

Hans-Joachim Mentzel, S. Vogt

## Digitale Radiogrammetrie (DXR) – Eine neue Methode zur Beurteilung der Knochendichte bei Kindern und Jugendlichen

Bei chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED) und deren Therapie besteht bei Kindern und Jugendlichen die Gefahr, eine sekundäre Osteoporose zu entwickeln. Ziel dieser Untersuchung war es, die digitale Radiogrammetrie als neues Verfahren zur Beurteilung der Knochendichte bei CED-Patienten einzusetzen und die Ergebnisse mit anderen Knochenanalyseverfahren zu vergleichen.

Die Osteoporose (Knochenschwund) wird als Erkrankung definiert, die durch eine verringerte Knochenmasse und eine Architekturstörung des Knochens charakterisiert ist. Kennzeichen ist eine erhöhte Knochenbrüchigkeit (Fraktur-

und verschiedenen Laboranalysen auch den Einsatz von konventionellen Röntgenaufnahmen. Anhand von Röntgenbildern kann eine Verminderung der Knochendichte mit bloßem Auge erst ab einer Reduktion von 30-40% erkannt werden.

ein wesentliches Moment der Bewertung des Knochenstatus dar und dient zur Abschätzung des Frakturrisikos. Im Kindes- und Jugendalter werden neben primären Osteoporoseformen (z.B. bei Osteogenesis imperfecta) die sekundären Osteoporosen unterschieden, die z.B. auf Grund von langwierigen Erkrankungen (z.B. onkologische Erkrankungen, Asthma) und Nebenwirkungen von Medikamenten (langfristige Einnahme systemischer Glukokortikoide) beruhen. Auch bei Patienten mit Chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED), zu denen der Morbus Crohn, die Colitis ulcerosa und die Colitis indeterminata zählen, kann sekundär eine Osteoporose auftreten. Ursachen hierfür sind die bestehende Entzündung,

die verminderte Aufnahme wichtiger Substanzen über den Magen-Darm-Trakt, der Bewegungsmangel und die häufig verminderte

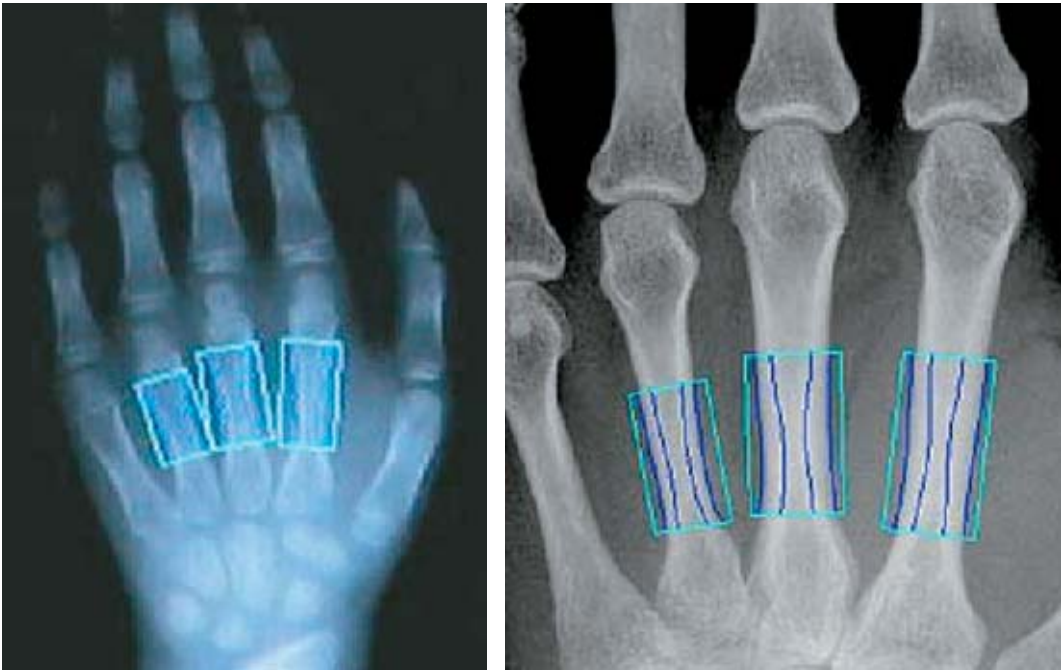


■ Abb. 1: Pronosco-X-Posure System TM – bestehend aus hochauflösendem Röntgenbildscanner, Computer mit spezieller Analyse-Software

anfälligkeit). Die Osteoporosediagnostik umfasst neben der Anamnese, der körperlichen Untersuchung

Die Bestimmung der Knochendichte mit quantitativen Verfahren (Osteodensitometrie) stellt deshalb

wichtiger Substanzen über den Magen-Darm-Trakt, der Bewegungsmangel und die häufig verminderte



■ *Abb. 2a/b: Die Platzierung der Meßregionen (Regions of interest = ROIs) im Bereich der Mittelhandknochen des 2.-4. Strahls der linken Hand (grüne Kästchen) erfolgt automatisch und ist vom Untersucher nicht beeinflussbar*

Sonnenlichtexposition, aber auch die Einnahme von Steroiden zur Behandlung der Darmerkrankung. Folgen können eine verminderte Knochenmineralisation bzw. Demineralisation und ein erhöhtes Frakturrisiko sein.

