



RADIOLOGÍA

www.elsevier.es/rx



ORIGINAL

## Detectores radiográficos digitales inalámbricos en una sala de radiología de urgencias. Una solución eficaz

M. Garrido Blázquez<sup>a</sup>, M. Agulla Otero<sup>b</sup>, F.J. Rodríguez Recio<sup>a,\*</sup>,  
R. Torres Cabrera<sup>b</sup> e I. Hernando González<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Radiodiagnóstico, Complejo Asistencial de Segovia, Segovia, España

<sup>b</sup> Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica, Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid, España

Recibido el 23 de abril de 2011; aceptado el 2 de agosto de 2011

### PALABRAS CLAVE

Radiología  
computarizada (CR);  
Sistema digital de  
pantalla plana (DR);  
Solución eficaz

### Resumen

**Objetivos:** Evaluar la implantación de un sistema digital de pantalla plana (*flat panel digital radiography* [DR]) con tecnología WiFi, en una sala de radiología de urgencias que previamente estaba trabajado con un sistema de radiología computarizada (*computed radiography* [CR]). Se analizaron aspectos de calidad de imagen, reducción de dosis, flujo de trabajo y ergonomía.

**Material y métodos:** Se estudiaron los resultados obtenidos con sistemas CR y DR-WiFi, relacionados con la calidad de imagen analizada en imágenes obtenidas en maniquí y tras la valoración de imágenes radiológicas por radiólogos, también se analizaron tiempos y flujo de trabajo en la realización de los estudios con ambos métodos y especialmente se estudiaron datos de reducción de dosis en grupos de pacientes antes y después de la instalación del nuevo equipamiento.

**Resultados:** La calidad de imagen mejoró tanto en las pruebas realizadas sobre maniquí como en la evaluación por radiólogos, que aumentó de 3 a 4,5 en una escala máxima de 5; los tiempos de estudio disminuyeron un promedio de 25 segundos por cada imagen; se comprobó que se requiere utilizar menos radiación con el panel plano en prácticamente todas las técnicas llevadas a cabo con exposimetría automática, aunque el estudio solo ha mostrado diferencias estadísticamente significativas en algunas de las técnicas (tórax, columna dorsal y lumbar).

**Conclusiones:** La instalación del sistema DR-WiFi ha sido beneficiosa. Se ha producido un incremento en la calidad de imagen con una reducción de la dosis en los pacientes, junto a ventajas en términos de funcionalidad, ergonomía y rendimiento.

© 2011 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jrrecio@gmail.com (F.J. Rodríguez Recio).

## KEYWORDS

Computed radiography (CR); Flat panel digital radiography (DR); Workflow efficiency

## Wireless digital radiography detectors in the emergency area: an efficacious solution

### Abstract

**Objectives:** To evaluate the implementation of a flat panel digital radiography (DR) system with WiFi technology in an emergency radiology area in which a computed radiography (CR) system was previously used. We analyzed aspects related to image quality, radiation dose, workflow, and ergonomics.

**Material and methods:** We analyzed the results obtained with the CR and WiFi DR systems related with the quality of images analyzed in images obtained using a phantom and after radiologists' evaluation of radiological images obtained in real patients. We also analyzed the time required for image acquisition and the workflow with the two technological systems. Finally, we analyzed the data related to the dose of radiation in patients before and after the implementation of the new equipment.

**Results:** Image quality improved in both the tests carried out with a phantom and in radiological images obtained in patients, which increased from 3 to 4.5 on a 5-point scale. The average time required for image acquisition decreased by 25 seconds per image. The flat panel required less radiation to be delivered in practically all the techniques carried out using automatic dosimetry, although statistically significant differences were found in only some of the techniques (chest, thoracic spine, and lumbar spine).

**Conclusions:** Implementing the WiFi DR system has brought benefits. Image quality has improved and the dose of radiation to patients has decreased. The new system also has advantages in terms of functionality, ergonomics, and performance.

© 2011 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La progresiva incorporación de sistemas digitales de imagen a los Servicios de Radiodiagnóstico ha dado lugar a un debate sobre las ventajas e inconvenientes de tales sistemas<sup>1-3</sup>.

Cuando se proyecta la sustitución de un equipo de radiología, analógico o no, por otro nuevo, digital y de tecnología más actual, se plantean cuestiones relativas a los cambios previsibles en la calidad de imagen, en la dosis a los pacientes y en aspectos de ergonomía y eficiencia de la sala.

