

Tema 15 Y 16: Protección Radiológica al paciente en Radiología Intervencionista

Contenido

- ¿Por qué es necesario considerar la protección radiológica de los pacientes?
- Factores que influyen la dosis a paciente
- ¿Cómo se gestiona la dosis?
- ¿Cómo puede medirse la dosis a pacientes?

Principios Protección Radiológica

Para la exposición de los pacientes:

- Justificación: SI
- Optimización: SI
- Limitación de dosis: NO
 - Es necesaria una “buena” calidad de imagen para no comprometer el juicio diagnóstico

Dosis típicas en piel

- Tasa de dosis en fluoroscopia (dosis piel)
 - Normal: 15-45 mGy/min
 - Alta: 50-150 mGy/min
 - USA límite : 200 mGy/min
- Dosis por frame (dosis piel)
 - Cardiología (sin sustracción): 0.1-1.0 mGy/frame
 - DSA: 1-5 mGy/imagen

Dosis típicas en piel

- En una intervención típica optimizada

10 minutos de fluoroscopia a 30 mGy/min = 300 mGy

1000 frames a 0.3 mGy/frame = 300 mGy

TOTAL (dosis piel acumulativa) = 0.6 Gy

- Con pacientes gruesos, sistemas no optimizados en PR y operadores no entrenados en PR, la dosis en piel puede **aumentar un factor 10**

La dosis en piel de los pacientes
pueden alcanzar varios Gy.

La dosis en algunos órganos puede
llegar a 100 mGy y la dosis efectiva
superar 50 mSv.

Para pacientes no se aplican límites de dosis, pero sí “niveles de referencia”, que son indicativos de buena práctica

iii El paciente recibe 1000 veces más
dosis de radiación que los
profesionales !!!

Magnitudes y unidades

- **Producto dosis-área** (PDA) (Gy cm²)

La dosis es la energía absorbida por los tejidos

- **Dosis efectiva** (E, mSv): Relacionada con la dosis que reciben los distintos órganos y tejidos y el daño potencial.
- **Dosis acumulada en piel** (Gy) y dosis pico en piel

Dosis efectiva (mSv)

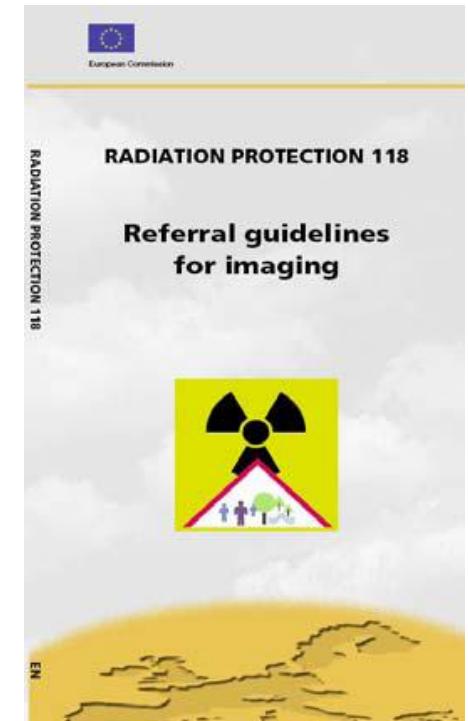
- Se emplea para estimar el incremento de probabilidad de cáncer y malformaciones hereditarias.
- Se puede calcular de modo aproximado a partir del PDA
 - Para pacientes adultos, la dosis efectiva (mSv) se puede estimar multiplicando la PDA (Gy cm²) por 0.2

$$E(\text{mSv}) = 0.2 \times \text{PDA}(\text{Gy cm}^2)$$

$$100 \text{ Gy cm}^2 = 20 \text{ mSv}$$

Estimación de riesgo

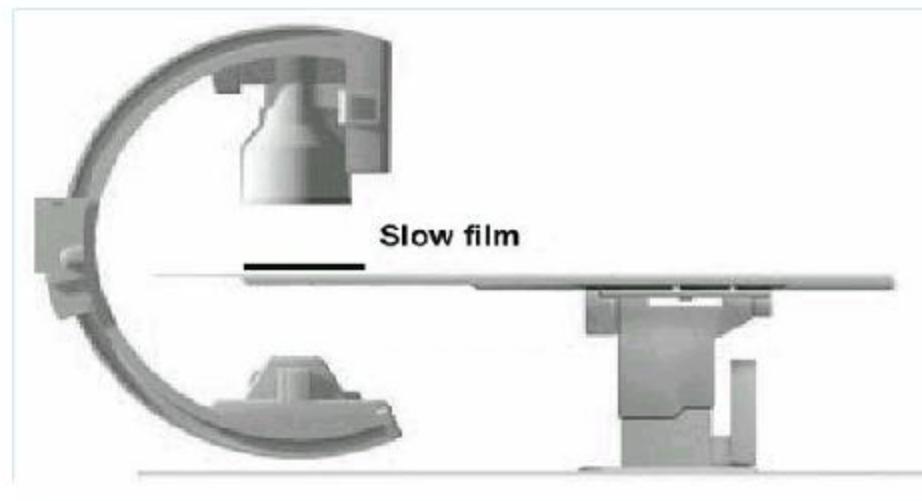
- 20 mSv equivalen a 1000 RX de tórax PA
- Si 1000 pacientes adultos se irradian con 20 mSv, se estima que **uno de ellos** podría morir por un cáncer radioinducido.



Estimación de riesgo

- **Producto dosis-área (Gy cm²)**: relacionado con el incremento de padecer cáncer (efectos estocásticos)
- **Dosis acumulada en piel (mGy)**, relacionada con la aparición de lesiones en la piel (efectos deterministas/tisulares).
 - A partir de 3000 mGy (3 Gy) puede ser una situación de seguimiento clínico.

Dosis piel



- **Dosis acumulada en piel (mGy):** es la dosis que recibiría la piel del paciente si el haz de RX incidiera siempre en el mismo sitio del paciente.
 - Podemos calcularla/aproximarla a partir de PDA
- **Dosis pico en piel (mGy):** es el valor más alto que ha recibido una porción significativa de piel
 - Difícil de calcular
 - Requiere normalmente de mediciones *in vivo*

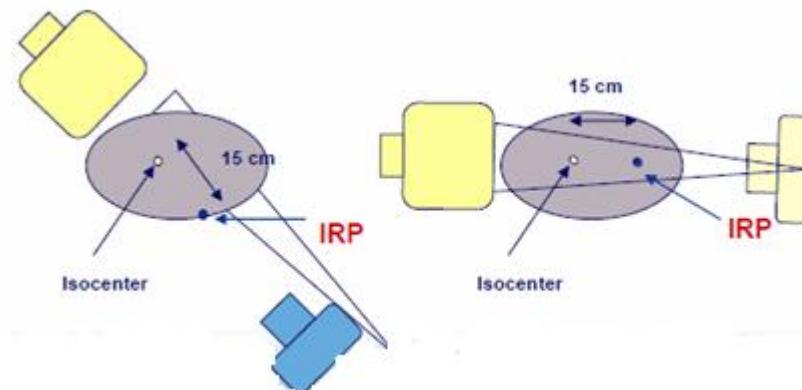
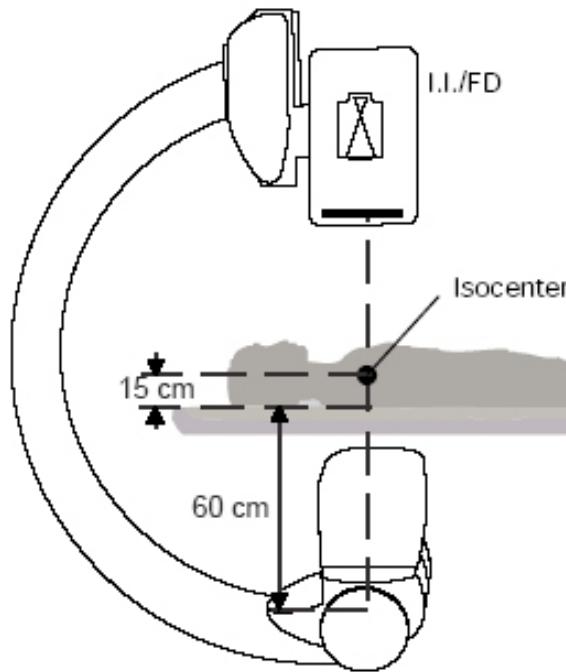
- Métodos On-Line

- Detectores puntuales (cámaras de ionización, diodos, MOSFET,....)
- Dosis en punto intervencionista
- Cálculo de distribución de dosis
- Correlación Dosis Piel vs Producto Dosis-Area

- Métodos off-line

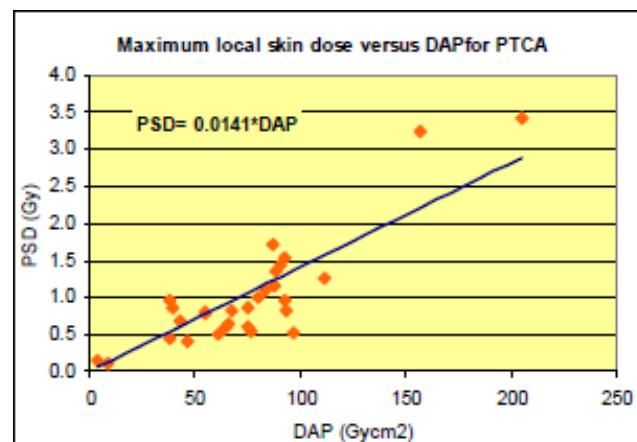
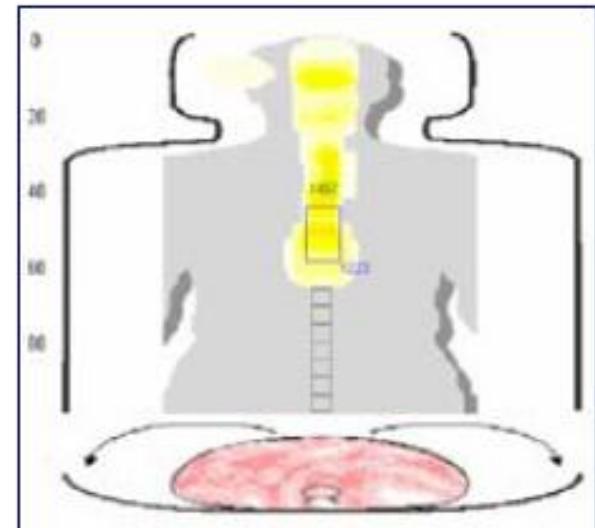
- Detectores puntuales (TLD)
- Detectores de area (TLD grid, películas radiográficas/radiocrómicas,...)

Dosis piel *Punto de referencia intervencionista*

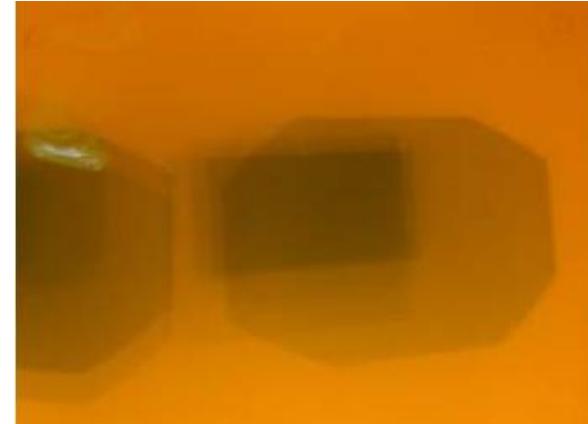
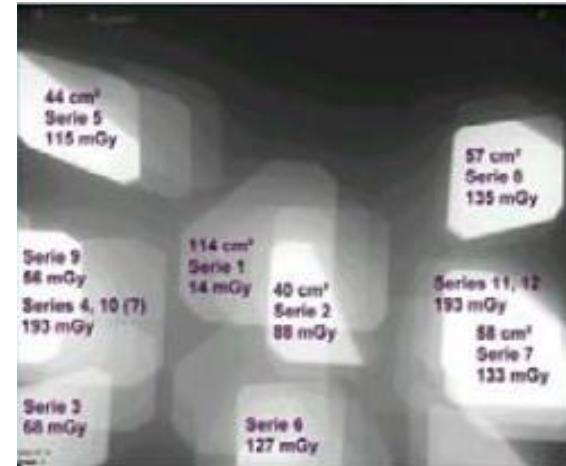


El punto de referencia intervencionista (mGy) se sitúa a 15cm del isocentro hacia el foco para dar una estimación en tiempo real de la dosis en piel.

- Cálculo de dosis usando los parámetros técnicos y geométricos (poyecciones, kV, mAs, DFII,)
- Correlación débil entre Dosis Piel y PDA, depende de:
 - Procedimiento
 - Equipo
 - Operador
 - ...



- Detectores puntuales (TLD)
- Detectores de área, se colocan entre el paciente y la mesa:
 - Pélículas radiográficas
 - Problemas procesadora
 - Máx dosis 1 Gy
 - Películas radiocrómicas
 - No necesita procesadora
 - Visualización inmediata
 - Máx dosis 15 Gy
 - Matriz TLDs



Un paciente PTCA de 28 cm de diámetro, 2000 imágenes adquiridas, 30 minutos fluoroscopia.

- Sistema A:

$$2000 \text{ imágenes} * 0.4 \text{ mGy/imagen} = 0.8 \text{ Gy}$$

$$30 \text{ min} * 33 \text{ mGy/min} = 0.99 \text{ Gy}$$

$$\text{Dosis total acumulada} = 1.79 \text{ Gy}$$

- Sistema B:

$$2000 \text{ imágenes} * 0.6 \text{ mGy/imagen} = 1.2 \text{ Gy}$$

$$30 \text{ min} * 50 \text{ mGy/min} = 1.5 \text{ Gy}$$

$$\text{Dosis total acumulada} = 2.7 \text{ Gy}$$

LA DOSIS EN PIEL DEPENDE DEL EQUIPO Y LA CALIDAD DE IMAGEN SELECCIONADA

Dosis

- Un procedimiento se considera de alta dosis de radiación cuando el 5% de los casos exceden PDA de 300 Gy cm².
- El riesgo de daño en piel aumenta, si además hay poco movimiento del campo de entrada.

