

Uso de Equipos Radiográficos Digitales Extraorales en la Clínica Dental

Trabajo basado en la Tesis para obtener el grado de PhD en la Universidad Católica de Luven, Bélgica.



Dra. Frieda Gijbels
Prof. Reinhilde Jacobs
D.D.S. Periodontol, Ph. D.

Abstract

This paper intends to give an overview of the literature on digital extraoral radiography as well as some recommendations for daily practice.

Resumen

El propósito de este artículo es entregar una revisión de la literatura acerca de la radiografía digital extraoral, como también algunas recomendaciones para su práctica diaria.

Introducción

La radiografía dental tiene un lugar significativo en el campo de la medicina, debido a que, a diferencia de otras disciplinas médicas, prácticamente cada dentista toma personalmente sus propias radiografías. En la mayoría de los casos, el clínico necesita las radiografías inmediatamente, ya que a menudo éstas forman parte esencial del diagnóstico y de las estrategias de tratamiento. Por lo tanto, la radiografía oral debería ser lo más eficiente posible, con el fin de minimizar el tiempo y el esfuerzo necesarios en su producción, interpretación y archivo.

Desde hace varios años, los sistemas radiográficos a base de películas han sido utilizados en el cuidado de la salud oral. Una vez irradiadas, estas películas son procesadas químicamente e interpretadas en un negatoscopio. Después de esto, ellas son archivadas en las fichas de los pacientes, desde donde pueden ser recuperadas para su utilización posterior. Además de ser ambientalmente dañino, el procesamiento químico consume tiempo, especialmente en el caso de dentistas que trabajan solos y cuando no se dispone de revelado automático. Más aún, el procesamiento químico es una técnica sensible^(1,2,3), y radiografías con exceso o falta de tiempo de revelado pueden ocultar patologías. El archivo y la recuperación manual de películas radiográficas también demandan tiempo y son susceptibles a errores.

La radiografía digital fue introducida en odontología a finales de los ochenta (RadioVisioGraphy®, Trophy, Vincennes, France), y está reemplazando a la película radiográfica en un número creciente de clínicas dentales. La naturaleza digital de estas radiografías hace el procesamiento, exhibición y archivo más fácil al usuario pues estos pasos son automatizados en su mayor parte. A su vez, el contraste y el brillo pueden ser ajustados y, en la mayoría de los casos, existen filtros preprogramados para mejorar la interpretación de la imagen, que hasta cierto punto pueden compensar una sub o sobreexposición. Además, es frecuente la inclusión de herramientas para mediciones digitales de longitud.

Correspondencia
Reinhilde Jacobs
Oral Imaging Centre
School of Dentistry, Oral Pathology and
Maxillofacial Surgery
Faculty of Medicine
Katholieke Universiteit Leuven
Kapucijnenvoer 7
B-3000 Leuven
Belgium

Tel. / Fax: +32 (16) 33.24.10

e-mail: Reinhilde.Jacobs@uz.kuleuven.ac.be

Traducción: Gentileza Dra. Elisa Parraguez López.

Sistemas Radiográficos Extraorales Convencionales

Las radiografías en odontología pueden ser divididas según dos enfoques principales: proyecciones intraorales y extraorales. Las radiografías intraorales, que representan un número limitado de dientes y sus estructuras circundantes, son obtenidas utilizando una película pequeña que es colocada adentro de la boca de los pacientes e irradiada usando un tubo de radiación intraoral que es colocado extraoralmente. Por otra parte, las radiografías extraorales muestran zonas más extensas del cráneo. Estas son obtenidas por medio de una película ubicada fuera de la boca del paciente en el lado opuesto de la unidad de radiación, que se posiciona extraoralmente. Con el fin de reducir la cantidad de radiación necesaria para producir radiografías extraorales convencionales, las películas son insertadas en chasis, donde son sujetadas entre dos pantallas intensificadoras. Las partículas de fósforo de estas pantallas intensificadoras absorben parte de la radiación y la emiten como luz visible.

La película, que es sensible tanto a la radiación como a la luz, requiere así una menor cantidad de radiación.

Existen diferentes técnicas de proyecciones extraorales, de las cuales las más comúnmente usadas son la radiografía panorámica y la cefalométrica.