La elección de las técnicas óptimas de exploración en los equipos radiológicos digitales no es trivial. En los sistemas analógicos convencionales la reducida latitud de una determinada combinación película-pantalla deja un margen relativamente estrecho para la elección de la técnica óptima en cada caso. Sin embargo, los sistemas digitales permiten amplias variaciones en la técnica utilizada para una determinada exploración que dan lugar a modificaciones sutiles y continuas en las características de las imágenes, modificaciones que pueden determinar su valor diagnóstico de una manera en ocasiones difícil de valorar<sup>2,3</sup>.

De hecho, en los sistemas digitales es casi siempre posible mejorar la calidad de la imagen a base de incrementar las dosis impartidas a los pacientes y desde su implantación se observa que pueden producirse derivas hacia dosis más altas en este tipo de sistemas<sup>4,5</sup>. Sin embargo, en la actualidad, la elevada eficiencia de muchos detectores existentes en el mercado hace que la radiología digital permita reducir las dosis a los pacientes sin comprometer el valor diagnóstico de las exploraciones.

Con la instalación de un nuevo equipamiento radiológico interesa conseguir una mejora en la calidad de las imágenes desde el punto de vista de su valor diagnóstico, una reducción de las dosis impartidas a los pacientes o, preferentemente, una combinación de ambos objetivos, además

otras ventajas esperadas se refieren a aspectos de funcionalidad, ergonomía y rendimiento. Para valorar la eficacia de la implantación de detectores radiográficos digitales inalámbricos, en una de las salas de radiología de nuestro hospital, se abordó el estudio que se presenta en este trabajo.

## Material y métodos

En el Área de Urgencias del Hospital de Segovia, el Servicio de Radiodiagnóstico dispone de una sala de radiología general constituida por un equipo de rayos X, Siemens Multix Top<sup>®</sup>, con una antigüedad de 4 años, y un sistema de radiografía computarizada (*computed radiography* [CR]), AGFA ADC Compact Plus<sup>®</sup>, con pantallas de fósforo modelo MD40, con 7 años de antigüedad.

Se decidió sustituir el CR, buscando una solución que mantuviera la sala de rayos X analógica. El equipamiento a instalar debía cumplir todas las expectativas para una sala de radiología de urgencias, en la que se trabaja 24 horas al día, 7 días a la semana, con una media diaria de 200 pacientes en distintas condiciones de acceso: ambulantes, encamados, politraumatizados, etc., que requieren estudios con *bucky*, en directo o proyecciones con rayo horizontal.

Se requería rapidez en su instalación, y un pronto aprendizaje y adaptación por parte de los técnicos de radiología, ya que, por motivos operativos de actividad asistencial, no se podía interrumpir el funcionamiento de la sala.

Se optó por un sistema digital directo de panel plano con tecnología inalámbrica WiFi (*Wireless Fidelity*, *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*<sup>®</sup>), suministrado por la empresa Carestream Health, modelo DRX-1<sup>®</sup>, utilizando dos detectores planos inalámbricos.

El sistema DRX-1 es compatible con cualquier sala convencional de radiología que utilice chasis radiográficos o CR de 35 × 43 cm, y requiere realizar ninguna modificación del

generador, ni en ningún otro elemento de la sala de radiología. Consta de uno o más detectores digitales planos de silicio amorfo, con un área de recepción de  $2.544 \times 3.056$  píxeles, cada uno de ellos con un tamaño de  $139 \times 139 \mu\text{m}^2$ .

Para abordar el estudio de las dosis de radiación sobre los pacientes, se realizó una recogida de datos no sistemática de las imágenes de estudios radiológicos, realizados antes y después de la instalación del nuevo equipamiento. Los técnicos de radiología realizaron el registro de forma intermitente, dentro de la disponibilidad que permitía la importante carga de trabajo de la sala de radiología de urgencias. No se recogieron datos de edad, sexo o peso de los pacientes, solo se recogieron datos de técnica radiográfica y funcionamiento del equipo.

La primera muestra con 968 imágenes, se recogió previa a la sustitución del sistema, con los parámetros técnicos empleados, ajuste del control automático de la exposición (CAE), modos y procedimientos de trabajo de los operadores de la instalación tal y como eran en ese momento, con el sistema AGFA ADC Compact Plus<sup>®</sup>. En la [tabla 1](#) se presenta una selección de los parámetros recogidos.

