

BRITT-ISABELLE BERG^{1,2}
ANJA GERTSCH²
HANS-FLORIAN
ZEILHOFER^{1,2}
KATJA SCHWENZER-
ZIMMERER^{1,2}
SCOTT BERG³
STEFAN HASSFELD⁴
PHILIPP JÜRGENS^{1,2}

¹ Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz

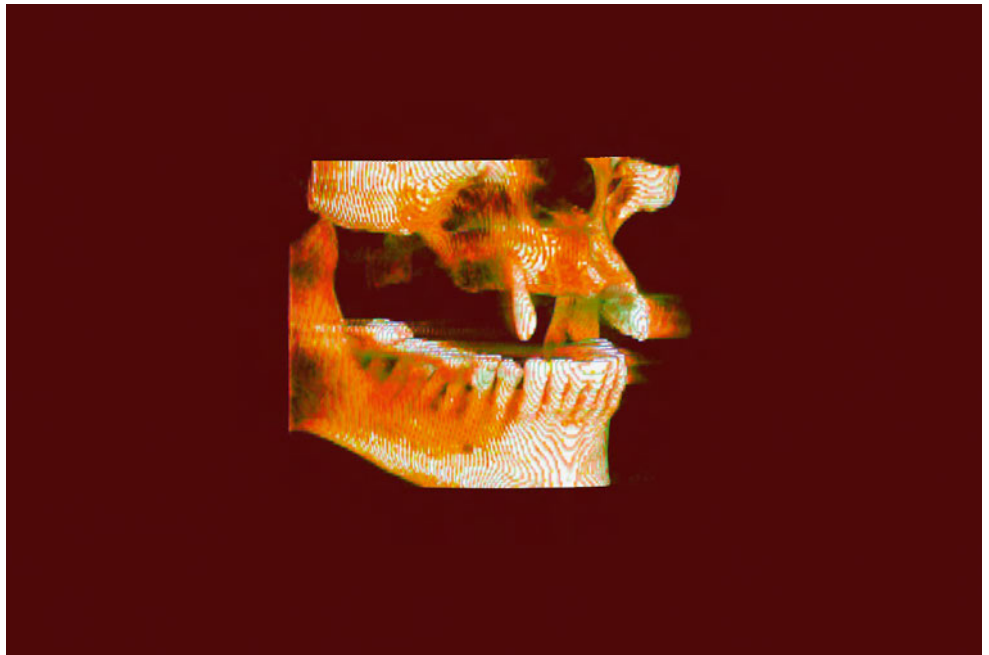
² Hightech Forschungszentrum der Kiefer- und Gesichtschirurgie (HFZ), Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz

³ Radiologische Praxen am Klinikum Itzehoe, Itzehoe, Deutschland

⁴ Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Klinikum Dortmund GmbH und Lehrstuhl für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Witten/Herdecke Dortmund, Deutschland

KORRESPONDENZ

Dr. med. Dr. med. dent. Isabelle Berg
 Universitätsspital Basel
 Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
 Spitalstrasse 21
 4031 Basel
 Tel. 061 265 25 25
 Fax 061 265 70 71
 E-Mail: isabelle.berg@usb.ch



Digitale Volumentomographie und Strahlenbelastung

Kenntnisstand, Anwendungsfrequenz und Indikationsspektrum bei Schweizer Zahnärzten

SCHLÜSSELWÖRTER

Digitale Volumentomographie (DVT), Strahlung, Umfrage, Wissensstand, Ausbildung

Bild oben: Dreidimensionale Darstellung von Ober- und Unterkiefer aus einem DVT Datensatz (Volumen-rendering). Diagnose: Alveolarkammatrophie im Oberkiefer

ZUSAMMENFASSUNG

Die digitale Volumentomographie (DVT) wird in der zahnmedizinischen Bildgebung immer häufiger verwendet. In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von DVT-Geräten in Schweizer Zahnarztpraxen installiert. Das Ziel dieser Untersuchung ist es, mittels eines Fragebogens den Kenntnisstand der Zahnärzte über Gerätetechnik, rechtliche Hintergründe und Strahlenexposition abzufragen und Einblicke in die Indikationsstel-

lung sowie Untersuchungsfrequenz zu gewinnen. Hierzu wurden 1000 Fragebögen entweder ausgegeben oder per Post verschickt (ein portofreies Antwortcouvert lag bei). 278 Zahnärzte retournierten den Fragebogen. Deskriptive Statistiken sowie Korrelationen wurden durchgeführt. Die meisten Zahnärzte waren gut über die Strahlenbelastung und die Verwendung der DVT informiert und waren motiviert, ihr Wissen noch zu vertiefen.

Einleitung

Das Ziel unserer Studie war es, die Häufigkeit der Verwendung sowie den aktuellen Wissensstand der Schweizer Zahnärzte in Bezug auf Strahlenbelastung und DVT zu eruieren.

Die digitale oder dentale Volumentomographie (DVT) ist ein Verfahren, bei dem mittels Röntgenstrahlung dreidimensionale Aufnahmen knöcherne Strukturen gut dargestellt werden können. Im englischsprachigen Raum ist dieses Verfahren unter der Bezeichnung «Cone Beam Computed Tomography» (CBCT) bekannt. Mit den zur Verfügung stehenden dentoalveolärer Volumina war man zuerst auf Fragestellungen mit dem Schwerpunkt in der Zahnmedizin fokussiert. Für die Akzeptanz und die Zunahme an DVT-Aufnahmen in der Zahnmedizin ist die Indikation zur 3-D-Bildgebung in der zahnärztlichen Diagnostik ein entscheidender Faktor. Durch die Verfügbarkeit von Geräten, die maxillofaziale Volumina abbilden können, hat sich das Anwendungsspektrum auf den gesamten Bereich der Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde erweitert. Auch die Kollegen der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde nutzen mittlerweile die DVT, die sich aufgrund der hohen Auflösung besonders gut für die radiologische Diagnostik im Bereich des Mittel- und Innenohres eignet. Zahnfilme und Panoramiaschichtaufnahmen/Orthopantomogramme (PSA/OPT) sind weiterhin Standardaufnahmen im Praxisalltag, sodass die klassischen Bildgebungsverfahren bislang noch nicht von der DVT ersetzt werden können. Allerdings kann es gerade bei PSA durch Überlagerungseffekte z.B. im Bereich des Sinus maxillaris zu ungenauer Diagnostik kommen. Hinzu kommt, dass oftmals eine Aufnahme in einer zweiten Dimension notwendig wird. Besonders komplexe Situationen erfordern dreidimensionale Bildgebung, herkömmlicherweise mittels einer Computertomographie (CT) oder eines DVT. Die Anwendungsbereiche in der Zahnmedizin sind vielseitig und sind auch in den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde aufgeführt (SCHULZE ET AL. 2009).

