

# Radiodiagnóstico preoperatorio

Dorothea C. Dagassan-Berndt, Dr. med. dent.

*Los procedimientos digitales y especialmente la tomografía volumétrica digital han supuesto en los últimos años un avance tecnológico notable en el campo de la radiología odontológica. Con estas técnicas se ha conseguido ampliar claramente la capacidad de visualización de distintas estructuras, lo que permite una planificación preoperatoria de precisión. El tipo de procedimiento a utilizar para obtener un diagnóstico exacto de cara a la toma de decisión terapéutica y que por lo tanto también influye en el resultado terapéutico se debe decidir de forma individualizada, teniendo presente sobre todo la seguridad radiológica.*

(*Quintessenz*. 2010;61(4):389-95)

Clínica de Cirugía Odontológica. Radiología Odontológica, Medicina Oral y Maxilofacial. Clínicas Universitarias de Odontología.

Correspondencia: D.C. Dagassan-Berndt.  
Hebelstraße 3. CH-4056 Basilea. Suiza.  
Correo electrónico: dorothea.dagassan@unibas.ch

## Introducción

La cirugía odontológica es un procedimiento indicado habitualmente cuando se plantea la necesidad de realizar una intervención en la proximidad de estructuras anatómicas adyacentes vitales. La visualización preoperatoria de estas estructuras de las que forman parte vasos sanguíneos, nervios y otras estructuras adyacentes como los senos paranasales, pero también las variantes anatómicas individuales, constituye la base de toda intervención quirúrgica. La radiología odontológica dispone de distintas técnicas de imagen para visualizar la información deseada. El tipo de procedimiento a utilizar para obtener un diagnóstico exacto de cara a la toma de decisión terapéutica, que influye por lo tanto en el resultado terapéutico, se debe decidir de forma individualizada teniendo en cuenta sobre todo la seguridad radiológica. En este artículo se explica el proceso de selección de una técnica de imagen adecuada en función de una serie de ejemplos.

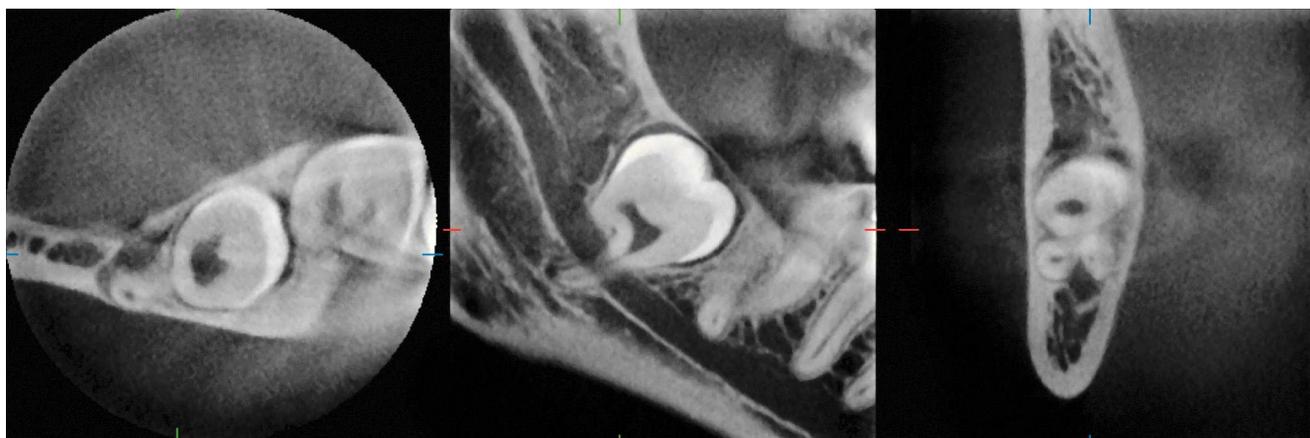
## Extracción quirúrgica de dientes retenidos y de dientes desplazados

Los dientes que más frecuentemente quedan retenidos o se desplazan son los terceros molares inferiores, seguidos de los terceros molares superiores, los caninos superiores y los primeros premolares<sup>6</sup>. A continuación se explica el diagnóstico por imagen preoperatorio para los terceros molares inferiores en representación de todo tipo de dientes retenidos y desplazados.

