



## Recomendaciones de la Sociedad de Radiología Oral y Máxilo Facial de Chile para el uso de equipos radiográficos portátiles de mano en odontología

Sociedad de Radiología Oral y Máxilo Facial de Chile

### INTRODUCCIÓN

Los equipos radiográficos portátiles de mano (**ERPM**) surgen para uso en medicina y odontología militar el año 1921<sup>1,2</sup>. Estos equipos son de utilidad al ser inalámbricos con el uso de baterías, y transportables por mano<sup>3</sup>. En la actualidad, su uso se extiende principalmente a medicina veterinaria<sup>2,4</sup> y odontología<sup>1,5</sup>.

Existen dos tipos de ERPM según su diseño, uno se asemeja físicamente a una lámpara de fotocurado, secador de pelo o pistola<sup>6,7</sup> y el otro a una cámara fotográfica digital<sup>8</sup>. Para ambos tipos, el dispositivo de disparo está directamente en el ERPM<sup>6,7</sup>, diferenciándolos de los equipos radiográficos fijos (**ERF**), en los que el operador puede distanciarse del equipo o protegerse tras un biombo plomado para realizar la exposición radiográfica<sup>9</sup>. En cambio, con los ERPM la exposición se realiza sosteniéndolo con las manos<sup>3,10</sup>.

En la actualidad existe una amplia variedad de modelos disponibles en el mercado, y a distintos precios<sup>6,11</sup>. Es importante que el odontólogo interesado en adquirir o usar un ERPM esté consciente de los potenciales riesgos de exposición a radiaciones ionizantes que conlleva el uso del mismo<sup>9,12</sup>. Además, actualmente en Chile no existe normativa en relación con seguridad y protección radiológica para los ERPM<sup>13</sup>. Es entonces fundamental que el odontólogo tenga los conocimientos necesarios para utilizar de forma racional los ERPM.

El presente documento constituye las recomendaciones de la Sociedad de Radiología Oral y Máxilo Facial de Chile para el uso seguro de equipos radiográficos portátiles de mano en odontología.

### INDICACIONES

Debido a los potenciales riesgos de exposición a radiaciones ionizantes para el operador con ERPM, entidades internacionales recomiendan que su uso se limite a situaciones en que sea impracticable el uso de un equipo radiográfico fijo o móvil<sup>1,12,14,15</sup>. Estas situaciones clínicas corresponden a la imposibilidad de trasladar al paciente hacia el equipo radiográfico fijo<sup>14</sup>, es decir<sup>1,12,14,15</sup>:

- I. Pacientes bajo sedación o anestesia general, en caso de no haber un equipo móvil disponible.
- II. Pacientes postrados, a menos que requieran de traslado a un centro hospitalario.
- III. Pacientes incapaces de asistir a un centro de salud por compromiso de su salud general o discapacidad que afecte su movilidad.
- IV. Pacientes en centros de detención, en que se dificulte su transporte.
- V. Pacientes en lugares remotos sin acceso a clínicas dentales, como por ejemplo operaciones militares en el extranjero.
- VI. Pacientes en zonas rurales, aisladas sin clínicas dentales.
- VII. En odontología forense, para identificación de víctimas en desastres masivos, o lugares sin acceso a ERF.

Es necesario resaltar el concepto de "impracticable", ya que, en varias de las situaciones descritas anteriormente, podría ser practicable contar con un equipo radiográfico fijo o móvil.

### COMPONENTES

Los componentes de los ERPM son los mismos para ambos tipos, ya sea tipo cámara fotográfica digital o pistola<sup>16</sup>. Al ser inalámbricos los ERPM funcionan con una batería<sup>3,6,17</sup>,

y su correspondiente cargador<sup>18</sup>. Algunos ERPM también incluyen una pantalla que permite ver la radiografía directamente en el ERPM después de realizada la toma radiográfica con sensor digital<sup>19</sup>.

En los ERPM el tubo de rayos X es de menor tamaño que el de los ERF, y es contenido por una carcasa, debiendo tener un blindaje interno plomado que proteja al operador de la radiación de fuga, ya que la exposición del operador a esta última es inevitable al sostenerlo el ERPM por mano<sup>8,20,21</sup>. Este blindaje interno debe ser suficiente para que la exposición a radiación ionizante en manos no supere la dosis límite anual permitida para el operador<sup>12,14,22</sup>. Un estudio comparó cinco ERPM con tres ERF y determinó que las dosis recibidas por el operador a un centímetro del ERPM, aunque bajas, son similares a las dosis recibidas con un ERF, por lo que sería recomendable, al igual que para los ERF, distanciarse de los ERPM durante la toma radiográfica<sup>22</sup>. Además, a diferencia de los ERF, para los ERPM es necesario también un blindaje externo de retrodispersión (Figura 1) cuyo fin es proteger al operador de la radiación secundaria<sup>1,7,11</sup>. Este blindaje externo de retrodispersión corresponde a un disco de acrílico plomado<sup>10,20</sup> que debe tener un diámetro mínimo de 15,2 cm y un espesor de al menos 0,25 mm de equivalente a plomo<sup>1,23</sup>. Dicho blindaje puede ser fijo, removible<sup>1,11</sup>, venderse por separado<sup>8</sup>, o incluso no estar disponible para algunos ERPM<sup>3,24</sup>.

