Protección radiológica en radiología pediátrica

Protección radiológica de niños en fluoroscopia

L05

IAEA
International Atomic Energy Agency

Objetivos de capacitación

Al final del programa, los participantes deberían:

- Estar familiarizados con la aplicación de los principios de la protección radiológica práctica a los sistemas en radiología pediátrica.
- Apreciar que una buena política de protección radiológica junto con personal experimentado son esenciales para las dosis a los pacientes y al personal

Responda: correcto o incorrecto

1. La fluoroscopia pulsada reduce la dosis.
2. Es necesario utilizar la rejilla antidifusora en todo examen radiológico pediátrico.
3. Se debería emplear siempre la magnificación en fluoroscopia pediátrica, por el pequeño tamaño del paciente.
4. Utilice campos grandes de radiación para evitar dejar fuera cualquier tejido

IAEA

Contenidos

- Componentes de los sistemas de fluoroscopia
- Recomendaciones generales para la protección radiológica en fluoroscopia
- Justificación en fluoroscopia pediátrica
- Optimización en fluoroscopia pediátrica
- Consideracines operacionales y del equipo
- Consideraciones de protección radiológica ocupacional en fluoroscopia pediátrica

IAEA

Introducción

- Los niños tienen mayor radiosensibilidad que los adultos y tienen una mayor esperanza de vida
- Un procedimiento radiológico pediátrico se debería planificar y limitar a lo absolutamente necesario para el diagnóstico
- Los radiólogos y los técnicos radiológicos deben ser capacitados específicamente en pediatría y se debe tener en cuenta la mayor radiosensibilidad de los pacientes

Introducción

Los procedimiento de fluoroscopia se pueden clasificar en:

1. Convencionales, exámenes que están bien establecidos desde hace mucho tiempo (cistouretrourografías y estudios gastrointestinales de contraste), que se tratan el la parte 5

2. Nuevos procedimientos intervencionistas y exámenenes diagnósticos más sofisticados , que se tratan en la parte 7

Recomendaciones generales

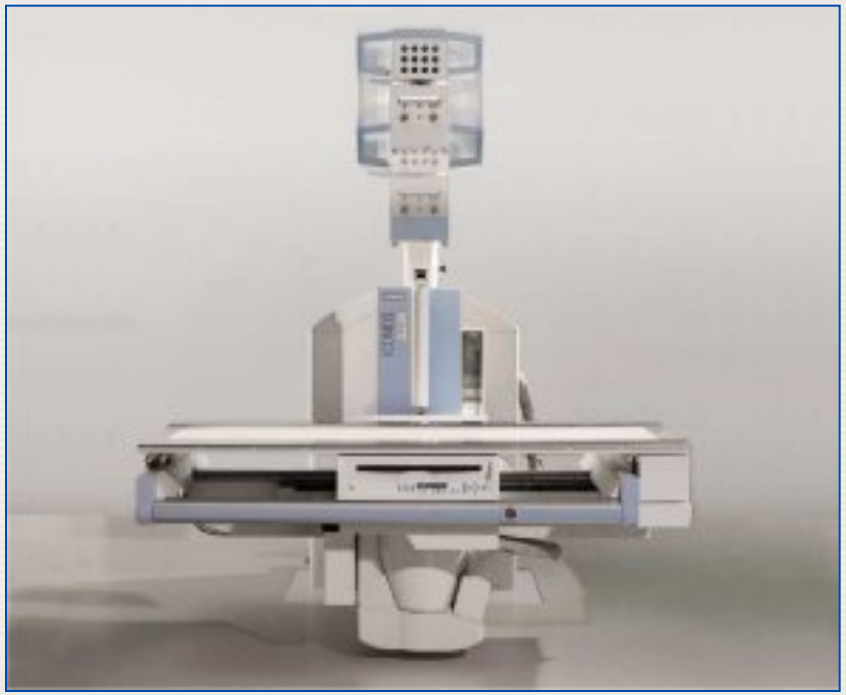
Áreas esenciales de la protección radiológica en fluoroscopia pediátrica:

- Justificación
- Optimización
- Evaluación de la dosis a los pacientes y de la calidad de imagen

"¿necesita Vd. Realmente una imagen "brillante y espléndida" para diagnosticar?"

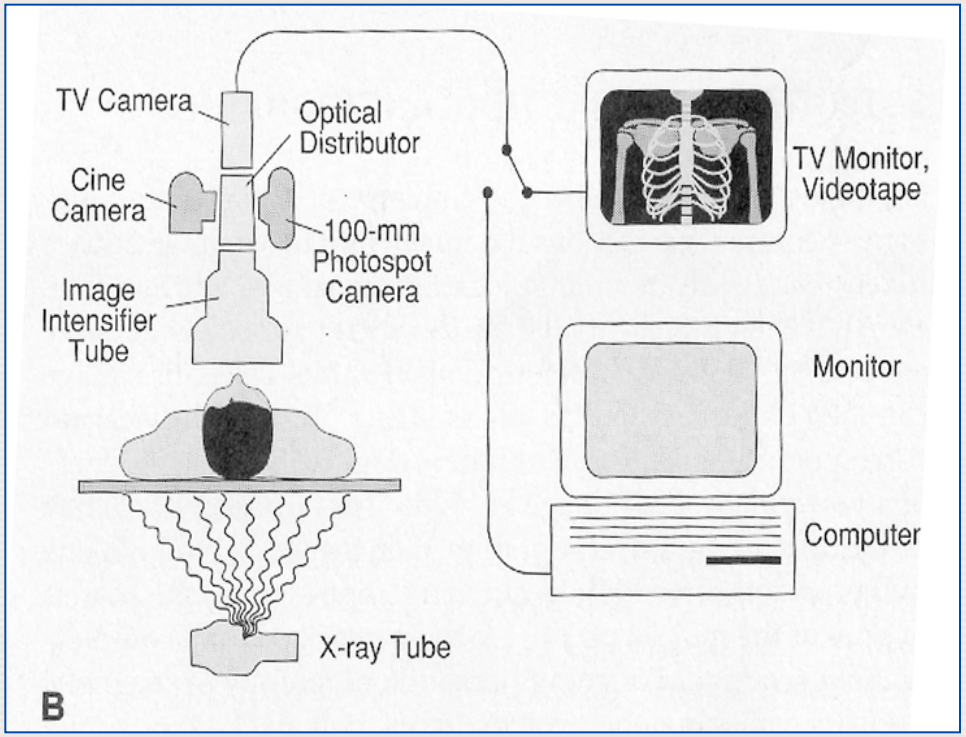
Componentes de los sistemas de fluoroscopia

