

# Protección radiológica

# Objetivos de capacitación

Al final del programa, los participantes deberían:

- Estar familiarizados con temas específicos de protección radiológica en radiografía pediátrica
- Identificar las características del equipo de imagen radiográfica empleado en radiología pediátrica
- Hacer una lista de las consideraciones operativas importantes en radiografía pediátrica
- Analizar consideraciones importantes en radiografía pediátrica en las que se utilizan unidades móviles de rayos de rayos X

# Responda: correcto o incorrecto

1. La filtración adicional reducirá la dosis al paciente.
2. Los tiempos de exposición cortos son una desventaja.
3. La colimación adecuada reduce la dosis.
4. El blindaje de órganos radiosensibles es recomendable en radiografía pediátrica

# Contenidos

- Justificación en radiografía
- La optimización práctica en radiografía pediátrica tiene dos componentes:
  - La relacionada con el equipo
  - La relacionada con la técnica radiográfica
- Consideración importante para la radiografía móvil
- Calidad de imagen y dosis al paciente

# Introducción

- Los niños tienen mayor radiosensibilidad que los adultos y mayor esperanza de vida
- Para niños de edad inferior a 10 años, la probabilidad de un cáncer fatal es 2-3 veces mayor que para la población global
- Debería tomarse en consideración la mayor radiosensibilidad de los niños

# Introducción

- Los radiólogos y los técnicos radiológicos deben ser objeto de capacitación en pediatría
- Se debería planificar cada examen de radiología pediátrica de manera individual y se deberían limitar las proyecciones a aquellas que sean absolutamente necesarias para el diagnóstico

# Recomendaciones generales

Las áreas esenciales de protección radiológica en radiología pediátrica:

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

¿Necesita Vd una imagen “brillante, espléndida” para diagnosticar?

# Justificación en radiografía

- La justificación es necesaria para todos los exámenes radiográficos
- Pregunte al médico prescriptor, al paciente y/o a la familia sobre exámenes anteriores
- Utilice las guías de prescripción cuando sea apropiado y se disponga de las mismas
- Utilice métodos alternativos, tales como la MRI cuando sea apropiado
- En la justificación se necesita el consentimiento, implícito o explícito
- Incluya la justificación en las auditorías clínicas



# Justificación en radiografía

- Guías para la prescripción de exámenes radiológicos:
  - **COMISIÓN EUROPEA**, Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen, Luxembourg, Protección radiológica 118, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (2001) and Update (2008)
  - **THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS**, Making the Best use of Clinical Radiology Services (MBUR), 6th edition, RCR, London (2007)

# Ejemplos de exámenes radiográficos que no están indicados habitualmente

- Radiografía de cráneo en un niño con epilepsia
- Radiografía de cráneo en un niño con dolor de cabeza
- Radiografía de senos en un niño menor de 5 años por sospecha de sinusitis
- Radiografía de la columna cervical en un niño con tortícolis sin trauma
- Radiografías de la extremidad opuesta para comparar la extremidad lesionada

# Optimización en radiografía

- Los exámenes una vez justificados deben ser optimizados
- Existen varias acciones que contribuyen a un ahorro sistemático de dosis (de un factor de 2 a 12, cuyo efecto combinado puede reducir la dosis de manera dramática)
- Mantener buena práctica mediante un programa de garantía de calidad y verificaciones de constancia de los parámetros

# Optimización en radiografía

## Selección del equipo de rayos X:

- Influye en la dosis a los pacientes y en la calidad de las imágenes
- Pero, el principal factor en mejorar la calidad sin aumentar la dosis es **una buena técnica radiográfica**

# Medidas prácticas de optimización en radiografía (I)

- Tenga normalizados el tipo y el número de proyecciones para las indicaciones clínicas específicas
- Las proyecciones adicionales a las normalizadas se deberían decidir caso por caso
- Seleccione manualmente la técnica de exposición, hasta que produzcan desarrollos de los equipos para pacientes pequeños o partes del cuerpo pequeñas
- Siempre que sea práctico, utilice una distancia grande del foco al sistema de imagen (o bien la distancia recomendada)

