

Hot Topic: DVT

Redaktion

Die digitale Volumentomografie (DVT) ist nicht neu: Bereits 1997 wurde das erste Gerät in den Markt eingeführt. Allerdings wurde dieser innovativen Technologie zunächst mit Skepsis begegnet. Erst 2002 / 2003 trat die Wende ein, indem binnen kürzester Zeit verschiedene Unternehmen mit ihren DVT-Systemen in den Wettbewerb traten. Mittlerweile sind mehr als 20 unterschiedliche Systeme verfügbar und das Thema DVT ist aktueller denn je. So verwundert es nicht, dass der Kongress „Digitale Volumentomografie in der zahnärztlichen Praxis: Sinn oder Unsinn? Nutzen und Grenzen!“ am Samstag, den 25. Oktober 2008, im Zürich Marriott Hotel über 200 Anmeldungen verbuchen konnte (Abb. 1).

Begrüßt wurden die Teilnehmer von Veranstalter Dr. Nils Leuzinger (internationalCONCEPTS, CH-Pfäffikon) (Abb. 2), der das Wort an Veranstaltungsmoderator und Referent PD Dr. Dr. Gerold Eyrich (Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, UniversitätsSpital Zürich) (Abb. 3) übergab. Als ersten Referenten bat dieser Dr. Luca Signorelli



Abb. 2: Dr. Nils Leuzinger



Abb. 3: PD Dr. Dr. Gerold Eyrich



Abb. 1: Über 200 Teilnehmer besuchten den DVT-Kongress in Zürich.

(Klinik für Kieferorthopädie und Kinderzahnmedizin, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich) (Abb. 4) an das Rednerpult.

Terminologie

Dr. Signorelli leitete den Kongress zunächst mit einem kurzen chronologischen Überblick zu der Entwicklung der DVT ein und kürte diese Röntgentechnik zum „Hot Topic“ unserer Zeit. Anschließend erläuterte er die Unterschiede zwischen Computertomografie (CT) und DVT. So sind bei Röntgenaufnahmen nach dem Funktionsprinzip der CT mehrere



Abb. 4: Dr. Luca Signorelli

Umdrehungen erforderlich, was zu längeren Aufnahmezeiten führt. Zudem entsteht hierbei eine vergleichsweise höhere Strahlenbelastung. Allerdings erzielt die CT auch einen höheren Kontrast und ermöglicht aufgrund der klar definierten Hounsfield-Skala eine Weichteildifferenzierung. Luft absorbiert Röntgenstrahlung fast gar nicht und hat daher einen Wert von -1.000 HU (Hounsfield Units). Der Wert von Fettgewebe liegt bei -50 bis -100 HU, von Wasser bei 0 HU und von Knochen, je nach Dichte, bei 500 bis 1.000 HU. Das Pendant zur Hounsfield-Skala bei der CT sind bei der DVT die Grauwerte. Verfügbar sind 14-Bit-Geräte mit 16.384 Grauwerten und 12-Bit-Geräte mit 4.096 Grauwerten. Anschließend stellte Dr. Signorelli die zwei Detektortechnologien Flat Panel Detector (FPD) und CCD (Charge-coupled Device)-Sensor vor. Bei Nutzung eines FPD erfolgt ein pyramidenförmiger Strahlengang über eine eckige Blende und einen eckigen Detektor, sodass ein zylindrisches Volumen dargestellt wird. Bei Verwendung eines CCD-Bildverstärkers erfolgt ein kegelförmiger Strahlengang. Blende sowie Detektor sind rund und es wird ein zylindrisches Volumen dargestellt. FPDs sind weniger wartungsintensiv als CCD-Sensoren und weisen eine höhere Lebensdauer auf. Des Weiteren zeichnen sich die Aufnahmen durch ein geringeres Bildrauschen aus. Allerdings sind höhere Energiedosen erforderlich.

Mit-Field of View (FoV) wird die räumliche Größe des rekonstruierten Volumens, das für die Darstellung verfügbar ist, bezeichnet. Unterschieden werden in Bezug hierauf drei Geräteklassen: Small, Medium und Large Field of View-Geräte. Das FoV wird beeinflusst von der Detektorgröße und -technologie,

der Voxelgröße, der Kollimation auf die Region of Interest (RoI) sowie dem Aufnahmeprotokoll. Der Begriff Voxel setzt sich aus den Worten volumetric pixel zusammen. Die Voxelgrößen reichen in der Regel von etwa 0,08 mm bis 0,4 mm Kantenlänge. Kollimation bedeutet, dass bei Large FOV-Geräten der Strahlengang auf einen bestimmten Bereich reduziert werden kann. Dies ist aber nicht bei allen Systemen möglich.

