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures“ (PCCF) [10] und die „Li-La-Klassifikation für Frakturen der langen Röhrenknochen“ im Wachstumsalter [7,9] (Li-La: Licht und Lachen für kranke Kinder – Effizienz in der Medizin e.V., www.Li-La.org). Beide haben gemeinsame Wurzeln, was sich in einer ähnlichen Lokalisationskodierung widerspiegelt.

PCCF

Die PCCF nutzt ein 6-stelliges Codierungssystem, dessen erste 3 Stellen die Lokalisation und die letzten 3 Stellen die Frakturmorphologie beschreiben. Die 1. Ziffer bezeichnet die verletzte Region (1 Oberarm, 2 Unterarm, 3 Oberschenkel, 4 Unterschenkel), die 2. das Segment

a Schaftfrakturen

1.1-3.s.1-5.0-2.

1. Epiphysenlösung ohne und mit metaphysärem Keil (Salter I und II)
2. metaphysäre Stauchungs- und metaphysäre Grünholz-Fx/ diaphysäre Grünholzfrakturen
3. Quer-, Schräg- und Torsions-Fx
4. Mehrfragment-Fx
5. andere

2.1-3.s.1-5.0-2.

1. Epiphysenlösung ohne und mit metaphysärem Keil (Salter I und II)
2. metaphysäre Stauchungs- und metaphysäre Grünholz-Fx/ diaphysäre Grünholzfrakturen
3. Quer-, Schräg- und Torsions-Fx
4. Mehrfragment-Fx
5. andere

3.1-3.s.1-5.0-2.

1. Epiphysenlösung ohne und mit metaphysärem Keil (Salter I und II)
2. metaphysäre Stauchungs- und metaphysäre Grünholz-Fx/ diaphysäre Grünholzfrakturen
3. Quer-, Schräg- und Torsions-Fx
4. Mehrfragment-Fx
5. andere

4.1-3.s.1-5.0-2.

1. Epiphysenlösung ohne und mit metaphysärem Keil (Salter I und II)
2. metaphysäre Stauchungs- und metaphysäre Grünholz-Fx/ diaphysäre Grünholzfrakturen
3. Quer-, Schräg- und Torsions-Fx
4. Mehrfragment-Fx
5. andere

b Gelenkfrakturen

proximaler Humerus

1.1.a.5.0-2.: andere
praktisch keine Gelenkfrakturen, Flakes, Tuberkulumausrisse etc. werden unter „andere“ (= 5) subsumiert

1.3.a.1-5.0-2.

1. Condylus-radialis-Fx
2. Y-Fx
3. Condylus-ulnaris-Fx
4. / (leer)
5. andere

proximaler Radius

2.1.a.5.0-2.: andere
praktisch keine Gelenkfrakturen, Übergangs-Fx, Meißel etc. beim Jugendlichen werden unter „andere“ (= 5) subsumiert

2.1.a.5.0-2.U: andere
kaum Gelenk-Fx, artikuläre Olekranon-Fx und Fx des Processus coronoideus werden unter „andere“ (= 5) subsumiert

distaler Radius

2.3.a.5.0-2.: andere
praktisch keine Gelenkfrakturen, Übergangs-Fx etc. werden unter „andere“ (= 5) subsumiert

proximales Femur

3.1.a.5.0-2.: andere
praktisch keine Gelenkfrakturen, Flakes etc. werden unter „andere“ (= 5) subsumiert

3.3.a.1-5.0-2.

1. epiphysäre (Salter III) Fx bei offenen Fugen
2. epimetaphysäre (Salter IV) Fx bei offenen Fugen
3. epiphysäre (twoplane) Fx bei beg. Fugenschluss
4. epimetaphysäre (triplane) Fx bei beg. Fugenschluss
5. andere

4.1.a.1-5.0-2.

1. epiphysäre (Salter III) Fx bei offenen Fugen
2. epimetaphysäre (Salter IV) Fx bei offenen Fugen
3. epiphysäre (twoplane) Fx bei beg. Fugenschluss
4. epimetaphysäre (triplane) Fx bei beg. Fugenschluss
5. andere

4.3.a.1-5.0-2.

