

Brigitte Stöver

## Skelettverletzungen nach Kindsmißhandlungen

Die Kinderradiologie hat in der Diagnostik der Kindsmißhandlung deshalb eine Schlüsselrolle, weil bei der Mehrzahl der zur Untersuchung vorgestellten Kinder primär die Mißhandlungsfolge überhaupt nicht erwartet wird. Die Kinder kommen zur Röntgenuntersuchung, seltener zur Sonographie, weil eine scheinbar eindeutige umschriebene Verletzungsfolge am Skelett oder aber ein mehr oder weniger schwerer Unfall mit multiplen Verletzungen unmittelbar abzuklären ist.

Dem Kinderradiologen muss anhand des Befundes auf den Röntgenaufnahmen auffallen, dass entweder der angegebene Unfall-

gestellungen angefertigt wurde. Die Verletzungsfolge nach einer Mißhandlung wird somit „zufällig“ entdeckt. Im ersten Fall ist dies

z.B. die Fraktur einer Extremität mit erheblicher Fehlstellung, im zweiten Fall können Rippenfrakturen auf einer Thoraxübersichtsaufnahme erkannt werden, die aufgrund des klinischen Verdachts auf das Vorliegen einer Pneumonie oder Aspiration angefertigt wurden (Abb. 1).

der ersten Beurteilung durch den Kinderradiologen geäußert wird (Abb. 2a-c).

Entscheidend ist die „scheinbar“ leere Anamnese, d.h. der geschilderte Unfallhergang kann mit dem radiologisch nachgewiesenen Verletzungsmuster nicht übereinstimmen. Der Kinderradiologe ist in der Lage, anhand der Veränderungen im Röntgenbild abzuleiten, wie die Verletzung entstanden ist.

Über das typische Verletzungsmuster hinaus weisen zudem das Alter des Kindes und mehrere Verletzungen unterschiedlichen Alters auf eine Mißhandlung hin.

Ebenso wichtig ist es jedoch, alle Differenzialdiagnosen zur Kindsmißhandlung in Erwägung zu ziehen, damit im Einzelfall der Verdacht einer Mißhandlung entkräftet werden kann.

Etwa 63 % aller körperlich mißhandelten Kinder sind jünger als 2 Jahre. Nicht akzidentelle ZNS-



■ Abb. 1: 4 Monate alter Säugling. Thorax a.p., zum Ausschluss Pneumonie: Kein pneumonisches Infiltrat. Fraktur der 7. Rippe links dorsal als „Zufallsbefund“ bei Mißhandlung.

hergang nicht mit der Schwere der Verletzung in Einklang zu bringen ist, oder aber, dass eine Verletzungsfolge auf einer Röntgenaufnahme zufällig erkennbar wird, die aufgrund anderer klinischer Fra-

de, die unzutreffende Anamnese ebenso wie ein pathologischer Befund, der zufällig auf den Röntgenaufnahmen mit abgebildet ist, müssen dazu führen, dass der Mißhandlungsverdacht schon in



■ *Abb. 2 a/b: 2-jähriger Junge, anamnestisch Fall aus dem Stand auf ein Brett. Rechter Ellenbogen a.p. und seitlich: Suprakondyläre Mehrfragmentfraktur mit Dislokation des Teilfragmentes nach dorsal. Schmäler Ossifikationsssaum als Hinweis auf ältere Fraktur ( $\pm 10$  Tage). Unfallangabe unwahrscheinlich.*

■ *Abb. 2 c: Knöcherner Thorax des gleichen Kindes: Fraktur der 6. bis 8., fraglich auch der 9. Rippe axillär rechts; älter als 14 Tage. Zudem Fraktur der 8. Rippe links dorsal, wenigstens 10 Tage alt.*

Verletzungen werden den jüngeren Säuglingen zugefügt, der Häufigkeitsgipfel für diese Mißhandlungsform liegt um den 6. Lebensmonat mit einer Mortalitätsrate bis 47%.

Typische Lokalisationen mißhandlungsbedingter Frakturen des gesamten Skeletts, die vorwiegend Kinder bis zu einem Alter von 3 Jahren betreffen können, sind der Schädel, die langen Röhrenknochen und die Rippen.

Schädelhirntraumata im Rahmen einer Mißhandlung werden in diesem Beitrag nicht behandelt.

