

Ralf Kraus<sup>1</sup>  
Dorien Schneidmüller<sup>2</sup>  
Christoph Röder<sup>3</sup>

# Häufigkeit von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter

## Zusammenfassung

Der kompetente Umgang mit Frakturen im Wachstumsalter beginnt mit Kenntnissen über deren Häufigkeit, Altersverteilung und Unfallursachen. Die Autoren berichten über eine epidemiologische Studie an 13 Kliniken in Österreich, der Schweiz und Deutschland, in der in drei Monaten 681 Frakturen langer Röhrenknochen im Wachstumsalter erfasst wurden. Der Altersgipfel der Verletzten lag im 14. Lebensjahr. Häufigste Unfallursache war der Sport, gefolgt von häuslichen und Spielplatzunfällen. Verkehrsunfälle waren seltener. Die Frakturen betrafen überwiegend die obere Extremität. Die häufigsten Frakturlokalisationen waren der distale Unterarm, der distale Oberarm und der Unterschenkel. Relevante Verletzungsschwerpunkte fand man für distale Oberarm-

frakturen bei Kleinkindern nach Spielplatzunfällen, distale Unterarmfrakturen bei Sportunfällen und Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen nach Verkehrsunfällen bei Jugendlichen.

**Schlüsselwörter:** Fraktur, pädiatrische Erkrankung, Wachstum, Kinderunfall, Epidemiologie

## Summary

### Prevalence of Fractures of Longbones in Children

Competence in dealing with fractures in childhood and adolescence begins with knowledge of their incidence, age distribution and risks. An epidemiologic study is reported, involving 13 departments in Austria, Switzerland and Germany, including 681 fractures of longbones

in children up to 16 years during a three month period. There was a peak of injuries at the age of 14 years. Sport injuries were most common, followed by playground injuries and accidents at home. Traffic accidents were rare. Fractures of the upper extremities were more frequent than those of the lower extremities. Most frequent were fractures of the distal forearm, followed by the distal humerus and the lower leg shaft. Relevant risks were found for young children, aged 3 to 6 years, suffering distal humerus fractures after playground injuries, whereas distal forearm fractures resulting from sports accidents occurred in every age group. Adolescents, aged twelve to 16 years were more prone to lower leg shaft and ankle fractures after traffic injuries.

**Key words:** fracture, pediatric disease, growth, accident with children, epidemiology

Die Behandlung von Frakturen im Wachstumsalter ist keine Aufgabe, die hochspezialisierten Zentren vorbehalten sein kann, sie muss flächendeckend mit entsprechender Kompetenz erfolgen. Aufgrund lokal unterschiedlicher Strukturen sind mehrere Fachgebiete beteiligt: Allgemein-, Kinder- und Unfallchirurgen ebenso wie Orthopäden, Pädiater und Allgemeinmediziner. Kenntnisse zu Häufigkeit und Unfallursachen sind die Basis einer kompetenten Betreuung solcher Verletzungen. Insbesondere die verschiedenen Altersgipfel bestimmter Verletzungen in Abhängigkeit von der somatischen und psychosozialen Entwicklung der Kinder und Jugendlichen führen zu neuen Erkenntnissen und helfen, Frakturrisiken einzuschätzen und Vermeidungsstrategien zu entwickeln.

Verletzungen bei Kindern machen etwa ein Viertel aller medizinisch erfassten und dokumentierten Verletzungen aus (1), und hiervon sind 20 bis 25 Prozent knöcherne Verletzungen (4, 7). Circa 55 Prozent der Frakturen betreffen die langen Röhrenknochen (2, 4, 5, 7, 12).

Das Gesamtfrakturrisiko, die Prävalenz, liegt in Mitteleuropa bei 21 bis 25 Frakturen pro 1 000 Kinder jährlich. Das Risiko bis zum Abschluss des Wachstumsalters eine Fraktur erlitten zu haben, wird auf 15 Prozent bis 45 Prozent geschätzt (2, 5, 8).

