

Publicado en 2004

ICRP TG 46 Members:
E. Vano (Chairman), R. Loose, B. Geiger, B Archer, K. Faulkner

Corresponding members: M. Rosenstein, J.M. Fernandez, H.P. Busch, M. Wucherer, B. Bergh, R. Gagne, C. Sharp.

ICRP



ICRP Publication 93



Managing patient dose in digital radiology

ICRP Publication 93

Approved by the Commission in November 2003

ICRP



ICRP Publication 93

Guest Editorial

Editorial (F. Mettler, H. Ringertz y E. Vano)

- Radiología digital ... Un símil que es fácil de entender para la mayor parte de la gente es la sustitución de las cámaras fotográficas convencionales por las digitales: Las imágenes se obtienen, se pueden visualizar de forma inmediata, se pueden borrar, modificar, recortar, y mandar a otros ordenadores conectados por red.
- La tecnología digital tiene capacidad para reducir las dosis a los pacientes.



ICRP



ICRP Publication 93

Guest Editorial

Editorial (F. Mettler, H. Ringertz y E. Vano)

- ¿Cuál es entonces el problema y por qué el Comité 3 de ICRP formó un Grupo de Trabajo para elaborar este documento?



Las técnicas digitales tienen la capacidad de reducir las dosis a los pacientes, pero pueden también aumentar significativamente dichas dosis.

ICRP

ICRP ICRP Publication 93
Guest Editorial

Editorial (F. Mettler, H. Ringertz y E. Vano)

- La tecnología digital está avanzando con mucha rapidez y **muy pronto se utilizará con cientos de millones de pacientes.**
- Si no se presta la adecuada atención a los aspectos de protección radiológica en radiología digital, **las exposiciones a los pacientes podrían aumentar de forma significativa sin el correspondiente beneficio.**



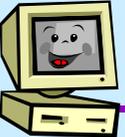
ICRP 5

ICRP 93 CONTENIDO

- Introducción y propósito del documento.
- Dosis a los pacientes y calidad de imagen en radiología digital.
- Aspectos reguladores y gestión de la calidad.
- Recomendaciones de la ICRP.
- Anexos:
 - Fundamentos de la radiología digital.
 - Dosimetría a los pacientes: magnitudes y unidades.
 - Programa de formación.
- Glosario y acrónimos.

ICRP 6

Aspectos principales (introducción)



- La información diagnóstica que ofrecen los modernos detectores digitales puede ser **igual o superior a la de los sistemas convencionales de cartulina-película**, con dosis de radiación similares.
- Las imágenes digitales tienen **ventajas prácticas comparadas con las técnicas de película-cartulina**, p.e. un amplio rango dinámico de contraste, capacidad de post-procesado, múltiples opciones de visualización, de transferencia por vía electrónica y de archivo.

ICRP 7

Aspectos principales (introducción)



- Con los sistemas digitales, pueden ocurrir **sobre-exposiciones a los pacientes sin un impacto negativo en las imágenes. Las sobre-exposiciones pueden pasar desapercibidas por el radiólogo y por los técnicos de radiodiagnóstico.** En radiografía convencional, una exposición excesiva produce imágenes muy oscuras y una exposición muy baja, imágenes muy claras, ambas con menos contraste. Con los sistemas digitales, el brillo de la imagen puede ajustarse con independencia del nivel de exposición.

ICRP 8

Aspectos principales (capítulo 2)



- Las distintos fines para los que se obtienen las imágenes médicas requieren diferentes niveles de calidad en las imágenes. Se deben evitar las dosis de radiación innecesarias que no suponen un beneficio adicional para el objetivo clínico que motivó la obtención de las imágenes.