# Medidas prácticas de optimización en radiografía (II)

- Colime cuidadosamente el haz de rayos X al área de interés, excluyendo del mismo otras partes, especialmente las gónadas, mamas, tiroides y ojos
- Utilice blindajes apropiados para gónadas, tiroides y mamas
- Para la mayoría de las indicaciones clínicas es aceptable utilizar combinaciones rápidas de película y pantallas
- La rejilla antidifusora es, a menudo, innecesaria para niños: no la utilice para exámenes abdominales en pacientes de edad inferior a los 3 años, para cráneo si la edad es inferior a 1 año y en los exámenes con fluoroscopia, a menos que se necesiten gran detalle en la imagen

# Medidas prácticas de optimización en radiografía (III)

- Utilice proyecciones PA para radiografías de tórax y columna, siempre que sea práctico
- Asegúrese de que la filtración sea la correcta para reducir dosis a la entrada
- Utilice valores de kVp tan altos como sea compatible con los requisitos del examen
- Considere la posibilidad de emplear filtración adicional de cobre con los valores más altos de kVp
- Consiga un buen equilibrio entre utilizar un foco fino y tiempos cortos de exposición

# Medidas prácticas de optimización en radiografía (IV)

- Utilice programas de evaluación de la calidad, garantía de calidad y auditorías para todos los aspectos del departamento, incluyendo el procesamiento de las películas y la justificación
- Introduzca y utilice un sistema que permita evaluar las dosis a los pacientes de manera regular
- **Monitoree las tasas de rechazo de películas y sus causas (sobreexposición, sub exposición, posicionado, movimiento y problemas de colimación)**



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen



## Generadores

Para exámenes pediátricos, el generador debería ser:

- de alta frecuencia
- *de multipulso (rectificadores)*
- *de suficiente potencia*
- *Forma de onda próxima a la rectangular con mínimo rizado de la alta tensión*

# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Tiempo de exposición

- Cuando los niños no cooperan, puede necesitarse métodos de inmovilización
- Los niños tienen una frecuencia de pulso y respiratoria mayores que los adultos
- Los tiempos de exposición cortos mejoran la calidad sin que aumente la dosis
- Estos tiempos cortos sólo se logran con generadores con potencia suficiente y temporizadores exactos



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Tamaño del foco de rayos X

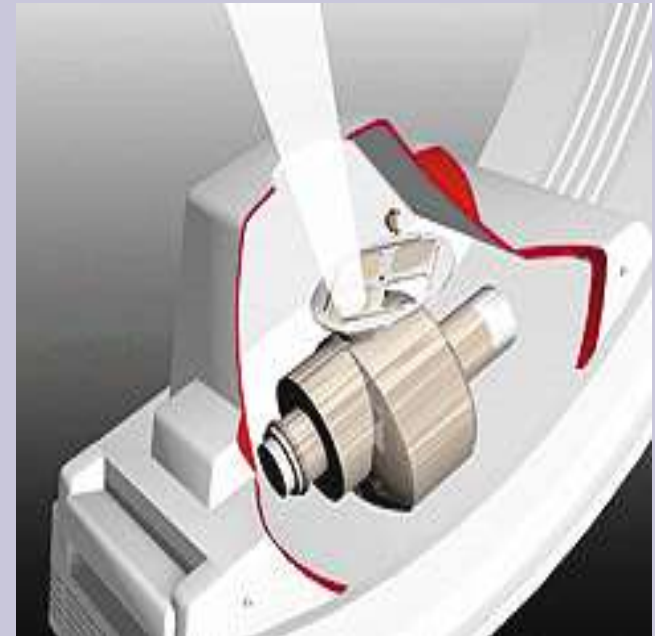
- El foco fino
  - Mejora la calidad de imagen
  - En algunos equipos puede que hagan aumentar el tiempo de exposición y los artefactos por movimiento
- La elección depende de los parámetros de exposición tales como: tiempo, kVp y distancia del foco a la película (FFD)
- Recomendación: el foco debería ser entre 0.6 -1.3mm