En el momento de la incorporación de los paneles planos inalámbricos (uno en la mesa de exploración y otro al estativo mural), se llevó a cabo un seguimiento muy preciso de las operaciones conjuntamente con los servicios técnicos de los suministradores tanto de paneles planos como del equipo de rayos X. Para tomar decisiones sobre los ajustes a efectuar en el CAE y en los parámetros del nuevo sistema digital, se utilizó un maniquí de contraste detalle, CDRAD 2.0 (Artinis Medical Systems B.V.<sup>®</sup>), con una tensión de 70 kV, filtrando el haz de radiación con 1 mm de cobre, a una distancia de 1,8 m, y con una técnica adecuada para producir un valor de kerma en aire de  $10 \mu\text{Gy}$  a la entrada de cada uno de los detectores.

Para comparar la eficiencia técnica de los detectores, se tomaron imágenes con el sistema CR empleado hasta ese momento, y con los nuevos paneles planos WiFi a emplear a partir de entonces. Las imágenes resultantes se sometieron a un análisis automático mediante el software CDRAD Analyser<sup>7</sup>, a partir del cual se obtuvieron tanto las curvas de contraste-detalle como el valor del  $\text{IQF}_{\text{inv}}$  (índice de calidad de la imagen en fórmula inversa)<sup>8</sup> correspondiente a cada curva.

Se utilizó un maniquí antropomórfico de tórax para un primer ajuste de los parámetros del software de procesamiento de las imágenes obtenidas con los paneles planos. Una vez establecido ese primer ajuste, se procedió a su refinado mediante la evaluación de imágenes clínicas por los radiólogos encargados de informar las exploraciones efectuadas en esa sala. Tal refinado se produjo para un conjunto de estudios de alta frecuencia o de interés particular (tórax, columna lumbar, abdomen, muñeca-mano).

En una última fase del proceso se procedió al ajuste del CAE. Se optó por configurar el sistema de modo que permitiera una moderada reducción de las dosis a los pacientes, al menos en algunas exploraciones, a la vez que mejoraba la calidad diagnóstica de la mayor parte de las imágenes.

La segunda muestra, con 1.288 imágenes se seleccionó dentro de las exploraciones realizadas en los dos meses posteriores a la sustitución del sistema de imagen. De la muestra se recogieron los parámetros técnicos para el grupo de técnicas señaladas en la [tabla 1](#).

Por el tipo de muestras, y como no se recogieron datos de edad, sexo, peso u otros parámetros, las muestras resultaron asimétricas y no cumplían criterios de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov,  $p = < 0,001$ ); por ello, para el análisis estadístico se utilizó una prueba no paramétrica: prueba U de Mann-Whitney<sup>9</sup>. La significación estadística se estableció para un valor de  $p < 0,05$ .

El análisis estadístico se hizo con el programa SPSS v. 15.0; se realizó una comparación del nivel de radiación en exploraciones realizadas con exposimetría automática, en las dos muestras (con CR y DRX1), para valorar las diferencias de dosis globales y por técnicas específicas, y su significación estadística.

Por otra parte, el estudio ha tratado de cuantificar las posibles ventajas en términos de calidad de imagen valorada por radiólogos, funcionalidad y rendimiento de la sala de radiología de urgencias (reducción de tiempos por exploración y rendimiento).

Evaluar la mejora del valor diagnóstico de las imágenes obtenidas tras la instalación del nuevo equipamiento es difícil de objetivar; para acercarse a una impresión que en muchas ocasiones es subjetiva del radiólogo, se realizó una encuesta entre 10 radiólogos senior que habitualmente informan los estudios de radiología de urgencias. En la encuesta valoraron imágenes radiológicas, obtenidas con el sistema previo de CR y el nuevo instalado de DRX1, se solicitaba que las compararan con las imágenes de otros equipos digitales con panel plano fijo (*flat panel digital radiography* [DR]) instalados en el Servicio de Radiodiagnóstico. Se seleccionaron estudios de tórax, columna lumbar, abdomen y muñeca-mano de pacientes ambulantes y encamados, realizados con parrilla y en directo. Todos los estudios fueron evaluados de forma paralela e individual por los radiólogos, que asignaban a cada imagen un valor de calidad diagnóstica en una escala de 1 a 5, correspondiendo el valor 1 a calidad pobre y el valor 5 a máxima calidad.

