

Die digitale Radiografie in der Zahnheilkunde



J. Rathje, U. Rother, P. Jöhren, Witten

Wie in der digitalen Fotografie und anderen Bereichen der computergestützten Kommunikationsindustrie vollzieht sich auch bei den bildgebenden radiologischen Verfahren ein Wechsel hin zur Digitalisierung. Auch wenn gerade ältere Niederlassungen überwiegend mit analogen radiologischen Verfahren arbeiten, überwiegt im Bereich der Neugründungen heute die digitale Technik. Als digitales Röntgen wird die Erfassung der Bildinformation mittels Röntgenstrahlen-empfindlichem Sensor in einem digitalen Datensatz bezeichnet: Angewandt wird die bekannte Codierungsform in eine binäre Abfolge der Ziffern „0“ und „1“, die wiederum die Basisinformation jedes halbleiterbasierten Datenverarbeitungssystems bilden. Grundsätzlich gelten bei der digitalen Radiografie hinsichtlich der strahlenphysikalischen Überlegungen (Objekt/Film- bzw. Film/Fokus-Abstand, Einfallswinkel der Strahlung, Abstands-Quadrat-Gesetz) die gleichen Grundsätze wie bei der analogen Röntgentechnik. Im Vergleich zur analogen Technik ändert sich die Darstellung des Objekts nach Durchdringung mit der Röntgenstrahlung. Das Nutzstrahlenbündel führt nach Abschwächung durch das Objekt entsprechend dem Objektkontrast nicht zur Veränderung einer Silberbromidschicht (resp. Schwarzfärbung bei Belichtung), sondern zur Entstehung eines digitalen Signals, das entsprechend der ankommenden Strahlungsintensität unterschiedlich stark ausfällt. Zwar gelingt es, die Strahlenexposition für intraorale Aufnahmen durch die Digitalisierung deutlich zu reduzieren [17]; bezüglich des §2 der aktuellen Fassung der Röntgenverordnung, insbesondere hinsichtlich der „rechtfertigenden Indikation“, gelten jedoch auch hier die gleichen Richtlinien wie bei der analogen Technik (siehe Kasten). Gesetzliche Grundlage bildet hier die Novelle der Röntgenverordnung vom 01.07.2002, die

Der Leser sollte nach dem Durcharbeiten des Artikels

- einen Überblick über die grundsätzlichen Techniken des digitalen Röntgens haben und diese unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten der Strahlenexposition und des Strahlenschutzes vom analogen Verfahren abgrenzen können,
- die gesetzlichen Grundlagen für die Novelle der Röntgenverordnung kennen,
- Kriterien der Qualitätssicherung und Einzelheiten der Bildoptimierung kennen,
- die digitale transversale Schichtaufnahme (TSA) als spezielles digitales Aufnahmeverfahren kennengelernt haben und eine Einschätzung zur Indikation vornehmen können sowie
- die effektive Dosis einzelner Aufnahmeverfahren bewerten können.

auf die Euratom-Richtlinie 96/29/EURATOM und 97/43/EURATOM von 1997 zurückgeht. Es hat demnach 5 Jahre gedauert, um diese Richtlinie in Deutschland in geltendes Recht umzusetzen. Die EURATOM-Richtlinien wiederum entstehen nach Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP – International Commission on Radiological Pro-

§2a Rechtfertigung

- (1) Neue Arten von Tätigkeiten, mit denen Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt verbunden sein können, müssen unter Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt sein. Die Rechtfertigung bestehender Arten von Tätigkeiten kann überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen oder die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.
- (2) Medizinische Strahlenexpositionen im Rahmen der Heilkunde, Zahnheilkunde oder der medizinischen Forschung müssen einen hinreichenden Nutzen erbringen, wobei ihr Gesamtpotenzial an diagnostischem oder therapeutischem Nutzen, einschließlich des unmittelbaren gesundheitlichen Nutzens für den Einzelnen und des Nutzens für die Gesellschaft, abzuwägen ist gegenüber der von der Strahlenexposition möglicherweise verursachten Schädigung des Einzelnen.
- (3) Welche Arten von Tätigkeiten nach den Absätzen 1 und 2 nicht gerechtfertigt sind, wird durch gesonderte Rechtsverordnung nach § 12 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 des Atomgesetzes bestimmt.