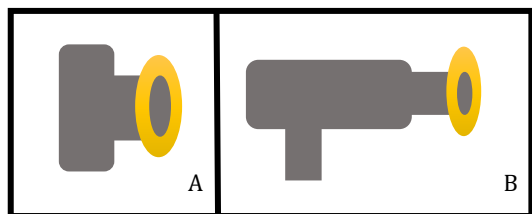


Figura 1: Esquema de un equipo radiográfico portátil con blindaje externo de retrodispersión (indicado en color amarillo). A) Equipo radiográfico portátil que asemeja una cámara fotográfica digital. B) Equipo radiográfico portátil que asemeja una pistola. Adaptado de Zapata, 2021.

Los ERPM, al igual que los ERF, deben tener un filtro de aluminio de un espesor mínimo de 1,5 mm, para minimizar la exposición a radiación ionizante para el paciente<sup>1</sup>. Los ERPM, también tienen un cilindro que puede ser plomado<sup>25,26</sup> y cuya longitud puede variar desde un cilindro corto de 6 cm hasta uno largo de 14 cm<sup>27</sup>. Algunos ERPM disponen también de un trípode, disparador a distancia o ambos, aunque estos elementos pueden no estar incluidos al comprar el equipo<sup>24,28,29</sup>.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Muchas características técnicas de los ERPM se asemejan a las de los ERF. El kilovoltaje (kV), diámetro de colimación circular o rectangular, distancia foco-piel y punto focal son comparables con los de los ERF<sup>7,19,30</sup>. Sin embargo, existen ERPM con un punto focal y distancia foco-piel menores a los de los ERF<sup>22,30</sup>. A pesar de que los valores de kV de los ERPM son comparables con los ERF, en los ERPM el kV puede disminuir al disminuir la carga de su batería<sup>8,31</sup>, a diferencia de los ERF en que el kV es estable<sup>23</sup>. De hecho, se ha descrito que a menor carga de batería, el kV puede disminuir hasta en un 10,6%, por lo que no es recomendable el uso del ERPM con poca carga de batería<sup>6,23,24</sup>.

Los ERPM se diferencian de los ERF en su miliamperaje (mA) siendo este menor en los ERPM<sup>15,30</sup>, lo que conlleva a tiempos de exposición mayores a los usados con ERF<sup>1,2,8</sup>. Además, podría haber diferencias de hasta un 10,5% entre el tiempo de exposición descrito por el fabricante y el tiempo real de exposición al momento de la toma radiográfica con el ERPM<sup>24</sup>.

En relación con la calidad de imagen, esta se evalúa usando los mismos parámetros que para ERF<sup>1,26</sup>, es decir nitidez, contraste, presencia de artefactos, entre otros<sup>32,33</sup>. La calidad de imagen de radiografías obtenidas con ERPM es comparable a la lograda con ERF<sup>2,16</sup>, teniendo ambas el mismo valor diagnóstico<sup>6,24</sup>. Aunque, a diferencia de los ERF, en los ERPM una baja carga de la batería puede producir radiografías de menor calidad<sup>1,32</sup>. Ante esto, es recomendable mantener cargada la batería y evitar el uso de ERPM con batería baja<sup>6,23</sup>.

Otra característica técnica importante en los ERPM es su peso. Esto, debido a que al sostenerse en las manos durante la toma radiográfica, su manejo podría dificultarse o el operador fatigarse con un ERPM de mayor peso<sup>12,32</sup>. Lo anterior podría conllevar a repeticiones de la toma radiográfica por falta de calidad diagnóstica debido al movimiento de ERPM<sup>1,12</sup>. Aún con ERPM más livianos, después de un uso prolongado, habrá fatiga del operador que, al igual que con ERPM de mayor peso, podría conllevar a repeticiones de la toma radiográfica<sup>3,12</sup>. Se pueden encontrar ERPM con un peso que va desde 1,5 hasta 5,0 kg<sup>1,5</sup>. Si bien un equipo liviano sería más fácil de usar, es posible que un menor peso del ERPM implique menos componentes plomados.

