

Digitale Volumentomographie in der Zahnmedizin

Nach der Etablierung der digitalen Volumentomographie (DVT) im Bereich der zahnärztlichen Diagnostik ist auch in Thüringen der Trend zu verzeichnen, diese Geräte in der Zahnarztpraxis zu nutzen. Im Vergleich zur konventionellen Röntgentechnik bietet die DVT-Bildgebung erhebliche Vorteile für die röntgenologische Differenzialdiagnostik.

Mit der dreidimensionalen digitalen Bildverarbeitung lässt sich die Anatomie des Patienten aus jeder Perspektive professionell darstellen. So ist es möglich, anatomische Einzelheiten und Zusammenhänge genau zu erkennen und auszuwerten. Der digitale Volumentomograph besitzt eine um 360 Grad rotierbare Röntgenröhre mit einem dreidimensionalen Nutzstrahlbündel. Der Detektor ist ein Bildverstärker, die Bilderfassung erfolgt mittels CCD-Chips. Bei der Bilderstellung rotieren Röntgenröhre und Bildverstärker um den Patienten. Dabei wird pro Grad ein Einzelschnittbild erstellt und alle 360 Bilder zu einem 3-dimensionalen Rohdatensatz („Volumen“) durch gerätespezifische Software zusammengerechnet. Aus den Axialschichten der primären Rekonstruktion werden, je nach Bedarf, weitere sekundäre Rekonstruktionen errechnet. Im Volumen findet eine isometrische Auflösung der favorisierten Hartgewebe (Knochen, Zähne) statt. Dabei ist das Spektrum der zu untersuchenden Strukturen auf den Kopfbereich begrenzt.

Grundsätzlich unterscheidet man Geräte, die speziell für die 3D-Diagnostik entwickelt wurden, und Panorama-Geräte, die über eine zusätzliche 3D-Funktion verfügen (Dual-Use-System). Der Vorteil von Dual-Use-Geräten besteht darin, dass sie neben der 3D-Bildgebung ein konventionelles Panoramabild erzeugen können. Allerdings ist die 3D-Funktion eingeschränkt, indem diese Geräte nur einen begrenzten Bereich der anatomischen Strukturen erfassen. Daraus ergibt sich, dass für die Diagnostik entfernter Bereiche (z. B. Beurteilung der unteren Weisheitszähne) Mehrfachuntersuchungen notwendig sind. Gleichzeitig ist aufgrund des verwendeten Flatpanel-Detektors die Strahlenexposition vergleichsweise hoch,

da die Signale nicht verstärkt werden können (Scherer, et al.). Aufgrund dieser Tatsache sind Dual-Use-Geräte für die 3D-Diagnostik nur in einem eingeschränkten Indikationsbereich einsetzbar.

Die speziell für 3D-Anwendungen entwickelten Geräte bilden große Volumina ab, woraus sich ein breites Anwendungsspektrum mit diagnostischen Vorteilen für oral- und mund-, kiefer-, gesichtschirurgische, aber auch kieferorthopädische Anwendungen ergibt. Aufgrund des Einsatzes von Bildverstärkern ist die Strahlenbelastung bei diesen Geräten deutlich geringer als bei den Dual-Use-Geräten. Eine Errechnung zweidimensionaler Bilder (Panoramaaufnahme, Einzelzahnaufnahmen, Fernröntgenseitenaufnahme) ist aufgrund der vergleichsweise hohen Strahlendosen im Vergleich zur herkömmlichen Röntgen-diagnostik nicht zulässig.

Bezüglich der Strahlenexposition durch DVT-Untersuchungen sind derzeit nur begrenzt Aussagen möglich. Die effektive Dosis schwankt zwischen den einzelnen Geräten beträchtlich, sie liegt zwischen 13 μSv und 1073 μSv (Panoramaaufnahme: zwischen 10 μSv und 20 μSv). Im Vergleich zur herkömmlichen Computertomographie ist die effektive Dosis erheblich reduziert.

Generell gilt, dass die rechtfertigende Indikation unbedingt einzuhalten ist, das heißt, der diagnostische Nutzen muss gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegen. Insbesondere bei Kindern und Jugendlichen besteht ein erheblich erhöhtes Risiko von Folgeschäden nach einer Exposition mit ionisierender Strahlung, weswegen bei ihnen eine besonders sorgfältige Nutzen-Risiko-Abwägung zu erfolgen hat.