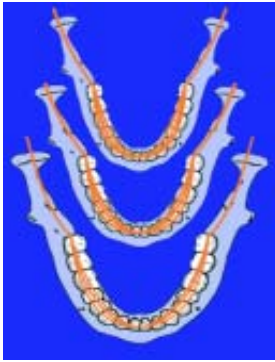


Abb. 7



Abb. 8

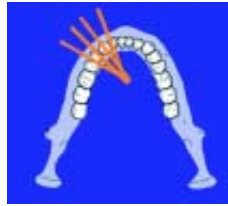


Abb. 9



Abb. 10



Abb. 11

fie“ [23] kann sogar dem durchschnittlichen Verlauf unterschiedlich geformter Zahnbögen von Erwachsenen oder Kindern angepasst werden (Abb. 7). Eine automatische Belichtungskontrolle gewährleistet eine optimale Sensorbelichtung. Durch eine Anpassung der Expositionsparameter des Strahlers und eine damit verbundene erhöhte Durchdringungsfähigkeit im Bereich der Frontzähne können eine Schattenabbildung der Wirbelsäule sowie ein Kontrastverlust verhindert werden. Durch neuartige Konstruktionen werden schnelle und reproduzierbare Kreisbewegungen realisiert. Die Bildgeometrie wird dabei nicht mechanisch, sondern durch die entsprechende Software festgelegt. Präzisionsmikromotoren gewährleisten detailgetreue und reproduzierbare Aufnahmen. Durch eine Reihe von integrierten Basisprogrammen, z.B. die Lateral-Doppel-Kiefergelenksaufnahme (Winkel 18°), die PA-Doppel-Kiefergelenksaufnahme und die PA-Rotations-Sinusaufnahme (gebogene Schicht) ist eine weiterführende Diagnostik möglich. Durch die Option der horizontalen wie vertikalen Segmentierung bei freier Wahl der Aufnahmeeregion kann eine deutliche Dosisreduktion erreicht werden [16, 18].

Spezialaufnahmen

Die Möglichkeit einer transversalen Schichtaufnahme (TSA) soll im Folgenden genauer betrachtet werden, da in Zukunft diese Aufnahmetechnik im Rahmen der präimplantologischen Diagnostik als Ergänzung zur Panoramaschichtaufnahme einen sehr hohen Stellenwert einnehmen könnte. Es werden die gewünschten Kieferschichten in vestibulo-lingualer oder vestibulo-palatinaler Richtung dargestellt und damit eine Schichtabbildung in der 2. Ebene erreicht.

Folgende Schichtungen sind möglich:

- 1–4 Schichtaufnahmen manuell/4 Schichtaufnahmen (automatisch) (Abb. 8),
- 4 Schichtaufnahmen mit anatomischer Anpassung (Abb. 9),
- 3 Schichtaufnahmen mit unterschiedlichen Winkeln (automatisch). Die Aufnahmen können Stereotyp betrachtet werden (Abb. 10),
- 3 Sinus-Schichtaufnahmen (automatisch). Die Schnitte ergeben eine größere Tiefenwirkung (Abb. 11).

Die Positionierung des Patienten erfolgt durch eine Zahnbogenabformung mit einem Silikon, welches eine exakte Positionierung von präimplantologisch eingebrachten Röntgenkugeln ermöglicht. Laserstrahlen zeigen eine exakte Position und Ausrichtung des tomografischen Schnittes an. Die Schichtdicke ist vom Bedienungspersonal einstellbar.

Die TSA ermöglicht nicht nur eine generelle Beurteilung des Knochenangebots des Alveolarfortsatzes in der 2. Ebene im Vorfeld der Implantologie, sondern erlaubt auch die Visualisierung besonderer anatomischer Strukturen, wie z. B. die knöchernen Begrenzung des Mandibularkanals oder stark unter sich gehende Alveolarfortsatzbereiche (Abb. 12). Eine Einschätzung der Ausdehnung raumfordernder Veränderungen ist ebenfalls möglich und bietet Planungssicherheit im Vorfeld einer Operation (Abb. 13).

Qualitätssicherung

Bei der Qualitätssicherung digitaler Systeme fallen die für das analoge Röntgen vorgeschriebenen Verfahren teilweise weg. Es muss jedoch mindestens ein Befundmonitor eingerichtet sein, der folgende Eigenschaften erfüllt:

- mindestens 1024 x 768 Bildpunkte,
- Röhrenmonitor der Größe 17 Zoll,
- Flachbildschirm der Größe 15 Zoll.