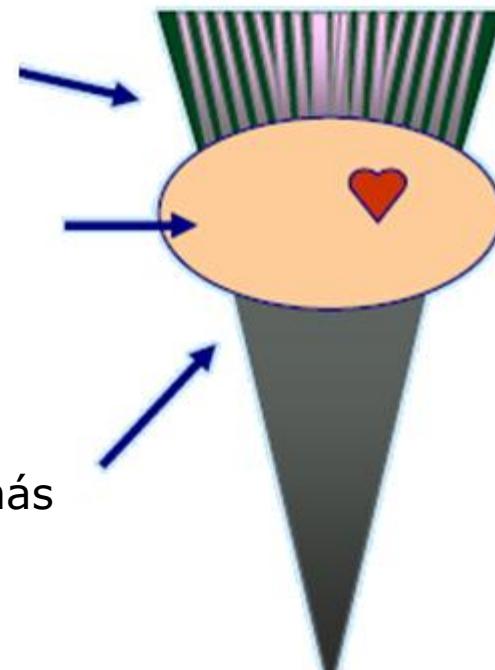
-
- TIPS creation
 - embolization (any location, any lesion)
 - stroke therapy
 - biliary drainage
 - angioplasty with or without stent placement
 - stent-graft placement
 - chemoembolization
 - angiography and intervention for gastrointestinal hemorrhage
 - carotid stent placement
 - RF cardiac ablation
 - complex placement of cardiac EP devices
 - PCI (single or multiple vessel)
-

Control de la dosis

Un porcentaje muy pequeño (~1%) atraviesan el paciente y forman la imagen

A medida que el haz atraviesa el paciente, los RX interaccionan con los tejidos, causando efectos biológicos

El haz incidente es 1000 veces más intenso que el saliente



La piel del paciente recibe la dosis más elevada durante los procedimientos intervencionistas y por tanto está a mayor riesgo

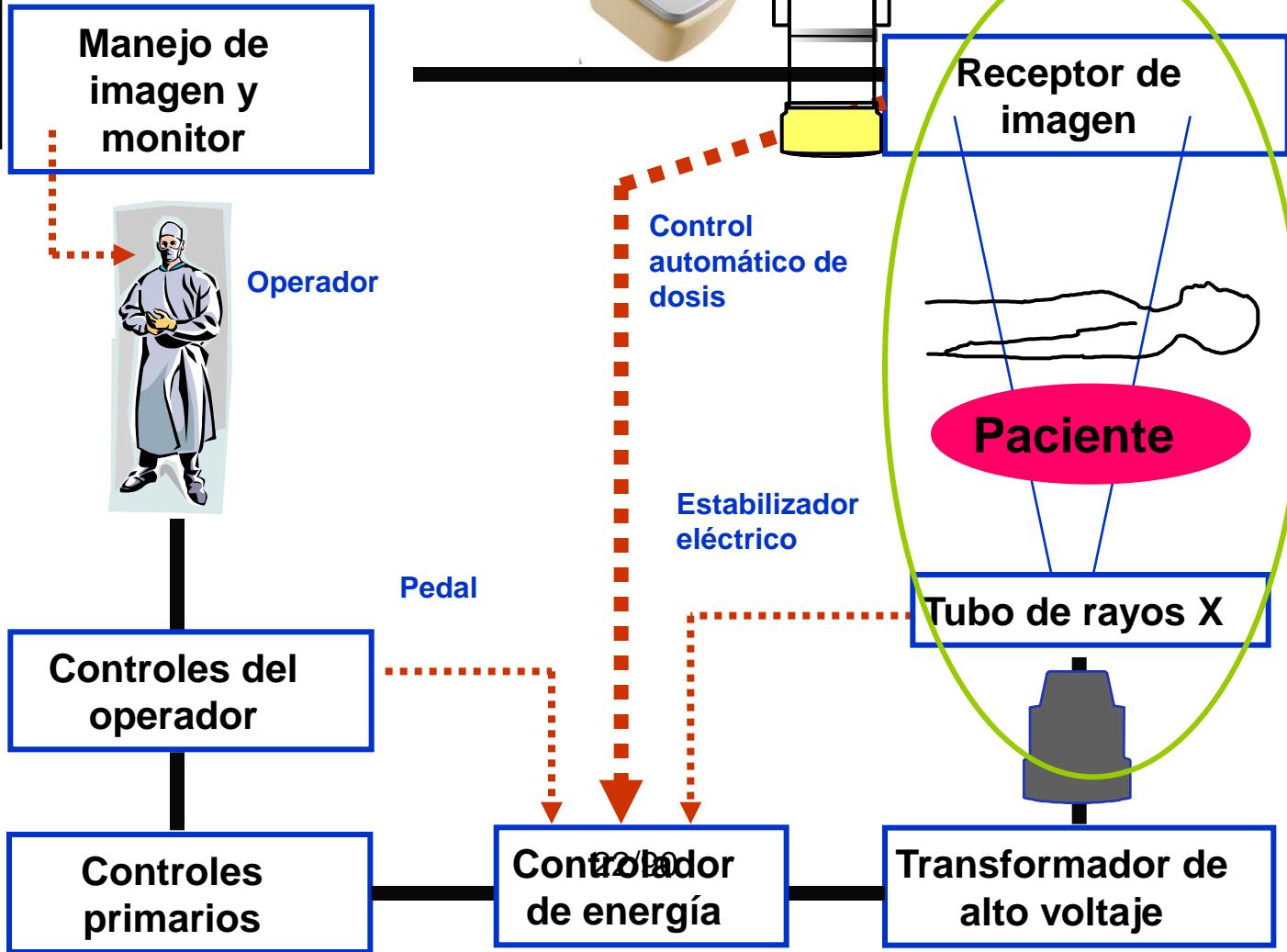
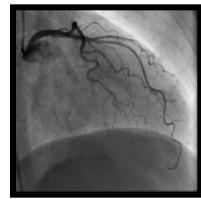
Control de la dosis

Factores que afectan la dosis:

- Paciente
- Equipo
- Procedimiento

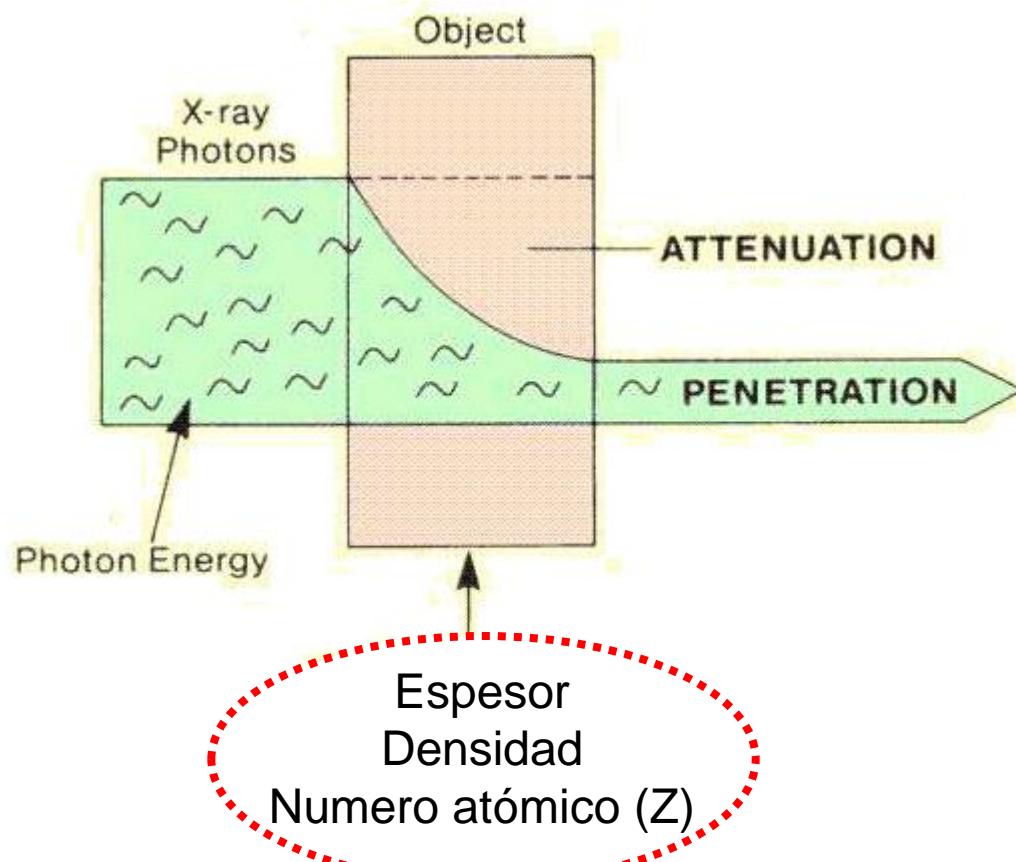
Control de la dosis

Paciente



Control de la dosis

Paciente

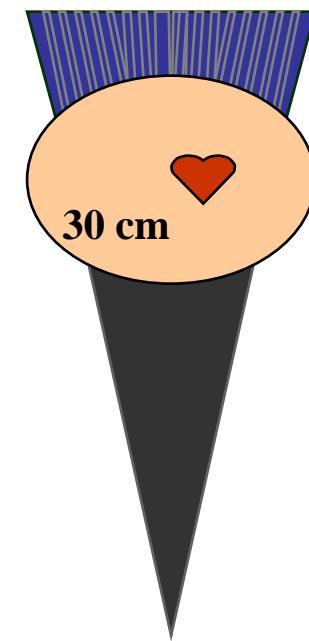
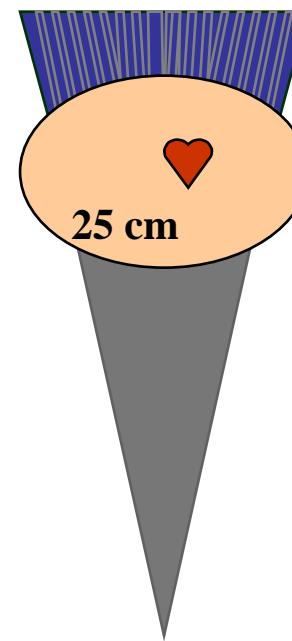
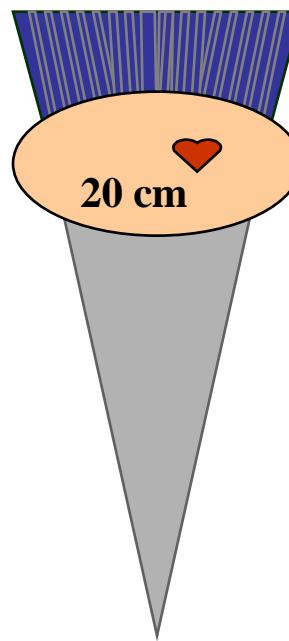
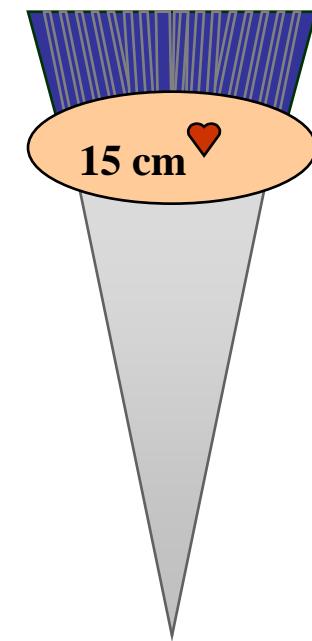


Control de la dosis

Paciente

Mayor espesor de tejido absorbe más radiación, por lo tanto debe usarse mucha más radiación para poder penetrar un paciente obeso. El riesgo de altas dosis en piel es mayor para pacientes obesos

[DEP = Dosis Entrada Piel]



Control de la dosis

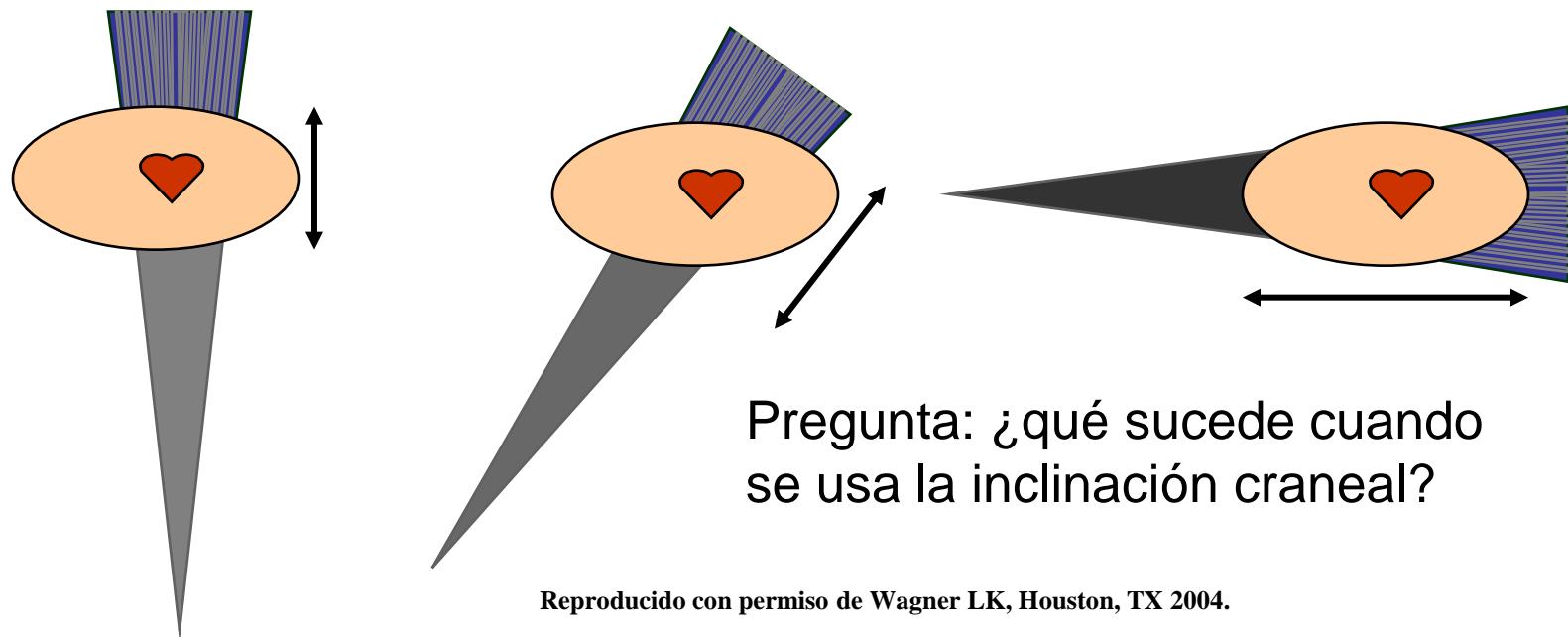
Paciente



Control de la dosis

Paciente

Mayor espesor de tejido absorbe más radiación, proyecciones muy inclinadas requieren más radiación. El riesgo de altas dosis en la piel es mayor con ángulos pronunciados!