Das erste Gerät, das man als Cone-Beam-Scanner beschreiben könnte, wurde 1982 in einer Veröffentlichung beschrieben (ROBB 1982), nachdem schon 1972 der erste Computertomograph von Godfrey N. Hounsfield eingeführt wurde (BECKMANN 2006).

Bei dem DVT tritt aus einer Röntgenröhre ein kegel- bzw. pyramidenförmiges Strahlenbündel aus, durchstrahlt das Untersuchungsgebiet und trifft dann auf den gegenüberliegenden Bildsensor auf. Während der Expositionszeit vollführen Strahler und Detektor eine Kreisbewegung von 360° (PASLER 2008). Dabei werden je nach Gerät und Volumengröße unterschiedlich viele Einzelaufnahmen akquiriert. Die Aufnahmezeiten respektive Expositionszeiten variieren in Abhängigkeit der verschiedenen Parameter und liegen selten über 30 Sekunden.

Auch wenn durch Anwendung der DVT die Strahlenbelastung im Vergleich zur CT deutlich reduziert ist (LEMKAMP ET AL. 2006), müssen bei der Indikationsstellung immer die Grundsätze der Strahlenhygiene beachtet werden. Weltweit ist eine jährliche Zunahme der Verwendung von röntgenologischer Diagnostik zu verzeichnen. Zahnrontgenaufnahmen machen 42% aller ärztlichen Röntgenbilder in der Schweiz aus, verursachen aber nur 0,7% der gesamten jährlichen Strahlenbelastung (SCHWEIZERISCHE ZAHNÄRZTE-GESELLSCHAFT 2013). In der Schweiz wurden bis Februar 2009 40 Betriebsbewilligungen für DVT-Geräte erteilt (BUNDESAMT FÜR STATISTIK 2013). Im Januar 2012 lagen 189 Bewilligungen für ein DVT-Gerät vor. Dies ist eine Zunahme von 52 Geräten oder 38% zum Vorjahr (BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT 2012). Somit kann von einem Anstieg an DVT-Aufnahmen und dementsprechend auch von einem Anstieg der Strahlenbelas-

tung ausgegangen werden, auch wenn die durchschnittliche Strahlendosis eines DVT weit unter der einer durchschnittlichen CT-Aufnahme liegt (LUDLOW & IVANOVIC 2008).

Material und Methoden

Insgesamt wurden 1000 Fragebögen ausgegeben: 200 Fragebögen wurden an einem Kongress der Schweizerischen Zahnärzte-Gesellschaft (SSO) persönlich an die teilnehmenden Zahnärzte verteilt; weitere 630 Fragebögen wurden per Post (inkl. vorfrankiertem Rücksendeumschlag) an ZahnärztInnen versandt, deren Adressen von der SSO-Homepage entnommen wurden, und weitere 140 Fragebögen an ZahnärzteInnen, welche an den Universitäten Basel, Bern und Zürich arbeiteten. Die restlichen 30 Adressen wurden per Zufall von der Internetseite www.telsearch.ch ausgewählt. Es wurden nur ZahnärztInnen aus der Deutschschweiz angeschrieben, da der Fragebogen auf Deutsch erstellt wurde. Der Fragebogen setzt sich aus drei Teilen zusammen: 12 allgemeine Fragen, 5 Fragen zur Ausbildung und 10 Fragen zum Wissensstand. Dabei wurde die letzte Frage, da diese auf unsere Zielgruppe nicht zutrifft, herausgenommen. Der Fragebogen ist in Abbildung 1 mit denen von uns gewünschten Antwortmöglichkeiten dargestellt.

Die Fragebögen wurden anonym zurückgesandt und ausgewertet. Dabei wurde die Anzahl der richtigen Antworten auf die Anzahl der beantworteten Fragen bezogen respektive die Anzahl der falschen Antworten auf die Anzahl der beantworteten Fragen. Nicht beantwortete Fragen, d.h. freigelassene Stellen, flossen somit nicht in die Statistik ein. Für die statistische Auswertung wurde Excel 14.2.4 angewendet. Es wurden folgende Korrelationen bei den Zahnärzten getestet: Richtige/falsche Beantwortung der Wissensfragen der folgenden Gruppen:

- Zahnärzte mit weniger als 15 Jahren Erfahrung versus mehr als 16 Jahren Erfahrung
- Weibliche versus männliche Zahnärzte
- Zahnärzte mit Zugriff auf ein DVT versus Zahnärzte ohne Zugriff auf ein DVT.

Abhängig von den Parametern wurde für die Korrelationen der Chi-Quadrat-Test nach Pearson beziehungsweise der exakte Test nach Fisher (Signifikanzniveau $p \leq 0.05$) verwendet.

Resultate

Resultate der Allgemeinen Angaben (Teil A)

Die Rücklaufquote betrug 27,8%. 57 weibliche (20,8%) und 217 männliche (79,2%) Teilnehmer nahmen an der Studie teil (4 Teilnehmer gaben ihr Geschlecht nicht an). Die Rückantwort kam in 47,8% von alleinigen Praxisinhabern. Die zweitgrösste Gruppe bildeten die Praxisgemeinschaften mit zwei Zahnärzten (22,8%), sowie Antworten aus Unikliniken (22,8%). 7 Zahnärzte sind sowohl an einer Uniklinik wie auch in einer Privatpraxis tätig, diese wurden doppelt erfasst. 2 Personen machten keine Angaben. Die Mehrheit der Zahnärzte gab an «allgemein tätig» zu sein (69,2%). Die zweitgrössten Gruppen bildeten die Zahnärzte, die vor allem prothetische Arbeiten ausführen und implantologisch tätig sind (29,3%), sowie Chirurgie, Endodontologie, Parodontologie und Kieferorthopädie. 17,4% der befragten Zahnärzte arbeiten unter anderem mit Kindern.

Berufserfahrung und Ausbildung

Eine Berufserfahrung von 16–25 Jahren wiesen 32,6% der Befragten auf. 20,3% sind seit über 26 Jahren tätig. 30,8% der Teilnehmer hatten eine Berufserfahrung von 6–11 Jahren. Die

kleinste Gruppe bildeten mit einem Anteil von 16,3% die Zahnärzte mit 1–5 Jahren Berufserfahrung. 2 Zahnärzte beantworteten die Frage nicht.

Der Anteil von männlichen Zahnärzten mit einer Berufserfahrung von 1–15 Jahren ist mit 72,1% deutlich grösser als derjenige der Frauen mit 27,9%. Der Anteil der Frauen halbiert sich (14,5%) bei den älteren Studienteilnehmern mit einer Berufserfahrung von über 16 Jahren.

