

Niveles de referencia diagnósticos en equipos de radiografía dental en Bogotá, Colombia

Diagnostic reference levels in dental radiography equipment in Bogotá, Colombia

Harley Alejo-Martínez^{1,2} ; Alexandra Peña-Rodríguez¹ ; Andrés Camilo Sevilla-Moreno¹ ; Emeterio Cruz-Salazar² ; Devi Nereida Puerto-Jiménez*¹ 

*dnpuerto@cancer.gov.co

Forma de citar: Martínez HA, Peña Rodríguez A, Sevilla Moreno AC, Cruz Salazar E, Puerto Jiménez DN. Niveles de referencia diagnósticos en equipos de radiografía dental en Bogotá, Colombia. Salud UIS. 2023; 55: e23044. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23044> 

Resumen

Introducción: las radiografías dentales son una de las exposiciones médicas más frecuentes a la radiación ionizante. El uso de radiación ionizante está asociado a un riesgo probable de desencadenar efectos biológicos adversos y posibles daños a la salud del paciente. Para evitar que los pacientes reciban dosis innecesariamente altas durante estas exposiciones, la Comisión Internacional de Protección Radiológica recomienda la utilización de los niveles de referencia para diagnóstico, como una herramienta efectiva de ayuda a la optimización de la protección radiológica de los pacientes. **Objetivo:** estimar los niveles de referencia para diagnóstico en radiografía dental intraoral y panorámica en la ciudad de Bogotá, D. C. **Metodología:** se evaluaron los parámetros de exposición radiográficos de los equipos y la calidad de imagen en 68 equipos de radiografía dental periapical y 23 equipos de radiografía panorámica. Se estimaron las magnitudes dosimétricas de kerma incidente en aire ($K_{a,i}$) en equipos intraorales para la radiografía de un maxilar molar de un adulto y el producto kerma aire-área (P_{KA}) en equipos de radiografía panorámica en un examen de un adulto estándar. **Resultados:** el tercer cuartil de la distribución de kerma incidente en aire para radiografía intraoral fue de 3,3 mGy y del producto kerma aire-área para radiografía panorámica fue de 103,9 mGy·cm². En la distribución de frecuencias de kerma incidente en aire para radiografía intraoral, el porcentaje más alto de equipos estuvo en el rango de 2,0–3,0 mGy. En la distribución de frecuencias del producto kerma aire-área para los equipos de radiografía panorámica, el porcentaje más alto de equipos estuvo en el rango de 60 a 80 mGy·cm². **Discusión:** las instituciones consideradas para establecer los Niveles de Referencia para Diagnóstico en este estudio contaron con una adecuada calidad de la imagen evaluada con un maniquí dental, pero las variaciones en las dosis de radiación entre instituciones señalan la necesidad de implementar herramientas que contribuyan a la optimización de las prácticas. **Conclusiones:** se recomienda usar los valores de los niveles

¹ Instituto Nacional de Cancerología. Bogotá, D.C., Colombia.

² Universidad ECCI. Bogotá, D.C., Colombia.

de referencia para diagnóstico encontrados en esta investigación para optimizar la protección radiológica en las exposiciones radiológicas dentales, y se espera que este estudio sirva de base para nuevas investigaciones en las demás ciudades del país.

Palabras clave: Valores de referencia; Radiografía dental; Protección radiológica; Optimización.

Abstract

Introduction: Dental X-rays are one of the most frequent medical exposures to ionizing radiation. The use of ionizing radiation is associated with a probable risk of triggering adverse biological effects and possible damage to the patient's health. To prevent patients from receiving unnecessarily high doses during these exposures, the International Commission on Radiological Protection recommends the use of diagnostic reference levels as an effective tool to help optimize radiological protection for patients. **Objective:** To estimate diagnostic reference levels in intraoral and panoramic dental radiography in the city of Bogotá, D.C. **Methodology:** In 68 periapical dental radiography equipment and 23 panoramic radiography equipment, the radiographic exposure parameters of the equipment and image quality were evaluated. The dosimetric magnitudes of incident air kerma ($K_{a,i}$) in intraoral equipment for the radiography of a maxillary molar of an adult and the air kerma-area product (P_{KA}) in panoramic radiography equipment in a standard adult examination were estimated. **Results:** The third quartile of the incident air kerma distribution for intraoral radiography was 3,3 mGy and the air kerma-area product for panoramic radiography was 103,9 mGy·cm². In the frequency distribution of incident air kerma for intraoral radiography, the highest percentage of equipment was in the range of 2,0–3,0 mGy, and in the frequency distribution of the air kerma-area product for equipment of panoramic radiography, the highest percentage of the equipment was in the range of 60 to 80 mGy cm². **Discussion:** The institutions considered to establish the diagnostic reference levels in this study had an adequate quality of the image evaluated with a dental phantom, but the variations in radiation doses between institutions indicate the need to implement tools that contribute to the optimization of the practices. **Conclusions:** It is recommended to use the values of the diagnostic reference levels found in this research to optimize radiological protection in dental radiological exposures, and it is expected that this study will serve as a basis for further research in other cities of the country.

