

Uso controlado de los rayos X en la práctica odontológica

Controlled Use of X-Ray in Dental Practice

Uso controlado dos Raios X na prática odontológica

Lesbia Rosa Tirado-Amador,¹ Farith Damián González-Martínez MSc,¹ Francisco Javier Sir-Mendoza²

Recibido: 22 de mayo de 2014 • Aprobado: 9 de diciembre de 2014

Doi: [dx.doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.08](https://doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.08)

Para citar este artículo: Tirado-Amador LR, González-Martínez FD, Sir-Mendoza FJ. Uso controlado de los rayos X en la práctica odontológica. Rev Cienc Salud. 2015;13(1): 99-112. doi: [dx.doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.08](https://doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.08)

Resumen

Objetivo: Contribuir de manera informativa y crítica con la promoción del uso controlado de los rayos X durante la práctica odontológica. **Introducción:** El ejercicio de la práctica odontológica como servicio de atención en salud requiere del uso de herramientas complementarias para el adecuado diagnóstico, tratamiento y seguimiento en pacientes ante diferentes condiciones clínicas. Por lo cual, el uso de radiografías por odontólogos es frecuente y de mucha utilidad; sin embargo, la exposición continua a radiaciones por parte del paciente y el profesional o estudiante del área odontológica implica un riesgo para la salud, aunque muchas veces se le resta importancia a esta exposición en lo referente a efectos visibles para la salud, por considerarse que son dosis muy bajas como para generar efectos biológicos significativos. **Conclusión:** En profesionales y estudiantes de odontología, es necesario considerar el riesgo de dosis acumulativas por exposición continua y, en pacientes, hay la posibilidad de sinergismo con otras radiaciones, a las cuales se pueden exponer por atención en otras áreas de la salud. Por esto se hace necesario promover el uso adecuado de los rayos X por el personal de la salud, siendo conscientes de la necesidad de afianzar el conocimiento sobre los aspectos básicos que conllevan a la disminución del riesgo de efectos biológicos a partir de su uso adecuado en la atención odontológica.

Palabras clave: Rayos x, relación dosis-respuesta, ADN, pruebas de micronúcleos, personal de odontología, atención al paciente (DeCS-Bireme).

1 Grupo Investigación en Salud Pública, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena, Colombia. Correspondencia: lesbiarosa_tiradoamador@hotmail.com

2 Semillero de Investigación Grupo Investigación en Salud Pública, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena, Colombia.

Abstract

Objective: To contribute in an informative and critical way to the promotion of controlled use of X-ray during dental consulting and dental care. *Introduction:* The practice of dentistry as a health care service requires the use of complementary tools for proper diagnosis, treatment and follow-up in patients with different clinical conditions. For that reason, the use of x-ray by dentists is common and very useful, but it involves radiation exposure to the patient and the dental professional or dental student. Although, often people do not pay attention to this exposition in regard to biological effects, because they are considered too low to generate significant biological effects. *Conclusion:* It is necessary to consider the risk of accumulative doses for constant exposure in dentist and dental students. Moreover, in patients, because a synergism with other radiations can occur, they can be exposed because of the attention in other areas of health. For these reasons, it is necessary to promote awareness and knowledge on basic aspects of the controlled use of X-ray in the dental care, being also aware of the need to strengthen the knowledge of the basics aspects that lead to decreased risk of biological effects from its proper use in the dental care.

Words Keys: X- Rays, Dose-Response Relationship, DNA, Micronucleus Tests, Dental Staff, Patient Care (MESH).

Resumo

Objetivo: contribuir de maneira informativa e crítica com a promoção do uso controlado dos raios X durante a prática odontológica. *Introdução:* o exercício da prática odontológica como serviço de atenção em saúde requer do uso de ferramentas complementárias para o adequado diagnóstico, tratamento e seguimento em pacientes ante diferentes condições clínicas, pelo qual o uso de radiografias por odontólogos é frequente e de muita utilidade; no entanto a exposição contínua a radiações por parte do paciente e o profissional ou estudante da área odontológica implica um risco para a saúde; ainda que muitas vezes minimizam a importância a esta exposição no referente a efeitos visíveis para a saúde, por considerar-se que são doses muito baixas como para gerar efeitos biológicos significativos. *Conclusão:* em profissionais e estudantes de odontologia é necessário considerar o risco de doses acumulativas por exposição contínua, e em pacientes existe a possibilidade de sinergismo com outras radiações, às quais podem-se expor por atenção em outras áreas da saúde. Por isto torna-se necessário promover o uso adequado dos raios X pelo pessoal da saúde, sendo consistentes da necessidade de afiançar o conhecimento sobre os aspetos básicos que levam à diminuição do risco de efeitos biológicos a partir de seu uso adequado na atenção odontológica.

Palavras-chave: Raios X, Relação Doses-Resposta, ADN, Teste de micronucleo, Pessoal de odontologia, Atenção ao Paciente (DeCS-Bireme).