Para valorar la reducción en los tiempos de obtención de las imágenes, se realizó una estimación del tiempo medio de realización de los estudios, en la primera muestra de pacientes, con el sistema CR y, posteriormente, en la segunda, con el DRX1. Para ello, se realizaron varias medidas cronometradas desde el momento en el que se realiza la exposición a los rayos X, hasta que la imagen es procesada y está disponible en el monitor de control de la sala.

En relación a la ergonomía, para valorar las ventajas del sistema DRX1, se realizó una consulta no reglada a los técnicos de radiología.

## Resultados

En la [tabla 1](#) se presenta una selección de los parámetros técnicos medios, empleados en distintas exploraciones con el sistema CR, con los modos y procedimientos de trabajo habituales en la instalación hasta el momento de la sustitución por el sistema DRX-1. En esta tabla también se incluye el valor estimado para la dosis en la superficie de entrada del paciente (DSE), estimada para cada una de las exploraciones a partir de tales parámetros, de los valores geométricos y de rendimiento del equipo, todos ellos medidos en la verificación previa de control de calidad del emisor de rayos X. Se puede observar que la DSE está, en todos los casos,

**Tabla 1** Parámetros técnicos medios empleados en distintas exploraciones y estimación de dosis a la entrada del paciente (DSE) con el sistema CR, con los modos y procedimientos de trabajo habituales en la instalación hasta el momento de la sustitución por el sistema DRX-1

Exploración	Exposimetría automática	Estativo	Tensión media (kV)	Carga media (mAs)	DSE Media (mGy)
Tórax PA	Sí	Mural	124	1,6	0,10
Tórax LAT	Sí	Mural	125	6,5	0,40
Senos paranasales	Sí	Mural	64	29,4	2,03
Columna cervical AP	Sí	Mural	56	24,5	1,21
Columna cervical LAT	Sí	Mural	56	26,1	1,37
Hombro AP	Sí	Mural	63	25,4	1,68
Tórax AP	Sí	Mesa	87	8,7	1,10
Abdomen	Sí	Mesa	66	45,1	3,33
Pelvis	Sí	Mesa	66	31,8	2,32
Columna dorsal AP	Sí	Mesa	65	61,6	4,31
Columna dorsal LAT	Sí	Mesa	66	66,5	4,59
Columna lumbar LAT	Sí	Mesa	78	71,9	7,64
Columna lumbar AP	Sí	Mesa	67	109,4	8,09
Cadera AP	Sí	Mesa	64	36,8	2,48
Cadera AXIAL	Sí	Mesa	65	24,2	1,72
Rodilla AP	Sí	Mesa	55	24,1	0,89
Rodilla LAT	Sí	Mesa	54	24,7	0,89
Tórax AP	No	Directo	59	3,0	0,18
Codo AP	No	Directo	49	4,1	0,09
Codo LAT	No	Directo	49	4,1	0,09
Mano AP	No	Directo	45	2,5	0,04
Mano oblicua	No	Directo	45	2,7	0,04
Muñeca AP	No	Directo	45	3,0	0,05
Muñeca LAT	No	Directo	46	3,3	0,06
Tobillo AP	No	Directo	51	4,0	0,11
Tobillo LAT	No	Directo	51	4,0	0,11
Pie AP	No	Directo	47	2,5	0,05
Pie oblicua	No	Directo	47	2,5	0,05

AP: anteroposterior; DRX1: WIFI-flat panel digital radiography; LAT: lateral; PA: posteroanterior.

por debajo de los valores de referencia que la legislación española y la Unión Europea dan como máximos<sup>10</sup>.

En la figura 1 se muestran las curvas de contraste-detalle y los  $IQF_{inv}$  asociados a cada una de ellas, la mayor eficiencia del panel plano inalámbrico analizado hace que a la misma dosis, la curva de contraste-detalle se desplace hacia abajo o, lo que es lo mismo, que el índice de calidad  $IQF_{inv}$  aumente. En teoría permitiría obtener imágenes de calidad objetiva significativamente mayor con las mismas dosis que se venían utilizando. Como también sería posible la opción alternativa de mantener el nivel de calidad reduciendo las dosis impartidas, para valorarlo se tomaron imágenes del maniquí CDRAD 2.0 a dosis inferiores. En la figura 2 se ofrece una comparación de las curvas de contraste-detalle obtenidas con el sistema CR a la dosis de referencia de  $10 \mu\text{Gy}$  y con el panel inalámbrico a una dosis considerablemente inferior ( $3 \mu\text{Gy}$ ), observándose una calidad de imagen en términos de curva contraste-detalle y de índice de calidad  $IQF_{inv}$  prácticamente igual, a pesar de la diferencia considerable de dosis.