Der jüngste Teilnehmende der Umfrage war 25, der Älteste 75 Jahre alt. Es ergab sich ein Mittelwert von 45,3 Jahren.

84,8% der befragten Zahnärzte absolvierten ihre Grundausbildung in der Schweiz. 6 Personen wiesen zwei Ausbildungsländer vor. 13,4% in Deutschland, 3 von 276 studierten in den USA sowie 3 in Schweden, 2 in Frankreich und jeweils eine Person in den Niederlanden, in Polen, in der Türkei, in England und in Dänemark.

Bezüglich der Ausbildung gaben 99% der jüngeren (1–15 Jahre im Beruf tätig) und 94% der älteren Zahnärzte (mindestens 16 Jahre im Beruf tätig) an, dass sie in ihrem Studium über die Bildgebung unterrichtet wurden. Nur 1% beziehungsweise 6% gaben an, keine Ausbildung erhalten zu haben. 7 Personen gaben keine Antwort zum Thema Ausbildung Bildgebung/Röntgen.

Ein statistisch signifikantes Ergebnis (p -Wert=0.0239) ergab sich bei der Umfrage, stellt man die beiden Variablen «eigene Einschätzung Kenntnisse Röntgen» und die «Berufserfahrung» in Beziehung zueinander. 71% der jüngeren Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 1–15 Jahren schätzten ihre allgemeinen Röntgenkenntnisse als sehr gut und gut ein. In der Gruppe der erfahrenen Zahnärzte waren dies mit 57,9% deutlich weniger. Bezüglich ihrer DVT-Kenntnisse gaben 56,9% der jüngeren Zahnärzte ein «genügend bis überhaupt keine» an, während es bei den Älteren 76,5% waren. Es lagen 2 Enthaltungen bei den DVT-Kenntnissen vor.

Häufigkeit der dreidimensionalen Bildgebung

Auf die Frage, wie viele Teilnehmer ein DVT im direkten Umfeld zur Verfügung haben, bestätigte dies jeder 5. Teilnehmer (19,2%).

Die Umfrage hat ergeben, dass von 49,8% der Befragten zur weiterführenden Diagnostik ein DVT veranlasst wird. 4,9% überweisen zu einer CT-Aufnahme, und 34,2% veranlassen situationsabhängig eine DVT- oder CT-Aufnahme. 11,1% gaben an, keine der beiden Möglichkeiten zu veranlassen. Im Detail zeigte sich, dass Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 1–15 Jahren zu 59,14% ein DVT veranlassen. Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 16 Jahren und mehr veranlassen dies in 43,18% der Fälle. Eine CT-Untersuchung wird von 7,5% der jüngeren und von 3% der älteren Zahnärzte veranlasst. Situationsabhängig veranlassen 39,4% der erfahreneren Zahnärzte beide Untersuchungsmodalitäten im Vergleich zu 26,9% der weniger erfahrenen Kollegen. 14,4% der älteren nutzen keine der Modalitäten im Gegensatz zu 6,5% der jüngeren Zahnärzte. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. 70% der Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 1–15 Jahren veranlassen im Minimum einen CT-Scan pro halbes Jahr, während dies bei den Erfahrenen nur in ca. 30% der Fall war.

Die Teilnehmenden, welche keinen Zugriff auf ein eigenes DVT-Gerät hatten, gaben an, dass sie ihre Patienten wie folgt überweisen würden (allerdings machten viele Teilnehmer [53 Personen] keine Angaben über ihr Überweisungsverhalten):

Rund 49,8% der Zahnärzte liessen DVT-Aufnahmen und 5,3% CT-Aufnahmen anfertigen; 33,8% nutzten beide Aufnahmetechniken. 11% überwiesen ihre Patienten nicht und

fertigen weder DVT- noch CT-Aufnahmen an. Die Frequenz von einer DVT-Aufnahme pro Woche gaben 6,2% der Befragten an. 40,5% der Zahnärzte gaben an, dass sie ca. einmal in einem halben Jahr einen Patienten zur DVT-Aufnahme überweisen würden. 19,3% meinten, dass sie einmal im Monat einen Patienten überweisen würden, und 17,5% waren der Auffassung, mehrere Patienten pro Monat zur DVT-Untersuchung zu schicken. Ca. 15% gaben an, von ihren Patienten keine DVT-Aufnahmen anfertigen zu lassen. Im Detail zeigt sich: Von den 72 Zahnärzten, die insgesamt ein ungenügendes Wissen oder kein Wissen angaben, überweisen respektive veranlassen 13,9% mehrere Male im Monat, 6,9% einmal im Monat, 43,1% einmal in einem halben Jahr und 36,1% nie ein DVT. Jeder 10. Zahnarzt (8,4%) nutzte die DVT-Aufnahme anstelle einer PSA-Aufnahme. 4 Personen machten hierzu keine Angaben.

Indikationen der DVT

Am häufigsten wurde die DVT-Aufnahme für die dentale Implantation angewendet (63,4%), gefolgt von 37,4% bei pathologischen Knochenveränderungen. 20,6% verwenden das DVT für die Darstellung von retinierten und/oder verlagerten Zähnen. Weniger häufig wurde das DVT zur Darstellung endodontischer (16,7%) oder parodontaler (8%) Prozesse angefertigt. In 9,7% der Fälle war die Kiefergelenksdiagnostik die Indikation für die Untersuchung. Die Indikation des DVT bei der Fragestellung nach Frakturen im Zahn-, Kiefer- oder Gesichtsbereich stellen 13,9% der Zahnärzte, allerdings machten insgesamt 40 Zahnärzte keine Angaben. Die Indikationsstellung nach Fachgebieten ergibt, dass bei allen zahnmedizinischen Disziplinen Implantologie und pathologische Knochenveränderungen am häufigsten genannt wurden, allerdings sind prozentual Unterschiede feststellbar. Während allgemein tätige Zahnärzte zu 95,8% und chirurgisch tätige zu 75%, parodontologisch tätige zu 75,4% sowie prothetisch tätige zu 76,5% Implantologie als häufigste Indikation nennen, geben bei kieferorthopädisch/ mit Kindern tätige Zahnärzte 31,6% diese Indikation an. Die Angabe zur Indikationsstellung bei pathologischen Knochenveränderungen variierte weniger stark (30,6%–52,5%) mit bereits oben erwähntem Durchschnitt von 37,4%.