Keywords: Reference level; Radiography dental; Radiation protection; Optimization.

Introducción

Las radiografías dentales son fundamentales para el diagnóstico de enfermedades orales, planeación y supervisión de tratamientos odontológicos. El informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos de la radiación ionizante clasificó la radiografía dental como uno de los procedimientos radiológicos más frecuentes^{1,2}. La dosis de radiación recibida durante un examen radiológico dental es relativamente más baja en comparación con otras técnicas radiográficas, y es en promedio más baja que la radiación natural recibida por una persona durante un día, pero la exposición a la radiación ionizante está asociada a un riesgo probable de desencadenar efectos biológicos adversos y posibles daños a la salud del paciente^{1,3,4}. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP en inglés) avala el modelo lineal sin umbral (LNT del inglés). Este modelo asume que,

en el rango de dosis bajas de radiación ionizante, cualquier dosis diferente a cero aumentaría el riesgo de inducción de cáncer o efectos genéticos heredables⁵. La ICRP sostiene que el modelo LNT es el más prudente a utilizar en relación con el uso seguro de las radiaciones ionizantes⁶. Lo mismo señala el Consejo Nacional de Protección Radiológica y Mediciones de Estados Unidos de América (NCRP del inglés). El NCRP, luego de una revisión crítica de estudios epidemiológicos recientes de poblaciones expuestas a radiaciones ionizantes, concluyó que la mayoría de estos estudios aportan evidencia que apoya el uso del modelo LNT en protección radiológica⁷. Por esta razón, es necesario que los servicios de salud adopten medidas de protección radiológica de forma que se pueda lograr el máximo beneficio posible con el mínimo riesgo para el paciente. En su mayoría, las patologías secundarias asociadas a la exposición por radiación podrían disminuirse con una adecuada intervención preventiva y protectora^{8,9}.

De acuerdo con las recomendaciones de la ICRP, no se recomiendan límites ni restricciones de dosis para pacientes individuales, porque estas pueden reducir la eficacia del diagnóstico y esto provoca más perjuicio que beneficio. Por consiguiente, el énfasis se debe poner en la justificación de los exámenes radiológicos, en la optimización de la protección y en la utilización de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRLs, por sus siglas en inglés)⁵. Los DRLs se usan en el diagnóstico clínico para indicar si en condiciones de rutina los niveles de dosis al paciente en un procedimiento de imagen específico son excepcionalmente altos o bajos para ese procedimiento, considerando que la calidad de la imagen no se vea comprometida¹⁰. Los DRLs no se aplican a un individuo sino a un grupo poblacional. Diversos estudios han demostrado que los DRLs son una herramienta efectiva que ayuda a la optimización de la protección radiológica en la exposición médica de pacientes para diagnóstico y procedimientos de intervencionismo¹¹. Sin embargo, su aplicación en Colombia es reciente y su determinación es un requisito para obtener la licencia de uso de equipos generadores de radiación ionizante en los servicios de toma e interpretación de radiografías dentales de Colombia¹².

En la publicación No. 135¹³, la ICRP definió una magnitud DRL como una magnitud fácilmente medible y que permita evaluar la cantidad de radiación utilizada para realizar una tarea clínica concreta. La ICRP recomendó las cantidades para ser usadas como DRLs en las diferentes modalidades de imagen: para equipos de radiografía dental intraoral la cantidad recomendada es el kerma incidente en aire ($K_{a,i}$) y para radiografía dental panorámica el producto kerma aire-área (P_{KA}). El “valor típico de DRL” se refiere al DRL de un centro odontológico que tengan una o varias salas de rayos X. En este caso el DRL se calcula utilizando la mediana de la magnitud seleccionada. El DRL de los centros de odontología de una localidad o una ciudad se denomina “valor local de DRL”; de múltiples instalaciones en todo el país se llama “valor nacional de DRL” y de múltiples países en una misma región del mundo se denomina “valor regional de DRL”, utilizando el valor de la mediana de los valores nacionales disponibles). En estos casos se establece el percentil 75 de la distribución de las medianas de la magnitud DRL elegida. Los DRLs se definen para los diferentes tipos de equipos y exámenes en grupos de pacientes de acuerdo con el rango de edad y fundamentalmente el peso. Sin embargo, los parámetros de exposición en radiología dental y en