Dosimetrie steht für die Messung der Strahlenbelastung. Auffällig ist, dass kleinere Volumen nicht mit geringeren Strahlenbelastungen als große Volumen einher gehen, sondern meist zu höheren Dosen führen. Des Weiteren ist beim Vergleich von Studien darauf zu achten, dass diese nur vergleichbar sind, wenn die gleichen Protokolle und Gewebegewichtungsfaktoren zur Berechnung der Strahlenbelastung verwendet wurden.

In einem zweiten Vortrag, der am Nachmittag folgte, stellte Dr. Signorelli zudem den Nutzen der DVT im Rahmen kieferorthopädischer Behandlungen vor.

Aufklärung

PD Dr. Dr. Gerold Eyrich informierte über Indikationen der Schnittbilddiagnostik und die Rechtslage in Hinblick auf die erforderliche Patientenaufklärung. Zu den Indikationen gehören: Dentoalveoläre pathologische Veränderungen, Form- und Lageanomalien von Zähnen und deren Relation zu Nachbarstrukturen, odontogene Tumore, Knochenpathologie und -strukturanomalien (insbesondere bei Ostitis und Osteoporose), Kieferhöhlenerkrankungen, Speichelsteine, Kiefergelenkerkrankungen, Zahn- und Kiefer-Gesichts-Traumatologie, orale und faziale Implantologie sowie Diagnostik und Operationsplanung bei komplexen Fehlbildungen.

Der Referent legte dar, dass die DVT, im englischen Sprachraum Cone-Beam-CT (CBCT) genannt, die Möglichkeit bietet, bei geringeren Dosen gegenüber der 2D-Darstellung, 3D-Beurteilungen der Hartgewebe in der zahnärztlichen Chirurgie und MKG-Chirurgie durchzuführen. Für die Beurteilung von Weichgewebe bieten CT und das Magnetic

Resonance Imaging (MRI) die bessere Grundlage. Bei der Wahl der Methode muss ihr jeweiliger Nutzen für Diagnostik und Therapie in Bezug auf die vorliegende Indikation gegen die zu erwartende Strahlenbelastung abgewogen werden. Die Information, die der Patient im Rahmen seiner Aufklärung erhält, muss so umfassend sein, dass er in der Lage ist, sich für oder gegen die DVT zu entscheiden. Umfang und Intensität der Aufklärung stehen in Wechselbeziehung zu Indikation und Dringlichkeit. Die Bedeutung des mit einer bestimmten Maßnahme verknüpften – wenn auch seltenen – Risikos entscheidet über die Aufklärungspflicht. PD Dr. Dr. Eyrich führte in diesem Zusammenhang an, dass sich beispielsweise 30 % der Patienten gegen eine prophylaktische Weisheitszahnentfernung entscheiden würden. Sein Fazit zum Einsatz der DVT lautete, dass diese bevorzugt werden sollten, wenn 3D-Komponenten für die Fragestellung von besonderer Wichtigkeit sind und wenn bei konventioneller Bilderstellung zu drei und mehr Aufnahmen tendiert würde.

Navigation

Dr. Dr. Heinz-Theo Lübbers (Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, UniversitätsSpital Zürich) (Abb. 5) referierte u. a. zu dem Thema Traumatologie. Besonders hob er hervor, dass eine DVT in schwierig zu erkennenden beziehungsweise einzuordnenden Fraktursituationen eine entscheidende Hilfe bei den Fragestellungen komplette versus inkomplette Fraktur (Grünholzfraktur, linguale Kompakta) sowie hinsichtlich Ausmaß oder eventuellen Dislokationen bietet. In diesem Zusammenhang präsentierte er den Teilnehmern auch verschiedene



Abb. 5: Dr. Dr. Heinz-Theo Lübbers

Fallbeispiele aus der Praxis. Er warnte allerdings davor, dass Artefakte in DVT teilweise sehr schwer zu erkennen seien und dies zu Fehlinterpretationen führen kann.