Los terceros molares inferiores muestran por una parte una relación anatómica estrecha con estructuras vitales como el nervio dentario inferior y el nervio lingual. Por



*Figura 1a.* Radiografía panorámica de un paciente de 26 años de edad para la visualización del diente 48 y de su relación anatómica con el nervio dentario inferior.



*Figura 1b.* Tomografía volumétrica digital del mismo paciente para la visualización de la relación anatómica de las raíces del diente 48 con el nervio dentario inferior. El nervio muestra un trayecto interradicular.

otra parte, la combinación de retención y desplazamiento da lugar a una situación anómala respecto a la dentición restante. Antes de la extracción quirúrgica de los terceros molares es imprescindible recabar toda la información necesaria sobre las relaciones anatómicas del paciente. Para que la intervención tenga éxito se han de determinar datos como la forma del tercer molar propiamente dicho (número de raíces, forma de la corona y de las raíces), la relación anatómica con el segundo molar, la angulación, la inclinación vestibulolingual, la relación con el conducto dentario inferior y la profundidad de las raíces en el hueso alveolar. Al planificar la intervención, toda esta información desempeña un papel esencial en caso de duda y es un factor decisivo para elegir el procedimiento adecuado durante la intervención quirúrgica.

La representación en imágenes de la zona que se va a intervenir es una parte importante de la planificación de la intervención. La guía de la Sociedad Alemana de

Odontología, Medicina Oral y Maxilofacial (DGZMK) del año 2006<sup>9</sup> recomienda al respecto realizar un «examen radiológico completo con visualización íntegra del diente y de las estructuras anatómicas circundantes importantes». Para ello se pueden utilizar distintas técnicas. La radiografía periapical es un procedimiento sencillo y disponible en todas las consultas dentales. Sin embargo, en ocasiones realizar un enfoque correcto y colocar adecuadamente la película puede suponer un reto importante, dado que el procedimiento puede verse condicionado por la escasa cooperación del paciente en esta zona distal de la cavidad oral<sup>5</sup>.

La radiografía panorámica proporciona una cantidad de información notablemente mayor (fig. 1a). En ella se visualizan el maxilar y la mandíbula y, por lo tanto, los cuatro terceros molares. Además, en la mayoría de los casos, se puede evaluar mejor el trayecto del conducto dentario inferior en una radiografía panorámica. No obstante, en

algunos casos, la visualización de la posición exacta del conducto puede resultar insuficiente. Condicionadas por la técnica radiográfica, las estructuras linguales se suelen proyectar más hacia craneal de la que en realidad es su posición anatómica natural. Además, la capa poco nítida de la imagen impide la representación de las curvas radiculares existentes en sentido vestibular o lingual<sup>5</sup>. De existir una relación anatómica estrecha entre el conducto dentario inferior y los ápices radiculares es imposible determinar su posición exacta. En estos casos hace falta obtener radiografías en un segundo plano. Para ello se dispone de las radiografías craneales posteroanteriores, tomografías convencionales y, por último, de las técnicas de imagen tridimensionales como la tomografía axial computarizada (TC) o la tomografía volumétrica digital (TVD).

La radiografía craneal PA permite determinar la relación anatómica del diente con el conducto dentario inferior y la inclinación vestibulolingual de los terceros molares. En este caso, como en el de la radiografía panorámica, se trata de una imagen sumatoria. Las tomografías convencionales permiten obtener una imagen tomográfica en ángulo recto respecto al plano de la imagen de la radiografía panorámica. La visualización deficiente de los tejidos blandos y las «phantom images» (artefactos) inherentes a esta técnica limitan el valor informativo de estas imágenes.

Con la TC y, desde hace aproximadamente 10 años, también con la TVD, existe la posibilidad de representar la situación anatómica en imágenes tridimensionales (fig. 1b). Sin duda, la exposición a dosis de radiación relativamente altas y los costes elevados son las principales desventajas de la TC<sup>14</sup>. El uso de detectores de pantalla plana en la TVD proporciona una resolución local muy alta con una exposición relativamente baja a radiaciones. Las imágenes generadas están libres de distorsiones y representan adecuadamente toda la información necesaria. Sin embargo, debe evitarse el uso sistemático de la TVD antes de la extracción quirúrgica de terceros molares. Esta técnica sólo está indicada en presencia de una relación anatómica muy estrecha con el conducto dentario inferior observada en exámenes radiográficos anteriores, como radiografías periapicales, o una radiografía panorámica y si para la intervención quirúrgica es imprescindible conocer la posición exacta del nervio respecto al diente.