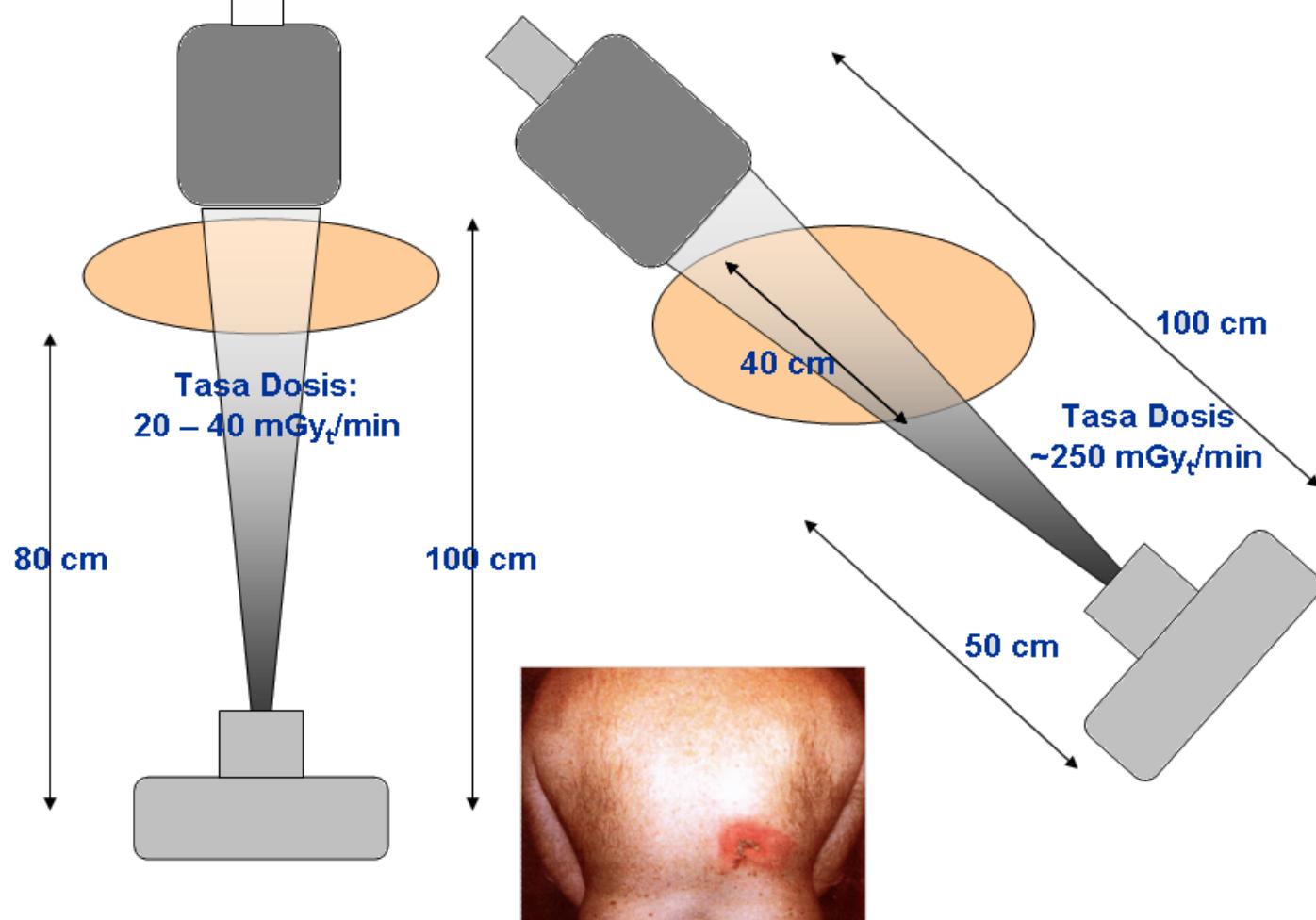


Reproducido con permiso de Wagner LK, Houston, TX 2004.

Control de la dosis

Paciente

Proyección oblicua pac. grueso vs. Proyección PA pac. delgado



Control de la dosis

Paciente

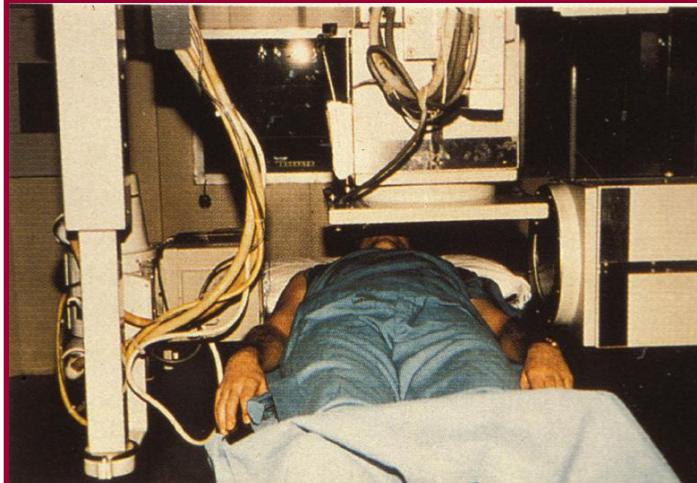
Mediciones con fantoma antropomorfico (tamaño promedio)

Angiographic Projection	Fluoro Rate (R/min)	Cine Exposure Rate (R/min)
AP	3.1	38.8
RAO 30°	1.9	20.3
LAO 40°	2.0	21.6
LAO 40°, Cran 30°	8.0	99.1
LAO 40°, Cran 40°	9.9	123.6
LAO 40°, Caud 20°	2.9	34.1

Cusma JACC 1999

Control de la dosis

Paciente



Reproducido con permiso de Vañó et al,
Brit J Radiol 1998, 71, 510-516



Reproducido con permiso de Wagner – Archer,
Minimizing Risks from Fluoroscopic X Rays,
3rd ed, Houston, TX, R. M. Partnership, 2000

Control de la dosis

Paciente



A 3 semanas



A 6.5 meses



Post cirugía

Siguiendo los procedimientos de ablación con el brazo en el haz cerca del tubo y con el cono separador quitado. Cerca de 20 minutos de fluoroscopia.

Wagner LK and Archer BR. Minimizing Risks from Fluoroscopic Radiation, R. M. Partnership, Houston, TX 2004.

Control de la dosis

Paciente

La posición del brazo –
importante y no fácil!



Wagner LK and Archer BR. Minimizing Risks from Fluoroscopic Radiation, R. M. Partnership, Houston, TX 2004.

Control de la dosis

Paciente



Vañó, Br J Radiol 1998; 71, 510 - 516.



Granel, Ann Dermatol Venereol 1998; 125; 405 - 407

Lecciones aprendidas:

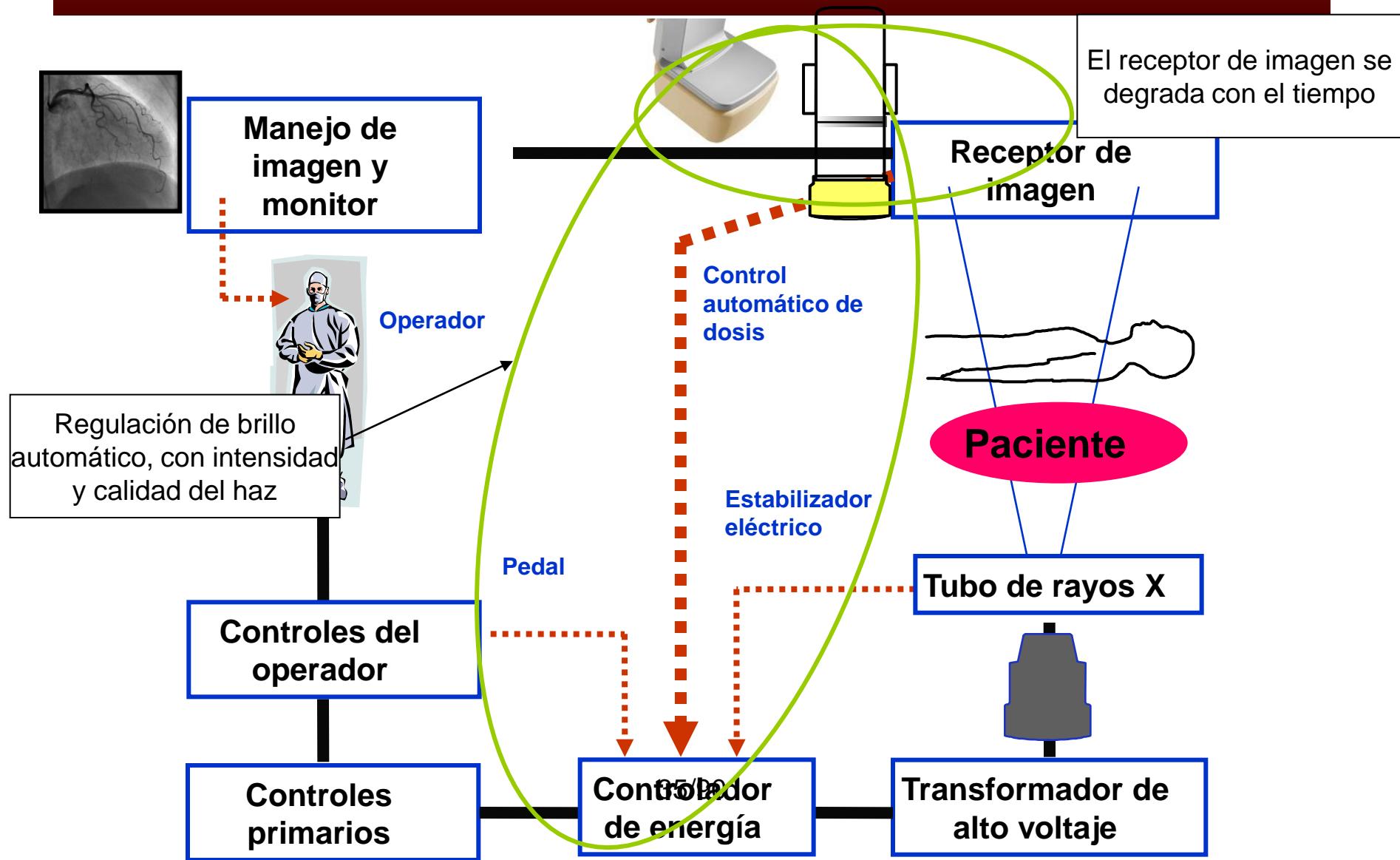
Mantenga las partes del cuerpo innecesarias para el estudio, especialmente brazos y, si es posible, mamas, fuera del haz directo (o al menos no deben estar a la entrada del haz sino a la salida)

Factores relacionados con el equipo:

- Capacidad de movimiento del arco en C, fuente de rayos X, receptor de imagen
- Tamaño de campo
- Posición del colimador
- Filtración de haz
- Tasa de fluoroscopia pulsada y tasa de cuadros de adquisición
- Tasa de dosis de fluoroscopia y adquisición
- Control de tasa de dosis automático incluyendo opciones de manejo de energía del
- Espectro de energía de los rayos X
- Filtros de imagen del software
- Mantenimiento preventivo y calibración
- Control de calidad

Control de la dosis

Equipo



Control de la dosis

Tamaño de campo

Equipos de angiografía con diferentes tamaños de campo FOV (Field of View)

23 cm



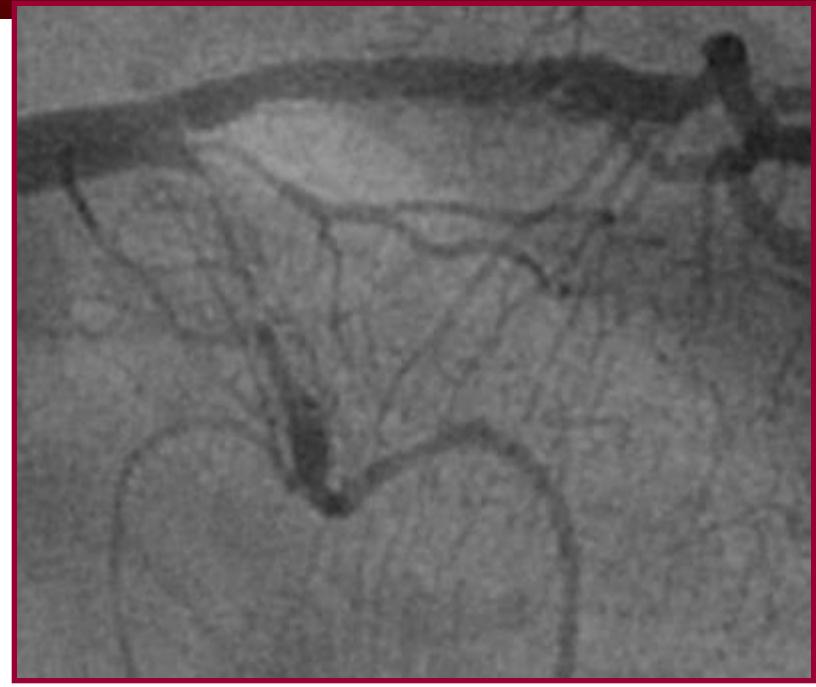
32 cm



- Intensificador de imagen específico para cardiología (menor FOV, 23-25cm) es más efectivo en cuanto a dosis que los sistemas combinados (mayor FOV)
- El intensificado de imagen de gran tamaño limita la capacidad de angular el haz

Control de la dosis

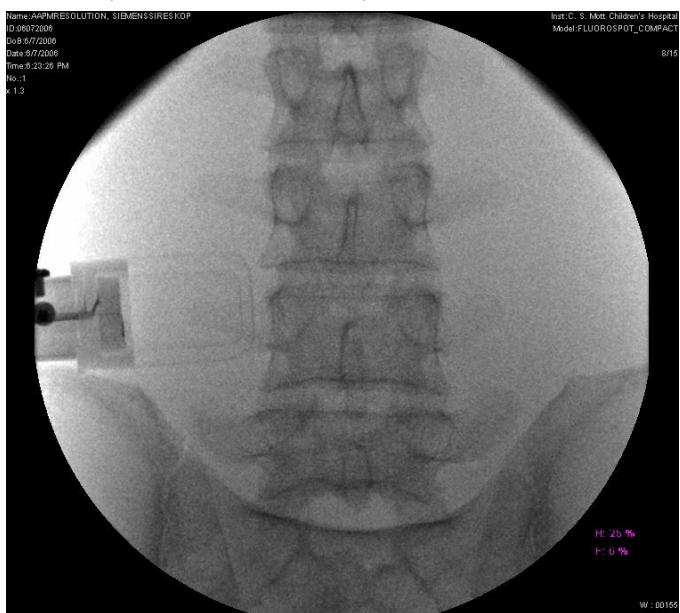
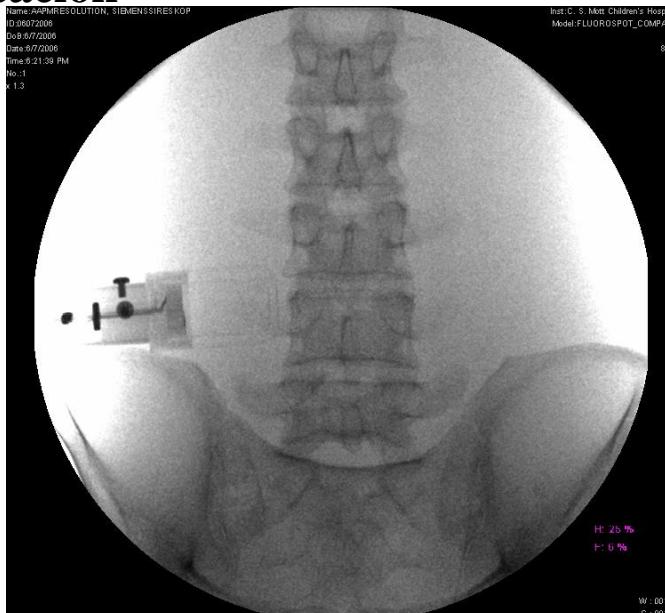
Tamaño de campo



