

Artículo de Revisión

Receptores radiográficos intraorales: ventajas, desventajas y recomendaciones de cuál elegir, una revisión narrativa

Intraoral radiographic receptors: advantages, disadvantages and recommendations on which one to choose, a narrative review



Monserrat Peña M.^{1,2,a}, Gilena Cruzat V.^{1,b} y Felipe Barrera G.^{1,b}

1. Radiólogo Oral y Maxilofacial.

2. Mg Salud Pública

a. Medicina Preventiva, Hospital Naval de Talcahuano

b. Centro radiológico Novaceph

Resumen

Los receptores radiográficos intraorales permiten obtener imágenes en técnicas radiográficas intraorales. Este artículo busca hacer una revisión bibliográfica evaluando los distintos receptores radiográficos intraorales, sus ventajas y desventajas, para posteriormente, realizar recomendaciones de cuál escoger. Se obtuvieron 16 artículos, 2 libros y 3 fichas de receptores. Existen tres tipos de receptores radiográficos intraorales: los receptores análogos o películas radiográficas, los receptores digitales directos o receptores de estado sólido y los receptores digitales indirectos o placas fotoestimulables. Estos receptores presentan distintas formas de adquisición de imagen y procesamiento o revelado, lo que permite que tengan distintas ventajas y desventajas.

Palabras claves: receptores radiográficos, sensores radiográficos, película radiográfica y radiografía dental.

Abstract

Intraoral radiographic receptors allow us to obtain images in intraoral radiographic techniques. This article seeks to make a bibliographic review evaluating the different intraoral radiographic receivers, their advantages and disadvantages, and then make recommendations on which one to choose. 16 articles, 2 books and 3 recipient files were obtained. There are three types of intraoral radiographic receivers: analog receivers or radiographic films, direct digital receptors or solid-state receptors and indirect digital receptors or photostimulable phosphor plates. These receptors have different forms of image acquisition and processing or development, which allows them to have different advantages and disadvantages.

Keywords: radiographic receptors, radiographic sensors, radiographic film and dental radiography.

Introducción

Desde que Roentgen publicó su primer artículo sobre los rayos X en el año 1895, mencionó que estos rayos eran capaces de generar una imagen de los tejidos duros en una placa fotosensible, lo cual llevaría a que un año después de su descubrimiento se comenzara a trabajar con ellos en el ámbito de la medicina, en los primeros "estudios" o salas de radiología, y veinte años después, se tomaría la primera radiografía dental. (1)

Correspondencia: Monserrat Peña Martínez

Correo electrónico: monserratpenam@gmail.com

Hoy vivimos en un mundo digitalizado, los estantes atochados de carpetas y documentos se han reemplazado por gigas de información en dispositivos, aplicaciones y nubes digitales que guardan la información de cada persona. Frente a esto nos podemos consultar ¿están obsoletas las películas radiográficas? Este artículo busca hacer una revisión bibliográfica evaluando los distintos receptores radiográficos intraorales, sus ventajas y desventajas, para posteriormente, realizar recomendaciones de cuál escoger.

Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica narrativa de literatura científica de los últimos 10 años en los metabuscadores Pubmed y Scielo, incluyendo los conceptos de “sensores radiográficos” y “película radiográfica” empleando el conector OR, los que fueron relacionados mediante el conector AND con los términos “dental” e “intraoral”. Fueron incluidos los artículos con el texto completo que se encontrarán en idioma español o inglés y se excluyeron aquellos que al leer el abstract no tenían relación al tema. Adicionalmente, fueron incorporados libros relativos a la radiología dental y se consultaron fichas técnicas de algunos receptores radiográficos. (Figura 1)

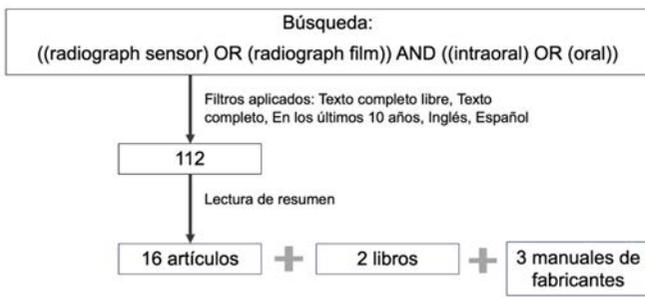


Figura 1: Metodología de búsqueda bibliográfica.
Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Se obtuvieron 112 resultados de artículos científicos. Posterior a aplicar los criterios de selección se obtuvieron 16 artículos. Adicionalmente se incorporaron 2 libros y 3 fichas de receptores.

