

¿Cumplen las radiografías intraorales digitales lo que prometen?

Ann Wenzel, Prof. Dr. odont. PhD, DDS^a, Anne Mjøystad, Prof. Dr. odont., PhD, DDS^b, Edgar Hirsch, Dr. med. dent.^c, y Rainer Haak, Prof. Dr. med. dent., MME^d

Se atribuyen diversas ventajas a la técnica de la radiografía intraoral digital. Además del ahorro de tiempo y de la posibilidad de prescindir de la química húmeda, se han mencionado con frecuencia la disminución de la dosis de radiación para los pacientes y un menor riesgo de exposiciones erróneas. En cambio se ha prestado bastante menos atención a las posibles desventajas de la radiología digital como cuestiones relacionadas con la higiene y la comodidad para el paciente. Por lo tanto, en este artículo de revisión se comentan las pruebas científicas de las que se dispone para demostrar las ventajas de los sistemas digitales y también se abordan las posibles desventajas.

(*Quintessenz*. 2010;61(8):919-27)

^aDepartamento de Radiología Oral. Facultad de Odontología. Universidad de Aarhus. Dinamarca.

^bDepartamento de Radiología Maxilofacial. Instituto de Odontología Clínica. Universidad de Oslo. Noruega.

^cDepartamento de Radiología para Odontología, Medicina Oral y Maxilofacial.

^dPoliclínica de Odontología Conservadora y Periodoncia. Centro Friedrich Louis Hesse de Odontología, Medicina Oral y Maxilofacial. Clínica de la Universidad de Leipzig. Alemania.

Correspondencia: A. Wenzel.
Vennelyst Boulevard. 8000 Aarhus C, Dinamarca.
Correo electrónico: awenzel@odont.au.dk

A. Mjøystad
Apartado de Correos 1109 Blindern. 0317 Oslo, Noruega.

A. Haak.
Nürnberger Straße 57. 04103 Leipzig, Alemania.
Correo electrónico: rainer.haak@medizin.uni-leipzig.de

Introducción

A pesar de las innovaciones en el campo de las técnicas de radiodiagnóstico, las radiografías intraorales siguen siendo el procedimiento radiológico más utilizado en la consulta dental. Se está observando un auge de los sistemas digitales que parecen ofrecer algunas ventajas frente a la técnica convencional. La mayor tolerancia de exposición debería propiciar una disminución de los errores de visualización y también desaparecen algunos problemas técnicos y riesgos ambientales relacionados con la química húmeda.

En principio se distinguen dos tipos de tecnología de sensores: por un lado los sensores semiconductores directos compactos y por otra parte los sistemas que utilizan placas de fósforo fotoestimulable. En la técnica directa basada en CCD (Charge Coupled Device), los electrones se transforman en tensión eléctrica fuera del chip, mientras que en el caso de los sensores CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) los transistores están acoplados a los píxeles en el chip. Por lo tanto, el sensor CMOS dispone en general, en comparación con un sensor CCD, de una sensibilidad ligeramente superior y a pesar de que presenta más ruido, tiene unas necesidades energéticas y de espacio menores. Ambos tipos de sensor están disponibles en varios tamaños. El sensor de mayor tamaño equivale más o menos a una película radiográfica convencional (3 × 4 cm), si bien la superficie radiosensible es 2-3 mm menor en todos los bordes. El grosor del sensor puede variar entre 3 y 7 mm. La parte más gruesa se sitúa en la zona de salida del cable. Actualmente parece que en el ámbito de aplicación clínica ambos sensores se consideran equivalentes a pesar de sus diferencias.

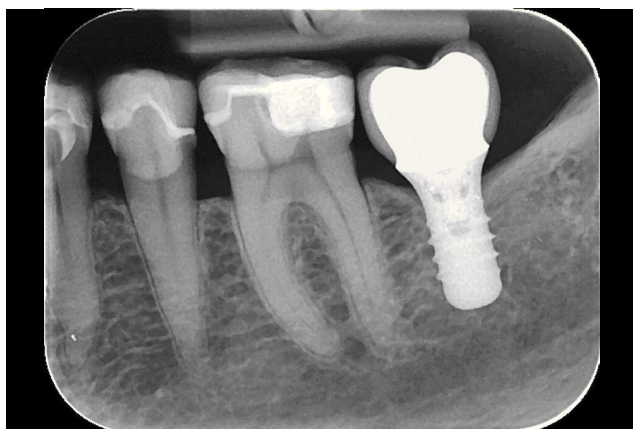


Figura 1. Radiografía digital periapical con placa fotoestimulable.

Por su parte, las placas de fósforo fotoestimulable son irradiadas en un primer paso y a continuación se procede a su lectura en un escáner láser¹. La luz láser estimula los electrones almacenados y la energía se emite en forma de luz azul, que es captada y transformada en una señal digital. La velocidad de escaneado varía entre 4 segundos y algunos minutos en función del sistema y de la resolución. Las placas de fósforo están disponibles en tamaños que van desde el de una película convencional para pacientes pediátricos (22 × 31 mm) al de una película oclusal (57 × 76 mm) (fig. 1).