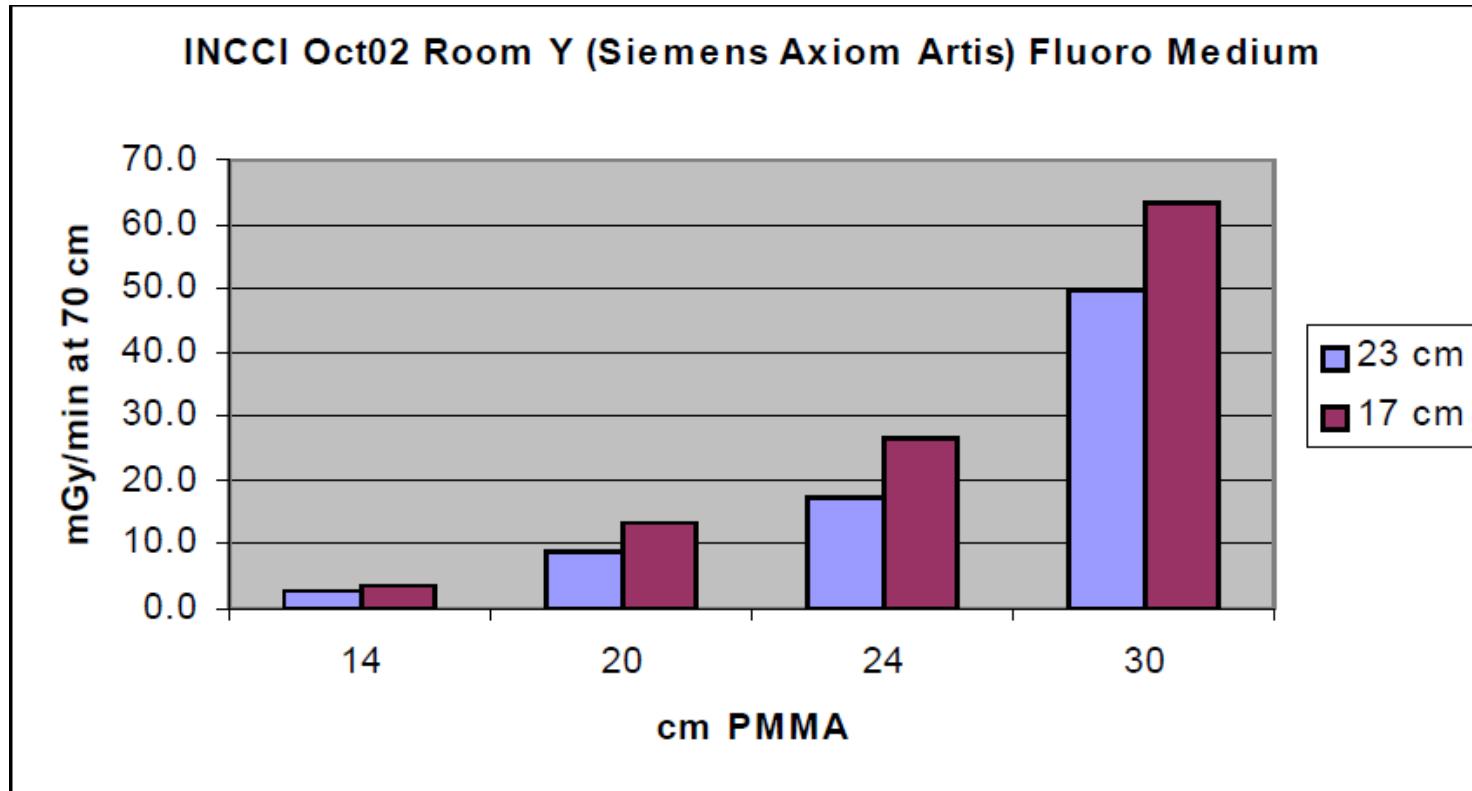
La tasa de dosis depende del tamaño de campo activo, del receptor de imagen, o modo de magnificación

En general, para intensificador de imagen, **la tasa de dosis AUMENTA** a medida que la magnificación electrónica de la imagen aumenta.

Control de brillo automático incrementa la dosis a paciente cuando aumenta la magnificación



Dosis típicas en piel



Aumentar la magnificación de 23 a 17 incrementa la dosis en piel entre 10 y 15%. (A. Schreiner and E. Vañó)

- ¿Como varía la tasa de dosis con los diferentes tamaños de campo? .. depende del diseño del equipo.
- Usar la menor magnificación necesaria para el procedimiento, pero no es aplicable para todos los equipos.

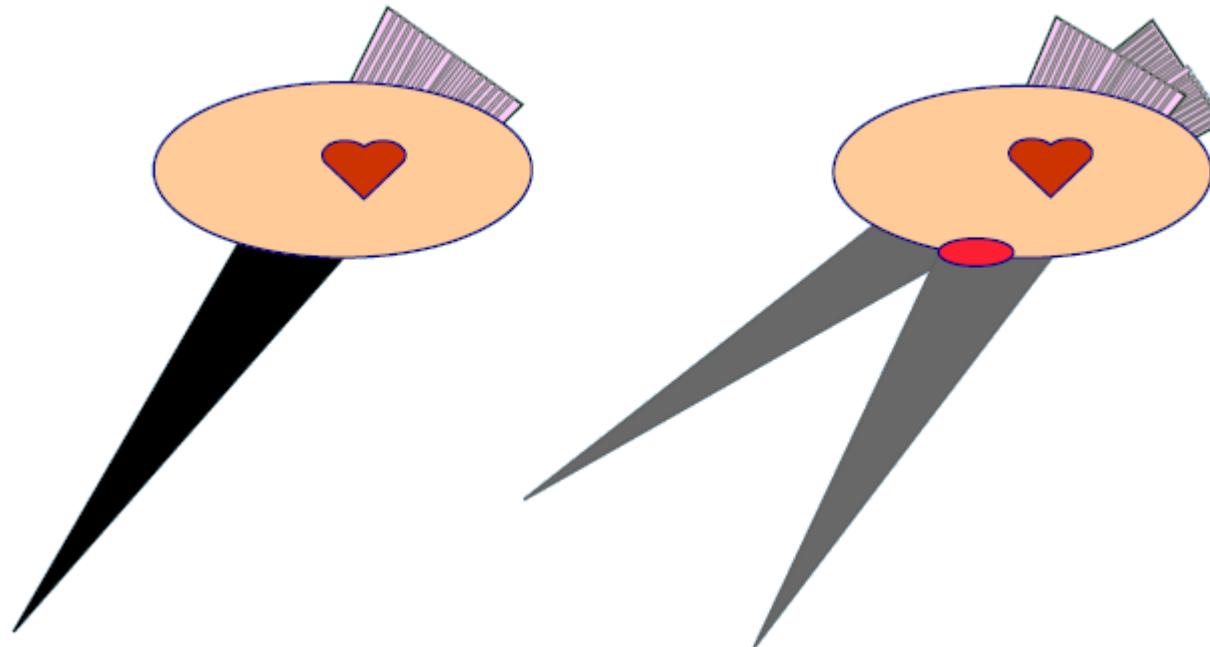
Control de la dosis

Tamaño de campo

- Reduce el riesgo de efecto estocástico al paciente, reduciendo el volumen irradiado.
- Reduce la radiación dispersa
 - Mejora el contraste de la imagen
 - Reduce la radiación al personal dentro de la sala
- Reduce la probabilidad de solapado de campos en piel al angular el haz.

Control de la dosis

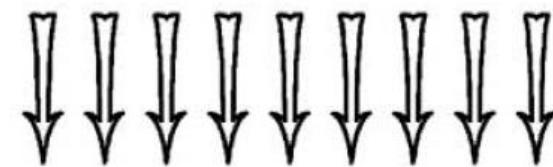
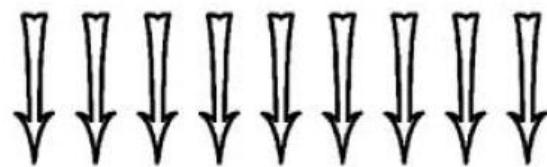
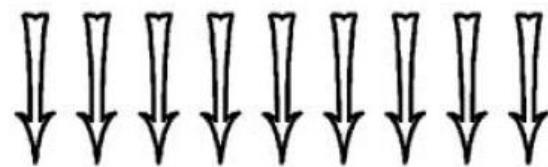
Calidad del haz



Varias proyecciones pueden dejar un área solapada, con gran acumulación de dosis en piel. El uso de campos pequeños ayuda a reducir este efecto.

Control de la dosis

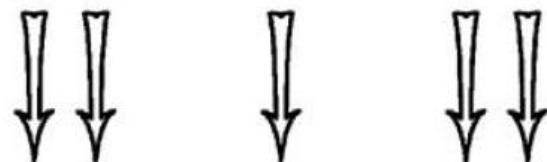
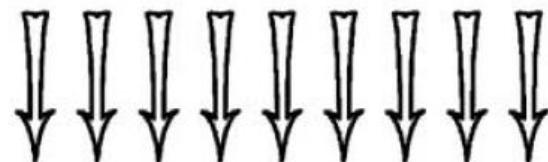
Calidad del haz



Transparent

Modulated

Opaque



**No se genera
objeto en la imagen**

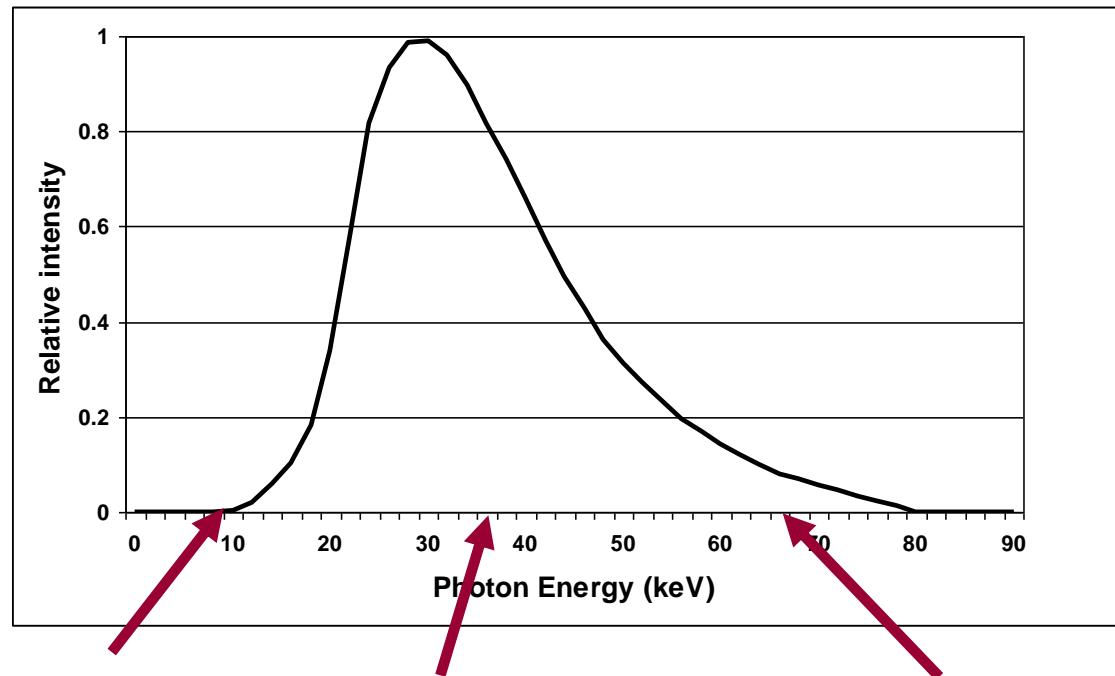
**Se genera objeto
en la imagen**

**Se genera la silueta
del objeto, sin
detalles internos**

Control de la dosis

Calidad del haz

En general, cada sistema de rayos X produce un rango de energías diferente. Mayor energía de los fotones → mayor penetración de los tejidos.



