

Digitale Radiographie

Der Begriff „digitale Radiographie“ bezeichnet Verfahren zur Aufzeichnung und Darstellung von Röntgenaufnahmen mit den Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung. Das erste kommerzielle digitale Röntgensystem zur Anwendung in der Zahnheilkunde wurde 1986 unter dem Namen „Radiovisiographie“ vorgestellt. Mittlerweile sind weltweit etwa 40.000 Geräte verschiedener Hersteller im Einsatz. Ähnlich wie in der Vergangenheit wird auch die Zukunft digitaler Systeme durch eine rasche Weiterentwicklung gekennzeichnet sein.

1. Systeme

Am Beginn der digitalen Radiographie in der Zahnheilkunde wurde das Röntgenbild mit Halbleitersensoren (CCD-Sensoren) aufgezeichnet, die in direkter Kabelverbindung mit einem Computer standen. Diesem heute weitverbreiteten Verfahren, das als direkt digitale Radiographie (DDR) bezeichnet wird, stellte sich Mitte der 90er-Jahre die indirekt digitale Radiographie (IDR) an die Seite. IDR-Systeme verwenden Speicherfolien, die zunächst frei belichtet und anschließend in einem Laserscanner ausgelesen werden.

2. Klinische Anwendung

Offensichtliche Vorteile digitaler Röntgensysteme liegen in der kurzen Zeit bis zur Bilddarstellung und dem weitgehenden Verzicht auf Verbrauchsmaterialien und deren Entsorgung (Filme, Verpackungen, Bleifolien, Entwicklungschemikalien).

Speicherfolien sind filmähnlich in der Anwendung, während direkt digitale Sensoren ohne mechanisch bewegte Komponenten auskommen, weniger Arbeitsschritte benötigen und das Bild schneller darstellen. Direkt digitale Sensoren der aktuellen Generation sind in verschiedenen Größen einschließlich des 3 x 4 cm²-Formats verfügbar. Für die Bißflügelprojektion sollte auf entsprechende Sensorhalter zurückgegriffen werden, wobei auf Grund der Krümmung der Mandibula auch mit Abstand zur Zahnreihe gearbeitet werden muß.

3. Patientendosis

Digitale Systeme für intraorale Aufnahmen reduzieren die Patientendosis gegenüber dem Durchschnitt der deutschen Praxen (6 cm Feld, D-speed-Film) um 80 % bis 95 %. Eine Reduktion von 85 % gegenüber dem bisherigen Durchschnitt ist auch bei analogen Systemen möglich, wenn entsprechend der wissenschaftlichen Empfehlung eine Feldeingrenzung auf das Filmformat erfolgt und Filme der Empfindlichkeitsklasse „E“ eingesetzt werden. Insgesamt ist der Beitrag der

Zahnmedizin zur kollektiven effektiven Dosis aus medizinischen Röntgenuntersuchungen gering, so dass eine Forderung zur generellen Umrüstung auf digitale Systeme nicht gerechtfertigt wäre.

Da heute fast alle digitalen Systeme über eine große Dynamik verfügen, sind Über- und auch Unterbelichtungen in einem weiten Spielraum nicht möglich. Der Anwender muß trotzdem sorgfältig darauf achten, daß die Expositionsparameter richtig gewählt werden.

Mit einer Begrenzung des bestrahlten Felds auf die Sensorgröße verringert sich die Dosis zusätzlich um mehr als die Hälfte. Möglich wird dies mit Haltevorrichtungen, die bei der Anwendung elektronischer Sensoren ohnehin unbedingt zu empfehlen sind.

Die Empfindlichkeit der digitalen Panoramasysteme liegt durchweg über der von Film-/Foliensystemen der 400er Klasse. Direkt digitale Fernröntgengeräte benötigen etwa 50 % der Dosis vergleichbarer analoger Geräte.

4. Diagnostischer Wert

Die höchsten Anforderungen an die Abbildungsqualität intraoraler Aufnahmen stellen die Erkennbarkeit approximaler Initialkaries und die Darstellung der apikalen Region im Rahmen endodontischer Behandlungen. Wissenschaftliche Aussagen für diese Bereiche lassen deshalb eine Einschätzung des diagnostischen Werts auch für andere Aufnahmesituationen zu.

In Bezug auf die Kariesdiagnostik ergibt sich aus der Literatur ein einheitliches Bild. Unterschiede bestehen danach nicht zwischen Filmen (D- und E-speed) und unbearbeiteten digitalen Aufnahmen. Mit Methoden der Bildbearbeitung insbesondere durch Kontrastverstärkung läßt sich der diagnostische Wert digitaler Aufnahmen über das Filmniveau hinaus steigern. Vielversprechend erscheinen auch Verfahren zur computerunterstützten Diagnostik, die bereits für die Bewertung approximaler Karies verfügbar sind.