Im Folgenden werden die epidemiologischen Ergebnisse einer multizentrischen Studie unter Beteiligung von 13 Allgemein-, Kinder- und Unfallchirurgischen Kliniken aus Österreich, der Schweiz und Deutschland dargestellt. Von Januar bis April 2003 wurden 682 Frakturen bei Kindern und Jugendlichen bis 16 Jahre erfasst. Die Studie wurde initiiert und durchgeführt von Li-La („Licht und Lachen für kranke Kinder. Effizienz in der Medizin e.V.“; [www.li-la.org](http://www.li-la.org)) in Zusammenarbeit mit

dem Institut für Evaluative Forschung in Orthopädischer Chirurgie der Universität Bern. Neben der epidemiologischen Datenerhebung wurde die Studie unter dem Gesichtspunkt der Ausarbeitung von Schwerpunkten zur Aufklärung und Verletzungsvorbeugung durchgeführt.

## Material und Methoden

Vom 13. Januar bis 14. April 2003 wurden in den beteiligten Kliniken sämtliche – ambulant wie stationär behandelte – Frakturen langer Röhrenknochen bei Kindern und Heranwachsenden bis einschließlich des 16. Lebensjahres in eine prospektiven Studie erfasst. Es wurden demographische Daten der Verletzten, Angaben zum Unfallgeschehen und die Klassifikation der Fraktur dokumentiert. Zur Einordnung der Verletzungen wurde ein vereinfachter, zweistelliger Code der vierstelligen Klassifikation der Li-La-Arbeitsgruppe verwendet, wie sie im Jahr 2000 im European Journal of Trauma vorgeschlagen wurde (10). Die Daten wurden mit Einverständnis der

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie (Direktor: Prof. Dr. med.-vet. Reinhard Schnettler) der Justus Liebig Universität, Gießen

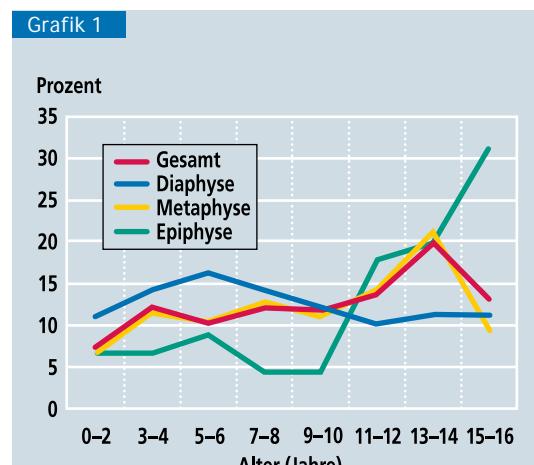
<sup>2</sup> Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungs chirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. Ingo Marzi) der Johann Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt

<sup>3</sup> Institut für Evaluative Forschung in Orthopädischer Chirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. Max Aebi), Universität Bern

Patienten und ihrer Erziehungsberechtigten über ein Internetportal dem Institut für Evaluative Forschung in Orthopädischer Chirurgie in Bern übertragen und dort archiviert und ausgewertet. Neben dem Datensatz wurden bis zu fünf Röntgenbilder übermittelt. In die Auswertung wurden 651 der 682 Frakturen einbezogen, 31 mussten wegen Unvollständigkeit der Datensätze ausgeschlossen werden.

## Ergebnisse

43,2 Prozent der Verletzten waren Mädchen, 56,8 Prozent Jungen. Die Geschlechterverteilung betrug 1 : 1,3. Die Altersverteilung, unabhängig von Verletzungsmechanismus und Frakturtyp, zeigt einen Verlauf mit Betonungen des 3. und 4. sowie 7. und 8. Lebensjahres und einem höheren Gipfel im 13. und 14. Lebensjahr. Danach fällt die Verletzungshäufigkeit bis zum 16. Lebensjahr wieder ab. 73,7 Prozent der Frakturen betrafen die oberen, 26,3 Prozent die unteren Extremitäten. In 65,1 Prozent fand man metaphysäre Frakturen, dagegen waren nur 24,8 Prozent diaphysär und 10,1 Prozent ephysär lokalisiert. Unter den metaphysären Frakturen befanden sich 87,8 Prozent an der oberen Extremität. Diaphysäre und ephysäre Frakturen waren zwischen Arm und Bein nahezu gleich verteilt. Schaftfrakturen wurden am peripheren, paarigen Röhrenknochen einer Extremität (Unterarm, Unterschenkel) fünfmal häufiger festgestellt