En la década de los noventa del siglo pasado se publicaron una serie de estudios de revisión centrados en el análisis de las ventajas de la radiografía digital en la consulta dental^{12,41,42,48,56,57} y algunas revisiones actuales también abordan la misma temática^{10,47}. Las seis ventajas citadas con mayor frecuencia son:

- Ahorro de tiempo por la disponibilidad más rápida de las imágenes digitales después de la exposición.
- Menor dosis de radiación para el paciente debido a la mayor sensibilidad de los sistemas digitales en comparación con la película convencional.
- Tasa más baja de errores y repeticiones en la adquisición de radiografías debido a una exposición incorrecta, dado que con sus herramientas para la optimización posterior de las imágenes los sistemas digitales pueden corregir al menos en parte los posibles errores de exposición.
- Rango dinámico más amplio de los sistemas digitales, que también disminuye el número de repeticiones.
- Más facilidades para interpretar las imágenes y comentarlas con el paciente, dado que la visualización de las mismas en una pantalla mejora su comprensión por parte del paciente.

- Mayor facilidad y seguridad en el almacenamiento de imágenes y la transmisión de éstas a otros usuarios y menor incidencia de pérdida de imágenes.

El presente trabajo de revisión se centra en la secuencia de trabajo para la adquisición de radiografías intraorales y comenta las supuestas ventajas en base a la bibliografía científica disponible. Se pretende mostrar también las posibles desventajas de los sistemas radiográficos digitales que pasaron desapercibidas al principio de la era digital. De estas desventajas forman parte la incomodidad para el paciente derivada del tamaño de los sensores, la escasa resistencia de los sensores frente a esfuerzos mecánicos (caídas, roturas de cable), los problemas de higiene y la influencia de las condiciones ambientales sobre los resultados de la interpretación de las imágenes.

Tiempo de trabajo

Siempre que se habla de sistemas digitales se menciona el ahorro de tiempo como ventaja principal. Se llevó a cabo la búsqueda correspondiente con PubMed utilizando los criterios de búsqueda «time AND digital AND intraoral AND radiograph*» que proporcionó 39 estudios sobre el tema, de los cuales tres eran trabajos originales relativos al «Tiempo invertido en la adquisición de radiografías intraorales digitales». Se hallaron además tres artículos relativos al tema basados en cuestionarios.

En un estudio basado en un cuestionario, los odontólogos participantes que se habían pasado a la radiología digital refirieron haber ahorrado hasta 30 min al día en la actividad clínica diaria gracias a la menor duración de los procedimientos radiográficos⁶¹. En otro estudio realizado con estudiantes de odontología, éstos indicaron que se ahorra más tiempo con el uso de sensores intraorales para la adquisición de radiografías en tratamientos endodónticos que con el uso de sistemas con placa de fósforo fotoestimulable⁶⁰. En otro estudio, los odontopediatras interrogados también se pronunciaron a favor de la tecnología con sensores frente a las placas de fósforo en lo que se refiere al tiempo invertido⁴⁰.

Un estudio examinó el tiempo invertido en una serie radiográfica completa con placas de fósforo fotoestimulable. El resultado osciló entre los 27 y los 31 min y no varió de forma significativa entre los distintos sistemas de placas³⁸. Otro estudio mostró una menor inversión de tiempo al utilizar sensores inalámbricos frente a sensores con cable o películas convencionales⁴⁵. Las placas de fósforo fotoestimulable se tienen que borrar con luz después de la lectura, lo que en condiciones de luz óptimas

requiere sólo alrededor de 5 s, como ha quedado demostrado en otra serie de pruebas.

Si bien se han publicado relativamente pocos estudios específicos sobre este tema, se puede afirmar a modo de conclusión que el cambio del sistema convencional de radiografía intraoral al sistema digital parece proporcionar un beneficio en términos de ahorro de tiempo. Ahora bien, en la bibliografía no se encuentran datos que expliciten el tiempo invertido en la edición posterior de las imágenes digitales para obtener una calidad diagnóstica óptima y si esta operación podría consumir en parte el tiempo inicialmente ahorrado.

Dosis

Otra ventaja citada repetidamente es una posible disminución de la dosis de radiación para el paciente. Una búsqueda realizada con PubMed con los criterios «dosis AND intraoral AND radiograph*» identificó 27 artículos de los que siete eran artículos originales relacionados con la dosimetría. Otros tres artículos eran estudios basados en cuestionarios.