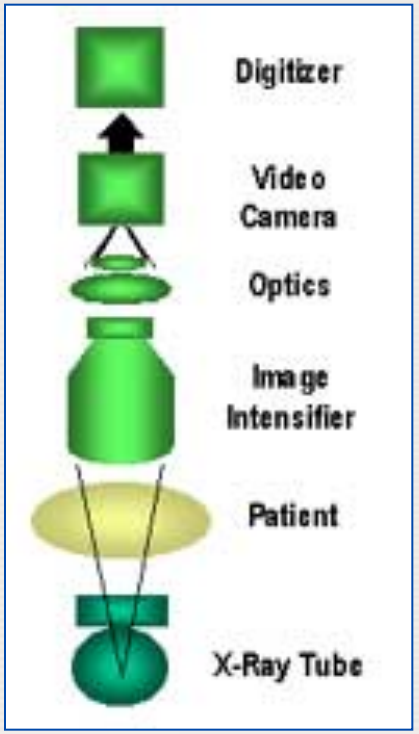
Sistema con tubo sobre la mesa

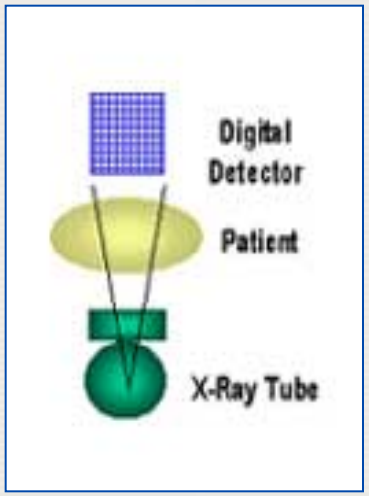


Sistema con tubo bajo la mesa

Componentes de los sistemas de fluroscopia



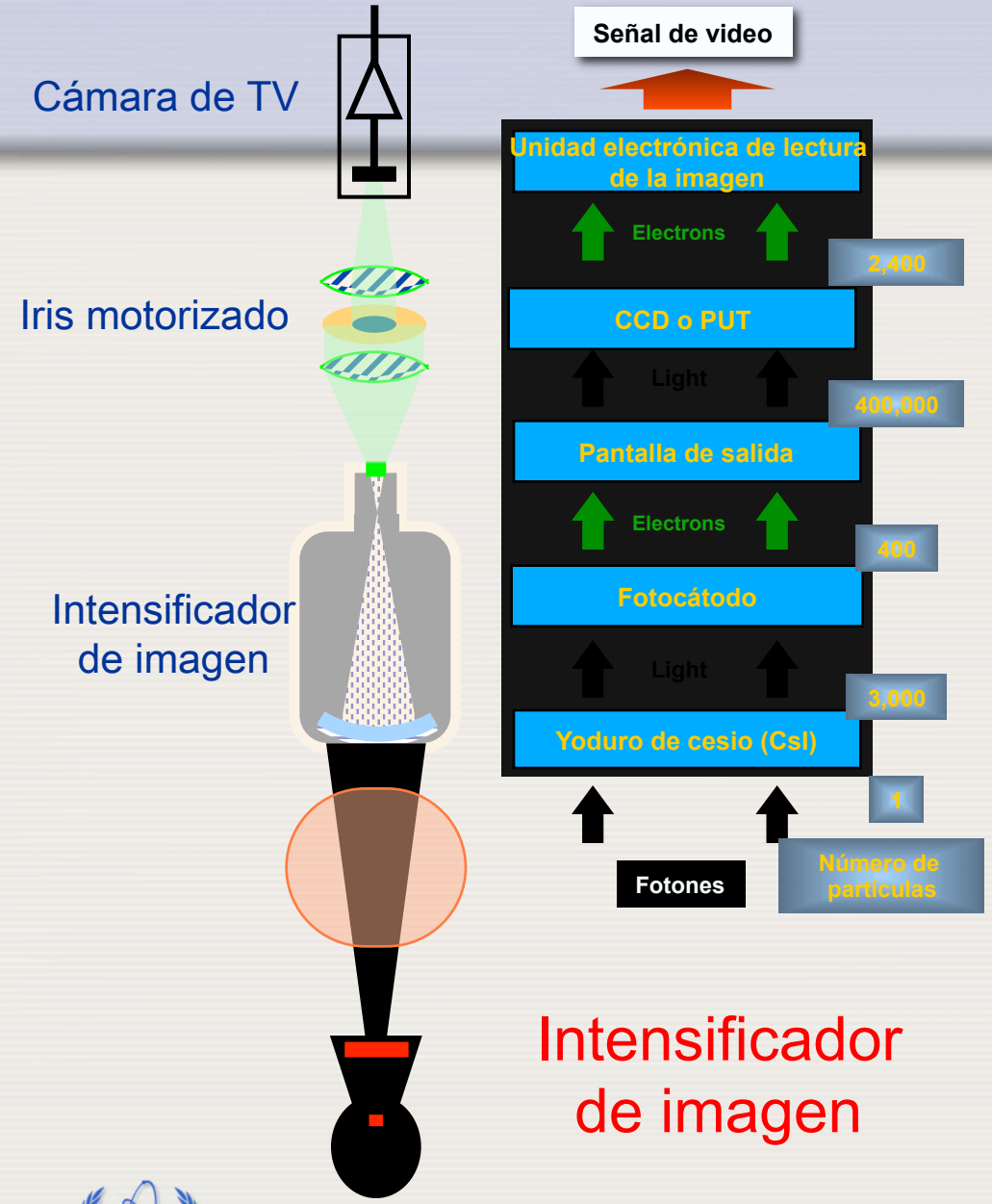




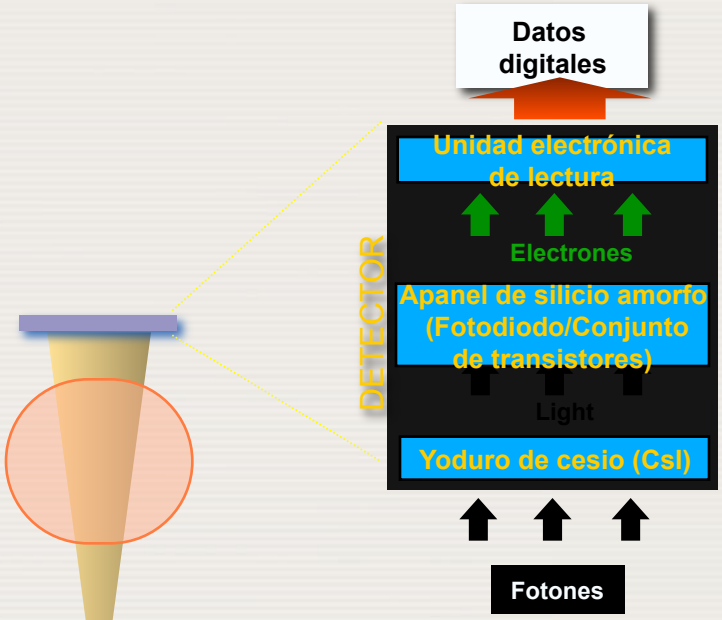
Convencional → Digital

Para obtener las imágenes …

- Se utilizan comúnmente dos tecnologías:
  - Intensificador de imagen
  - Detector de panel plano



Intensificador de imagen



Panel plano

Componentes de los sistemas de fluoroscopia

Pantalla fluorescente

Fotones de luz

Fotocátodo

Electrones

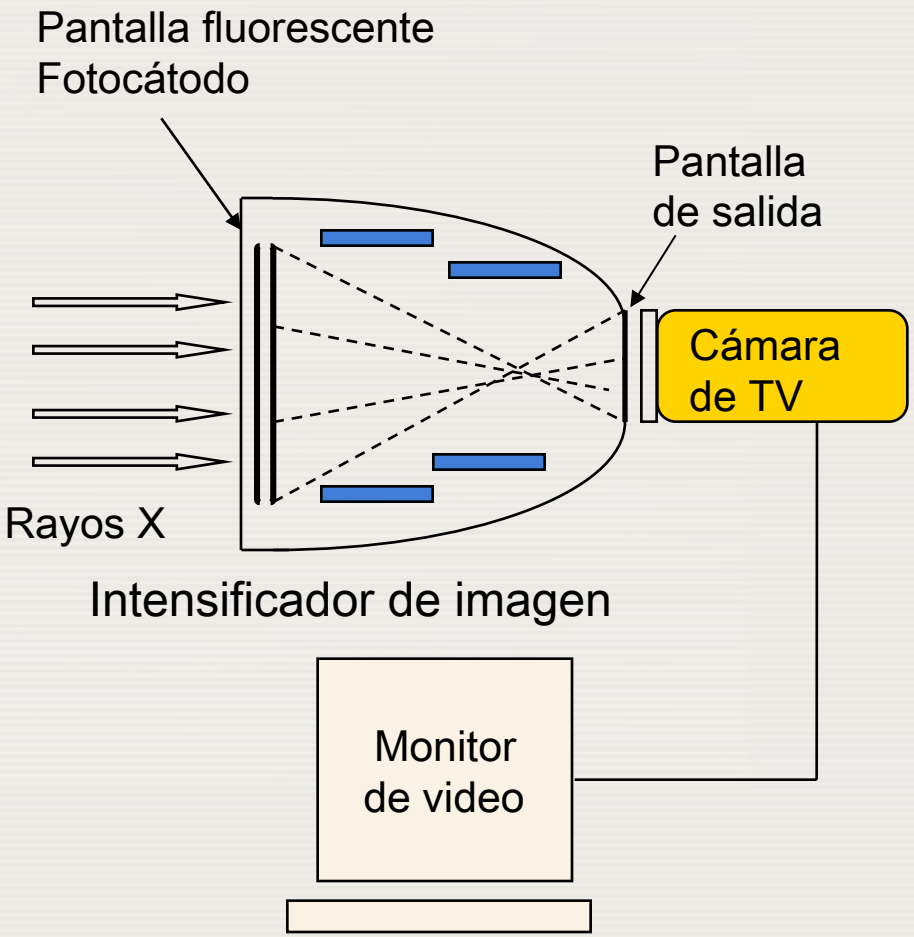
Amplificación

Electrones

Cámara de TV

Fotones de luz

Monitor de video



Control automático de brillo (ABC)

