

# Equipos radiográficos dentales portátiles: Revisión de la literatura

## *Handheld dental radiographic equipment: Review of literature*

K. Zapata Fuente-Alba\*, A. Hidalgo Rivas\*\*

### RESUMEN

**Introducción:** Los equipos radiográficos dentales portátiles (ERDP) son dispositivos transportables e inalámbricos cuyo uso se ha masificado. No se encontró revisiones de la literatura recientes que analicen comprensivamente los ERDP. El propósito del presente artículo es analizar la información actual sobre componentes, características técnicas, forma de uso y recomendaciones de protección radiológica de los ERDP.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de la literatura sobre ERDP de la última década en Scopus, PubMed y Web of Science, relacionando el término libre “handheld dental X-ray” y sus variantes a través del término booleano OR.

**Revisión:** Los ERDP se diferencian de los equipos radiográficos fijos en que tienen una batería recargable y un blindaje externo de retrodispersión. Además, el miliamperaje es menor en ERDP, por lo que los tiempos de exposición son mayores. La forma de uso del ERDP para disminuir el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes del operador es sostenerlo a la distancia de un antebrazo del cuerpo manteniendo la emisión del rayo central paralela al piso. Se describen recomendaciones asociadas a protección radiológica para el uso de los ERDP para proteger al paciente, operador y población general de los potenciales riesgos de las radiaciones ionizantes.

**Conclusión:** La amplia variedad de ERDP y su distinta forma de uso, implica un potencial mayor riesgo de exposición a radiación al operador. Los ERDP no deberían considerarse un reemplazo de los equipos radiográficos fijos y su uso debería restringirse a situaciones en que sea imposible el uso equipos radiográficos fijos.

**PALABRAS CLAVE:** Rayos X, dental, unidad portátil, protección radiológica.

### ABSTRACT

**Introduction:** Handheld dental X-ray equipment (HDXE) are portable and wireless devices whose use has become massive. No recent reviews of literature that comprehensively analyze HDXE were found. The aim of the present article was to analyze the current information available on components, technical features, way of use and recommendations on radiological protection of HDXE.

**Materials and methods:** A review of published literature on HDXE in the last decade was made in Scopus, PubMed and Web of Science relating the free term “handheld dental X-ray” and its variants through the Boolean term OR.

**Review:** HDXE differ from wall-mounted X-ray equipment in that they have a rechargeable battery and external backscatter shielding. Furthermore, milliamperage is lower in HDXE and because of this, exposure times are longer. The way to use HDXE to reduce risk of exposure to ionizing radiation to the operator is to hold it at a forearm distance of the body, keeping the central beam emission parallel to the floor. There

---

\* Cirujano Dentista. Programa de Especialización en Imagenología Oral y Maxilofacial, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Graduados, Departamento de Estomatología, Universidad de Talca, Campus Talca, Chile.

\*\* Cirujano Dentista. Doctor en Radiología Oral. Programa de Especialización en Imagenología Oral y Maxilofacial, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Graduados, Departamento de Estomatología, Universidad de Talca, Campus Talca, Chile.

are radiological protection recommendations for the use of HDXE that seek to protect the patient, operator and general population from the potential risks of ionizing radiation.

**Conclusions:** The wide variety of HDXE and its different form of use implies a potential greater risk of exposure to radiation to the operator. HDXE should not be considered as a replacement for wall-mounted equipment and their use should be restricted to situations where wall-mounted equipment is impossible to use.

**KEY WORDS:** X-ray, dental, handheld unit, radiation protection.

**Fecha de recepción:** 11 de diciembre de 2019

**Fecha de aceptación:** 10 de febrero de 2020

K. Zapata Fuente-Alba, A. Hidalgo Rivas. *Equipos radiográficos dentales portátiles: Revisión de la literatura*. *Avan Odonto*. 2021; 37 (4): 160-168.

## INTRODUCCIÓN

En 1921 se crea el primer equipo radiográfico dental portátil (ERDP), que es inalámbrico con el uso de baterías, transportable, y en el que la exposición se realiza mientras se sostiene con las manos<sup>(1)</sup>. Inicialmente, el uso de los ERDP se enfocó en la medicina y odontología militar<sup>(2)</sup>. Actualmente se ha masificado el uso de los ERDP, con un aumento de modelos disponibles<sup>(3,4)</sup>. El mercado actual ofrece estos equipos al odontólogo en una gran variedad de modelos y precios<sup>(4,5)</sup>.

La literatura que se refiere a los ERDP se enfoca a temas específicos. Estos temas incluyen componentes<sup>(1)</sup> e instrucciones de uso<sup>(5)</sup>. Otros temas a los que se refiere la literatura son características técnicas como calidad de imagen, peso y parámetros de exposición tales como kilovoltaje, miliamperaje y tiempos de exposición<sup>(6)</sup>. Además, algunos artículos se refieren a recomendaciones de protección radiológica<sup>(4)</sup>. Si bien existe una revisión sistemática sobre ERDP<sup>(1)</sup> esta se refiere solo a la calidad de imagen radiográfica con estos equipos. No se encontró publicaciones recientes que abarquen todos estos temas en profundidad, lo que dificulta una comprensión global. El propósito de la presente revisión es analizar la información actual disponible sobre componentes, características técnicas, forma de uso y recomendaciones de protección radiológica de los ERDP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de la literatura desde el 2010 en adelante. La búsqueda principal se realizó el 20 de octubre del 2019 en las bases de da-

tos Pub Med, Scopus y Web of Science. Se usaron términos libres relacionados a través del término booleano OR, de la siguiente manera: “*handheld dental x-ray*” OR “*handheld dental x-ray*” OR “*handheld dental x-ray devices*” OR “*portable dental x-ray*” OR “*portable dental x-ray devices*” OR “*portable dental x-ray machine*” OR “*portable dental radiography unit*” OR “*handheld radiography unit*”. La búsqueda se adaptó para cada una de las bases de datos. Se programaron alertas semanales en las bases de datos, hasta el término de la presente revisión. Se realizó una búsqueda complementaria usando las listas de referencias de los artículos incluidos a texto completo.