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Filtración adicional

- La filtración adicional puede aportar una reducción de dosis
- 0.1 mm de cobre además de 2.5 mm de Al\*
  - reduce el ESAK en un 20%
  - Sin que apenas se note ninguna reducción de la calidad de imagen
- Algunos sistemas modernos pueden insertar automáticamente, 0.1mm o 0.2 mm Cu, según el tipo de examen



# Reducción de dosis con filtración adicional

Filtración adicional	0 mm Al	3 mm Al
Examen	ESD media ( $\mu\text{Gy}$ )	Reducción
Abdomen AP en niño de 10 meses (62 kVp)	200	30 %
Tórax AP, niño de 10 meses (55 kVp)	64	40 %
Pelvis AP, niño de 4 meses (50 kVp)	94	51 %



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Factores de exposición

Aumento de kVp (reducción de mAs):

- Mayor penetración y menos absorción
- Reduce la dosis a los paciente para una densidad óptica constante en la película

## Tórax de neonatos:

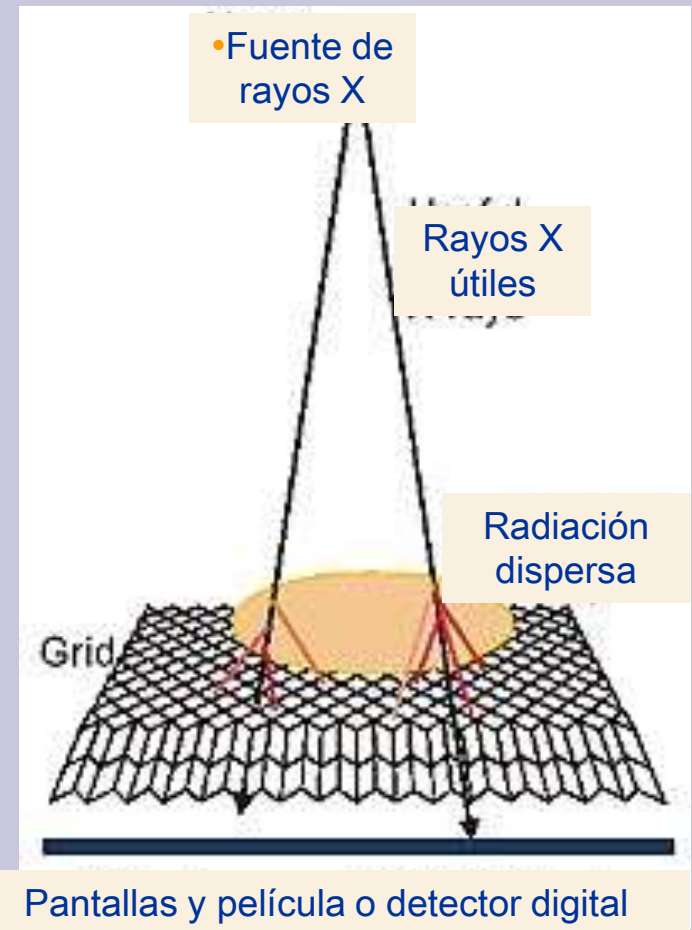
- Mínimo 60 kVp: menos contraste pero mejor evaluación del parénquima pulmonar
- Reduzca los kVp si lo que desea ver es detalle en hueso