- Los dispositivos ABC determinan la cantidad de radiación que debe incidir en el paciente, basándose en un sistema de retroinformación a partir de la cantidad de luz que sale del intensificador de imagen. Esta retroinformación se transmite al generador.
- Este sistema puede hacer aumentar o disminuir la radiación incidente y la dosis a través del sistema de retroinformación

Justificación y fluoroscopia convencional

- Es necesario justificar los estudios con fluoroscopia
- Pregunte al médico prescriptor, al paciente y a la familia sobre exámenes anteriores
- Utilice guías sobre prescripción de exámenes cuando sea apropiado
- Utilice métodos alternativos cuando sea apropiado, tales como el ultrasonido y la MRI
- Para la justificación se necesita consentimiento implícito o explícito
- Incluya la justificación en la auditoría clínica

Justificación en fluoroscopia

- Guías para solicitud de exámenes radiológicos.
  - COMISIÓN EUROPEA. Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen, Luxembourg, Protección radiológica 118, Oficina de las publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas, Luxembourg (2001) y actualización (2008)
  - THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS, Making the Best use of Clinical Radiology Services (MBUR), 6th edition, RCR, London (2007) (no existe en español)
  - AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (ACR) Guidelines and Appropriateness Criteria (no existe en español)

Ejemplos de exámenes de fluoroscopia que no están indicadas habitualmente

- Estudios de contrastes del sistema GI superior, de estenosis pilórica.
- Enema de contraste en un niño con sangrado rectal.

¿Pueden los estudios por imagen de fluoroscopia de baja dosis reemplazar los exámenes radiográficos convencionales?

- Un estudio por imagen en película con chasis y pantallas de alta velocidad permite ver más detalles en las imágenes

- Sin embargo, cuando no se requiere un alto grado de detalle, por ejemplo para demostrar la distensión esofágica, el curso del duodeno, o el progreso del contraste en un enema, una imagen de fluoroscopia pulsada empleando la memoria de última imagen son suficientes para diagnosticar

Optimización en fluoroscopia

- Una vez justificadas las exposiciones, hay que optimizarlas
- Hay un número de medidas que contribuyen a ahorrar dosis de manera sistemática
- Mantener una buena práctica mediante un programa de garantía de calidad y de verificaciones de constancia de los parámetros
- Es importante la selección del equipo, pero el principal factor para mejorar la calidad de imagen sin aumentar la dosis, es una buena técnica radiográfica

Acciones prácticas de optimización en fluoroscopia (I)

- El posicionado del paciente, la colimación, y la selección de los factores de exposición optimizados, son esenciales en fluoroscopia.
- El protocolo adaptado al “tamaño del niño” y protocolos de la dosis más baja posible para el tamaño del paciente, la frecuencia de imágenes y la duración de la toma.

Acciones prácticas de optimización en fluoroscopia (II)

- Se debería colocar el intensificador/receptor de imagen sobre el área de interés antes de comenzar la fluoroscopia, en lugar de efectuar el posicionado durante la fluoroscopia.
- Los campos deberían alinearse al área de interés utilizando el haz de luz en lugar de emplear la fluoroscopia.
- Accione el pedal de fluroscopia brevemente y confirme la posición mediante la memoria de última imagen que permanece en el monitor.

Acciones prácticas de optimización en fluoroscopia (III)

- Reduzca al mínimo la superposición de campos en las diferentes tomas.
- Excluya los ojos, tiroides, mamas y gónadas del haz de radiación siempre que sea posible.
- Reduzca al mínimo el uso de la magnificación electrónica, y emplee el zoom digital siempre que sea posible.
- Se debe utilizar un tablero de baja atenuación, a base de fibra de carbono, siempre que sea posible.
- Se debe disponer de una rejilla extraíble y emplearla normalmente sólo con niños de > 8 años de edad

Acciones prácticas de optimización en fluoroscopia (IV)

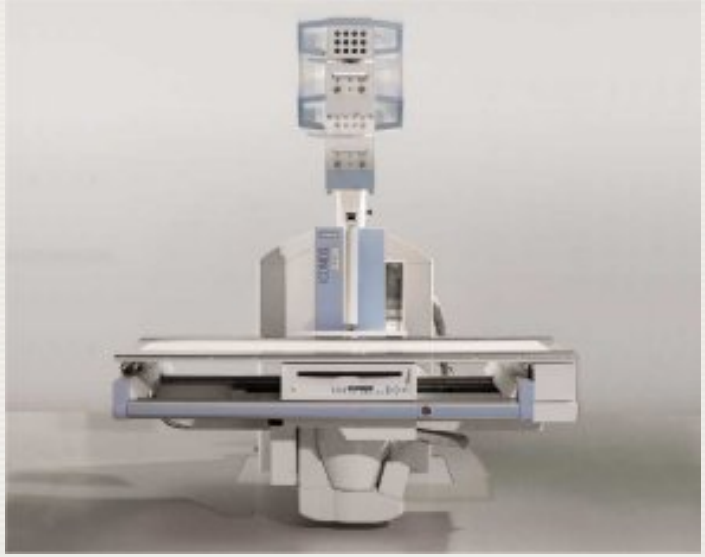
- Se debería emplear filtración adicional de cobre (p.ej., 0.3 mm), y si el equipo se utiliza sólo para niños, dicha filtración se debe quedar puesta permanentemente.
- Se debe disponer de fluoroscopia pulsada y utilizarla siempre que sea posible. Muchos profesionales recomiendan que la frecuencia de 3,5-7,5 pulsos/s es adecuada para guiar la mayoría de los procedimientos.
- Para revisar el resultado del procedimiento, se debe emplear la fluroscopia estática o las imágenes fluorográficas o la memoria de última imagen

Acciones prácticas de optimización en fluoroscopia (V)

- Tenga en cuenta los avisos de alerta de los tiempos de fluoroscopia durante el procedimiento.
- Se debe disponer de un medidor de KAP o de la tasa de KAP y utilizarlo de manera efectiva
- Se deben registrar y evaluar las dosis

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

- Los sistemas de fluoroscopia pueden impartir una ampia gama de dosis de radiación a los pacientes
- Esto proporciona grandes posibilidades de reducir dosis



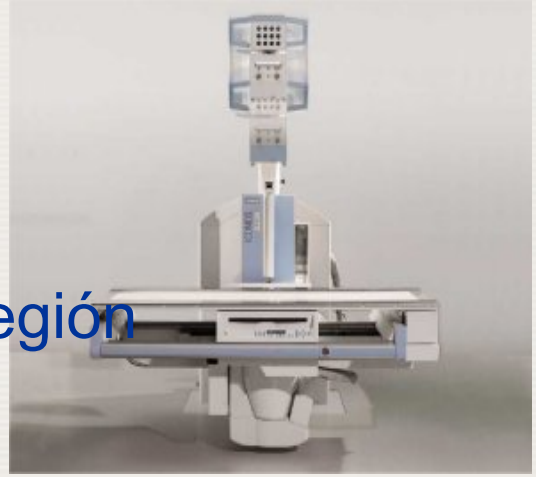
El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

1. **Posicionado del paciente y su inmovilización:**
   - Un niño que se siente confortable y relajado es mucho más probable que coopere (imágenes de mejor calidad y menor tiempo de fluoroscopia)
   - Es útil emplear esponjas, saquitos de arena, mantas, y otros dispositivos sencillos de sujección, con la ayuda de los acompañantes del niño
   - Un personal bien capacitado y con experiencia es inestimable para persuadir a los niños a que tomen sustancia de contraste por via oral.

