

Informe técnico

## Dosis de exposición mínima en la tomografía volumétrica digital

Seguridad en la radiación: diagnóstico radiológico moderno en el centro de atención

**Una cuestión esencial en el diagnóstico radiológico es la de la intensidad de la carga de la dosis, pues, con independencia de la técnica respectiva, antes de realizar una exposición es imprescindible ponderar la utilidad y el riesgo. Mientras que, sin duda alguna, los modernos procedimientos de formación de imágenes 3D, como la tomografía computarizada (TC) o la tomografía volumétrica digital (TVD) también aportan ventajas esenciales para el diagnóstico dental, en comparación con las tecnologías radiológicas 2D van acompañadas de una dosis de radiación superior. Pero, ¿qué posibilidades tienen los usuarios de imágenes tridimensionales de obtener una seguridad de diagnóstico máxima con, al mismo tiempo, una exposición mínima?**

Los odontólogos solamente pueden tratar con éxito a sus pacientes si disponen de las informaciones necesarias. Además de la comunicación con el paciente y los estudios clínicos, también se utiliza el diagnóstico radiológico moderno. Allí donde los procedimientos de formación de imágenes bidimensionales llegan a su límite, las modernas tecnologías 3D, como la tomografía computarizada (TC) o la tomografía volumétrica digital (TVD), con menos radiación en comparación con la TC, amplían la representación de las estructuras anatómicas a las tres dimensiones. En la actualidad, sobre todo la TVD llega a cada vez más especialidades odontológicas. De las indicaciones recomendadas se ocupa en Alemania, entre otras, la directriz de la Sociedad Alemana para Odontología, Estomatología y Cirugía Maxilofacial (DGZMK por sus siglas en alemán) [1]. Contrariamente a la TC, la fuente de radiación en la TVD no circunda el objeto de estudio varias veces sino que necesita un solo giro, como máximo. Para el consultorio odontológico, además de los tomógrafos volumétricos digitalizados

"puros", son interesantes los sistemas combinados con los que también se pueden realizar, por ejemplo, radiografías panorámicas (p. ej. 3D Veraviewepocs R100, Morita). Para la evaluación y el tratamiento de la imagen se dispone de aplicaciones de software en las que se muestran y se pueden procesar imágenes seccionadas en todos los niveles (p. ej. i-Dixel y i-Dixel Web, Morita). Si bien, en cualquier caso, antes de realizar una exposición ha de existir una indicación justificada, pues la utilidad del diagnóstico radiológico ha de ser siempre superior al riesgo que conlleva la carga de radiación.

### **Fuentes de radiación naturales en comparación con las artificiales**

Según indicaciones de la Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones (BfS por sus siglas en alemán), la exposición a la radiación natural en el promedio anual es de aprox. 2,1 mSv; a esto hay que añadir la cuota de la radiación artificial de aprox. 1,8 mSv. La mayor parte de la radiación artificial se la llevan los procesos médicos de diagnóstico y terapia. Aún cuando la cuota del diagnóstico dental y maxilar es aquí del 37 %, en relación con la dosis de radiación efectiva total, la "cuota" odontológica es de tan sólo 0,2 % [2]. Básicamente, todas las personas están sometidas a una cierta radiación (dosis), entre otras la natural en el suelo (radiación terrestre) o procedente del universo (radiación cósmica). En consecuencia, la medida de la exposición a la radiación natural aumenta considerablemente: Según indicaciones de la BfS, un avión de Fráncfort a Roma, por ejemplo, tiene una exposición a la radiación de < 0,01 mSv (comparación con la radiología: igual a la radiografía dental) y de Fráncfort a San Francisco aprox. 0,05 – 0,11 mSv (comparación con la radiología: extremidades < 0,01 – 0,1 mSv) [3]. En relación a las fuentes de radiación artificiales de las aplicaciones médicas, la protección contra radiaciones y la minimización de la dosis también tienen la máxima importancia en el sector dental, no en último lugar los procedimientos tridimensionales como TC y TVD, de dosis más intensas en comparación con la formación de imágenes 2D.