Sistemas Radiográficos Digitales Panorámicos y Cefalométricos

Las radiografías digitales pueden ser obtenidas usando dos tipos de sensores diferentes, un dispositivo de carga acoplada (Charge-Coupled Device – CCD) o una placa de fósforo de almacenamiento (Storage Phosphor Plate – SPP). Estos tipos de sensores son usados tanto en proyecciones intraorales como en proyecciones extraorales, aunque para uso extraoral se hacen modificaciones específicas, especialmente en las unidades que utilizan sensores CCD.

Los sensores CCD para radiografía están compuestos de una cuadrícula de elementos sensibles a la radiación, los cuales transforman la energía de la radiación en señales eléctricas que son enviadas a un computador y traducidas como imágenes radiográficas en su monitor. La radiografía a base de CCD también es llamada radiografía digital directa debido a que la imagen aparece casi inmediatamente en el monitor del computador. Debido a las limitaciones técnicas y financieras, los sensores CCD tienen dimensiones limitadas (máx. 5 cm x 5 cm). El sensor CCD es una parte integrada de la unidad de radiación extraoral (Figura 1).

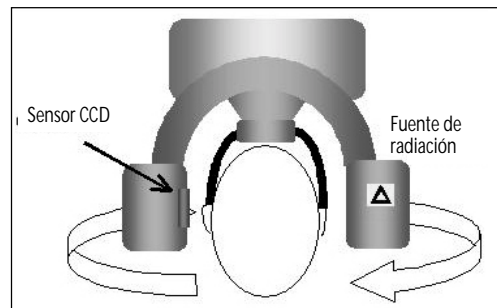


Figura 1

El sensor CCD de la unidad panorámica digital directa está integrado en la unidad de radiación, enviando la energía de la radiación ya convertida inmediatamente al computador.

Los SPPs están compuestos de una placa base plástica, cubierta con partículas de fósforo. Estas partículas pueden captar la energía de la radiación y almacenarla por un cierto tiempo. Cuando estos SPPs son escaneados con un haz de láser fino, la energía de la radiación es liberada como energía luminosa, la cual es multiplicada, medida y transformada en señales electrónicas (Figura 2). Estas señales son enviadas al computador y la imagen radiográfica aparece en el monitor. Debido al retraso causado por el proceso de escaneo, esta técnica radiográfica digital es llamada también radiografía digital indirecta. Al contrario de los sensores CCD, los SPPs pueden ser fabricados en diferentes tamaños, comparables a los tamaños de las películas convencionales (Figura 3).



Figura 2

Sistema de escaneo para placas de fósforo de almacenamiento extraorales (ADC Solo®, Agfa, Mortsel, Belgium).



Figura 3

Los chasis panorámicos de fósforo de almacenamiento consisten en una placa de fósforo de almacenamiento y no poseen pantallas intensificadoras.

Radiografías Digitales Panorámicas

Las exposiciones panorámicas son obtenidas a base de radiografía de haces finos. Esto significa que un haz de radiación fino se mueve alrededor de la cabeza, exponiendo progresivamente las estructuras en estudio. Simultáneamente, el soporte del chasis que contiene el receptor de la imagen se mueve alrededor de la cabeza hacia el lado contrario. Esta tecnología fue desarrollada con el fin de lograr radiografiar una estructura curva, como es la mandíbula, en un receptor plano con una mínima sobreproyección de estructuras. Para cada segmento mandibular expuesto, el haz de radiación entra a las estructuras maxilofaciales lo más perpendicular posible.

Las exposiciones panorámicas convencionales y digitales siguen el mismo principio de imagenología, excepto por el hecho de que el chasis para películas que es usado para imagenología convencional es reemplazado por un sensor CCD para radiografía digital directa, o por un chasis con una placa digital de fósforo de almacenamiento para radiografía digital indirecta. En imagenología a base de CCD, el sensor CCD está integrado en la unidad de radiación y reemplaza el portachasis.