In der Leitlinie der DGZMK „Digitale Volumentomographie (DVT) – S 1-Empfehlung“ werden Indikationsempfehlungen im Bereich der Zahnmedizin definiert. Das Indikationsspektrum umfasst grundsätzlich alle Bereiche der Zahnheilkunde.

Konservierende Zahnheilkunde

- Diagnostik an ungefüllten Zähnen
- Ungeeignet bei Zähnen mit Metallres-

taurationen durch das Auftreten von Metallartefakten oder Artefakten durch Überlagerungen der Zahnhartsubstanz.

Daher ist die DVT zur Kariesdiagnostik, insbesondere von approximalen Läsionen, kaum geeignet.

Endodontie

- Apikale Veränderungen bei Vorliegen klinischer Auffälligkeiten, wenn diese auf zweidimensionalen Aufnahmen nicht darstellbar sind
- Wurzelfrakturen
- Wurzelresorptionen zum Beispiel nach Zahntrauma

Parodontologie

- Visualisierung der knöchernen Parodontalsituation, da die dreidimensionale parodontale Morphologie gut abgebildet wird

Zahnärztliche Prothetik

In der zahnärztlichen Prothetik bietet die DVT zusätzliche Möglichkeiten in der Diagnostik und in der Therapieplanung. Zukünftig könnten die DVT-Daten in Kombination mit digitalen Daten intraoraler Scanner durch Integration in eine Planungssoftware zusätzliche Möglichkeiten in der Therapieplanung im Sinne eines virtuellen Set-Ups bereitstellen. Derzeit sind die folgenden Indikationsgebiete für die zahnärztliche Prothetik erkennbar, bei denen eine DVT-Untersuchung erfolgen kann:

- Zusätzliche Informationen zur Diagnostik der Pfeilerwertigkeit (z. B. Wurzeloberfläche, Furkationsbefunde)
- Visualisierung des quantitativen und qualitativen Knochenangebotes (implantatgestützter Zahnersatz, herausnehmbare Prothetik)
- Darstellung von Nervenaustrittspunkten (implantatgestützter Zahnersatz, herausnehmbare Prothetik)
- Diagnostik von knöchernen Erkrankungen des Kiefergelenks
- Virtuelle Planung von implantatprothe-



Fortbildung

- tischen Versorgung
- Verknüpfung der 3D-Daten mit der Konstruktions-Software von CAD/CAM-Systemen (zum Beispiel für CAD/CAM-gefertigte Bohrschablonen, Langzeitprovisorien oder definitiven Zahnersatz)

Funktionsdiagnostik und Funktionstherapie

In der Diagnostik und Therapie cranio-mandibulärer Dysfunktionen ergänzen bildgebende Verfahren die klinischen und instrumentellen diagnostischen Verfahren. Tomographische Röntgenverfahren sind dabei grundsätzlich nur zur Darstellung knöcherner Veränderungen in der Kiefergelenkregion zielführend. Für die Darstellung von Knorpelstrukturen bleibt die Magnetresonanztomographie

das Verfahren der Wahl, zumal hier die knöchernen Konturen ebenfalls in dreidimensionalen Schnittbildern zur Darstellung kommen.

Derzeit erkennbare Hauptindikationen, für welche eine DVT zur Kiefergelenkdiagnostik herangezogen werden kann, sind:

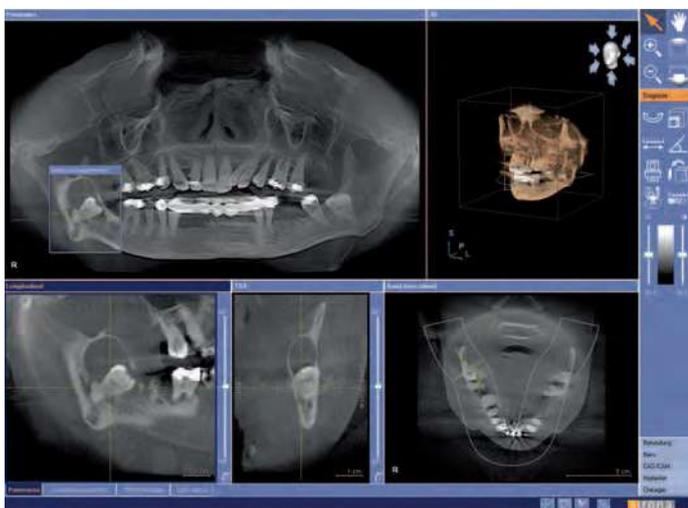
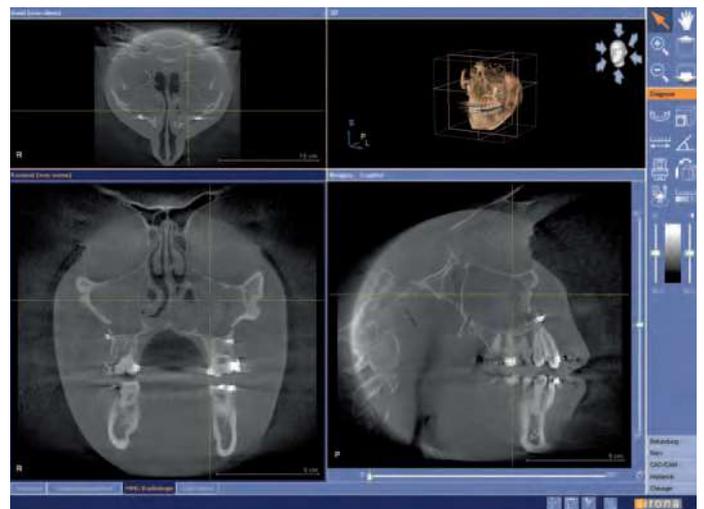
- Ausschluss primärer Kiefergelenkerkrankungen
- Erfassung differenzialtherapeutisch relevanter Befunde (Ausmaß erosiver Prozesse der Kondylen, Sklerosierungen, Position der Kondylen, Fehlstellungen des Kondylus in der Fossa mandibularis)

Chirurgische Zahnheilkunde

In der zahnärztlichen Chirurgie dient die DVT überwiegend zur Diagnostik von knöchernen (pathologischen) Befunden

beziehungsweise räumlichen Verhältnissen, die teilweise bereits unter den anderen Fachgebieten beschrieben wurden. Es zeichnen sich zusätzlich dazu derzeit die folgenden Einsatzmöglichkeiten innerhalb des Fachgebietes ab, in denen die DVT zur röntgenologischen Diagnostik Verwendung finden kann:

- Wurzelfrakturen (wobei es jedoch Hinweise gibt, dass die Sensitivität für frische Wurzelfrakturen unmittelbar nach dem Trauma reduziert sein kann)
 - Alveolarfortsatzfrakturen
 - intraossäre pathologische Veränderungen wie odontogene Tumoren oder größere periapikale knöcherne Läsionen
 - Lageanomalien von Zähnen
 - präoperative Schnittbilddiagnostik bei der geplanten operativen Entfernung von (teil-)retinierten Weisheitszähnen
- Hier kann ein Einsatzgebiet für die DVT



Räumliche Darstellung einer Zyste mittels digitalem Computersystem

Fotos: Wiegner



gegeben sein, wenn auf bereits vorhandenen konventionellen Röntgenaufnahmen die räumliche Lagebeziehung zwischen Mandibularkanal und dem Weisheitszahn nicht ausreichend sicher interpretiert werden kann oder als kritisch einzuschätzen ist. Aufgrund des geringen Effektes, bezogen auf den therapeutischen Nutzen, sollte hingegen auf einen routinemäßigen Einsatz vor Weisheitszahnentfernung verzichtet werden.

Implantologie

In der Implantologie dient die DVT vorwiegend zur Therapieplanung, zur Visualisierung und Vermessung der knöchernen Ausgangssituation sowie zur Visualisierung implantatprothetischer Behandlungsplanungen im dreidimensionalen Patientenkontext (Planungsschablonen). Hierbei sind metrische Messungen notwendig, deren Genauigkeit von der tatsächlich erreichten Ortsauflösung, der Kontrastaufklärung und dem Signal-Rauschverhältnis abhängig ist. Eine computergestützte Planung auf der Basis dreidimensionaler Röntgenverfahren sollte mithilfe der DVT durchgeführt werden.