Introducción

Los profesionales del área de la salud, requieren de ciertas ayudas complementarias en diversas especialidades, capaces de contribuir al

diagnóstico, ejecución de procedimientos y control en la evolución del estado de algunas afecciones y tratamientos. En este sentido, en la práctica de odontología, en diferentes áreas

como la ortodoncia, endodoncia, rehabilitación, cirugía oral y maxilofacial, patología bucal, entre otras, la radiografía constituye una herramienta útil, ya que ofrece una visión de estructuras no superficiales y de lesiones que clínicamente no se pueden diferenciar de otras, debido a las estructuras comprometidas y su extensión. Sin embargo, en muchas ocasiones el uso continuo o no controlado de la exposición a estas radiaciones, puede provocar daño en la salud tanto del profesional como del paciente que se somete a una atención específica. Por esta razón, se realizó una búsqueda electrónica de artículos con el fin de acceder a literatura organizada a partir de descriptores y palabras clave relacionadas con el tema, en las bases de datos Medline, Embase, Pubmed y Ovid, sin restricción de año o idioma. Se utilizaron los términos *X-rays, dose-response relationship, radiation shielding against, radiation, DNA, micronucleus tests, dental staff y patient care*. Tras la obtención de evidencia se procedió a la lectura por parte de los autores, con el fin de seleccionar aquellas fuentes cuyo contenido contribuya a informar acerca de los aspectos básicos a considerar por parte de la comunidad odontológica.

En la literatura se reportan diversas alteraciones relacionadas con la exposición a radiaciones por rayos X, algunas de estas afectan el desarrollo embrionario (1, 2, 3). Aunque, algunas de estas alteraciones por la exposición prolongada a dosis no controladas de radiaciones, pueden ser imperceptibles a nivel celular o pueden provocar daño genético, que solo identifican a través de pruebas especializadas como los micronúcleos o ensayos cometa.

Estudios en humanos y animales muestran los daños en salud provocados por la exposición a rayos X en diferentes disciplinas médicas, como ayuda complementaria en el diagnóstico (2-11); sin embargo, la exposición a radiación

en la práctica odontológica, sugiere que, aunque no se requiere de exposiciones a dosis altas ni prolongadas en el tiempo, para los profesionales y estudiantes como para los pacientes las exposiciones pueden ser frecuentes, ya sea por uso no justificado de la radiografía, falta de conocimiento en radiología dental u omisión de consideraciones básicas en radioprotección. Esta situación puede incrementar la dosis recibida, absorbida y la cantidad de radiación acumulada en órganos; sumado a esto, en los pacientes existe la posibilidad de efectos sinérgicos con otras exposiciones a rayos X recibidas durante la atención en otras áreas de salud.

En el mundo, todas las instituciones que ofrecen servicios de atención odontológica de manera independiente han establecido protocolos de bioseguridad y radioprotección; no obstante, muchas veces son obviados e ignorados por algunos profesionales o estudiantes, siendo estos últimos de gran importancia por encontrarse aún en formación académica, puesto que pueden ser intervenidos de manera oportuna. Por lo que es necesario reforzar el conocimiento sobre aspectos generales y básicos en el conocimiento de los rayos X, su uso y aplicaciones en odontología, efectos biológicos, percepción en la comunidad odontológica y criterios de radioprotección, con el propósito de promover el uso adecuado por el personal odontológico, para disminuir el riesgo de efectos biológicos durante la atención odontológica, previniéndolo mediante la dosis de exposición, frecuencia y tiempo de exposición mínimo posible.

Radiaciones y su clasificación

La radiación es energía emitida que se transfiere por el espacio con influencia o no en la estructura atómica de la materia, que se puede clasificar en radiaciones no ionizantes e ionizantes según los efectos producidos por el contacto corpuscular (12).

Radiaciones no ionizantes

Las radiaciones no ionizantes incluyen los rayos ultravioleta (UV), infrarrojos y microondas. En las células se ha considerado la posibilidad de que puedan generar descomposición de calor, pero aún se desconoce si pueden generar efectos microscópicos (13).

Radiaciones ionizantes

El término ionizante hace alusión a una interacción entre la radiación y la materia (12). Las radiaciones ionizantes incluyen los rayos X, gamma, alfa y beta. Estos tipos de radiaciones son capaces de crear daño de tipo significativo o no en células humanas (13). En nuestro organismo, la acción ionizante se evidencia en rupturas cromosomas, donde los cambios pueden incluir las consecuentes deleciones o translocaciones anormales, estos efectos se pueden apreciar durante la división celular lo que provoca su desarrollo anormal o muerte. La acción de los rayos X sobre las células sexuales puede generar alteraciones en la transmisión de los caracteres hereditarios conocidas como mutaciones (13).

Rayos X

Los rayos X constituyen radiaciones electromagnéticas que se generan tras la excitación de los electrones de la órbita interna de un átomo, con capacidad de atravesar a cuerpos opacos. La longitud de onda que poseen es de aproximadamente 10 nanómetros (nm) y corresponden a frecuencias del rango de 30 pico Hertz (PHz) (14, 15).