## INSTRUCCIONES DE USO

El correcto uso del ERPM permite limitar la dosis de radiación a la que está expuesto el operador <sup>12,34</sup>. Es importante que el operador de un ERPM lo use siempre con su blindaje externo de retrodispersión en correcta posición, es decir a un centímetro del extremo del cilindro <sup>6,11,23</sup>. Este blindaje determina un área de protección en que el cuerpo completo del operador queda protegido <sup>12,14</sup>. La forma y tamaño de esta área de protección varía dependiendo de la estatura y largo del brazo del operador <sup>10</sup>. Esta área también puede variar dependiendo de la forma de uso del ERPM en relación con la angulación vertical y posición en la que el operador lo sostiene <sup>11,12</sup>. Como la forma de uso del ERPM es la única variable modificable, la angulación vertical y posición en la que el operador sostiene el ERPM son fundamentales para disminuir el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes para el operador <sup>10,12</sup>.

Para un buen funcionamiento del blindaje externo de retrodispersión es necesario:

- Angulación vertical de 0 grados, es decir emisión del rayo central paralela al piso (Figura 2) <sup>6,10,11</sup>. Para obtener esta angulación vertical, al momento de la toma radiográfica debe modificarse la posición del paciente y no del ERPM <sup>17</sup>. Si la angulación vertical es distinta de 0 grados, parte del cuerpo del operador podría exponerse a radiación secundaria <sup>10,11</sup>. De hecho, un estudio usó cinco ERPM con 10 grados de angulación vertical y las dosis recibidas por el operador fueron mayores que con una angulación de 0 grados <sup>7</sup>. Es decir, cambios leves en la angulación vertical aumentarían el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes del operador <sup>6,27,29</sup>. Se ha descrito además que una angulación vertical perpendicular al piso puede duplicar o incluso triplicar la dosis recibida en las palmas de las manos del operador <sup>10</sup>.
- Operador sostenga el ERPM en posición a la distancia de un antebrazo del cuerpo (Figura 3) <sup>10,14</sup>. Se ha descrito que si el operador sostiene el ERPM próximo a su mentón o pecho, las glándulas salivales, tiroides y mamas del operador recibirían dosis de radiación hasta 8 veces mayores que sosteniendo el ERPM de forma correcta <sup>7,29</sup>.

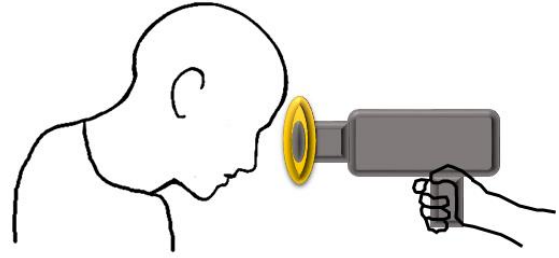


Figura 2: Esquema que muestra modificación en posición del paciente para lograr la angulación vertical requerida para una radiografía de sector antero-superior manteniendo el rayo central paralelo al piso. Adaptado de Zapata, 2021.

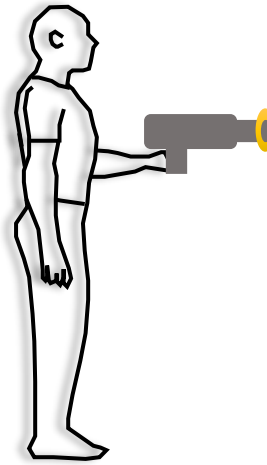


Figura 3: Esquema de operador sosteniendo el equipo radiográfico portátil a la distancia de un antebrazo del cuerpo. Adaptado de Zapata, 2021.

Se ha descrito que la radiación secundaria sería 5 veces mayor en un ERPM sin blindaje de retrodispersión en comparación a un ERF <sup>22</sup>. El uso del ERPM con blindaje de retrodispersión puede reducir en hasta un 85% la dosis recibida por el operador en manos y en alrededor de un 68% en ojos <sup>8</sup>. Pese a la importancia del blindaje externo de retrodispersión, su uso puede dificultar ciertas técnicas radiográficas, tal es el caso de las radiografías oclusales, en las que el blindaje externo interfiere en el correcto posicionamiento del cilindro <sup>6</sup>. En base a lo anterior puede inferirse que el modo más conveniente de uso sería distanciarse del ERPM durante la toma radiográfica, al igual que con ERF.