### Implantología

La posibilidad de rehabilitar la función y la estética dental de un paciente mediante implantes osteointegrados

ha revolucionado la odontología y los procedimientos quirúrgicos correspondientes. Por importante que sea un implante para el paciente y también para el odontólogo, no deja de ser una intervención opcional. Por ello debe regir la máxima de llevar a cabo el implante con un mínimo de riesgo y complicaciones, con el propósito de lograr un resultado estable a largo plazo, minimizando las desventajas y los efectos secundarios. La planificación del implante exige, además del análisis minucioso de la indicación, un procedimiento de obtención de imágenes adecuado. La introducción de la TVD especialmente en los últimos años ha dado un gran impulso tecnológico a la radiología odontológica. Entretanto se cuenta ya con toda una gama de métodos de diagnóstico por imagen.

Antes de realizar un tratamiento con implantes hay que identificar posibles patologías del hueso en el lecho previsto y también localizar estructuras anatómicas importantes (nervio dentario inferior, senos maxilares o senos nasales). Además, hay que visualizar también la morfología ósea en la zona del implante. Esto incluye el análisis de la cresta alveolar, la localización de la fosa submandibular o de otras depresiones linguales. Después de las extracciones en esta región debería existir también la posibilidad de visualizar posibles anomalías de la curación ósea en los alvéolos de extracción. La continuidad y el grosor de la cortical también desempeñan un papel importante. A continuación, deben medirse la altura y la anchura del hueso en el eje implantario previsto<sup>23</sup>.

El cirujano implantólogo opta por un tipo u otro de técnica de imagen en función de la localización y del número de implantes previstos. Cuanto más extensa es la zona a tratar y cuanto más riesgo entraña la ubicación de los implantes respecto a estructuras vitales, más compleja puede resultar la exploración radiográfica<sup>19</sup>. Una radiografía intraoral puede proporcionar detalles precisos de la morfología ósea en espacios edéntulos pequeños. Si se obtiene la radiografía con el uso de un portaplacas mediante la técnica de toma en paralelo existe incluso la posibilidad de obtener información sobre la altura del hueso disponible. Una de las ventajas de esta técnica de imagen es su amplia difusión en las consultas dentales, la exposición a dosis bajas de radiación y el coste reducido<sup>2,23</sup>. Sin embargo, es difícil reproducir las radiografías periapicales y siempre entrañan el riesgo de distorsiones<sup>20</sup>. La limitación del tamaño de la zona visualizada está en contradicción con la exigencia de representar adecuadamente estructuras adyacentes importantes como el conducto dentario inferior.

Con la reproducción del maxilar y de la mandíbula, la radiografía panorámica proporciona una visión de conjunto muy valiosa. Permite evaluar y localizar estructu-



Figura 2a. Radiografía panorámica convencional preimplantológica de un paciente de 25 años.