Dieser Befundmonitor muss sich einer Abnahmeprüfung unterziehen. Weitere, als Betrachtungsmonitore klassifizierte Bildwiedergabegeräte werden nicht abnahmegeprüft.

Eine Abdunkelung des zur Betrachtung verwendeten Raumes sollte möglich sein. Im Rahmen der Konstanzprüfung muss mithilfe des SMPTE-Testbilds arbeitstäglich der Monitor auf Darstellung der Grauwerte überprüft werden (Abb. 14). Das Softwareprogramm ist über das Depot oder den Lieferanten des digitalen Röntgensystems zu beziehen. Monatlich müssen Parameter der Bildgeometrie, der Auflösung und der Kontrasteinstellung überprüft werden. Bei der Konstanzprüfung sind dieselben Prüfmittel und Prüfverfahren zu verwenden, wie bei der Abnahmeprüfung [2].

Hinsichtlich der technischen Mindestanforderungen gelten für digitale intraorale Aufnahmen ein Energiedosis-Grenzwert von maximal 200 μGy ($1\text{Gy}=1\text{J/kg}$) sowie eine Auflösung von



Abb. 12 ?????????????? ??????????????



Abb. 13 ?????????????? ??????????????

mindestens 5 Linienpaaren pro mm. Die Grenzwerte für digitale Panoramaschichtaufnahmen liegen bei maximal 5 µGy bzw. mindestens 2,5 Linienpaaren pro mm [3].

Oftmals kann bei modernen Dentaltubusgeräten die Röhrenspannung im Rahmen von 60–70 kV variiert werden, während der Röhrenstrom konstant bleibt. Eine niedrige Röhrenspannung resultiert immer in einer Erhöhung der Strahlenbelastung, da eine langwellige Strahlung stärker absorbiert wird, bietet jedoch den Vorteil, dass kontrastreichere Aufnahmen möglich sind. Die Möglichkeit der Kontrastverstärkung im Rahmen der Bildnachbearbeitung sei an dieser Stelle noch einmal hervorgehoben. Eine weitere Anforderung nach der Richtlinie für Sachverständigenprüfungen vom 27.08.2003 sieht vor, dass die Röhrenspannung nur größer oder gleich 60 kV einzustellen ist [3]. Um kürzere Belichtungszeiten sowie eine homogenere Strahlenqualität bei gleicher Röhrenspannung zu erzielen, bieten zahlreiche Hersteller sogenannte Multipuls-Generatoren an. In der Röntgenröhre wird dabei eine hochfrequente Gleichspannung erzeugt und nicht mehr, wie bei älteren Halbwellengeneratoren, nur die positive Halbwelle der Wechselspannung ausgenutzt.

Da im Alltag der Ausdruck von digitalen Röntgenaufnahmen häufig den qualitätsbestimmenden Schritt in der Bildübertragung darstellt, dürfen nicht transparente Dokumentationsmedien nur zusammen mit einem schriftlichen Befund zur Anwendung kommen, erfüllen jedoch nicht §28 Abs. 4,6 und 8 RöV[1].

Es ist bei Betrachtung der effektiven Dosis und des Risikos des stochastischen Effekts ersichtlich, dass die konventionelle dentale Radiografie zwar mit einer relativ geringen Dosis und einem verhältnismäßig kleinen Risiko, einen malignen Tumor zu entwickeln, einhergeht, die Summe der jährlich in Europa angefertigten Röntgenaufnahme beträgt jedoch viele Millionen (Tab. 2) [10]. Komplexere Bildgebungsverfahren, etwa die Computertomografie oder auch multiple transversale Schichtaufnahmen, erhöhen die Dosis deutlich, der Unterschied zwischen TSA und CT ist jedoch evident.