Altersverteilung der Gesamtgruppe, sowie epi-, meta- und diaphysärer Frakturen (n = 651)

als am proximalen Röhrenknochen der gleichen Extremität (Oberarm, Oberschenkel). Verletzungen der Wachstumsfuge wurden in 85 Fällen (13,1 Prozent) diagnostiziert. Schaftfrakturen kamen bei Kindern unter zehn Jahren relativ häufig vor, die Altersverteilung der metaphysären Frakturen folgte aufgrund des hohen Anteils der Gesamtverteilung. Gelenkbeteiligende, ephysäre Frakturen nahmen am Ende des Wachstumsalters anteilmäßig deutlich zu (Grafik 1).

### Oberarm

Der Anteil der Humerusfrakturen lag bei 20,3 Prozent an allen Frakturen langer Röhrenknochen in der untersuchten Altersgruppe.

Frakturen des proximalen Humerus machen etwa ein Fünftel aus und stellen fast ausschließlich metaphysäre, subka-

pitale Verletzungen dar. Der Altersgipfel lag bei 11 bis 14 Jahren, Ursache waren überwiegend Sportverletzungen. 1,4 Prozent aller Frakturen betrafen den Oberarmschaft. Ein eindeutiger Altersgipfel war nicht erkennbar; die Häufigkeit nahm jedoch mit zunehmendem Alter ab. Ebenso kristallisierte sich keine überwiegende Verletzungsursache heraus. Frakturen des distalen Humerus waren dagegen mit 14,6 Prozent häufig und stellten die zweitgrößte Verletzungsgruppe dar. Bei 24,8 Prozent handelte es sich um gelenkbeteiligende Frakturen des Condylus ulnaris oder radialis, bei 67,3 Prozent um suprakondyläre Frakturen und bei 7,9 Prozent um epi kondyläre Avulsionen. Ellenbogen nahe Humerusfrakturen waren bei Verletzungen im häuslichen Bereich und auf Spielplätzen häufiger als in anderen Situationen. Ein eindeutiger Altersgipfel ergab sich bei suprakondylären Humerusfrakturen im Alter von drei bis sechs Jahren.

### Unterarm

Unterarmfrakturen waren in jeder Altersgruppe und bei jeder Verletzungsursache mit 54,1 Prozent aller Verletzungen am häufigsten.

Proximale Unterarmfrakturen (Radiusköpfchen, -hals und Olekranon) wurden in 2,5 Prozent diagnostiziert. Eine besonders betroffene Altersgruppe gab es nicht. Unter den Verletzungsursachen fand man zu gleichen Teilen häusliche, Spielplatz- und Sportunfälle; Verkehrs- und Schulunfälle wurden nicht verzeichnet. Unterarmschaftfrakturen waren in jedem Verletzungszusammenhang und in jeder Alters-