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

2. Colimación:

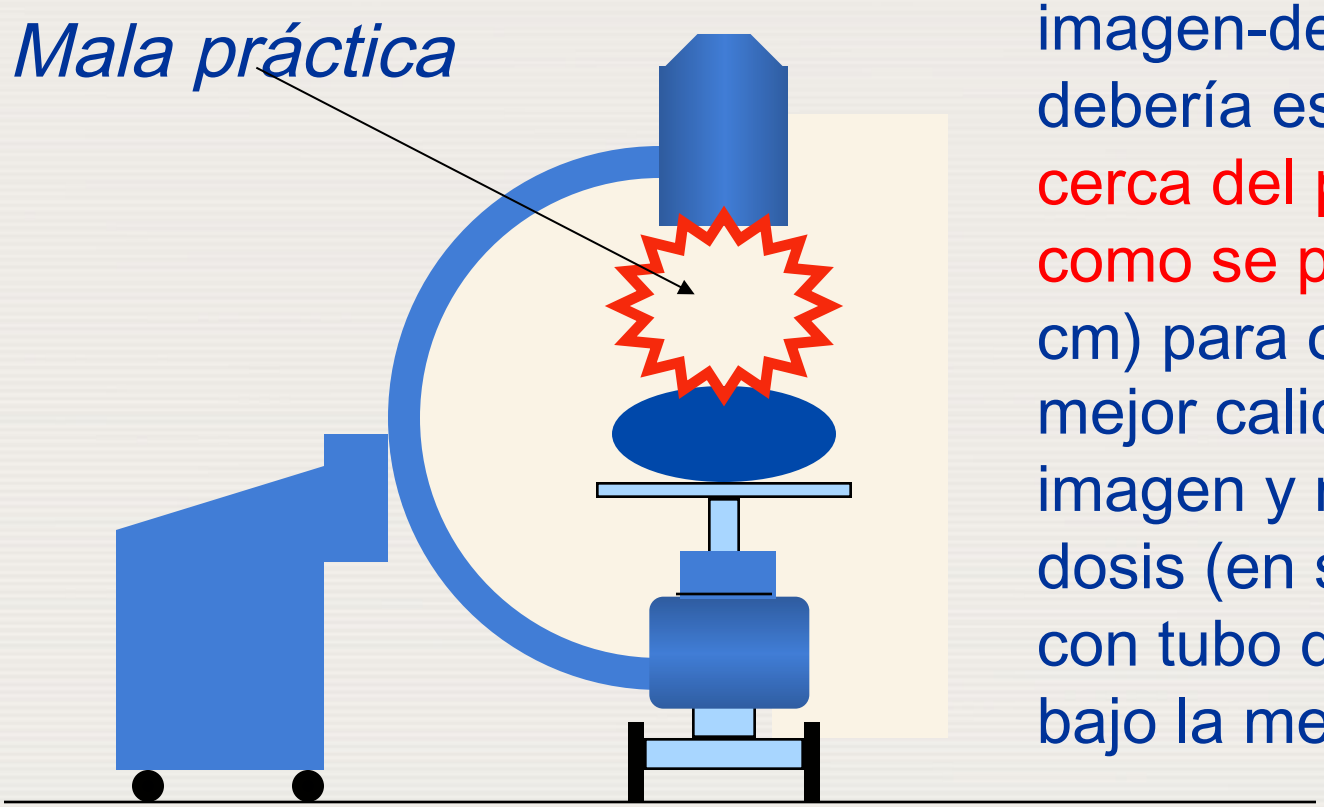
- Un sistema de tubo sobre la mesa permite el uso de diafragmas con haz luminoso (LBD) para posicionar al paciente (Cook JV, Imagining 13:229-38, 2001)
- Esto evita el uso de fluoroscopia para posicionado
- La colimación debería concentrarse en la región de interés
- *Pero se debería evitar una colimación demasiado estrecha si el equipo tiene un sistema de ABC sin ajustar, pues si las láminas de colimador hacen sombra sobre el sensor del ABC, se pueden producir imágenes con demasiado resplandor , contraste y dosis innecesariamente elevadas*



El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

3. Distancia del foco de rayos X a la piel

- Se debería colocar al paciente tan cerca como se pueda del intensificador de imagen
- El tubo de rayos X debería estar tan lejos como sepueda del tablero del paciente para evitar una dosis excesiva a la piel



El intensificador de imagen-detector debería estar tan cerca del paciente como se pueda (< 5 cm) para obtener mejor calidad de imagen y menor dosis (en sistemas con tubo de rayos X bajo la mesa)

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

4. Rejilla antidifusora

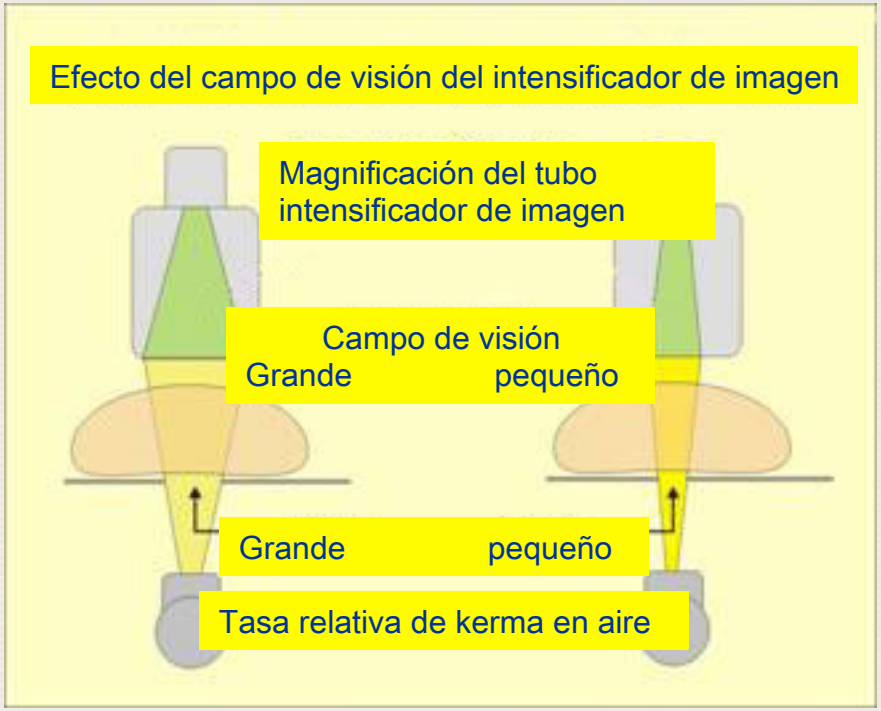
- La rejilla antidifusora debe ser extraíble en los equipos pediátricos, particularment en los sistemas de fluoroscopia
- No se recomienda la rejilla en niños pequeños, ya que sin ésta se ahorra hasta un 50% de la dosis

5. Magnificación

- Se debería evitar la magnificación a no ser que sea necesaria
  - *Utilizar un campo de visión de menos de 12 cm puede dar lugar a cuadrupicar la dosis respecto a un campo de 25 cm de diámetro.*
- La radiografía digital permite postprocesamiento de las imágenes, lo cual incluye magnificar sin aumento de dosis

Magnificación

- Cambiar de un campo de visión grande a una mayor magnificación aumenta la exposición que necesita el intensificador de imagen También aumenta la dosis absorbida de los tejidos que se encuentran dentro del haz



Ejemplo:

- Campo de visión de 25 cm
  Tasa de dosis = 0.3 mGy/s
- Campo de visión de 17 cm
  Tasa de dosis = 0.6 mGy/s
- Campo de visión de 12 cm
  Tasa de dosis = 1,23 mGy/s