Desde un punto de vista formal, en términos de imagen en maniquí, el cambio supone igualmente un incremento del índice  $IQF_{inv}$ , cambio objetivo que asegura una mayor detectabilidad de objetos con una combinación de contraste y

tamaño reducidos, aunque de difícil traducción en términos de resultados diagnósticos.

La aproximación a la percepción de mejora del valor diagnóstico de las imágenes, se realizó mediante la encuesta a los radiólogos. Para el sistema CR, la calidad de imagen percibida media fue de tres puntos, mientras que con el nuevo sistema DRX1 ascendió hasta una puntuación media de 4,5 puntos. (El valor máximo se fijaba en 5 para la calidad percibida en las imágenes obtenidas de los equipos DR fijos, que están instalados en otras salas del Servicio de Radiodiagnóstico).

En lo que respecta a la dosis impartida a los pacientes, se constata una tendencia a la reducción, mayor en determinadas exploraciones y apenas apreciable en otras. Es preciso tener en cuenta que algunas de ellas se llevan a cabo mediante técnicas manuales, sin utilización del control automático de exposición (CAE), sin que tales técnicas manuales hayan sido sometidas a revisión.

El análisis de dosis se realizó comparando las dos muestras, la primera de 968 imágenes radiográficas obtenidas con el anterior sistema de CR, y la segunda de 1.288 imágenes realizadas con el nuevo sistema de panel plano inalámbrico. Analizando todas las pruebas realizadas con exposimetría automática, el panel plano presenta un nivel global de

Grupo	Tensión (kV)	Carga mAs	Dosis $\mu\text{Gy}$	DFD (m)	Filtro (mm Cu)	IQFInv
DRX1 (10 $\mu\text{Gy}$ )	70	20	9,96	1,8	1	6,68
CR (10 $\mu\text{Gy}$ )	70	20	9,96	1,8	1	4,9

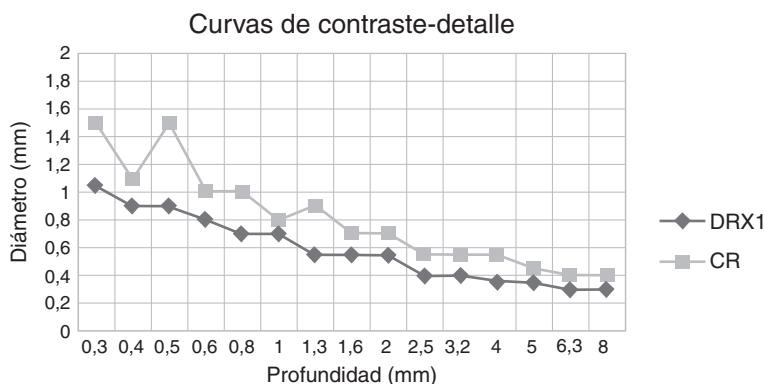


Figura 1 Calidad de imagen. Curvas de contraste-detalle.

radiación media menor (1,45 mGy para el DRX1, 1,53 mGy para el CR). Sin embargo, estas diferencias globales no son estadísticamente significativas:  $Z = 0,170$ ;  $p = 0,43$ .

Utilizando la misma prueba, se compararon los niveles de radiación para cada tipo de exploración realizada, obteniendo la confirmación de que sí existe menor radiación con el panel plano en prácticamente todas las técnicas realizadas con exposimetría automática, con diferencias estadísticamente significativas en varias técnicas, que se señalan con sus valores en la tabla 2.

En la tabla 3 se recogen las técnicas con exposimetría automática, que con DRX-1 tuvieron una disminución de radiación, aunque no estadísticamente significativa.

Los valores de reducción de tiempo en la obtención de imágenes con el DRX1 sobre el CR, mostraron una disminución media de 25 segundos en la obtención de cada imagen, consecuencia del cambio de sus características y del cambio de modelo de trabajo entre sistemas DR sobre CR, no siendo necesario la movilización y transporte de los chasis.