### **Minimización de la dosis con la radiología digital**

Antes de cada reconocimiento radiológico ha de ponderarse siempre la utilidad respecto a los factores de riesgo, p. ej. la exposición a la radiación. A lo largo del tiempo se han creado directrices, como p. ej. el Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X (RöV por sus siglas en alemán), las recomendaciones

de la DGZMK o, en el ámbito internacional, la ICRP (International Commission on Radiological Protection). Según el art. 23 del Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X (RöV), la indicación justificada exige "la determinación de que la utilidad sanitaria de la aplicación en la persona sea mayor que el riesgo que conlleva la radiación. En la ponderación hay que tener en cuenta otros procedimientos con utilidad sanitaria comparables, que no estén vinculados a ninguna exposición de radiación, o solo en pequeña medida". [4]. Los avances en la técnica radiológica han conseguido en los últimos años una reducción considerable de la dosis, especialmente los sistemas digitales, en comparación con la técnica radiológica convencional con película radiográfica, colaboran a la reducción de la radiación (el sensor digital necesita un tiempo de exposición menor). La TVD, por su parte, en comparación con la TC, suele necesitar una exposición a la radiación reducida [5]. Si bien, los rangos de dosificación de los diferentes dispositivos TVD se diferencian en tal medida en lo referente a la dosis que, en realidad, no se pueden clasificar en una sola clase de dispositivo [6]. A pesar de ello, para la TVD es de aplicación la incidencia del haz activo (= la limitación del campo visual "Field of View (FOV)" a la región relevante para el examen), dado que se ha demostrado que, con los mismos parámetros, la incidencia exclusiva sobre el campo necesario reduce la dosis [7].

### **Enfoques para la reducción de radiaciones en la TVD por parte del fabricante**

En la TVD, la dosis de radiación depende esencialmente del modelo del dispositivo, pero también de los parámetros técnicos y del campo de visibilidad (FOV) seleccionado. El objetivo es mantener la zona de examen lo más pequeña posible y tan grande como sea necesaria. Los productores de dispositivos cumplen este requisito de formas diferentes. Un enfoque innovador es la adaptación del campo de visibilidad (FOV) al arco maxilar natural en forma de un "triángulo de Reuleaux" (FOV R100, en el que "R" significa Reuleaux). Este campo visual está disponible con el sistema combinado Veraviewepocs 3D R100 (Morita) y, mediante la exclusión de los sectores fuera de la zona de examen, mantiene el volumen de radiación lo más pequeño posible y la exposición a la radiación reducida (foto 1). En el sector molar, el R100 equivale a un FOV de  $\varnothing 100 \times 80$  mm, pero en lo que a la dosis se refiere es inferior que con el volumen de 50 mm de altura. Con ayuda de un explorador panorámico (Panoramascout) se puede definir previamente la región necesaria para una radiografía TVD, además, se

dispone de un programa de reducción de la dosis, el cual, en comparación con el programa estándar minimiza la dosis efectiva en hasta un 40 %. Ello hace que, en comparación con el modo estándar, la exposición del tejido blando (p. ej. membrana sinusal en el maxilar superior) sea más nítida que nunca con artefactos mínimos. Las radiografías cefalométricas pueden elaborarse en solo 4,9 segundos; gracias a esta elevada velocidad, Veraviewepocs garantiza exposiciones de máxima calidad en todo momento. De especial ayuda es el tiempo de exposición reducido para niños, dado que los artefactos de movimiento se reducen extremadamente [8].

Otro ejemplo es la disponibilidad de una gama de FOV muy amplia, al objeto de limitar la zona de examen tanto como sea posible. Lo que ofrece el DVT 3D Accuitomo 170 (Morita), p. ej., gracias a sus nueve volúmenes de exposición diferentes (p. ej.  $\varnothing 40 \times 40$  mm,  $\varnothing 80 \times 80$  mm ó  $\varnothing 170 \times 120$  mm). Una comparación de valores sobre la base de las mediciones de que dispone el fabricante con el índice CTDI<sub>w</sub> para radiografías de la región de la cabeza y el cuello muestra, además, que la dosis de radiación en una radiografía de 18 segundos en el modo estándar es inferior a 1/7 del valor correspondiente en una TC tradicional [9]. Además, en un modo de alta velocidad, el usuario puede realizar una radiografía de 360° en sólo 10,5 s y una de 180° en sólo 5,4 s, lo que vuelve a reducir la dosis de radiación así como los artefactos de movimiento. Finalmente, los sistemas mencionados son compatibles con el estándar DICOM incorporado en la Radiología General para el intercambio y archivo de datos de imágenes. En los sistemas digitales hay que observar que en la adquisición de aparatos de diferentes fabricantes hay que familiarizarse con diversos programas de software. En el mejor de los casos, las modernas aplicaciones de software están claramente estructuradas y se manejan intuitivamente (p. ej. i-Dixel y i-Dixel Web, Morita), lo que ya hace posible la elaboración de radiografías TVD correctas después de haber utilizado el aparato solo un par de veces. Si bien, para conseguir una seguridad diagnóstica intuitiva, la interpretación de las tomografías volumétricas digitalizadas y el diagnóstico a partir de los resultados exigen, además de la adquisición de conocimientos de la técnica especial, haber trabajado un cierto número de casos de pacientes.