Resultate der Fragen zur röntgenologischen Ausbildung (Teil B)

Die Hälfte aller befragten Zahnärzte gab an, eine gute Ausbildung in Bildgebung erhalten zu haben. Rund ein Viertel bezeichnete die Ausbildung als genügend, 12,6% waren ihrer Meinung nach sehr detailliert ausgebildet. Jeder 10. gab an, dass das Thema zu wenig behandelt wurde.

38,4% der Befragten gaben an, dass das Thema DVT in ihrer Ausbildung zu kurz oder gar nicht behandelt wurde. 44,2% der Kollegen teilten mit, dass sie die Kenntnisse über die DVT nach ihrer Ausbildung erworben hätten.

Die Hälfte der befragten Zahnärzte schätzten ihre Röntgenkenntnisse als gut ein (55%), wohingegen ein weiteres Drittel (33,7%) das Feld «genügend» ankreuzte. Niemand gab an, dass er keine Kenntnisse bezüglich der Röntgenbildgebung hätte; allerdings haben sich auch hier 2 Teilnehmer enthalten.

Die Kenntnisse zum DVT, die hauptsächlich nach dem Studium erworben wurden, schätzten 5,4% der Zahnärzte als «sehr gut» ein. 27,1% gaben «gute Kenntnisse» an. Die Majorität (40,2%) bewertete ihr Wissen mit «genügend». «Ungenügendes Wissen» wurde von 21,7% angegeben. 5,4% gaben an, «kein Wissen» zu haben, oder wollten keine Auskunft geben (2 Zahnärzte).

 Universitätsspital
Basel

Teil A) Allgemeine Angaben

1. **Alter des Teilnehmers:** _____

2. **Geschlecht:** männlich weiblich

3. **Wie lang sind Sie in der zahnärztlichen Praxis tätig?**
 1–5 Jahre
 6–15 Jahre
 16–25 Jahre
 über 26 Jahre


4. **In welchem Rahmen führen Sie hauptsächlich Ihre zahnärztliche Tätigkeit durch?**
 Alleiniger Praxisinhaber
 Gemeinschaftspraxis (zu zweit)
 Gemeinschaftspraxis (mehrere)
 Universitätsklinik
 Andere, bitte spezifizieren (Ambulatorium, Volkszahnklinik)

5. **In welchem Gebiet der Zahnmedizin arbeiten Sie vorwiegend?**
 Allgemein Implantologie
 Parodontologie Zahnärztliche Chirurgie
 Endodontologie Prothetik
 Kieferorthopädie Kinderzahnmedizin
 Andere, bitte beschreiben: _____
 Spezialisierung auf welchem Gebiet? _____

6. **Ihre Grundausbildung als Zahnarzt haben Sie absolviert in**
 Schweiz
 Deutschland
 USA
 Anderes Land bitte angeben: _____

7. **Haben Sie ein DVT in Ihrer Praxis/Ihrem Ambulatorium?**
 ja
 nein

8. **Falls Ihre Antwort nein war: überweisen Sie Patienten zum DVT oder CT?**
 ja, zum DVT
 ja, zum CT
 ja, zum DVT und CT
 weder zum DVT noch zum CT
 nur zum DVT
 nur zum CT

 Universitätsspital
Basel

2. **Wurden Sie während Ihres Studiums über DVT ausgebildet?**
 sehr detailliert
 gut
 genügend
 wenig
 überhaupt nicht
 erst später im Rahmen einer Weiterbildung

3. **Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse über das Röntgen/die Bildgebung ein?**
 sehr gut
 gut
 genügend
 ungenügend
 besitze keine Kenntnisse
 weiss nicht

4. **Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse über das DVT ein?**
 sehr gut
 gut
 genügend
 ungenügend
 besitze keine Kenntnisse
 weiss nicht


5. **Interessieren Sie sich für Weiterbildung betreffend DVT?**
 sehr
 mässig
 gar nicht

Teil C) Fragen zum Wissensstand

1. **Die DVT ist zur Kariesdiagnostik insbesondere von approximalen Läsionen kaum geeignet.**
 richtig
 falsch

2. **Bei ungefüllten Zähnen erreicht eine hochauflösende DVT-Untersuchung die Sensitivität von filmbasierten oder digitalen Intraoralaufnahmen.**
 richtig
 falsch

3. **Eine Alveolarfortsatzfraktur kann mittels einer DVT-Aufnahme nicht dargestellt werden.**
 richtig
 falsch

 Universitätsspital
Basel

9. **Wie oft veranlassen Sie eine DVT-Untersuchung?**
 mehr als 5-mal am Tag
 mehr als einmal am Tag
 einmal am Tag
 einmal in der Woche
 ein paar Mal im Monat
 einmal im Monat
 einmal im halben Jahr
 nie


10. **Wie oft veranlassen Sie eine CT Untersuchung?**
 mehr als 5-mal am Tag
 mehr als einmal am Tag
 einmal am Tag
 einmal in der Woche
 ein paar Mal im Monat
 einmal im Monat
 einmal im halben Jahr
 nie

11. **Nutzen Sie das DVT anstelle eines OPG/OPT?**
 ja
 nein

12. **Ich nutze das DVT hauptsächlich zur:**
 Implantatplanung
 Diagnostik im Bereich Endodontologie
 Diagnostik im Bereich Parodontologie
 Diagnostik pathologischer Veränderungen im Kieferknochen
 Ausschluss Fraktur im Zahn-, Kiefer- oder Gesichtsbereich
 Kiefergelenksdiagnostik
 andere Schwerpunkte, bitte angeben: _____

Teil B) Fragen zur Ausbildung

1. **Wurden Sie während Ihres Studiums über Bildgebung/Röntgen ausgebildet?**
 sehr detailliert
 gut
 genügend
 wenig
 überhaupt nicht
 erst später im Rahmen einer Weiterbildung

 Universitätsspital
Basel


4. **Furkationsbefunde sind auch im DVT noch nicht beurteilbar.**
 richtig
 falsch

5. **Bitte kreuzen Sie die richtigen Aussagen an: Bei der Kiefergelenksdiagnostik...**
 kann das DVT im Minimum gleiche Resultate erzielen wie ein CT bezüglich Knochenendiagnostik.
 kann das DVT aussagekräftigere Daten bezüglich des Kondylus zeigen als die klassischen Kiefergelenksaufnahmen nach Parma oder Schüller.
 kann das DVT zum Nachweis erosiver Veränderungen am Kondylus verwendet werden.
 kann das DVT aussagekräftigere Daten bezüglich des Diskus articularis zeigen als die herkömmliche Magnetomographie-Aufnahme.