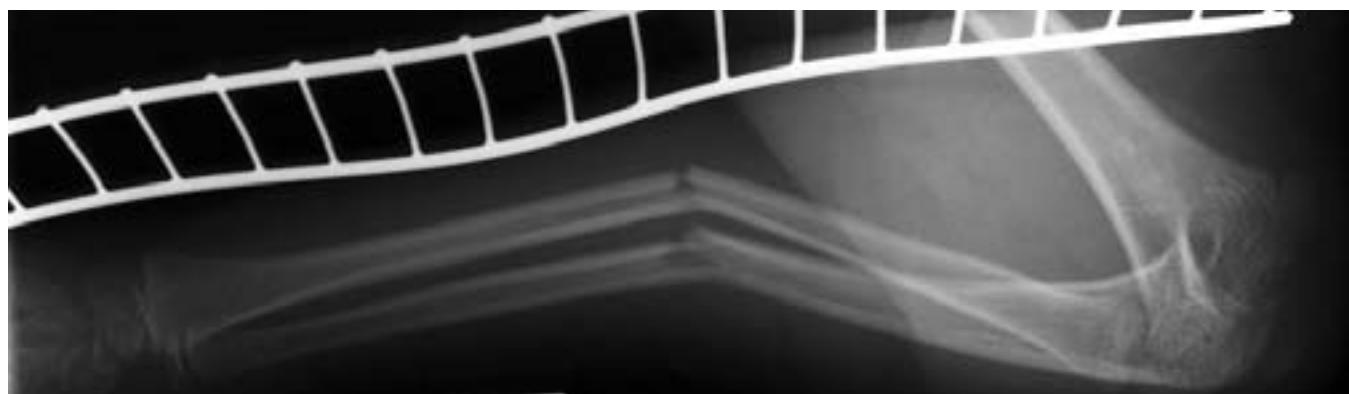


Abbildung 1: Grünholzfraktur des rechten Unterarmschaftes, 11-jähriger Junge

gruppe nahezu gleich verteilt (insgesamt 65 Fälle). Die typische Frakturform war die Grünholzfraktur, die 37,5 Prozent der Fälle ausmachte (Abbildung 1).

Die häufigste Frakturgruppe des gesamten Krankenkollektivs betraf den distalen Unterarm (41,6 Prozent). Isolierte Radiusfrakturen und kombinierte Frakturen des distalen Radius und der distalen Ulna waren etwa gleich häufig. Der Altersgipfel der distalen Unterarmfrakturen lag im 13. und 14. Lebensjahr. Sie kamen öfters bei Sport- und Schulverletzungen vor, wohingegen die Inzidenz bei Verkehrsunfällen deutlich geringer war.

### Oberschenkel

Frakturen des Oberschenkelknochens wurden lediglich bei 5,2 Prozent dokumentiert. Frakturen des proximalen Oberschenkels, zu denen traumatische Epiphysenlösungen, Oberschenkelhals- und intertrochantäre Frakturen zählen, wurden nur dreimal diagnostiziert. 3,5 Prozent der Frakturen betrafen den Oberschenkelschaft. Nur etwa 20 Prozent kamen jenseits des zehnten Lebensjahres vor; ein bevorzugter Verletzungstyp war nicht erkennbar. Distale Femurfrakturen fand man in 1,2 Prozent. Der Altersverlauf war zweigipflig mit einer Betonung unter dem 6. und nach dem 13. Lebensjahr.

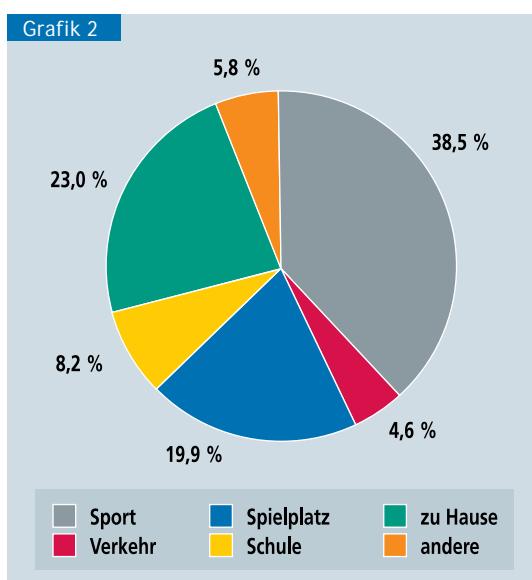
### Unterschenkel

20,4 Prozent betrafen die Tibia und Fibula. Frakturen des proximalen Unterschenkels wurden in 1,8 Prozent der Fälle verzeichnet. Typischerweise fanden sich metaphysäre Biegungsbrüche im Vorschulalter sowie Eminentia-Ausrisse und Frakturen der Tuberossitas tibiae zwischen dem 10. und 14. Lebensjahr. Eine charakteristische Verletzungsursache war nicht erkennbar.

Unterschenkelschaftfrakturen zeigten keine altersspezifische Verteilung, stellten mit 10,8 Prozent der Verletzungen jedoch die drittgrößte Einzelgruppe dar. Die Autoren wiesen in 7,8 Prozent der Fälle Frakturen des distalen Unterschenkels einschließlich der Sprunggelenksbrüche nach. Sechs von 51 distalen Unterschenkelfrakturen



Abbildung 2: Übergangsfraktur der distalen Tibia (triplane I), 12-jähriges Mädchen



Häufigkeitsverteilung der Unfallursachen (n = 651). Unter „andere“ sind Kindesmisshandlung, Fraktur ohne Unfallereignis (pathologische Fraktur), landwirtschaftlicher Unfall und unbekannte Unfallereignisse subsumiert.

waren Übergangsfrakturen (Abbildung 2). Distale Unterschenkelfrakturen erreichten nach dem 12. Lebensjahr den Altersgipfel. Sowohl Unterschenkelschaft- als auch sprunggelenksnahe Frakturen traten im Straßenverkehr gehäuft auf. Eine Übersicht zur lokalisationsbezogenen Frakturhäufigkeit bietet Tabelle 1.