Des Weiteren erklärte er das Funktionsprinzip von computergestützten Systemen für die direkte, interaktive Navigation von Implantationen. Hierbei können auf Grundlage von DVT-Datensätzen die Position und Stellung der Implantate vor dem Eingriff dreidimensional geplant werden. Während der Operation wird die Position des Patienten sowie des Bohrers über Tracker von einer Infrarotkamera erfasst und die Referenzierung von der Systemsoftware in Echtzeit berechnet. Anhand von Monitoranzeigen kann der Chirurg dann die Planung navigiert am Patienten umsetzen. Erzielt wird mit dieser Methode laut Dr. Dr. Lübbers eine Präzision von ± 1 mm.

Keine Überraschungen

Es folgte der Vortrag von Dr. Dorothea Berndt (Abb. 6) von der Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Basel. Hier wird seit mittlerweile vier Jahren mit einem DVT gearbeitet. Dr. Berndt stellte verschiedene Fallbeispiele aus der chirurgischen Praxis vor, anhand derer sie die Vorteile der DVT für Behandler und auch Patient erläuterte. So werde auch die Aufklärung der Patienten durch die 3D-Darstellung maßgeblich vereinfacht, da den Patienten anhand dieser leichter ihre Situation und die Notwendigkeit einer bestimmten Behandlung vermittelt werden könne. Des Weiteren sei der Chirurg aufgrund der



Abb. 6: Dr. Dorothea Berndt

hervorragenden Bildqualität, die moderne Geräte bieten, vor intraoperativen Überraschungen gefeit.

aufgrund der Projektionsrichtung Defekte von der Wurzel verdeckt werden können.

Nutzen

Dr. Daniel Wolf (Station für Computer-Restaurationen der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich) (Abb. 7) bot einen Überblick zum Nutzen der DVT



Abb. 7: Dr. Daniel Wolf

in den Fachgebieten Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. Hinsichtlich der Kariologie legte er dar, dass zwar vielversprechende Studien vorliegen, diese Untersuchungen aber an füllungsfreien Zähnen vorgenommen worden seien. Liegen Füllungen vor, wie es in der Praxis in der Regel der Fall ist, werde die Sichtbarkeit von Kavitäten durch Streustrahlungen gemindert. Bitewings und Klinik seien durch DVT daher nicht zu ersetzen.

In der Endodontologie ist die DVT laut Dr. Wolf der CT vorzuziehen, da bei reduzierter Dosis aufgrund einer höheren Auflösung eine bessere Diagnostik möglich ist. Im Vergleich zur Panoramaaufnahme seien in DVT circa 30 % mehr apikale Läsionen erkennbar. Häufig handele es sich um Zufallsbefunde, d. h. bei jedem dritten bis vierten Patienten, von dem aufgrund einer anderen Indikation eine DVT erstellt wird, würden zusätzlich apikale Aufhellungen oder Veränderungen beziehungsweise Entzündungszeichen festgestellt. Dass diese im herkömmlichen Röntgenbild nicht zu sehen sind, kann daran liegen, dass es sich um sehr kleine Defekte handelt, aber auch daran, dass beispielsweise

Ein ähnliches Problem zeigt sich im Rahmen der Parodontologie. Hier sei mit DVT eine räumliche Beurteilung von Defekten und Furkationen möglich, während bei der konventionellen Bildgebung mit einem Zahnfilm knöcherne Defekte durch Kompakta oder die Zahnwurzel beziehungsweise dünne Knochenlamellen von der Zahnwurzel überlagert werden können, sodass die Furkationsbeteiligung häufig falsch beurteilt wird.

Studienergebnisse

Der nächste Programmpunkt bestand aus einem Doppelvortrag von PD Dr. Ronald Jung und Dr. David Schneider (Abb. 8), die beide in der Klinik für Kronen- und Brückenprothetik am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich tätig sind. Sie widmeten sich mit ihrem



Abb. 8: Dr. David Schneider (l.) und PD Dr. Ronald Jung (r.).

Vortrag der DVT sowie der schablonengeführten Implantologie. Die Nachteile der konventionellen Planung von Implantationen sehen sie darin, dass lediglich 2D-Ansichten mit Bildverzerrungen vorliegen und die Umsetzung ohne eine Führung erfolgt. Die 3D-Planung erfordere zwar einen höheren Zeitaufwand sowie zusätzliche Hard- und Softwarekomponenten, biete aber eine optimale Nutzung der DVT-Daten, in die Programme integrierte Implantatdatenbanken sowie einen direkten Transfer in eine Bohrschiene. Des Weiteren stellten die Referenten die Ergebnisse einer Übersichtsarbeit