Los estudios realizados hace aproximadamente 10 años se basaron en supuestas disminuciones de la dosis del orden del 30-60% y en los mismos se utilizó como referencia la primera generación de sistemas digitales con la película intraoral estándar disponible en aquel momento⁷. Dos estudios recientes mostraron que para conseguir una «calidad de imagen aceptable» hacen falta dosis más altas en el caso de las películas que en el de los sistemas digitales^{2,5}. En un estudio se determinó que los sensores requerían dosis de radiación más bajas que los sistemas con placas de fósforo fotoestimulable², mientras que el otro estudio llegó a la conclusión contraria⁵. Sin embargo, no se observaron disminuciones de la dosis si los examinadores elegían entre los parámetros de exposición aquellos que en su opinión proporcionaban una «calidad de imagen óptima»².

La sensibilidad de las películas intraorales ha ido aumentando durante los últimos 20 años, desde las películas D-speed, a las que les siguieron las películas E-speed y E+speed, hasta las películas F-speed actuales¹¹, lo que propició que la diferencia de las dosis necesarias para las películas y los sistemas digitales se fuera reduciendo progresivamente. Sin embargo, para la adquisición de radiografías individuales siguen existiendo diferencias de dosis entre la técnica digital y la técnica convencional²⁸ y la disminución de la dosis parece ser mayor en el caso de los sensores que en el de las placas de fósforo¹¹. Sin embargo, los sensores disponen de un área activa de me-

nor tamaño que las placas de fósforo, de modo que hacen falta más tomas para cubrir una zona comparable^{1,7}. En el caso de la técnica de aleta de mordida, incluso con los sensores de mayor tamaño disponible se captan dos superficies dentarias menos por término medio que con una película o una placa de fósforo fotoestimulable¹.

Los estudios basados en cuestionarios pusieron de manifiesto que los odontólogos que utilizaban sensores realizaban más radiografías que los colegas que trabajaban con placas de fósforo fotoestimulable. El posible aumento resultante de la exposición a la radiación generó preocupación entre los usuarios de la técnica con sensores y se citó como una de las posibles desventajas de la técnica digital³².

En resumen, a día de hoy se puede afirmar que para una radiografía individual la dosis de radiación es más baja con la mayoría de detectores digitales que con el sistema convencional con película, si bien la diferencia se ha ido reduciendo debido a la mayor sensibilidad de las películas. Si se tienen en cuenta factores como la frecuencia de repetición de tomas (véase más adelante), el número de radiografías para cubrir un área determinada y la dosis de la radiografía individual, la disminución de la dosis mediante los sistemas digitales varía de caso a caso. A día de hoy no existen estudios clínicos controlados que analicen este tema en concreto. Tampoco parecen existir estudios que investigan si los odontólogos que utilizan sistemas digitales adaptan el colimador redondo habitual al formato del sensor o de la placa de fósforo fotoestimulable, o si toman otras medidas específicas para la disminución de la dosis.

Repeticiones y errores

Con la introducción de la técnica digital y la desaparición del revelado de las películas se supuso que se lograría mejorar la calidad de las imágenes en general y que el número de radiografías repetidas disminuiría. Una búsqueda bibliográfica con PubMed con los criterios «digital intraoral/periapical AND retake/error» identificó once estudios de los que cuatro eran trabajos originales sobre el tema «Errores de posicionamiento con sensores intraorales digitales». Se hallaron otros cuatro estudios mediante una búsqueda manual.

Los estudios basados en cuestionarios realizados en consultas de odontología general mostraron que la cantidad de radiografías y el número de repeticiones fueron mayores en los centros que radiografiaban con sistemas digitales^{3,61}. La interpretación de radiografías enviadas a compañías aseguradoras puso de manifiesto una tasa

claramente mayor de errores de posicionamiento en las radiografías digitales en comparación con las obtenidas con película¹⁶. Un estudio más antiguo²⁵ reveló que con el uso de sensores de primera generación (correspondientes a un tamaño de película de 0) hubo que repetir las radiografías en el 25% de los casos, dado que la radiografía inicial no lograba abarcar toda el área de exploración prevista. Se observó un número de errores de posicionamiento todavía mayor en comparación con la técnica de las placas de fósforo fotoestimulable en la adquisición de radiografías de aleta de mordida con los sensores de mayor tamaño disponible¹. Un estudio relativo a errores técnicos en la adquisición de radiografías con película dental mostró una frecuencia de repeticiones del 26% en el caso de los sensores frente a un escaso 6% para la película⁴⁹. En un estudio más reciente se constató que las radiografías obtenidas con sistemas de sensores necesitaron el triple de repeticiones que las obtenidas con película⁴³.

Para la visualización de terceros molares hizo falta hasta el doble de radiografías con sensores en comparación con el sistema de placas de fósforo fotoestimulable o con película³⁵.

En conclusión se puede afirmar que la supuesta disminución del número de radiografías como resultado de la implantación de la técnica digital no se ha cumplido. Al contrario, los errores de posicionamiento no sólo suponen una pérdida de tiempo, sino que también conllevan un aumento de la dosis para el paciente. Si bien los sensores parecen ser algo más sensibles a la radiación que las placas de fósforo fotoestimulable, referido a la radiografía individual, esta ventaja no parece ser relevante si se tiene en cuenta la tasa alta de repeticiones en la práctica clínica diaria.