### Verletzungsschwerpunkte

Die weitaus meisten Verletzungen ereigneten sich beim Sport, gefolgt von häuslichen und Spielplatzunfällen. Schulunfälle waren für 8,2 Prozent aller Frakturen und 12,2 Prozent der

Frakturen bei Kindern im schulpflichtigen Alter ursächlich (Grafik 2). Nur etwa jede 20. Fraktur wurde auf einen Verkehrsunfall zurückgeführt. Es können drei Verletzungsschwerpunkte definiert werden: bei Klein- und Vorschulkindern distale Oberarmfrakturen, resultierend aus häuslichen oder Spielplatzunfällen. Heranwachsende nehmen selbstständig am Straßenverkehr teil. In dieser Gruppe häufen sich Unterschenkelschaftfrakturen und distale Unterschenkelfrakturen mit dem höchsten Aufkommen an Übergangsfrakturen. Der dritte Schwerpunkt waren sportbedingte, distale Unterarmfrakturen in allen Altersklassen (Tabelle 2).

### Diskussion

Eine Studie zur alleinigen Untersuchung der Frakturen langer Röhrenknochen im Wachstumsalter wurde bisher nicht publiziert. Um die Frakturhäufigkeiten mit anderen Literaturangaben vergleichen zu können, die sich auf sämtliche knöchernen Verletzungen in dieser Altersgruppe beziehen, wurden entsprechend dem durchschnittlichen Anteil der Frakturen langer Röhrenknochen die Ergebnisse der eigenen Studie mit einem Faktor 0,55, wie er aus der Literatur errechnet wurde, multipliziert.

Alters- und Geschlechtsverteilung der in der Studie untersuchten Frakturen entsprechen denen in der Literatur. Das Verhältnis von Mädchen zu Jungen variiert zwischen 1 : 1,2 (12) und 1 : 1,6 (7). Dass sich mehr Jungen verletzen, wird mit einer höheren Risikobereitschaft bei Spiel und Sport erklärt (2, 4, 6).

Die Zunahme gelenkbeteiligender, epiphysärer Verletzungen gegen Ende des Wachstumsalters ist nach Auffassung der Autoren durch den zunehmenden Verschluss der Wachstumsfuge zu

Tabelle 1

Lokalisationsbezogene absolute und relative Frakturhäufigkeit bei 651 Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter

Lokalisation	Klassifikation	Anzahl	Anteil (Prozent)
<b>Oberarm</b>			
proximal	1.1.	28	4,3
Schaft	1.2.	9	1,4
distal	1.3.	95	14,6
gesamt	–	132	20,3
<b>Unterarm</b>			
proximal	2.1.	16	2,5
Schaft	2.2.	65	10,0
distal	2.3.	271	41,6
gesamt	–	352	54,1
<b>Oberschenkel</b>			
proximal	3.1.	3	0,5
Schaft	3.2.	23	3,5
distal	3.3.	8	1,2
gesamt	–	34	5,2
<b>Unterschenkel</b>			
proximal	4.1.	12	1,8
Schaft	4.2.	70	10,8
distal	4.3.	51	7,8
gesamt	–	133	20,4
<b>Summe</b>		<b>651</b>	<b>100,0</b>
Klassifikation: zweistelliger Li-La Code (10)			

erklären, weil die noch offene Wachstumsfuge als „Sollbruchstelle“ gelenkprotektiv wirkt.

Die Literaturangaben zu den seltenen Frakturen des proximalen Ober- und Unterarms, des Oberarmschaftes, des gesamten Oberschenkels und des proximalen Unterschenkels sind relativ homogen (2, 3, 4, 5, 8, 12). Sie stimmen mit denen der eigenen Erhebung überein, nachdem von der Häufigkeit unter den Frakturen langer Röhrenknochen auf die Gesamtheit aller Frakturen im Wachstumsalter hochgerechnet wurde.