vor, für die die zahnärztliche Literatur systematisch hinsichtlich Genauigkeit und klinischem Verhalten computergestützter Implantologie analysiert wurde. Von insgesamt 2.827 Artikeln wurden schließlich 13 klinische und 19 Genauigkeitsstudien in die Arbeit eingeschlossen. 29 verschiedene Systeme für die computergestützte Implantologie wurden gefunden. Für den apikalen Bereich von Implantaten wurden in den Studien Abweichungen zwischen 0,32 mm und 1,43 mm festgestellt. Im Bereich der vertikalen Deviation lagen die Werte zwischen 0,85 mm und 7,1 mm. Im oberen Implantatbereich reichten die Abweichungen von 0,74 mm bis 4,5 mm. Hinsichtlich der Implantatachsen wurden Abweichungen von $4,1^\circ$ bis $20,43^\circ$ festgestellt. Die Referenten wiesen darauf hin, dass sämtliche Maximalwerte einer Studie entstammten, innerhalb derer schleimhautgetragene Schablonen verwendet wurden. Die Schablonen mit Führungshülsen werden je nach verwendetem System durch das Dentallabor oder stereolithografisch vom Systemanbieter hergestellt. Eine höhere Genauigkeit bei der Umsetzung lässt sich im Vergleich zu schleimhautgetragenen Schablonen mit zahn- und knochengetragenen Schablonen erzielen. Zehn von 13 klinischen Studien berichteten von intraoperativen Komplikationen. Diese wurden bei 4,6 % der Implantationen registriert. Auf der Basis unterschiedlicher Evidenzniveaus zeigt die computergestützte Implantation laut der Referenten eine hohe Überlebensrate der Implantate von 96,6 % nach 12 Monaten und eine klinisch akzeptable Genauigkeit. Langzeitdaten liegen nicht vor.

DVT / CT / MR

PD Dr. Bernhard Schuknecht (Medizinisch Radiodiagnostisches Institut Zürich) (Abb. 9) stellte einen Vergleich zwischen DVT und CT beziehungsweise Magnetresonanz (MR) auf. So eignet sich die DVT für die Generierung von spezifisch zahnbezogenen und angrenzenden ossären Informationen, während sich das CT für die Darstellung von Weichteilen sowie ossären Strukturen und die MR für die Darstellung von Weichteil-, vaskulären sowie Gelenkläsionen empfehle. Bei der MR handelt es sich nicht um ein Röntgenverfahren, sondern es wird hierbei die Beweglichkeit der Wasserstoffprotonen gemessen, die – während der Patient sich in

einem Magnetfeld befindet – durch einen Radioimpuls angeregt werden.



Abb. 9: PD Dr. Bernhard Schuknecht

Verantwortung

PD Dr. Karl Dula (Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie der Universität Bern) (Abb. 10) verdeutlichte die neue Verantwortung, die dem Betreiber eines DVT bei einem Verzicht auf die Schnittbilddiagnostik durch einen Radiologen zukommt. Indikationsstellung und Rechtfertigung der Aufnahme, Einstelltechnik und Wahl der Expositionsparameter, Management der apparativ bedingten Bildqualität, Einhaltung der Aspekte des Strahlenschutzes sowie Bildinterpretation und Diagnostik obliegen bei Nutzung eines DVT dem Zahnarzt. Zudem wies PD Dr. Dula darauf hin, dass in der Schweiz – im Gegensatz zu Deutschland – bislang nicht die Pflicht besteht, einen Kurs zum Röntgenschutzbeauftragten zu absolvieren, um ein DVT zu betreiben. Dies empfahl er aber sowohl in fachlicher als auch zur Absicherung in rechtlicher Hinsicht dringend. Die SGDMFR



Abb. 10: PD Dr. Karl Dula

(Schweizerische Gesellschaft für dentomaxillofaziale Radiologie) wird künftig eine entsprechende Fortbildung anbieten. Des Weiteren regte der Referent die Gründung eines Arbeitskreises Digitale Volumentomografie an, um eine Plattform für den Austausch unter Kollegen zu schaffen.

Abschließend wurden beispielhaft die zwei DVT-Systeme GALILEOS von Sirona Dental Systems (D-Bensheim) und Planmeca ProMax 3D von Planmeca (FI-Helsinki) vorgestellt. Weitere Informationen zu diesen DVT wurden zudem im Rahmen der Industrierausstellung, an der insgesamt neun Unternehmen beteiligt waren, erteilt (Abb. 11).



Abb. 11: Im Rahmen der Industrierausstellung konnten die Teilnehmer vor Ort verschiedene DVT-Systeme in Augenschein nehmen.