Información a los pacientes

Una de las ventajas esperadas de la visualización de las radiografías digitales en una pantalla es facilitar al odontólogo la labor de informar al paciente sobre los hallazgos radiográficos. La búsqueda bibliográfica con PubMed con los criterios «communicate*/inform* AND patient AND digital AND radiograph*» proporcionó 27 estudios de los cuales ninguno era un trabajo original. Según los datos de un estudio publicado recientemente la satisfacción de los pacientes no mejoró por el hecho de mostrar las radiografías sobre una pantalla y comentarlas con el paciente antes de la extracción de terceros molares⁸. En este aspecto no se observó ninguna diferencia entre una radiografía con película convencional y una radiografía

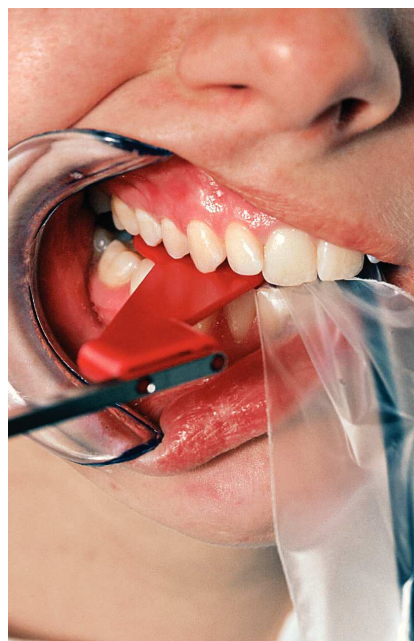


Figura 2. Colocación de un sensor intraoral con cable envuelto en una funda higiénica con un portapeículas.

digital. En resumen, se puede afirmar que por ahora no se dispone de evidencias de que la presentación en una pantalla de las radiografías digitales y las explicaciones basadas en la misma supongan ninguna ventaja para el paciente. Por este motivo sería razonable llevar a cabo estudios adicionales centrados en este tema.

Comodidad para el paciente

Los sensores son más gruesos que las películas radiográficas, no son flexibles y la zona de conexión al cable es relativamente rígida lo que, sin duda, puede complicar el posicionamiento en la boca del paciente (fig. 2). Por regla general, las placas de fósforo fotoestimulable se introducen en una funda higiénica de plástico que puede tener cantos vivos y esquinas no plegables. Estas características pueden ser problemáticas tanto para el paciente como para el odontólogo en el momento de obtener la radiografía. Este aspecto pasó totalmente desapercibido en el momento de introducir la radiografía digital en la odontología. Una búsqueda bibliográfica con PubMed con los criterios «digital AND intraoral/bitewing AND malestar» proporcionó cinco resultados a los que se añadió además un estudio basado en cuestionarios.

En un estudio se realizó una comparación entre un sensor CCD con unas dimensiones exteriores de 32 × 45 × 7,5 mm y una placa de fósforo fotoestimulable (35 × 45 × 2 mm). En él se preguntó a los pacientes acerca de la sensación desagradable percibida mientras se les reali-

zaba una radiografía de aleta de mordida con ambos sistemas¹. Los pacientes refirieron haber percibido una sensación más desagradable cuando se les efectuó la radiografía con el sensor que con la placa^{1,56}. En un estudio reciente sobre radiografías de aleta de mordida, el 76% de los pacientes consideró menos agradable el sensor en comparación con la película y únicamente un 15% indicó no haber notado ninguna diferencia⁶. En otro estudio se interrogó a los pacientes acerca de la comodidad en la realización de radiografías de los terceros molares con tres tipos de sensores, dos tipos de placas de fósforo fotoestimulable y una película dental. Todos los detectores de imágenes digitales se percibieron como más desagradables en comparación con la película dental³⁵, pero las placas de fósforo recibieron menos críticas que los sensores. Entre éstos, los finos y los que carecían de cable resultaron menos molestos que los sensores gruesos y dotados de cable. Sin embargo, en otro estudio no se obtuvieron diferencias en relación con la comodidad de uso entre un sensor con cable y otro sensor inalámbrico para la adquisición de radiografías intraorales³⁴.

Los odontopediatras refirieron en un estudio basado en cuestionarios que los niños más pequeños toleraban peor las radiografías obtenidas con sensor que con una placa de fósforo fotoestimulable⁴⁰.

En conclusión, se puede afirmar que los pacientes perciben como más molestas las radiografías realizadas con sensores que las realizadas con placas de fósforo fotoestimulable o con película. Es posible que si a los pacientes les cuesta tolerar los sensores en la boca se produzcan problemas de posicionamiento, lo que sería una explicación razonable de la mayor tasa de repeticiones en relación con los sistemas de sensores.

