

Artículo técnico

## Tomografía Volumétrica Digital

Mínima dosis para la máxima seguridad

Los modernos procedimientos de formación de imágenes, como p. ej. la tomografía volumétrica digital (TVD), en la odontología son también la base para el éxito de la terapia. En la práctica cotidiana, la decisión a favor o en contra de un aparato TVD depende frecuentemente de los costes de adquisición, del espacio necesario para el mismo y del manejo, si bien, para la aplicación odontológica son relevantes, sobre todo, el campo visual "Field of View (FOV)" y la exposición a la radiación. Junto con las medidas de protección a la radiación, la reducción de la exposición es un objetivo esencial del diagnóstico radiográfico moderno, porque los procesos odontológicos y médicos constituyen la mayor parte de la carga radioactiva artificial que actúa sobre la persona. Un objetivo de la minimización de la dosis consiste, entre otros, en configurar el campo visual (FOV) lo más pequeño posible pero tan grande como sea necesario y conseguir un grado óptimo de la seguridad del diagnóstico y la dosis.

Con los procedimientos de formación de imágenes actuales se vincula inevitablemente un nombre: Wilhelm Conrad Röntgen. Las radiaciones que llevan su nombre hicieron posible algo que en su tiempo era impensable, pues por primera vez se pudo visualizar el interior del cuerpo sin una intervención quirúrgica. Una revolución del diagnóstico médico estaba a las puertas y, con el paso del tiempo, se desarrollaron la técnica de películas, los aparatos de ampliación de imagen así como los medios de contraste, con los que se pueden reproducir detalladamente incluso los vasos capilares más pequeños. Finalmente, la tomografía computarizada (TC) hizo posible la reproducción tridimensional de estructuras anatómicas sin pérdida dimensional, mientras que la tomografía volumétrica digital (TVD) [1] relativamente nueva, y en comparación con la TC con menos radiación, cada vez abre más

campos de aplicación dental para sí. Si bien, en el marco del descubrimiento de los rayos X también se conocieron los efectos perjudiciales por lo que hasta la actualidad se sigue ponderando constantemente entre la utilidad de un examen y el riesgo de la exposición a la radiación.

### **TVD – aquí también rige el principio de la indicación justificable**

Al igual que en cualquier radiografía, en la tomografía volumétrica digital (TVD) también es de aplicación el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable). La aplicación se realiza siempre con la dosis de radiación más pequeña posible para conseguir un valor informativo adecuado a la indicación. El Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X alemán (Röntgenverordnung RöV) aduce tres principios de radiación en relación con la realización de radiografías: justificación (§ 2a), limitación de la dosis (§ 2b) así como la evitación de exposición a la radiación innecesaria y reducción de la dosis (§ 2c). La indicación justificada está regulada con más precisión en el § 23, apartado 1, y exige "la determinación de que la utilidad sanitaria de la aplicación a la persona sea mayor que el riesgo que conlleva la radiación" [2]. Además, en general, es cierto que los niños y jóvenes presentan un riesgo claramente mayor de sufrir consecuencias después de una exposición con radiación ionizada (como en el caso de los rayos X) [3], por lo que para los mismos, al igual que para mujeres embarazadas, la ponderación entre utilidad y riesgo se ha de valorar con extremo cuidado. Desde el punto de vista internacional, la ICRP (International Commission on Radiological Protection) da recomendaciones al odontólogo practicante en relación con la aplicación razonable de los procedimientos de formación de imágenes. En Alemania existe en este sentido, entre otras, la directriz actual de la Sociedad Alemana para Odontología, Estomatología y Cirugía Maxilofacial <Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)>, que también concretiza el espectro de indicaciones recomendado [4].

### **Dosis efectiva como valor de referencia**

Para comparar diferentes exposiciones de radiaciones se introdujo el concepto "dosis efectiva", el cual tiene en consideración la diferente sensibilidad de los órganos y tejidos en relación con la provocación de un carcinoma o un defecto genético condicionado por la radiación (Unidad: Sievert o Sv). Básicamente, todas

las personas están sometidas a una cierta radiación (dosis), entre otras la natural en el suelo (radiación terrestre) o la procedente del universo (radiación cósmica). Por eso, la dimensión de la exposición radioactiva natural aumenta con el aumento de la altura. Según datos de la universidad de Zurich, esta radiación es de 0,012 mSv a una altura de 11.000 m sobre el nivel del mar. Según este cálculo, la carga radioactiva en un vuelo de diez horas a esa altura es de 0,12 mSv [5], lo que según las cifras de la Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones <Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)> equivale a aprox. una radiografía de las cervicales o de diez radiografías dentales [6]. Según indicaciones de la BfS, la exposición a la radiación natural en el promedio anual es de aprox. 2,1 mSv, la cuota de la radiación artificial es 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 es de tan sólo 0,2 % [7]. En virtud de lo cual, la mayor exposición a la radiación en la civilización proviene del sector médico, por lo que hay que dedicar la máxima atención a la protección contra los daños de la radiación y a la minimización de la dosis –también en la odontología–.

