

Christoph Malte Heyer, Stefan Peter Lemburg

## Wachstumsfugenfrakturen der distalen Tibia im Kindesalter – Röntgen oder CT?

Kindliche Frakturen unterscheiden sich hinsichtlich Verletzungsmechanismen, Lokalisation, Frakturtyp, Therapie und Prognose erheblich von Knochenbrüchen im Erwachsenenalter. Eine besondere Stellung innerhalb der kindlichen Verletzungen haben Frakturen, die die Wachstumsfuge des betroffenen Knochens beteiligen; sie machen etwa 20% aller kindlichen Frakturen aus. Jede Epiphysenfugenverletzung birgt potenziell das Risiko einer Wachstumsstörung. Daher bedürfen diese Frakturen einer besonders exakten Diagnostik.

Der Frakturverlauf in Relation zur Epi- und Metaphyse und zur Epiphysenfuge ist Grundlage verschiedener Klassifikationssysteme, von denen die Einteilungen nach Salter-Harris und nach Aitken die gebräuchlichsten sind. Dabei beschreibt der Typ Salter-Harris I (Aitken Typ 0) die reine Epiphysenlösung ohne metaphysäre Ausprengung, während der Typ Salter-Harris II (Aitken Typ I) Lösungen der Epiphyse mit metaphysärem Keil definiert. Beim Typ Salter-Harris III (Aitken Typ II) reicht die Frakturlinie unter Beteiligung der Epiphysenfuge trans-epiphysär bis nach intraartikulär.

Der Typ Salter-Harris IV (Aitken Typ III) ist durch einen transmeta- und -epiphysären Frakturverlauf mit Durchkreuzen der Epiphysenfuge gekennzeichnet, wohingegen der seltene Typ Salter-Harris V (Aitken Typ IV) die reine axiale Stauchungsverletzung der Epiphyse beschreibt. Aufgrund der im

Kindesalter getrennten Blutversorgung von Meta- und Epiphyse ist die Prognose der Frakturen vom Typ Salter-Harris III bis V kritisch; bei diesen Frakturtypen ist daher eine korrekte Diagnostik zur Therapieplanung besonders relevant. Am kindlichen Sprunggelenk findet sich darüber hinaus die Sonderform der so genannten „triplanen Fraktur“, welche einen Frakturverlauf in allen drei Raumrichtungen (vertikal, horizontal und sagittal) beschreibt und sowohl operationstechnisch wie prognostisch von großer Bedeutung ist.

Die klassische bildgebende Methode zur Diagnostik kindlicher Wachstumsfugenfrakturen ist seit über 100 Jahren die konventionelle Röntgenaufnahme, die zur Stel-lungsbeurteilung immer in mindestens zwei Ebenen angefertigt werden sollte. Bei komplexen oder dislozierten Frakturen hat sich gezeigt, dass Röntgenbilder gelegentlich nicht ausreichen, um

den genauen Verlauf der Verletzung zu dokumentieren. Daher wird in Einzelfällen eine zusätzliche Schnittbildgebung notwendig. Bildgebender Referenzstandard zur Beurteilung von Frakturen ist die Computertomographie (CT), die in den vergangenen Jahren durch Weiterentwicklung der Mehrzeilentechnik enorme Fortschritte gemacht hat. Durch Verkürzung der Untersuchungszeiten, geringe Schichtdicken im Submillimeterbereich und der daraus resultierenden Möglichkeit, detaillierte dreidimensionale Rekonstruktionen beliebiger Organsysteme anzufertigen, bietet die CT heute faszinierende Möglichkeiten, auch komplexe Verletzungen des kindlichen Skeletts darzustellen.

Der „Preis“ dafür besteht jedoch in einer verhältnismäßig hohen Strahlenexposition, der die Patienten ausgesetzt sind. Diese wichtige Einschränkung ist für Kinder und Jugendliche besonders relevant,