Los criterios de inclusión de los artículos fueron: (I) título y resumen disponible en inglés, (II) presencia de alguno de los términos libres en el título y resumen, (III) artículos sobre odontología humana, y (IV) artículos científicos, revisiones narrativas, revisiones sistemáticas con o sin meta-análisis, documentos oficiales de autoridades mundiales en protección radiológica. Se excluyeron (I) reseñas, comentarios, actas de congresos, artículos de conferencias, cartas al director, capítulos de libro, manuales, tesis, fe de erratas y editoriales. Un revisor (KZ) odontólogo general cursando la especialidad de Imagenología Oral y Maxilofacial, realizó las búsquedas principal y complementaria. Los artículos identificados se registraron en Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EEUU) con autor principal, año de publicación, título de artículo y nombre de la revista. Posteriormente, el revisor eliminó manualmente los artículos duplicados. Del total sin duplicados, se evaluó primero títulos y luego resúmenes, incluyéndose los artículos que cumplieran con los criterios de inclusión. En caso de duda en

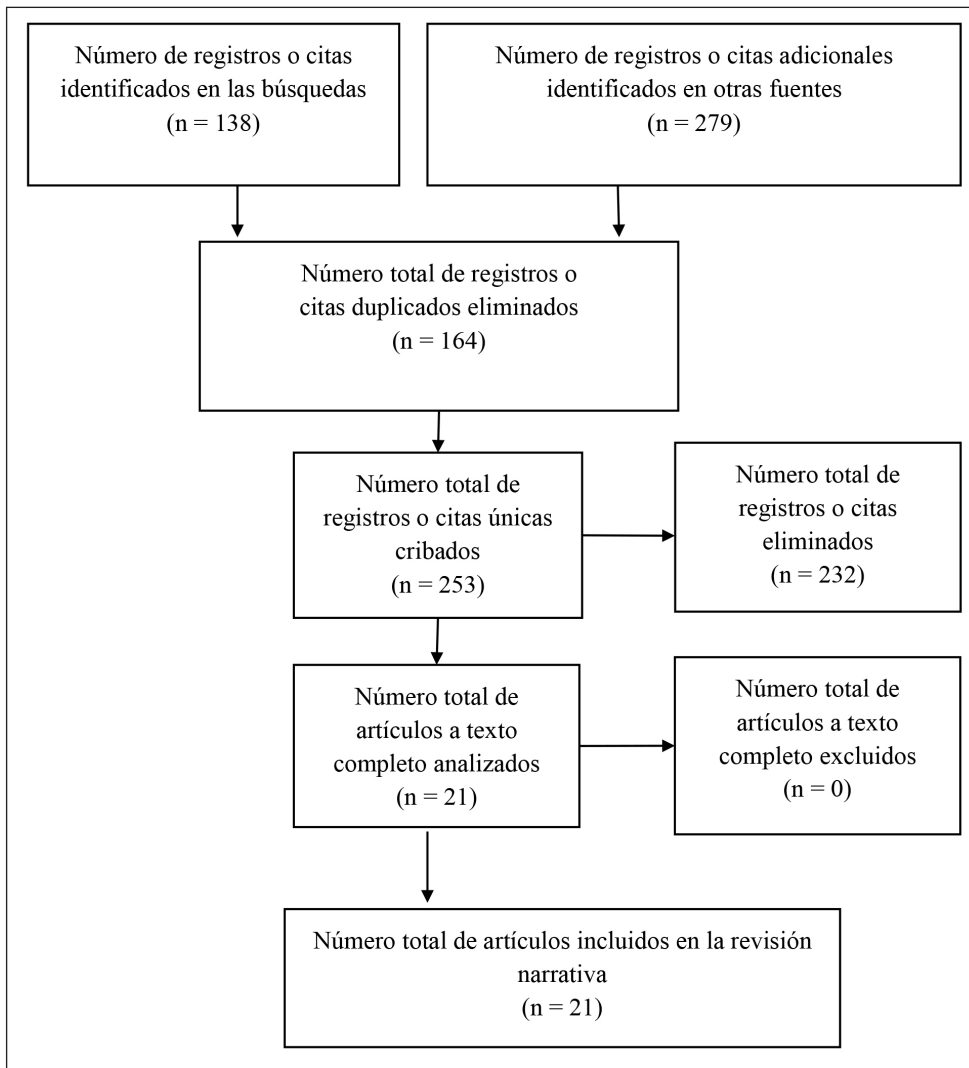


Figura 1. Esquema del proceso de selección de artículos en el diagrama prisma.

la decisión de incluir el artículo según título, se incluyó el artículo para la revisión del resumen. En caso de duda en la decisión de incluir el artículo según resumen, se incluyó el artículo para su evaluación a texto completo.