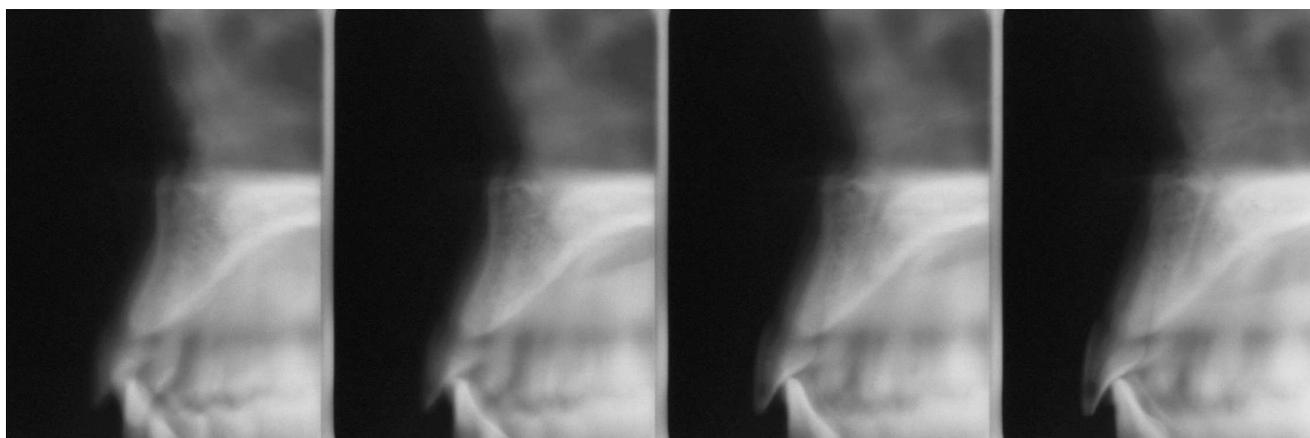


Figura 2b. Tomografía convencional del mismo paciente para visualizar la situación preimplantológica de la región del 12. Buena visualización de las dimensiones del hueso disponible en el plano sagital y también de la relación intermaxilar.

ras adyacentes importantes como los senos paranasales y visualizar el conducto dentario inferior y el agujero mentoniano (fig. 2a). También ofrece información sobre la relación intermaxilar, la cual es importante para la planificación protésica. La calidad y la resolución de la radiografía panorámica han mejorado en los últimos años sobre todo en lo que se refiere a imprecisiones provocadas por superposiciones en el sector anterior con la columna vertebral. Sin embargo, la distorsión de la imagen en sentido mesiodistal sigue siendo una desventaja de esta técnica. Las diferencias más importantes en la proyección se producen en el sector anterior. La colocación correcta del paciente también contribuye a una mejor calidad de la imagen<sup>22</sup>. La exposición a la radiación del paciente con este procedimiento depende del aparato

utilizado, pero es relativamente baja, con una dosis total de 3-24  $\mu\text{mSv}$ <sup>10,12</sup>. Los costes generados por el procedimiento son relativamente bajos. A pesar de ofrecer una buena visión de conjunto, la radiografía panorámica no deja de ser un procedimiento bidimensional, lo que impide recabar información importante sobre la anatomía ósea correspondiente. Por ello, en determinados casos hace falta adquirir imágenes en un segundo plano. Una telerradiografía lateral proporciona una imagen de la relación intermaxilar en el sector anterior, sobre todo en casos de atrofia grave de la cresta alveolar. Sin embargo, las superposiciones del lado derecho y del lado izquierdo limitan las mediciones de la altura y de la anchura óseas, dado que las proyecciones del lado contralateral pueden enmascarar posibles defectos óseos.

Las tomografías convencionales reproducen las estructuras óseas en la tercera dimensión en el plano vestibulolingual (fig. 2b). Mediante éstas se pueden evaluar estructuras anatómicas adyacentes como el conducto dentario inferior y la morfología ósea, la anchura ósea disponible, las depresiones linguales o segmentos superiores de cresta alveolar delgados. Existen dos tipos de tomografía, la tomografía lineal con un factor de aumento desigual y la tomografía compleja, como la tomografía espiral con imágenes más «borrosas». Esta última se caracteriza por un factor de aumento constante. Algunos aparatos permiten además visualizar la arcada antagonista y evaluar la relación intermaxilar. La tomografía convencional proporciona una buena calidad de imagen con una exposición a radiaciones limitada<sup>3,4</sup>. En muchos estudios se considera que esta técnica es el procedimiento de elección porque proporciona una visualización suficiente en un segundo plano de la región en la que se van a colocar los implantes.