Radiografías Cefalométricas Digitales

Las radiografías cefalométricas son obtenidas con una fuente de radiación estática y un receptor de imagen. Para la tecnología digital indirecta es usado un chasis sin pantallas intensificadoras, y que contiene una placa de fósforo de almacenamiento de dimensiones similares a las películas convencionales. Tanto para radiografías cefalométricas convencionales, como para las digitales indirectas, se requiere un tiempo muy corto de exposición. Sin embargo, cuando se utilizan radiografías digitales directas es necesario un enfoque diferente, debido al tamaño limitado del sensor CCD. Por consiguiente, se utiliza un procedimiento de barrido lineal, exponiendo el cráneo en forma escalonada. Sin embargo, muy recientemente una técnica de exposición cefalométrica digital directa de un "único disparo" ha sido introducida por Trophy (Trophypan C®, Marne-la-Vallée), reduciendo considerablemente el tiempo de exposición y el riesgo de artefacto por movimiento. El sistema debiera ser introducido al mercado a finales del 2003.

Estado actual de los Sistemas Radiográficos Digitales Panorámicos y Cefalométricos

Radiografía Panorámica

En 1985 Kashima et al.⁽⁴⁾ reportaron un sistema de placa prototipo de imagenología (digital indirecta) para radiografía panorámica. Ya en ese tiempo ellos subrayaron las ventajas potenciales de la extensa amplitud, procesamiento de la imagen y reducción de la exposición de esta técnica. McDavid et al.⁽⁵⁾ introdujeron en 1991 un prototipo de un sistema radiográfico panorámico a base de CCD (digital directo) que instalaron en una unidad de radiación existente Orthopantomograph®. En un proyecto experimental preliminar y después de pruebas adicionales en fantasmas de prueba, en una cabeza de fantoma y en un sujeto humano^(6,7), se encontró que el sistema digital era comparable a la radiografía convencional en las propiedades físicas, tales como densidad, contraste, magnificación y distorsión; y en la mayoría de los factores de calidad de la imagen para el diagnóstico (excepto en la representación del hueso trabecular en el sujeto clínico y en la representación de la unión cemento esmalte en el fantoma).

Una de las primeras unidades digitales panorámicas comercializadas, el OP100 Digipan® (Trophy Radiologie, Vincennes, France e Instrumentarium, Tuusula, Finland) fue evaluada por Farman et al.^(8,9). Los factores de corte de imágenes, resolución y magnificación fueron descritos en detalle. Una evaluación dosimétrica realizada con una cámara de ionización determinó una reducción de alrededor del 70% de las dosis de registro comparado con la radiografía convencional. Un experimento clínico⁽¹⁰⁾ mostró un desempeño comparable de las radiografías digitales y convencionales.

Dula et al. (1998)⁽¹¹⁾ evaluaron la unidad panorámica digital directa Orthophos DS® para la detección de lesiones radiolúcidas. Se realizaron defectos artificiales en mandíbulas hemiseccionadas, y se rodearon con material equivalente a tejido blando. Las dosis órgano fueron medidas con dosímetros TLD en una cabeza fantoma. Se encontró que los rangos de exposición podían ser disminuidos, y una reducción de la dosis de hasta 43% pudo ser lograda gracias al ajuste de contraste y densidad que es hecho automáticamente en el software de imagenología. El mismo proyecto experimental fue usado por Sanderink et al.⁽¹²⁾ para comparar el desempeño diagnóstico en la detección de radiolucideces artificiales de radiografías

panorámicas comprimidas y descomprimidas. Una compresión de 1:28 de la información no afectó la calidad de la imagen para el diagnóstico en las tareas diagnósticas previamente descritas.

Schulze et al.⁽¹³⁾ evaluaron las medidas digitales en radiografías panorámicas digitales directas (Orthophos DS®) y concluyeron que estas fueron confiables para aplicaciones clínicas.

Gijbels et al.⁽¹⁴⁾ compararon la calidad de la imagen para el diagnóstico en imágenes panorámicas convencionales y digitales directas (Orthophos DS®). Se evaluaron tanto regiones óseas periapicales como de la cresta, y se indicó la necesidad de radiografías periapicales adicionales para permitir el diagnóstico. Ellos encontraron que las radiografías panorámicas digitales directas eran inferiores a las radiografías convencionales. Sin embargo, la calidad de la imagen pudo ser mejorada con la aplicación de un filtro "incrementador de contraste".