In Bezug auf die Erkennbarkeit endodontischer Instrumente bestanden in der Vergangenheit unterschiedliche Aussagen. Einige Arbeitsgruppen sahen den Film im Vorteil, andere sprachen digitalen Systemen und Filmen etwa gleiche Qualität zu. Eine Studie berichtete über Vorteile des damals einzigen Speicherfoliensystems (Digora) im Vergleich mit direkt digitalen Verfahren. Die direkt digitalen Sensoren der aktuellen Generation werden in der wissenschaftlichen Einschätzung als dem Film mindestens gleichwertig, in der digitalen Bildbearbeitung sogar als überlegen gesehen. Vergleiche zwischen Filmen und digitalen Sensoren legen durchweg optimale Filmdarstellungen zugrunde, die jedoch mit der üblichen Expositions- und Entwicklungsvariabilität in der Praxis gar nicht immer gelingen, während digitale Aufnahmen in einem weiten Spielraum klinischer Einflüsse optimal dargestellt werden.

Die bisherigen Erfahrungen mit extraoralen Aufnahmen deuten darauf hin, daß die digitale Panoramaschichtaufnahme der Filmaufzeichnung gleichwertig ist. Nicht-Panorama-Schichten (z. B. transversal, Sinus) sind bei indirekt digitalen Systemen

ohnehin – abhängig vom eingesetzten Panoramagerät – möglich und mittlerweile auch bei den meisten direkt digitalen Systemen implementiert.

Seitliche Schädelaufnahmen sind mit direkt und indirekt digitalen Systemen möglich. Bei direkt digitalen Systemen wird der Schädel im Linienscan abgebildet, wobei sich Scanzeiten zwischen 8 und 18 Sekunden ergeben. Wissenschaftliche Studien zu dem ältesten verfügbaren System (Sirona Orthophos DS Ceph) belegen, dass Bewegungsunschärfen keine Bedeutung zukommt und die kieferorthopädische Online-Analyse Punkte im Trend besser identifiziert.

5. Archivierung

Beim Papiausdruck digitaler Röntgenaufnahmen kann die Qualität der Bildschirmdarstellung mittlerweile auch mit wirtschaftlichen Druckverfahren erreicht werden. Die Archivierung der Bilddaten sollte jedoch elektronisch erfolgen. Dabei stellt sich vielfach die Frage nach einer Verkleinerung (Kompression) der Datenmenge. Diese kann verlustbehaftet (das aus den komprimierten Daten errechnete Bild entspricht dem Ausgangsbild nicht vollständig) oder verlustfrei erfolgen. Verschiedene wissenschaftliche Studien deuten darauf hin, daß die höhere Kompressionsrate verlustbehafteter Verfahren - z.B. des JPEG-Algorithmus (Joint Photographic Experts Group) - bis zu 10 % der ursprünglichen Datenmenge nicht mit klinisch relevanten Einbußen einhergeht.

6. Datensicherheit

Die Datensicherheit digitaler Röntgenaufnahmen umfaßt sowohl den Schutz des Patienten vor unberechtigtem Zugriff auf seine Daten als auch vor einer Datenmanipulation. Während die Kommunikation über Datennetze (bislang) keinen Schutz ermöglicht, ist die Gefahr, die von einer Manipulationen ausgeht, gerade bei primär digitalen Röntgenaufnahmen sehr gering.

Neben grundsätzlichen Aspekten (Rauschspektrum darf nicht verändert werden, Gegenbeweis durch andere Aufnahmen) haben primär digitale Aufnahmen gegenüber den elektronisch ebenfalls veränderbaren Filmaufnahmen den Vorteil, daß sie dazu gedacht sind, den Patienten direkt zu informieren, ohne daß Zeit für Manipulationen bleibt. Ein besonderes Mißtrauen gegenüber digitalen Aufnahmen ist unbegründet.

7. Juristische Unbedenklichkeit

Digitale Röntgensysteme erfüllen die Anforderungen der Röntgenverordnung, ihre Anwendung ist demnach juristisch unbedenklich. Abrechnungstechnisch besteht zur Zeit in Deutschland ein Nebeneinander sehr unterschiedlicher Aussagen der KZVen.

Chr. Benz, München, F. Sitzmann, Ulm

DZZ 56 (01)

Stellungnahme der DGZMK V1.1 Stand 10/2000.

Diese Stellungnahme wurde mit dem Vorstand der Arbeitsgemeinschaft Röntgenologie abgestimmt