9

PROBLEMA CLÍNICO	NIVEL DE CALIDAD DE IMAGEN	COMENTARIO
Tumor óseo primario	Alto	La imagen puede caracterizar la lesión.
Dolor crónico de espalda sin indicios de infección o neoplasia	Medio	Los cambios degenerativos son frecuentes e inespecíficos. Principalmente utilizado para pacientes jóvenes (p.e. menos de 20 años, espondilolistesis, etc) o pacientes de más de 55 años.
Seguimiento de la neumonía en adultos	Bajo	Para confirmar la desaparición, etc. No necesario para re-examinar a los pacientes con intervalos inferiores a 10 días ya que la remisión puede ser lenta (especialmente en edad avanzada).



10



Imagen digital de la columna lumbar. Imagen de fluoroscopia: 10% dosis (izquierda); 100% dosis (derecha) (valores relativos de dosis). Cortesía de R. Loose.

11

Situación actual y deseable en el futuro, para las diferentes tecnologías digitales con relación a los datos de dosimetría a los pacientes		
Tecnología Digital	Disponible ahora	Deseable en el futuro
CR	Dosis o índice de exposición	Conexión con la técnica radiográfica y los datos demográficos, estimación de la dosis al paciente. Archivo en el RIS
DR	Técnica radiográfica, datos de los pacientes y estimación de dosis	Obtención automática de la información desde la cabecera DICOM. Archivo en el RIS
Fluoroscopia	Técnica radiográfica, geometría del campo de radiación y parámetros dosimétricos por serie	Information para fluoroscopia. Mapas de la dosis piel en y obtención automática en tiempo real, de la información de la cabecera DICOM. Archivo en el RIS



12

Aspectos principales (capítulo 2)



- La calidad de las imágenes puede quedar comprometida por **niveles inadecuados de compresión** o por **técnicas de post-procesado no apropiadas**.
- La compresión de datos y el post-procesado deberían ser establecidos **para cada modalidad de imagen y en función del objetivo clínico concreto**.



13

Aspectos principales (capítulo 2)

- Con los equipos de fluoroscopia digital es muy fácil obtener (y borrar) imágenes.
- Puede existir una cierta **tendencia para obtener más imágenes de las necesarias**.
- Ello sopondría irradiar a los pacientes más de lo que exigiría el objetivo clínico de la exploración.



14

Con los sistemas de fluoroscopia digital puede darse la tendencia de obtener más imágenes de las necesarias ...

Axelsson y col. han publicado resultados que demuestran que en los exámenes del tracto gastrointestinal superior, algunos centros con equipos de fluoroscopia digital han obtenido 68 imágenes por examen frente a 16 imágenes utilizadas en otros centros con equipos de fluoroscopia convencional.

Axelsson et al. Eur Radiol 2000;10(8):1351-4.



15

Ejemplos de reducción de dosis

- Los sistemas portátiles con detector de panel plano evaluados para sistemas de imagen en neonatos, precisan **la cuarta parte de la dosis a los pacientes** en comparación con los sistemas de radiografía convencional.
- Para radiografía de tórax, los detectores de panel plano pueden suponer **una reducción de dosis del 33-50%**.

Samei et al. Med Phys 2003;30(4):601-7

Strotzer et al. AJR 2002;178(1):169-71; Fink et al. AJR 2002;178:481-6; Herrmann et al. Eur Radiol 2002;12(2):385-90.



16

Acciones que repercuten en las dosis a los pacientes	Influencia en la dosis	Influencia en la calidad de imagen o información diagnóstica
Reducción de la percepción de ruido en la imagen (o sea, de la percepción de la relación señal ruido)	Aumento	Mejora
Pérdida de imágenes en la red o en el PACS debido a la identificación incorrecta u otras razones (Smith et al, AJR 2001;176:1381-4).	Aumento	Repeticiones
Borrado de ficheros en las estaciones de trabajo de las imágenes supuestamente inútiles.	Aumento	Pérdida de (quizás) parte de la información de utilidad. Dificultad para controlar las repeticiones.