6. **Bitte kreuzen Sie die richtigen Aussagen an: Dosis von OPT/DVT/CT:**
 Die Effektivdosis berechnet nach den ICRP-Gewichtsfaktoren schwankt erheblich und liegt beim DVT zwischen 2228 μ SV und 2589 μ SV.
 Die Effektivdosis berechnet nach den ICRP-Gewichtsfaktoren schwankt erheblich und liegt beim DVT zwischen 13 μ SV und 1073 μ SV.
 Die Effektivdosis berechnet nach den ICRP-Gewichtsfaktoren schwankt erheblich und liegt beim DVT zwischen 51 μ SV und 1583 μ SV.
 Die Effektivdosis von Panoramaschichtaufnahmen liegt ungefähr zwischen 10–20 μ SV.
 Die Effektivdosis von Panoramaschichtaufnahmen liegt ungefähr zwischen 80–120 μ SV.
 Die Effektivdosis von Panoramaschichtaufnahmen liegt ungefähr zwischen 250–380 μ SV.
 Die Effektivdosis Computertomographie des Schädels (Neurokranium seriell) liegt ungefähr bei 2000 μ SV.
 Die Effektivdosis Computertomographie des Schädels (Neurokranium seriell) liegt ungefähr bei 200 μ SV.
 Die Effektivdosis Computertomographie des Schädels (Neurokranium seriell) liegt ungefähr bei 20000 μ SV.

7. **Im Vergleich zur herkömmlichen Computertomographie (Standard-Protokoll) ist die effektive Dosis im Mittel (über alle Feldgrößen) bei der DVT wesentlich geringer.**
 richtig
 falsch

Abb. 1 Der Fragebogen mit den von uns gewünschten Antwortmöglichkeiten (Seiten 1 bis 4).


 Universitätsspital
Basel

8. Bitte kreuzen Sie die **richtigen Aussagen** an:
Die Einblendung auf die zur Darstellung der untersuchten Region notwendige Feldgröße hat zur Folge, dass...

es zur Dosisreduktion kommt.

ein kleineres Feld zur Befundung zur Verfügung steht.

das Gebiet unschärfer wird.

Artefakte zunehmen.

9. Bitte kreuzen Sie die **richtige Antwort** an:
Befundung...

Als mono-approbierter Zahnarzt reicht es aus, die Zähne zu beurteilen, auch wenn ein pathologischer Befund im Sinus maxillaris dargestellt wird.

Ein mono-approbierter Zahnarzt muss, wenn das DVT zur Implantatplanung angefertigt wurde, einen im DVT vorliegenden pathologischen Befund im Sinus frontalis nicht erwähnen, wenn dieser mit abgebildet wurde.

Ein mono-approbierter Zahnarzt muss, wenn das DVT zur Implantatplanung angefertigt wurde, einen im DVT vorliegenden pathologischen Befund im Sinus maxillaris erwähnen, jedoch nicht im Sinus frontalis, wenn dieser mit abgebildet wurde.

Eine DVT, dass für die Diagnostik eine Zyste dargestellt wurde, darf nicht für die Implantatplanung verwendet werden.

Eine DVT, die für Diagnostik die Diagnostik von verlagerten Weisheitszähnen erstellt wurde, kann auch für eine Zahnimplantatplanung verwendet werden, wenn der Bereich mit abgebildet wurde.

10. Bitte kreuzen Sie die **richtige Antwort** an:

Die nach Paragraph § 28 RÖV verpflichtete Erhebung und Aufzeichnung eines Befundes gilt für das gesamte dargestellte Volumen.

Die nach Paragraph § 81a RÖV verpflichtete Erhebung und Aufzeichnung eines Befundes gilt für das gesamte dargestellte Volumen.

Die nach Paragraph § 28 RÖV verpflichtete Erhebung und Aufzeichnung eines Befundes gilt nicht für das gesamte dargestellte Volumen.

Die nach Paragraph § 81a RÖV verpflichtete Erhebung und Aufzeichnung eines Befundes gilt nicht für das gesamte dargestellte Volumen.

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Abb. 1 Der Fragebogen mit den von uns gewünschten Antwortmöglichkeiten (Seite 5).

Interesse an Weiterbildung

42% der Zahnärzte waren sehr interessiert an einer Weiterbildung, mässiges Interesse zeigten 51,8%, gar kein Interesse hatten 6,2%, und auch hier haben sich 2 Teilnehmer enthalten.

Resultate der Fragen zum Wissensstand (Teil C)

Die von uns als richtig empfundenen Antworten finden Sie in Abbildung 1. Es zeigten sich bei keiner der folgenden Kombinationen in Bezug auf die Wissensfragen eine signifikante Korrelation:

- Wissensstand und Berufserfahrung (1–15 Jahre oder 16 und mehr Jahre)
- Zahnärzte versus Zahnärztinnen
- Zahnärzte mit einem DVT im direkten Umfeld versus Zahnärzte ohne Zugriff auf ein DVT

Kariesdiagnostik (Frage 1)

Die Frage wurde mehrheitlich richtig beantwortet (78,8%). 9 Zahnärzte beantworteten diese Frage nicht.

Sensitivität (Frage 2)

Diese Frage wurde uneinheitlich beantwortet. 52,3% der Zahnärzte antworteten richtig, 16 Zahnärzte enthielten sich.

Alveolarfortsatzfraktur (Frage 3)

Diese Multiple-Choice-Frage wurde mehrheitlich richtig beantwortet (96%) bei 13 Enthaltungen. Im Detail zeigte sich, dass die erfahrenen Zahnärzte (95,5% richtige, 4,5% falsche

Antworten) im Gegensatz zu den jüngeren Zahnärzten (96,5% richtige, 3,5% falsche Antworten) diese Frage minimal häufiger falsch beantworteten.

Furkationsbefunde (Frage 4)

Diese Frage wurde mehrheitlich richtig beantwortet (91,7%), wobei sich 13 Teilnehmer enthielten.

Kiefergelenksdiagnostik (Frage 5)

30,2% der Teilnehmer hatten die Frage ganz richtig beantwortet. 35,1% hatten zwei richtige Möglichkeiten erkannt und 20% hatten eine richtige Möglichkeit angekreuzt. In 14,7% wurde eine falsche Antwort markiert, und 33 Teilnehmer haben sich enthalten.

Dosis allgemein (Frage 6)

Die Frage nach der Effektivdosis des DVT wurde von 42,1% der Teilnehmer richtig beantwortet.

Die Frage nach der Effektivdosis des PSA/OPT wurde in 49,4% richtig beantwortet.

Die Frage nach der CT-Effektivdosis wurde zu 60,4% richtig beantwortet.

Alle drei richtigen Antwortmöglichkeiten wurden von 18,9% gewählt. 25,6% schätzten zwei von drei Effektivdosen richtig ein. 12,2% der Teilnehmer lagen bei keiner der Antworten richtig, und ein sehr grosser Anteil (114 Teilnehmer) hat die Frage nicht beantwortet.