Im Rahmen zunehmender Implantatzahlen ist auch ein Anstieg der durchgeführten Computertomografien zu verzeichnen – eine Entwicklung, die v.a. aufgrund der rechtfertigenden Indikation der novellierten Röntgenverordnung kritisch hinterfragt werden muss. Neben der bedeutenden Strahlenbelastung verursacht das CT auch höhere Kosten bei teilweise fraglicher Indikation. Es gilt zu fragen, ob nicht die digitale TSA mit den dargelegten Möglichkeiten der einfach durchzuführenden Abstands- und Winkelmessung zumindest in einigen Fällen eine Alternative zum CT darstellen kann. Die Art der gewählten präoperativen Aufnahme ist abhängig von der Zahl der zu inserierenden Implantate sowie von der Fragestellung, ob größere augmentative Verfahren zur Anwendung kommen müssen. In einem solchen Fall wird das CT empfohlen [32]. In vielen anderen Fällen kann die TSA einen hohen Informationsgehalt und eine präoperative Planungssicherheit mit einer deutlich geringeren Strahlenbelastung kombinieren.

Die dentale (digitale) Radiografie ist als diagnostisches Hilfsmittel aus der modernen Zahnmedizin nicht mehr wegzudenken. Eine Plausibilitätskontrolle zwischen dem Röntgenbefund und dem klinischen Befund muss jedoch in jedem Fall erfolgen [19]. In der Diagnostik von Röntgenbefunden sind neben richtigen Diagnosen auch falsch-positive oder falsch-negative Aussagen möglich. Falsch-negative Aussagen führen zu einer Verzögerung der adäquaten

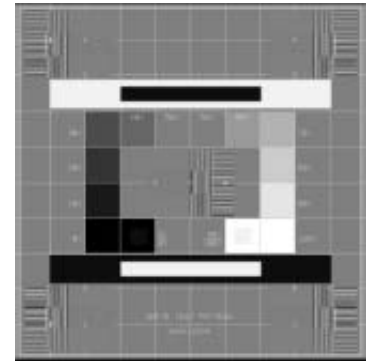


Abb. 14 ?????????????? ??????????????

Tab. 2 Effektive Dosis und Risiko des stochastischen Effekts

Technik	Effektive Dosis [µSv]	Risiko eines tödlichen Krebses (pro Mio.)	Literatur
Intraorale Aufnahme	1–8,3	0,02–0,6	[4, 5, 7, 14]
Anteriore Maxilla okklusal	8	0,4	[7]
Panorama	3,85–30	0,21–1,9	[6, 7, 11, 18, 31]
Laterale Cephalometrie	3	0,34	[13, 15, 20, 29, 30]
TSA	1–189	1–14	[8, 7, 11, 27]
CT UK	364–1202	18,2–88	[7, 12, 27]
CT OK	100–3324	8–242	[7, 12, 27]

Therapieentscheidung und falsch-positive Aussagen zu einer Übertherapie. Dass falsch-positive Befunde sehr häufig eintreten können, zeigt eine Quote von 50–60% falsch-positiver Befunde bei der Suche nach Aufhellungen auf einem Röntgenbild, die auf kariöse Läsionen oder auf periapikale Parodontitiden hindeuten [25, 24]. Eine Überinterpretation kann durch Überlagerungen benachbarter Strukturen, Streuungsartefakte sowie Burn-out-Artefakte provoziert werden [9]. Falsch-negative radiologische Befunde, bei denen pathologische Prozesse nicht erkannt werden, sind seltener, jedoch mit einer Häufigkeit von 10% ebenfalls klinisch relevant [22, 21]. Es sollte daher trotz der stetigen Fortschritte in der zahnärztlichen Radiografie nicht uneingeschränkt dem Röntgenbefund vertraut werden, sondern immer ein Abgleich mit dem klinischen Befund stattfinden.