### **Máxima prioridad a la protección contra las radiaciones**

Mientras que el personal radiológico se protege con gafas de vidrio de plomo, protectores de tiroides, delantales de goma de plomo y, adicionalmente, con mantas de goma de plomo, en el caso del paciente no sólo están expuestas a la radiación las regiones relevantes para la radiografía sino también partes del cuerpo que no son objeto de examen. La colocación de delantales de plomo y protectores de las glándulas germinativas, no es aquí solamente obligatoria sino que también debería realizarse de forma técnicamente correcta. Al paciente se le ha de explicar la necesidad y la utilidad de la radiografía TVD planeada así como el riesgo vinculado a la misma. En este sentido puede ser de ayuda la mención de que se intenta realizar la mejor protección posible contra la radiación y aplicar la mínima carga radioactiva posible así como el valor informativo de las radiografías TVD. El mantener actualizada una cartilla radiológica es un práctico autocontrol para el paciente; aún cuando esta cartilla es voluntaria, se recomienda encarecidamente su uso (según el § 28 del Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X <RöV>, las consultas y clínicas odontológicas que realizan exámenes radiológicos

deben tener a disposición una cartilla radiológica y ofrecérsela a los pacientes). La utilidad es evidente y, además, evita al médico realizar exámenes radiográficos innecesarios.

### **Funciones de los aparatos minimizantes de la dosis**

Los fabricantes de dispositivos y aparatos también trabajan constantemente en continuar reduciendo la dosis para las radiografías TVD y ponen a disposición diversas funciones para la reducción de la radiación. Dado que la técnica de TVD es relativamente nueva, se dispone de pocos datos con un grado elevado de evidencia para la exposición de la dosis. Si bien, se considera seguro que la dosis de radiación depende del tipo de aparato y de los parámetros técnicos (entre otros de la tensión/intensidad de corriente del tubo), así como del campo de visibilidad (FOV) seleccionado. A mayor es el campo de visibilidad (FOV) disponible mejor puede limitar el usuario la región objeto de examen y minimizar la exposición. Para ello, los modernos sistemas ofrecen una gran variedad de campos de visibilidad (FOV) (p. ej. 3D Accuitomo 170, Morita). En el 3D Accuitomo 170, por ejemplo, el odontólogo dispone de nueve volúmenes radiográficos diferentes desde Ø 40 x 40 mm pasando por Ø 80 x 80 mm hasta Ø 170 x 120 mm. Una comparación de valores sobre la base de las mediciones de que dispone el fabricante Morita con el valor 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 un TAC tradicional. [8] En el conocido como modo de alta velocidad, el usuario puede realizar una radiografía de 360° en sólo 10,5 seg. y una de 180° en sólo 5,4 seg., lo que vuelve a reducir la dosis de radiación así como los artefactos de movimiento.

Otro enfoque es la adaptación del campo de visibilidad (FOV) a la región de interés, por ejemplo en forma de un innovador "triángulo de Reuleaux" para aumentar la coincidencia con el arco maxilar natural (FOV R100, la "R" representa aquí el Reuleaux). Este campo visual disponible con el sistema combinado 3D R100 (radiografías 3D, panorámicas y cefalométricas, Morita) mantiene lo más pequeño posible el volumen irradiado y la exposición a la radiación reducida

(foto 1). En cifras, el campo visual R100 en el sector molar equivale a un  $\varnothing$  100 x 80 mm –si bien, desde el punto de vista de la dosis a un  $\varnothing$  80 x 80 mm. Además, para la minimización de la dosis, este sistema dispone de un panoramascout, que determina el sector necesario para una radiografía TVD antes de la realización de la misma, así como un programa de reducción de la dosis que minimiza la dosis efectiva en hasta un 40 % en comparación con el programa estándar. Al girar el brazo C 180°, el tiempo de exposición a la radiación es de 9,4 seg., por lo que el paciente solamente está sometido a los rayos X un tiempo relativamente corto, mientras que la dosis efectiva solamente es 1/8 de la exposición a la radiación de aparatos de rayos X panorámicos tradicionales con revelado de película [9] y el valor CTDIw es de tan sólo 1/5 en comparación con los aparatos de TC tradicionales [10] (los valores se basan en las mediciones del fabricante). Con independencia de la marca del aparato, en la aplicación es necesario tomar todas las medidas para el aseguramiento de la calidad que recogen tanto la técnica como el procedimiento y, además, el aparato radiográfico debería encontrarse en un perfecto estado técnico. Además, todas las medidas para la reducción de la dosis son convenientes mientras no perjudiquen la calidad de la imagen relevante para el problema.