Der Standard für die Bestimmung der Knochendichte im Erwachsenenalter ist die Zwei-Energie-Röntgenstrahlen-Absorptiometrie (DXA oder DEXA). Ein weiteres diagnostisches Verfahren ist die quantitative Computertomographie (QCT), die im Bereich der Wirbelsäule oder im Handgelenk nahen Unterarmbereich durchgeführt wird (sog. periphere QCT oder pQCT). Beide Methoden sind an die Verwendung io-

nisierender Strahlen gebunden. Ohne Röntgenstrahlen können quantitative Ultraschallverfahren (QUS) eingesetzt werden, deren Ergebnisse allerdings auf Grund einer hohen Streubreite kritisch hinterfragt werden müssen. Für das Kindesalter gibt es keine einheitlichen Empfehlungen, welches Verfahren zu bevorzugen ist.

Die Radiogrammetrie war eine der ersten radiologischen Methoden zur Einschätzung des Knochenstatus auf der Basis von konventionellen Röntgenbildern. Bereits 1960 wurden die Grundprinzipien von Barnett und Nordin beschrieben. Die Verfügbarkeit moderner Computertechnologien und hochauflösender

Digitalscanner führten zur Entwicklung der Digitalen Radiogrammetrie (DXR). Dabei werden Röntgenaufnahmen der Hand eingescannt und vom System analysiert. Meßstellen sind die Mittelhandknochen des II. bis IV. Strahls der Finger, bei denen das System automatisch und Untersucher unabhängig Regionen (Regions of Interest = ROIs) festlegt, in denen die Knochenanalyse erfolgt. Neben der Dicke der Knochenrinde (kortikale Dicke) und dem Knochendurchmesser gehen bei der Analyse durch das Scannersystem erfasste Korrekturfaktoren wie die Streifigkeit und Löchrigkeit (Porosität) mit ein. Das Ergebnis ist ein absoluter Schätzwert der Knochenmineraldichte (Bone mineral

density = BMD) in g/cm. Angegeben wird auch der Metakarpal-Index, ein Maß für das Verhältnis von Markraum des Knochens zur Rindendicke. Zur Analyse werden Röntgenaufnahmen der linken Hand verwendet, die im Kindesalter relativ häufig angefertigt werden, um das Knochenalter abzuschätzen. Grund für die Anfertigung dieser Röntgenbilder sind unter anderem auch Wachstumsverzögerungen bei Kindern mit chronischen Erkrankungen

#### **Patienten und Methoden:**

46 Kinder (21 Mädchen, 25 Knaben; Durchschnittsalter von 14 Jahren) mit der Diagnose einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung (27 Colitis ulcerosa, 19 Morbus Crohn) wurden in die Studie eingeschlossen. Die Knochenmineraldichte (BMD) wurde mit der Digitalen Radiogrammetrie unter Verwendung einer konventionellen Röntgenaufnahme der linken Hand bestimmt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden mit den Knochenichtewerten eines Standardreferenzkollektivs gleichaltriger Kinder verglichen, die in einer früheren Studie der Universitätskliniken in Halle und Jena ermittelt worden waren. Die Zwei-Energie-Röntgenstrahlen-Absorptiometrie (DXA) erfolgte im Bereich der Lendenwirbelsäule und im Kopfbereich des Oberschenkelknochens. Die periphere Computertomographie (pQCT) wurde am peripheren Unterarm durch-

geführt. Zwischen allen drei eingesetzten Verfahren wurden die Beziehungen untereinander getestet.

#### **Ergebnisse:**

Im Vergleich zu der untersuchten Normalgruppe von gleichaltrigen Kindern und Jugendlichen zeigten die Patienten mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen signifikant niedrigere Werte bei der Digitalen Radiogrammetrie. Bei drei Patienten mit Colitis ulcerosa lagen die DXR-Parameter (BMD und MCI) im Bereich der Osteopenie (Z-Score zwischen - 1 und - 2,5 Standardabweichungen); bei Morbus Crohn Patienten lag der Z-Score für den DXR-BMD bei vier Patienten im Bereich der Osteopenie und bei zwei Patienten im Bereich der Osteoporose (< - 2,5 SD) sowie der DXR-MCI-Wert bei jeweils einem Patienten im Bereich von Osteopenie und Osteoporose. Der Vergleich zu den Standardverfahren ergab eine gute Übereinstimmung der DXR-Werte mit den Meßergebnissen der Zwei-Energie-Röntgenstrahlen-Absorptiometrie (DXA). Zwischen DXR und peripherem quantitativen CT (pQCT) sowie zwischen DXA und pQCT bestanden keine signifikanten Korrelationen.

#### **Schlussfolgerung:**

Die Signifikanz der Ergebnisse zeigt, dass die unkomplizierte, nicht-invasive Digitale Radiogrammetrie in der Lage ist, Veränderungen der Knochenmineralisation bei Kindern

aufzuzeigen. Die Methode scheint geeignet dafür, in das diagnostische Standardprogramm bei Kindern mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen einbezogen zu werden, um Aussagen zur Knochenmineralisation bei diesen Patienten zu treffen. Die bei Kindern mit chronischen Erkrankungen zur Beurteilung des Knochenalters häufig erforderlichen Röntgenaufnahmen der linken Hand können so für eine Abschätzung der Knochenmineralisation genutzt werden, ohne dass eine erneute Strahlenbelastung erforderlich ist.

Weitere Vorteile der Methode sind die Untersucher-Unabhängigkeit und hohe Präzision (Variationskoeffizient von 0,45%) des Ergebnisses. Nachteil des Verfahrens ist, dass erst ab einem Alter von 5 Jahren die Knochenkonturen durch das Analyse-System richtig erkannt werden können. Messungen bei jüngeren Patienten sind daher nicht möglich.

▶ Dr. med. Hans-Joachim Menzel  
Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Institut f. Diagnose u. Intervent.  
Radiologie  
Bachstraße 18  
D - 07740 JENA