particular en las modalidades de radiografía intraoral y panorámica son relativamente independientes del tamaño del paciente. Los equipos dentales intraorales son de tensión e intensidad de corriente fijos y poseen un temporizador ajustable. Por lo anterior, la mejor opción es tomar los valores medidos durante el control de calidad del $K_{a,i}$ a la salida del cono separador para los equipos intraorales y el P_{KA} medido a la salida del tubo de los equipos de radiografía panorámica, como el valor típico de cada equipo. La ICRP establece el DRL local para radiografía dental como el tercer cuartil de la distribución de los valores típicos de dosis de cada institución. Esta forma de cálculo puede ser útil para identificar las unidades de rayos X donde se requiera más atención para la optimización.

El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros de exposición en equipos de radiografía dental y determinar los DRLs locales para la ciudad de Bogotá en exámenes para pacientes adultos en equipos intraorales y de radiografía panorámica. En la literatura actual no hay reportes de DRLs en la mayoría de las modalidades de imagen por rayos X en Colombia, por tal razón, esta investigación representa una base para comparar la práctica clínica habitual en las instituciones que prestan servicios de radiografía dental con los DRLs internacionales ya establecidos.

Materiales y métodos

La ciudad de Bogotá cuenta aproximadamente con el 22 % de las instituciones de radiografía dental de Colombia, entre las que se encuentran clínicas dentales, consultorios odontológicos y centros de radiología oral. El estudio se realizó entre el 2016 y el 2018 y contó con la participación voluntaria de 68 instituciones, entre las cuales se evaluaron 101 equipos intraorales y de radiografía panorámica. En cada equipo se realizó una evaluación de calidad que incluyó las medidas de kilovoltaje pico del tubo de rayos X (kVp), capa hemirreductora (HVL), tiempo de exposición, calidad de imagen y la medición de $K_{a,i}$ para radiografía periapical y P_{KA} para radiografía panorámica. En el cálculo solo se incluyeron los equipos cuyas radiografías tenían una calidad de imagen suficiente para el diagnóstico, la cual fue evaluada con un maniquí TOR DEN (Leeds Test Objects, USA), **Figura 1** (derecha). Por ende, solo fueron considerados 91 unidades, 68 equipos intraorales y 23 de radiografía panorámica.

Para las medidas de los parámetros de exposición a la salida del cono espaciador para equipos intraorales y en la parte frontal del receptor de imagen para equipos de radiografía panorámica, **Figura 1** (izquierda) y **Figura 2** (derecha), se utilizó el sensor R/F del Raysafe X2 (Fluke Biomedical, USA). Para las medidas del $K_{a,i}$ en equipos intraorales se utilizó el sensor R/F y para medir el P_{KA} en equipos de radiografía panorámica se utilizó la cámara de ionización Vacup DAP (Vacudec, Germany) colocada a la salida del colimador del tubo de rayos X e intercepta todo el haz, **Figura 2** (izquierda). Esta metodología se utiliza porque no requiere que un paciente esté presente durante la medición y está basada en el reporte técnico No. 457 del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés)¹⁴.



Figura 1. Montajes experimentales para las medidas de parámetros de exposición (izquierda) y calidad de imagen en equipos intraorales (derecha).



Figura 2. Montajes experimentales para las medidas de producto kerma aire-área, PKA, (izquierda) y parámetros de exposición en equipos de radiografía panorámica (derecha).

Para las medidas en los equipos intraorales, los cuales tienen normalmente la tensión (kVp) y la corriente

(mA) fijos, se selecciona el tiempo de exposición para el diente molar de un adulto a partir de la información suministrada por el dentista o del tiempo configurado de fábrica para el equipo. Para el caso de los equipos de radiografía panorámica se toma la configuración de parámetros de exposición de un paciente adulto estándar.

La calidad de la imagen se consideró aceptable si la resolución espacial era de al menos 5 pares de línea por milímetro (lp/mm) para radiografías intraorales y 2 lp/mm para radiografías panorámicas. Asimismo, todas las estructuras de bajo contraste de un maniquí TOR DEN fueron observadas. El análisis estadístico se realizó con los datos de la magnitud dosimétrica medida en los equipos para los procedimientos especificados. Los valores mínimos, medios, máximos, del primer (Q_1), segundo (Q_2) y tercer cuartil (Q_3) se calcularon para las dos modalidades de imagen dental.