Rayos X baja energía
alto contraste pero gran
dosis en piel

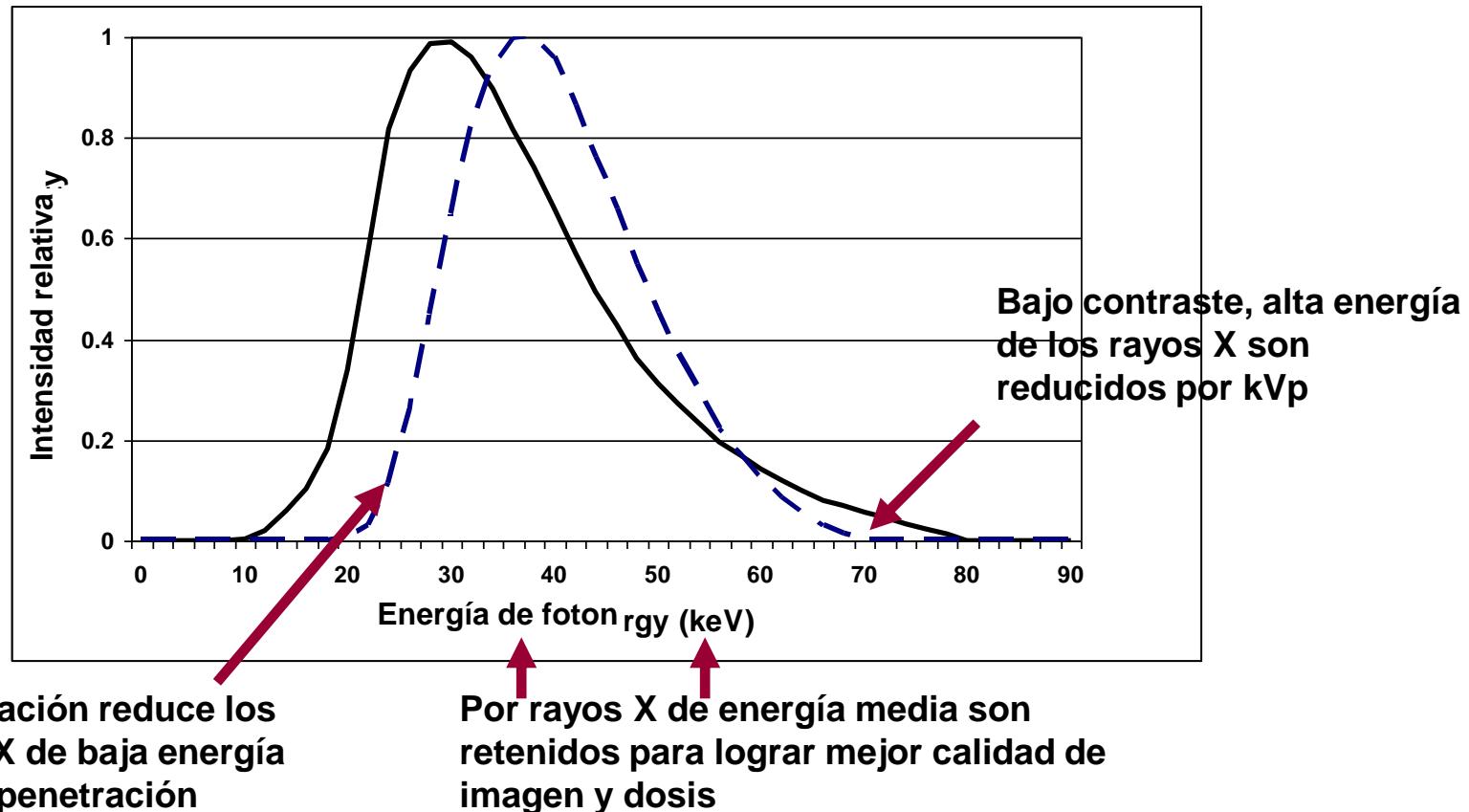
Rayos X energía media
alto contraste para yodo y
dosis en piel moderada

Rayos de alta energía
bajo contraste y poca
dosis en piel

Control de la dosis

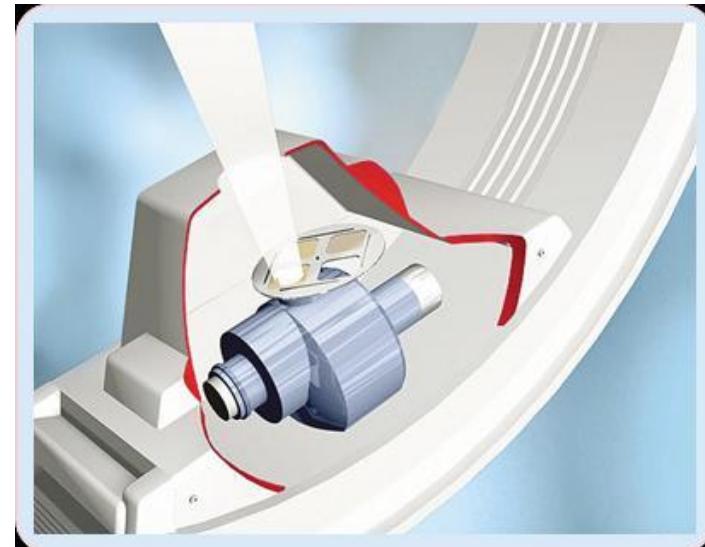
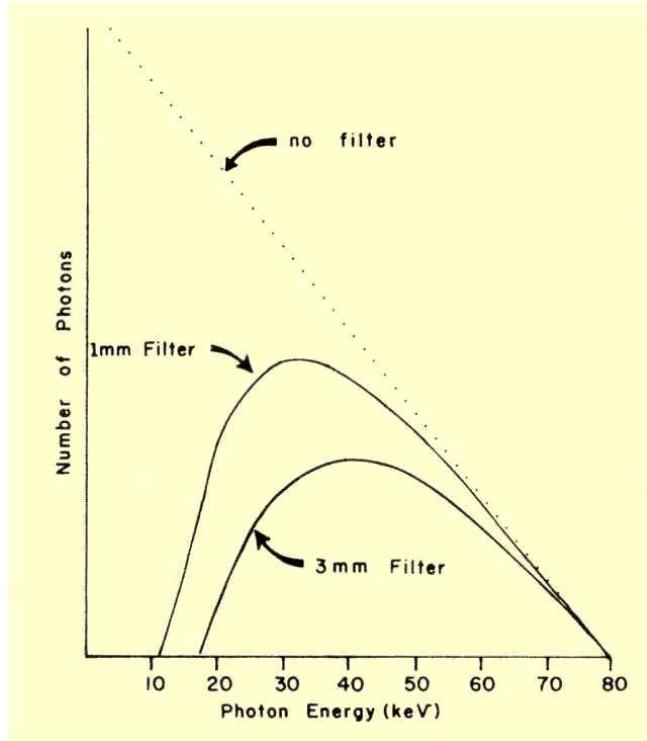
Calidad del haz

El objetivo es conformar el espectro de energía del haz para el mejor contraste en la dosis más baja. Un espectro con filtración con 0.2 mm de cobre está representado en la figura (con los guiones):



Control de la dosis

Calidad del haz

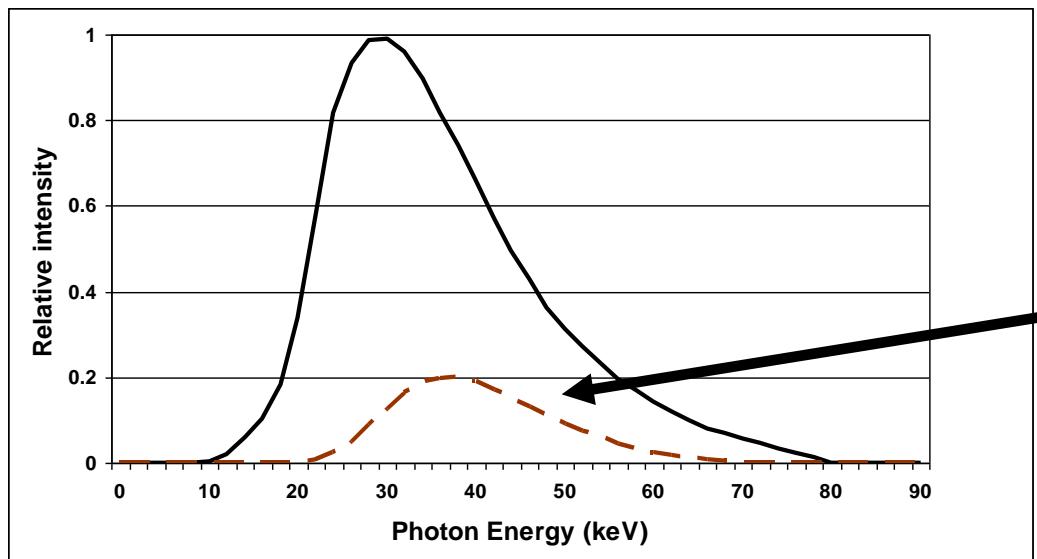


La filtración controla la parte de baja energía del espectro. Algunos sistemas tienen un filtro fijo no ajustable; otros un juego de filtros para diferentes requerimientos de la imagen

Control de la dosis

Calidad del haz

- Filtros**
- Ventaja **puede reducir la dosis en piel en un factor de ≥ 2 .**
 - Desventaja **reduce la intensidad total del haz por lo que necesita un tubo de rayos X de mayor potencia para producir radiación suficiente para penetrar los filtros y paciente**

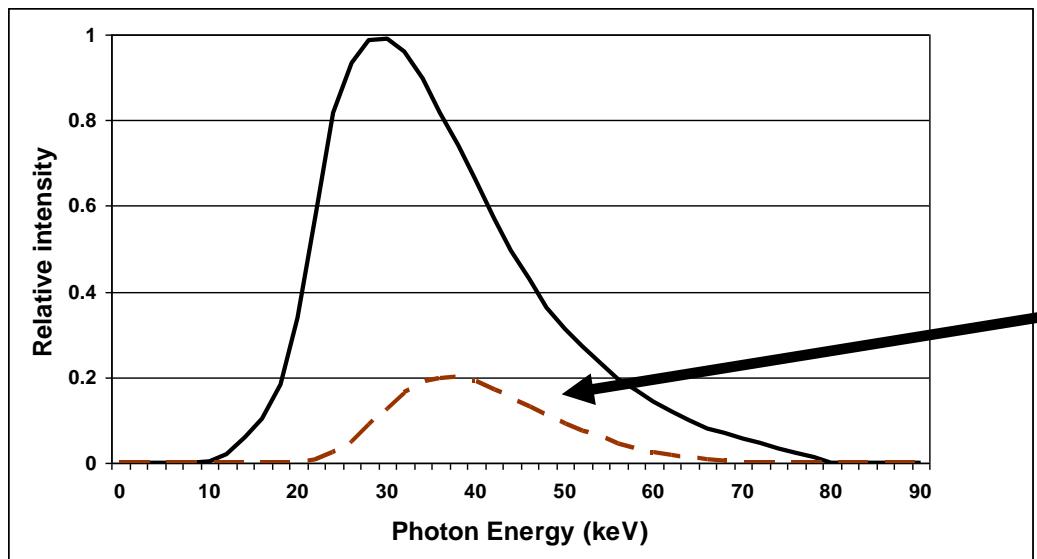


Espectro de energía del haz, antes y después de la filtración de 0.2 mm de Cu. Tener en cuenta la reducción en la intensidad y el cambio en las energías. Para recuperar la intensidad, la corriente del tubo debe aumentar, lo que requiere un tubo de rayos X especial.

Control de la dosis

Calidad del haz

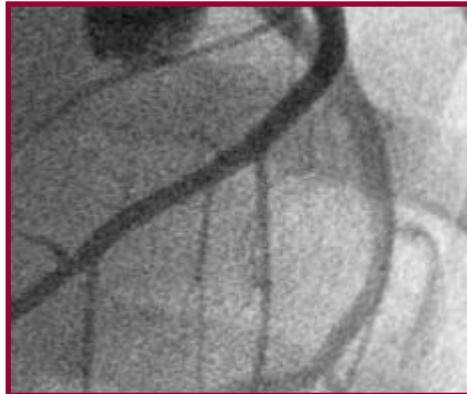
- Filtros**
- Ventaja **puede reducir la dosis en piel en un factor de ≥ 2 .**
 - Desventaja **reduce la intensidad total del haz por lo que necesita un tubo de rayos X de mayor potencia para producir radiación suficiente para penetrar los filtros y paciente**



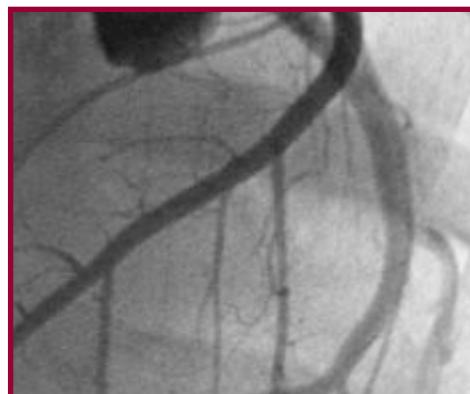
Espectro de energía del haz, antes y después de la filtración de 0.2 mm de Cu. Tener en cuenta la reducción en la intensidad y el cambio en las energías. Para recuperar la intensidad, la corriente del tubo debe aumentar, lo que requiere un tubo de rayos X especial.

Control de la dosis

Calidad del haz



2 μR por cuadro



15 μR por cuadro



24 μR por cuadro

Si los filtros reducen la intensidad en exceso, la calidad de imagen se ve comprometida, por lo general en forma de aumento de desenfoque, aumento de movimiento o moteado cuántico excesivo (ruido en la imagen).

Lección: Para utilizar los filtros de manera óptima, los sistemas deben ser diseñados para producir intensidades de haz adecuadas con opciones de filtro variable que dependerá del tamaño del paciente y la función de las imágenes.

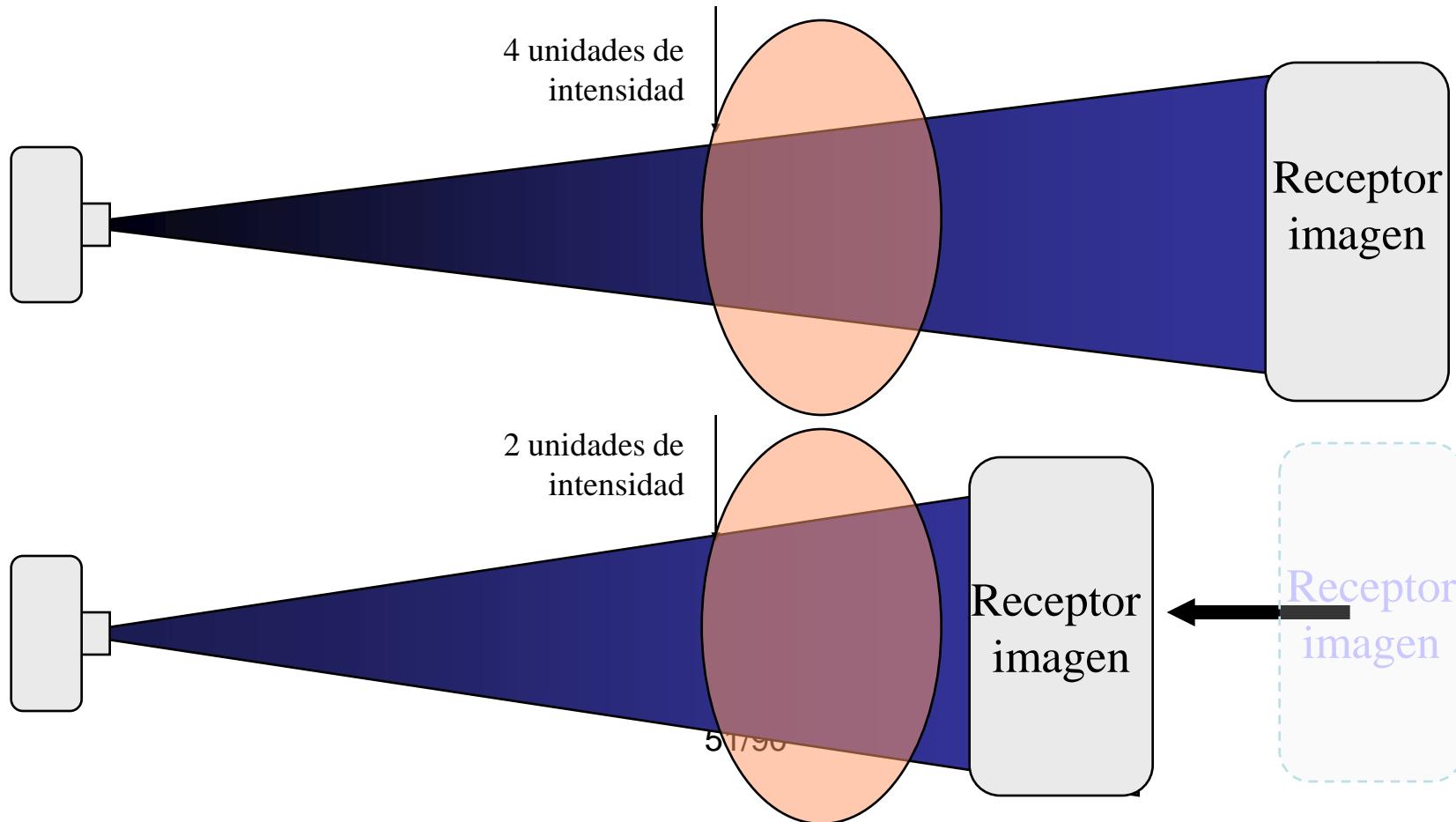
Factores relacionados con el procedimiento