## ELECCIÓN DEL EQUIPO

Entre la gran variedad de ERPM disponibles en el mercado, el grado de protección contra radiaciones ionizantes que éstos entregan puede variar <sup>12,14,22</sup>. Incluso existen ERPM con escasa o nula protección al operador <sup>3,8,14</sup>. Ante esto, es recomendable que el odontólogo

interesado en adquirir un ERPМ, elija un modelo certificado por autoridades internacionales como la FDA (del inglés *Food and Drug Administration*), IEC (del inglés *International Electrotechnical Commission*), CENELEC (del inglés *European Committee for Electrotechnical Standardization*) y Comisión Europea <sup>1,12,15,35</sup>. Algunos de estos ERPМ certificados se encuentran listados en la página web oficial de la FDA <sup>36</sup>. También se pueden reconocer los ERPМ certificados por la presencia de etiquetas distintivas de la entidad certificadora en el mismo ERPМ <sup>4,37</sup>. La certificación garantiza que el ERPМ <sup>12,36,37</sup>:

- Emita una señal auditiva durante la exposición.
- Tenga un adecuado blindaje interno y externo de retrodispersión.
- Tenga una adecuada colimación del cilindro, ya sea circular o rectangular.
- Tenga suficiente filtración de aluminio.
- Tenga un indicador de batería baja <sup>23</sup>.
- Opere entre 60 y 70 kV.

Los ERPМ certificados generarían dosis de exposición a radiaciones ionizantes estimadas bajo el límite permitido para el operador <sup>14,19,38</sup>, evitando así los efectos determinísticos <sup>39,40</sup>. Sin embargo, ante la imposibilidad de alejarse del ERPМ durante la toma radiográfica, existe un mayor riesgo para el operador de sufrir efectos estocásticos por exposición repetida a radiaciones ionizantes en bajas dosis <sup>39,40</sup>. También es posible encontrar equipos no certificados que excedan incluso las dosis límite permitidas para el operador con el riesgo de causar efectos determinísticos como quemaduras en manos <sup>9,40,41</sup>. Un estudio comparó dosis de exposición a radiaciones ionizantes anual recibida por un operador usando un ERPМ certificado y un ERPМ no certificado, encontrando dosis 240 veces mayores a la dosis límite en manos con un ERPМ no certificado <sup>4</sup>. Esto implicaría que para evitar superar la dosis límite, un operador podría tomar alrededor de 1 radiografía al mes como máximo <sup>4</sup>.

Si bien se ha descrito que las dosis podrían ser de 300 a 1000 veces menores a la dosis límite anual para el operador con el uso de un ERPМ certificado, aún así, estas dosis son mayores a cero <sup>4,29</sup>. Frente a esto, es importante considerar que las dosis de exposición a radiaciones ionizantes para el operador con el uso de ERF, cumpliendo las recomendaciones de protección radiológica, sería de cero <sup>7,25</sup>.

Debe considerarse que los ERPМ certificados, a pesar del ahorro en instalación y acondicionamiento del espacio físico, suelen tener un costo elevado, por lo que es posible

que el odontólogo sin conocimiento de sus diferencias elija un equipo de bajo costo con menor protección <sup>12,26</sup>.

### **MANTENCIÓN DEL ERPМ**

Deben realizarse mantenencias preventivas anuales a los ERPМ <sup>14,20</sup>, debido al mayor riesgo de daño a sus componentes <sup>20,23</sup> y la corta vida útil de su batería <sup>23</sup>. Esto, a diferencia de los ERF en que las mantenencias se realizan cada tres años <sup>14</sup>. Además, para una adecuada mantención del ERPМ, la recomendación es realizar chequeos de rutina semestralmente para evaluar <sup>4,14</sup>:

- Advertencia auditiva y luz de exposición a rayos X del ERPМ.
- Luces de encendido y apagado del ERPМ.
- Condición física del ERPМ, como desgaste o daño a los blindajes de protección.

### **ALMACENAMIENTO DEL ERPМ**

El ERPМ debe guardarse en un sitio seco, frío, sin luz solar directa <sup>26</sup>, que permita su cierre con llave, tal como habitaciones, casilleros y gabinetes, entre otros <sup>1,34</sup>, para limitar así el acceso solamente a personas autorizadas <sup>12,23</sup>. Además, se recomienda que el ERPМ tenga una llave o clave de activación en el panel de control para evitar usos no autorizados <sup>3,6</sup>.

Al momento de guardar el ERPМ, la batería debería ser removida <sup>6,34</sup>. Para evitar exposiciones no intencionales, es recomendable que el ERPМ tenga un apagado automático posterior a un lapso de no uso, disponible en la mayoría de los ERPМ <sup>12,14</sup>.

### **RECOMENDACIONES ASOCIADAS A PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

Actualmente en Chile no existen recomendaciones específicas para el uso de ERPМ <sup>13</sup>, aun así, existen recomendaciones publicadas en la literatura <sup>20,28</sup> y recomendaciones de entidades internacionales <sup>1,14,15</sup>.