Los artículos incluidos a texto completo se evaluaron por dos revisores (KZ y AH) de forma independiente. Se incluyeron aquellos artículos con información sobre al menos uno de los aspectos de los siguientes temas: componentes, características técnicas, forma de uso o recomendaciones de protección radiológica de los ERDP. En caso de desacuerdo en la decisión de incluir un artículo a texto completo, los revisores discutieron la decisión hasta llegar a un acuerdo. El proceso de selección de artículos se mostró mediante el diagrama de

la declaración PRISMA (del inglés *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*)<sup>(7)</sup>. Finalmente, se realizó una síntesis narrativa de los resultados separados por tema.

## RESULTADOS

El proceso de selección de artículos se muestra en el diagrama PRISMA (Figura 1). De los 21 artículos incluidos, 15 fueron artículos de investigación, 4 revisiones narrativas de la literatura y 2 documentos oficiales de autoridades mundiales en protección radiológica.

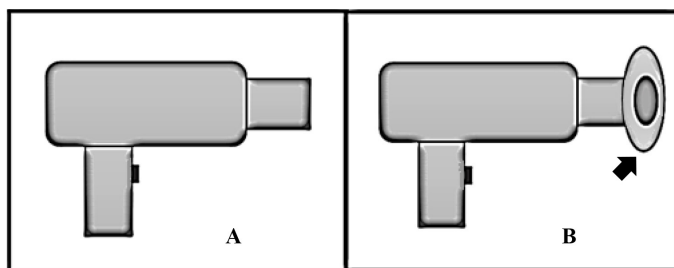
### Equipos radiográficos dentales portátiles

Los ERDP pueden ser de dos tipos según su diseño. Un tipo presenta mango y gatillo (Figura 2) y físicamente puede ser similar a una lámpara de fotocurado, secador de pelo o pistola<sup>(4,8,9)</sup>. El otro tipo se asemeja a una cámara fotográfica digital (Figura 3). En ambos tipos, el dispositivo de disparo está en el ERDP<sup>(4,9)</sup>

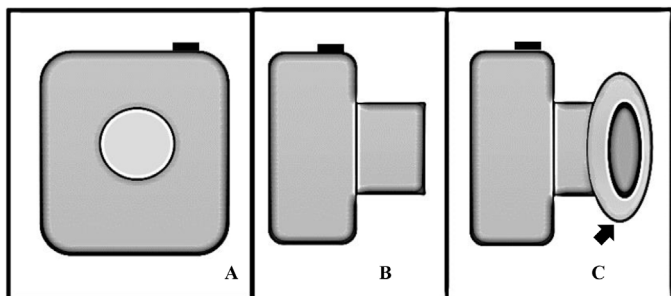
a diferencia de los equipos radiográficos fijos, que habitualmente tienen un disparador a distancia<sup>(5,9)</sup>.

### Componentes de los equipos radiográficos dentales portátiles

Los ERDP tienen una carcasa que contiene el tubo de rayos X, que debe tener un blindaje interno plomado que proteja de la radiación de fuga en cantidad suficiente como para que la exposición a radiación ionizante anual en manos no supere la dosis límite permitida para el operador<sup>(5,10)</sup>. Además, los ERDP deben tener un blindaje externo de retrodispersión (Figuras 2 y 3) que corresponde a un disco de acrílico plomado<sup>(10,11)</sup> de un espesor y diámetro mínimos de 0,25 mm y 15,2 cm respectivamente<sup>(8,12)</sup> y debe estar ubicado a un cm del extremo del cilindro<sup>(4,8,12)</sup>.



**Figura 2.** Esquema de un equipo radiográfico dental portátil con mango y gatillo. a) Sin blindaje externo de retrodispersión. b) Con blindaje externo de retrodispersión (indicado con flecha).



**Figura 3.** Esquema de un equipo radiográfico dental portátil que asemeja una cámara fotográfica digital. a) Vista anterior del equipo sin blindaje externo de retrodispersión. b) Vista lateral del equipo sin blindaje externo de retrodispersión. c) Vista lateral del equipo con blindaje externo de retrodispersión (indicado con flecha).

Este disco puede ser fijo o removible, y protege de la radiación secundaria<sup>(8,9,11,13)</sup>. El cilindro de los ERDP puede tener distintas longitudes, variando desde un cilindro corto de 6 cm hasta uno largo de 14 cm<sup>(13)</sup>. Al igual que los equipos radiográficos fijos, los ERDP requieren de un filtro de un espesor mínimo de 1,5 mm de aluminio o equivalente para minimizar la exposición a radiación ionizante al paciente<sup>(8)</sup>. Los ERDP funcionan con una batería<sup>(4,8,14)</sup> y su correspondiente cargador<sup>(15)</sup>. Algunos ERDP incluyen una pantalla para ver la radiografía después de realizada una toma radiográfica con sensor digital<sup>(16)</sup>. Además, algunos ERDP disponen de un trípode, disparador a distancia o ambos, que pueden o no estar incluidos al comprar el equipo<sup>(5,6,17,18)</sup>.

### Características técnicas de los equipos radiográficos dentales portátiles

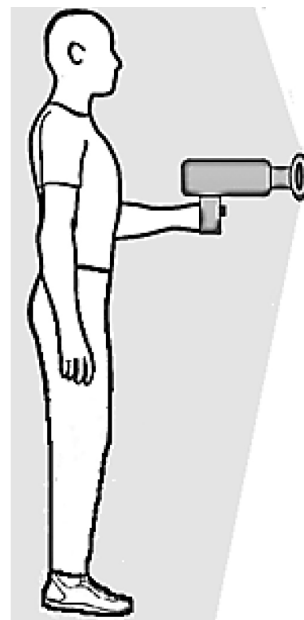
**Punto focal:** El punto focal en los ERDP varía de 0,1 a 0,8 mm<sup>(15,16,19)</sup>. Estos valores son comparables o incluso menores que en los equipos radiográficos fijos<sup>(20)</sup>.