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

6. Factores de exposición

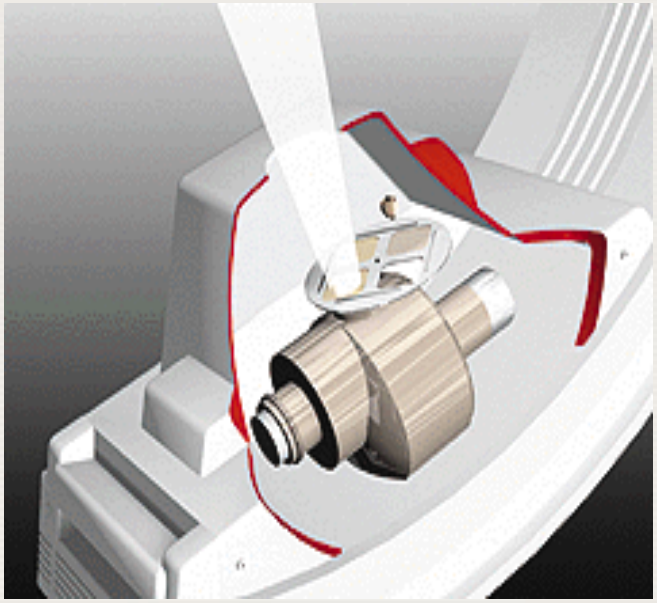
- La fluoroscopia de baja tensión del tubo de rayos X (50–60 kV) proporciona exámenes que muestran mejor el contraste bajo o moderado, p.ej., aquellos tejidos con sustancia de contraste yodada (200–300 mmol) o bario diluido (100 mg %)
- Si se utiliza un haz fuertemente filtrado (0.25 mm de cobre), se puede mejorar la calidad de imagen y una dosis reducida
- La corriente del tubo y el tiempo de emisión del haz son directamente proporcionales a la dosis
- Durante el procedimiento preste atención a los avisos por tiempo de fluoroscopia transcurrido

Tapiovaara MJ et.al., Phys Med Biol. 1999 44(2):537-59

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

7. Filtración

- La filtración adicional puede reducir la dosis
- Se debería incorporar un filtro de 0.1mm Cu en todos los sistemas modernos utilizados para pediatría
- Se puede reducir la dosis un 20% sin afectar a la calidad de imagen



Filtración adicional

Colon con doble contraste:

- Un filtro adicional de 0.3 mm Cu reduce la dosis efectiva en 40-45% a una tensión de 100 kV
- Sin deterioro significativo de la calidad de imagen

B Hansson, et. al. . Eur Radiol 7 (1997) 1117-1122

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

7. Control automático de brillo

- Deberían emplearse curvas específicas para niños, en cuanto a tasas de dosis (kV/mA), para el control automático de brillo (ABC) en sistemas de fluoroscopia para niños
- Es preferible un ABC que proporcione valores preestablecidos y controlados de la tensión del tubo (kV) con la corriente variable (mA) y que permita dejar “fija” la dosis cuando sea necesario.

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

8. Fluoroscopia pulsada

- Todo nuevo equipo debería tener fluorosocopia pulsada
- Es posible que la frecuencia de pulsos sea variable
- Tubos de rayos X con pulsos controlados por rejilla: permiten tiempos muy cortos con muy reducidos componentes de radiación blanda pre y post pulso (rampas de subida y bajada del pulso)

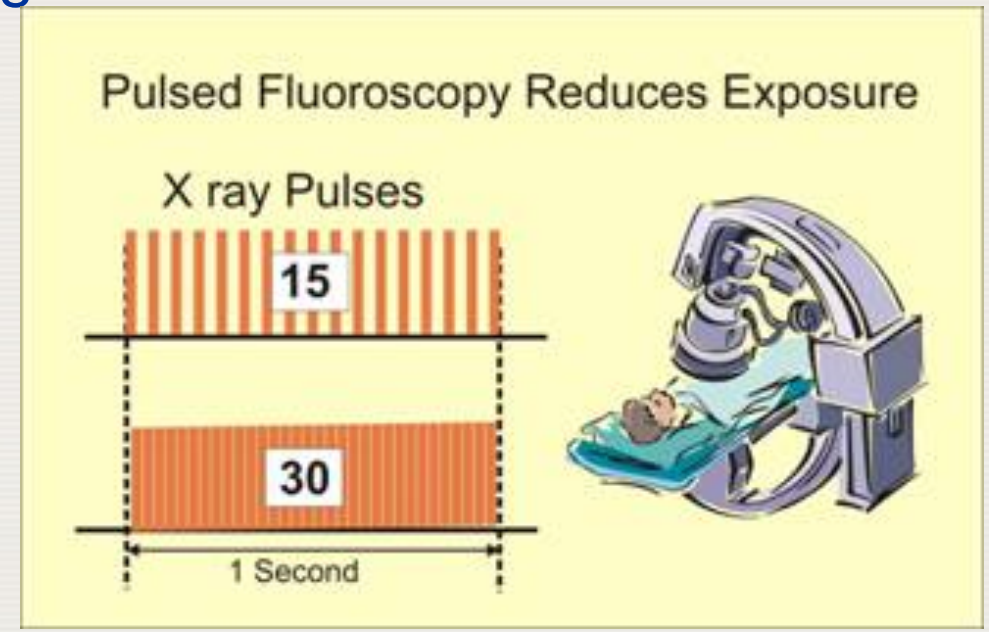
El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

8. Fluoroscopia pulsada

- Normalmente, la frecuencia menor de pulsos produce la menor dosis, dependiendo de si hay un aumento compensatorio de la corriente (mA) para mantener la calidad (nivel de ruido)
- En algunos sistemas se aumenta el ancho de pulso en los modos de baja frecuencia de pulsos, y en este caso la reducción de dosie no es sustancial.
- Esté atento a cómo funciona el sistema

Fluoroscopia pulsada

- El ancho de pulso (5-20 ms) para adultos se puede reducir para niños a 2-10 ms
- La fluoroscopia pulsada, con una frecuencia baja de 3 imágenes/s, permite una reducción sustancial de dosis a los pacientes



El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

9. Técnica de captura de imágenes (frame grab)

- Se toma la imagen directamente del intensificador durante la fluoroscopia y no se imparte dosis adicional
- Se recomienda el uso apropiado de esta técnica, cuando no se necesitan visualizar detalles de calidad diagnóstica.

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

9. Fluoroscopia controlada por rejilla (GCF)

- Ésta controla el rendimiento del tubo de rayos X
- Elimina la radiación blanda innecesaria, que se emitiría durante la rampas de ascenso y descenso de cada pulso
- Permite ajustar los parámetros de fluoroscopia (kV, mA y ms) durante la duración de un solo pulso

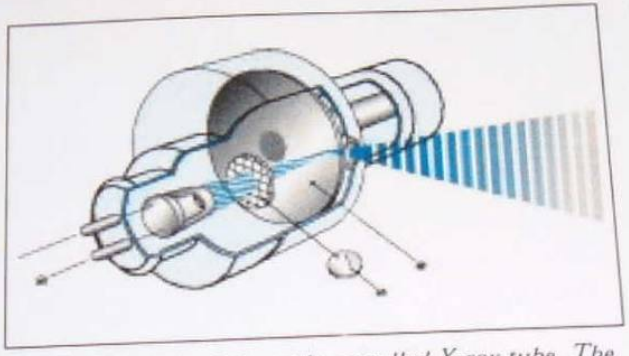
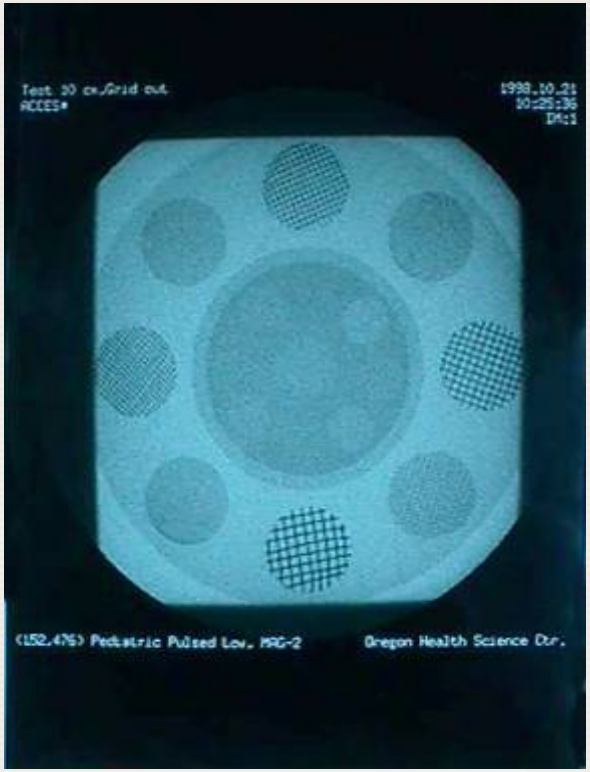


Fig. 8. Principle of the grid-controlled X-ray tube. The grid between the cathode and the anode can switch very short X-ray pulses with extremely steep flanks.