#### **Protección para el operador**

Actualmente existe desacuerdo en cuanto al grado de seguridad respecto a la dosis de exposición a radiaciones ionizantes para el operador que otorgan los ERPМ <sup>7,10,20,25,28,29,42</sup>. Si bien la mayoría de los estudios plantean que el uso de ERPМ es seguro para el operador, estos estudios comparan la dosis generada solamente con la dosis límite permitida <sup>6,8,10,20,24,28,30,42,43,44</sup>, no cumpliendo así con el principio ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*) de mantener las dosis tan bajas como sea

posible <sup>11,26,29</sup>. Es importante considerar que la dosis límite no es el ideal para el operador, si no que el ideal sería nula dosis, lo que es posible con ERF <sup>7,33</sup>. Dos estudios evaluaron cinco ERPM distintos con sus respectivos blindajes externos de retrodispersión y determinaron que la dosis al operador es mayor - alrededor del doble- con ERPM en comparación con ERF <sup>7,45</sup>. Otro estudio comparó cinco ERPM y tres ERF y determinó que la dosis de radiación secundaria podría ser hasta 5 veces mayor con un ERPM <sup>22</sup>. Además, se ha descrito que la radiación de fuga recibida por las manos del operador al sostener el equipo por mano, sería similar entre ERPM y ERF; e incluso entre ERPM certificados y no certificados <sup>22</sup>. Esto apunta en dirección a la necesidad de operar los ERPM a distancia, al igual que un ERF.

Entonces, para reducir las dosis de radiación recibidas por el operador, científicos y entidades internacionales como el Departamento de Salud Pública de Inglaterra y la Academia Europea de Radiología Oral y Maxilofacial recomiendan:

- I. Seguir las instrucciones de uso del ERPM en relación con la angulación vertical y posición en que el operador lo sostiene <sup>7,12</sup>.
- II. Usar solo ERPM que cuenten con blindaje externo de retrodispersión, que permite reducir hasta 10 veces la dosis de radiación para el operador <sup>12,20,30</sup> y blindaje interno <sup>1,12,29</sup>.
- III. Usar un cilindro que permita una distancia foco-piel de 20 cm, distancia que muchas veces no se cumple al usar un ERPM con cilindro corto <sup>14,27</sup>. Se ha descrito que la dosis para el operador podría casi duplicarse con el uso de un cono corto que no permite la distancia foco-piel de 20 cm <sup>27</sup>.
- IV. Usar las películas radiográficas de mayor velocidad disponibles en el mercado E-speed, F-speed o mayor, o receptores de imagen digital tales como sensores digitales directos o indirectos <sup>1,5,26</sup>.
- V. Usar un trípode y disparador a distancia, y que el operador se ubique al menos a 1,5 mts del tubo de rayos X o detrás de un biombo plomado <sup>7,14,24</sup>. Sin embargo, en el mercado actual muchos ERPM no disponen o no incluyen al momento de la adquisición un trípode, disparador a distancia o incluso blindaje externo de retrodispersión <sup>23,24</sup>.
- VI. Uso de protecciones adicionales para el operador, tales como guantes plomados, delantal plomado y collar tiroideo <sup>20,27,31,46</sup>. El uso de guantes plomados podría reducir la dosis recibida por el operador de 3 a 4 veces en manos <sup>27</sup>. Un estudio realizado con un ERPM no

certificado, sin blindaje externo de retrodispersión y utilizando angulaciones verticales mayores a 0 grados, determinó que la dosis recibida por el operador puede disminuir de 300 a 600 veces utilizando delantal plomado y collar tiroideo <sup>29</sup>.

En relación con la dosimetría, para el operador que use ERPM, el Departamento de Salud Pública de Inglaterra recomienda, del mismo modo que con ERF, la dosimetría de cuerpo completo <sup>14</sup>. Esta institución recomienda también la realización de dosimetría de manos siempre que el operador sostenga el ERPM en las mismas durante la exposición radiográfica <sup>1,11,23</sup>.