Con la TC se pueden representar todas las regiones del maxilar mediante imágenes tomográficas («cross-sectional images»). Se obtiene una buena visión de conjunto (a diferencia de las imágenes tomográficas aisladas e individuales de la tomografía convencional) para evaluar la anatomía maxilar. La técnica tomográfica también proporciona información sobre la relación intermaxilar. Se puede evaluar la relación intermaxilar vertical mediante una imagen de conjunto («scout view»). La notable disminución de los tiempos de escaneo ha permitido reducir claramente la merma de calidad asociada a los movimientos de los pacientes. Con la tecnología de la TC es posible visualizar también los tejidos blandos además de los tejidos duros. La evaluación mediante unidades Hounsfield permite una buena segmentación de los distintos tejidos. Esto permite recoger, entre otras informaciones, datos relativos a la densidad ósea<sup>1,18</sup>. Las desventajas principales de esta técnica residen en una exposición del paciente a dosis de radiación relativamente altas y a su elevado coste<sup>4,12</sup>.

Con la introducción de la TVD se dispone de una técnica de imagen tridimensional de alta resolución que, dependiendo del aparato, conlleva una exposición a la radiación notablemente inferior en comparación con la TC<sup>15</sup>. Kobayashi et al<sup>8</sup> confirman la superioridad de la TVD frente a la TC en lo que se refiere a la resolución local en las imágenes tomográficas. Hashimoto et al<sup>7</sup> confirman asimismo una resolución muy elevada de esta técnica para la evaluación de estructuras del espacio periodontal y de la lámina dura en comparación con la TC.

Las ventajas de la técnica de obtención de imágenes mediante TVD se reflejan también en la gran cantidad

de aparatos disponibles. Estos se diferencian sobre todo en la posibilidad de elegir el volumen a escanear, en la resolución y, en consecuencia, en la exposición a la radiación resultante. Por lo tanto es importante comparar la dosis efectiva para poder evaluar la utilidad de los distintos aparatos de TVD<sup>11,12,15</sup>. La TVD es una técnica que representa y documenta perfectamente la situación ósea preimplantológica siempre que se elija cuidadosamente el tamaño del volumen visualizado («field of view») y los parámetros de ajuste sean los adecuados. La exportación de datos a DICOM permite introducir los conjuntos de datos de TVD en diversos programas informáticos, desarrollados originalmente para la planificación de implantes guiada por TC. Actualmente las férulas de planificación y las férulas quirúrgicas se basan sistemáticamente en la TVD. Los estudios *in vitro* realizados al efecto determinaron una precisión con un error relativo del 3-8%<sup>21,24</sup>. Los resultados de estudios *in vivo* incluyen sólo un número muy reducido de casos, pero según Nickenig y Eitner<sup>13</sup> los resultados preliminares muestran una buena concordancia entre la planificación basada en TVD y la situación clínica.

En la recomendación S1 sobre «Tomografía volumétrica digital» de la DGZMK y del Grupo de Trabajo para Radiología (ARö) de la DGZMK<sup>16</sup> se insiste explícitamente en la posibilidad de aparición de artefactos por endurecimiento del haz debido a la elevada absorción de los implantes de titanio en la trayectoria del haz. Este fenómeno dificulta notablemente la evaluación de la región periimplantaria inmediata y del espacio entre los implantes<sup>17</sup> (figs. 3a y 3b).

Una ventaja importante de la TVD consiste en la posibilidad de seleccionar el tamaño del volumen explorado. En función del objetivo clínico es posible visualizar exclusivamente el segmento de maxilar que se va a tratar. Con esta medida se logra reducir al mínimo la dosis de radiación en cada caso.

### Patologías especiales

Las alteraciones patológicas en la región dentomaxilofacial se detectan por la sintomatología del paciente o como hallazgo casual. Para el diagnóstico por imagen de alteraciones óseas se obtiene inicialmente una imagen de conjunto mediante una radiografía panorámica. Si esta imagen no logra dar respuesta a todos los interrogantes relativos al diagnóstico y al tratamiento se utiliza otra técnica de imagen en un plano complementario. Sin embargo, en este caso es el diagnóstico de sospecha el que decide el procedimiento a utilizar. De sospecharse la existencia de un proceso oncológico, la decisión de uti-



Figura 3a. Radiografía panorámica de una paciente de 52 años con dolor en la mandíbula izquierda.



Figura 3b. Tomografía volumétrica digital de la misma paciente. Entre los dos implantes se aprecian artefactos que interfieren en la evaluación del hueso. En la imagen transversal se puede evaluar la posición de la punta del implante respecto al conducto dentario inferior.

lizar métodos de diagnóstico por imagen complementarios debe trasladarse a los especialistas responsables del tratamiento posterior. La TVD no detecta anomalías en el tejido blando por la falta de unidades Hounsfield, de modo que en la mayoría de los casos está indicada una TC. Esta técnica permite identificar incluso eventuales adenopatías e instaurar las medidas terapéuticas apropiadas.