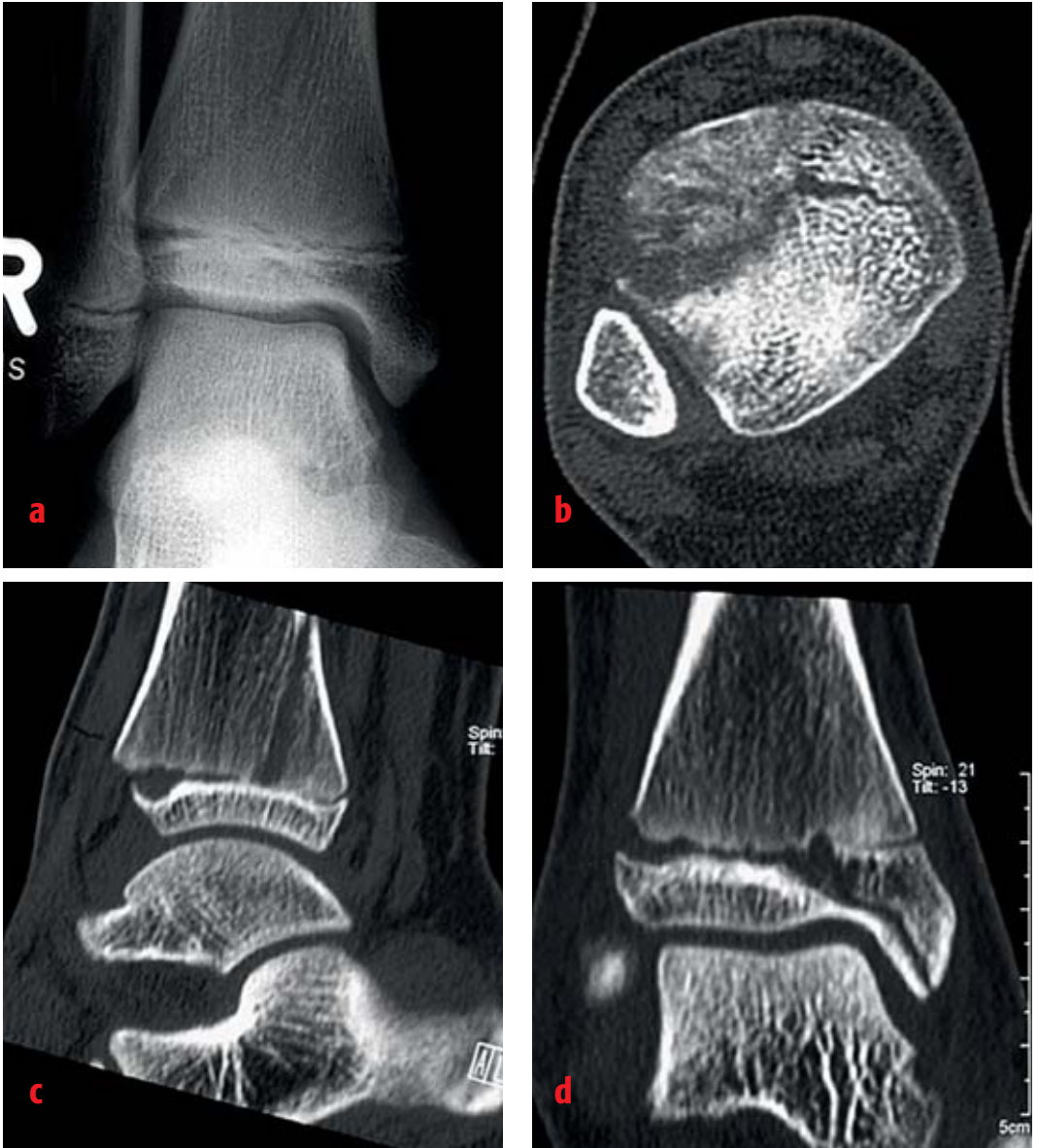
zeigen sie doch eine gegenüber Erwachsenen deutlich höhere Strahlensensibilität. Im Einzelfall ist daher immer sorgfältig abzuwägen, ob der Einsatz der CT als additive bildgebende Methode vor dem Hintergrund der Strahlenexposition tatsächlich gerechtfertigt ist.

In Bezug auf die Wachstumsfugenfrakturen der kindlichen distalen Tibia existieren bislang kaum wissenschaftliche Daten über den differenzierten Einsatz von Röntgen und CT. Wir haben daher im Rahmen einer Analyse der in unserem Institut untersuchten Kinder versucht, die Aussagekraft konventioneller Röntgenaufnahmen von Wachstumsfugenfrakturen der distalen Tibia im Vergleich zum Referenzstandard CT zu ermitteln.

Zu diesem Zweck wurde die verfügbare Bildgebung (Röntgen und CT) aller im Zeitraum August 2001 bis Dezember 2006 untersuchten Kinder mit Wachstumsfugenfrakturen der distalen Tibia von zwei Radiologen ohne Kenntnis der endgültigen Diagnosen evaluiert. Anhand eines standardisierten Erhebungsbogens wurden dabei folgende Parameter dokumentiert: Frakturnachweis mit Beteiligung von Metaphyse, Epiphyse und/oder Epiphysenfuge, Gelenkflächenbeteiligung mit Dehiszenz und/oder Stufenbildung, intraartikuläre Fragmente, Fragmentanzahl und Sub-/Luxation. Zusätzlich erfolgte eine Klassifikation



■ Abb. 1a + b: 11-jähriges Mädchen mit Wachstumsfugenfraktur der distalen Tibia vom Typ Salter-Harris III mit Ausriss des Malleolus medialis. Das Röntgenbild (Abb. 1a) lässt eine Frakturklassifikation zu, kann die in der CT (Abb. 1b) sichtbare, deutliche Dehiszenz des Fragmentes jedoch nicht adäquat darstellen. Als Nebenbefund findet sich eine Epiphysenfugenverletzung der Fibula vom Typ Salter-Harris I.