En las recomendaciones del Consejo Nacional de Protección Radiológica y Medidas de Estados Unidos (*National Council on Radiation Protection and Measurements*, NCRP) se describe que el uso de ERPM no aprobados por la FDA es riesgoso. Aunque se describe también que el blindaje interno y externo de los ERPM aprobados por la FDA y su correcto uso según las instrucciones del fabricante proporcionarían protección suficiente para mitigar los riesgos tradicionales con relación a radiaciones ionizantes asociados a sostener el ERPM en las manos durante la toma radiográfica. Por la misma razón no se recomienda protección adicional para el operador, esta conclusión se basa en los estudios de Danforth et al 2009, Goren et al 2008 y Gray et al 2012. Frente a esto es importante aclarar que en sus estudios Goren et al y Danforth et al se refieren solo a un ERPM en particular, el NOMAD, además describen que a pesar de haber una leve mayor dosis en comparación con los ERF, esta está por debajo de la dosis límite permitida, no cumpliendo con el principio ALARA. En cambio, Gray et al describen que la dosis para el operador es mayor con ERF en comparación a los ERPM, pero la metodología del estudio no permite determinar si dicho resultado se debe al cambio de uso de ERF a ERPM, o a factores no estudiados como por ejemplo el cambio de películas D-speed a sensores digitales.

Las recomendaciones de la Asociación Dental Americana (ADA) postulan que, según estudios, los ERPM no presentan mayores riesgos de radiación para el paciente y operador, por lo que no serían necesarias medidas de protección adicionales al seguir sus instrucciones de uso. Solo en caso de no usar el blindaje externo de retrodispersión se recomienda que el operador utilice un delantal plomado. Sin embargo, dicho documento no expone en que estudios basa esta conclusión.

El presente documento coincide con las recomendaciones publicadas por el Departamento de Salud Pública de Inglaterra y la Academia Europea de Radiología Oral y

Maxilofacial que siguen una línea más conservadora de protección al operador buscando una exposición a radiación nula para el mismo.

### **Protección para el paciente**

Las dosis de radiación ionizante para el paciente podrían ser similares entre ERPM y ERF <sup>24,30</sup>. Sin embargo, estas dosis podrían ser mayores a lo permitido en caso de usar un ERPM no certificado que no cumpla con las características necesarias para brindar protección radiológica al paciente <sup>4,14,24</sup>. Ante esto, para reducir la exposición para el paciente, científicos y entidades internacionales como el Departamento de Salud Pública de Inglaterra y la Academia Europea de Radiología Oral y Maxilofacial recomiendan:

- I. Que los ERPM funcionen entre 60 y 70 kV <sup>1,47,48</sup>.
- II. Que los ERPM tengan una distancia foco-piel de 20 cm <sup>1,14</sup>.
- III. Es recomendable el uso de posicionadores <sup>1</sup>. Esto no siempre es posible debido a que el blindaje externo de retrodispersión de algunos ERPM se interpone con el posicionador pudiendo aumentar la distancia foco-piel por sobre lo recomendado <sup>1</sup>. Como solución, existen posicionadores modificados con un brazo metálico más corto que evita la interposición entre el blindaje externo de retrodispersión y el posicionador <sup>17</sup>.
- IV. Usar colimación rectangular <sup>3,12,14</sup> menor a 40 x 50 mm <sup>1,6</sup>, que reduce la dosis al paciente en más del 60% para cada toma radiográfica <sup>47</sup>. Aun así, muchos ERPM no cuentan con colimación rectangular <sup>14</sup>.
  - I. De usar colimación circular, esta debe tener un diámetro máximo de 63 mm <sup>14</sup>.
  - II. Es recomendable el uso de trípode, sobre todo con ERPM de mayor peso para evitar el movimiento del operador durante la toma radiográfica, que lleve a repeticiones <sup>1,24,32</sup>.
  - III. Se debe usar tiempos de exposición menores a un segundo, también para evitar repeticiones, debido a la posibilidad de movimiento del paciente o incluso del operador durante la toma radiográfica <sup>4,6,32</sup>.
  - IV. Se debe usar las películas radiográficas de mayor velocidad disponibles en el mercado <sup>1,5,6</sup>.

Dichas recomendaciones coinciden con lo recomendado para ERF.

### **Protección para la población**

Para proteger a terceros de las radiaciones ionizantes generadas por los ERPM se recomienda su uso en un área restringida, donde se pueda evitar el acceso de personas ajenas al personal especializado y paciente <sup>8,10,14</sup>. De no existir un área restringida, se debe determinar un perímetro de seguridad de mínimo 1,5 mt desde el punto de emisión de rayos X <sup>10,14,38</sup>. En caso necesario, un tercero podría asistir al paciente durante la toma radiográfica, debiendo utilizar un collar tiroideo y delantal plomado <sup>1,12,28</sup>.