**Kilovoltaje (kV):** El kV en los ERDP es de entre 50 y 70 kV<sup>(21,22)</sup>, el que es similar al de los equipos radiográficos fijos<sup>(9,17,20)</sup>.

**Miliamperaje (mA):** El mA en los ERDP es de entre 0,1 y 3 mA<sup>(9,21)</sup>, que es menor al de los equipos radiográficos fijos<sup>(5,20)</sup>.

**Tiempo de exposición:** Al operar con menor mA que los equipos radiográficos fijos el ERDP requiere de mayores tiempos de exposición que los equipos fijos<sup>(4,8,20)</sup>.

**Calidad de imagen:** La calidad de imagen con ERDP se evalúa mediante los mismos parámetros que los equipos radiográficos fijos<sup>(8,6)</sup>, tales como contraste, nitidez y presencia de artefactos, entre otros<sup>(23)</sup>. La calidad de imagen de las radiografías obtenidas con ERDP es comparable a la de los equipos radiográficos fijos<sup>(4,6,23)</sup>, no existiendo diferencias para el diagnóstico entre radiografías tomadas con equipos fijos y ERDP<sup>(4,6)</sup>. En caso de radiografías obtenidas con un ERDP con poca batería, la imagen puede ser de menor calidad<sup>(8,23)</sup>, por lo que se recomienda mantener cargada la batería y evitar su uso con batería baja<sup>(4,12)</sup>.



**Figura 4.** Esquema de operador sosteniendo un equipo radiográfico dental portátil a la distancia de un antebrazo del cuerpo, dentro del área de protección al operador (marcada en color gris) determinada por el blindaje externo de retrodispersión.

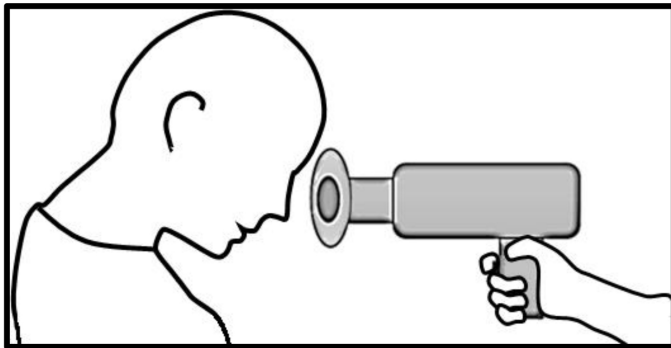
**Peso:** El peso de los ERDP se encuentra en un rango de entre 1,5 y 5,0 kg<sup>(8,22)</sup>.

**Distancia foco-piel:** Los ERDP pueden tener una distancia foco-piel de 10 cm hasta 20,5 cm<sup>(5,6)</sup>.

**Diámetro de colimación del cilindro:** La colimación circular de los ERDP se encuentra en un rango entre 60 y 65 mm<sup>(5,11,19)</sup>. Algunos ERDP incluyen colimación rectangular de 34 x 46 mm o 35 x 43 mm<sup>(5)</sup>.

### Instrucciones para el uso de equipos radiográficos dentales portátiles

En los ERDP, el operador debe sostener el equipo durante la exposición<sup>(9,10)</sup>. Esto, a diferencia de los equipos radiográficos fijos que permiten que el operador se distancie del equipo o se proteja tras un



**Figura 5.** Esquema de posición del paciente modificada para lograr angulación vertical de radiografía de sector anterosuperior con rayo central paralelo al piso.

biombo plomado para realizar la exposición radiográfica. Es importante considerar que el blindaje externo de retrodispersión determina un área de protección al operador (Figura 4) de tamaño suficiente para que el cuerpo completo del operador quede protegido<sup>(5)</sup>. Esta área de protección puede variar en forma y tamaño según la estatura del operador y el largo del brazo del operador<sup>(10)</sup>. Además, la forma de uso del ERDP en relación con la angulación vertical y posición en la que el operador lo sostiene son importantes para disminuir el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes<sup>(10)</sup>.

En relación con la angulación vertical, para un buen funcionamiento del blindaje externo de retrodispersión, la emisión del rayo central debe ser paralela al piso, es decir con una angulación vertical de 0 grados<sup>(4,10)</sup>. Así, para obtener la angulación vertical requerida para cada toma radiográfica, ésta debe conseguirse mediante la modificación de la posición del paciente (Figura 5) y no del equipo al momento de la toma radiográfica<sup>(14)</sup>. En ningún caso el operador debe modificar la angulación vertical del ERDP, ya que esto podría derivar en que parte del cuerpo del operador quede expuesta a radiación secundaria<sup>(10)</sup>. Por ejemplo, una angulación vertical perpendicular al piso puede duplicar o incluso triplicar la dosis recibida en las palmas de las manos<sup>(10)</sup>. Mantener el rayo central paralelo al piso puede causar dificultades del paciente para lograr la angulación vertical al tener que modificar la posición de su cabeza<sup>(5)</sup>. Las principales dificultades del paciente se dan para mayores angulaciones verticales y pacientes con cuellos cortos o poca movilidad<sup>(5)</sup>.