1. epiphysäre (Salter III) Fx bei offenen Fugen
2. epimetaphysäre (Salter IV) Fx bei offenen Fugen
3. epiphysäre (twoplane) Fx bei beg. Fugenschluss
4. epimetaphysäre (triplane) Fx bei beg. Fugenschluss
5. andere

Abb. 3a und b Li-La-Klassifikation für Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter.



Abb. 4 a und b
Dislozierte suprakondyläre Humerusfraktur, 10-jähriges Mädchen. Klassifikation: Gartland III, Baumann III, von Laer IV, Li-La: 1.3.s.3.2, PCCF: 13-M/3.1 IV.



Abb. 5 a und b
Wulstfraktur distaler Radius, 9-jähriges Mädchen. Klassifikation: Li-La 2.3.s.2.0, PCCF: 23 r-M/2.1.



Abb. 6 a und b
Avulsionsfraktur der Eminentia intercondylarica (knöcherner Kreuzbandauriss), 13-jähriger Junge. Klassifikation: Meyers/McKeefer III, Li-La: 4.1.a.5.2, PCCF: 41 t-E/7.1.

des verletzten Knochens (1 proximal, 2 Schaft, 3 distal). Danach folgt bei paarigen Knochen ein Buchstabe zur Bezeichnung des klassifizierten Knochens (R, U, T, F). An der 3. Stelle findet sich ein Buchstabe zur Identifikation der

Knochenregion (E Epiphyse, M Metaphyse, D Diaphyse). Der sog. Child-Code (1–10) an 4. Stelle bezeichnet den Frakturtyp in Abhängigkeit von der Knochenregion (E, M, D). Der Severity-Code an 5. Stelle unterscheidet mit Hinblick auf

die Stabilität einfache, Dreifragment- und Mehrfragmentfrakturen. Die 6. (optionale) Stelle (Exceptionell-Code) bezeichnet Ausnahmen bei knöchernen Bandarissen, Apophysen-, Übergangs-, supracondylären Humerus-, Radiuskopf- und Schenkelhalsfrakturen.

Li-La-Klassifikation

Auch die Li-La-Klassifikation besteht aus einem 6-stelligen System mit identischer 1. Stelle (1 Oberarm, 2 Unterarm, 3 Oberschenkel, 4 Unterschenkel). Die 2. Ziffer bezeichnet die Lokalisation im verletzten Knochen mit 1–3 (1 proximal, 2 Mitte, 3 distal). Die 3. Stelle unterscheidet zwischen allen gelenkbeteiligten Frakturen (A artikulär) und allen das Gelenk nicht beteiligenden Frakturen (S Schaft). Die 4. Stelle spezifiziert von 1–5 die Frakturmorphologie in Abhängigkeit von der Gelenkbeteiligung (A/S). Unter den Frakturen ohne Gelenkbeteiligung (S) bezeichnet 1 eine Wachstumsfugenlösung, 2 eine (stabile) Stauchungs-, Wulst- oder Grünholzfraktur, 3 eine (bedingt stabile) vollständige Fraktur, 4 eine (instabile) Mehrfragmentfraktur und 5 alle anderen seltenen knöchernen Verletzungsformen. Unter den Frakturen mit Gelenkbeteiligung (A) bezeichnet 1 eine rein epiphysäre Salter-/Harris-I-Fraktur und 2 eine epimetaphysäre Salter-/Harris-II-Fraktur. Die 3 steht für Twoplane-Übergangsfaktur, die 4 für eine Triplane-Übergangsfaktur und die 5 für alle anderen Frakturtypen wie osteochondrale Scherfrakturen oder knöchernen Bandarissen. Die 5. Stelle enthält mit der Einschätzung des Dislokationsausmaßes (1 undisloziert, 2 tolerabel disloziert, 3 nicht tolerabel disloziert) einen alters- und lokalisationsbezogenen therapeutischen Hinweis. Die optionale Stelle 6 dient zur Kennzeichnung des nicht tragenden Knochens an Unterarm und Unterschenkel (U oder F). Wird diese nicht genutzt, handelt es sich um die Klassifikation einer Fraktur des tragenden Knochens Radius oder Tibia. Die Li-La-Klassifikation kennt eine einzige Ausnahme, nämlich bei den Gelenkfrakturen des distalen Humerus (1.3.a.). Dort werden, abweichend von den sonstigen Regeln, Kondylus-radialis- (1), bikondyläre (2) und Kondylus-ulnaris- (3) Frakturen unterschieden werden (**Abb. 3**).