Exigencias higiénicas

A diferencia de la película, en el caso del sistema digital se utiliza el mismo detector para el examen radiográfico de muchos pacientes, lo que es una práctica muy cuestionable desde la perspectiva de la higiene. Además, las placas de fósforo fotoestimulable se transfieren al escáner después de la toma radiográfica, por lo que el riesgo de transmisión de infecciones representa probablemente un problema mayor que en el caso de los sensores. Los sensores se pueden desinfectar fregándolos con desinfectantes alcohólicos, pero por ahora no se dispone de estudios que analicen hasta qué punto las placas de fósforo fotoestimulable resisten un tratamiento de estas características sin dañarse. Ninguno de los sistemas digitales permite la esterilización. La búsqueda bibliográfica con

PubMed con los criterios de búsqueda «digital AND cross-contamination*» proporcionó diez artículos de los que cuatro versaban directamente sobre el tema de «sensores intraorales y control de infecciones». La ampliación de la búsqueda con el término «higiene» no aportó resultados adicionales.

La desinfección por fregado de la funda de plástico de las placas de fósforo fotoestimulable con una solución desinfectante alcohólica o su lavado con una solución jabonosa antes de su traslado al escáner solucionó el problema de la transmisión de infecciones como mostraron dos estudios en los que no se identificó flora de la cavidad oral después del procedimiento descrito^{36,59}. En un estudio se pudo demostrar que después de realizar la radiografía, en la mitad de los casos en los que se utilizaron fundas de plástico (habitualmente bolsitas de polietileno) se había producido una rotura y, por consiguiente, una contaminación del captador²⁴. El uso de dediles de goma proporcionó un menor índice de contaminación que, sin embargo, no alcanzó ni de lejos lo que se considera una protección antiinfecciosa aceptable²⁶. Por este motivo, ambos estudios recomiendan el uso simultáneo de dediles y de bolsitas, sobre todo si se realizan radiografías durante intervenciones quirúrgicas invasivas^{24,26} (como la cirugía de implantes).

En resumen, se puede afirmar que hace falta tomar medidas para impedir la transmisión de infecciones. El uso de una doble protección basada en dediles y fundas parece impedir en gran medida la contaminación del captador. Hace falta llevar a cabo otros estudios que investiguen la tolerancia de las placas de fósforo fotoestimulable a la desinfección por fregado con desinfectantes alcohólicos.

Visualización de las imágenes

Las imágenes digitales se deben visualizar en una pantalla. Estos aparatos pueden diferir considerablemente tanto por tamaño como por su precio. Algunos estudios más antiguos ya mostraron que no existían diferencias entre una pantalla CRT, una pantalla LCD y la película en lo que se refiere a la fiabilidad diagnóstica para detectar una caries interproximal^{15,33}. Pero tampoco se pudo demostrar la existencia de diferencias en los actuales modelos de pantallas LCD entre monitores diagnósticos de gama alta y modelos estándar más baratos^{18,27}. También es cierto que muchas veces la regulación del contraste y del brillo en la consulta no es óptima¹⁷. Además, la iluminación ambiente influye decisivamente en la capacidad para diferenciar los valores de gris¹³, por lo que se recomien-



Figura 3. Imagen de una radiografía de aleta de mordida en una pantalla de PC. Para el diagnóstico, se debería trabajar con una pantalla dotada de una visera o en una estancia con una intensidad lumínica ambiente inferior a 50 lux. Debe ajustarse la pantalla para obtener un contraste y un brillo óptimos (foto: Jan Unneberg. Copyright® (2009) Nor Tannlegeforen Tid. Todos los derechos reservados).

da trabajar en un lugar con luz atenuada para interpretar radiografías con fines diagnósticos¹⁹.

En resumen, no parece que las diferencias entre las distintas pantallas sean clínicamente relevantes, aunque actualmente no se sabe cómo puede repercutir la antigüedad del aparato sobre la calidad de visualización de las radiografías. Para obtener la máxima calidad de visualización posible se recomienda trabajar en salas con luz atenuada o utilizar como mínimo viseras adecuadas (fig. 3).

Calidad diagnóstica

La resolución espacial que se puede lograr teóricamente para radiografías intraorales con sistemas digitales varía entre 6 y 26 pares de líneas por milímetro⁹ (pl/mm). En general, los sensores muestran una mayor resolución espacial que las placas de fósforo fotoestimulable. Sin embargo, la resolución depende en gran medida del tipo de escáner y de su configuración (fig. 4).

La resolución de contraste (número de niveles de gris, profundidad de bit) varía entre 8 (resolución estándar, 256 niveles de gris) y 16 (alta resolución, 65.536 niveles de gris) y el tamaño de la imagen (volumen de almacenamiento) aumenta proporcionalmente a la resolución. En un estudio se pudo mostrar que el valor informativo diagnóstico de imágenes digitalizadas no fue diferente para una resolución de contraste de 6 bits o de 8 bits⁵⁰. Algunos estudios más recientes sobre diagnóstico de la caries mostraron que la resolución espacial influye relativamente poco en la precisión diagnóstica para detectar lesiones de caries^{4,31,58}. Esto también es cierto en caso de cambiar la resolución de contraste de 8 a 12 o 16 bit en un sistema digital⁵⁸.