## Conclusión

En la odontología, la TVD (tomografía volumétrica digitalizada) se ha establecido como diagnóstico radiográfico ampliado y, sobre todo en casos "en los que es especialmente importante una exposición reducida aceptando conscientemente la modificación de los parámetros de la imagen inherentes al sistema que ello conlleva, se ha de dar preferencia a la TVD" [4]. Ahora igual que antes, en el centro de atención de todos los participantes continúa estando el objetivo de mantener la dosis lo más pequeña posible, es decir, continuar minimizándola. Pues, a pesar del riesgo de la radiación, la utilidad de la tomografía volumétrica computarizada es indiscutible para una amplia gama de indicaciones odontológicas y esta utilidad se amplía constantemente a otros campos de trabajo.

## Literatura

- [1] 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 sedentext project (2012)
- [2] Reglamento sobre Protección contra Daños por Rayos X <Röntgenverordnung (RöV)>. Texto refundido del 30 de abril de 2003, última modificación del 04 de octubre de 2011, § 23, página 14. Consulta del 12.11.2014 en: [http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/1A\\_Atomrecht/1A\\_14\\_RoeV\\_1011.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/1A_Atomrecht/1A_14_RoeV_1011.pdf)
- [3] Horner K, Rusthon V, Walker A, Tsiklakis K, Hirschmann PN, van der Stelt, PF et al. European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice: European Commission (2004)
- [4] Sociedad Alemana para Odontología, Estomatología y Cirugía Maxilofacial <Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)>. Leitlinie S2k - Dentale digitale Volumentomographie, Versión Nº 9 del 05 de agosto de 2013. Consulta del 12.11.2014 en: [http://www.dgzmk.de/uploads/tx\\_szdgzmkdocuments/083-05l\\_S2k\\_Dentale\\_Volumentomographie\\_2013-10.pdf](http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/083-05l_S2k_Dentale_Volumentomographie_2013-10.pdf)
- [5] Hospital universitario de Zurich. Strahlendosen verschiedener Röntgenuntersuchungen. Consulta del 12.11.2014 en: <http://www.radiologie.usz.ch/patientenundbesucher/sicherheitstrahlenschutz/roentgendiagnostik/seiten/strahlendosen.aspx>
- [6] Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones <Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)>. Röntgen: Nutzen und Risiken. Septiembre 2013 Consulta del 12.11.2014 en: [http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende\\_strahlung/medizin/BRO\\_Roentgen\\_Nutzen\\_und\\_Risiko.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende_strahlung/medizin/BRO_Roentgen_Nutzen_und_Risiko.pdf)
- [7] Oficina Federal para la Protección contra Radiaciones <Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)>. Röntgendiagnostik - schädlich oder nützlich? Julio 2013 Consulta del 12.11.2014 en: [http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende\\_strahlung/medizin/STTH\\_Roentgen.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende_strahlung/medizin/STTH_Roentgen.pdf)
- [8] Comparación del valor CTDIw según IEC 60601-2-44 con los ajustes radiográficos recomendados por Morita y el valor de referencia CTDIw diagnóstico indicado en el apéndice A para la publicación 87 de ICRP para la cara, el seno maxilar y el seno paranasal. [http://www.morita.com/anz/root/img/pool/products/ent/diagnostic\\_and\\_imaging\\_equipment/3d\\_accuitemo\\_170/3DAccuitemo\\_SCS\\_klein.pdf](http://www.morita.com/anz/root/img/pool/products/ent/diagnostic_and_imaging_equipment/3d_accuitemo_170/3DAccuitemo_SCS_klein.pdf)
- [9] La dosis efectiva fue calculada según la base de ICRP 2007 para radiografías de la región molar mandibular con los valores recomendados por Morita (80 kv, 3 mA, 9,4 sek., ø40 x H 40 mm), la película de Veraviewepocs (75 kV, 8 mA, 16 seg.) sirve de comparación [http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d\\_de.pdf](http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d_de.pdf)
- [10] Cálculo del valor CTDIw se realizó según IEC 60601-2-44 con los valores recomendados por Morita. Como comparación sirve el valor CTDIw para senos maxilofaciales y paranasales en ICRP Pub. 87 apéndice A (Radiografía para ø 40 x H 40 mm). [http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d\\_de.pdf](http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d_de.pdf)

## Ilustraciones



Foto 1: Cubre la forma natural del arco maxilar para la minimización de la dosis: FOV R100 (Morita)