Aspectos principales (capítulo 3)

- En la puesta en marcha de los equipos digitales o en la introducción de nuevas técnicas, debería asegurarse que los aspectos dosimétricos y de calidad de imagen se han evaluado para conseguir una aceptable relación calidad-dosis.



Aspectos principales (capítulo 3)



- Cuando un servicio cambia sus sistemas de imagen a radiología digital, **el criterio de justification debería ser considerado como “clave”** en la actualización de los programas de garantía de calidad.
- Se puede producir un aumento en el número de procedimientos debido a la facilidad que supone la obtención y archivo de las imágenes con la tecnología digital.

Aumento en el número de procedimientos con radiología digital ...

En varios hospitales de Estados Unidos, el número de procedimientos por paciente ingresado **aumentó en un 82%** después de la transición desde la tecnología cartulina-película a la digital. La utilización en pacientes ambulatorios (es decir el número de exploraciones por visita) **aumentó en un 21% comparado con la disminución neta nacional del 19%** que se produjo en esas fechas en los hospitales con radiología convencional.

Reiner et al. Radiology. 2000 Apr;215(1):163-7.

Aspectos principales (capítulo 3)



- Una vez que los sistemas digitales estén en uso, se requiere un **programa completo de control de calidad** para asegurar que se mantiene una calidad de imagen adecuada y una correcta gestión de las dosis a los pacientes.
- Los programas de control de calidad deberían detectar cualquier cambio significativo en la calidad de las imágenes o en las dosis a los pacientes y **prevenir un incremento sistemático de las dosis** sin el beneficio clínico correspondiente.



21



ICRP-93 RECOMENDACIONES

1. Se debería prever una adecuada **formación**, especialmente en los aspectos de gestión de dosis a los pacientes, para los radiólogos, físicos médicos y técnicos de radiodiagnóstico, **antes de la utilización clínica de las técnicas digitales.**
2. Los **niveles locales de referencia de dosis a los pacientes deberían revisarse** cuando se introducen los sistemas digitales en un centro.



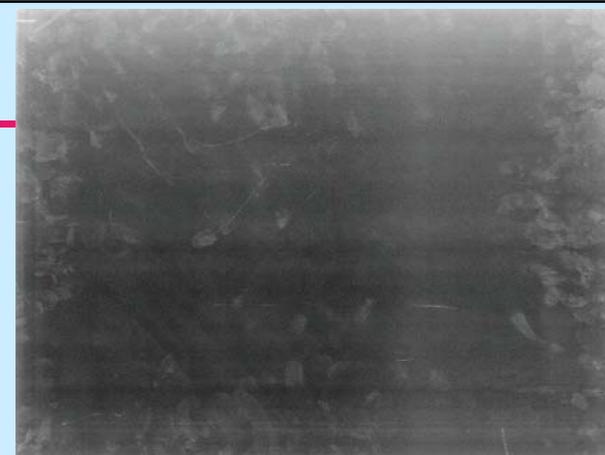
22



Imagen de tórax.
Únicamente un fallo en la impresión ... pero la exposición se repitió
¿falta de formación?.



23



Placa de fósforo incorrectamente utilizada. Limpieza ya imposible. ¿Falta de formación?.



24



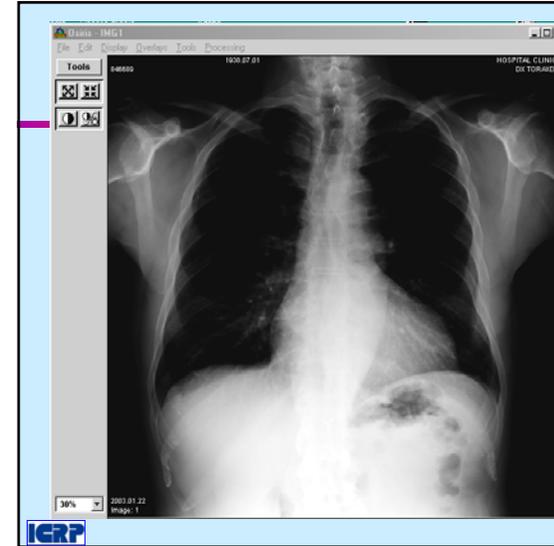
ICRP-93 RECOMENDACIONES

3. Las auditorías de dosis a los pacientes deberían ser frecuentes, y especialmente cuando las técnicas digitales se introducen en un centro.