En caso de realizar radiografías intraorales para la detección de caries, se debería recurrir a la proyección de aleta de mordida³⁰ (fig. 5). La radiografía de aleta de mordida se utiliza prácticamente sin modificaciones desde 1925³⁹ y se caracteriza por el uso de un portapelículas con un dispositivo de mordida que disminuye superposiciones interproximales y errores de proyección³⁷. La radiografía tradicional incluye un área que abarca la superficie distal del canino hasta la superficie distal del último molar⁵⁵ por lo que suelen hacer falta dos películas de tamaño 2 para cada lado de la boca. Si se utiliza película de aleta de mordida alargada (tamaño 3) se puede disminuir la dosis de radiación, pero probablemente se producirán más superposiciones, errores de proyección y superficies interproximales no visualizadas²⁹. Sin embargo, dado que actualmente en muchos pacientes la probabilidad de que desarrollen lesiones de caries en los caninos y los primeros premolares es relativamente baja, se parte de la base de que no se pasarán por alto lesiones aunque se realice únicamente una radiografía en cada lado²¹. En muchos casos se puede realizar también un examen visual de las superficies interproximales entre los caninos y los premolares.

Los estudios *in vitro* relativos a la detectabilidad de lesiones de caries en la dentina (oclusal e interproximal) proporcionaron una sensibilidad del 50-70%, mientras que la tasa de falsos positivos de caries varió entre el 3 y el 30%⁵¹. Sin embargo, las tasas de detección de caries de esmalte interproximal son claramente más bajas^{20,62}. Los sistemas digitales de última generación y las películas F-speed de alta sensibilidad mostraron resultados similares en el diagnóstico de lesiones de caries que las generaciones de películas dentales más antiguas^{53,54}, si bien también existen excepciones^{22,23}. Sin duda, esta si-

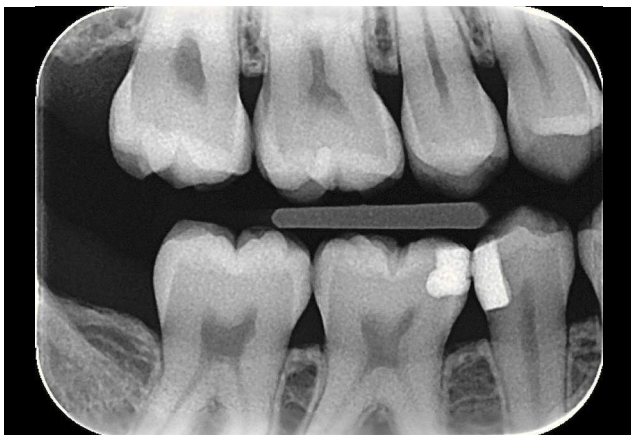


Figura 4. Radiografía de aleta de mordida del primer y del cuarto cuadrantes en la que se observa una lesión de caries en la cara mesial del diente 16.



Figura 5. Radiografía de aleta de mordida del primer y del cuarto cuadrantes con un sistema de sensor en la que se observa caries interproximal en los dientes 15 y 16.

tuación sugiere la necesidad de verificar todos los sistemas digitales de nueva comercialización para demostrar que las radiografías que se obtienen con ellos tienen una validez y una reproducibilidad de la detección de caries al menos equivalente a las de la técnica convencional^{51,52}.

Mientras tanto se ha podido demostrar la comparabilidad de numerosos sistemas digitales y películas dentales actuales con las películas convencionales tradicionales^{14,44,46,52}, por lo que se considera que en términos de visualización de imágenes los sistemas son al menos equivalentes. La capacidad de identificar correctamente lesiones de caries en la dentina (sensibilidad) es relativamente alta, con cifras que varían entre el 50 y el 70% con una tasa de falsos positivos del 3-30%⁵¹, mientras que los valores para las lesiones de esmalte interproximal son claramente más bajos⁶².

Conclusiones

Al principio de la era digital se prestó poca atención a los cambios en los procesos de trabajo asociados a la transición a los sistemas digitales de radiografías intraorales y se destacaron casi exclusivamente las posibles ventajas. Nadie discute que la eliminación del revelado químico ha proporcionado no sólo ventajas logísticas sino también un ahorro de tiempo considerable en todo el proceso terapéutico. Por otro lado también se puede constatar que los sistemas digitales pueden ser más difíciles de manejar, siendo menos cómodos para el paciente debido a su mayor rigidez y diferente dimensionamiento. Esto se traduce, en función del grado de dificultad del posicionamiento, en una mayor tasa de repeticiones en algu-

nas proyecciones y en condiciones anatómicas adversas. La ventaja inicial de la menor dosis de radiación necesaria por proyección individual queda anulada en parte por la cantidad de radiografías necesarias. No obstante, los sistemas digitales son la técnica del futuro por excelencia. Como norma general, al adquirir un nuevo equipo de radiología se deben tener en cuenta las cuestiones relacionadas con los procesos de trabajo, la manipulación en el paciente y la cadena de la higiene. En lo que se refiere a la calidad diagnóstica conviene comprobar si el sistema elegido es como mínimo equivalente a la técnica convencional.