Grupo	Tensión (kV)	Carga mAs	Dosis $\mu\text{Gy}$	DFD (m)	Filtro (mm Cu)	IQFInv
DRX1 (3 $\mu\text{Gy}$ )	70	6,3	2,96	1,8	1	5,04
CR (10 $\mu\text{Gy}$ )	70	20	9,96	1,8	1	4,9

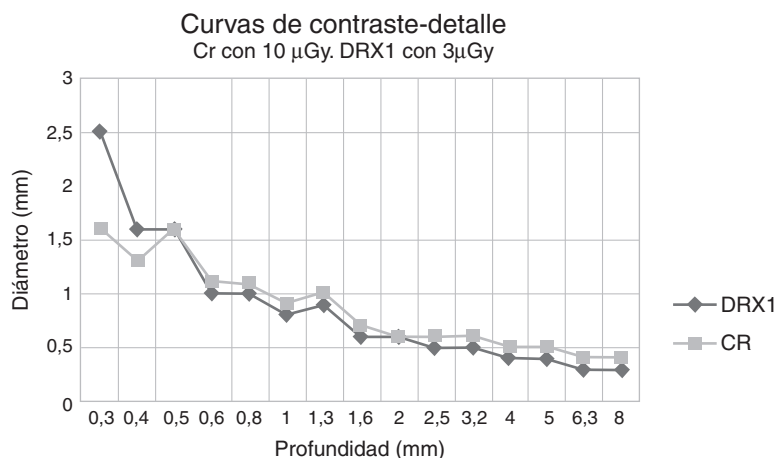


Figura 2 Calidad de imagen. Curvas de contraste-detalle con menor dosis en DRX1.



**Tabla 2** Técnicas que con nuevo sistema DRX-1 tuvieron una disminución de radiación estadísticamente significativa en mGy

Técnica-exploración	N.º imágenes CR	N.º imágenes DRX-1	Valores medios mGy CR	Valores medios mGy DRX-1	% medio de disminución de mGy	Valor Z	Valor de p
Tórax AP (automático)	18	35	1,10	0,65	40,7%	2,583	0,005
Columna lumbar AP (automático)	16	39	8,09	5,84	27,8%	1,705	0,044
Columna lumbar LA (automático)	22	40	7,64	5,66	26,0%	1,655	0,049
Hombro AP (automático)	25	39	1,68	1,54	8,3%	1,643	0,05
Tórax LAT (automático)	164	220	0,4	0,34	7,7%	1,918	0,027
Tórax PA (automático)	194	244	0,10	0,09	8,0%	2,415	0,008

Se señalan las técnicas, con el número de imágenes realizado con CR y DR, sus valores medios de radiación en mGy y el porcentaje de disminución conseguido con DRX-1.

AP: anteroposterior; CR: computed radiography; DRX1: WIFI-flat panel digital radiography; LAT: lateral; PA: posteroanterior.

En relación con la ergonomía, en una consulta realizada a los técnicos de radiología, señalaron como «notable» la mejora de las condiciones para realizar su trabajo.

## Discusión

Nuestro estudio muestra que, con la instalación del sistema de dos paneles planos inalámbricos, se han logrado los objetivos perseguidos con una disminución de dosis a los pacientes, mejora de la calidad diagnóstica, mayor eficiencia y funcionalidad de la sala.

Los resultados obtenidos y las decisiones tomadas ponen de manifiesto la dificultad inherente a los sistemas digitales para establecer el punto óptimo en el que deberían ajustarse las técnicas de exploración radiológica. A partir solo del análisis de imágenes clínicas, es muy difícil tener una seguridad en cuanto a la proximidad o lejanía en que se encuentra una determinada técnica respecto de ese hipotético punto óptimo. Los análisis de imágenes de maniquí, sí permiten objetivar la calidad en términos cuantitativos, pero siguen teniendo dos cuestiones por dilucidar: por un lado, qué parámetro o parámetros son relevantes para la optimización; por otro, qué grado de concordancia existe entre esa optimización de las imágenes de maniquí y la de las imágenes clínicas.

La paneles planos, sobre los CR, tienen una mayor «eficiencia cuántica de detección» (DQE, parámetro que combina resolución espacial y ruido en la imagen, y proporciona una medida de la relación señal-ruido en todas las

frecuencias que componen la imagen), permitiendo reducir significativamente las dosis a los pacientes sin comprometer el valor diagnóstico de las exploraciones o incluso mejorándolo<sup>11</sup>.

Estudios de otros autores señalan que la reducción de dosis entre CR y DR puede estar en valores de hasta el 50%<sup>12</sup>. Nuestro estudio ha observado una disminución de la radiación, tanto de forma global como en todas las técnicas por separado, aunque probablemente algunos sesgos en la recogida de datos y la comparación entre muestras asimétricas, han dado como resultado que la significación estadística solo se ha mostrado para determinadas técnicas recogidas en la tabla 2.