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

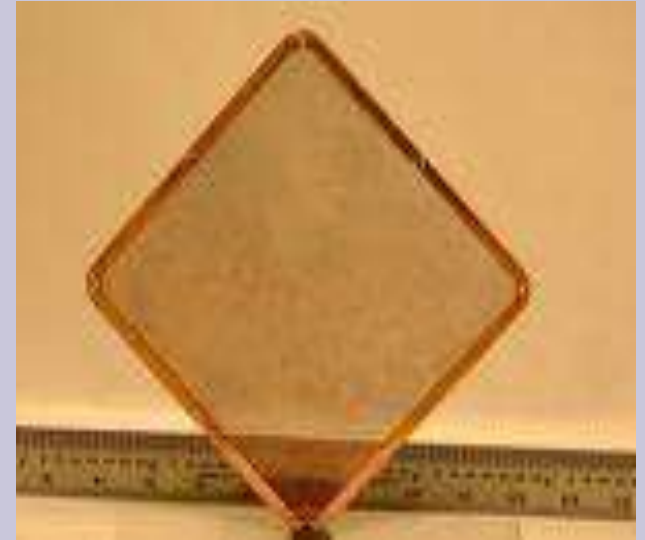
## Rejilla antidifusora

- A menudo la rejilla es innecesaria para los niños porque el volumen (y la masa) irradiado es menor, lo cual produce menos radiación dispersa.
- Si se utiliza la rejilla, la mejora de calidad de imagen es poco importante y en cambio se hace aumentar la dosis en un ~50%



# Rejillas antidifusoras

- La rejilla antidifusora debería ser extraíble en equipos que se utilizan para pediatría
- Retire la rejilla antidifusora para:
  - Imagen abdominal en niños de <3 años
  - Imagen de cráneo en niños <1 año
  - En la mayor parte de la fluoroscopia



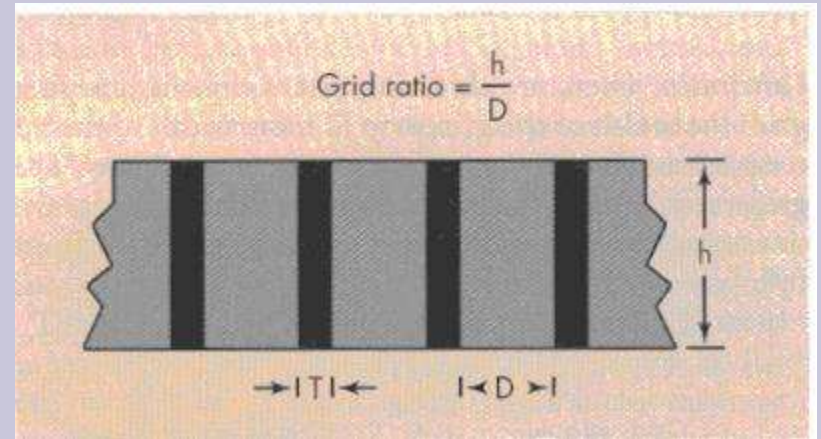


# Rejillas antidifusoras

Si se utiliza rejilla para exámenes de niños, ésta debería ser\*:

- Relación de rejilla (r) > 8:1
- Número de líneas: >100 cm<sup>-1</sup>
- Material de baja atenuación para los interespacios, tal como fibra de carbono

Alternativa: técnica de “air gap”  
(separación entre paciente y sistema de imagen) (reduce el efecto de la radiación dispersa, sin aumentar la dosis pero la imagen resulta magnificada)



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Control automático de exposición (AEC)

- Generalmente no es apropiado para niños muy pequeños
- Los sensores del AEC (el tamaño y la geometría) están normalmente diseñados para pacientes adultos
- Es posible que el AEC que se utilice con la rejilla antidifusora (en los casos en que no se puede retirar la rejilla), que frecuentemente no es necesaria
- El AEC debería cumplir requisitos específicos para pediatría
- Si no es apropiado o no se dispone del AEC, es preferible emplear tablas de exposición aplicadas cuidadosamente

# Control automático de exposición

- AEC diseñado específicamente para pediatría con:
  - *Detector pequeño y móvil para emplearlo detrás de un chasis sin plomo*
  - *La posición se puede seleccionar con respecto a la más importante zona de interés*
  - *Esto debe hacerse con cuidado extremo, ya que, incluso el menor movimiento del paciente puede tener un efecto muy negativo*

# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Distancia del foco a la película (FFD)

- Distancias mayores del foco a la película
- Menor dosis a la piel
- Combinado con una pequeña distancia del objeto a la película, da como resultado una menor magnificación (*menor distorsión geométrica*) y *una calidad de imagen mejorada*

# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Receptores de imagen

- Las combinaciones rápidas de película y pantallas de refuerzo tienen ventajas (reducción de la dosis) y limitaciones (reducción de la resolución)
- Los materiales de baja absorción en los chasis, tablero de la mesa, etc., son especialmente importantes en radiología pediátrica (fibra de carbono)



# Sistemas de película y pantallas de refuerzo

- **Sistema película y pantallas rápidas:**
  - Tiempos más cortos de exposición (se necesita un buen generador)
  - reducción de la dosis y prevención de artefactos por movimiento
- **Recommendaciones:**
  - Velocidad 200: para huesos
  - Velocidad 400: uso general
  - Velocidad >700: radiografías de tránsito abdominal para estreñimiento, exámenes de seguimiento, p.ej., escoliosis y caderas, cuerpo extraño ingerido ...



# Equipo de rayos X, práctica, dosis y calidad de imagen

## Colimación

- Es el factor más importante para mejorar la calidad de imagen reduciendo al mismo tiempo la calidad de imagen
- También el error radiográfico más común
- Una buena colimación o colocación del cono es esencial para lograr un mejor contraste y evitar exponer otras partes innecesarias (reducción de dosis)
- Las partes del cuerpo de fuera de la zona de interés no deberían estar en el campo de radiación



# Colimación

- Se necesita un conocimiento básico de la patología pediátrica
  - *Campos pulmonares estremadamente grandes en fallo cardiaco congestivo y enfermedades pulmonares enfisematosas*
  - *Diafragma, en posición elevada en casos de meteorismo intestinal, obstrucción crónica o enfermedades digestivas*
- Es inapropiado emplear dispositivos limitadores del haz, que ajustan automáticamente el haz al campo máximo del chasis
- La mínima desviación entre el haz de radiación y el de luz puede tener grandes efectos en relación con el campo de interés, generalmente pequeño: hay que verificar regularmente el campo luminoso

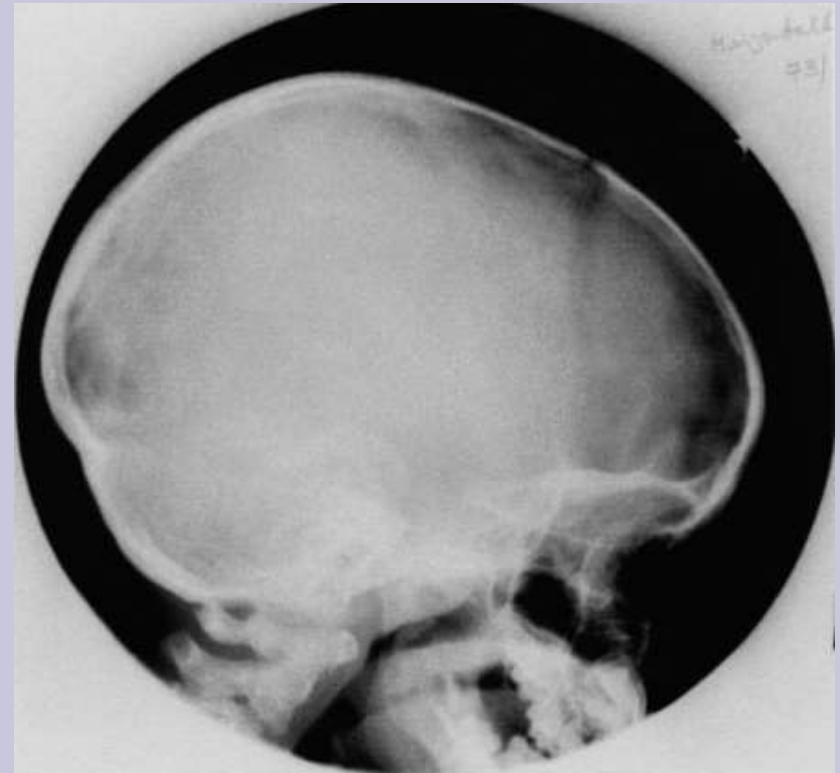


# Colimación

- Hay que evaluar regularmente la alineación entre el colimador, el haz de radiación y el haz luminoso
- Después del periodo neonatal, la tolerancia para el campo máximo no debería superar 2 cm más que en el campo mínimo
- En el tiempo neonatal, el nivel de tolerancia debería reducirse a 1.0 cm a cada borde
- En pacientes pediátricos, los límites del campo deberían ser visibles por los bordes de la película sin exponer