Ramesh et al.⁽¹⁵⁾ compararon radiografías panorámicas digitales directas (Orthophos DS®) y convencionales para la detección de caries y de pérdida ósea periodontal marginal. Ellos encontraron resultados comparables en la detección de caries y resultados inferiores en la detección de periodontitis con el sistema digital.

Un estudio reciente⁽¹⁶⁾ evaluó el efecto de la reducción de la dosis en la calidad de la imagen para el diagnóstico en radiografía panorámica digital directa (Orthophos DS®). Una reducción de la dosis de entre 40% y 50% fue lograda sin alterar la calidad de la imagen para el diagnóstico.

Gijbels et al.⁽¹⁷⁾ evaluaron la calidad de la imagen para el diagnóstico de radiografías panorámicas digitales indirectas, excepto para el prototipo introducido por Kashima et al. in 1985⁽⁴⁾. Ellos encontraron que la calidad de la imagen para el diagnóstico de radiografías panorámicas digitales indirectas obtenidas con el sistema ADC Solo® SPP (Agfa, Mortsel, Belgium), es comparable para un número de tareas específicas con radiografías panorámicas convencionales.

Radiografía Cefalométrica

Las placas de fósforo de almacenamiento han sido utilizadas más extensamente en radiografías cefalométricas. Seki y Okano¹⁸ y Näslund et al.⁽¹⁹⁾ demostraron que el sistema digital indirecto Fuji® (Fuji Medical, Tokyo, Japan) requirió una dosis de radiación inferior para radiografías cefalométricas sin pérdida de calidad de la imagen para el diagnóstico. Agfa (Mortsel, Belgium) también ha desarrollado un sistema fácilmente disponible para centros

de imagenología limitados (ADC Solo®). Este sistema ha sido evaluado para imagenología oral por Gijbels et al.⁽²⁰⁾. Ellos encontraron una mejora significativa en la calidad de la imagen para el diagnóstico, al comparar radiografías cefalométricas digitales con radiografías convencionales en la detección de los puntos cefalométricos.

El acuerdo interobservador también fue superior para radiografías digitales. La radiografía cefalométrica digital directa ha sido investigada por McDavid et al.⁽²¹⁾. El contraste y la resolución parecieron adecuados para realizar tareas diagnósticas. Ellos afirmaron que la tecnología de barrido lineal usada para construir la imagen incrementaba el contraste al reducir la cantidad de radiación dispersa. Visser et al.⁽²²⁾ compararon las dosis de radiación de radiografías cefalométricas convencionales y directas (Orthophos DS Ceph®, Sirona Dental, Bensheim, Germany). Ellos encontraron que usando la radiografía cefalométrica digital directa se podía lograr una reducción de dosis de 50% en promedio.

Un nuevo prototipo para radiografía digital directa llamado Direct Radiography® fue presentado en 1998 por Sakurai et al.⁽²³⁾ El sistema estaba basado en un panel TFT (Thin Film Transistor) relativamente grande (178 mm x 213.5 mm) y eliminaba la necesidad de un proceso de barrido tal como en imagenología CCD debido a las limitaciones del tamaño del sensor CCD. La evaluación inicial del sistema mostró una buena resolución espacial y sensibilidad a la radiación.

Recomendaciones para la Práctica Diaria

¿Radiografía extraoral digital directa o indirecta?

Dado que los sistemas de imagenología extraorales digitales indirectos y directos parecen ser adecuados para propósitos diagnósticos, la elección final dependerá de la preferencia personal y de la organización de la clínica dental. Cuando existe previamente una unidad de radiación extraoral que es satisfactoria, probablemente es más fácil cambiar a radiografía digital indirecta, debido a que la unidad de radiación existente puede ser utilizada. En este caso, basta con cambiar los chasis que contienen película y pantallas a chasis digitales fosforados que no contienen pantallas intensificadoras. Por supuesto, un software dedicado y un escáner son necesarios para leer las radiografías. En el caso de preferir imagenología digital directa, es probable que la unidad de radiación existente tenga que ser descartada, aunque en algunas instancias las unidades de radiación convencionales pueden ser convertidas en sistemas digitales directos. Por otra parte,

cuando se desea renovar una unidad de radiación existente, o cuando una primera unidad extraoral va a ser adquirida, el motivo principal de elección será la preferencia personal. La aparición directa de la radiografía en el monitor del computador con una unidad a base de CCD será para algunos clínicos una ventaja adicional. Sin embargo, para radiografías cefalométricas es necesario un tiempo de exposición más largo debido al barrido lineal. Esto incrementa el riesgo de artefactos por movimiento, especialmente en niños pequeños.