Literatur

- 1 Bundesgesetzblatt Teil1 2002; 36: 1869 ff
- 2 Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung oder Behandlung von Menschen nach den §§16 und 17 der Röntgenverordnung 2003
- 3 Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach der Röntgenverordnung 2003
- 4 Avendanio B, Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective dose and risk assessment from detailed narrow beam radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 713–719
- 5 Cederberg RA, Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effect of the geometry of the intraoral position-indicating device on effective dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 101–109
- 6 Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 236–243
- 7 Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Buser D. The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 80–89
- 8 Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Lambrecht JT, Schneeberger P, Buser D. Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible. *Eur J Oral Sci* 1996; 104: 503–510
- 9 Espelid I, Tveit AB. Diagnosis of secondary caries and crevices adjacent to amalgam. *Int Dent J* 1991; 41: 359–364
- 10 European Commission. Radiation Protection 136. In: European Commission (Hrsg). *European guidelines on radiation protection in dental radiology*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Commission; 2004: 1–116
- 11 Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics. *Dentomaxillofac Radiol* 1994; 23: 123–127
- 12 Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 55–58
- 13 Gijbels F, Bou SC, Willems G, Bosmans H, Sanderink G, Persoons M, Jacobs R. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 101–105
- 14 Gijbels F, Jacobs R, Sanderink G, De Smet E, Nowak B, Van Dam J, Van Steenberghe D. A comparison of the effective dose from scanography with periapical radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 159–163
- 15 Gori C, Rossi F, Stecco A, Villari N, Zatelli G. Dose evaluation and quality criteria in dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 2000; 90: 225–227
- 16 Horner K. Review article: radiation protection in dental radiology. *Br J Radiol* 1994; 67: 1041–1049
- 17 Kiefer H, Lambrecht JT, Roth J. Dose exposure from analog and digital full mouth radiography and panoramic radiography. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2004; 114: 687–693
- 18 Lecomber AR, Faulkner K. Dose reduction in panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22: 69–73
- 19 Loy CT, Irwig L. Accuracy of diagnostic tests read with and without clinical information: a systematic review. *JAMA* 2004; 292: 1602–1609
- 20 Maillie HD, Gilda JE. Radiation-induced cancer risk in radiographic cephalometry. *Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 631–637
- 21 Mileman PA, van den Hout WB. Comparing the accuracy of Dutch dentists and dental students in the radiographic diagnosis of dental caries. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 7–14
- 22 Mileman PA, van den Hout WB. Preferences for oral health states: effect on prescribing periapical radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 401–407
- 23 Pasler FA. Die Panoramaschichtaufnahme, Aufnahmetechnik und Besonderheiten der Anwendung. In: Pasler FA (Hrsg). *Zahnärztliche Radiologie*. Stuttgart: Thieme. 1995: 178–188
- 24 Pretty IA, Addy L, Maupome G. A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 6. Emerging technologies for detection and diagnosis of noncarious dental problems. *J Can Dent Assoc* 2004; 70: 621–626
- 25 Pretty IA, Maupome G. A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 5. Emerging technologies for caries detection and diagnosis. *J Can Dent Assoc* 2004; 70: 540a–540, 540i
- 26 Rother U. Digitale Systeme. In: Rother U (Hrsg). *Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*. München/Jena: Urban & Fischer; 2001. 37–42
- 27 Scaf G, Lurie AG, Mosier KM, Kantor ML, Ramsby GR, Freedman ML. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 41–8
- 28 Schulze R. Digitales Röntgen in der Zahnheilkunde. *Zahnarzt* 2003; 6
- 29 Visser H, Rodig T, Hermann KP. Angle Orthodontist 2001; 71: 159–63
- 30 Visser H, Rodig T, Hermann KP. Dose reduction by direct-digital cephalometric radiography. *Angle Orthodontist* 2001; 71: 159–63
- 31 White SC. Assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1992; 21: 118–26
- 32 White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrout MK, American Academy of Oral Maxillofacial Radiology ad hoc Committee on Parameters of Care. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 498–511

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Hans-Peter Jöhren
Zahnklinik Bochum
Bergstr. 26, 44791 Bochum
E-Mail: info@zahnbehandlungsangst.com
Internet: www.zahnbehandlungsangst.com

Fragebogen Beantwortung jetzt auch online möglich unter <http://cme.thieme.de>

1 Welche der folgenden Techniken sind Verfahren zur Darstellung digitaler Röntgenbilder auf einem Betrachtungsmonitor?

- 1 die direkte Sensortechnik
 - 2 die indirekte Sensortechnik
 - 3 die Digitalisierung analoger Bildinformationen mittels Analog-Digital-Wandler
- A Nur Aussage 1 ist richtig.
B Nur Aussage 2 ist richtig.
C Nur Aussagen 1 und 3 sind richtig.
D Nur Aussage 3 ist richtig.
E Alle Aussagen sind richtig.

2 Anhand welcher Pixelcharakteristiken erfolgt eine Einteilung der Sensoren?

- 1 Größe der Pixel
 - 2 Anzahl der Pixel
 - 3 Form der Pixel
- A Nur Aussage 1 ist richtig.
B Nur Aussage 2 ist richtig.
C Nur Aussagen 1 und 2 sind richtig.
D Nur Aussage 3 ist richtig.
E Alle Aussagen sind richtig.