## Conclusión

La TVD se ha establecido en muchos campos de aplicación odontológicos como procedimiento eficiente de formación de imágenes, si bien, aquí, al igual que en toda técnica radiológica, la ponderación utilidad-riesgo para la elaboración de una exposición es la máxima premisa. Además de la protección contra radiaciones, la minimización de la dosis continúa estando en el centro de atención de usuarios, círculos especializados y fabricantes. Por el lado técnico, los enfoques innovadores y los perfeccionamientos colaboran, entre otros, a la minimización de la exposición a la radiación, pues, al fin y al cabo, el objetivo es: máxima seguridad para el paciente con, al mismo tiempo, alta seguridad en el diagnóstico.

#### Literatura

- [1] Sociedad Alemana para Odontología, Estomatología y Cirugía Maxilofacial <*Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)*>. S2k-Leitlinie - Dentale digitale Volumentomographie (Directriz S2k - Tomografía Volumétrica Digital) Versión N° 9 del 05 de agosto de 2013. Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.dgzmk.de/uploads/tx\\_szdgzmkdocuments/083-005I\\_S2k\\_Dentale\\_Volumentomographie\\_2013-10.pdf](http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/083-005I_S2k_Dentale_Volumentomographie_2013-10.pdf)
- [2] Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones <*Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*>. Röntendiagnostik - schädlich oder nützlich? (Diagnóstico radiográfico – ¿perjudicial o útil?) Septiembre 2015 Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/ion/stth-roentgen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/ion/stth-roentgen.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- [3] Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones <*Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)*>. Schwangerschaft und Strahlenschutz (Embarazo y protección contra radiaciones). Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/stth-schwangerschaft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/stth-schwangerschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- [4] Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X <*Röntgenverordnung (RöV)*>. Texto refundido del 30 de abril de 2003, última modificación del 11 de diciembre de 2014. Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/rsh/1a-atomrecht/1A-14-RoeV.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/rsh/1a-atomrecht/1A-14-RoeV.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

- [5] European Commission. Radiation Protection no 172: Cone beam ct for dental and Maxillofacial radiology. Evidence based guidelines: Evidence based guidelines. a report prepared by the sedentexct project (2012).
- [6] Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, Cockmartin L, Bosmans H, Jacobs R, Bogaerts R, Horner K. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. Eur J Radiol, 81:267–271, 2012. URL doi:10.1016/j.ejrad.2010.11.028 (2010).
- [7] Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekestubbe A, Helmrot E, Groendahl K. Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD. Dentomaxillofac Radiol, 37:72–79 (2008).
- [8] Veraviewepocs 3D F40 y R100 con FOV Reuleaux 3D innovador. Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.jmoritaeurope.de/cms/files/Veraviewepocs\\_3D\\_R100-F40\\_D.pdf?download=1](http://www.jmoritaeurope.de/cms/files/Veraviewepocs_3D_R100-F40_D.pdf?download=1)
- [9] Comparación del índice CTDI<sub>w</sub> según IEC 60601-2-44 con los ajustes radiográficos recomendados por Morita y el índice de referencia CTDI<sub>w</sub> diagnóstico indicado en el apéndice A para la publicación 87 de ICRP para la cara, el seno maxilar y el seno paranasal. Consulta del 01.03.2016 en: [http://www.jmoritaeurope.de/cms/files/3D\\_Accuitomo\\_170\\_18\\_02\\_2015\\_MO\\_65387\\_Update\\_B\\_LY05.pdf?download=1](http://www.jmoritaeurope.de/cms/files/3D_Accuitomo_170_18_02_2015_MO_65387_Update_B_LY05.pdf?download=1)