Fluroscopia controlada por rejilla

Fluoroscopia continua

- Fluoroscopia controlada por rejilla



Brown PJ, Johnson LM Silberberg PJ, Thomas RD, Low dose, high quality pediatric fluoroscopy, Medica Mundi 45/1 March 2001

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

10. Blindaje

- Utilice protección gonadal siempre que sea posible
- Pero repetir un examen por utilización excesiva de blindajes es una práctica deficiente
- ¡¡Un delantal plomado dentro del haz, reduce la luz saliente del intensificador, y el sistema hará aumentar automáticamante la cantidad de rayos X para restablecer la intensidad de luz que había antes!! => Esto hace aumentar la dosis al paciente: - TENGA CUIDADO

Blindaje

- Colime con cuidado el haz de rayos X al área de interés, excluyendo otras zonas, especialmente las gónadas, mamas, tiroides y ojos.
- Utilice blindajes apropiados para las gónadas, tiriodes, ovarios y mamas
- La dosis de 10 mGy en la mama de una joven, recibida antes de los 35 años de edad, hará aumentar la tasa espontánea de cáncer de mama en un 14% (Brenner DJ et al 2001, Fricke BL et al 2003, Hopper KD et al 1997)

IAEA

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

11. Otras ventajas de los sistemas modernos

- Utilice una frecuencia baja de imágenes
  - *Reduciendo la frecuencia de 15 f/s hasta 3f/s se reduce la dosis en un factor 5*
- Utilice la memoria de última imagen y toma de una imagen digital instantánea reduces la dosis en un 20-50%
- La reproducción de escenas de cine (digital) y de video (digital/fluoroscopia convencional) puede reducir las dosis a los pacientes
  - *El sistema guarda automáticamente el último lazo (bucle) en memoria*

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

- La curva característica por defecto en los sistemas de fluoroscopia es la curva de adultos que normalmente va ajustada a 15 f/s

- Asegúrese de que un especialista en aplicaciones configura el sistema correctamente para imágenes pediátricas y evite que el personal no se acostumbre a una frecuencia mayor, ya que esto implica una exposición innecesaria y puede dar lugar a *borrosidad de objetos que se mueven rápidamente*.

El equipo de rayos X, la práctica, las dosis y la calidad de imagen

Optimización de la dosis a los pacientes:

- Archivo de las dosis a los pacientes
  - *Después de un procedimiento se deben registrar y evaluar las dosis*
- Métodos modernos de optimización de las dosis a los pacientes
  - *Un medidor de DAP/KAP calibrado*
  - *Dosímetros puntuales en tiempo real (MOSFET)*

IAEA

Fluoroscopia móvil

- La fluoroscopia móvil es valiosa en ocasiones en las que no es posible desplazar al paciente al departamento de radiología.
- Esto puede dar lugar a
  - Imágenes de peor calidad
  - Exposiciones innecesarias al personal y a los pacientes
- Siempre que sea practicable, los exámenes de rayos X se deberían realizar con equipos fijos en el departamento de imagen

Fluoroscopia móvil

- Los arcos en C deben tener la opción de retirar la rejilla antidifusora
- Se deben emplear medidores de KAP y de tasa de KAP calibrados
- Se debe prestar atención a la colimación, al tiempo de fluoroscopia y a los valores de KAP visualizados en el equipo
- Los arcos en C los debe operar personal capacitado, especialmente en ambientes de trabajo bajo presión tal como los quirófanos

Niveles de dosis típicas en fluoroscopia pediátrica

Examen	Número de exámenes	Rango de DAP ($cGycm^2$)	Valor medio de DAP ($cGycm^2$)
Series del sistema GI superior			
0-1	235	0.06-41.9	6.4
1-7	376	0.09-117.6	9.5
8+	197	0.18-203.5	24.7
Disfagia			
0-1	116	0.3-39.2	12.4
1-7	246	0.1-80.6	13
8+	84	1.3-76.8	18.9

Hiorns MP, et al BJR, 79 (2006), 326-330

Niveles de dosis típicas en fluoroscopia pediátrica

Examen	Número de exámenes	Rango de DAP ($cGycm^2$)	Valor medio de DAP ($cGycm^2$)
Cistouretrografía de micción			
0-1	165	0.02-41.9	3.8
1-7	94	0.7-48.8	8.9
8+	36	4-645.9	44.2
Cribado sanitario del paladar			
0-1	15	1.9-5.3	4.4
1-7	118	0.5-31.5	5.5
8+	146	1.3-27.2	6.9

Hiorns MP, et al BJR, 79 (2006), 326-330

Niveles de dosis típicas en fluoroscopia pediátrica

Examen	Número de exámenes	Rango de DAP ($cGycm^2$)	Valor medio de DAP ($cGycm^2$)
Tránsito de bario			
0-1	18	0.2-73.9	14.7
1-7	85	0.1-42.9	9.9
8+	101	0.2-241.2	31.7
Enema de contraste			
0-1	59	0.1-42.9	5
1-7	25	0.7-50.5	10
8+	2	6.3-178.6	92.5

Hiorns MP, et al BJR, 79 (2006), 326-330

Niveles de dosis típicas en fluoroscopia pediátrica

Examen	Número de exámenes	Rango de DAP ($cGycm^2$)	Valor medio de DAP ($cGycm^2$)
Enema de bario			
0-1	21	0.7-32.8	11.2
1-7	11	2.8-76.8	15
8+	3	20.1-49	30.5
Urografía intravenosa			
0-1	3	3-7.7	5.9
1-7	47	0.9-39.2	10.2
8+	22	7-135.5	38.5

Hiorns MP, et al BJR, 79 (2006), 326-330

Consideraciones especiales

- Hay pacientes que pueden tener una enfermedad, que les haga más radiosensibles, tales como teleangiectasia o enfermedad del tejido conjuntivo
- Embarazo de jóvenes adolescentes
  - *Véase la presentación 10 para encontrar más detalles*

IAEA

Protección ocupacional en fluoroscopia pediátrica

- Se debe llevar delantal plomado y protector de tiroides todo el tiempo
- El radiólogo debe utilizar lentes plomadas si se sitúa junto al paciente irradiado durante tiempo prolongado
- Se deben utilizar el dosímetro personal, siguiendo las recomendaciones de la autoridad nacional