Rayos X en odontología, consideraciones generales

Los odontólogos requieren de radiografía como parte de su práctica clínica cotidiana, por lo que es necesario que los profesionales de la odontología, odontólogos y técnicos o auxiliares

conozcan los principios básicos de la radiación, los riesgos y medidas para protección propia y de los pacientes, con el fin de garantizar que la toma de la radiografía sea segura, además de generar imágenes de calidad para ofrecer un servicio y atención apropiado, esto se logra cuando se emplean métodos físicos para minimizar las dosis, cuando son considerados criterios de selección para el examen radiológico y, finalmente, por medio de programas que garantizan la calidad (16, 17). En el ejercicio de la odontología, antes de la decisión de optar por el uso de la radiografía, es necesario preguntarse como profesionales: ¿Cómo se puede beneficiar el paciente con esta exposición? O quizás, ¿el beneficio en este paciente supera significativamente los riesgos? (18), se debe tener presente que existe una obligación por parte del profesional para no causar daño conocido como beneficencia y que corresponde a los principios básicos de la bioética (19).

Se ha estimado que, en el mundo, para el año 2005, el radiodiagnóstico dental fue de aproximadamente 520 millones de exámenes realizados (20). Por su parte, la Organización de Naciones Unidas en el último informe publicado por su comité científico, resalta que aproximadamente un 57 % del total de equipos empleados en el mundo para radiodiagnóstico corresponde a radiología dental.

En el conocimiento de la dosificación y absorción de la dosis se basa el concepto de niveles de referencia diagnóstica (NRD) utilizado con gran auge en Europa, el cual se emplea en diferentes valoraciones en el campo de la medicina y odontología, con el fin de ayudar en la reducción continua de la exposición del paciente teniendo unos estándares establecidos respecto a la radiación empleada en cada examen (21). Diversos estudios han demostrado una amplia distribución de las dosis utilizadas para examinación en radiología dental (22-26) (tabla 1).

En un ensayo realizado por Hans (2012), se presentaron diferencias en las dosis utilizadas de acuerdo con el fabricante en todos los exámenes de radiografía intraoral, pero no se encontraron diferencias en cuanto a las dosis utilizadas en radiografía extraoral, específicamente la radiografía panorámica (27).

Aunque en el tema de radiaciones algunos conceptos parecen tener un trasfondo más técnico, es necesario que, por criterio y conocimiento, el clínico considere cierta información, que está relacionada con las dosis y exposición. La unidad de medida de la dosis absorbida, es el gray (Gy) y el miligray (mGy) y corresponde a la energía depositada por unidad de masa, lo cual contribuye a calibrar el posible efecto biológico, la equivalencia de 1 Gy es 1000 mGy o 100 rad. El efecto biológico o el efecto sobre los tejidos vivos depende también de la dosis equivalente, cuya unidad de medida es el sievert (Sv) y el millisievert (mSv), las cuales expresan la probabilidad del 5 % de un efecto adverso. En el caso de los equipos de odontología, al tomar una radiografía de aleta de mordida, por ejemplo, la dosis equivalente es de 0,005 mSv, valor

poco significativo si se considera que, en dosis menores a 100 mSv, los riesgos de efectos en salud son muy pequeños para ser observados o no existen (28).

Usos de rayos X en odontología

Los odontólogos utilizan los rayos X para tener mayor campo de observación en el paciente, con el fin de poder determinar alteraciones en el desarrollo tanto en tejidos blandos como en estructuras óseas, tumores, abscesos, quistes u otras lesiones cuya extensión no puede ser perceptible con el examen clínico; además, su uso es necesario para realizar seguimiento en la evolución de algunas enfermedades y curso de tratamientos con el propósito de evaluar la respuesta tisular (29).

Radiografías para uso odontológico

Existen distintos tipos de radiografías para uso odontológico; sin embargo, se pueden resaltar aquellas que son utilizadas con más frecuencia por parte del odontólogo, tales como las radiografías de aleta de mordida, periapical y la radiografía oclusal (30-34); mientras que en

Tabla 1. Dosis sugeridas en algunos estudios para examinación en radiología dental

Autor (año)	Dosis reportadas en radiología dental
Poppe (2007) (22)	Rango admisible en el tercer cuartil de 26,2-87,0 mGy cm ²
Alcaraz (2010) (23)	NRD media de 3,3 mGy: Para instalaciones que utilizan sistemas digitales directos 2,6 mGy Para instalaciones que utilizan sistemas indirectos 3,4 mGy Para sistemas que utilizan película Ultra-velocidad 4,4 mGy Para instalaciones que utilizan Insight 3,7 mGy
Alcaraz (2012) (24)	3,1 mGy cm ²
Looe (2006) (25)	Rangos admisibles en el tercer cuartil para examen periapical: En niños, rangos de 14,4 a 40,9 mGy cm ² En adultos, rangos de 20,6 a 48,8 mGy cm ²
Tierris (2004) (26)	Para radiografía panorámica: En hombre de 117 mGy cm ² En mujer de 97 mGy cm ² En niño de 77 mGy cm ²

radiografías extraorales se puede resaltar la radiografía panorámica (35-39). Cada una de estas posee indicaciones específicas (tabla 2).

Dosis de rayos X en odontología

Existen diferencias en las dosis utilizadas para radiografía dental, que dependen del tipo de procedimiento, si es extraoral o intraoral, en estas últimas influye la localización del diente y si la arcada es superior o inferior (27) (tabla 3);

así como de las propias características del fabricante de las películas radiográficas y de los equipos radiológicos.