Radiografía anteroposterior de tórax y abdomen de un neonato en posición supino: las cuatro marcas del cono son visibles, no se incluyen partes del cuerpo que no son objeto del examen y están los protectores gonadales plomados



- Radiografía lateral del cráneo (haz horizontal y cono redondo)

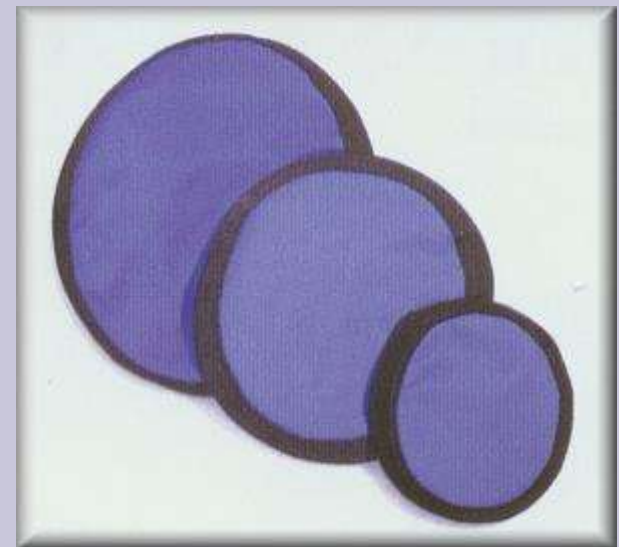
# Equipo, práctica, dosis y calidad de imagen

## Blindaje

- Conjunto normal de plomo-caucho o goma para blindar el cuerpo en la proximidad inmediata al campo de diagnóstico
- Se ha de añadir blindaje especial para ciertos exámenes a fin de proteger de la radiación externa dispersa y de la radiación extrafocal

# Blindaje

- En exposiciones de 60 - 80 kV, se puede obtener una máxima reducción de dosis de unos 30 to 40%, blindando con una capa de caucho o goma plomada y equivalencia en plomo de 0.25 mm colocado inmediatamente al borde del campo
- Sin embargo, esto sólo es válido si la protección se coloca correctamente en el borde del campo



# Blindaje

- En exámenes en los que las gónadas caen dentro del haz primario o cerca del mismo (distancia menor que 5 cm), éstas se deberían proteger siempre que sea posible, sin perjudicar la obtención de la información necesaria para el diagnóstico
- Lo mejor es elaborar uno mismo sus propios blindajes de contacto para niñas y cápsulas de plomo para niños
- Dichos blindajes deben estar disponibles en distintos tamaños

# Blindajes

- Con blindaje apropiado, se puede reducir la dosis absorbida en los testículos hasta en un 95%
- En niñas, las máscaras que proyectan “sombra” desde el colimador son tan eficientes como los blindajes directos.
- Cuando el blindaje de las gónadas femeninas es efectivo, la reducción de dosis en ovarios puede ser de un 50%

# Blindaje

- Los ojos deberían estar blindados en exámenes de rayos X que implican dosis absorbidas altas en los mismos, p.ej., en tomografía convencional del peñasco si la cooperación del paciente lo permite
- La dosis absorbida en los ojos se puede reducir entre el 50% - 70%
- En cualquier radiografía de cráneo, la proyección PA puede ahorrar dosis absorbida a los ojos en un 95% respecto a la proyección AP

# Equipo, práctica radiológica, dosis y calidad de imagen

## Posicionado e inmovilización del paciente

- El posicionado del paciente debe ser exacto, tanto si el paciente colabora como si no.
- En bebés y niños pequeños, si los dispositivos de inmovilización se aplican correctamente, deben garantizar que:
  - *El paciente no se mueva*
  - *Se pueda centrar el haz correctamente*
  - *Se obtiene la película en la proyección correcta*
  - *La colimación exacta limita tamaño del campo al área requerida*
  - *Se puedan blindar los restantes órganos del cuerpo*