Resultados

Los resultados de los parámetros de exposición y los cuartiles de la distribución de las medidas de dosis en los equipos intraorales se presentan en la **Tabla 1**. El Q_3 del $K_{a,i}$ en los equipos digitales (CR/DR) es de 2,55 mGy y 4,84 mGy para los equipos análogos de película tipo E (película rápida). La **Gráfica 1** muestra la distribución de frecuencias $K_{a,i}$ través de un histograma para los equipos intraorales. El porcentaje más alto de equipos está en el rango de 2,0 – 3,0 mGy. El 50 % de los valores de $K_{a,i}$ están entre 1,59 y 3,3 mGy. La distribución tiene asimetría positiva, los datos se concentran en la parte inferior de la distribución. El 25 % de los valores de $K_{a,i}$ más altos están más dispersos que el 25 % de los valores más bajos. Hay tres equipos intraorales que presentan valores atípicos mayores a 6 mGy. Se encuentra que el DRL para los dos tipos equipos de radiografía intraoral, análogos y digitales, en la ciudad de Bogotá, es de 3,3 mGy.

Los resultados de los parámetros de exposición y los cuartiles de la distribución de las medidas de dosis en los equipos de radiografía panorámica se presentan en la **Tabla 2**. La **Gráfica 2** muestra la distribución de frecuencias del P_{KA} través de un histograma para los equipos de radiografía panorámica. El porcentaje más alto de equipos está en el rango de 60 a 80 mGy·cm². Los valores del P_{KA} varían entre 26,6 y 143,4 mGy·cm². Para los 23 equipos de radiografía panorámica incluidos en el análisis se encuentra que el Q_3 del P_{KA} es de 103,9 mGy·cm².

Tabla 1. Resultados de los parámetros de exposición y estimación de dosis para radiografía dental intraoral para el molar maxilar de un adulto estándar.

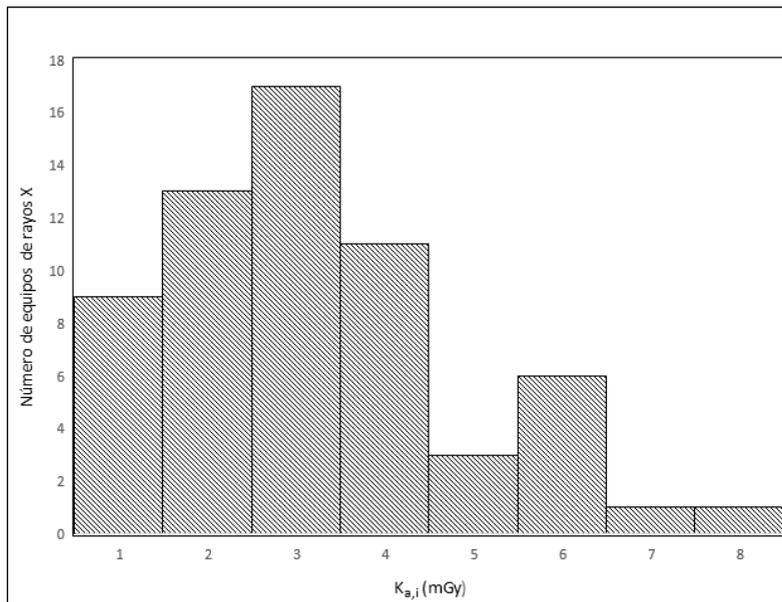
	Intraoral (CR, DR y análogo)	Intraoral digital (CR/DR)	Intraoral análogo (película tipo E)
Número de equipos	68	45	23
Kilovoltaje pico promedio (kVp)	62,6	62,5	62,9
Corriente promedio (mA)	7,6	7,4	7,8
Tiempo de exposición promedio (s)	0,5	0,41	0,69
Capa hemirreductora promedio (mmAl)	1,91	1,95	1,83
	Promedio	2,05	3,68
	Primer cuartil	1,36	2,58
Kerma incidente en aire (mGy)	Segundo cuartil	1,81	3,58
	Tercer cuartil (DRL)	3,3	4,84
	Mínimo	0,41	0,45
	Máximo	7,2	7,2
Resolución espacial promedio (lp/mm)	5,4	5,2	6,1
¿Son observados los objetos de bajo contraste?	Sí	Sí	Sí

^a. CR: digitalizado.

^b. DR: digital directo.

^c. lp/mm: pares de líneas por milímetro.

^d DRL: niveles de referencia diagnósticos, por sus siglas en inglés.