Efectos biológicos de las radiaciones dentales

La radiación de tipo X puede ser considerada significativa o no, su efecto dependerá de la dosis absorbida, tiempo y tipo de tejido expuesto a la radiación. Con respecto al daño efectuado en las células humanas, puede ser de tipo somático

Tabla 2. Indicaciones de algunas radiografías en odontología

Tipo de radiografía	Indicación
Radiografía de aleta de mordida o interproximal	Detección de caries interproximal (30, 31) Medición del nivel de hueso alveolar (30, 31)
Radiografía periapical	Evaluar el estado del diente (32) Estado de hueso de soporte (32) Evaluar la extensión de caries (32) Diagnóstico y tratamiento de los canales radiculares (32)
Radiografía oclusal	Apreciar áreas o segmentos más extensos en los maxilares, incluyendo piso de boca o paladar (33) Determinar la posición bucolingual o localización de algún diente impactado (34) Identificar la expansión de la tabla cortical en caso de alguna patología quística (34) Determinar la expansión de la arcada durante los procedimientos de expansión ortodóntica (34)
Radiografía panorámica	Visualizar de manera muy general la dentición (35) Determinar el comportamiento de algunas patologías generalizadas como la periodontitis, lesiones odontogénicas y no odontogénicas en maxilares (36) Evaluar la posición del tercer molar respecto al nervio maxilar inferior (37) Decidir y planear el tratamiento a instaurar con utilidad en más del 50 % de los pacientes (38, 39)

Tabla 3. Dosis usuales recomendadas para algunos exámenes habituales

Radiografía intraoral	mGy cm ² (miligrays por centímetro cuadrado)
Diente incisivo mandibular	3,5 (27)
Diente molar mandibular	Rango de 2,1 a 2,3 (27)
Diente incisivo maxilar	36,5 (27)
Diente premolar maxilar	46 (27)
Diente molar maxilar	55,5 (27)
Radiografía extraoral	mGy mm (miligrays por milímetro) mGy cm ² (miligrays por centímetro cuadrado)
Radiografía panorámica	Rango de 60 mGy mm a 120,3 mGy cm ² (27)

(daño sobre tejidos) y se presentan inicialmente en células diploides y se clasifican dependiendo de la relación dosis de exposición-efecto, los efectos pueden ser no deterministas y deterministas, estos últimos se clasifican en efectos tempranos y tardíos. Otro tipo de daño es el genético, que se refiere a un daño en el ADN y se evidencia principalmente en cromosomas de células germinales haploides (4). En lo que respecta al caso particular de las radiografías odontológicas, las injurias a las que se encuentran expuestas las células son mínimas por lo que las radiaciones se consideran seguras, esto permite suponer que los beneficios de su uso sobrepasan los posibles riesgos.

Tras realizar un estudio experimental en ratas la radiación ionizante se podría comportar como carcinógeno, debido a la detección de aberraciones cromosómicas y la formación de micronúcleos a nivel citoplasmático (11); sin embargo, los investigadores estiman que en humanos la exposición a la radiación de la radiografía de uso odontológico en promedio puede aumentar muy poco el riesgo de cáncer (probablemente de centésimas de milésimas de uno por ciento) (40). Un estudio realizado en 2012 con el objetivo de evaluar el efecto genotóxico de la radiografía panorámica en las células epiteliales bucales muestra que tras la obtención de las células exfoliadas inmediatamente antes y diez días después de la exposición a la radiografía, no se presentó aumento estadísticamente significativo en la frecuencia de micronúcleos en células después de la exposición; sin embargo, existen diferencias a nivel celular antes y después de la exposición, lo que sugiere que el uso de la radiografía panorámica debe ser controlado (2). Por otro lado, en un estudio realizado en 2007, no se presentaron diferencias significativas en la expresión de micronúcleos en células de la mucosa oral en niños antes y después de la exposición a rayos X,

por lo que hay evidencia de resultados contradictorios, que podrían sugerir que existe algún factor responsable de las mismas y que bien pudiera corresponder a diferencias en los niveles de radiaciones empleados (3). Otros estudios concluyen que la exposición a rayos X no solo genera daño en el material genético (ADN) sino también citotoxicidad en células de la mucosa oral (6).

Otras alteraciones en la célula y su núcleo tras la exposición a rayos X son la cariorrexis, picnosis y cariólisis (5). Con respecto a la cariorrexis, cromatina condensada y picnosis pueden ser indicativos de apoptosis, mientras que al existir cariólisis sugiere respuesta ante un efecto citotóxico que se puede traducir en necrosis (7).

Otro aspecto a considerar es la exposición repetida a rayos X como agente citotóxico capaz de inducir lesión celular crónica, lo que genera una proliferación celular compensatoria que conlleva a hiperplasia que permite la generación de tumores (8). A este respecto, es posible mencionar un estudio que sugiere que la exposición a altas dosis de radiación ionizante es capaz de contribuir al desarrollo de tumores cerebrales, que incluyen el tumor benigno tipo meningioma, el tumor glioma y, en ocasiones, el tumor cerebral maligno (9); no obstante, este es un diseño de estudio en el que los datos de exposición a la radiación ionizante provienen del autorreporte, por lo que puede existir un sesgo de memoria en los participantes.