Wesentliche Unterschiede zwischen beiden Klassifikationen bestehen zum einen im therapeutischen Bezug, der in der AO-Klassifikation eher über die Stabilität anhand der Fragmentanzahl, in der Li-



Abb. 7 a und b
Wachstumsfugenlösung distale Tibia, 14-jähriger Junge. Klassifikation: Salter II, Aitken I, Li-La: 4.3.s.1.2, PCCF: 43 t-E/1.1.

La-Klassifikation eher über den Dislokationsgrad hergestellt wird. Im letzten Fall sind Modifikationen und Spezifizierungen der entsprechenden Stelle durch zukünftige klassifikationsbasierte klinische Studien vorgesehen. Ein weiterer grundsätzlicher Unterschied ist die Zuordnung der Wachstumsfugenlösungen zu den metaphysären, nicht gelenkbeteiligten Frakturen in der Li-La-Klassifikation und zu den epiphysären Frakturen in der AO-Klassifikation, was durch einen starken US-amerikanischen Einfluss beim Klassifikationsdesign zurückzuführen ist.

Einige Fallbeispiele sollen im Weiteren die Anwendung verschiedener Frakturklassifikationen illustrieren. Dabei werden die beiden umfassenden Klassifikationen und, soweit vorhanden und ge-

bräuchlich, auch lokalisationspezifische Klassifikationen verwendet (**Abb. 4–7**).

Zusammenfassung

Die Klassifikation von Frakturen ist notwendig. Sie dient der reproduzierbaren Bezeichnung einer knöchernen Verletzung im klinischen Alltag und im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen. Frakturen im Kindes- und Jugendalter unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht von Erwachsenenfrakturen. Sie benötigen daher spezielle Klassifikationssysteme. Neben einer Vielzahl von Klassifikationen für bestimmte Frakturregionen und Frakturtypen existieren 2 umfassende Klassifikationssysteme für Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter, die sich durch ihren Aufbau und ihren Bezug zu Therapie und Prognose unterscheiden.

Literatur

- ¹ Aitken AP, Magill HK. Fractures involving the distal femoral epiphyseal cartilage. *J Bone Joint Surg [Am]* 1952; 34: 96–108
- ² Audige L, Bhandari M, Kellam J. How reliable are reliability studies of fracture classifications? A systematic review of their methodologies. *Acta Orthop Scand* 2003; 75: 183–194
- ³ Bernstein J, Monaghan BA, Silber JS et al. Taxonomy and treatment – a classification of fracture classifications. *J Bone Joint Surg [Br]* 1997; 79: 706–707
- ⁴ Kraus R, Schneidmüller D, Röder C. Aktuelle Daten zur Häufigkeit von Frakturen langer Röhrenknochen im Wachstumsalter. *Dtsch Arztebl* 2005; 102: A838–A842
- ⁵ Laer von L, Gruber R, Dallek M et al. Classification and documentation of children's fractures. *Eur J Trauma* 2000; 26: 2–14
- ⁶ Laer von L, Kraus R, Linhart WE. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 5. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme; 2007
- ⁷ Laer von L, Kraus R. Die konservative Behandlung von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter. *Unfallchirurg* 2007; 109: 811–823
- ⁸ Salter RB, Harris WR. Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg [Am]* 1963; 45: 587–563
- ⁹ Schneidmüller D, von Laer L. Li-La Klassifikation für Frakturen im Kindesalter. In: Marzi I, Hrsg. *Kindertraumatologie*. Darmstadt: Steinkopff, 2006: 23–27
- ¹⁰ Slongo TF, Audige L, AO Pediatric Classification Group. Fracture and dislocation classification compendium for children: the AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures (PCCF). *J Orthop Trauma* 2007; 21: 135–160

Dr. med. Ralf Kraus

Geschäftsführender Oberarzt

Klinik und Poliklinik
für Unfallchirurgie
Universitätsklinikum Gießen und
Marburg GmbH, Standort Gießen
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35385 Gießen

ralf.kraus@chiru.med.uni-giessen.de