## Lange Röhrenknochen

### Subperiostale Knochenneubildung

Das Periost ist entlang des Schaftes des langen Röhrenknochens

beim jungen Säugling nur locker angeheftet, im Gelenkbereich hingegen deutlich fester. Durch äußere Gewalteinwirkung, wie z.B. durch festes Zufassen, nach Ziehen oder Drehen einer Extremität und zudem bei gleichzeitigem Schütteln entsteht unterhalb des Periostes eine Blutung, die sich entlang des Knochenschaftes ausbreitet und das Periost weit abheben kann.

Sonographisch lässt sich die Blutung unmittelbar nach ihrer Entstehung nachweisen, radiologisch wird sie frühestens am 5., spätestens am 14. Tag nach dem Trauma erkannt (Abb. 3).

### Metaphysäre Veränderungen

Metaphysäre Verletzungen haben eine hohe Spezifität, sie entstehen

an den unteren Extremitäten häufiger als an den Armen. Bei starkem Druck oder Zug, der am Gelenk ausgeübt wird, entsteht eine Verletzung an dem Anteil des wachsenden Knochens, der die stärkste Unreife aufweist. Es ereignen sich zahlreiche Mikrofrakturen und Blutungen im Bereich der Wachstumszone, die radiologisch als diskrete Aufhellungslinie parallel zur Metaphysenendzone erkannt werden können (Abb. 4 a, b).

Auf der Übersichtsaufnahme kann die Verletzung der gesamten Metaphysenendzone wie ein „Korbhenkel“ aussehen (Abb. 5 a, b).

### Epiphyse und Diaphyse

Ein Abriss der Epiphyse ist im Rahmen der Mißhandlung seltener,



■ *Abb. 3: 12 Wochen alter Säugling nach Mißhandlung. Rechtes Bein a.p.: Periostale Ossifikation, deutlich ausgeprägt entlang des Femurs lateral, weniger ausgeprägt entlang der Tibia medial.*



■ *Abb. 4 a/b: 2 Monate alter Säugling, Zustand nach Mißhandlung. Rechtes und linkes Bein seitlich: Dorsale Kantenabsprengung an der irregulär begrenzten Metaphysenendzone des Femur beidseits. Irreguläre Begrenzung der Metaphysenendzone der Tibia, periostale Ossifikation entlang des Femur beiderseits.*



tritt er ein, fällt das Kind sofort klinisch auf, weil es die schmerzhafte Extremität weniger bewegt (Abb. 6 a, b). Wird eine Hüftluxation, die durch eine sehr große Kraftanwendung entsteht, nicht erkannt, kann unbehandelt eine Fehlstellung und eine Früharthrose entstehen. Auch im Bereich des Kniegelenks ist die Epiphysiolyse ein Hinweis darauf, dass eine erhebliche Gewalt auf das Gelenk eingewirkt hat. Die aufgrund der klinischen Symptome eindeutige Epiphysiolyse der Tibia ist die Ausnahme. Bei jedem Verdacht auf eine Epiphysiolyse sollte initial eine sonographische Untersuchung erfolgen.

Diaphysäre Frakturen sind häufig. Es entstehen Femurfrakturen, Humerusfrakturen, Tibia- und Unterarmfrakturen. Glatte Querfrakturen treten häufiger auf als Spiral- und Schrägfrakturen, diese entstehen, wenn die Extremität verdreht und an ihr gleichzeitig gezogen wird (Abb. 7 a, b). Femurfrakturen als Mißhandlungsfolge ereignen sich durch direkten Schlag und heftiges Zufassen. Diese Frakturen erleiden am häufigsten Kinder im Alter von 6 Monaten. Klinisch werden sie durch eine Schonhaltung und eine Schwellung auffällig. Bei Kindern, die über 15 Monate alt sind, handelt es sich hingegen meist

um Frakturen, die beim Laufenlernen entstehen, sog. „Toddler's fracture“.

Isolierte Frakturen der Fibula entstehen im Rahmen einer Mißhandlung und sind selten. Differenzialdiagnostisch ist beim älteren Kind insbesondere die Stressfraktur in Erwägung zu ziehen.