- Posicionamiento del receptor de imagen y la fuente de RX relativo al paciente
- Orientación del haz y movimiento
- Factores técnicos de adquisición y fluoroscopia
- Fluoroscopia pulsadaFluoroscopy pulse rate
- Adquisición: tasa de framesAcquisition frame rate
- Tiempo total de fluoroscopia/acquisición

Control de la dosis

Procedimiento

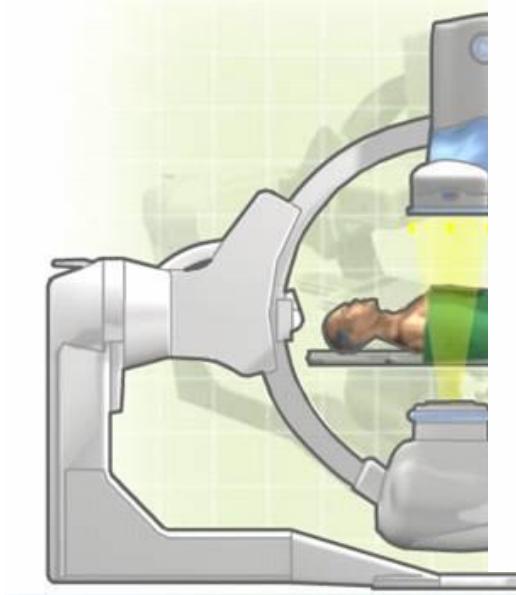
Manteniendo el resto de condiciones igual, si acercamos el detector al paciente, disminuye la cantidad de radiación y por tanto la dosis en la piel del paciente (Ley inversa del cuadrado con la distancia).



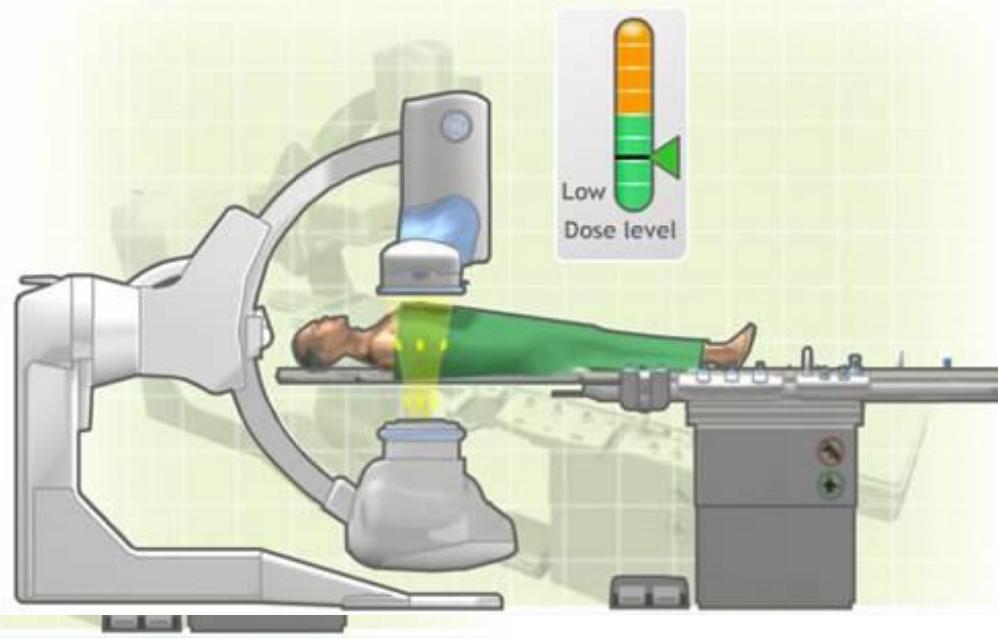
Control de la dosis

Procedimiento

1st position: Large distance between pa



2nd position: Small distance between patient and detector = Low dose

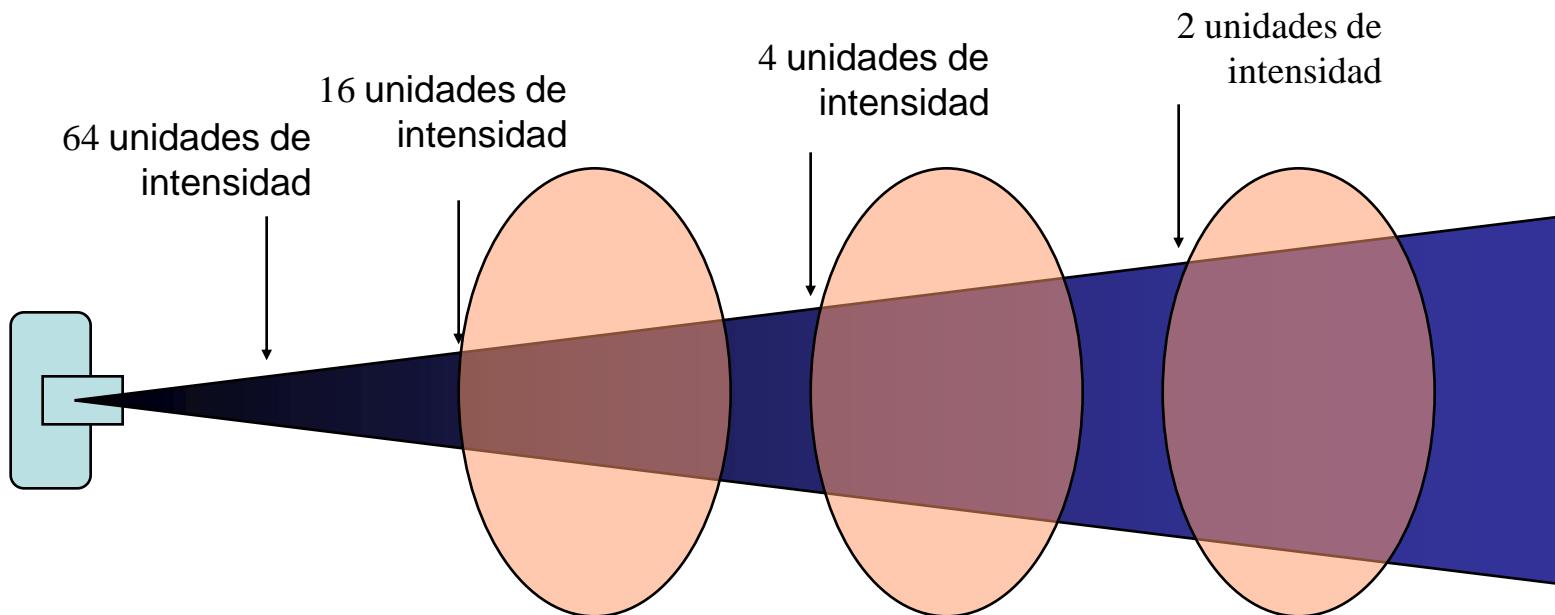


Mantener el intensificador de imagen tan cerca del paciente como sea posible

Control de la dosis

Procedimiento

Manteniendo el resto de condiciones igual, si alejamos el paciente del tubo de RX se produce una reducción significativa de la dosis en piel.



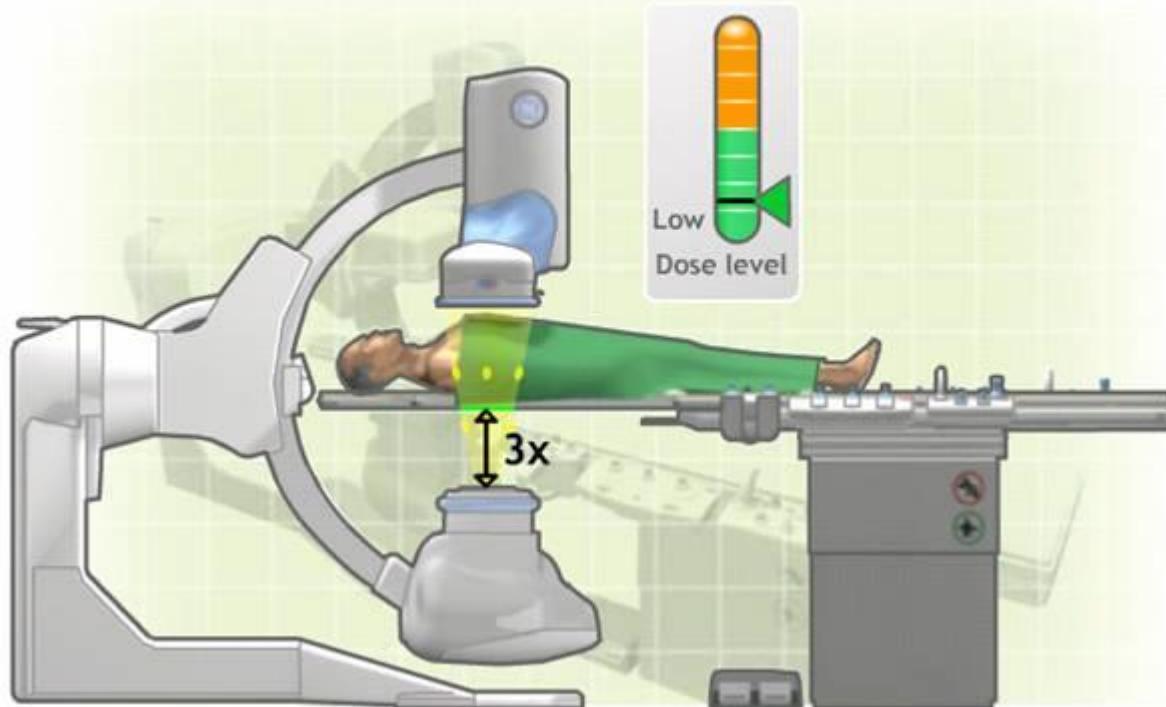
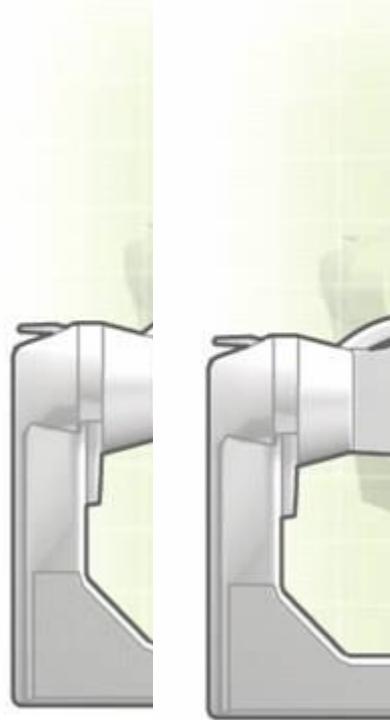
Control de la dosis

Procedimiento

The intensity
diminishes

Dose 1/4: If you

Dose 1/9: If you triple the distance, the dose changes by a factor of $1/(3^2)$



Alejar el tubo de RX del paciente tanto como sea posible

Control de la dosis

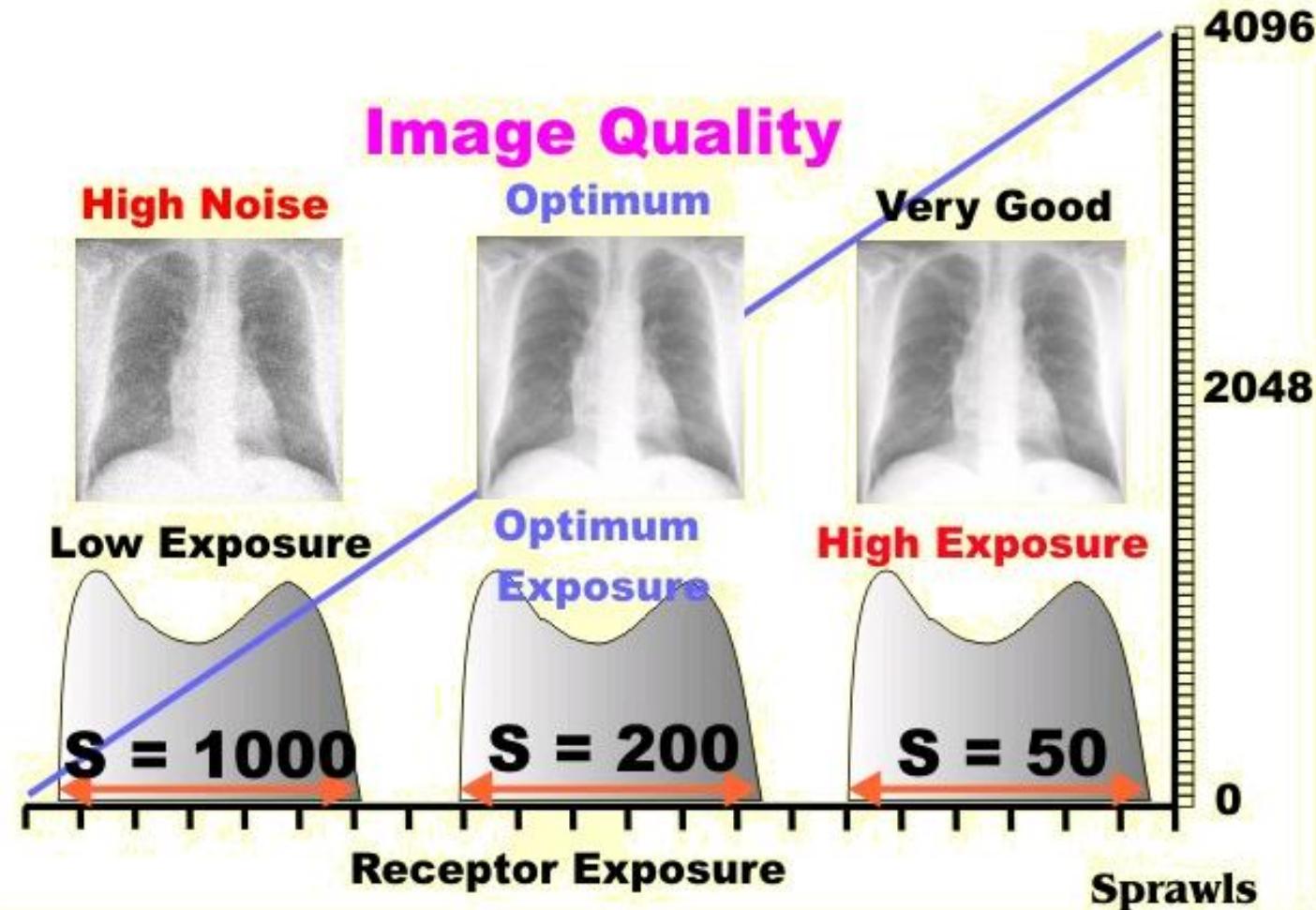
Procedimiento



¿Qué impacto tiene en la dosis al paciente la estatura del operador?