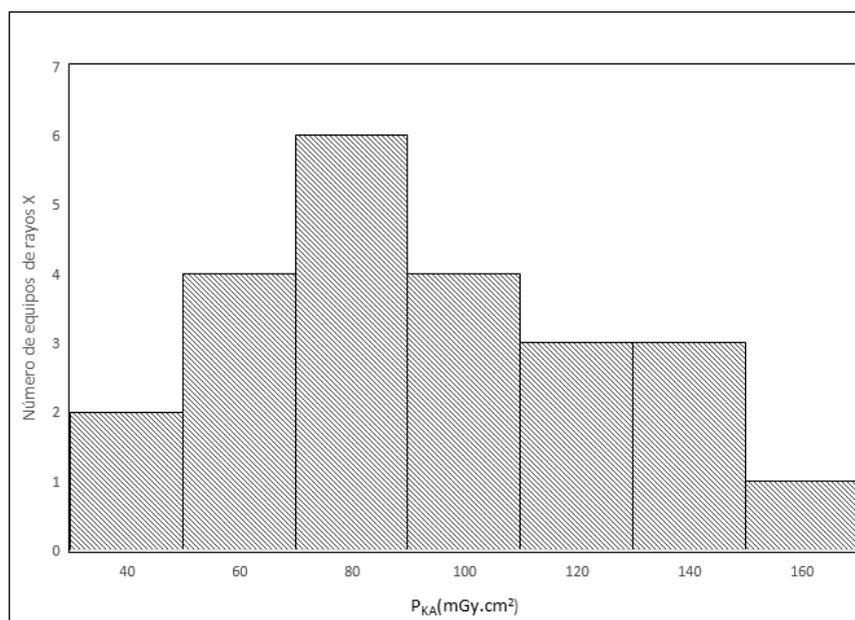
Gráfica 1. Histograma de la distribución de frecuencias de kerma incidente en aire en radiografía intraoral.

Tabla 2. Resultados de los parámetros de exposición y estimación de dosis para radiografía dental panorámica.

Radiografía Panorámica		
Número de equipos	23	
Kilovoltaje pico promedio (kVp)	68,3	
Corriente promedio (mA)	7,9	
Tiempo de exposición promedio (s)	11,7	
Capa hemirreductora promedio (mmAl)	3,06	
	Promedio	80,6
	Primer cuartil	54,3
	Segundo cuartil	78,4
Producto kerma aire-área (mGy.cm ²)	Tercer cuartil (DRL)	103,9
	Mínimo	26,6
	Máximo	143,4
Resolución espacial promedio (lp/mm)	2,7	
¿Son observados los objetos de bajo contraste?	Sí	

^a lp/mm: pares de líneas por milímetro.

^b DRL: niveles de referencia diagnósticos, por sus siglas en inglés.

**Gráfica 2.** Histograma de la distribución de frecuencias del producto kerma aire-área en radiografía panorámica.

Discusión

El número de instituciones que presta servicios de radiología odontológica en Colombia, según el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud (REPS), es de aproximadamente 3700¹⁵. Sin embargo, en Colombia no se han reportado los DRLs para la práctica de radiología odontológica, ni a nivel nacional ni local. La estimación de los DRLs le permite a las

instituciones odontológicas comparar las dosis que reciben grupos de pacientes de diferentes localidades, ciudades o países, identificar grupos con dosis que se encuentren sistemáticamente por encima o por debajo del valor de referencia, buscar las causas y aplicar medidas correctivas. Por esta razón, la determinación de niveles de referencia para diagnóstico es una necesidad en el país porque representa la guía más importante para optimizar las dosis en estudios de

radiografía dental, apoyada en la mejora continua de la calidad de las imágenes.

Para los equipos intraorales, la **Tabla 1** muestra que la exposición de los pacientes a la radiación ionizante es 90 % más alta en las instituciones que cuentan con equipos análogos, comparadas con las que tienen equipos digitales (CR/DR). El tiempo de exposición promedio en los equipos intraorales análogos es 68 % más alto que en los equipos intraorales digitales. Para equipos con kVp nominal menor o igual a 70 kV, la HVL que se mida deberá ser mayor o igual a 1,5 mm de aluminio¹⁶, los equipos intraorales, digitales y análogos cumplen esta condición. La HVL de los equipos intraorales digitales es 6 % mayor que la de los análogos.

La distribución de dosis en los diferentes equipos, mostradas en las gráficas 1 y 2, muestran que existen variaciones sustanciales en la práctica, entre las instituciones de la ciudad, para el mismo tipo de exploración diagnóstica. La variabilidad de los resultados entre las diferentes instituciones participantes puede estar relacionada con el tipo de tecnología de procesamiento de las imágenes (película o digital), con el tiempo de vida útil del equipo (año de fabricación), con los diferentes modelos y fabricantes de los equipos y con los parámetros de exposición usados en cada institución, entre otros factores.