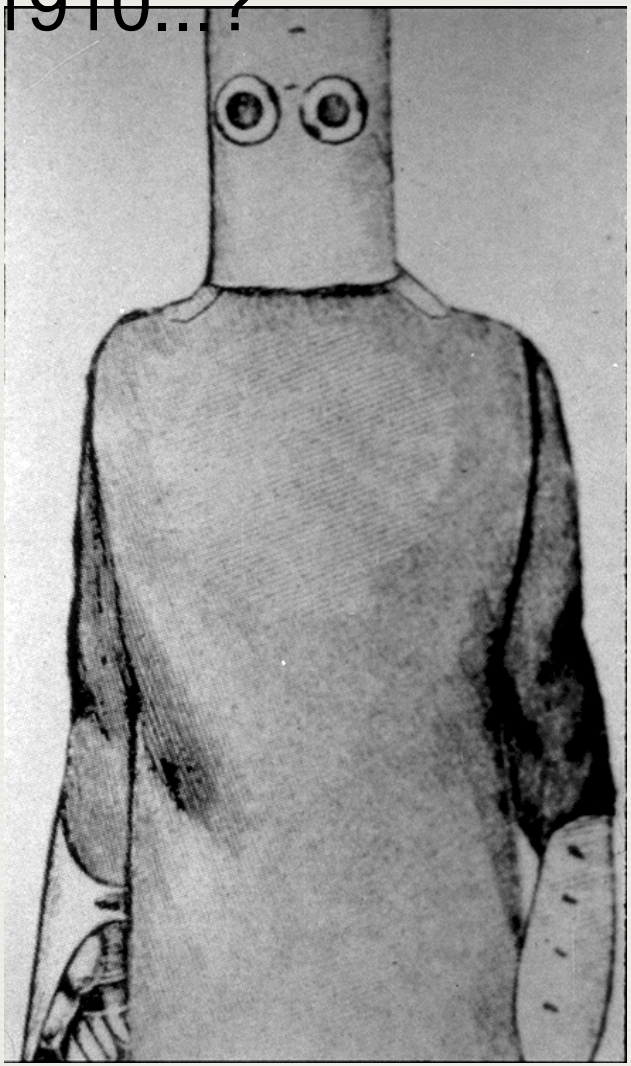
Protección ocupacional en fluoroscopia pediátrica

- Se debe proporcionar monitorización individual a cuerpo entero y a extremidades si fuera necesario
- En la sala sólo debería estar el personal esencial durante el examen
- Se deben proteger, según lo indicado arriba, a los cuidadores, tales como los padres, y personal sanitario tal como enfermeras

Dispositivos de protección radiológica en fluoroscopia pediátrica

Por aquel entonces, en 1910...?

- Delantal plomado
- Protectores de tiroides
- Lentes plomadas
- ¿Guantes plomados?
- Sitúese detras de otra persona …..
- Interrumpa la fluoroscopia mientras la enfermera ayuda al paciente



Dispositivos de protección radiológica en fluoroscopia pediátrica

... y ahora

¿Cuál es la efectividad del delantal plomado?

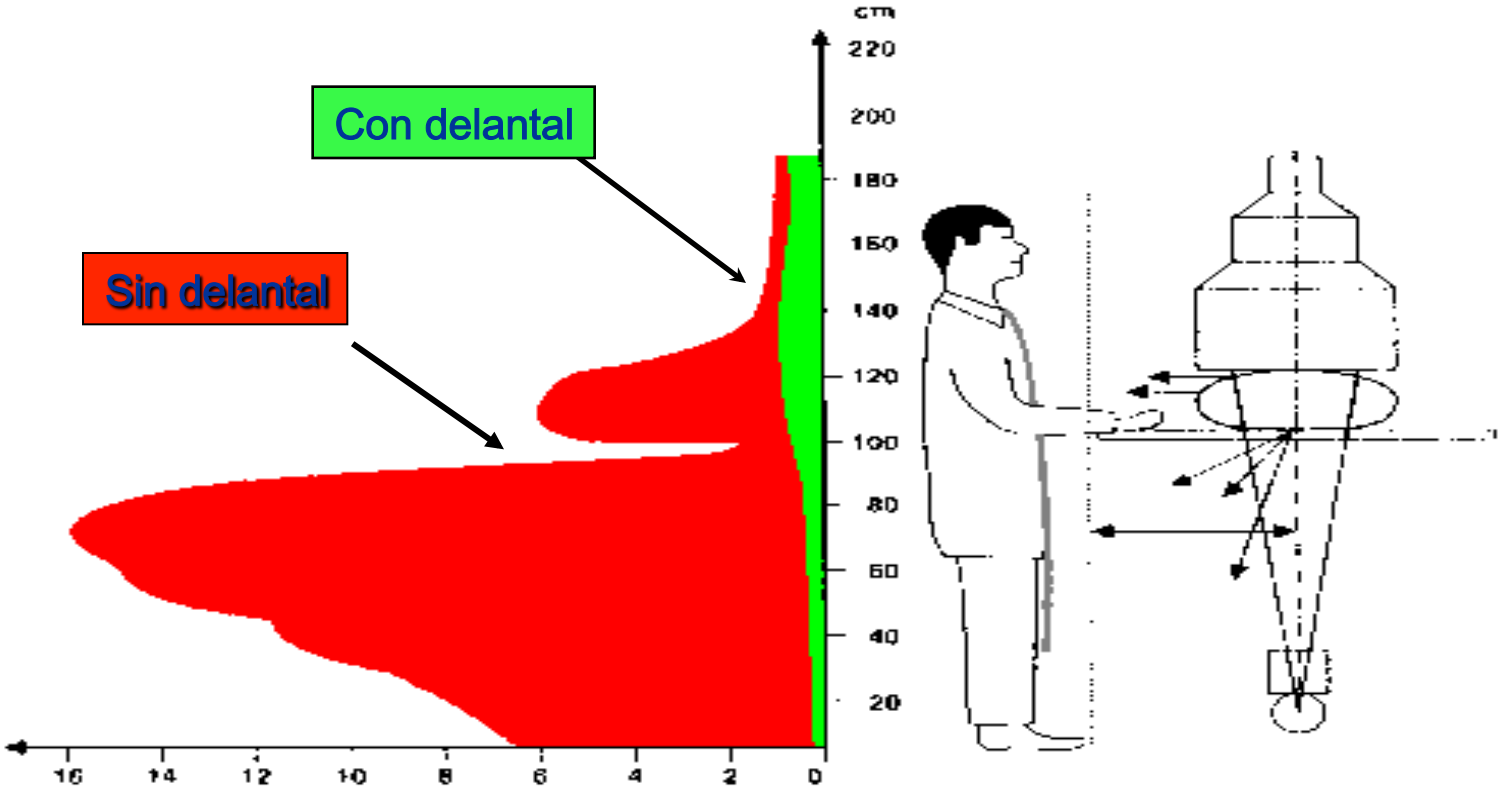
Como regla de oro (aproximada)se pueden utilizar las siguientes espesores frente a la radiación dispersa

Equivalencia de 0.25 mm en plomo reduce 90 %

Equivalencia de 0.35 mm en plomo reduce 95 %

Equivalencia de 0.50 mm en plomo reduce 99 %

Dispositivos de protección radiológica en fluoroscopia pediátrica



Sistema de tubo de rayos X bajo la mesa

Dispositivos de protección radiológica en fluoroscopia pediátrica

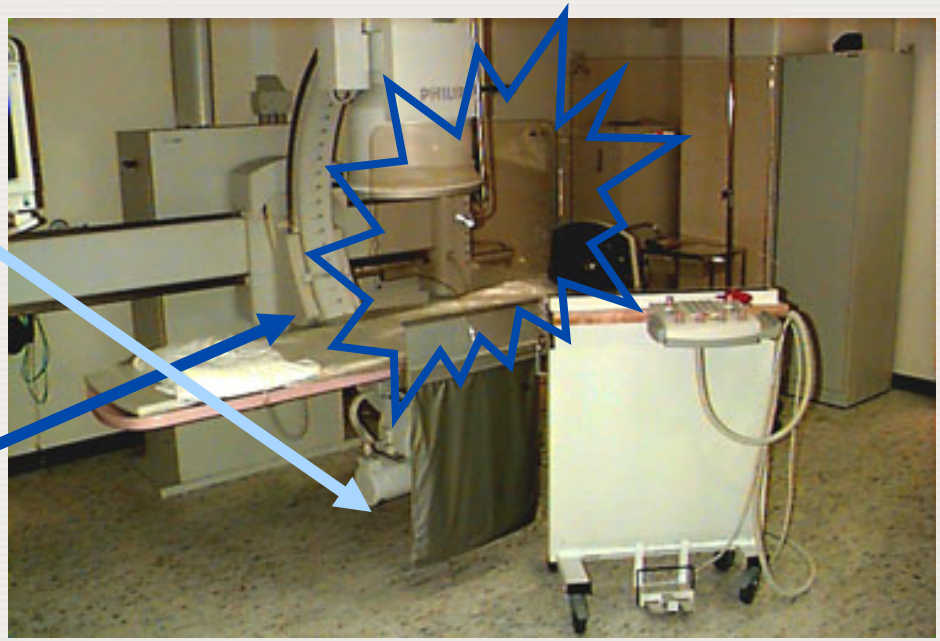
- Cortinilla plomada suspendida de la mesa para un sistema con el tubo bajo la mesa