### **Kleine Röhrenknochen**

Eindeutige Frakturen mit oder ohne Einbeziehung der Epiphysen sind im Fußbereich ohne bekanntes Trauma selten, sie sind daher ohne adäquate Anamnese um so verdächtiger auf eine Mißhandlung.

Die Metatarsalia können, ähnlich wie im Bereich der Hände die Metakarpalia, betroffen sein.

## Beckenfrakturen

20 % der Kinder mit Beckenfrakturen sind älter als 3 Jahre, 10% älter als 5 Jahre. Kalzifikationen in den Weichteilen des Beckens, periostale Reaktionen und Veränderungen im Ramus ischiopubicus sind nach sexueller Mißhandlung beschrieben. Es ist unbedingt eine Beckenübersichtsaufnahme anzufertigen. Sind im Bereich des Beckens Verletzungsfolgen erkennbar, erfolgt stets die Sonographie, unter Umständen auch eine MRT, die insbesondere dann weiterführend ist, wenn das Alter sonographisch nachgewiesener Hämatome festgelegt werden muß.

## Rippenfrakturen

Frische Rippenfrakturen sind auf der Thoraxübersichtsaufnahme in der Regel nicht erkennbar. Daher wird eine Kontrollaufnahme des Thorax als Verlaufsuntersuchung notwendig, damit über die Kallusbildung der Beweis einer Rippenfraktur erbracht werden kann. Während der Abheilungsphase ist eine überschießende Sklerosierung, sichtbar als Auftreibung der Rippe, vorhanden. Die Mehrzeitigkeit von Serienfrakturen wird ebenfalls beweisbar: und zwar über die unterschiedliche Ausprägung der Kallusbildung (s. Abb. 1 und 2). In der lateralen Projektion können sus-



■ *Abb. 5 a/b: 4 Wochen alter Säugling, Schonhaltung linkes Bein. Rö linker Unterschenkel a.p.: „Korbhenkel-Phänomen“, parallel zur Metaphysenendzone der Tibia verlaufendes, abgehobenes, schalenförmiges Fragment. seitlich: Irreguläre Begrenzung der Metaphysenendzone des Femur. Ventraler Ausriß der Metaphysenendzone der Tibia distal. Das „Korbhenkel-Phänomen“ der Tibia proximal ist in dieser Projektion als solches nicht erkennbar.*

pekte dorsale Rippenfrakturen u.U. eindeutiger dargestellt werden.

## Wirbelsäule

Bei Überdehnungstraumata der Wirbelsäule sind Bandrupturen und Luxationen möglich ebenso wie Frakturen der Facettengelenke. Sämtliche Verletzungsfolgen können mit und ohne Wirbelkörperfrakturen einher gehen. Bei Wirbelsäulenveränderungen ist die MRT zur Beurteilung einer spinalen Läsion erforderlich.

## Spezifität der Frakturen

Es haben eine hohe Spezifität die metaphysären Läsionen, Rippen-

frakturen, insbesondere Frakturen der posterioren Rippen, solche der Skapula und des Processus spinosus sowie Sternumfrakturen.

Als mäßig spezifisch im Rahmen einer Mißhandlung gelten multiple Frakturen, auch bilaterale Frakturen und solche unterschiedlichen Alters, ferner Epiphysenlösungen, Wirbelkörperfrakturen und Subluxationen sowie komplexe Schädelfrakturen und Fingerfrakturen. Gering spezifisch sind subperiostale Knochenneubildungen, Klavikulafrakturen, Schaftfrakturen der langen Röhrenknochen und die Schädelfrakturen.



■ *Abb. 6 a/b: 2 Monate alter Säugling, Epiphysiolyse.  
a) Radiologisch Tiefstand des Humerus im Schultergelenk a.p.  
b) Sonographisch Nachweis der Verlagerung der Epiphyse.*

Aufgrund der radiologischen Veränderungen läßt sich auf Übersichtsaufnahmen des Skeletts das Alter des Traumas annähernd bestimmen. Wird dies forensisch entscheidend, dann muss eine Altersangabe des einzelnen Traumas einschließlich der möglichen zeitlichen Abweichungen erfolgen: Es läßt sich aussagen, dass alle metaphysären Fragmentationen und die Epiphysiolyse unmittelbar nach der Mißhandlung radiologisch nachweisbar sind. Verbreiterung und Sklerosierungen der Metaphysenendzonen werden erst nach 10 bis 14 Tagen erkennbar, wie auch die subperiostale Ossifikation als Hinweis auf die beginnende Resorp-

tion der subperiostalen Blutung erst nach dieser Zeit auf der Übersichtsaufnahme sichtbar ist.