Modos de imagen:
Fluoroscopia
Adquisición
Sustracción digital

Modos de imagen



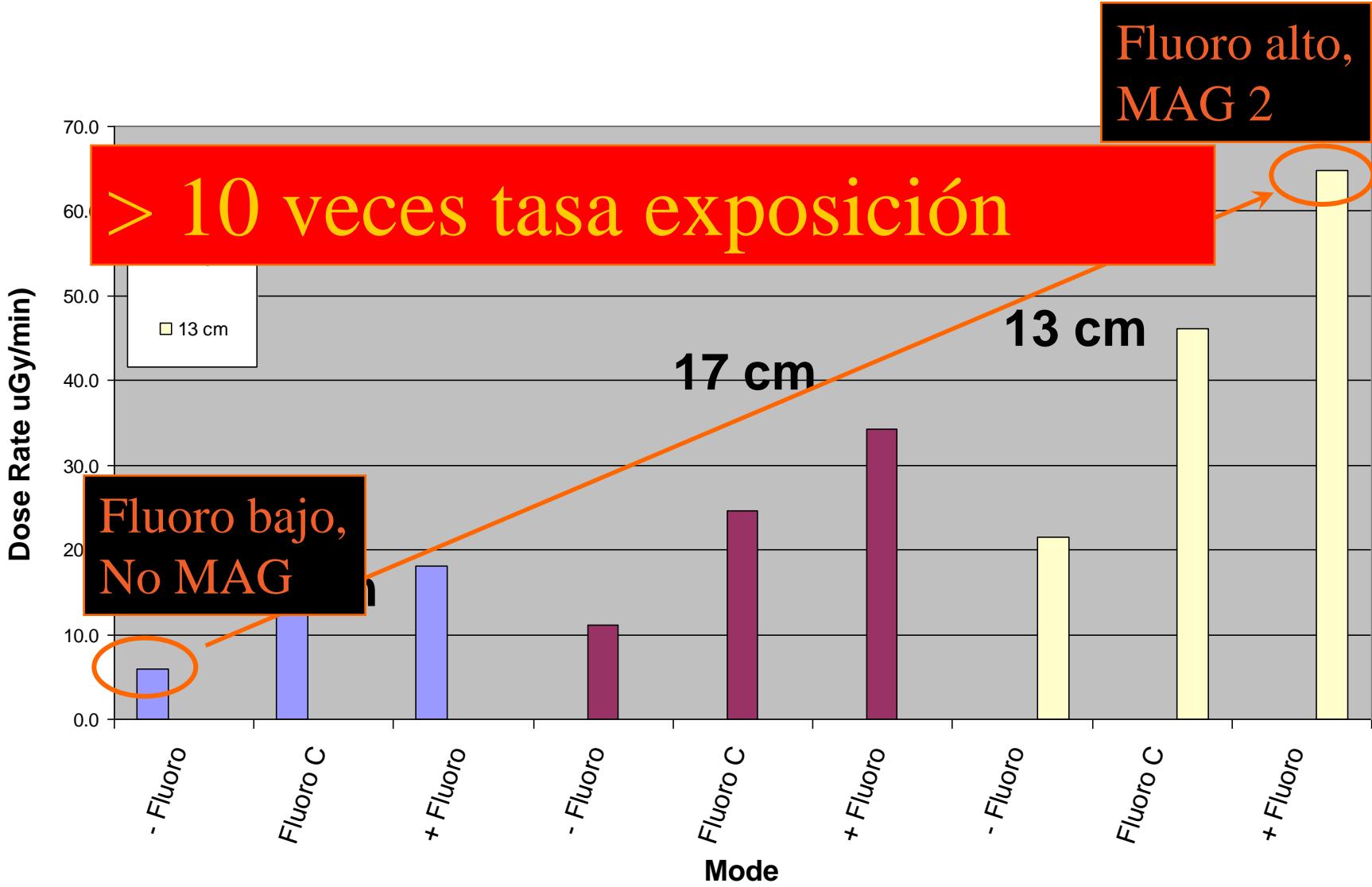
Influencia de los modos de operación

- La dosis de radiación al paciente y al personal es **10-15 veces mayor** en cine que en fluoroscopia

Importante

DURACION de fluoroscopia

→ *fluoroscopia x 10-15 seg ~ cine x 1 sec*

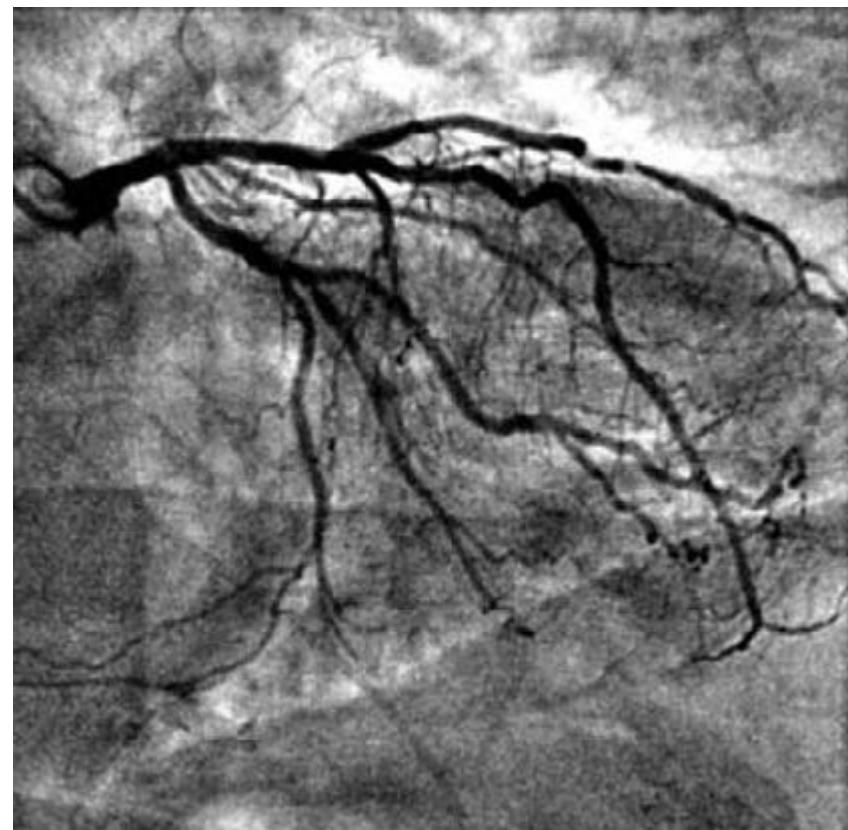
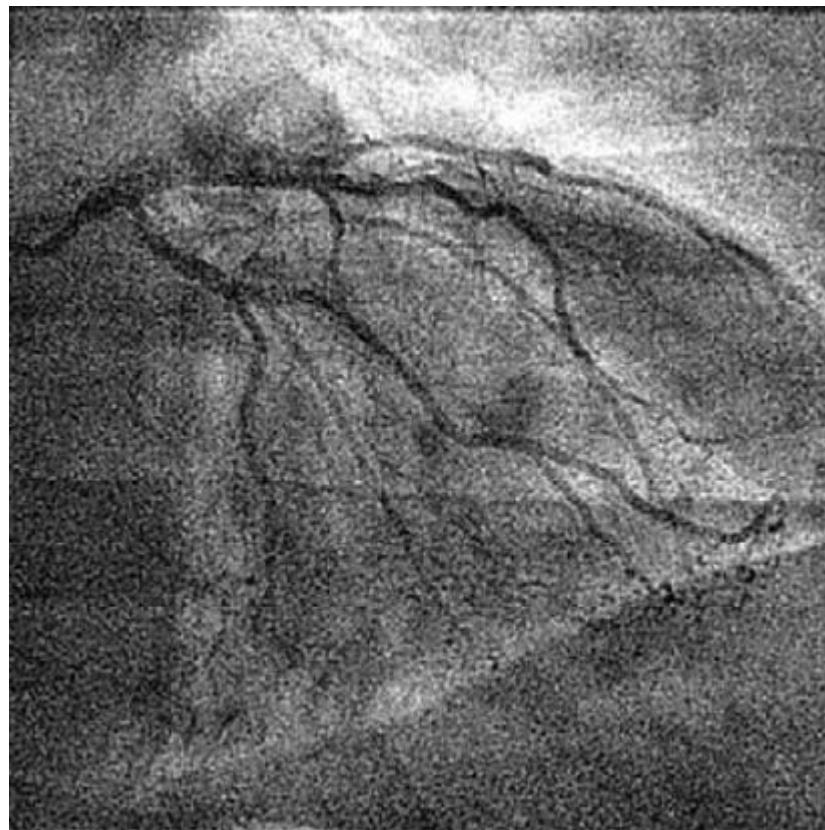


(+) modo aumenta la dosis 50% comparado con el valor normal

(-) modo disminuye la dosis 50% comparado con el normal.

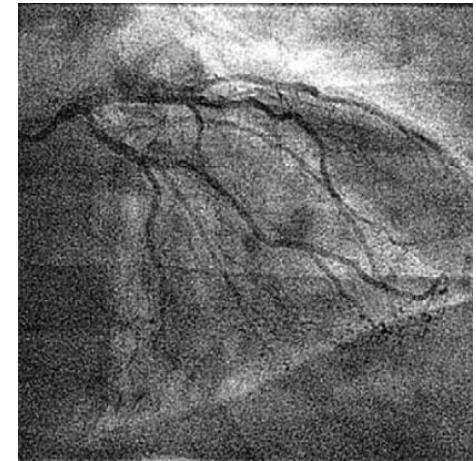
Podrías decir

¿Qué imagen es de FLUOROSCOPIA? ¿Qué imagen es ADQUISICION?



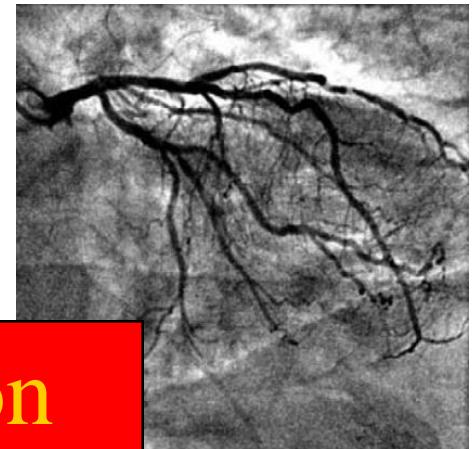
Fluoroscopia

Presentación continua de imágenes,
normalmente sin grabación, excepto “Last
Image Hold” (LIH)



Adquisición imagen

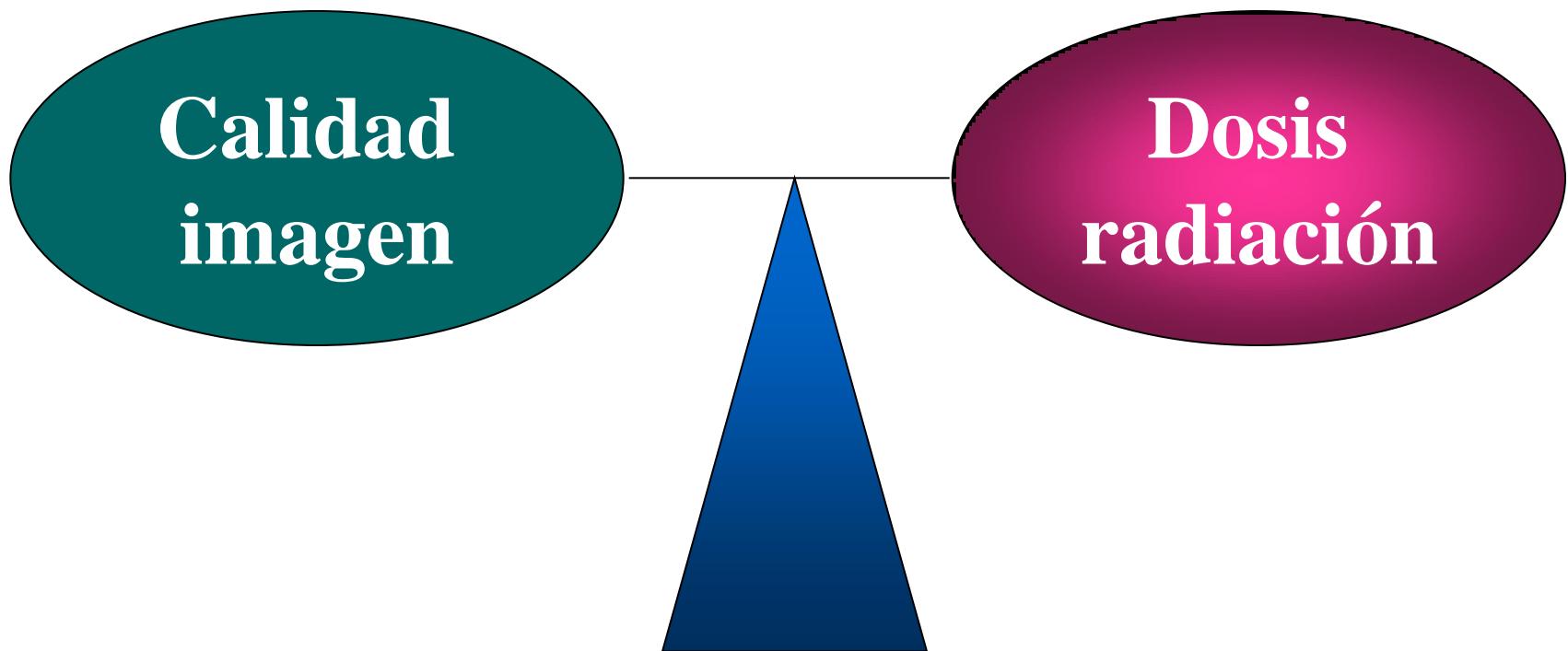
Múltiples imágenes grabadas en secuencia
(cine)



> 10 veces más tasa de exposición

Se obtiene mejor calidad de imagen cuanta más radiación llegue al detector de imagen

Inconveniente: mayor dosis a paciente!!