4. Los datos originales de las imágenes deberían ser accesibles al usuario, no únicamente para un programa riguroso de garantía de calidad sino también para otros controles independientes de las características de los sistemas de imagen utilizados.



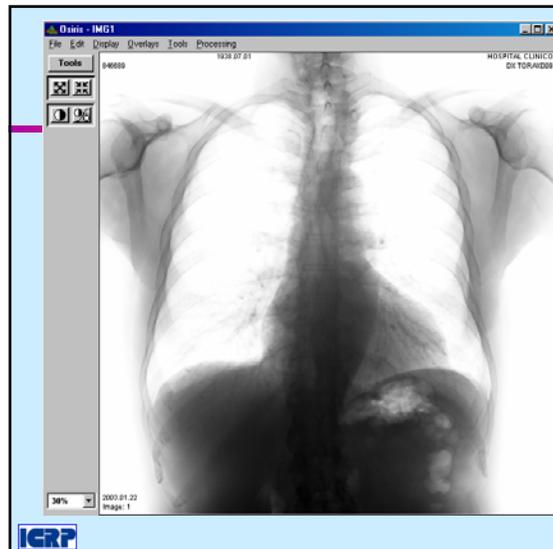
25



Tórax PA obtenido como LL (detector de panel plano); 125 kV; 6.2 mAs; 0.54 mGy (dosis a la entrada del paciente 4 veces mayor que la necesaria). Utilizado el sensor central del CAE. Imagen saturada en el área pulmonar. (Cortesía de E. Vano y J.M. Fernandez)



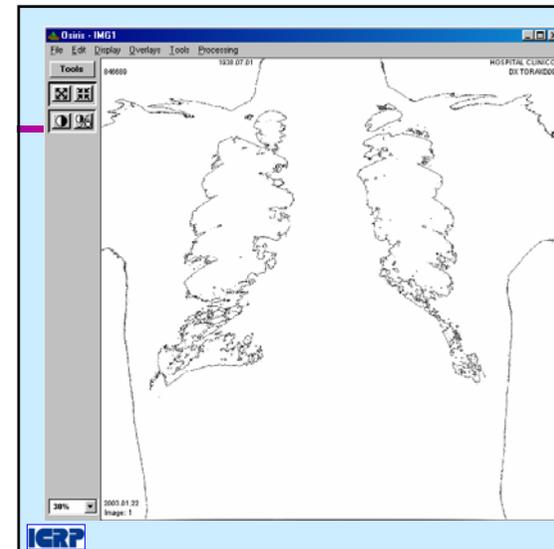
26



La misma imagen con la escala de grises invertida.

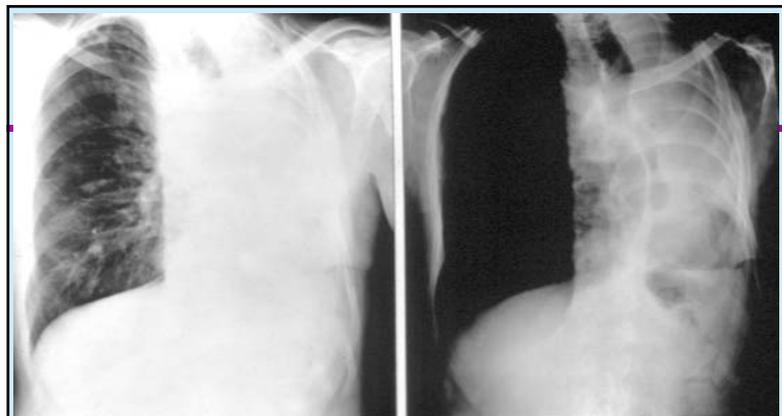


27



La misma imagen. Isocontorno del 99% del contenido de los píxeles. Algunas zonas en el área pulmonar están saturadas sin información diagnóstica. La imagen tuvo que ser repetida.