Es evidente la mejora en las condiciones de trabajo de los técnicos de radiología y de la funcionalidad de la sala, al establecerse un nuevo flujo de trabajo y reducirse significativamente los tiempos de estudio sobre el anterior sistema de CR<sup>13</sup>. El cambio del sistema de trabajo está, fundamentalmente, en el hecho de no tener que llevar los chasis de CR, en cada imagen obtenida, al lector instalado en la sala de control, y posteriormente colocar otro nuevamente en los portachasis de mural o mesa. Con el sistema de panel plano inalámbrico, los chasis quedan de forma continua en los portachasis de la sala y solo son extraídos cuando la batería que llevan incorporada debe ser cambiada por agotamiento o para realizar exploraciones en directo. Para la operatividad adecuada del sistema cada panel plano tiene dos baterías, una insertada en el panel y otra de reserva con carga completa, de esta forma cuando el sistema avisa

**Tabla 3** Técnicas con exposimetría automática que con DRX-1 tuvieron una disminución de radiación, aunque no estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ )

Técnica-exploración	Valores medios mGy CR	Valores medios mGy DRX-1	% medio de disminución de mGy	Valor de p
Cadera AP	2,48	2,08	16,4%	0,23
Columna cervical LAT	1,37	1,25	9,1%	0,20
Senos paranasales	2,03	1,88	7,4%	0,24
Columna dorsal AP	4,31	4,07	5,6%	0,30
Columna dorsal LAT	4,59	4,34	5,5%	0,46
Cadera Axial	1,72	1,64	4,6%	0,44

Se señalan las técnicas, sus valores medios de radiación en mGy para CR y DRX1 y el porcentaje de disminución conseguido con DRX-1. AP: anteroposterior; CR: computed radiography; DRX1: WIFI-flat panel digital radiography; LAT: lateral.

del agotamiento de la batería en uso, el técnico procede al cambio de batería de forma rápida y sencilla. El tiempo medio de duración de las baterías en pleno uso ha sido de 6 horas.

Es aquí, en el apartado de la ergonomía del trabajo, donde consideramos que el sistema inalámbrico es superior a otras opciones comerciales donde el panel plano está unido al equipamiento de la sala mediante sistemas con cables. Este aspecto es importante en una sala de radiología de urgencias con acceso de pacientes encamados y politraumatizados con múltiples elementos interpuestos como camas, sillas, portasueros, respiradores, etc., y en donde trabajar «sin cables» da una mayor facilidad de acceso al estudio radiológico en cualquier situación (*bucky*, directo en mesa, cama o silla, rayos horizontales), sin ningún otro obstáculo o limitación que el rango de cobertura WiFi, que abarca ampliamente toda la sala. La funcionalidad de la sala con el nuevo sistema ha mantenido todas sus capacidades y ha incrementado de forma significativa su disponibilidad y rendimiento. Nuestra observación coincide con otros autores, que han registrado la disminución significativa en los tiempos de obtención de imágenes con el sistema DRX-1<sup>14</sup> (mayor rapidez en la realización global de los estudios, mejora de los tiempos de ocupación de la sala, etc.).

La reducción de tiempos de exploración, lleva aparejada a una mayor disponibilidad de la sala que puede incrementar un 35% el número de exploraciones realizadas, y de esa forma, por datos aportados por otros autores<sup>15</sup> y las casas comerciales, presentar una rentabilidad superior sobre la instalación de un CR y compensar la diferencia de precio, que es superior en los sistemas DR; pero este no ha sido el objetivo de este estudio. En nuestro caso, al ser una instalación en una sala de radiología de urgencias, el número de pacientes atendidos no es una variable propia, eso sí, la mayor disponibilidad de la sala nos ha permitido realizar en ella pacientes hospitalizados encamados que antes realizábamos en otras salas de radiología.

El impacto positivo de la instalación del sistema DRX1 se debe valorar en todos los aspectos, además de los estudiados de mejora de la calidad diagnóstica de la imagen y disminución de radiación a los pacientes. Hay que tener en cuenta otros como el rendimiento y eficiencia de la sala de radiología, la mejora de las condiciones de trabajo de los operadores y la mejora significativa para los pacientes con afecciones de estudio urgente que son diagnosticados de forma más rápida y fiable.