Besteht eine erhebliche Schaftverbreiterung, dann weist dies daraufhin, dass das Trauma Wochen oder Monate alt ist (Abb. 8 a, b).

Nach Monaten können Mißhandlungsfolgen am Skelett jedoch vollständig ausgeheilt sein und somit dem radiologischen Nachweis entgehen. Spätfolgen wie die Wachstumsstörung einer Extremität oder Gelenkveränderungen können bestehen, sind jedoch zu diesem Zeitpunkt schwer einer Mißhandlung zuzuordnen.

## Differenzialdiagnosen

### Lues connata

Bei der Lues connata sind subperiostale Blutungen, somit auch periostale Ossifikationen typisch. Es entstehen metaphysäre Läsionen mit Fragmentationen an den Metaphysenendzonen, als sog. „Wimberger sign“ bezeichnet, sie dürfen mit mißhandlungsbedingten metaphysären Kantenabbrüchen nicht verwechselt werden.

### Skorbut

Ein Vitamin-C-Mangel, führt ebenfalls zu periostalen Blutungen, somit zu periostalen Ossifikationen. Es besteht jedoch eine Verdünnung

---

und Atrophie von Spongiosa und Cortex, irreguläre Aufhellungen in der Metaphysenendzone führen zu sog. „Trümmerfeldzonen“. Metaphysäre Spornbildungen werden als „corner sign“ bezeichnet.

### Vitamin-A-Intoxikation

Vitamin-A-Intoxikationen kennzeichnen kortikale Verdickungen und Sklerosierungen sowie eine Erweiterung der Schädelnähte.

### Caffey-Syndrom

Dieses ist gekennzeichnet durch spontan auftretende asymmetrische kortikale Hyperostosen unklarer Genese im Bereich der Klavikula, der Mandibula, der Ulna. Auch Prostaglandin, Methotrexat und Diphosphamid können eine kortikale Hyperostose zur Folge haben. Bei einem Menkes-Syndrom, einer Störung des Kupfertransportes, bestehen radiologisch vermehrte Schaltknochen, Auftreibung der vorderen Rippenenden und symmetrische spornartige Ausziehungen an den Metaphysenendzonen. Spärlicher Haarwuchs, Anfallsleiden und Kleinhirndegeneration bestehen zudem und ermöglichen die Abgrenzung zur Mißhandlung.

### Akute myeloische Leukämie

Osteolysen und metaphysäre Aufhellungsbänder, die bei der ALL nachweisbar sind, dürfen ebenfalls nicht als Mißhandlungsfolge fehlgedeutet werden.



■ *Abb. 7 a/b: 4 Monate alter Säugling, nach Mißhandlung. Rechter Oberarm in 2 Ebenen: Schrägfraktur in Schaftmitte ohne wesentliche Dislokation als Hinweis auf angewandten Druck und Verdrehung. Zusätzlich Kantenabsprengung der proximalen Metaphysenendzone des Humerus lateral.*

### Osteomyelitis

Periostale Reaktionen im Bereich des Schaftes langer Röhrenknochen, aber auch an kurzen Röhrenknochen, können bei der Osteomyelitis nachweisbar werden ebenso wie Osteolysen, selten metaphysäre Kantenabriss (Abb. 9 a, b). Die Frühdiagnose erfolgt mittels MRT.

### Analgesiesyndrom

Bei Kindern mit Analgesiesyndrom sind metaphysäre Veränderungen wie auch Frakturen möglich.

### Meningomyelozele

Metaphysäre Verdichtungen, Knochenneubildungen entlang des Schaftes und gelenknahe diaphysäre Frakturen der langen Röhrenknochen treten bei Kindern mit Meningomyelozele auf und sind auf die untere Extremität beschränkt

### Osteogenesis imperfecta

Die Osteogenesis imperfecta, eine Synthesestörung des Kollagens Typ I, ist die wichtigste Differenzialdiagnose zur Mißhandlung. Im Zweifelsfall ist eine molekularbiologische Abklärung erforderlich, wenn die radiologischen Befunde nicht eindeutig sind.