Dosis CT/DVT (Frage 7)

Diese Frage wurde von 84,7% der Zahnärzte richtig beantwortet, wobei es 17 Enthaltungen gab.

88,9% der jungen Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 1–15 Jahren gaben die richtige Antwort an, hingegen nur 80,6% der Zahnärzte mit mindestens 16 Jahren Berufserfahrung. Hier ist eine deutliche Tendenz erkennbar, aber mit $p=0.064$ ist dieses Ergebnis nicht signifikant.

Feldgröße (Frage 8)

71,7% der Teilnehmer hatten die Frage ganz richtig beantwortet. 25,4% hatten eine richtige Möglichkeit erkannt. In 2,9% wurde eine falsche Möglichkeit angekreuzt, und 34 Zahnärzte haben sich enthalten.

Befundung (Frage 9)

78,9% der Teilnehmer hatten die Frage ganz richtig beantwortet. 14,7% hatten die richtige Möglichkeit erkannt und eine falsche angekreuzt. 1,2% hatten die richtige Möglichkeit und zwei falsche angekreuzt. 5,2% kreuzten nur falsche Alternativen an, und 27 Zahnärzte haben sich enthalten. Es hat sich keine Korrelation bezüglich der Gesamtzahl richtig angekreuzter Fragen und der Berufserfahrung gezeigt.

Diskussion

Obwohl die DVT in manchen Bereichen der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde alltägliche Verwendung findet, haben wir sehr wenig Literatur über den Wissensstand und die Verwendung des DVT bei Zahnärzten gefunden (DÖLEKOGLU ET AL. 2011, SMITH ET AL. 2011). Auch gibt es wenige Publikationen, die sich mit der DVT-Ausbildung von Studenten auseinandergesetzt haben (KAMBUROGLU ET AL. 2011, PARASHAR ET AL. 2012). In unsere Studie waren die Ergebnisse «Ausbildung Bildgebung» sehr erfreulich: Viele Teilnehmende geben an, genügend ausgebildet worden zu

sein. Daraus lässt sich schliessen, dass die Bildgebung in der Schweiz einen wichtigen Stellenwert in der Ausbildung einnimmt, auch wenn durch den umfangreichen Stundenplan während des Zahnmedizinstudiums nicht die gleiche Intensität wie z.B. im Rahmen des 4-tägigen DVT-Ausbildungskurses der Schweizer Gesellschaft für dentomaxillofaziale Radiologie (SGDMFR/SSRDMF/SSRDMF) erreicht werden kann. Weitere relevante Veranstaltungen und Informationen stehen auf der Homepage der SGDMFR zur Verfügung (SCHWEIZER GESELLSCHAFT FÜR DENTOMAXILLOFAZIALE RADIOLOGIE 2013).

Die Korrelation der Berufserfahrung mit der Einschätzung der Teilnehmenden bezüglich ihrer Kenntnisse zum Thema Röntgen lassen darauf schliessen, dass die Ausbildung in der Schweiz in den letzten Jahren intensiviert wurde: 71% der jüngeren Zahnärzte mit einer Berufserfahrung von 1 bis 15 Jahren schätzen ihre Kenntnisse als sehr gut und gut ein. In der Gruppe der erfahrenen Zahnärzte waren dies deutlich weniger, aber immer noch 57,9%.

Vor allem die Zahnärzte mit mehr Berufserfahrung schätzen ihre Kenntnisse zum Thema DVT eher als ungenügend ein. Da die Ausbildung bei den Älteren hauptsächlich nach Abschluss des Studiums erworben wurde, hängt diese Aussage stark mit dem Weiterbildungsinteresse zusammen. Nur eine türkische Studie steht zu direktem Wissensvergleich zur Verfügung. In der türkischen Studie zeigte sich, dass 82% der Teilnehmer wussten, dass die Strahlenbelastung bei einer DVT-Untersuchung im Durchschnitt geringer ist als bei einer CT-Untersuchung (DÖLEKOGLU ET AL. 2011). Leider war dies in der türkischen Umfrage die einzige Frage bezüglich des Wissensstands von Zahnärzten und DVT. In unserer Umfrage wurde eine ähnliche Frage gestellt, bei der die jüngeren Zahnärzte mit 88,9% besser abschnitten als die erfahreneren Kollegen mit 80,6%. Seit einigen Jahren ist die DVT-Ausbildung im zahnärztlichen Studium etabliert, sodass sich erklären lässt, warum sich jüngere Teilnehmende (unter 15 Jahre Berufserfahrung) im Gegensatz zu den älteren besser einschätzen, allerdings hat es bei der Wissensabfrage keinen signifikanten Unterschied gegeben.

Auch wenn es aus Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Norwegen und Grossbritannien Leitlinien für das DVT gibt, ist es bislang nur in Dänemark, Deutschland und Grossbritannien verpflichtend, eine zusätzliche Aus- bzw. Weiterbildung für das DVT zu haben (SEDEXTEXT PROJECT 2011). In der Schweiz wird von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität empfohlen, dass eine hoch qualifizierte DVT-Ausbildung erfolgen soll, und sie begrüsst explizit das von der SGDMFR ausgearbeitete Programm, aber das Bundesamt für Gesundheit hat bislang keinen Kurs verpflichtend gemacht (MURITH 2010).

19,2% der von uns befragten Zahnärzte hatten im direkten Umfeld ein DVT-Gerät zur Verfügung. Zahnärzte, welche keinen direkten Zugriff auf ein DVT-Gerät haben, gaben an, dass sie ihre Patienten zu einer CT- oder DVT-Aufnahme überweisen würden. Die beiden verschiedenen Aufnahmen werden je nach Situation eingesetzt. Ein klarer Trend, dass die CT-Aufnahme von der DVT-Aufnahme abgelöst wird, besteht allerdings nicht. Die CT-Aufnahme wird im Vergleich mit der DVT-Aufnahme weniger häufig verwendet. Ein Grund dafür könnte ein verantwortungsvoller Umgang mit der Strahlenbelastung des Patienten sein. 40% der Zahnärzte geben an, einmal in einem halben Jahr eine DVT-Aufnahme anfertigen zu lassen. Dies deutet auf einen sorgfältigen Umgang nach dem ALARA-Prinzip (as low as reasonably achievable) hin. Ein weiterer Grund könnte die Zu-