### **NORMATIVA NACIONAL VIGENTE RESPECTO AL USO DE ERPM**

En Chile la normativa vigente para la autorización de equipos generadores de radiaciones ionizantes, por su fecha de publicación, se refiere sólo a ERF y móviles. Es decir, no contempla el uso de ERPM. Dicha normativa describe que los equipos radiográficos deben funcionar con previa autorización del Servicio de Salud en cuyo territorio se encuentren ubicados <sup>49</sup>. Esta autorización depende directamente de las dependencias en las que se instalará y usará el equipo radiográfico <sup>49,50</sup>. En el caso de los ERPM no es posible demostrar que el equipo será utilizado en la dependencia dispuesta para el mismo, por lo que, actualmente la Autoridad Sanitaria no podría autorizar su uso. Sin embargo, en línea con recomendaciones europeas <sup>1,14,15</sup>, la Autoridad Sanitaria podría evaluar la posibilidad de autorización en situaciones específicas, como su uso forense, para pacientes postrados, o atención en centros de salud rurales.

### **CONCLUSIONES**

Considerando los efectos acumulativos de las radiaciones ionizantes y los riesgos asociados al modo de uso del ERPM durante la toma radiográfica, para mantener las dosis de radiación lo más bajas posible -idealmente nulas- para el operador, la Sociedad de Radiología Oral y Máxilo Facial de Chile:

- No aconseja el uso rutinario de ERPM en la práctica odontológica. El uso del ERPM debería reservarse a escenarios en que el uso de un ERF o móvil sea impracticable.
- Sugiere que el uso de ERPM se indique en casos de uso forense, múltiples centros de salud rurales dependientes de un centro urbano de salud o en atención odontológica domiciliaria de pacientes incapaces de asistir a un centro de salud. Para dichas situaciones se recomienda

adquirir un ERPM certificado y respetar estrictamente las recomendaciones de protección radiológica.

- Propone que la forma de uso más segura del ERPM sería con disparador a distancia, trípode y distanciándose a más de 1,5 mts del ERPM o detrás de un biombo plomado, es decir del mismo modo que un ERF.

### **EDITORES**

- **Alejandro Hidalgo Rivas.**  
Presidente Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile  
Docente Universidad de Talca
- **Ana María Rodríguez**  
Miembro Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile  
Docente Universidad Mayor
- **Daniel Pinto Agüero**  
Miembro Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile  
Docente Universidad Finis Terrae – Universidad de Chile
- **Karla Zapata Fuente-Alba**  
Miembro Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile  
Docente Universidad de Talca