Si bien se acepta que las instituciones consideradas para establecer los niveles de referencia para diagnóstico en este estudio, contaron con una adecuada calidad de la imagen evaluada con una fantoma dental, las variaciones en las dosis de radiación señalan la necesidad de implementar herramientas que contribuyan a la optimización de las prácticas. Esto incluye la realización de pruebas de control de calidad periódicas sobre los equipos, un adecuado programa de mantenimiento, auditorias de gestión de la dosis de radiación, el uso de técnicas de exposición

adecuadas a los diferentes tamaños de los pacientes y una capacitación continua del personal involucrado en la práctica. Es importante resaltar que en muchas instituciones los parámetros de exposición se mantienen fijos, independiente de la anatomía del paciente. Por ejemplo, se utilizan los mismos tiempos de exposición en un paciente adulto que en un paciente pediátrico.

En cuanto a los resultados en otros estudios a nivel internacional, **Tabla 3**, la evolución de las magnitudes dosimétricas muestra una disminución con el tiempo de los niveles de referencia para diagnóstico (no son estáticos) para los dos tipos de modalidades de radiografía dental. Los niveles de referencia para diagnóstico obtenidos en Bogotá en este estudio, comparados con los resultados a nivel internacional, evidencia que en la radiografía intraoral están por encima de los obtenidos más recientemente en países como España, Emiratos Árabes, Reino Unido e Irlanda. En el caso de radiografía panorámica, vemos que hay una mayor fluctuación de los niveles de referencia para diagnóstico dependiendo del país, por lo que el valor obtenido en este estudio es comparable con el de países como India, Sudán y República de Corea. El valor encontrado para el DRL para radiografía dental intraoral se encuentra fuera del rango recomendado para los países de Europa en 2014 (5 – 7 mGy)¹⁷. Sin embargo, se debe tener cuidado al comparar de manera directa los resultados de este estudio con los de otros países, ya que los estudios son afectados por diferencias en el tamaño de la muestra, tipo de proyecciones y dosimetría, los parámetros técnicos de exposiciones como el kVp o el tiempo de exposición, las fechas en la que fueron realizados los estudios, entre otros.

Todo lo anterior resalta la necesidad de fortalecer los programas de protección radiológica en la práctica de radiología dental, comenzando por la justificación individual de los estudios y la optimización de dosis de forma que se obtengan imágenes con la calidad necesaria para el diagnóstico y con la dosis más baja posible.

Tabla 3. Niveles de referencia para diagnóstico (tercer cuartil de los valores de kerma en aire en la superficie de entrada) para radiografía dental en adultos, según la literatura publicada y para este estudio.

Organización/Ciudad/País	Año de publicación	DRLs por modalidad de imagen	
		Intraoral $K_{a,i}$ (mGy)	Panorámica P_{KA} (mGy.cm ²)
Chile ¹⁸	2021	9,2	No incluye
Indonesia ¹⁹	2019	4,3	192,4
Kosovo ²⁰	2019	No incluye	81
Tamil Nadu, India ²¹	2019	No incluye	114,3
Sudán ²²	2018	No incluye	103
España ²³	2016	2,8	No incluye

Organización/Ciudad/País	Año de publicación	DRLs por modalidad de imagen	
		Intraoral $K_{a,i}$ (mGy)	Panorámica P_{KA} (mGy.cm ²)
Irlanda ²⁴	2012	2,4	59,89
Corea ²⁵	2012	No incluye	120,3
España ²⁶	2012	3,1	No incluye
Reino Unido ²⁷	2009	2,3	82
Atenas, Grecia ²⁸	2004	No incluye	117
Unión Europea	2004	4	No incluye
España	2002	4,8	No incluye
Colombia (este estudio)	2019	3,3	103,9

^a DRL: niveles de referencia diagnósticos, por sus siglas en inglés.

Conclusiones

En este estudio se realizó una primera estimación de los niveles de referencia para diagnóstico en radiografía dental para la ciudad de Bogotá obtenidos a partir del tercer cuartil en una muestra de 68 equipos intraorales y 23 de radiografía panorámica. Los resultados obtenidos sugieren que el nivel de referencia de diagnóstico es de 3,3 mGy para el kerma incidente en aire para un molar superior de un adulto y 103,9 mGy.cm² para un examen de radiografía panorámica estándar. Estos valores pueden ser utilizados por los prestadores del servicio de radiología dental como una guía para la práctica clínica. Cuando en la práctica se presenten valores por encima o significativamente por debajo de estos valores, se debería hacer una revisión con el fin de verificar las condiciones particulares de la práctica que contribuyen a estos valores de dosis e implementar estrategias de optimización.