Generalidades de los receptores radiográficos

La formación de una imagen radiográfica requiere de una fuente de radiación, un objeto y un receptor. (2,3) La fuente de radiación para estudios diagnósticos se denomina equipo radiográfico, el cual produce los rayos X. (2,3) El haz de rayos X se atenúa a medida que atraviesa al paciente producto de dos tipos de interacciones de los fotones con

la materia, la absorción y la dispersión. (2,3) El haz de rayos X que incide al paciente es homogéneo, mientras que el haz de rayos X que sale del paciente es heterogéneo, debido a que algunos fotones son atenuados y otros penetran a través de los tejidos. (2,3) Este haz heterogéneo llega hasta el receptor radiográfico y la exposición diferencial del receptor producto de los fotones atenuados y penetrantes forma la imagen radiográfica, permitiendo identificar tejidos que detienen la radiación de aquellos que no interactúan con ella. (2,3)

La radiología se divide en digital o análoga en función del tipo de receptor que es utilizado para obtener la imagen radiográfica (figura 2) (2,3). Los receptores análogos también se conocen como películas radiográficas, mientras que los receptores digitales son denominados sensores radiográficos, los que se clasifican en directos o receptores de estado sólido y los receptores digitales indirectos o placas de fósforo. (2,3)



Figura 2. Clasificación de Receptores Radiográficos.
Fuente: Elaboración propia.

Las películas radiográficas o receptor análogo corresponden al medio clásico de registro de imágenes radiográficas. Las películas radiográficas intraorales vienen contenidas en un paquetillo radiográfico, desechable, higiénico y que permite protegerlas de la luz y de los fluidos corporales. (2,3)

El paquetillo radiográfico intraoral presenta dos lados, el anverso y el reverso. (2,3) El anverso suele presentarse de color blanco y con una convexidad en una esquina que permite identificarla, mientras que el reverso regularmente presenta dos colores, una pestaña blanca y otro color que depende de la marca y la composición de la emulsión (figura 3). (2,3)



Figura 3. Receptor radiográfico análogo
Fuente: Veterian Key (4).

Al abrir el paquetillo desde la pestaña en el reverso, se observa una lámina de plomo y un papel interno que rodea el film o película propiamente tal. (2,3) Normalmente, esta película tiene un grosor de 0,18 mm y se encuentra compuesta por una base que por ambos lados está cubierta por una emulsión y, superficialmente, por una capa protectora. (2,3) El componente más relevante es la emulsión, la cual corresponde a una mezcla de gelatina y cristales de haluros de plata, siendo estos últimos, compuestos químicos sensibles a la radiación X y a la luz, por lo que permiten la formación de la imagen radiográfica. (2,3)

Los receptores digitales directos o de estado sólido son cajas rectangulares planas y rígidas, que suelen ir conectadas mediante un cable a una estación de acoplamiento, aunque existen sensores con tecnología inalámbrica. Dentro de los receptores de estado sólido encontramos tres tipos: los dispositivos de carga acoplada (CCD), los semiconductores complementarios de óxido de metal (CMOS) y los flat panel, sin embargo, este último no se emplea en técnicas intraorales. (2,3)

Los CCD fueron los primeros receptores radiográficos digitales intraorales y emplean múltiples capas de silicio como base para la formación de imagen. (2,3) Los cristales de silicio forman una matriz de píxeles. Cuando los átomos de silicio interactúan con la radiación se rompen enlaces, generando pares electrón-hueco que, posteriormente, se transforman en paquetes de carga. (2,3) El patrón de paquetes de carga generados en la matriz de píxeles corresponde a la imagen latente, ya que representan la zona donde el sensor recibió radiación. (2,3) La imagen se lee transfiriendo la información de estos paquetes de carga por filas para posteriormente ser transmitido como una señal hasta el conversor analógico-digital del computador y formar la imagen radiográfica. (2,3) Debido a que los sensores CCD son más sensibles a la luz visible que a los rayos X, la mayoría de los fabricantes emplea un sistema de centelleo que permite transformar la radiación X en luz visible para ser captada de manera más eficiente. (2,3)