La investigación de Lin Mc, que evaluó la asociación entre la presencia de tumores cerebrales y la exposición a radiografía dental, obtuvo que el riesgo para desarrollar tumores cerebrales de tipo benigno aumenta tras aumentar la exposición a rayos X por consulta odontológica; mientras que no hubo asociación significativa con los tumores malignos cerebrales, pero el diseño de este estudio se basó

en la selección de casos y controles identificados a partir de las reclamaciones de un millón de personas seleccionadas al azar de la base de datos del Instituto Nacional de Investigación en Salud entre 1996 a 2010, por lo que la veracidad de la información está sujeta al registro oportuno de las reclamaciones (10). Por lo que es necesario tener presente que tras dosis acumuladas es posible contribuir a inducir cambios en la proliferación de tejidos que si bien en sus inicios no tienen potencial de malignidad es posible que, ante otros estímulos, dichos crecimientos tisulares se alteren y puedan derivar en problemas más complejos.

Actitud y percepción en la atención odontológica sobre uso de rayos X y radioprotección

En la atención odontológica, la utilización de radiografías debe ser justificada, por cuanto la falta de control en su uso puede provocar una exposición mayor que es directamente proporcional al riesgo existente para la salud; no está nunca de más considerar algunos parámetros para el cuidado durante la toma de una radiografía, no solo por parte del profesional o estudiante, sino considerando el tipo de paciente (41, 42). Es del juicio del profesional de la salud responsabilizarse por solicitar de manera escrita el consentimiento informado, en donde no solo se presenten los procedimientos a realizar, alternativas de tratamiento y beneficios esperados, sino también el riesgo al que se expondrán con los diversos procedimientos incluyendo las radiaciones (43).

Dentro de los estudios en los que se evalúan aspectos de interés en el uso de rayos X, tanto para odontólogos graduados como para estudiantes, se puede mencionar un estudio realizado en odontólogos en Bélgica para conocer la aplicación de las normas de atención de calidad y la protección radiológica, el cual mostró que la distancia del odontólogo al tubo de radiación

durante la exposición fue en promedio de 2,2 metros, aunque 8 % de los odontólogos admite sostener el receptor de imagen dentro de la boca del paciente durante la toma de radiografías; además, la estimación de dosis reveló que los odontólogos hombres recibieron una dosis efectiva significativamente mayor por año que las mujeres (8,3 mSv vs 3,2 mSv) (44). Por su parte, en Suiza, se evaluaron odontólogos que trabajan en los servicios públicos de salud y en el sector privado en relación al uso de técnicas para limitación de la dosis de exposición, los resultados muestran en odontólogos del servicio público una percepción del uso de radiografías como práctica de alto riesgo y por esto suelen asistir a cursos de educación continua y son dos veces más propensos a usar las técnicas de limitación de dosis en comparación a los del sector privado (45).

Un estudio realizado en América del Norte consideró el grado en que las escuelas dentales utilizan materiales, equipos y protocolos de garantía de calidad para pacientes con el fin de reducir la exposición a la radiación, obtuvo un uso de radiografía digital directa en el 58 % de las instituciones para imágenes intraorales y el 11 % para la radiografía extraoral (46). Otras técnicas de reducción de dosis incluyeron distancia mayor de fuente de exposición a película (88 %), limitación de viga rectangular (47 %), uso de delantales plomados en 95 % para las películas extraorales, uso de collares para la tiroides en películas intraorales en el 85 %, uso de pantallas intensificadoras en el 100 %, estas últimas siendo de gran aceptación por contribuir a la amplificación de la radiación, con el fin de emplear menor cantidad de dosis. En tanto que, en Brasil, un estudio transversal evaluó al conocimiento de los estudiantes en radiología dental que mostró la existencia de un mayor número de respuestas correctas para dominio de la técnica e interpretación en los estudiantes

de segundo año mientras que en dominio de criterios de radioprotección los resultados favorecieron a los estudiantes de cuarto año, lo que sugiere la necesidad de realizar refuerzo en las cátedras de radiología durante el pregrado (47). A su vez, en Asia, tras evaluar los tipos de errores y la distribución anatómica de estos errores cometidos por los estudiantes de pregrado de odontología durante la radiografía periapical, se encontró que el error más frecuente fue la angulación incorrecta y la ubicación anatómica más frecuente fue la zona molar superior (48).

En otros estudios como el de Shahab et al. (2012), cuyo propósito fue investigar el conocimiento y el comportamiento de los odontólogos iraníes con respecto a las normas de seguridad en radiología bucal, se concluyó que la mayoría de los odontólogos evaluados no pudieron seleccionar el método apropiado, material y equipo radiológico idóneo para disminuir la exposición de su paciente en atención odontológica a radiación injustificada (49).

Los estudios anteriores muestran diversidad en la percepción de los estudiantes de odontología y odontólogos respecto a la inclusión de radiología como cátedra al interior de los programas de formación, uso de radiaciones en la consulta, errores frecuentes en la toma de radiografía e indicaciones de los diferentes tipos de radiografía y radioprotección (44-49); también los programas de formación poseen diversos enfoques y estándares de calidad y el año de formación en que se encuentran los estudiantes puede influir en el nivel de conocimientos, actitudes y prácticas, lo que favorece a los estudiantes que se encuentran en el internado o en los últimos años de estudio (50).