Abweichende Angaben findet man zur Häufigkeit der Frakturen des distalen Oberarms. Während Landin 1983 (7) sowie Brudvik und Howe 2003 (2) in Skandinavien eine Frakturhäufigkeit von weniger als fünf Prozent ermittel-

ten, schätzten von Laer (11) diese auf zehn Prozent und Cheng und Mitarbeiter auf mehr als 16 Prozent (3).

Die Inzidenz der Frakturen des Unterarmschaftes und des distalen Unterarms wird ebenfalls unterschiedlich bezeichnet: Der Anteil der Unterarmschaftfrakturen variiert von 3,4 Prozent oder 6,5 Prozent (7, 12) bis etwa 13 Prozent (2, 3, 4). Demgegenüber differieren die Angaben zu distalen Unterarmfrakturen zwischen 15 Prozent (4) und 39 Prozent (6). Ursache dürfte eine unterschiedliche Zuordnung der häufigen Frakturen im meta-/diaphysären Übergangsbereich sein. Im eigenen Krankenkollektiv mit einer Definition der Metaphyse als Quadrat über der Wachstumsfuge, wie sie von Hofmann von Kapperr vorgeschlagen wurde, betrug der Anteil der Unterarmschaftfrakturen extrapoliert 5,5 Prozent und der distalen Unterarmfrakturen 23,1 Prozent bei allen Frakturen im Kindes- und Jugendalter.

Abweichende Angaben wurden auch zum Aufkommen von Unterschenkelschaftfrakturen veröffentlicht: in Skandinavien wurden Quoten um 5 Prozent (2, 7) ermittelt, Publikationen älteren Datums aus dem alpinen Raum (4, 11) nennen Anteile von 13 bis 14 Prozent. Die Differenz könnte durch mehr Skifälle erklärt werden. Der eigene Anteil liegt extrapoliert bei 6 Prozent. Erheblich homogener erscheint die Einschätzung distaler Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen mit 3,5 Prozent bis 6,6 Prozent (2, 5, 7, 11). Dies wird im eigenen Krankenkollektiv (extrapoliert 4,3 Prozent) bestätigt.

Jede Überlegung zur vorbeugenden Aufklärung und Verletzungsprophylaxe muss besondere alters- und akti-

vitätsbezogene Risiken berücksichtigen. Maßnahmen zur Unfallverhütung müssen im Sport- und Freizeitbereich sich ändernden Gegebenheiten, wie aktuellen Trendsportarten, angepasst werden. Außerdem belegen longitudinale Studien, dass die allgemeine Zunahme kindlicher Frakturen zur Hälfte auf die Zunahme von Sportunfällen zurückzuführen ist (8, 9). Die dokumentierten Frakturen weisen altersspezifische Charakteristika auf. Klein- und Vorschulkinder, die sich meist unter Aufsicht befinden, erleiden häufig Verletzungen im Rahmen banaler Stürze. Gefahrenerkennung und Reflexmuster fehlen noch. Es ergaben sich Frakturen entsprechend der Reife des Bewegungsapparates. Beispiel hierfür ist typischerweise die suprakondyläre Oberarmfraktur. Schulkinder verletzen sich oft bei sportlichen Aktivitäten, haben jedoch bereits Vermeidungsstrategien entwickelt. Besonderen Gefahren sind Heranwachsende ausgesetzt, wenn sie selbstständig am Straßenverkehr beteiligt sind. Hiermit sind auch die relativ häufig vorkommenden Verletzungen des Unterschenkelschaftes und der Sprunggelenksregion bei 12- bis 16-Jährigen zu erklären.