En relación con la posición en la que el operador sostiene el ERDP, se ha descrito que si lo hace a nivel de su mentón o pecho, las glándulas sali-

vales, mamarias y tiroides del operador recibirían mayor dosis de radiación que utilizando un equipo radiográfico fijo<sup>(9)</sup>. Para evitar irradiar glándulas salivales, mamarias y tiroides, se recomienda que el operador sostenga el equipo, con su blindaje de retrodispersión, a la distancia de un antebrazo del cuerpo (Figura 4)<sup>(5,10)</sup>.

### Recomendaciones asociadas a protección radiológica

a.- Protección para el paciente: se ha descrito que las dosis de radiación ionizante a pacientes pueden ser similares a las de los equipos radiográficos fijos con ERDP<sup>(6,20)</sup>. Sin embargo, estas dosis pueden ser mayores a lo permitido en caso de que el ERDP no posea componentes y/o características técnicas que brinden protección radiológica para el paciente<sup>(5,6)</sup>. La Academia Europea de Radiología Oral y Maxilofacial recomienda que los ERDP funcionen sobre 60 kV y tengan una distancia foco-piel de 20 cm para reducir la exposición a radiaciones ionizantes del paciente<sup>(5,8)</sup>. Además, para reducir la exposición a radiaciones ionizantes del paciente, la colimación circular debe tener un diámetro máximo de 63 mm<sup>(5)</sup>. Al igual que para los equipos radiográficos fijos, para los ERDP se recomienda el uso de posicionadores y colimación rectangular<sup>(4,5,6,8)</sup>.

Nunca deberían usarse tiempos de exposición mayores a un segundo debido a que la posibilidad de movimiento del paciente puede llevar a repetir tomas radiográficas<sup>(4,8,23,24)</sup> y por consiguiente un aumento de dosis de radiación para el paciente. Para reducir la exposición a radiaciones ionizantes del paciente con ERPD, solo deberían usarse películas con velocidades E-speed, F-speed o mayores, o receptores de imagen digital como sensores o placas de fósforo<sup>(4,8,23)</sup>.

También, para ERDP cuyo manejo se dificulte por un mayor peso del equipo, se recomienda el uso de un trípode para evitar generar movimiento durante la exposición y, por lo tanto, repetir tomas radiográficas<sup>(6,8,23)</sup>.

b.- Protección para el operador: debido a la imposibilidad de alejarse del ERDP durante la toma radiográfica, existe un mayor riesgo para el operador de exposición a radiaciones ionizantes<sup>(9,10,14)</sup>. Por esto, se debe seguir las instrucciones de uso del ERDP en relación con la angulación vertical y posición en que el operador lo sostiene<sup>(9)</sup>.

En relación con el blindaje, solo se debe usar equipos que cuenten tanto con blindaje interno como con blindaje externo de retrodispersión<sup>(8,18)</sup>. Además, debe usarse un cilindro que permita una distancia foco-piel de 20 cm para reducir las dosis de radiación recibidas por el operador<sup>(5,13)</sup>. Para mayor protección, es recomendable que el operador use protecciones adicionales como guantes plomados, delantal plomado y collar tiroideo<sup>(11,13,16)</sup>. Aunque ciertos autores plantean que no es necesario el uso de protección adicional<sup>(11,19)</sup>, otros plantean que el uso de protección adicional puede reducir la dosis recibida por el operador<sup>(17)</sup> de 3 a 4 veces en manos con el uso de guantes plomados<sup>(13)</sup>, y de 300 a 600 veces en cuerpo completo con el uso de delantal plomado y collar tiroideo<sup>(18)</sup>.

El Departamento de Salud Pública de Inglaterra recomienda la realización de dosimetría de cuerpo completo, de manera similar a lo usado con equipos fijos<sup>(5)</sup>. En el caso de sostener el ERDP con las manos durante la exposición radiográfica, esta institución recomienda también dosimetría de manos<sup>(8,12)</sup>. Además, el uso de películas con velocidades E-speed, F-speed o mayor o receptores de imagen digital ayuda a disminuir las dosis de radiación recibidas por el operador<sup>(8)</sup>.

c.- Protección para la población en general: se recomienda el uso del ERDP en un área restringida, es decir en la que se pueda evitar el acceso de terceros<sup>(5,10)</sup>. De no ser posible lo anterior, es requisito que cualquier persona ajena al personal especializado y el paciente, se ubique a una distancia de seguridad mínima de 1,5 metros<sup>(5,10,25)</sup>. De ser necesaria la asistencia de terceros para el paciente durante la toma radiográfica, quien asista debiera usar collar tiroideo y delantal plomado<sup>(8,17,25)</sup>.

d.- Protección en relación con el ERDP: se recomienda que cada seis meses se realice un chequeo de rutina del equipo<sup>(5)</sup>. Este chequeo es necesario para evaluar: advertencia auditiva de exposición a rayos X<sup>(24)</sup>, luces de encendido, apagado y exposición a rayos X del ERDP y condición física del ERDP como desgaste o daño a los blindajes de protección<sup>(5)</sup>. Además, anualmente se deberían realizar mantenencias preventivas<sup>(5,11,12)</sup>. Esta periodicidad es diferente a la de los equipos fijos, en que estas mantenencias se realizan cada tres años<sup>(5)</sup>, debido al menor potencial de riesgo de daño de los componentes de un equipo radiográfico fijo<sup>(11,12)</sup>.