Algunas partes de este artículo se basan en el artículo siguiente: Wenzel A, Møystad A. Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 2010;68:106-114. Reproducción de la versión en alemán modificada con permiso de Informa Healthcare Communications.

Bibliografía

1. Bahrami G, Hagstrom C, Wenzel A. Bitewing examination with four digital receptors. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:317-321.
2. Berkhout WE, Beuger DA, Sanderink GC, van der Stelt PF. The dynamic range of digital radiographic systems: dose reduction or risk of overexposure? *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:1-5.
3. Berkhout WE, Sanderink GC, van der Stelt PF. Does digital radiography increase the number of intraoral radiographs? A questionnaire study of Dutch dental practices. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32:124-127.
4. Berkhout WE, Verheij JG, Syriopoulos K, Li G, Sanderink GC, van der Stelt PF. Detection of proximal caries with high-resolution and standard resolution digital radiographic systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:204-210.
5. Bhaskaran V, Qualtrough AJ, Rushton VE, Worthington HV, Horner K. A laboratory comparison of three imaging systems for image

- quality and radiation exposure characteristics. *Int Endod J* 2005;38:645-652.
6. Bin-Shuwaish M, Dennison JB, Yaman P, Neiva G. Estimation of clinical axial extension of Class II caries lesions with ultraspeed and digital radiographs: an in-vivo study. *Oper Dent* 2008;33:613-621.
 7. Blendl C, Stengel C, Zdunczyk S. Vergleichende Untersuchung analoger und digitaler intraoraler Röntgenbild-Empfängersysteme. *Röfo* 2000;172:534-541.
 8. Christensen J, Matzen LH, Wenzel A. Effect of explaining radiographic information to the patient before third molar surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:176-178.
 9. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:485-489.
 10. Farman AG, Levato CM, Gane D, Scarfe WC. In practice: how going digital will affect the dental office. *J Am Dent Assoc* 2008;139(Suppl):14S-19S.
 11. Gonzalez L, Moro J. Patient radiation dose management in dental facilities according to the X-ray focal distance and the image receptor type. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:282-284.
 12. Grondahl HG, Wenzel A, Borg E, Tammisalo E. An image plate system for digital intra-oral radiography. *Dent Update* 1996;23:334-337.
 13. Haak R, Wicht MJ, Hellmich M, Nowak G, Noack MJ. Influence of room lighting on grey-scale perception with a CRT- and a TFT monitor display. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:193-197.
 14. Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Conventional, digital and contrast-enhanced bitewing radiographs in the decision to restore approximal carious lesions. *Caries Res* 2001;35:193-199.
 15. Haak R, Wicht MJ, Nowak G, Hellmich M. Influence of displayed image size on radiographic detection of approximal caries. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:242-246.
 16. Hellen-Halme K, Johansson PM, Hakansson J, Petersson A. Image quality of digital and film radiographs in applications sent to the Dental Insurance Office in Sweden for treatment approval. *Swed Dent J* 2004;28:77-84.
 17. Hellen-Halme K, Nilsson M, Petersson A. Digital radiography in general dental practice: a field study. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:249-255.
 18. Hellen-Halme K, Nilsson M, Petersson A. Effect of monitors on approximal caries detection in digital radiographs – standard versus precalibrated DICOM part 14 displays: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:716-720.
 19. Hellen-Halme K, Petersson A, Warfvinge G, Nilsson M. Effect of ambient light and monitor brightness and contrast settings on the detection of approximal caries in digital radiographs: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:380-384.
 20. Hintze H, Christoffersen L, Wenzel A. In vitro comparison of Kodak Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus, and Agfa M2 Comfort dental x-ray films for the detection of caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81:240-244.
 21. Hintze H, Wenzel A. A two-film versus a four-film bite-wing examination for caries diagnosis in adults. *Caries Res* 1999;33:380-386.
 22. Hintze H, Wenzel A. Influence of the validation method on diagnostic accuracy for caries. A comparison of six digital and two conventional radiographic systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:44-49.
 23. Hintze H, Wenzel A, Frydenberg M. Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:170-175.
 24. Hokett SD, Honey JR, Ruiz F, Baisden MK, Hoen MM. Assessing the effectiveness of direct digital radiography barrier sheaths and finger cots. *J Am Dent Assoc* 2000;131:463-467.
 25. Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NH. Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J* 1990;168:244-248.
 26. Hubar JS, Gardiner DM. Infection control procedures used in conjunction with computed dental radiography. *Int J Comput Dent* 2000;3:259-267.
 27. Isidor S, Faaborg-Andersen M, Hintze H et al. Effect of monitor display on detection of approximal caries lesions in digital radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:537-541.