Archivado de Radiografías Extraorales Digitales

Debido a que las radiografías extraorales digitales requieren una gran cantidad de espacio para archivo (usualmente más de 1 MB), es necesario un sistema de respaldo con suficiente capacidad de memoria. Los sistemas magnéticos de almacenamiento, como la unidad de disco ZIP® (Iomega, UT, USA) o discos duros portátiles como la unidad de disco JAZ® (Iomega) son suficientes, así como también los quemadores de los CD-ROM. Cuando se requiere compresión de la información radiográfica, se debe tener cuidado en preservar la calidad de la imagen para el diagnóstico.

Observación de Radiografías Extraorales Digitales

Cuando las radiografías digitales son diagnosticadas en el monitor del computador, la luz ambiental debe ser oscurecida para aumentar el contraste. Las fuentes de luz externa no deben causar reflejos en la pantalla que puedan comprometer el diagnóstico. Con el fin de obtener una configuración óptima de contraste y brillo en la pantalla del computador, un patrón de prueba o control puede ser usado (Figura 4). Además, la resolución de la pantalla debe ser adaptada a la resolución de las imágenes digitales. Cuando las radiografías extraorales digitales son analizadas en un monitor de baja resolución, sólo partes de la imagen pueden ser analizadas, a menos que estas sean desplegadas con menor tamaño (zoom out), lo que hace difícil una apreciación global de la radiografía. Cuando se utiliza un monitor a color, la configuración debiera ser de al menos de 24-bit, pues de otro modo la escala completa de 256 valores de grises no puede ser mostrada.

Impresión de Radiografías Digitales Extraorales

Aunque el diagnóstico de radiografías digitales debiera ser realizado en el monitor del computador, a veces es

indispensable imprimir las imágenes, como en el caso de ser referidas a un colega. Técnicamente, es posible imprimir radiografías con una mínima pérdida de la calidad de la imagen para el diagnóstico, por ejemplo con una impresora seca (Figura 5). Estos dispositivos de impresión producen imágenes radiográficas en una lámina transparente, las cuales son bastante comparables a las radiografías convencionales. Sin embargo, ellas son más bien caras y usualmente inasequibles para una consulta dental privada. En todo caso, en la mayoría de las clínicas dentales las radiografías digitales tienen que ser impresas sólo ocasionalmente. Una opción efectiva en cuanto a costo podría ser una impresora a color de inyección a tinta. Resultados razonables pueden ser obtenidos cuando se usa papel de alto brillo o transparencias, y cuando las radiografías son impresas a color⁽²⁴⁾. Efectivamente, las impresiones a color parecen ser capaces de producir un rango más amplio de valores de grises que las imágenes compuestas solamente de valores blancos y negros. Sin embargo, cuando las impresiones se requieren más a menudo, el consumo de cartuchos de tinta y de papel especial puede ser bastante caro.

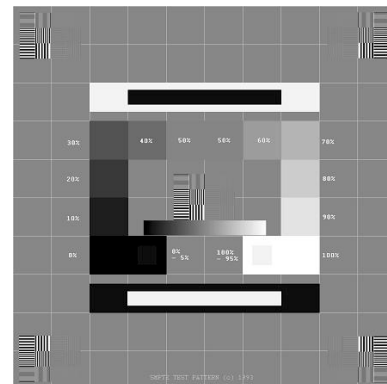


Figura 4

Patrón de prueba o control para optimizar la configuración de contraste y brillo en el monitor del computador. (SMPTE, Society of Motion Picture and Television Engineers, NY, USA)



Figura 5

Impresora seca para imprimir imágenes radiográficas en lámina transparente. (Drystar 2000®, Agfa, Mortsel, Belgium).