Los CMOS a pesar de ser similares en la formación de la imagen latente a los CCD, difieren de estos en la forma en que se leen las cargas del píxel, (2,3) ya que el paquete de cargas que es generado por cada píxel se transfiere al transistor como una tensión eléctrica que permite evaluar cada píxel de manera individual y no por filas, como ocurre en los CCD (2,3) (figura 4). La tecnología CMOS es menos costosa y actualmente es la más empleada dentro de los receptores de estado sólido para imágenes radiográficas. (3)

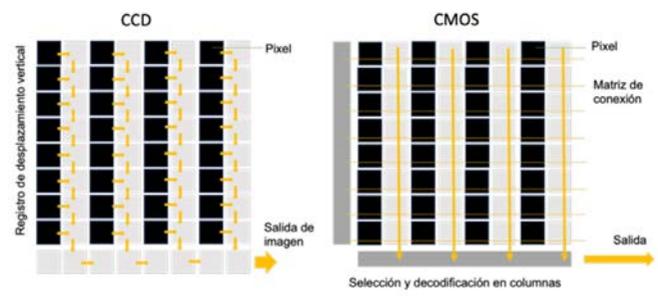


Figura 4: Matriz de píxeles en receptores de estado sólido.
Fuente: Elaboración propia

Los receptores digitales indirectos o placas fosforescentes fotoestimulables, también llamadas placas de fósforo, (2,3) no están unidas mediante un cable al computador, (2) sin embargo, emplean un lector o escáner para su lectura. (2,3) Además, se diferencian de los otros sensores digitales en que presentan un menor grosor y son flexibles (figura 5) (5). Las placas están formadas por una capa fosforescente de fluorohaluro de bario activado por europio, el cual es capaz de captar la radiación mediante el movimiento de electrones desde la capa de valencia a la capa de conducción cuando interactúan con los fotones de rayos X, formando una imagen latente. (2,3) Posteriormente, en el proceso de lectura, la placa debe ser introducida en un escáner o lector, en el cual, la placa es explorada con un láser. Las zonas expuestas a la radiación liberan la energía almacenada de los rayos X en forma de luz, la cual es captada por un tubo fotomultiplicador y convertida en una imagen radiográfica en el computador. (2)

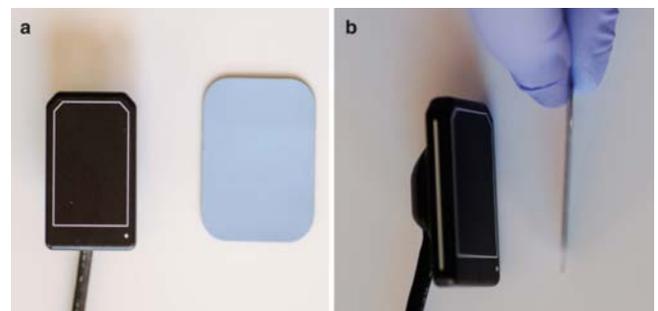


Figura 5: Receptores Radiográficos Digitales. a. Vista frontal del receptor digital directo (a la izquierda) y receptor digital indirecto (a la derecha). b. Vista lateral del receptor digital directo (a la izquierda) y receptor digital indirecto (a la derecha).

Fuente: *Imaging Techniques in Dental Radiology*, Ingrid Rozylo-Kalinowska, 2020. (6)

Ventajas y desventajas de los receptores radiográficos

Desde un punto de vista comparativo, los distintos receptores presentan diversas cualidades, por lo que se analizará la adquisición y procesamiento de imagen, comodidad del paciente, registro y almacenamiento,

calidad de imagen, errores y alteraciones más frecuentes, costos, radioprotección y riesgo de infección. (2,3)

Durante la toma radiográfica, se debe tener en consideración que la comodidad del paciente influye en la cantidad de tomas necesarias. La película radiográfica al presentar el menor tamaño y mayor flexibilidad es considerada el receptor más cómodo para el usuario. Por otro lado, el receptor fotoestimulable es flexible, sin embargo, aumenta su tamaño asociado a elementos de bioprotección, mientras que el receptor de estado sólido es rígido, posee un mayor grosor y puede presentar la salida del cable en la cara inactiva, dificultando su sujeción y colocación en boca. (2,3)