 28. Kaeppler G, Dietz K, Herz K, Reinert S. Factors influencing the absorbed dose in intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:506-513.
 29. Kaffe I, Gordon M, Laufer B, Littner MM. Detection of proximal carious lesions: two-film versus four-film bitewing radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57:567-571.
 30. Kidd E, Mejare I, Nyvad B. Clinical and radiographic caries diagnosis. In: Fejerskov O, Kidd E (eds). *Dental caries – The disease and its management*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2003:111-128.
 31. Li G, Berkhout WE, Sanderink GC, Martins M, van der Stelt PF. Detection of in vitro proximal caries in storage phosphor plate radiographs scanned with different resolutions. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:325-329.
 32. Li G, van der Stelt PF, Verheij JG et al. End-user survey for digital sensor characteristics: a pilot questionnaire study. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:147-151.
 33. Ludlow JB, Abreu M Jr. Performance of film, desktop monitor and laptop displays in caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:26-30.
 34. Ludlow JB, Mol A. Digital imaging. In: White SC, Pharoah MJ (eds). *Oral radiology: Principles and interpretation*. St. Louis: Mosby Elsevier, 2009:78-99.
 35. Matzen LH, Christensen J, Wenzel A. Patient discomfort and retakes in periapical examination of mandibular third molars using digital receptors and film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:566-572.
 36. Negrón W, Mauriello SM, Peterson CA, Arnold R. Cross-contamination of the PSP sensor in a preclinical setting. *J Dent Hyg* 2005;79:8.
 37. Pitts NB. Film-holding, beam-aiming and collimating devices as an aid to standardization in intra-oral radiography: a review. *J Dent* 1984;12:36-46.
 38. Ramamurthy R, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Time and motion study: a comparison of two photostimulable phosphor imaging systems used in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:315-318.
 39. Raper HR. Practical clinical preventive dentistry based upon the periodic roentgen-ray examinations. *J Am Dent Assoc* 1925;12:1084-1100.
 40. Russo JM, Russo JA, Guelmann M. Digital radiography: a survey of pediatric dentists. *J Dent Child (Chic)* 2006;73:132-135.
 41. Sanderink GC. Imaging: new versus traditional technological aids. *Int Dent J* 1993;43:335-342.
 42. Saxe MJ, West DJ Jr. Incorporating digital imaging into dental hygiene practice. *J Dent Hyg* 1997;71:71-75.
 43. Sommers TM, Mauriello SM, Ludlow JB, Platin E, Tyndall DA. Pre-clinical performance comparing intraoral film and CCD-based systems. *J Dent Hyg* 2002;76:26-33.
 44. Syriopoulos K, Sanderink GC, Velders XL, van der Stelt PF. Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:312-318.
 45. Tsuchida R, Araki K, Endo A, Funahashi I, Okano T. Physical properties and ease of operation of a wireless intraoral x-ray sensor. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:603-608.
 46. Uprichard K, Potter B, Russell C, Schafer T, Adair S, Weller R. Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition. *Pediatr Dent* 2000;22:9-15.
 47. Van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1379-1387.
 48. Versteeg CH, Sanderink GC, van der Stelt PF. Efficacy of digital intraoral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997;25:215-224.
 49. Versteeg CH, Sanderink GC, van Ginkel FC, van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:97-101.

50. Wenzel A. Effect of varying gray-scale resolution for detectability of bone lesions in intraoral radiographs digitized for teletransmission. *Scand J Dent Res* 1987;95:483-492.
51. Wenzel A. Current trends in radiographic caries imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:527-539.
52. Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:3-11.
53. Wenzel A. Matters to consider when implementing direct digital radiography in the dental office. *Int J Comput Dent* 1999;2:269-290.
54. Wenzel A. Digital imaging for dental caries. *Dent Clin North Am* 2000;44:319-338.
55. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res* 2004;83(Spec No C):C72-75.
56. Wenzel A, Frandsen E, Hintze H. Patient discomfort and cross-infection control in bitewing examination with a storage phosphor plate and a CCD-based sensor. *J Dent* 1999;27:243-246.
57. Wenzel A, Grondahl HG. Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J* 1995;45:27-34.
58. Wenzel A, Haiter-Neto F, Gotfredsen E. Influence of spatial resolution and bit depth on detection of small caries lesions with digital receptors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:418-422.
59. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:621-626.
60. Wenzel A, Kirkevang LL. Students' attitudes to digital radiography and measurement accuracy of two digital systems in connection with root canal treatment. *Eur J Dent Educ* 2004;8:167-171.
61. Wenzel A, Møystad A. Experience of Norwegian general dental practitioners with solid state and storage phosphor detectors. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:203-208.
62. White SC, Yoon DC. Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;26:32-38.