# Posicionado e inmovilización de los pacientes



# Posicionado e inmovilización de los pacientes

- Los dispositivos de inmovilización deben ser fáciles de usar
- Se debería explicar su utilidad a los padres
- El personal radiológico no debería sujetar a los pacientes salvo en circunstancias excepcionales
- Incluso en el casos de niños bastante pequeños el tiempo que se asigne al examen debe incluir el tiempo que se necesita para explicarlo, no solo a los pacientes sino también al niño



# Radiografía móvil

- La radiografía móvil es valiosa en las ocasiones en las que no es posible que el paciente se desplace al departamento de radiología
- La radiografía móvil puede dar lugar a
  - imágenes de inferior calidad
  - dosis al personal y exposiciones innecesarias a los pacientes
- Siempre que sea practicable, los exámenes de rayos X se deberían realizar con unidades fijas en un departamento de diagnóstico por imagen
- Las unidades móviles sólo se deberían utilizar con aquellos pacientes a los que no se los puede desplazar sin comprometer su seguridad

# Radiografía móvil

- Se recomiendan generadores de elevada potencia con convertidor
- Deben evitarse los sistemas de descarga de condensador, ya que éstos producen radiación blanda antes y después del pico de tensión (en la rampa de subida y bajada de la tensión)
- Es esencial colimar adecuadamente para evitar exponer órganos de fuera del área de interés
- Se deben aplicar los principios indicados más arriba, también a la radiografía móvil



# Radiografía móvil

- Es preciso optimizar el trabajo en el campo de radiación dispersa de manera que se reduzca la dosis a los pacientes, a los padres o tutores y al personal del hospital.
- Debe obtenerse el asesoramiento del oficial de protección radiológica sobre la mejor manera de hacerlo.



# Radiografía móvil

## Recomendaciones para la unidad de cuidado intensivo

- No se necesita protección para los niños prematuros que estén en la proximidad
- El técnico radiológico debe ponerse un delantal plomado
- No es necesario que los padres y el personal interrumpen sus actividades ni abandonen la sala durante un examen con rayos X
- Cuando se utilice un haz horizontal, éste no se debe dirigir hacia otras personas: utilice blindaje plomado



# Criterios relacionados con las imágenes

- El posicionado incorrecto es la causa más frecuente de una calidad deficiente de las imágenes radiográficas pediátricas
- Los criterios de imagen para evaluar una colocación adecuada (simetría y ausencia de inclinación, etc) son mucho más importantes en el diagnóstico por imagen de niños que en caso de adultos
- En ciertas indicaciones clínicas puede ser aceptable un nivel inferior de calidad de imagen que en el caso de adultos

# Resumen

- Se debe prestar particular atención a las especificaciones técnicas del equipo de rayos X
- El principal factor principal en mejorar la calidad sin que aumente la dosis en protocolos de radiología pediátrica es una buena técnica radiográfica
- Justificación de la práctica
- Aplicación de medidas de optimización en radiografía



# Responda: correcto o incorrecto

1. La filtración adicional reducirá la dosis a los pacientes.
2. Un tiempo de exposición corto es una desventaja.
3. Una adecuada colimación reduce la dosis.
4. Es recomendable blindar (todos) los órganos radiosensibles en radiografía pediátrica.

# Respuesta: correcto o incorrecto

1. **Correcto:** la filtración absorbe fotones de baja energía que de otro modo serían absorbidos en la piel del paciente y en los órganos superficiales, aumentando de esta manera a la dosis sin contribuir a la formación de la imagen.
2. **Incorrecto:** el tiempo corto previene los artefactos por movimiento y repeticiones innecesarias.
3. **Correcto** – la colimación reduce el volumen expuesto y la radiación dispersa, lo que afecta tanto a la calidad de imagen como a la dosis.
4. **Incorrecto:** Es especialmente importante para órganos radiosensibles, tales como mamas, gónadas y ojos