Se debe tener en consideración que algunas técnicas radiográficas requieren de dispositivos posicionadores. Existen dispositivos que son universales y se emplean principalmente para películas radiográficas y también se pueden emplear para las placas fotoestimulables, mientras que hay receptores de estado sólido que requieren del uso de dispositivos posicionadores compatibles con cada fabricante. (7)

En relación con el procesamiento, los receptores digitales presentan la ventaja de que no requieren del uso de químicos, evitando todos los defectos asociados a las soluciones químicas. (2) En el caso de los receptores en estado sólido, el tiempo de procesamiento toma sólo algunos segundos entre la toma de la radiografía y que la imagen pueda ser visualizada en el computador, sin embargo, los receptores fotoestimulables requieren de un proceso de lectura que hace que presenten un mayor tiempo de procesamiento (8), aunque sigue siendo menor que el tiempo de revelado de una película radiográfica. También se debe tener la consideración que el receptor fotoestimulable puede presentar alteraciones en la imagen asociado a la exposición ambientes luminosos antes de su procesamiento. (9–12)

Respecto de la calidad de imagen, teóricamente, las películas radiográficas presentan la mejor resolución espacial, ya que presentan una resolución de 20 pares de líneas por milímetro, pl/mm, no obstante, se debe tener en consideración que una persona sin uso de elementos para magnificar es capaz de distinguir 6 pl/mm. (3) Es por ello que, en la práctica, todos los receptores presentan una resolución espacial adecuada. (2,3,8,13)

Al analizar la calidad de imagen de una radiografía digital se deben considerar los factores propios del sensor y los del computador en que se visualiza la imagen. Por un lado, el número y tamaño de los píxeles, junto con el número de tonalidades de gris disponibles, determinan la cantidad de

información de una imagen y su resolución final. (2) Los tamaños de píxel varían entre 20 y 70 μm , lo que se traduce en una resolución espacial entre 25 a 7 pl/mm. (2,3)

En relación con la densidad y contraste de la imagen, normalmente para la escala de grises se emplean 256 números que corresponden a un tono de gris que es asignado por el computador según la cantidad de radiación captada. (2) En el caso de las películas radiográficas, los tonos de grises adecuados dependen de los factores de exposición, por lo que dependen de la experticia del operador, aunque pueden asociarse a otros factores como la calidad y temperatura de los químicos de revelado y la antigüedad de las películas, entre otros. (2,3) Mientras que en las radiografías digitales existe el post procesamiento, lo que permite editar el brillo y contraste de la imagen radiográfica, aumentando la posibilidad de obtener una imagen con características adecuadas. (2,3,14,15) Adicionalmente a lo anterior, se debe tener en consideración que los receptores digitales, especialmente, los receptores fotoestimulables, presentan una mayor latitud, esto significa que se puede obtener una imagen diagnóstica con distintas dosis de radiación, por lo cual, hay menores posibilidades de una radiografía subexpuesta o sobreexpuesta. (2,3,14,15)

Un factor relevante que considerar actualmente al momento de analizar un receptor es el almacenamiento y capacidad de compartir la imagen. Las películas radiográficas al ser una imagen física presentan la dificultad de obtener duplicados de este examen. (2,3) Para superar esta dificultad, se puede recurrir a algunas opciones, una de ellas, es tomar radiografías con películas que vengan con dos films dentro del paquetillo y, otra opción, es emplear un digitalizador de la imagen, lo que conlleva un costo en la calidad de imagen. (2,3,16,17) En el caso de los receptores digitales, su envío y duplicado digital es más sencillo, sin embargo, si se desea obtener copias de una imagen digital en soporte físico esto se puede realizar mediante una impresión en un papel fotográfico brillante empleando impresoras láser, térmicas o de inyección de tinta, sin embargo, la calidad de la imagen se degrada considerablemente ante la incapacidad de reproducir fidedignamente las tonalidades de grises. (2) Además, algunos autores mencionan que el uso de filtros de post procesamiento y la exportación de las radiografías a otros formatos puede afectar en la calidad de la imagen o disponibilidad de herramientas que son propias a los softwares para visualizar radiografías. (3,15–17)