3 Welche Aussage zur optischen Auflösung ist richtig?

- A Sie stellt den größten Abstand zwischen 2 Punkten dar, die gerade noch getrennt dargestellt werden können.
B Sie errechnet sich in Linienpaaren pro cm.
C Sie ist umso besser, je größer die Pixel sind.
D Sie ist umso besser, je kleiner die Pixelgröße ist.
E Sie ist unabhängig von der Pixelgröße.

4 Welche Antwort ist richtig?

- 1 Weil bei der Lumineszenz-Radiografie Informationen auf einer Halbleiterfolie latent gespeichert werden können
 - 2 stellt die Lumineszenz-Radiografie ein kabelloses Verfahren dar.
- A Aussagen 1 und 2 sowie die Verknüpfung sind richtig.
B Aussagen 1 und 2 sind richtig, die Verknüpfung ist falsch.
C Nur Aussage 1 ist richtig.
D Nur Aussage 2 ist richtig.
E Keine der beiden Aussagen ist richtig.

5 Welche Antwort ist richtig?

- 1 Bei der digitalen Radiografie gelten die gleichen Grundsätze hinsichtlich der strahlenphysikalischen Überlegungen, weil
 - 2 nach Durchdringung des Objekts das Nutzstrahlenbündel nicht zur Veränderung einer Silberbromidschicht führt.
- A Aussagen 1 und 2 sowie die Verknüpfung sind richtig.
B Aussagen 1 und 2 sind richtig, die Verknüpfung ist falsch.
C Nur Aussage 1 ist richtig.
D Nur Aussage 2 ist richtig.
E Keine der beiden Aussagen ist richtig.

6 Welche Antwort zur Intensität der Strahlung ist richtig?

- 1 Die Intensität der Strahlung (I) ist proportional zum Quadrat des Abstandes zwischen Röntgenquelle und Messpunkt (D).
 - 2 Die Intensität der Strahlung (I) ist umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes zwischen Röntgenquelle und Messpunkt (D).
 - 3 Eine Änderung des Abstandes zwischen Röntgenröhre und Patient hat keinen markanten Einfluss auf die Bildschwärzung.
 - 4 Eine Änderung des Abstandes zwischen Röntgenröhre und Patient hat einen markanten Einfluss auf die Bildschwärzung.
- A Aussagen 1 und 2 sind richtig.
B Aussagen 2 und 4 sind richtig.
C Nur Aussage 1 ist richtig.
D Nur Aussage 2 ist richtig.
E Nur Aussage 3 ist richtig.

7 Welche Antwort ist richtig?

- 1 Um bei der Paralleltechnik eine möglichst geringfügig vergrößerte Darstellung zu erreichen, ist die Verwendung eines Langtubus obligatorisch, weil
 - 2 durch eine Vergrößerung des Objekt/Film-Abstandes insbesondere im Unterkiefer-Frontzahn-Bereich der Fokus/Objekt-Abstand möglichst verkleinert werden sollte.
- A Aussagen 1 und 2 sowie die Verknüpfung sind richtig.
B Aussagen 1 und 2 sind richtig, die Verknüpfung ist falsch.

- C Nur Aussage 1 ist richtig.
D Nur Aussage 2 ist richtig.
E Keine der beiden Aussagen ist richtig.

8 Beim intraoralen Röntgen ist durch eine Digitalisierung eine Strahlendosisreduktion gegenüber der Verwendung von analogen D-Filmen von

- A 30% B 40% C 50%
D 60% E 70%
möglich.

9 Welche Aussage ist falsch?

- Die transversale Schichtaufnahme (TSA)
- A ermöglicht eine Beurteilung des Knochenangebots des Alveolarfortsatzes in 2. Ebene.
B erlaubt die Visualisierung besonderer anatomischer Strukturen.
C geht mit einer der Computertomografie vergleichbaren effektiven Dosis einher.
D erhöht als komplexeres Bildgebungsverfahren die effektive Dosis gegenüber konventionellen Aufnahmetechniken deutlich.
E ist bei der Fragestellung, ob größere augmentative Verfahren zum Einsatz kommen sollten, dem CT unterlegen.