Auf der Basis dieser Aufnahmen können geplante Implantate, Aufbauten, Augmentationen, Schnittführungen, Zahnersatzrestorationen softwarebasiert simuliert und evaluiert werden. Die dabei ermittelten Werte und Erkenntnisse können dazu verwendet werden, eine möglichst exakte, prothetisch orientierte Positionierung der Implantate unter bestmöglicher Ausnutzung des Knochenangebots zu planen. Zudem können Defizite im vorhandenen Gewebeangebot detektiert und die Notwendigkeit von Augmentationen/Distraktionen/implantatbettvorbereitenden Maßnahmen vorausschauend erkannt sowie gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen geplant werden. Die Übertragung der räumlichen Information aus dem Planungssystem in die OP-Realität kann über computerunterstützte gefertigte Übertragungs- beziehungsweise Bohrschablonen oder mithilfe der direkten Instrumentennavigation erfolgen. Da, bedingt durch die hohe Absorption eines Titanimplantats, im weiteren Strahlengang Aufhärtungsartefakte entstehen,

ist die Evaluation der unmittelbar periimplantären Region sowie der Region zwischen Implantaten in Strahlengangsrichtung nur sehr eingeschränkt möglich.

Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

Zusätzlich zu den bereits genannten chirurgischen Indikationsgebieten der zahnärztlichen Chirurgie und der Implantologie kann die DVT in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie beispielsweise für die folgenden Indikationen eingesetzt werden:

- odontogene Tumoren
- Knochenpathologie und -strukturanomalien insbesondere bei Ostitis, Osteomyelitis und Osteoporose
- Kieferhöhlenerkrankungen
- Speichelsteine
- (knöcherne) Kiefergelenkerkrankungen
- Kiefer- und Gesichtstraumatologie
- Darstellung des räumlichen Verlaufs intraossärer Strukturen (knöcherne Nerven-, Gefäßkanäle)
- Diagnostik und Operationsplanung bei komplexen Fehlbildungen

Kieferorthopädie

Kinder haben ein generell erhöhtes Risiko, in der Folge einer ionisierenden Strahlenexposition einen Folgeschaden zu erleiden. Diese Tatsache ist auch in der Kieferorthopädie grundsätzlich und sicher verstärkt zu berücksichtigen, die Indikationsstellung muss entsprechend angepasst werden.

Durch DVT-Untersuchungen ist eine deutliche Erhöhung der Strahlenexposition der jungen Patienten zu erwarten, eine ausreichende Evidenz für einen erhöhten Nutzen liegt derzeit nicht vor.

Trotz der derzeit auf relativ niedrigem Evidenzniveau basierenden Erkenntnisse zeichnen sich derzeit die folgenden kieferorthopädischen Indikationen ab, bei denen eine DVT-basierte Diagnostik sinnvoll sein kann:

- Diagnostik von Anomalien des Zahnbestandes
- Diagnostik von Anomalien und Dysplasien der Zahnwurzeln
- differenzialdiagnostische Bewertung von Zahndurchbruchstörungen

- Darstellung des peridental Knochenangebots zur prognostischen Bewertung geplanter Zahnbewegungen
- Diagnostik craniofazialer Fehlbildungen



Foto: Mit freundlicher Genehmigung der Sirona Dental System GmbH

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass mit der digitalen Volumentomographie dem Zahnarzt ein weiteres Instrument zur Diagnostik zur Verfügung steht, das insbesondere der dreidimensionalen Orientierung im Hartgewebe dient und zukünftig Untersuchungen mittels Computertomographie ersetzen wird. Dabei nehmen die Dual-Use-Geräte eine Sonderstellung ein. Dem Vorteil, der Erstellung von Panorama-Aufnahmen, stehen erhebliche Einschränkungen bei der 3D-Darstellung und vergleichsweise hohe Strahlendosen gegenüber. DVT-Geräte mit hohen Volumina zeigen eine gute dreidimensionale Darstellung. Eine Nutzung zur Erstellung von Panoramaschichtaufnahmen ist aus Strahlenschutzgründen allerdings nicht zulässig.

Dr. Matthias Seyffarth

*Literatur: Scherer, et al.: Indikationen für die digitale Volumentomographie; zm 98, Nr. 6, 16.03.2008
Leitlinie der DGZMK Dentale Volumentomographie (DVT) – S1-Empfehlung; zm 99, Nr. 17, 01.09.2009*

Wir danken für die freundliche Nachdruckgenehmigung.