Bei einer Fortführung dieser Studie wird berücksichtigt, dass offenbar ein erheblicher Teil kindlicher Frakturen nicht in Kliniken und Krankenhäusern behandelt wird, sondern dass auch niedergelassene Ärzte verschiedener Fachbereiche an der Versorgung beteiligt sind. Diese müssen einbezogen werden, um ein möglicherweise durch die Selektion der in Kliniken behandelten Fälle entstehendes Zerrbild der Fallzahlen zu korrigieren. Erst dann können definitive Aussagen zur Inzidenz und – sofern

Tabelle 2

Relevante Verletzungsschwerpunkte nach Frakturlokalisation, Altersgruppe und Unfalltyp

Zweistelliger Li-La-Frakturcode	Unfallzusammenhang	Altersgruppe (Jahre)	Anteil am Gesamtaufkommen
1.3.	häusliche und Spielplatzunfälle	3–6	61,2 % aller körperfernen Oberarmbrüche
2.3.	Sportunfälle	4–16	57,7 % aller körperfernen Unterarmbrüche
4.2. + 4.3.	Verkehrsunfälle	12–16	71,4 % aller Unterschenkelschaft- und Sprunggelenksbrüche

flächendeckend durchführbar – auch Prävalenzen der Frakturen im Wachstumsalter erfolgen.

Unter Mitarbeit von: Lutz von Laer, Basel (Vorsitzender Li-La); Micha Bahr, Jena; Christoph Bartl, Ulm; Ludwig Gutermuth, Altötting; Torsten Hannmann, Mannheim; Kathrin Knösel, Greifswald; Jana Kosina, Bern; Peter Knorr, München; Michael Müller, Kiel; Justus Lieber, Regensburg; Antonio Pizanis, Saarbrücken; Claudia Ploss, Frankfurt; Urs Schiefer, Gießen; Annelie Weinberg, Graz; Andreas Worel, Biel

Manuskript eingereicht: 21. 7. 2004, revidierte Fassung angenommen: 30. 9. 2004

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

#### ■ Zitierweise dieses Beitrags:

Dtsch Arztebl 2005; 102: A 838–842 [Heft 12]

#### Literatur

1. AUVA: Jahresbericht 2002 der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) Österreich. Wien: Selbstverlag 2003: 1–151.
2. Brudvik C, Hove LM: Childhood fractures in Bergen, Norway: Identifying high-risk groups and activities. *J Pediatr Orthop* 2003; 23: 629–634.
3. Cheng JCY, Shen WY: Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study of 3350 children. *J Orthop Trauma* 1993; 7: 15–22.
4. Jonasch E, Bertel E: Verletzungen bei Kindern bis zum 14. Lebensjahr. *H Unfallheilkd* 1981; 150: 1–146.
5. Jones IE, Williams SM, Dow N, Goulding A: How many children remain fracture-free during growth? A longitudinal study of children and adolescents participating in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study. *Osteoporos Int* 2002; 13: 990–995.
6. Krabbe CA, Rutten JPB, Phiri Y, Heiji HA: Prevalence and outcome of paediatric and adolescent limb fractures in rural Zambia. *SAJS* 2003; 41: 89–91.
7. Landin LA: Fracture patterns in children. Analysis of 8682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in Swedish urban population 1950–1979. *Acta Orthop Scand* 1983; 202 (Suppl. 1): 1–109.
8. Landin LA: Epidemiology of children's fractures. *J Pediatr Orthop* 1997; B 6: 79–83.
9. Radelet MA, Lephart SM, Rubinstein EN, Myers JB: Survey of the injury rate for children in community. *Sports Pediatrics* 2002; 110: 28–44.
10. von Laer L, Gruber R, Dallek Met al.: Classification and documentation of children's fractures. *Eur J Trauma* 2000; 26: 2–14.
11. von Laer L: Verletzungen im Bereich des Unterschenkelschaftes. In: von Laer L: Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 4. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme 2001: 364–375.
12. Worlock P, Stower M: Fracture patterns in Nottingham children. *J Pediatr Orthop* 1986; 6: 656–660.

Anschrift für die Verfasser:

**Dr. med. Ralf Kraus**

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie  
Justus Liebig-Universität, Gießen  
Rudolf-Buchheim-Straße 7, 35385 Gießen  
E-Mail: Ralf.Kraus@chiru.med.uni-giessen.de

#### Referiert

## Tuberkulose: Einfacher Sputumtest erleichtert die Diagnose bei Kindern

Die Diagnose von Tuberkulose bei Kindern kann durch einen einfachen Sputumtest bestätigt werden. Damit könnte man auf die konventionelle invasive Prozedur einer Magenspülung verzichten. Bei Kindern, erklärt das südafrikanische Forscherteam, sei eine Lungentuberkulose klinisch bisher schwer abzuklären. Als zuverlässigste Methode gilt der mikrobiologische Nachweis von *Mycobacterium tuberculosis*. Dazu werden sequenzielle Magenspülungen durchgeführt. Die Sputuminduktion wurde bislang bei Kindern für ungeeignet erachtet.