Es recomendable que el ERDP tenga una llave o clave de activación en el panel de control, para evitar su uso no autorizado<sup>(4,5)</sup>. También se recomienda un apagado automático del equipo luego de determinado tiempo de no uso, para evitar exposiciones no intencionales<sup>(4,5)</sup>.

e.- Protección en relación con el almacenamiento del ERDP: el acceso a dicho equipo se debe limitar solo a personas autorizadas<sup>(12)</sup>. Los lugares ideales de almacenamiento son habitaciones, casilleros, gabinetes, entre otros, que se puedan cerrar con llave<sup>(8)</sup>. La batería debería ser removida y guardada separada del equipo cuando el equipo esté guardado<sup>(5)</sup>.

## DISCUSIÓN

La presente revisión analizó los componentes, características técnicas, forma de uso y recomendaciones de protección radiológica de los ERDP. Revisiones previas se han referido a algunos de estos temas, enfocándose principalmente a temas asociados a protección radiológica<sup>(15,22,24)</sup>. Si bien el 2017 una revisión evaluó los temas analizados en la presente revisión<sup>(4)</sup>, ésta fue en menor profundidad que la presente revisión.

Aunque los ERDP surgieron para uso militar<sup>(3,8)</sup>, su uso se ha masificado en clínicas dentales. Muchas veces el odontólogo no tiene conocimiento de los potenciales riesgos de exposición a radiaciones ionizantes con los ERDP<sup>(3,4)</sup>. Entidades internacionales han recomendado limitar el uso de los ERDP solo a situaciones en que el uso de un equipo radiográfico fijo sea impracticable<sup>(5,8)</sup>. Es decir, aquellas situaciones en que no sea posible que el paciente se traslade hacia el equipo radiográfico fijo<sup>(5)</sup>. Estas situaciones clínicas específicas corresponden a manejo de pacientes: bajo sedación o anestesia general, postrados, incapaces de asistir a un centro de salud por compromiso de su salud general o discapacidad que afecte su movilidad, en centros de detención en que se dificulte su transporte, en lugares remotos sin acceso a clínicas dentales como por ejemplo operaciones militares en el extranjero y en zonas rurales y aisladas sin clínicas dentales<sup>(4,5,6,8)</sup>. La recomendación de uso de los ERDP también se extiende a odontología forense, para identificación de individuos en desastres masivos o ausencia de equipos radiográficos fijos en el sector<sup>(8)</sup>.

Entre la gran cantidad de modelos de ERDP disponibles existe una amplia variación en el grado de protección contra radiaciones ionizantes al operador que éstos entregan <sup>(4,5)</sup>. Es incluso posible encontrar ERDP con escasa o nula protección al operador <sup>(5)</sup>. Ante la existencia de equipos con distintos grados de protección, es necesaria la existencia de certificaciones de equipos. Es por esto que autoridades internacionales, tales como la FDA (del inglés *Food and Drug Administration*), IEC (del inglés *International Electrotechnical Commission*), la CENELEC (del inglés *European Committee for Electrotechnical Standardization*) y la Comisión Europea, han certificado ciertos ERDP <sup>(3,8,14,26)</sup>. Los ERDP certificados presentan etiquetas distintivas de la entidad certificadora. Esta certificación garantiza que el ERDP tiene un adecuado blindaje externo de retrodispersión, adecuada filtración y colimación, que el ERDP emita una señal auditiva durante la exposición, que tenga un indicador claro de batería baja y opere entre 60 y 70 kV <sup>(24,27,28)</sup>. Aunque existen equipos que operan con 50 kV, lo que es aceptado por la legislación de algunos países <sup>(29)</sup>, la recomendación de la Comisión Europea y la Federación Dental Internacional es el uso de equipos, ya sean ERDP o equipos radiográficos fijos, que operen entre los 60 y 70 kV para reducir la dosis al paciente <sup>(29,30)</sup>. La regulación de los ERDP varía entre los distintos países, habiendo incluso países sin normativa en relación con seguridad y protección radiológica de dichos equipos <sup>(24)</sup>. En aquellos países sin normativa específica para ERDP, se sugiere que el interesado en adquirir uno de estos equipos, verifique que éste esté certificado por alguna de las entidades certificadoras mencionadas.

Se ha reportado que los ERDP certificados generan dosis de exposición a radiación ionizante anuales estimadas bajo la dosis límite permitida para el operador <sup>(5,10,15,25)</sup>. Es decir, los equipos certificados generan dosis por debajo de las que podrían generar efectos determinísticos. Aun así, al estar en contacto el operador con el ERDP durante la toma radiográfica, existe el riesgo de una mayor dosis para el operador <sup>(27)</sup>, aumentando así la posibilidad de causar efectos estocásticos por exposición a radiación ionizante <sup>(31,32)</sup>. Es posible encontrar equipos no certificados que exceden las dosis límite permitidas para el operador, con el riesgo de causar incluso efectos determinísticos, como quemaduras en manos <sup>(4,5,33,32)</sup>. Debido a esto, para un uso más seguro de los ERDP, se

sugiere el uso de un trípode y disparador a distancia, y que el operador se ubique a una distancia de al menos 1,5 metros del tubo de rayos X o detrás de un biombo plomado <sup>(5,6,9)</sup>. En otras palabras, la forma más segura de uso de un ERDP sería usándolo de forma similar a un equipo radiográfico fijo. Pese a esta recomendación, existen muchos ERDP en el mercado que no incluyen o no disponen de un trípode, disparador a distancia o incluso blindaje externo de retrodispersión <sup>(6,12)</sup>.