En lo concerniente a la formación radiológica en las escuelas de odontología y al uso de un determinado tipo de radiografía, pueden ser diversas las exigencias que se hacen a los estudiantes según sus competencias en pregrado y

postgrado. Un estudio realizado en Damasco-Siria (2002), con el fin de realizar recomendaciones para mejorar la calidad en educación y servicios radiológicos en odontología, reveló que los criterios de selección de los tipos de radiografía y la frecuencia de uso presentan una amplia variación; además que en la formación de estudiantes de pregrado se incluye con pocos créditos la cátedra de radiología y en estudiantes de postgrado la cátedra de radiología no se encuentra en algunos programas de formación de la especialidad, lo que sugiere que no hay un control exhaustivo en las radiaciones a las que están expuestos los estudiantes y que quizá la cátedra ha sido un tema subestimado en algunas instituciones (51). Por otro lado, el uso frecuente de un determinado tipo de radiografía puede variar considerando el estado individual de cada paciente y su atención. Pero es necesario que la frecuencia de uso o número de radiografías se encuentre justificado siempre y utilizando las dosis de referencias establecidas (52, 53). Una situación de particular interés en la atención odontológica, es reconocer los riesgos y beneficios que implica la toma de radiografía en casos específicos en los que existe una situación sistémica en el paciente que puede implicar riesgo adicional. En este sentido, se podría considerar el estado de la mujer embarazada, ya que al igual que otro paciente no está exenta de requerir atención por urgencia u otra razón; sin embargo, el uso de rayos X, como medio diagnóstico complementario no tiene las mismas consideraciones que para cualquier otro individuo, ya que en las madres gestantes la exposición a la radiación genera también efectos en el desarrollo embrionario. Por esto, se requiere que los profesionales de la odontología conozcan las dosis recomendadas y riesgos para el feto con el objetivo de brindar los servicios de atención de manera adecuada (54). Algunos estudios sugieren que la exposición

a radiaciones cuyas dosis están por encima de 100 mGy, pueden provocar efectos durante el segundo semestre de embarazo, pero la dosis de radiación para los exámenes radiográficos dentales es mínima (0,0006 mGy) por lo que es poco probable que se puedan atribuir tales anomalías a la dosis recibidas en odontología (55).

Es necesario considerar que las principales sociedades de ginecología afirman que el examen radiográfico dental durante el embarazo es un procedimiento seguro, siempre que se respeten las indicaciones de uso de mandil y protector tiroideo plomado (56). Se hace la claridad que no se debe retrasar ningún procedimiento que pueda evitar los efectos del estado bucal en la salud sistémica de las mujeres. En tanto que para el personal de odontología (mujeres embarazadas) que manipula equipos de rayos X se sugiere educación permanente, acceso a programas de protección radiológica y uso de dosímetro personal (57).

Por lo anterior, siempre es necesario considerar alternativas que permitan reducir la dosis empleada y la exposición, dentro de estas se encuentra la radiología digital, término que se utiliza para denominar al procedimiento que obtiene imágenes directamente en formato digital, sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica, que en comparación con la radiografía analógica reduce la radiación y brinda facilidad en la manipulación de la imagen, mayor calidad, almacenamiento, acceso a la telerradiología entre otras ventajas (58). Así mismo, antes de la llegada de los rayos X, los dentistas utilizaban luz para la detección de lesiones de caries, por lo que en estos últimos 30 años se han realizado esfuerzos por desarrollar fuentes de iluminación de fibra óptica de alta intensidad,

que retoma el antiguo método para la detección de caries. A este respecto, es posible mencionar otra alternativa para evitar el uso de radiaciones ionizantes, tal es el caso de la transiluminación con fibra óptica que ha demostrado ser un método prometedor para la detección de lesiones de caries interproximal (59-61).

Conclusión

En la práctica odontológica se puede contribuir a la disminución en la exposición a radiaciones en profesionales, estudiantes y pacientes mediante la adquisición de conocimiento básico y uso controlado de rayos X, puesto que muchas veces por el argumento de que las dosis utilizadas son bajas y no continuas, se ignora el uso indiscriminado e injustificado, sin considerar que las dosis recibidas aumentan con la frecuencia de exposición tanto en pacientes como en profesionales y estudiantes en la atención odontológica. Se recomienda la implementación de programas de seguimiento y monitoreo de los niveles de radiaciones a las que se exponen profesionales y estudiantes, así como monitoreo a los pacientes para poder prevenir efectos perjudiciales en salud.

Agradecimientos

Agradecemos al odontólogo Cristhian Madrid Troconis por su contribución en la traducción del resumen de este artículo de reflexión al idioma inglés y portugués.

Descargos de responsabilidad

A la Universidad de Cartagena por la adquisición de bases de datos para consulta y acceso a los artículos que hicieron posible la obtención de información para elaborar esta reflexión.