Teniendo en cuenta que en el país no se conocen los niveles de referencia para diagnóstico en ningún tipo de examen o procedimiento diagnóstico con equipos de rayos X, este estudio pretende servir de base para nuevos estudios en las demás ciudades del país que permitan conducir a la optimización de dosis en los pacientes y a crear un marco de referencia para la práctica. De igual forma, ante el incremento de unidades de tomografía computarizada de haz de cónico en radiografía dental, el país requiere establecer los niveles de referencia para diagnóstico para esta modalidad de imagen y actualizarlos de forma periódica para los diferentes exámenes de radiodiagnóstico.

Los resultados de este estudio pueden guiar futuras investigaciones en este campo y aportar información del nivel de radiación en estos procedimientos, con lo que se espera promover una cultura de radioprotección y motivar la optimización de las dosis registradas.

Agradecimientos

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad ECCI por los soportes técnicos y financieros. También agradecemos a las 68 instituciones de salud que aceptaron participar en el estudio.

Consideraciones éticas

Este estudio se ajustó a la normatividad internacional, particularmente a la declaración de Helsinki y a las pautas éticas para la investigación biomédica definidas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) y a los parámetros establecidos en el ámbito nacional por la Resolución 8430 de 1993.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiación

Este estudio fue financiado con recursos del Instituto Nacional de Cancerología y la Universidad ECCI.

Referencias

1. Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation U. Source and Effects of Ionizing Radiation Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes [Internet]. Vol. 1: Sources. 200AD. New York: UNSCEAR; 2000. 659 p. doi: <https://doi.org/10.18356/49c437f9-en>
2. Wilches Visbal JH, Castillo Pedraza MC, Khoury HJ. Protección Radiológica en Radiología Dental. CES Odontol [Internet]. 2021 [citado 2023 abril

- 26]; 34(1): 52-67. doi: <https://doi.org/10.21615/cesodon.34.1.6>
3. Horner K, Rushton V, Tsiklakis K, Hirschmann PN. European guidelines on radiation protection in dental radiology; the safe use of radiographs in dental practice. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport [Internet]. Copenhagen: European Commission; 2004. Available from: https://www.researchgate.net/publication/254767872_European_guidelines_on_radiation_protection_in_dental_radiology_the_safe_use_of_radiographs_in_dental_practice_European_Commission_Directorate-General_for_Energy_and_Transport
 4. Ubeda C, Nocetti D, Aragón M, Aragón G, Aragón D, Medina O. Niveles de Referencia para Diagnóstico en Procedimientos Radiológicos Dentales: Una Guía Práctica. Int J Odontostomat [Internet]. 2020; 14(4): 610-616. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000400610>
 5. The International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP [Internet]. 2007; 37(2-4). Available from: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_37_2-4
 6. The International Commission on Radiological Protection. Ethical Foundations of the System of Radiological Protection. Ann ICRP [Internet]. 2018; 47(1). Available from: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20138>
 7. Shore RE, Beck HL, Boice JD, Caffrey EA, Davis S, Grogan HA, et al. Implications of recent epidemiologic studies for the linear nonthreshold model and radiation protection. J Radiol Prot [Internet]. 2018; 38(3): 1217-1233. doi: <https://doi.org/10.1088/1361-6498/aad348>
 8. Serra HA, Ramírez MC, Véliz HJ, Salas MI, Pérez AJ, Vera MF, et al. Valores típicos de dosis para tomografía computada de cerebro en pacientes adultos. Rev Chil Radiol [Internet]. 2020 [citado 2023 abril 26]; 26(1): 25-31. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082020000100025>
 9. Amaya Ríos E, Muñoz Arango E. Determinación de los niveles de referencia de dosis (DRL) para diagnóstico de baja y media complejidad en Servicios Especiales de Salud Hospital Universitario de Caldas de Colombia (SES-HUC). Rev. Investig. Apl. Nucl [Internet]. 2021; 5: 84-98. doi: <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.5.2021.604>
 10. The International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection and Safety in Medicine. Ann ICRP [Internet]. 1996; 26(2). Available from: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_37_2-4
 11. Hart D, Hillier MC, Wall BF. Doses to patients from radiographic and fluoroscopic X-ray imaging procedures in the UK - 2005 review. Health Protection Agency [Internet]. London: HPA; 2007 [cited 2023 Apr 26]. 81 p. Available from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/431134/HPA-RPD-029.pdf
 12. Resolución 482 de 2018. Por la cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Salud y Protección Social [Internet]. Bogotá; MSPS; 2018. [citado 2023 abril 26]. Disponible en: http://normograma.supersalud.gov.co/normograma/docs/resolucion_minsaludps_0482_2018.htm
 13. Vañó E, Miller DL, Martin CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. Ann ICRP [Internet]. 2017; 46(1): 1-144. doi: <https://doi.org/10.1177/0146645317717209>
 14. International Atomic Energy Agency of Vienna. Dosimetry in diagnostic radiology: An international code of practice. Technical reports series No. 457 IAEA [Internet]. 2007 [cited 2023 Apr 26]. 359 p. Available from: <https://www.iaea.org/publications/7638/dosimetry-in-diagnostic-radiology-an-international-code-of-practice>
 15. Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud - REPS. Ministerio de Salud y Protección Social [Internet]. 2022 [citado febrero 21 2022]. Disponible en: <https://prestadores.minsalud.gov.co/habilitacion/>
 16. Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe, Organismo Internacional de Energía Atómica. Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico [Internet]. 2001 [citado abril 26 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/arc49-protocolo-cc.pdf?ID=16589>
 17. European Union. Diagnostic Reference Levels in Thirty-six European Countries. Part 2/2. Radiation Protection N° 180 [Internet]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014 [cited 2023 Apr 26]. 73 p. Available from: <http://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2015/05/Radiation-protection-180-part2.pdf>
 18. Nocetti D, Ubeda C, Villalobos K. Niveles de referenciapara diagnóstico locales en procedimientos radiográficos dentales periapicales. Primeros