■ Abb. 2a-d: 12-jähriger Junge mit triplaner distaler Tibiafraktur, die auf dem Röntgenbild (Abb. 2a) nicht als solche eingestuft wurde. Die CT-Rekonstruktionen zeigen den exakten coronaren (Abb. 2b), horizontalen (Abb. 2c) und schräg-sagittalen Frakturverlauf (Abb. 2d) und die Beteiligung von Epi-/Metaphyse und Wachstumsfuge.

nach Frakturtypen Salter-Harris I bis V sowie eine Klassifikation der triplanen Fraktur Typ I bis III. Insgesamt wurden 33 Kinder mit ei-

nem durchschnittlichen Alter von 14 Jahren (9 –18 Jahre) untersucht. Bei 25 Patienten (76%) lag eine rechtsseitige Fraktur vor, Jungen

waren in 21 Fällen (64%) betroffen. Die CT zeigte mit  $1,6 \pm 1,3$  versus  $1,4 \pm 0,8$  signifikant mehr Fragmente als die Röntgenbilder

( $p=0,023$ ). Das Röntgenbild zeigte eine Gesamtpräzision („Overall Accuracy“) von unter 90% bei metaphysärer Frakturbeteiligung (82%), Gelenkflächendehiszenz (64%), Stufenbildung (61%) und Subluxation/Luxation (79%).

Ursächlich hierfür waren im Falle der Gelenkflächendehiszenz/-stufenbildung sowie der Subluxation/Luxation die niedrigen positiven Vorhersagewerte (38%/38%/36%), im Falle der metaphysären Beteiligung und Gelenkflächendehiszenz die niedrigen negativen Vorhersagewerte der Röntgenaufnahmen (64%/63%). Abb. 1 zeigt ein typisches Beispiel für eine deutliche Dehiszenz der Gelenkflächen, die röntgenologisch unterschätzt wurde und erst in der CT in vollem Umfang sichtbar war.

Bei der Frakturklassifikation nach Salter-Harris zeigten die Röntgenbilder im Vergleich zur CT eine unterschiedliche Beurteilung bei 30% der Patienten: Die Röntgenaufnahmen erbrachten bei Frakturen vom Typ Salter-Harris Typ III die häufigsten Fehlklassifikationen, während bei Verletzungen vom Typ Salter-Harris I und II keine fehlerhaften Beurteilungen auftraten.

Darüber hinaus wiesen die Röntgenaufnahmen bei fünf von sieben Patienten (71%) eine im Vergleich zur CT unterschiedliche Beurteilung (Fehlklassifikation oder Frak-

tur vollständig übersehen) triplaner Frakturen auf. Ein Beispiel zeigt Abb. 2; hier wurde der Bruch der Tibia zwar erkannt, jedoch nicht als triplane Fraktur eingestuft. Insgesamt wurden die triplanen Brüche anhand der Röntgenbilder nur bei zwei Kindern richtig eingeschätzt.

Als Schlussfolgerung bleibt festzuhalten, dass die konventionelle Röntgendiagnostik bei kindlichen Wachstumsfugenfrakturen der distalen Tibia im Vergleich zur CT hinsichtlich der Beurteilung von Fragmentanzahl, Gelenkflächen und Stellung im Gelenk eindeutige Schwächen zeigt. Bei den prognostisch günstigen Frakturen vom Typ Salter-Harris I und II erbrachte die CT gegenüber den Röntgenbildern keinen Zugewinn; die CT ist damit nicht per se als bildgebende Methode bei dieser Form von kindlicher Verletzung indiziert.

Im Falle einer röntgenologisch vermuteten Fraktur vom Typ Salter-Harris III sollte zur exakten Klassifikation und Therapieplanung eine CT erfolgen. Auch bei der Beurteilung der zwar seltenen, jedoch oft komplikationsträchtigen triplanen Frakturen ist die Anfertigung einer CT empfehlenswert, da dem Röntgenbild Details, die für eine operative Versorgung relevant sind, entgehen können.

Zusammenfassend ermöglichen unsere Daten eine differenzierte

Indikationsstellung zur Durchführung einer CT bei der Beurteilung kindlicher Wachstumsfugenfrakturen am Sprunggelenk, was im Hinblick auf die applizierten Strahlendosen von großer kinder-radiologischer Bedeutung sein dürfte.

► PD. Dr. med  
Christoph Malte Heyer

► Dr. med.  
Stefan Peter Lemburg

Institut für Diagnostische und  
Interventionelle Radiologie und  
Nuklearmedizin  
Berufsgenossenschaftliche  
Universitätsklinik  
Bergmannsheil GmbH  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1  
D - 44789 BOCHUM