### **REFERENCIAS**

1. 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.
2. Hoogveen R, Ouchen S, Berkhout W. Diagnostic image quality of hand-held and wall-mounted X-ray devices in bitewing radiography: a non-inferiority clinical trial. *Dentomaxillofac radiol* 2021; 50, 20200471.
3. Geist J. Handheld intraoral dental x-ray devices should supplement but not replace conventional radiographic equipment. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol* 2021; 132:257-9.
4. 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.
5. 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.
6. Drage N. Hand-held dental x-ray equipment—an update. *Dent Update* 2017; 44:146-50.
7. 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.
8. Leadbeatter J, Diffey J. Evaluation of radiation exposure to operators of portable hand-held dental X-ray units. *Phys Eng Sci Med*, 2021; 44:377-85.
9. Zapata K, Hidalgo A. Equipos radiográficos dentales portátiles: revisión de la literatura. *Av Odontoestomatol*. 2021; 37:160-8.
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. Batista W, Soares M, Rios J, Souza A, Pinheiro, Ramirez J et al. Assessment of scattered radiation from hand-held dental x-ray equipment using the Monte Carlo method. *Journal of Radiological Protection*, 2021; 41:654-68.
12. National Council on Radiation Protection and Measurements. Radiation Protection in Dentistry and Oral & Maxillofacial Imaging. NCRP Report No. 177, 2019;87-95. Consultado 22/07/2022. Disponible en: <https://ncrponline.org/shop/reports/report-no-177/>
13. Delgado O, Fernández O, Leyton F, Rodríguez A, Tagle S. Manual de Protección Radiológica y de Buenas Prácticas en Radiología Dento-Maxilo-Facial. Instituto de Salud pública. Chile 2008. Consultado 22/07/2022. Disponible en: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7f2d789a9750153be04001011f012d29.pdf>
14. Gulson AD, Holroyd JR. Guidance on the safe use of hand-held dental X-ray equipment. Consultado 22/07/2022. [https://www.ukhsa-protection-services.org.uk/cms/assets/gfx/content/resource\\_3588csc2964caac0.pdf](https://www.ukhsa-protection-services.org.uk/cms/assets/gfx/content/resource_3588csc2964caac0.pdf)
15. Heads of the European Radiological protection Competent Authorities. Position statement on use of handheld portable dental X-ray devices. Position statement at the 13th HERCA board meeting, Vilnius 2014.
16. 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.
17. Hoogveen 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.
18. Potrakhov N, Potrakhov Y. Portable X-ray diagnostic devices for dentistry. *Biomed Eng* 2017; 50:406-9.
19. Ulusu T, Bodur H, Odabaş 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.
20. 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.
  21. Gupta A, Choi J, Mativenga M, Park K, Jang J, Yeo S et al. Compact X-Ray Tube With Ceramic Vacuum Seal for Portable and Robust Dental Imaging. *IEEE Trans Electron Devices* 2021; 68:4705-10.
  22. Lee MJ, Seo JH, Lee MG, Choi YH. Leakage and scattered radiation dosage in portable dental X-rays. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry* 2013; 9:131-8.
  23. 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.
  24. 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.
  25. Gray J, Bailey E, Ludlow J. Dental staff doses with handheld dental intraoral x-ray units. *Health Phys* 2012; 102:137-42.
  26. 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.
  27. 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.
  28. 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.
  29. 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.
  30. 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.
  31. Praskalo J, Petrovic B, Beganovic A. Portable X-Ray Devices: Loosing Border Between Controlled and Supervised Areas. *International Conference on Medical and Biological Engineering* 2019, 155-7.
  32. 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.
  33. Nitschke J, Schorn L, Holtmann H, Zeller U, Handschel J, Sonntag D et al. Image quality of a portable X-ray device (Nomad Pro 2) compared to a wall-mounted device in intraoral radiography. *Oral Radiol* 2021; 37:224-30.
  34. American Dental Association. Dental Radiographic Examinations: Recommendations for Patient Selection and Limiting Radiation Exposure. American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2012. Consultado 22/07/2022. Disponible en: <https://www.fda.gov/media/84818/download>
  35. Department of Health of Washington State. Handheld X-Ray Equipment. Consultado 22/07/2022. Disponible en: <https://www.doh.wa.gov/CommunityandEnvironment/Radiation/XRay/XRayEquipmentRegistration/HandheldXRayEquipment>
  36. U.S. Food and Drug Administration. Device approvals, denials and clearances. Consultado 22/07/2022. Disponible en: [www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/](https://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/)
  37. Electronic Code of Federal Regulations (e-CFR). Title 21 Food and Drugs, Performance Standards for Ionizing Radiation Emitting Products. Consultado 12/07/2022. Disponible en: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=31f45c19fb325607eb00c4e2a26e2b25&mc=true&node=se21.8.1020\\_130&rgn=div8](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=31f45c19fb325607eb00c4e2a26e2b25&mc=true&node=se21.8.1020_130&rgn=div8)
  38. 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 Odontostomatol* 2017; 35:28-34.
  39. Streffer C. The ICRP 2007 recommendations. *Radiat Prot Dosimetry* 2007; 127:2-7.
  40. International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Consultado 22/07/2022. Disponible en: [http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_Publication\\_103-Annals\\_of\\_the\\_ICRP\\_37\(2-4\)-Free\\_extract.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37(2-4)-Free_extract.pdf)
  41. Sansare K, Khanna V, Karjodkar F. Early victims of X-rays: a tribute and current perception. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40:123-5.
  42. Potrakhov E. Radiation load exerted by the PARDUS portable dental x-ray apparatuses. *Biomed Eng* 2013; 46:209-11.
  43. Danforth RA, Herschaft EE, Leonowich JA. Operator Exposure to Scatter Radiation from a Portable Hand-held Dental Radiation Emitting Device (Aribex™ NOMAD™) While Making 915 Intraoral Dental Radiographs. *J Forensic Sci*, 2009; 54:415-21.
  44. Goren AD, Bonvento M, Biernacki J, Colosi DC. Radiation exposure with the NOMAD™ portable X-ray system. *Dentomaxillofac Radiol*, 2008; 37:109-112.



45. Lommen J, Schorn L, Nitschke J, Sproll C, Zeller U, Kübler N et al. Accuracy in positioning of dental X-ray images—A comparative study of a portable X-ray device and a wall-mounted device. *Saudi Dent J* 2021; 33:884-9.
46. 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. Consultado 22/07/2022. Disponible en: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/radiation-safety-considerations-x-ray-equipment-designed-hand-held-use>
47. European Commission. European guidelines on radiation protection in dental radiology: The safe use of radiographs in dental practice, Issue 136. Consultado 22/07/2022. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>
48. World Dental Federation. FDI Policy statement on radiation safety in dentistry. *Int Dent J* 2014; 64:289-90.
49. Decreto 133. Aprueba reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines. Ministerio de Salud, Santiago de Chile, 1984.
50. Decreto 3. Aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas. Ministerio de Salud, Santiago de Chile, 1985.