sammensetzung der Befragten sein: Bei den erfahrenen Zahnärzten (wie in unserer Studie) ist die DVT-Aufnahme nicht so etabliert wie bei den weniger erfahrenen. Insgesamt darf aber auch aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht ausser Betracht gelassen werden, dass «nur» 189 DVT-Geräte (Stand 01/2012) auf ca. 4150 arbeitende Zahnärzte (mündliche Auskunft SSO-Sekretariat) kommen. Es liegen allerdings zu dem gleichen Zeitpunkt auch nur 266 CT-Bewilligungen für Geräte vor (BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT 2012). 8,4% der Zahnärzte gaben an, die DVT-Aufnahme anstelle einer PSA-Aufnahme zu verwenden. Dieses Ergebnis muss kritisch hinterfragt werden, denn verschiedene Interpretationsmöglichkeiten sind gegeben. Es könnte bedeuten, dass eine DVT-Aufnahme zuerst veranlasst wird, obwohl eine PSA-Aufnahme nach den Richtlinien der verschiedenen Gesellschaften zuerst angedacht wäre, aber es könnte auch bedeuten, dass Zahnärzte bei komplexeren Fragestellungen dem Patienten die zusätzliche Dosis Strahlung durch die PSA-Aufnahme ersparen und von Anfang an die aussagekräftigere DVT-Aufnahme wählen.

Die befragten Zahnärzte in unserer Studie gaben weiterhin an, dass sie die DVT-Aufnahme hauptsächlich für die Implantologie verwenden würden. Hierbei zeigten sich prozentuale grosse Unterschiede der einzelnen zahnmedizinischen Disziplinen. Während allgemein tätige Zahnärzte mit 95,8% die Indikation für ein DVT in der Implantologie oft wählen, chirurgisch tätige zu 75%, ist es nicht überraschend, dass kieferorthopädisch tätige respektive mit Kindern arbeitende Zahnärzte die implantologische Indikation nur zu 31,6% angaben. Natürlich werden auch Erwachsene kieferorthopädisch behandelt, aber ein Grossteil des Patientengutes setzt sich aus Kindern und Jugendlichen zusammen, für die die Implantologie noch nicht relevant ist. Auch in der türkischen Studie war die Implantatplanung die häufigste Indikation, ein DVT zu veranlassen (DÖLEKOGLU ET AL. 2011). Die Strahlenbelastung einer DVT-Aufnahme ist immer noch deutlich grösser im Vergleich mit einer PSA-Aufnahme. In einer Veröffentlichung von Pauwels et al., bei der 14 DVT-Geräte verglichen wurden, zeigt sich, dass das Spektrum der effektiven Dosis nach Gerätetyp zwischen 0.068 mSv und 0.368 mSv lag. Die durchschnittliche Dosis für ein grosses «field of view» lag bei 0.131 mSv, für ein mittleres bei 0.088 mSv und für ein kleines bei 0.034 mSv (PAUWELS ET AL. 2012). Unsere Detailfrage bezüglich der Dosis von PSA, DVT und CT wurde von vielen Teilnehmern nicht beantwortet. Die richtigen Antworten wurden der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde entnommen (SCHULZE ET AL. 2009). Hingegen wurde die allgemein gehaltene Frage bzgl. DVT- und CT-Dosis sehr gut und auch mehrheitlich richtig beantwortet. Dies zeigt uns, dass die meisten Zahnärzte den wichtigen Aspekt – geringe Dosis des DVT im Vergleich zum CT – kennen.

Die Frage bezüglich der Feldgrösse in unserem Fragebogen ist sehr allgemein gestellt. Diese Frage wurde in unserer Studie gut beantwortet. In einer Studie zu diesem Thema wurde anhand von 16 Kiefergelenken der Einfluss der Voxelgrösse auf die diagnostische Effizienz untersucht. Durch die richtige Einstellung der Feldgrösse kommt es einerseits zu einem kleineren Befundungsfeld, andererseits findet eine Dosisreduktion statt (LIBRIZZI ET AL. 2011).

Die Indikation des DVT in der Kiefergelenksdiagnostik geben 9,7% der befragten Zahnärzte an. Im Vergleich zu anderen Indikationen wie Implantation (63,5%) oder Darstellung von pathologischen Knochenveränderungen (37,4%) ist die Indikation

für Kiefergelenksprobleme selten, was aus unserer Seite sinnvoll ist, denn ausgeprägte Pathologien am Condylus lassen sich auch in einer PSA-Aufnahme darstellen, und wenn eine Darstellung des Discus articularis notwendig ist, ist eine Magnetresonanztomographie (MRT) erforderlich. Die Vor- und Nachteile der 2-D- bzw. 3-D-Bildgebung wurden in unserer Studie nicht direkt erfragt. Es gibt etliche Studien, die sich mit diesem Thema befassen. In einer Studie aus den Niederlanden zum Beispiel wurde belegt, dass die Risikobeurteilung einer Weisheitszahnoperation genauer erfolgte, wenn den Chirurgen eine DVT-Aufnahme anstatt einer PSA-Aufnahme zur Verfügung stand (GHAEMINA ET AL. 2011, und Berner Studien haben die Anatomie von Unterkiefermolaren vor apikalen Eingriffen in der 2-D/3-D-Bildgebung sehr detailliert aufgearbeitet und gezeigt, dass die DVT-Bildgebung von Vorteil ist (BORNSTEIN ET AL. 2011, LAUBER ET AL. 2012). Auch in einer Studie aus Belgien wurde die präzisere Diagnostik der 3-D-Technologie aufgezeigt: Es wurden insgesamt 60 Fälle von verlagerten Eckzähnen elf Prüfern vorgestellt. Dabei lagen jeweils eine DVT und ein PSA vor. Bei den DVT lokalisierten die Prüfer den verlagerten Eckzahn sowie die Ausrichtung zur Okklusionsebene präziser. Des Weiteren konnten Wurzelresorptionen und deren Schweregrad von Nachbarzähnen genauer evaluiert werden (ALQERBAN ET AL. 2011).

Endodontische und parodontale Probleme können auch mittels eines DVT diagnostiziert werden. Für Routinefälle reicht allerdings nach wie vor das konventionelle Röntgenbild aus. Für spezielle Fälle wie anatomische Besonderheiten von Wurzelkanälen (KOTTOOR ET AL. 2011), Behandlungen von Dens invaginatus (VIER-PELISSER ET AL. 2012) oder bei der Diagnose von Wurzelfrakturen (KAJAN & TAROMSARI 2012) hat die 3-D-Aufnahme entscheidende Vorteile gegenüber der 2-D-Aufnahme.