### Geburtstrauma

Bei Neugeborenen und jungen Säuglingen, die Skelettfrakturen oder Luxationen aufweisen, ist primär das Geburtstrauma anamnestisch abzuklären. Schädelfrakturen können bei Forceps-Entbindungen oder Vakuumextraktionen entstehen, bei komplizierten Entbindungen entstehen Epiphysiolysen und Frakturen (Abb. 10 a, b).



■ Abb. 8 a/b: 4-jähriger Junge, Zustand nach Mißhandlung. Linker Ellenbogen in zwei Ebenen: Mehrere Monate alte, wahrscheinlich transkondyläre Humerusfraktur, die unter Konfigurationsänderung (Verbreiterung des Humerus) irregulär begrenzt abgeheilt ist.



■ Abb. 9 a/b: 4 Wochen altes Neugeborenes, Osteomyelitis Rechtes Knie in 2 Ebenen: Weichteilswellung, unregelmäßige Begrenzung, Kalksalzminderung im Bereich der Metaphysenendzone, Bild wie bei Kantenabsprengung und Ossifikation bei hohen Entzündungsparametern. Osteomyelitis.

### Akzidenteller Sturz

Fällt ein Kind aus mittlerer Höhe vom Bett oder Sofa, sind in der Folge Schädel- oder Klavikulafrakturen in Ausnahmefällen zu beobachten. In 6 % geht ein Treppensturz mit einer Fraktur einher, die Extremitäten und Kopf betreffen kann. Bei Treppensturz und gleichzeitiger Drehung in der Schulter sind Frakturen der oberen Extremität beschrieben.

### Erforderliche bildgebende Diagnostik bei Skelettveränderungen im Rahmen einer Mißhandlung

Zum Beweis einer Mißhandlungsfolge ist es erforderlich, unabhängig von dem Organ des Kindes, das eine Läsion erlitten hat, dieses zweifelsfrei und in guter Qualität darzustellen. Das gesamte Skelett muss bei Kindern innerhalb des 1. Lebensjahres bei Mißhandlungsverdacht untersucht werden. Es ist nicht ausreichend, ein sogenanntes Babygramm anzufertigen, da insbesondere kleinere Läsionen in der Peripherie unzureichend abgebildet werden.

Ist der Mißhandlungsverdacht bei einem älteren Kind zu untermauern, so sind nur diejenigen Skelettabschnitte radiologisch darzustellen, die klinisch eine Verletzung auch älterer Natur vermuten lassen. Die Sensitivität des Szinti-

gramms ist der des Skelettstatus gleichzusetzen. Die Spezifität der Szintigraphie ist im Vergleich zum Skelettstatus jedoch gering. Möglicherweise wird zukünftig die Ganzkörper-MRT einsetzbar.

### Viszerale Verletzungen

Es erleiden intraabdominelle Verletzungen meist Kinder jenseits des 1. Lebensjahres. Das mißhandelte Kind bietet akut klinische Symptome. Die Mortalität ist sehr hoch, sie liegt bei 50% aller viszeralen Traumata.

#### Magen-Darm-Trakt

Nicht akzidentelle Rupturen im Bereich des Magens sind eher die Ausnahme. Es entstehen bei der Traumatisierung des Abdomens intramurale Hämatome, die in 30 % das Duodenum, in 60 % das Jejunum und in 10 % das Ileum betreffen. Erste bildgebende diagnostische Maßnahme bei Verdacht auf das Vorliegen eines abdominellen Traumas ist die Sonographie, der bei Verdacht auf Perforation eine Abdomenübersichtsaufnahme a. p. und in linker Seitenlage folgt. Eine CT ist erforderlich in den Fällen, in denen die Sonographie nicht ausreichend ist. In der Folge einer Ischämie kann es in Ausnahmefällen auch zum Auftreten einer intramuralen Gasansammlung kommen.