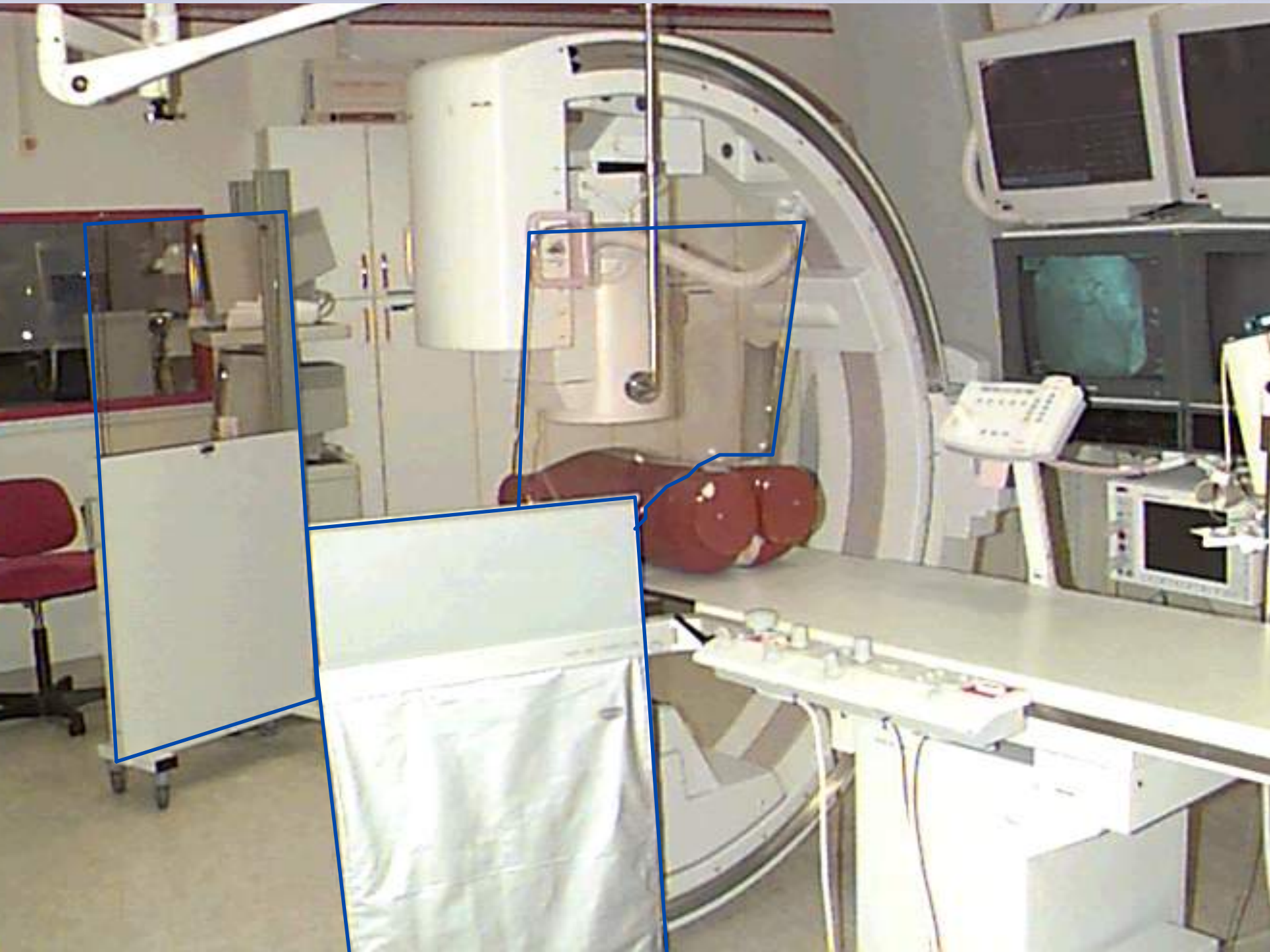
Dispositivos de protección radiológica en fluoroscopia pediátrica

- Cortinilla plomada suspendida de la mesa para un sistema con el tubo bajo la mesa
- Pantalla móvil con vidrio plomado

Cortinilla plomada de suspendida de la mesa para un sistema con el tubo bajo la mesa

- Lead curtain at the table for an undercoach system
- Mobile lead screen with leaded glass)
- Pantalla de vidrio plomado suspendida del techo





Parámetros de fluoroscopia	Parámetros de dosis de radiación	
	DOSIS a los pacientes	DOSIS al personal
Paciente corpulento	Aumenta	Aumenta
Mayor mA	Aumenta	Aumenta
Más filtración	Disminuye	Puede aumentar
Aumento de la distancia del foco a la piel	Disminuye	Depende de la geometria: posición lateral o PA
Distancia del paciente al receptor de imagen	Disminuye	Disminuye
Uso de magnificación electrónica con intensificador de imagen	Aumenta	Aumenta
Utilización de la rejilla antidifusora	Aumenta	Aumenta
Colimador abierto	Aumenta	Aumenta
Tiempo de emisión del haz	Aumenta	Aumenta
Blidaje personal	No influye	Disminuye

IAEA

http://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/index.htm

Resumen

- Componentes de los sistemas de fluoroscopia
- Justificación en fluoroscopia
- Consideraciones operacionales y del equipo guardan relación con la dosis y con la calidad de imagen.
- Ejemplo de reducción de dosis mediante un proceso de optimización. Valores de DAP.
- Consideración de la protección radiológica ocupacional en fluoroscopia pediátrica
- Dispositivos de blindaje

Responda: correcto o incorrecto

1. La fluoroscopia pulsada reduce la dosis.
2. Es necesario utilizar la rejilla antidifusora en todo examen de radiología pediátrica.
3. La magnificación debería utilizarse siempre en fluoroscopia pediátrica, dado el pequeño tamaño del paciente.
4. Utilice campos de radiación grandes para no dejar nada fuera.

IAEA

Respuesta: correcto o incorrecto

1. Correcto: al contrario que con la fluoroscopia continua, la radiación emitida en forma pulsada proporciona tiempos significativos sin radiación, lo cual ayuda a reducir la dosis.
2. Incorrecto: el uso de rejilla aumenta la dosis sin un impacto significativo de la calidad de imagen en niños pequeños y por tanto no se recomienda (p.ej., de edad <8 años).
3. Incorrecto: la magnificación hace aumentar la dosi y sólo se debe utilizar si es necesario.
4. Incorrecto: los exámenes radiológicos no son estudios de cribado sanitario para cuerpo entero o para grandes áreas. Sólo se deben irradiar partes del cuerpo, que forman parte de la indicación clínica. La colimación y el posicionado son elementos muy importantes para reducir dosis. Esto requiere operadores cualificados.

IAEA

Referencias

- Hiorns MP, Saini A, Marsden PJ, A review of current local dose-area product levels for paediatric fluoroscopy in a tertiary referral centre compared with national standards. Why are they different?, BJR, 79 (2006), 326-330
- Brown PJ, Johnson LM Silberberg PJ, Thomas RD, Low dose, high quality pediatric fluoroscopy, Medica Mundi 45/1 March 2001
- Tapiovaara MJ, Sandborg M, Dance DR. A search for improved technique factors in paediatric fluoroscopy. Phys Med Biol. 1999 Feb; 44(2):537-59
- B Hansson, T Finnbogason, P Schuwert J Persliden: Added copper filtration in digital paediatric double-contrast colon examinations: effects on radiation dose and image quality. Eur radiol 7 (1997) 1117-1122
- Cook, V., Radiation protection and quality assurance in paediatric radiology, Imaging, 13 (2001) 229–238.