Konklusion und Ausblick

Mit unserer Studie konnten wir zeigen, dass die Mehrheit der Schweizer Zahnärzte über gute bis sehr gute Kenntnisse zur DVT verfügt und ferner sehr daran interessiert sind, ihr Wissen

in der Bildgebung zu vertiefen. Ob eine Pflicht zum Absolvieren eines DVT-Kurses vor Inbetriebnahme einer DVT-Anlage angestrebt werden sollte – wie dies bereits in anderen Ländern vorgeschrieben ist –, kann diskutiert werden, da in der Schweiz bereits eine hohe Motivation zur freiwilligen Weiterbildung vorliegt. Eine weitere Überlegung wäre, dass die Hersteller von DVT-Geräten mehr in die Pflicht genommen werden und eine zertifizierte Schulung des Käufers mit unterstützen müssen.

Danksagung

Wir möchten uns noch einmal bei den Teilnehmern dieser Umfrage für den guten Rücklauf und die Anregungen bedanken. Ohne ihre rege Teilnahme hätten wir diese Studie nicht erstellen können.

Summary

BERG B-I, GERTSCH A, ZEILHOFER H-F, SCHWENZER-ZIMMERER K, BERG S, HASSFELD S, JÜRGENS P: **Cone beam computed tomography and radiation dosage: application frequency and knowledge of dentists in Switzerland** (in German). SWISS DENTAL JOURNAL 124: 419–426 (2014)

The use of cone beam computed tomography (CBCT) among Swiss dentists increases from year to year. The aim of this study was to investigate the application frequency and the knowledge about CBCT and radiation dosage in a representative Swiss dentist sample.

A standardized questionnaire about knowledge on CBCT was personally handed out or sent by post to 1,000 dentists in Switzerland (return postage was free of charge). 278 dentists returned the questionnaire. Descriptive statistics, correlation analysis of general variables and written answers of the questionnaires were evaluated.

Most dentists were aware of radiation dosage and potential use of the CBCT and are interested in continuing education on CBCT.

Literatur

- ALQERBAN A, JACOBS R, FIEUWS S, WILLEMS G: Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *Eur J Orthod* 33 (1): 93–102 (2011)
- BECKMANN E C: CT scanning the early days. *Br J Radiol.* Jan; 79 (937): 5–8 (2006)
- BORNSTEIN M M, LAUBER R, SENDI P, VON ARX T: Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *J Endod.* Feb; 37 (2): 151–157 (2011)
- BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT VS-STR-STD: Anzahl der Bewilligungen im Aufsichtsbereich Strahlentherapie und medizinische Diagnostik (Sektion STD) Rev. 31.01.2012
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK: www.bfs.admin.ch Rev. 15.01.2013
- DÖLEKOGLU S, FISEKIOGLU E, ILGÜY M, ILGÜY D: The usage of digital radiography and cone beam computed tomography among Turkish dentists. *Dentomaxillofac Radiol* 40: 379–384 (2011)
- GHAEMINIA H, MEIJER G J, SOEHARDI A, BORSTLAP W A, MULDER J, VLIJMEN O J, BERGE S J, MAAL T J: The use of cone beam CT for the removal of wisdom teeth changes the surgical approach compared with panoramic radiography: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 40 (8): 834–839 (2011)
- KAJAN Z D, TAROMSARI M: Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. *Dentomaxillofac Radiol* 41 (1): 3–10 (2012)
- KAMBUROGLU K, KURSUN S, AKARSLAN Z Z: Dental students' knowledge and attitudes towards cone beam computed tomography in Turkey. *Dentomaxillofac Radiol.* Oct; 40 (7): 439–443 (2011)
- KOTTOOR J, VELMURUGAN N, BALLAL S, ROY A: Four-rooted maxillary first molar having C-shaped palatal root canal morphology evaluated using cone-beam computerized tomography: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 111 (5): 41–45 (2011)
- LAUBER R, BORNSTEIN M M, VON ARX T: Cone beam computed tomography in mandibular molars referred for apical surgery. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 122 (1): 12–24 (2012)
- LEMKAMP M, FILIPPI A, BERNDT D, LAMBRECHT J T: Diagnostic possibilities of digital volume tomography. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 116 (6): 645–653 (2006)
- LIBRIZZI Z T, TADINADA A S, VALIYAPARAMBIL J V, LURIE A G, MALLYA S M: Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: Effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 140 (1): e25–30 (2011)
- LUDLOW J B, IVANOVIC M: Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 106–114 (2008)
- MURITH C: Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität, Stellungnahme der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität zur Digitalen Volumentomographie, Secrétariat scientifique, Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, Juli 2010
- PARASHAR V, WHAITES E, MONSOUR P, CHAUDHRY J, GEIST J R: Cone beam computed tomography in dental education: a survey of US, UK, and Australian dental schools. *Dent Educ.* 76 (11): 1443–1447 (2012)
- PASLER F A: Zahnärztliche Radiologie, 5. Auflage. Thieme, Stuttgart ISBN 978-3-13-604605-0, Seite 55–57 (2008)
- PAUWELS S R, BEINSBERGER J, COLLAERT B, THEODORAKOU C, ROGERS J, WALKER A, COCKMARTIN L, BOSMANS H, JACOBS R, BOGAERTS R, HORNER K: SEDENTEXCT Project Consortium. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol.* 81 (2): 267–271 (2012)
- SCHWEIZER GESELLSCHAFT FÜR DENTMAXILLOFAZIALE RADIOLOGIE: www.sgdmf.ch (am 20.8.2013)
- SCHWEIZERISCHE ZAHNÄRZTE-GESELLSCHAFT (SSO): www.sso.ch/index.cfm?uuid=4734713AE13D91E5A9EC02FB1867CF31&cmd=&o_lang_id=1 (am 30.08.2013)
- SEDENTEXCT CONSORTIUM: Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology, Evidence Based Guidelines (am 20.08.2013) www.sdentext.eu/files/guidelines_final.pdf
- SMITH B R, PARK J H, CEDERBERG R A: An evaluation of cone-beam computed tomography use in postgraduate orthodontic programs in the United States and Canada. *J Dent Educ.* 75 (1): 98–106 (2011)
- SCHULZE R, HASSFELD S, SCHULZE D: DGZMK – Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Leitlinien, S1-Empfehlungen: Dentale Volumentomographie (DVT), DGZMK Düsseldorf (2009)
- ROBB R A: The Dynamic Spatial Reconstructor: An X-Ray Video-Fluoroscopic CT Scanner for Dynamic Volume Imaging of Moving Organs. *IEEE Trans Med Imaging.* 1 (1): 22–33 (1982)
- VIER-PELISSER F V, PELISSER A, RECUERO L C, SO M V, BORBA M G, FIGUEIREDO J A: Use of cone beam computed tomography in the diagnosis, planning and follow up of a type III dens invaginatus case. *Int Endod J* 45 (2): 198–208 (2012)