Muchos ERDP no permiten una distancia foco-piel de 20 cm para reducir las dosis de radiación para el operador y paciente <sup>(13)</sup>. Es importante destacar que esta distancia foco-piel recomendada generalmente no se cumple al usar el ERDP con cilindro corto <sup>(5,13)</sup>. También es importante considerar que muchos ERDP no cuentan con colimación rectangular <sup>(5)</sup>, la que permite reducir la dosis al paciente en más del 60% en cada toma radiográfica <sup>(29)</sup>. Así mismo, el uso de posicionadores no siempre es posible ya que en algunos ERDP el blindaje externo de retrodispersión se interpone con el posicionador, aumentando la distancia foco-piel más allá de lo recomendado <sup>(8)</sup>. Para evitar la interposición entre el blindaje externo de retrodispersión y el posicionador existen posicionadores modificados con un brazo metálico más corto <sup>(14)</sup>.

En relación con la angulación vertical, un estudio usó ERDP con 10 grados de angulación vertical y encontró dosis recibidas por el operador mayores que con equipos radiográficos fijos <sup>(9)</sup>. Esto implica que cambios leves en la angulación vertical aumentarían los riesgos de exposición a radiación ionizante del operador <sup>(4,6,13)</sup>.

En la literatura existe un desacuerdo en cuanto a la seguridad de los ERDP en relación con la dosis de exposición a radiaciones ionizantes recibida por el operador <sup>(9,10,11,17-21)</sup>. La mayoría de los estudios plantean que el uso de ERDP es seguro para el operador ya que la dosis generada es menor a la dosis límite permitida <sup>(10,11,17-21)</sup>. Un estudio incluso describe que la dosis es mayor con equipos radiográficos fijos que con ERDP <sup>(19)</sup>. Sin embargo, debido a la metodología de dicho estudio, es imposible determinar si este resultado se debe al cambio de uso de equipos radiográficos fijos a ERDP o a otros factores no estudiados como el cambio de películas D-speed a sensores digitales. No obstante, la mayoría de estos estudios comparó las dosis generadas por los ERDP solamente con la dosis límite permitida <sup>(6,10,18,20)</sup>.

De hecho, uno de estos estudios describe que las dosis con ERDP no superan la dosis límite permitida, pero al mismo tiempo muestra que la dosis en cuerpo completo recibida por el operador al no usar delantal plomado ni collar tiroideo puede aumentar de 300 a 600 veces<sup>(18)</sup>. Este estudio fue realizado con un equipo no certificado, sin blindaje externo de retrodispersión y utilizando angulaciones verticales mayores a 0 grados, es decir sin cumplir con las recomendaciones de protección radiológica descritas en la presente revisión. Recientemente se evaluó cinco ERDP distintos, determinando que la dosis al operador es mayor con ERDP que con equipos radiográficos fijos<sup>(9)</sup>. Es difícil comparar los resultados de estas investigaciones debido a las distintas metodologías y ERDP usados, por lo tanto, no es posible llegar a un consenso respecto de la seguridad para el operador que otorgan estos equipos. Ante esto, es recomendable usar los ERDP siguiendo las instrucciones del fabricante, y recomendaciones de protección radiológica descritas en la presente revisión.

La presente revisión narrativa aporta información actualizada sobre componentes, características técnicas, forma de uso y recomendaciones de protección radiológica de los ERDP, aportando a su uso racional y seguro.

## CONCLUSIONES:

Los ERDP no debieran ser considerados como un reemplazo de los equipos radiográficos fijos y su uso debería ser restringido a situaciones en que sea imposible el uso de equipos radiográficos fijos. De ser utilizados, se debe adquirir un equipo con certificación, y respetar estrictamente las instrucciones de uso y recomendaciones de protección radiológica para minimizar la exposición a radiaciones ionizantes tanto para el paciente como el operador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Swati J, Basavaraj P, Sowmya AR, Ashish S, Shilpi S, Hansa K et al. Portable dental radiographic machines – A Systematic Review. *J Orofac Health Sci* 2013; 4:53-60.
2. Coy J. Hand-held dental X-ray (HDX) with medical collimator: use in casualty radiology. *Mil Med* 1996; 161:428-31.
3. Ramesh DN, Wale M, Thriveni R, Byatnal A. Hand-held X-ray device: A review. *J Indian Acad Oral Med Radiol* 2018; 30:153-7.
4. Drage N. Hand-held dental x-ray equipment—an update. *Dent Update* 2017; 44:146-50.