Referencias

1. Gordan VV, Riley JL 3rd, Carvalho RM, Snyder J, Sanderson JL, Anderson M, et al. Methods used by Dental Practice-based Research Network (DPBRN) dentists to diagnose dental caries. *Oper Dent.* 2011;36(1):2-11.
2. Waingade M, Medikeri RS. Analysis of micronuclei in buccal epithelial cells in patients subjected to panoramic radiography. *Indian J Dent Res.* 2012;23(5):574-8.
3. Angelieri F, de Oliveira GR, Sannomiya EK, Ribeiro DA. DNA damage and cellular death in oral mucosa cells of children who have undergone panoramic dental radiography. *Pediatr Radiol.* 2007;37(6):561-5.
4. Núñez M. Efectos Biológicos de las Radiaciones – Dosimetría. Bioanálisis [internet]. Disponible en: <http://www.revistabioanalisis.com/arxius/notas/crUpaEpm.pdf>
5. Ribeiro DA, Angelieri F. Cytogenetic biomonitoring of oral mucosa cells from adults exposed to dental X-rays. *Radiat Med.* 2008;26:325-330.
6. Angelieri F, de Cássia Gonçalves Moleirinho T, Carlin V, Oshima CT, Ribeiro DA. Biomonitoring of oral epithelial cells in smokers and non-smokers submitted to panoramic X-ray: comparison between buccal mucosa and lateral border of the tongue. *Clin Oral Investig.* 2010;14(6):669-74.
7. Madhavan R, Kumaraswamy M, Kailasam S, Manoj S. Genetic Damage in exfoliated cells from oral mucosa of individuals exposed to X- rays after panoramic radiograph: A cross - sectional study. *J Indian Aca Oral Med Radiol.* 2012;24(2):102-5.
8. Mally A, Chipman JK. Non-genotoxic carcinogens: early effects on gap junctions, cell proliferation and apoptosis in the rat. *Toxicology.* 2002;180(3):233-48.
9. Davis F, Il'yasova D, Rankin K, McCarthy B, Bigner DD. Medical diagnostic radiation exposures and risk of gliomas. *Radiat Res.* 2011;175(6):790-6.
10. Lin MC, Lee CF, Lin CL, Wu YC, Wang HE, Chen CL et al. Dental diagnostic X-ray exposure and risk of benign and malignant brain tumors. *Ann Oncol.* 2013;24(6):1675-9.
11. Ribeiro DA, Grilli DG, Salvadori DM. Genomic instability in blood cells is able to predict the oral cancer risk: an experimental study in rats. *J Mol Histol.* 2008; 39(5): 481-486.
12. Bushong SC. Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 8 ed. Madrid: Elsevier España S. A.; 2005.
13. Little MP. Risks associated with ionizing radiation. *Br Med Bull.* 2003;68:259-75
14. Rushton VE, Horner K. The use of panoramic radiology in dental practice. *J Dent.* 1996;24(3):185-201.
15. Nikneshan S, Sharafi M, Emadi N. Evaluation of the accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at different positions. *Imaging Sci Dent.* 2013;43(3):191-6.
16. Rout J, Brown J. Ionizing radiation regulations and the dental practitioner: 1. The nature of ionizing radiation and its use in dentistry. *Dent Update.* 2012;39(3):191-2, 195-8, 201-3.
17. Martínez Beneyto Y, Alcaráz Banos M, Pérez Lajarin L, Rushton VE. Clinical justification of dental radiology in adult patients: a review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2007;12(3):E244-51.
18. Haring JI, Lind LJ. Chapter 5: Radiation protection in textbook of dental radiography principles and techniques. En: Ozmat S, ed. Radiation protection. Filadelfia: W.B. Saunders Company; 1996. p. 64-79.
19. Tirado LR, Granobles AJ. Práctica odontológica desde el contexto ético y legal. Revisión de literatura. *Rev Bioet Latinoam.* 2013;12:94-107.
20. Jodar S, Alcaraz M, Martínez-Beneyto Y, Pérez L, Velasco E, López M. Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos. *Av. Odontostomatol.* 2005;21(1):361-70.