Respecto del almacenamiento, los receptores digitales tienen la ventaja de permitir un almacenamiento digital, evitando la necesidad de disponer de espacio físico para

el almacenamiento y registro de las películas radiográficas, además, de requerir menor espacio para implementar un cuarto oscuro o disponer de un revelado automático y de los químicos de revelado. (2,3)

Las características propias de los receptores favorecerán a la aparición de algunos errores con mayor frecuencia. En las películas radiográficas pueden existir errores asociados a rayas, velamientos o problemas con líquidos durante el revelado. (2,3) En las placas fotoestimulables pueden observarse rayas o trizaduras asociadas al desgaste del receptor o zonas blancas por errores en la posición del receptor y superposición de tomas radiográficas. (18–21) Existen estudios en los receptores digitales indirectos que mencionan que el uso de placas de imagen dual disminuiría los artefactos por rayas en estos receptores (22) y que el uso de láminas de plomo en estos receptores favorecería uniformidad y la preferencia visual subjetiva de estas imágenes. (23)

En los receptores de estado sólido son más esperables los errores asociados a la incomodidad del paciente durante la toma radiográfica, siendo los más frecuentes que el receptor quede alejado de la zona a radiografiar, lo que asociaría a distorsión por amplitud, y errores por desplazamiento del receptor al chocar con estructuras óseas del paciente. (2,3,18)

Existen dificultades que pueden causar que los receptores se deterioren impidiendo su uso. En el caso de las películas radiográficas, esto puede ocurrir por el vencimiento del film o caducidad de los químicos necesarios para su revelado. (2,3) En el caso de las placas fotoestimulables, estas se pueden rayar o craquelar durante su uso, por lo que su correcta manipulación ampliará su tiempo de vida útil. (18–21) Por otro lado, la falla más frecuente de los

receptores de estado sólido suele estar asociada a su cable o a problemas eléctricos por golpes, que impiden que capten o procesen la imagen. (2,3)

Otro aspecto para considerar sobre los receptores son los valores de su uso e implementación. Los costos más elevados se presentan en los receptores de estado sólido, aunque se debe tener en consideración que la renovación de estos sensores no es frecuente. La implementación de los receptores fotoestimulables es la segunda en costos, la cual requiere para su implementación la compra de los sensores y del lector del mismo fabricante, aunque se debe considerar que, en una clínica de alto tráfico, los sensores probablemente deberán ser renovados algunas veces en un año calendario(2,3,24). Adicionalmente, se debe considerar que los receptores digitales requieren del uso de un computador para instalar el software que permita la obtención de la imagen y su visualización. (2,3)

Aunque las películas radiográficas y sus líquidos presentan bajos costos, en algunas localidades estos valores han aumentado y existe mayor dificultad en obtenerlos debido a que hay una menor demanda. Además, se debe considerar el costo asociado al desecho de los químicos de revelado y el plomo dentro del receptor. (2,3)

Respecto de la radiación, las placas fotoestimulables al presentar una mayor latitud y ser relativamente cómodas para el paciente, pueden emplearse con menores dosis de radiación y se ha descrito que necesitan de menores repeticiones, por lo que se asocian a una menor radiación para el usuario. (2,3)

Adicionalmente, es menester señalar que el riesgo de contaminación biológica es menor en las películas radiográficas debido a que son desechables, mientras que

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los receptores radiográficos

Receptores	Películas radiográficas	Receptores de estado sólido (CCD/CMOS)	Receptores fotoestimulables
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Comodidad del paciente. • Mejor resolución espacial. • Documento físico. • Menor costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez en obtener imagen. • Capacidad de post procesamiento. • Almacenamiento digital. • Reutilizable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativa comodidad para el paciente. • Almacenamiento digital. • Reutilizable. • Menor dosis de radiación.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Químicos para revelado. • Espacio para almacenamiento y zona de revelado. • Contraste y densidad alterados por sobre o subexposición. • Artefactos asociados a manipulación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incomodidad para el paciente por rigidez y grosor. • Alto costo. • Uso de cable. • Mayor riesgo de contaminación cruzada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Artefactos asociados a manipulación. • Costos relativamente mayores. • Requiere lectura de sensor. • Mayor riesgo de contaminación cruzada.