- valores para Chile Local. *Int J Odontostomat* [Internet]. 2021; 15(1): 196-203. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000100196>
19. Lubis LE, Bayuadi I, Bayhaqi YA, Ardiansyah F, Setiadi AR, Sugandi RD, et al. Radiation dose from dental radiography in Indonesia: A five-year survey. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 26]; 183(3) :347-347. doi: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncy123>
 20. Hodolli G, Kadiri S, Nafezi G, Bahtijari M, Sylva N. Diagnostic reference levels at intraoral and dental panoramic examinations. *Int J Radiat Res.* [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 26]; 17(1): 147-150.
 21. Jose A, Kumar AS, Govindarajan KN, Sharma SD. Assessment of regional diagnostic reference levels in dental radiography in Tamil Nadu. *J Med Phys* [Internet]. 2022 [cited 2023 Apr 26]; 47(1): 86-92. doi: https://www.doi.org/10.4103/jmp.jmp_119_21
 22. Suliman II, Abdelgadir AH. Patient radiation doses in intraoral and panoramic X-ray examinations in Sudan. *Phys Medica* [Internet]. 2018; 46: 148-152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.01.017>
 23. Alcaraz M, Velasco F, Olivares A, Velasco E, Canteras M. Dose reference levels in Spanish intraoral dental radiology: Stabilisation of the incorporation of digital systems in dental clinical practices. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2016 [cited 2023 Apr 26]; 172(4): 422-427. doi: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv508>
 24. Walker C, van der Putten W. Patient dosimetry and a novel approach to establishing Diagnostic Reference Levels in dental radiology. *Phys Medica* [Internet]. 2012; 28(1): 7-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2010.12.003>
 25. Han S, Lee B, Shin G, Choi J, Kim J, Park C, et al. Dose area product measurement for diagnostic reference levels and analysis of patient dose in dental radiography. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2012; 150(4): 523-531. doi: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncr439>
 26. Alcaraz M, Velasco F, Martínez-Beneyto Y, Alcaraz-Saura M, Velasco E, Achel GD, et al. Evolution of diagnostic reference levels in Spanish intraoral radiology. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2012 [cited 2023 Apr 26]; 151(1): 166-171. doi: <https://www.doi.org/10.1093/rpd/ncr467>
 27. Hart D, Hillier MC, Wall BF. National reference doses for common radiographic, fluoroscopic and dental X-ray examinations in the UK. *Brit J Radiol.* [Internet]. 2009 [cited 2023 Apr 26]; 82(973): 1-12. doi: <https://www.doi.org/10.1259/bjr/12568539>
 28. Tierris CE, Yakoumakis EN, Bramis GN, Georgiou E. Dose Area Product reference levels in dental panoramic radiology. *Radiat Prot Dosimetry* [Internet]. 2004 [cited 2023 Apr 26]; 111(3): 283-287. doi: <https://www.doi.org/10.1093/rpd/nch341>