21. Kim EK, Han WJ, Choi JW, Jung YH, Yoon SJ, Lee JS. Diagnostic reference levels in intraoral dental radiography in Korea. *Imaging Sci Dent*. 2012;42(4):237-42.
22. Poppe B, Looe HK, Pfaffenberger A, Eenboom F, Chofor N, Sering M, et al. Radiation exposure and dose evaluation in intraoral dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 2007;123(2):262-7.
23. Alcaraz M, Velasco E, Martínez-Beneyto Y, Velasco F, Parra C, Canteras M. Diagnostic reference levels in intraoral radiology: from the laboratory to clinical practice. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010;140(4):391-5.
24. 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*. 2012;151(1):166-71.
25. Looe HK, Pfaffenberger A, Chofor N, Eenboom F, Sering M, Rühmann A, et al. Radiation exposure to children in intraoral dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 2006;121(4):461-5.
26. Tierris CE, Yakoumakis EN, Bramis GN, Georgiou E. Dose area product reference levels in dental panoramic radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 2004;111(3):283-7.
27. 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*. 2012;150(4):523-31.
28. Frush D. Riesgos de la radiación imagenológica en niños. *Rev Med Clin Condes*. 2013;24(1):21-6.
29. Gordan VV, Riley JL 3rd, Carvalho RM, Snyder J, Sanderson JL, Anderson M, et al. Methods used by Dental Practice-based Research Network (DPBRN) dentists to diagnose dental caries. *Oper Dent*. 2011;36(1):2-11.
30. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res*. 2004;83 Spec No C:C72-5.
31. Akarslan ZZ, Akdevelioğlu M, Güngör K, Erten H. A comparison of the diagnostic accuracy of bitewing, periapical, unfiltered and filtered digital panoramic images for approximal caries detection in posterior teeth. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(8):458-63.
32. Versteeg CH, Sanderink GC, van Ginkel FC, van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol*. 1998;27(2):97-101.
33. Langland O, Langlais R, Preece J. *Principles of Dental Imaging*. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 158-164.
34. Pramod JR. *Essentials of Dental Radiology*. New Delhi: Jaypee Brothers Publishers; 2008.
35. Guevara C, Mandel L. Panoramic radiographic demonstration of bilateral tonsilloliths. *N Y State Dent J*. 2011;77(3):28-30.
36. Kantor ML, Slome BA. Efficacy of panoramic radiography in dental diagnosis and treatment planning. *J Dent Res*. 1989;68(5):810-2.
37. Hasegawa T, Ri S, Shigeta T, Akashi M, Imai Y, Kakei Y, et al. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42(7):843-51.
38. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Routine panoramic radiography of new adult patients in general dental practice: relevance of diagnostic yield to treatment and identification of radiographic selection criteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(4):488-95.
39. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Screening panoramic radiology of adults in general dental practice: radiological findings. *Br Dent J*. 2001;190(9):495-501.
40. American Cancer Society. *Imaging (Radiology) Test*. [internet]. 2013 [citado 2014 nov 22]. Disponible en: <http://www.cancer.org/treatment/understandingyourdiagnosis/examsandtestdescriptions/imagingradiologytests/imaging-radiology-tests-rad-risk>

41. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shrouf MK, et al. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(5):498-511.
42. American Dental Association, U.S. Department of Health and Human Services. The Selection of Patients for Dental Radiographic Examination [internet]. 2004 [citado 2014 nov 22]. Disponible en <http://www.fda.gov/downloads/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/ucm116505.pdf>
43. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection in Medicine. *Ann ICRP.* 2007;37(6).
44. Jacobs R, Vanderstappen M, Bogaerts R, Gijbels F. Attitude of the Belgian dentist population towards radiation protection. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(5):334-9.
45. Svenson B, Söderfeldt B, Gröndahl HG. Attitudes of Swedish dentists to the choice of dental X-ray film and collimator for oral radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996;25(3):157-61.
46. Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(4):496-505.
47. De-Azevedo-Vaz SL, Vasconcelos KF, Rovaris K, Ferreira NP, Haiter F. A survey on dental undergraduates knowledge of oral radiology. *Braz J [internet] Oral Sci.* 2013;12(2):109-113. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-32252013000200008&lng=en
48. Peker I, Alkurt MT. Evaluation of radiographic errors made by undergraduate dental students in periapical radiography. *N Y State Dent J.* 2009;75(5):45-8.
49. Shahab S, Kavosi A, Nazarinia H, Mehralizadeh S, Mohammadpour M, Emami M. Compliance of Iranian dentists with safety standards of oral radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(2):159-64.
50. Prabhat MPV, Sudhakar S, Kumar B, Ramaraju. Knowledge, attitude and perception (KAP) of dental undergraduates and interns on radiographic protection-A questionnaire based cross-sectional study. *J Adv Oral Research [internet].* 2011;2(3):45-9. Disponible en: <http://www.ispcd.org/~cmsdev/userfiles/rishabh/08%20F%20Prabhat.pdf>
51. Salti L, Whaites EJ. Survey of dental radiographic services in private dental clinics in Damascus, Syria. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002;31(2):100-5.
52. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Factors influencing the frequency of bitewing radiography in general dental practice. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1996;24(4):272-6.
53. González L, Vañó E, Fernández R. Reference doses in dental radiodiagnostic facilities. *Br J Radiol.* 2001;74(878):153-6.
54. Razi T, Bazvand L, Ghojzadeh M. Diagnostic Dental Radiation Risk during Pregnancy: Awareness among General Dentists in Tabriz. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2011;5(2):67-70.
55. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology: principles and interpretation.* 6th ed. San Luis: Mosby; 2009.
56. American College of Obstetricians and Gynecologists Women's Health Care Physicians; Committee on Health Care for Underserved Women. Committee Opinion No. 569: oral health care during pregnancy and through the lifespan. *Obstet Gynecol.* 2013;122(2 Pt 1):417-22.
57. National Council for Radiation Protection & Measurements. *Radiation Protection in Dentistry.* Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurement; 2003.
58. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *J Orthod.* 2002;29(1):66-69.
59. Jones R, Huynh G, Jones G, Fried D. Near-infrared transillumination at 1310-nm for the imaging of early dental decay. *Opt Express.* 2003;11(18):2259-65.

60. Vaarkamp J, ten Bosch JJ, Verdonschot EH, Bronkhorst EM. The real performance of bitewing radiography and fiber-optic transillumination for approximal caries diagnosis. *J Dent Res.* 2000;79(10):1747-51.
61. Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM, Holloway PJ. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries Res.* 1993;27(4):307-11.