Conclusiones

Para exposiciones panorámicas y cefalométricas, tanto los sistemas digitales indirectos como los directos parecen ser adecuados para propósitos diagnósticos. Las propiedades físicas son comparables a la radiografía convencional, y reducciones en las dosis pueden ser logradas al disminuir los rangos de exposición. Cuando se interpretan

radiografías digitales en el monitor del computador se debe tener cuidado en optimizar la configuración del monitor y las condiciones ambientales de luz. Cuando las radiografías tienen que ser impresas, un análisis costo-beneficio podría ayudar a hacer una elección entre los tipos de impresoras.

Referencias Bibliográficas

- 1.- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. Effects of developer exhaustion on the sensitometric properties of four dental films. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:80-88.
- 2.- Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van Amerongen JP, van der Stelt PF. The effect of developer age on the detection of approximal caries using three dental films. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:208-213.
- 3.- Syriopoulos K, Sanderink GCH, Velders XL, van Ginkel FC, van der Stelt PF. The effects of developer age on diagnostic accuracy: a study using assessment of endodontic file length. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:311-315.
- 4.- Kashima I, Kanno M, Higashi T & Takano M. Computed panoramic tomography with scanning laser-stimulated luminescence. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;60: 448-453.
- 5.- McDavid WD, Dove SB, Welander U & Tronje G. Electronic system for digital acquisition of rotational panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71: 499-502.
- 6.- Dove SB, McDavid WD, Welander U & Tronje G. Preliminary evaluation of a digital system for rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73: 623-632.
- 7.- McDavid WD, Dove SB, Welander U & Tronje G. Dimensional reproduction in direct digital rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 523-527.
- 8.- Farman TT, Kelly MS & Farman AG. The OP100 Digipan - Evaluation of the image layer, magnification factors, and dosimetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 281-287.
- 9.- Farman TT, Farman AG, Kelly MS, Firriolo FJ, Yancey JM & Stewart AV. Charge-coupled device panoramic radiography: effect of beam energy on radiation exposure. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 36-40.
- 10.- Farman TT & Farman AG. Clinical trial of panoramic dental radiography using a CCD receptor. *J Digit Imaging* 1998; 11: 169-171.
- 11.- Dula K et al. Effects of dose reduction on the detectability of standardized radiolucent lesions in digital panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 227-233.
- 12.- Sanderink GCH, Dula K, Huiskens R & van der Stelt PF. *Advances in Maxillofacial Imaging*. Farman AG & et al (eds.), pp. 299-305 (Elsevier Science B.V., Amsterdam, 1997).
- 13.- Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F & d'Hoedt B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29: 52-56.
- 14.- Gijbels F, De Meyer A-M, Bou Serhal C, Van den Bossche C, Declerck J, Persoons M, Jacobs R. The subjective image quality of direct digital and conventional panoramic radiography. *Clin Oral Invest* 2000; 4: 162-167.
- 15.- Ramesh A, Tyndall DA & Ludlow JB. Evaluation of a new digital panoramic system: a comparison with film. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 98-100.
- 16.- Dannewitz B, Hassfeld S, Eickholz P & Mühling J. Effect of dose reduction in digital dental panoramic radiography on image quality. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 50-55.
- 17.- Gijbels F, Sanderink G, Bou Serhal C, Pauwels H, Jacobs R. Organ doses and subjective image quality for indirect digital panoramic images. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30: 308-313.
- 18.- Seki K & Okano T. Exposure reduction in cephalography with a digital photostimulable phosphor imaging system. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22: 127-130.
- 19.- Näslund E-B, Kruger M, Petersson A & Hansen K. Analysis of low-dose digital lateral cephalometric radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 136-139.
- 20.- Gijbels F, Bou Serhal C, Willems G, Bosmans H, Sanderink G, Persoons M, Jacobs R. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:101-105.
- 21.- McDavid WD, Dove SB, Welander U & Tronje G. Direct digital extraoral radiography of the head and neck with a solid-state linear x-ray detector. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 811-817.
- 22.- Visser H, Rödiger T & Hermann K-P. Dose reduction by direct-digital cephalometric radiography. *Angle Orthod* 2001; 71: 159-163.
- 23.- Sakurai T et al. The development of a new direct digital extraoral radiographic system prototype using a thin-film transistor panel. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 172-177.
- 24.- Gijbels F. Subjective image quality of digital panoramic radiographs printed with different techniques. In: *Image quality and radiation dose levels of digital extraoral radiographs (thesis)*. Leuven; 2003: pp.76-81.