5. Gulson AD, Holroyd JR. Guidance on the safe use of hand-held dental X-ray equipment [citado el 9 de dic. 2019]. [https://www.phe-protectionsservices.org.uk/cms/assets/gfx/content/resource\\_3588csc2964caac0.pdf](https://www.phe-protectionsservices.org.uk/cms/assets/gfx/content/resource_3588csc2964caac0.pdf)
6. Pittayapat P, Oliveira-Santos C, Thevissen P, Michielsen K, Bergans N, Willems G et al. Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units. *Forensic Sci Int* 2010; 201:112-17.
7. Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin* 2010; 135:507-11.
8. Berkhout WE, Suomalainen A, Brüllmann D, Jacobs R, Horner K, Stamatakis HC. Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of Dentomaxillofacial Radiology (EADMFR). *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44:20140343.
9. Smith R, Tremblay R, Wardlaw GM. Evaluation of stray radiation to the operator for five hand-held dental X-ray devices. *Dentomaxillofac Radiol* 2019; 48:20180301.
10. Makdissi J, Pawar R, Johnson B, Chong BS. The effects of device position on the operator's radiation dose when using a handheld portable X-ray device. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 45:20150245.
11. McGiff TJ, Danforth RA, Herschaft EE. Maintaining radiation exposures as low as reasonably achievable (ALARA) for dental personnel operating portable hand-held x-ray equipment. *Health Phys* 2012; 103:179-85.
12. Kim EK. Effect of the amount of battery charge on tube voltage in different hand-held dental x-ray systems. *Imaging Sci Dent* 2012; 42:1-4.
13. Cho JY, Han WJ. The reduction methods of operator's radiation dose for portable dental X-ray machines. *Restor Dent Endod* 2012; 37:160-64.
14. Hoogeveen RC, Meertens BR, Berkhout WE. Precision of aiming with a portable X-ray device (Nomad Pro 2) compared to a wall-mounted device in intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2019; 48:20180221.
15. Potrakhov N, Potrakhov Y. Portable X-ray diagnostic devices for dentistry. *Biomed Eng* 2017; 50:406-9.
16. Ulusu T, Bodur H, Odaba M. In vitro comparison of digital and conventional bitewing radiographs for the detection of approximal caries in primary teeth exposed and viewed by a new wireless handheld unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2010; 39:91-4.
17. Rottke D, Gohlke L, Schrödel R, Hassfeld S, Schulze D. Operator safety during the acquisition of intraoral images with a handheld and portable X-ray device. *Dentomaxillofac Radiol* 2018; 47:20160410.
18. Hosseini Pooya SM, Hafezi L, Manafi F, Talaeipour AR. Assessment of the radiological safety of a Genoray portable dental X-ray unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44:20140255.
19. Gray J, Bailey E, Ludlow J. Dental staff doses with handheld dental intraoral x-ray units. *Health Phys* 2012; 102:137-42.
20. Zenóbio EG, Zenóbio MA, Azevedo CD, Nogueira MD, Almeida CD, Manzi FR. Assessment of image quality and exposure parameters of an intraoral portable X-rays device. *Dentomaxillofac Radiol* 2019; 48:20180329.
21. Potrakhov E. Radiation load exerted by the PARDUS



- portable dental x-ray apparatuses. *Biomed Eng* 2013; 46:209-11.
22. Potrakhov N, Potrakhov E, Gryaznov A, Vasilyev A, Balitsky N, Boychak D. Portable X-ray apparatuses for dentistry and maxillofacial surgery. *Biomed Eng* 2013; 46:183-85.
  23. Pittayapat P, Thevissen P, Fieuws S, Jacobs R, Willems G. Forensic oral imaging quality of hand-held dental X-ray devices: comparison of two image receptors and two devices. *Forensic Sci Int* 2010; 194:20-27.
  24. Mahdian M, Pakchoian AJ, Dagdeviren D, Alzahrani A, Jalali E, Tadinada A et al. Using hand-held dental x-ray devices: ensuring safety for patients and operators. *JADA* 2014; 145:1130-32.
  25. Ohtani M, Oshima T, Mimasaka S. Extra-oral dental radiography for disaster victims using a flat panel X-ray detector and a hand-held X-ray generator. *J Forensic Odontomatol* 2017; 35:28-34.
  26. Department of Health of Washington State. Handheld X-Ray Equipment [citado el 9 de dic. 2019] <https://www.doh.wa.gov/CommunityandEnvironment/Radiation/XRay/XRayEquipmentRegistration/HandheldXRayEquipment>
  27. U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health. Radiation safety considerations for X-ray equipment designed for hand-held use [citado el 9 de dic. 2019]. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/radiation-safety-considerations-x-ray-equipment-designed-hand-held-use>
  28. Electronic Code of Federal Regulations (e-CFR). Title 21 Food and Drugs, Performance Standards for Ionizing Radiation Emitting Products [citado el 9 de dic. 2019]. [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=31f45c-19fb325607eb00c4e2a26e2b25&mc=true&node=se21.8.1020\\_130&rgn=div8](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=31f45c-19fb325607eb00c4e2a26e2b25&mc=true&node=se21.8.1020_130&rgn=div8)
  29. European Commission. European guidelines on radiation protection in dental radiology: The safe use of radiographs in dental practice, Issue 136 [citado el 9 de dic. 2019]. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>
  30. World Dental Federation. FDI policy statement on radiation safety in dentistry. *Int Dent J* 2014; 64:289-90.
  31. Streffer C. The ICRP 2007 recommendations. *Radiat Prot Dosimetry* 2007; 127:2-7.
  32. International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103 [citado el 9 de dic. 2019]. [http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_Publication\\_103-Annals\\_of\\_the\\_ICRP\\_P\\_37\(2-4\)-Free\\_extract.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_P_37(2-4)-Free_extract.pdf)
  33. Sansare K, Khanna V, Karjodkar F. Early victims of X-rays: a tribute and current perception. *Dentomaxillofacial Radiology* 2011; 40:123-5.

#### DIRECCIÓN DE CONTACTO:

Alejandro Hidalgo Rivas  
 Programa de Especialización en Imagenología  
 Oral y Maxilofacial  
 Universidad de Talca  
 Campus Talca, Avenida Lircay S/N  
 Talca, Chile  
 Teléfono +56-71-2200476  
 Correo electrónico: ahidalgo@utalca.cl