10 Welche Aussagen zur Qualitätssicherung sind richtig?

- 1 Ein Befundmonitor mit mindestens 1024x768 Bildpunkten muss eingerichtet sein.
 - 2 Im Rahmen der Konstanzprüfung muss der Monitor wöchentlich auf Darstellung der Grauwerte überprüft werden.
 - 3 Ein Betrachtungsmonitor wird nicht abnahmegeprüft.
 - 4 Eine Auflösung von mindestens 2,5 Linienpaaren pro mm gilt als technische Mindestanforderung für die digitale intraorale Aufnahme.
 - 5 Durch Multipulsgeneratoren können kürzere Belichtungszeiten sowie eine homogenere Strahlenqualität bei gleicher Röhrenspannung erzielt werden.
- A Aussagen 1,2,3 und 5 sind richtig.
B Aussagen 1,3 und 5 sind richtig.
C Aussagen 1,2,4 und 5 sind richtig.
D Alle Aussagen sind richtig.
E Keine der Aussagen ist richtig.

Antwortbogen

Beantwortung jetzt auch online möglich unter <http://cme.thieme.de>

Lernerfolgskontrolle

(nur eine Antwort pro Frage ankreuzen)

1	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	6	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
2	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	7	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
3	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	8	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
4	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	9	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
5	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	10	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

Ihre Adresse

<input type="text"/>	
Name	Vorname
<input type="text"/>	
Strasse	PLZ, Ort

Erklärung

Ich versichere, dass ich die Beantwortung der Fragen selbst und ohne fremde Hilfe durchgeführt habe.

<input type="text"/>	
Ort/Datum	Unterschrift

CME-Wertmarken für Nicht-Abonnenten

CME-Wertmarken (für Teilnehmer, die die ZWR nicht abonniert haben) können beim Verlag zu folgenden Bedingungen erworben werden: 6er-Pack Thieme-CME-Wertmarken, Preis: 63,- Euro inkl. MwSt., Artikel-Nr. 901916; 12er-Pack Thieme-CME-Wertmarken, Preis: 99,- Euro inkl. MwSt., Artikel-Nr. 901917. Bitte richten Sie Bestellungen an: Georg Thieme Verlag KG, Kundenservice, Postfach 301120, 70451 Stuttgart.

Feld für CME-Wertmarke

Bitte hier Wertmarke aufkleben,
Abonnenten bitte Abonummer eintragen

Teilnahmebedingungen der zertifizierten Fortbildung

Für diese Fortbildungseinheit erhalten Sie 1 Fortbildungspunkte im Rahmen des Fortbildungszertifikates der Zahnärztekammern. Hierfür:

- müssen 80% der Fragen richtig beantwortet sein.
- muss die oben stehende Erklärung vollständig ausgefüllt sein. Unvollständig ausgefüllte Bögen können nicht berücksichtigt werden!
- muss Ihre Abonnenummer im entsprechenden Feld des Antwortbogens angegeben oder eine CME-Wertmarke im dafür vorgesehenen Feld aufgeklebt sein.

Ihr Ergebnis

(wird vom Verlag ausgefüllt)

Sie haben von Fragen richtig beantwortet und somit bestanden und 1 Fortbildungspunkte erworben nicht bestanden.

<input type="text"/>	
Stuttgart, (Stempel/Unterschrift)	

Wichtige Hinweise

Die CME-Beiträge der ZWR wurden durch die Zahnärztekammer Baden-Württemberg anerkannt. Die ZWR ist zur Vergabe der Fortbildungspunkte für diese Fortbildungseinheit berechtigt. Diese Fortbildungspunkte der Zahnärztekammer Baden-Württemberg werden von anderen zertifizierenden Ärztekammern anerkannt. Die Vergabe der Fortbildungspunkte ist nicht an ein Abonnement gekoppelt!

Bitte senden Sie den vollständig ausgefüllten Antwortbogen und einen an Sie selbst adressierten und ausreichend frankierten Rückumschlag an den Georg Thieme Verlag KG, CME, Joachim Ortleb, Postfach 301120, 70451 Stuttgart. Einsendeschluss ist der 31. Januar 2007 (Datum des Poststempels). Die Zertifikate werden spätestens 14 Tage nach Erhalt des Antwortbogens versandt. Von telefonischen Anfragen bitten wir abzusehen.