### Conclusiones

Las explicaciones anteriores sobre áreas temáticas del radiodiagnóstico preoperatorio ponen de manifiesto que la introducción de la TVD ha permitido mejorar y ampliar considerablemente el diagnóstico por la imagen

en el área dentomaxilofacial. Sin embargo, es y seguirá siendo un procedimiento destinado a patologías específicas, por lo que su uso se basará en una indicación individualizada. Hoy por hoy, la radiografía panorámica sigue siendo la técnica de referencia para las planificaciones preoperatorias. En función de la situación del paciente y del tratamiento puede estar indicada la realización de una TVD. En relación con el uso de pruebas complementarias sofisticadas, pero no siempre necesarias, se debería tener en cuenta el principio ALARA («as low as reasonably achievable» = tan bajo como sea razonablemente posible). Según este principio, la TC ya está raramente indicada en la odontología. En una situación de perfeccionamiento constante de los aparatos de TVD y del avance de la tecnología de TC no deberemos

dejar de evaluar con frecuencia en los próximos años si la TVD sigue ofreciendo ventajas frente a la TC en lo que se refiere a la resolución, a las dosis de radiación y al coste.

## Bibliografía

- Andersson JE, Svartz K. CT-scanning in the preoperative planning of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:33-35.
- Bou Serhal C, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002;4:156-172.
- Bou Serhal C, van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography: a human cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:230-236.
- Ekestubbe A, Gröndahl K, Gröndahl HG. Quality of preimplant low-dose tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:738-744.
- Flygare L, Öhman A. Preoperative imaging procedures for lower wisdom teeth removal. *Clin Oral Investig* 2008;12:291-302.
- Grover PS, Lorton L. The incidence of unerupted permanent teeth and related clinical cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:420-425.
- Hashimoto K, Kawashima S, Kameoka S et al. Comparison of image validity between cone beam computed tomography for dental use and multidetector row helical computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:465-471.
- Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:228-231.
- Kunkel M, Wagner W. Operative Entfernung von Weisheitszähnen – S3-Empfehlung. Stand: 2006. Internet: [www.dgzm.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien](http://www.dgzm.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien). Zugriff: 3/2010.
- Looe HK, Eenboom F, Chofor N et al. Conversion coefficients for the estimation of effective doses in intraoral and panoramic dental radiology from dose-area product values. *Radiat Prot Dosimetry* 2008;131:365-373.
- Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:219-226.
- Ludlow JB, 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* 2008;106:106-114.
- Nickenig HJ, Eitner S. Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg* 2007;35:207-211.
- Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:83-86.
- Schulze R. Strahlendosis bei der röntgenologischen Bildgebung für implantologische Fragestellungen im Vergleich: Intraoral-, Panoramachichtaufnahme, DVT und CT. *Implantologie* 2009;17:377-386.
- Schulze R, Hassfeld S, Schulze D et al. Dentale Volumentomographie (DVT) – S1-Empfehlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 2009; 64:490-496.
- Schulze RK, Berndt D, d'Hoedt B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2009;21:100-107.
- Schwarz MS, Rothman SL, Rhodes ML, Chafetz N. Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:137-141.
- Sedentext. Radiation protection: Cone beam ct for dental and maxillofacial radiology. Provisional guidelines 2009. V1.1:1-85. Internet: [www.sedentext.eu/guidelines](http://www.sedentext.eu/guidelines). Zugriff: 3/2010.
- Sewerin IP. Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants. *Scand J Dent Res* 1990; 98:428-433.
- Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:10-17.
- Tronje G, Eliasson S, Julin P, Welander U. Image distortion in rotational panoramic radiography. II. Vertical distances. *Acta Radiol Diagn* 1981;22:449-455.
- Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:630-637.
- Veyre-Goulet S, Fortin T, Thierry A. Accuracy of linear measurement provided by cone beam computed tomography to assess bone quantity in the posterior maxilla: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:226-230.