Fuente: Elaboración propia.

los receptores digitales, al ser reutilizables, requieren de un proceso más cuidadoso de desinfección, protección y desecho de su funda protectora para evitar la contaminación cruzada. (2,3,25)

En base a lo anteriormente descrito, los autores consideran que la selección de un receptor por sobre otro depende de las condiciones clínicas.

En casos de requerir una imagen radiográfica de manera rápida, como para procedimientos de control de obturaciones o restauraciones, recomendamos el uso de receptores en estado sólido.

Aquellas consultas que tengan un flujo de radiografías menor o que no deseen incurrir en costos elevados para obtener radiografías, recomendamos considerar el uso de películas radiográficas.

En aquellos casos en que el flujo de pacientes sea mayor o existan múltiples necesidades del uso del receptor, recomendamos considerar las placas fotoestimulables.

Conclusiones

Existen tres tipos de receptores radiográficos intraorales: los receptores análogos o películas radiográficas, los receptores digitales directos o receptores de estado sólido y los receptores digitales indirectos o placas fotoestimulables. Estos receptores presentan distintas formas de adquisición de imagen y procesamiento o revelado, lo que permite que tengan distintas ventajas y desventajas.

Consideramos que los receptores descritos presentan una buena calidad de imagen y que la selección de uno por sobre otro depende de los requerimientos clínicos.

Referencias Bibliográficas

- Busch U. Wilhelm Conrad Roentgen, el descubrimiento de los rayos x y la creación de una nueva profesión médica. *Revista Argentina de Radiología* [Internet]. 2016;80(4):298–307. Available from: https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=Q3FuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=white+and+pharaoh+principles&ots=4_MlyAQpMk&sig=Fg6s7qp4qL_AWuxGKUHC8_FJQg4&redir_esc=y#v=onepage&q=white%20and%20pharaoh%20principles&f=false
- Whaites E, Drage N. *Essentials of Dental Radiography and Radiology E-Book: Essentials of Dental Radiography and Radiology E-Book* [Internet]. Elsevier Health Sciences; 2021 [cited 2024 Aug 26]. Available from: https://books.google.co.id/books?id=XO_LDwAAQBAJ
- Mallya S, Lam E. *White and Pharaoh's Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 8th Edition. [Internet]. Elsevier. 2019 [cited 2024 Aug 26]. Available from: https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=Q3FuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=white+and+pharaoh+principles&ots=4_MlyAQpMk&sig=Fg6s7qp4qL_AWuxGKUHC8_FJQg4&redir_esc=y#v=onepage&q=white%20and%20pharaoh%20principles&f=false
- Technique | Veterian Key [Internet]. [cited 2024 Oct 19]. Available from: <https://veteriankey.com/technique/>
- Duerr Dental. *VistaScan Placas radiográficas digitales* [Internet]. [cited 2024 Aug 26]. Available from: <https://www.duerrdental.com/es/CL/productos/sistema-de-imagen/diagnostico-intraoral/vistascan-placas-radiograficas-digitales/>
- Imaging Techniques in Dental Radiology: Acquisition, Anatomic Analysis and ...* - Ingrid Rozylo-Kalinowska - Google Libros [Internet]. [cited 2024 Oct 19]. Available from: https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=z6H0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR8&dq=Imaging+Techniques+in+Dental+Radiology&ots=PdHZIYvDFZ&sig=arPSDDjO8mWZTq67b-Sc-TIM-Vo0&redir_esc=y#v=onepage&q=Imaging%20Techniques%20in%20Dental%20Radiology&f=false
- Mauriello SM, Tang Q, Johnson KB, Hadgraft HH, Platin E. A Comparison of Technique Errors using Two Radiographic Intra-oral Receptor-holding Devices - *PubMed. J Dent Hyg* [Internet]. 2015 Dec [cited 2024 Aug 26];89(6):384–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26684996/>
- Kamburoğlu K, Samunahmetoğlu E, Eratam N, Sönmez G, Karahan S. *Clinical comparison of intraoral CMOS and PSP detectors in terms of time efficiency, patient comfort, and subjective image quality*. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2022 [cited 2024 Aug 26];52(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35387105/>
- Deniz Y, Kaya S. *Determination and classification of intraoral phosphor storage plate artifacts and errors*. *Imaging Sci Dent* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Aug 26];49(3):219–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31583205/>
- Sampaio-Oliveira M, Marinho-Vieira LE, Haiter-Neto F, Freitas DQ, Oliveira ML. *Ambient light exposure of photostimulable phosphor plates: is there a safe limit for acceptable image quality?* *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2023 [cited 2024 Aug 26];52(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37493608/>
- Sampaio-Oliveira M, Marinho-Vieira LE, Wanderley VA, Ambrosano GMB, Pauwels R, Oliveira ML. *How Does Ambient Light Affect the Image Quality of Phosphor Plate Digital Radiography? A Quantitative Analysis Using Contemporary Digital Radiographic Systems*. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Aug 26];22(22). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36433224/>
- Caliskan A, Sumer AP. *Definition, classification and retrospective analysis of photostimulable phosphor image artefacts and errors in intraoral dental radiography*. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2017 [cited 2024 Aug 26];46(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27883287/>
- Souza-Pinto GN de, Nejaim Y, Gomes AF, Canteras FB, Freitas DQ, Haiter-Neto F. *Evaluation of the microstructure, chemical composition, and image quality of different PSP receptors*. *Braz Oral Res* [Internet]. 2022 [cited 2024 Aug 26];36:e130. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36383836/>
- Marinho-Vieira LE, Martins LAC, Freitas DQ, Haiter-Neto F, Oliveira ML. *Revisiting dynamic range and image enhancement ability of contemporary digital radiographic systems*. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Aug 26];51(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34860568/>

15. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Vasconcelos KF, Freire BB, Oliveira-Santos C, Haiter-Neto F, et al. Influence of brightness and contrast adjustments on the diagnosis of proximal caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2018 [cited 2024 Aug 26];47(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29851369/>
16. Danz JC, Flück HP, Campus G, Wolf TG. Computed vs. film-based radiographs' contour artifacts influence diagnosis of secondary caries. *Eur J Radiol* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2024 Aug 26];166. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37556885/>
17. Almani K, Alsulaimani R, Alfadda S, Albabtain S, Alsulaimani R. Digitally Scanned Radiographs versus Conventional Films for Determining Clarity of Periapical Lesions and Quality of Root Canal Treatment. *ScientificWorldJournal* [Internet]. 2017 [cited 2024 Aug 26];2017. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29270461/>
18. Zhang W, Huynh C, Jadhav A, Pinales J, Arvizu L, Tsai J, et al. Comparison of Efficiency and Image Quality of Photostimulable Phosphor Plate and Charge-Coupled Device Receptors in Dental Radiography. *J Dent Educ*. 2019 Oct;83(10):1205–12.
19. Zhang W, Huynh CP, Abramovitch K, Leon ILK, Arvizu L. Comparison of technique errors of intraoral radiographs taken on film v photostimulable phosphor (PSP) plates. *Tex Dent J*. 2012;129(6):589–96.
20. Zhang W, Huynh CP, Abramovitch K, Leon ILK, Arvizu L. Comparison of technique errors of intraoral radiographs taken on film v photostimulable phosphor (PSP) plates. *Tex Dent J*. 2012;129(6):589–96.
21. Caliskan A, Sumer AP. Definition, classification and retrospective analysis of photostimulable phosphor image artefacts and errors in intraoral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2017 [cited 2024 Aug 26];46(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27883287/>
22. Watanabe K, Imanishi Y, Kato M, Kimoto H, Sekiguchi T, Amemiya T, et al. Preliminary evaluation of dual imaging plate intraoral radiography. *J Oral Sci* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2024 Aug 26];64(1):69–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34955492/>
23. Gomes AF, Nejaim Y, Fontenele RC, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Influence of the incorporation of a lead foil to intraoral digital receptors on the image quality and root fracture diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2019 [cited 2024 Aug 26];48(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30982341/>
24. Ruiz DC, Gomes AF, Fontenele RC, Haiter Neto F, Freitas DQ, Groppo FC. Could the radiographic image quality be affected by the excessive use of the photostimulable phosphor plate? *Braz Dent J* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2024 Aug 26];34(1):39–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36888843/>
25. Carestream. Película intraoral [Internet]. [cited 2024 Aug 26]. Available from: <https://www.carestream.com/es/es/dental-film-and-accessories/intraoral-film>