Dos post-procesados diferentes de una imagen de un paciente con neumonectomía realizados a partir de la imagen con los datos originales: Post-procesado para tejido pulmonar (izquierda) y post-procesado para mediastino (derecha). Cortesía de R. Loose.

29



ICRP-93 RECOMENDACIONES

5. Cuando se empieza a utilizar un nuevo sistema de radiología digital o un nuevo post-procesado, se debería **abordar en paralelo un programa de optimización**.
6. El control de calidad en radiología digital requiere **nuevos procedimientos y protocolos**. Las pruebas de aceptación y de constancia deberían incluir aspectos sobre visualización, transmisión y archivo de las imágenes.



30



Índice de exposición relativo 1.15
Imagen muy ruidosa



Índice de exposición relativo 1.87
Imagen con calidad suficiente

Del Glosario: Índice de exposición = término habitualmente utilizado en relación con la dosis absorbida en la placa de fósforo foto estimulable (cortesía de E. Vano y J.M. Fernandez).



31



ICRP-93 RECOMENDACIONES

7. Dado que las imágenes digitales son más fáciles de obtener y de enviar a través de las modernas redes de transmisión de datos, los médicos prescriptores deberían conocer y prestar una **especial atención al criterio de justificación** cuando soliciten exploraciones radiológicas.



32



ICRP-93 RECOMENDACIONES

8. Los fabricantes de equipos deberían facilitar la existencia de dispositivos que informen a los radiólogos, a los técnicos de radiodiagnóstico, y a los físicos médicos, sobre los parámetros de las exposiciones y las dosis a los pacientes. Estos datos deberían seguir criterios de normalización y poderse mostrar al usuario, así como poderse archivar.



33

Glosario (ejemplos)

- **Imagen "raw"** (señal de salida del detector de panel plano o del sistema de fósforo foto estimulable);
- **Imagen "original"** (después de todas las correcciones propias del sistema de imagen);
- **Imagen procesada** (para ser mostrada en el monitor).
- **Imagen "acondicionada"** (incluye todas las etapas de procesamiento necesarias para transformar la imagen "raw" en la imagen "original").



34



ANEXO 1: Sistemas digitales. Fundamentos (ejemplos)

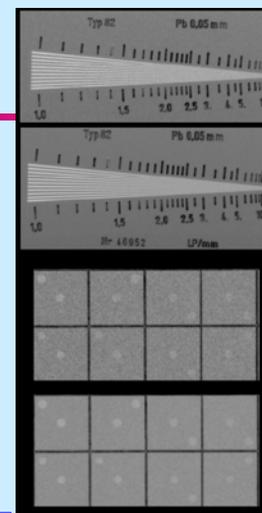
Ilustración de artefactos en los bordes de los implantes de alto contraste:

- Sin realce de bordes (arriba a la izquierda),
- Tamaño del kernel 7x7 pixels (arriba a la derecha),
- Tamaño del kernel 15x15 pixels (abajo a la izquierda),
- Visión ampliada del borde mostrando los halos para la imagen.

(Cortesía de B. Geiger)



35



ANEXO 1: Sistemas digitales. Fundamentos (ejemplos)

Comparación de imágenes de un objeto de prueba para alto y bajo contraste.

Arriba, primera línea: Dosis relativa 100%.

Segunda línea: Dosis relativa 400% (mejora teórica de la relación señal ruido en un factor 2).

Se observa abajo un cambio significativo en la resolución a bajo contraste que cabría esperar también en las imágenes clínicas.

(Cortesía de B. Geiger)



36