#### Pankreas

Bei Verletzungen des Pankreas bestehen eindeutige klinische Symp-



■ *Abb. 10 a/b: Neugeborenes, 4.000 g, schwierige Entbindung. Linker Oberarm in 2 Ebenen: Geburtsmechanisch bedingte Oberarmchaftfraktur mit Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach dorsolateral.*

tome. Einer Ruptur des Ductus pancreaticus folgt unbehandelt die Autodigestion des Pankreas. Es bilden sich Hohlräume, die von einer fibrösen Kapsel umgeben sind (Abb. 11). Zum Nachweis der Zystenbildung sind Sonographie und CT, in Ausnahmefällen die MRT erforderlich.

#### Leber

In 47 % der berichteten Kollektive geht ein schweres Bauchtrauma in Folge einer Mißhandlung mit Leberverletzungen einher. Ursächlich führt nur ein direkter Schlag auf das Abdomen zur Leberruptur.

Sonographie und eventuell Computertomographie weisen Leberläsionen sowie Flüssigkeit periportal, intraperitoneal und perihepatisch nach.

#### Milz

Im Rahmen einer Mißhandlung sind direkte Verletzungen der Milz die Ausnahme.

#### Nebennieren

Blutungen in das Mark der Nebennieren sind typische Verletzungen nach Mißhandlung, häufiger betroffen ist die rechte Nebenniere. Blutung und Verlauf sind aus-





■ *Abb. 11: 5-jähriger Junge mit multiplen Hautveränderungen nach Verbrennung. Sonographie Oberbauch: Große Pankreas-Pseudozyste, erklärbar nach stattgehabtem stumpfem Bauchtrauma im Rahmen einer Mißhandlung.*

schließlich sonographisch zu kontrollieren.

### Niere

Nierenverletzungen, Einblutungen und Rupturen sind im Rahmen einer abdominellen Mißhandlung in 10 bis 30% beschrieben. Klinisches Symptom in Folge der Nierenverletzung ist die Myoglobinurie. Die Einblutung ist sonographisch darzustellen, perinephritische Veränderungen mittels CT.

### Blase

Verletzungen der Blase sind als Mißhandlungsfolge die Ausnahme. Bei Blasenrupturen entsteht ein urinöser Aszites. Der Nachweis gelingt durch die Sonographie, der Beweis einer Ruptur, insbesondere aber deren Lokalisation, ist mit Hilfe einer Durchleuchtungsunter-

suchung mit Kontrastmittelfüllung der Blase zu führen.

### Skrotum

Skrotale Hämatome sind entweder Folge eines direkten Traumas der Skrotalregion, oder erster Hinweis auf das Vorliegen einer intraabdominellen Verletzung. Wird daher ein skrotales Ödem nachgewiesen, so folgt der sonographischen Untersuchung des Skrotums die des gesamten Abdomens.

### Weichteile

Mißhandlungsbedingte Weichteilverletzungen im Bereich des Halses und des Thorax werden bei Kindern um den 3. Lebensmonat am häufigsten beobachtet. Die Organe des Halses, Mund und Ösophagus-eingang, Larynx, Hypopharynx und die tieferen Pharynxbereiche kön-

nen betroffen sein und zum Mediastinalabszess führen.

### Thorax

Ein schweres Thoraxtrauma, auch im Rahmen einer Mißhandlung, kann zu einem Pneumothorax mit und ohne Rippenfraktur führen. Mißhandlungsbedingte Kontusion, Pleuraergüsse und Chylothoraces sind beschrieben. Der bildgebenden Diagnostik stehen viele Möglichkeiten zur Verfügung, um einen Mißhandlungsverdacht entweder zu erhärten oder zu entkräften. Da die Befunde der Bildgebung häufig die eindeutigsten Belege für eine nicht akzidentelle Verletzung darstellen, sind sie mit besonderer Sorgfalt zu erstellen.

Es gilt auch für die Kindsmißhandlung, dass für die einzelne Fragestellung dasjenige bildgebende Verfahren heranzuziehen ist, von dem die umfangreichste Information erwartet werden kann. Jede Diagnose der Kindsmißhandlung kann durch die bildgebenden Verfahren untermauert werden, endgültig wird sie nur im Zusammenhang mit den klinischen Befunden des mißhandelten Kindes gestellt.

► Prof. Dr. Brigitte Stöver  
Charité - Campus Virchow-Klinikum  
Klinikum für Strahlenheilkunde  
Abt. für pädiatrische Radiologie  
Augustenburger Platz 1  
D - 13353 BERLIN