En conjunto, de la información recogida en el estudio, se deduce que se ha conseguido un incremento de la calidad de imagen junto con una moderada reducción de las dosis a los pacientes. A ello hay que añadir las ventajas obtenidas en términos de funcionalidad, ergonomía y rendimiento de la sala, por lo que concluimos que la decisión de instalar un sistema de paneles planos inalámbricos en la sala de radiología de urgencias ha sido beneficiosa.

## Autorías

1. Responsable de la integridad del estudio: FJRR
2. Concepción del estudio: MGB, FJRR, IHG
3. Diseño del estudio: MGB, MAO, FJRR, RTC, IHG
4. Obtención de los datos: MGB, MAO

5. Análisis e interpretación de los datos: MGB, MAO, FJRR, RTC, IHG
6. Tratamiento estadístico: MGB, RTC
7. Búsqueda bibliográfica: MGB, MAO, FJRR, RTC, IHG
8. Redacción del trabajo: MGB, FJRR, IHG
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: MGB, MAO, FJRR, RTC, IHG
10. Aprobación de la versión final: MGB, MAO, FJRR, RTC, IHG

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos a D. José Manuel García de Cecilia, Tutor-consultor de Estadística, SPSS y Metodología de Investigación en CC de la salud, su ayuda en el tratamiento estadístico del trabajo.

## Bibliografía

1. Sanada S, Doi K, Xu X-W, Yin F-F, Giger ML, MacMahon H. Comparison of imaging properties of a computed radiography system and screen-film systems. *Med Phys*. 1991;18:414-20.
2. Hernando I, Torres R. Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas. *I+S Informática y Salud*. 2003;45:45-53.
3. Andriole KP, Luth DM, Gould RG. Workflow assessment of digital versus computed radiography and screen-film in the outpatient environment. *J Digit Imaging*. 2002;15 Suppl 1:S124-6.
4. Freedman M, Pe E, Mun SK, Lo SCB, Nelson M. The potential for unnecessary patient exposure from the use of storage phosphor imaging systems. *Proceedings of SPIE*. 1993;1897:472-9.
5. Gur D, Fuhman CR, Feist JH, Slifko R, Peace B. Natural migration to a higher dose in CR imaging. Vienna, Eighth European Congress of Radiology, ECR. 1993; Abstract 154.
6. Cowen AR, Kengyelics SM, Davies AG. Solid-state, flat-panel, digital radiography detectors and their physical imaging characteristics. *Clin Radiol*. 2008;63:487-98.
7. van der Burgh R. Manual CDRAD Analyser. The Netherlands: Artinis Medical Systems B.V.; 2006.
8. Bacher K, Smeets P, Vereecken L, De Hauwere A, Duyck P, De Man R, et al. Image Quality and Radiation Dose on Digital Chest Imaging: Comparison of Amorphous Silicon and Amorphous Selenium Flat-Panel Systems. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187:630-7.
9. Zetterberg LG, Espeland A. Lumbar spine radiography - poor collimation practices after implementation of digital technology. *Br J Radiol*. 2011;84:566-9.
10. Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico. Boletín Oficial del Estado, 29 de diciembre de 1999. Núm 311, p. 45891. [consultado 1 Jun 2011]. Disponible en: <http://www.msps.es/profesionales/formacion/formacion-Continuada/docs/realDecreto1976.1999.pdf>.
11. Bacher K, Smeets P, Bonnarens K, De Hauwere A, Verstraete K, Thierens H. Dose reduction in patients undergoing chest imaging: digital amorphous silicon flat-panel computed radiography detector radiography versus conventional film-screen radiography and phosphor-based. *AJR Am J Roentgenol*. 2003;181:923-9.

12. Gruber M, Uffmann M, Weber M, Prokop M, Balassy C, Schaefer-Prokop C. Direct detector radiography versus dual reading computed radiography: feasibility of dose reduction in chest radiography. *Eur Radiol.* 2006;16:1544–50.
13. Hartmann B, Rill LN, Arreola M. Workflow efficiency comparison of a new CR system with traditional CR and DR systems in an orthopedic setting. *J Digit Imaging.* 2010;23:666–73.
14. Lehnert T, Naguib NN, Ackermann H, Schomerus C, Jacobi V, Balzer JO, et al. Novel, portable, cassette-sized, and wireless flat-panel digital radiography system: initial workflow results versus computed radiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;196:1368–71.
15. Andriole KP. Productivity and cost assessment of computed radiography, digital radiography, and screen-film for outpatient chest examinations. *J Digit Imaging.* 2002;15:161–9.