In einer prospektiven 2-Jahres-Studie verglichen die Wissenschaftler die Effektivität der Magenspülung und der Sputuminduktion bei 250 Kindern, die aus einer Region mit einer hohen Tuberkuloserate stammten. Die Kinder waren im Alter zwischen einem Monat und fünf Jahren. Sie waren wegen Verdacht auf eine Lungentuberkulose ins Krankenhaus eingewiesen worden. An drei aufeinanderfolgenden Tagen wurden Sputuminduktionen und Magenspülungen vorgenommen. Von den Proben legten die Wissenschaftler getrennte Kulturen zur Untersuchung auf *M. tuberculosis* an. Zudem färbten sie Ausstriche mit Auramin O, um im Floureszenzmikroskop säurefeste Bakterien zu erkennen.

Bei 62 Kindern fanden die Autoren ein positives Ergebnis in der mikrobiologischen Kultur und/oder eine Farbreaktion im Ausstrich. Dabei erbrachten die Proben des induzierten Sputums bei 87 Prozent dieser Kinder ein positives Resultat, die Magenspülung bei 65 Prozent. Die Sputuminduktion zeigte damit signifikant bessere Ergebnisse. Die diagnostische Ausbeute einer Sputumprobe entsprach zudem der von drei Magenspülungen. Bei der Sputuminduktion wird durch Inhalation einer fünfprozentigen Kochsalzlösung die Absonderung von Lungensekret ausgelöst, das über einen Nasenkatheter aufgefangen wird. Dieses Verfahren wurde von allen Kindern gut vertragen.

Für Kinder mit Verdacht auf eine Lungentuberkulose sollte nach Ansicht der Autoren die Sputuminduktion zur Standardtechnik werden. Möglicherweise könnte dieses Verfahren künftig auch zur Diagnose anderer respiratorischer Krankheiten bei Kindern dienen. Se

Zar HJ, Hanslo D, Apolles P, Swingler G and Hussey G: Induced sputum versus gastric lavage for microbiological confirmation of pulmonary tuberculosis in infants and young children: a prospective study. *Lancet* 2005; 365: 130–134.

Professor Heather Zar, 5th floor ICH Building, Klipfontein Road, Rondebosch 7700, South Africa, E-Mail: hzars@ch.uct.ac.za

## Hepatozelluläre Karzinome

Eine der gefürchteten Komplikationen bei der Leberzirrhose ist die Entwicklung eines hepatozellulären Karzinoms. Zur Früherkennung derartiger Veränderungen werden regelmäßige Ultraschalluntersuchungen empfohlen. Die Autoren berichten über eine Studie an 417 Patienten mit Leberzirrhose, die im Schnitt 148 Monate nachbeobachtet werden konnten und bei denen alle 6 bis 12 Monate neben einer  $\alpha$ -Fetoprotein-Bestimmung Ultraschalluntersuchungen durchgeführt wurden. 112 (26,8 Prozent) Patienten entwickelten ein hepatozelluläres Karzinom (HCC) mit einer Rate von 3,4 Prozent pro Jahr. In 41 Prozent handelte es sich um einen Solitär-tumor, der bei den meisten Patienten reseziert werden konnte. Die Letalität nahm während der drei 5-Jahres-Perioden von 45 auf 10 Prozent ab, weil zunehmend Tumoren im Frühstadium diagnostiziert werden konnten. w

Sangiovanni A, E Del Nino, M Colombo et al.: Increased survival of cirrhotic patients with a hepatocellular carcinoma detected during surveillance. *Gastroenterology* 2004; 126: 1005–1014.

Dr. M. Colombo, Division of Hepatology, IRCCS Maggiore Hospital, University of Milan, Via Pace 9, 20122 Milan, Italien, E-Mail: massimo.colombo@unimi.it