ALARA

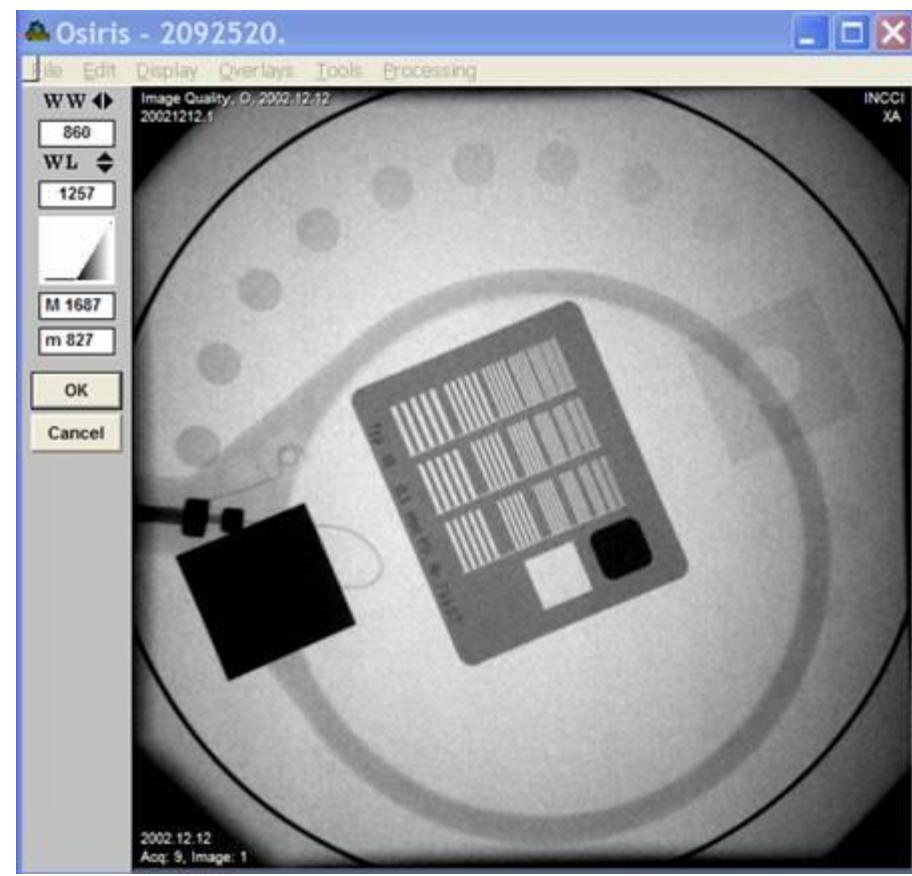
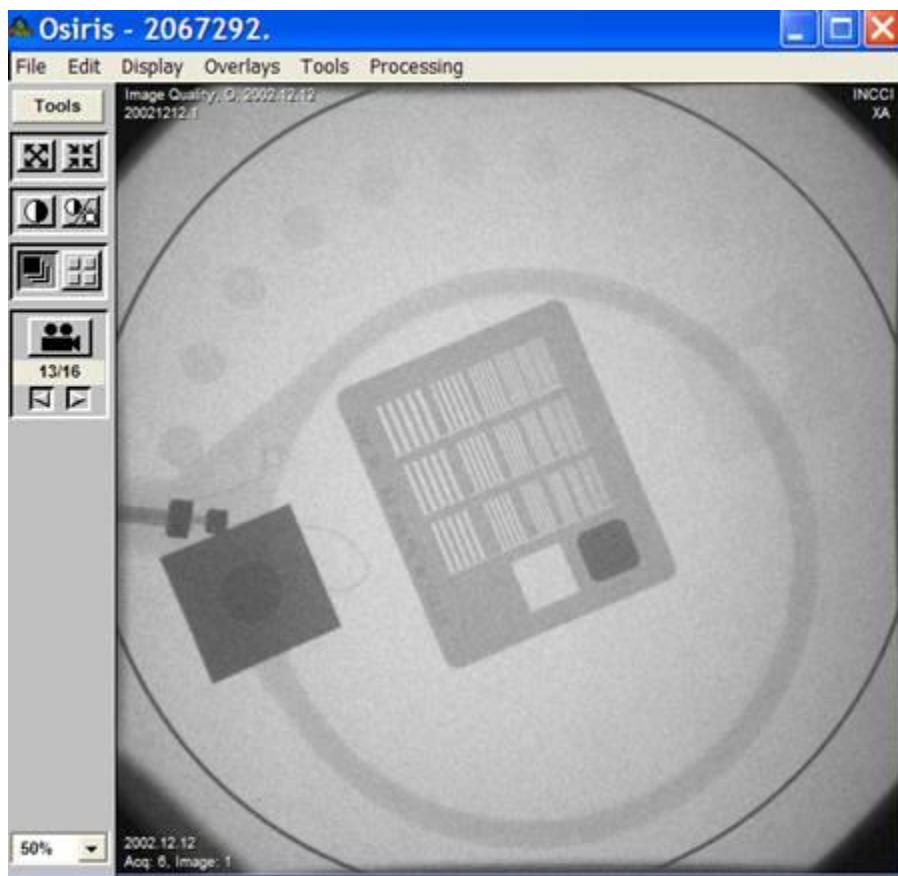
As Low As Reasonably Achievable

Se desconoce un límite seguro de dosis de radiación

Pacientes

Médicos

Operadores



**Siemens Axiom Artis, Fluoro
baja dosis
20 cm PMMA
13 μ Gy/fr**

**Siemens Axiom Artis
Cine modo normal
20 cm PMMA
177 μ Gy/fr**



La dosis más baja necesaria para generar imágenes UTILES



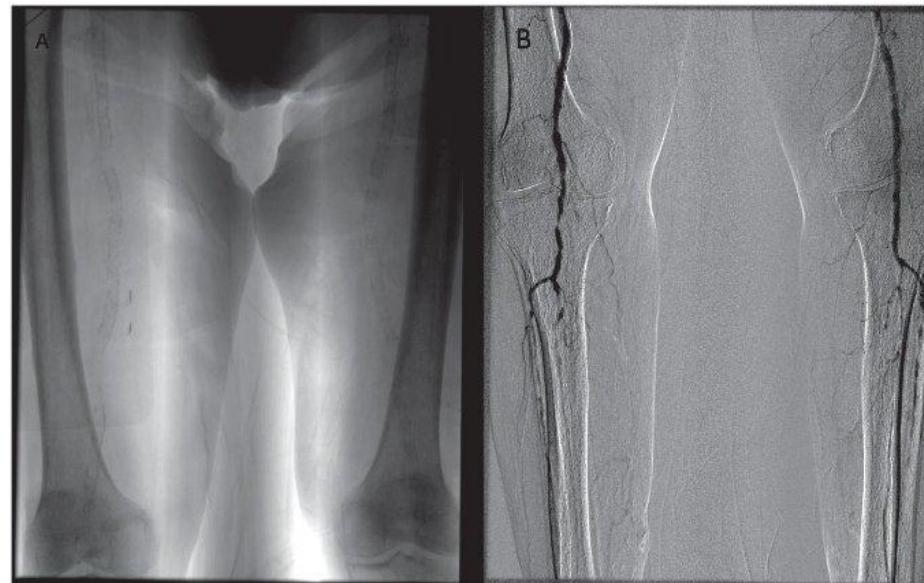
Poner el modo por defecto de fluoroscopia en BAJO



Modos de imagen

Imagen con sustracción digital

- Se obtiene restando electrónicamente la información idéntica en dos imágenes
- El proceso de sustracción incrementa el ruido de la imagen
→ para minimizar este efecto la imágenes adquiridas aumentan la dosis por imagen (hasta x20)



Modos de imagen

Fluoroscopia Pulsada

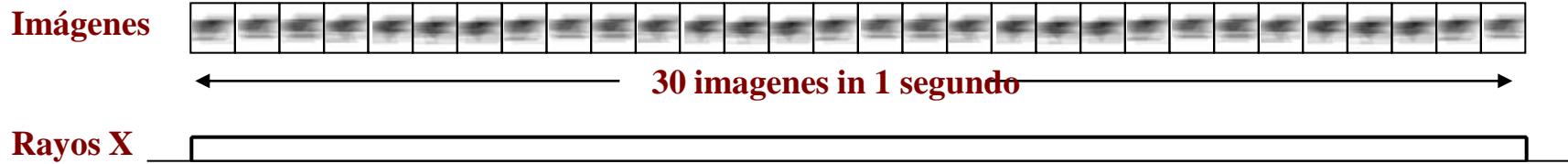
La imagen dinámica captura muchas imágenes congeladas por segundo y las visualiza en sucesión en tiempo real para producir la percepción de movimiento.

Se puede modificar los parámetros de captura de imágenes para manipular tanto la tasa de dosis como la calidad de la imagen dinámica.

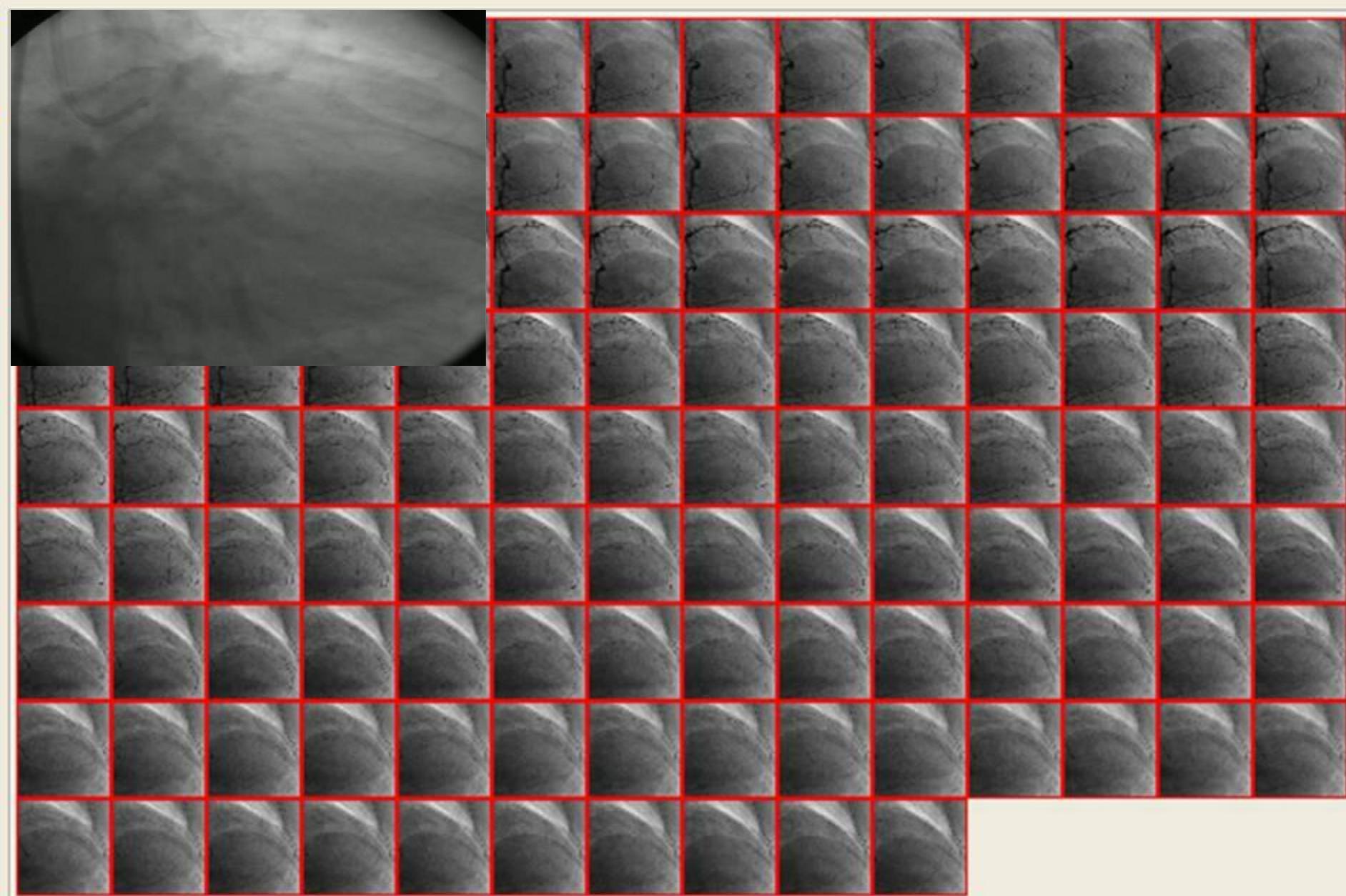
Modos de imagen

Fluoroscopia Continua

En fluoroscopia convencional continua se produce una borrosidad inherente durante el movimiento debido a que el tiempo de adquisición de cada imagen tiene una cierta duración. P.e. a 30 frames por segundo en continua cada frame dura 1/30 s.



Exposición continua de RX produce borrosida en cada uno de los frames.



Modos de imagen

Fluoroscopia Pulsada

La fluoroscopia pulsada produce una apariencia más definida del movimiento porque las imágenes se capturan en pulsos muy cortos (p.e., 1/100 segundo).

Imagenes



30 imágenes en 1 segundo

RayosX



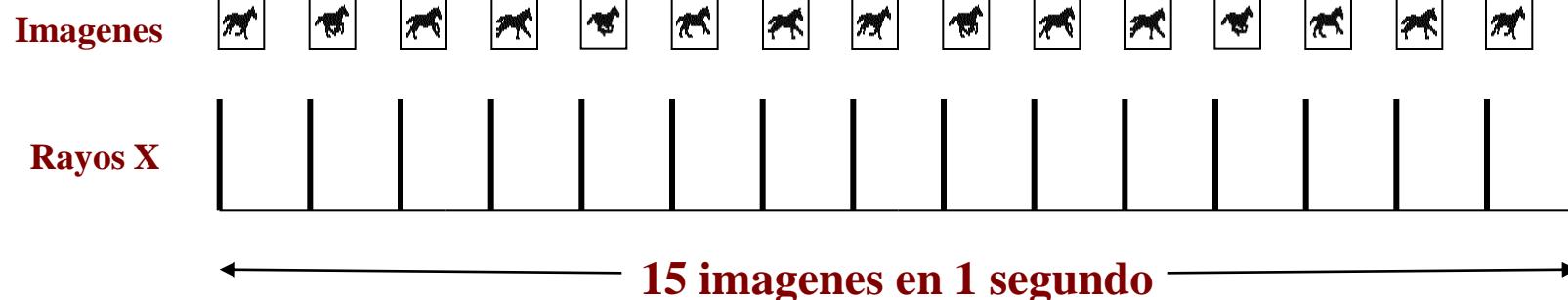
- Cada pulso tiene mayor intensidad que en modo continuo
- No se emiten rayos X entre los pulsos
- La dosis a paciente es la misma que en modo continuo

Modos de imagen

Fluoroscopia Pulsada

15 p/s

Manteniendo la dosis por pulso, solo se producen la mitad de pulsos por segundos, entonces **la dosis se reduce al 50%**. El movimiento aparece un poco más entrecortado, pues se emplean la mitad de imágenes por segundo.

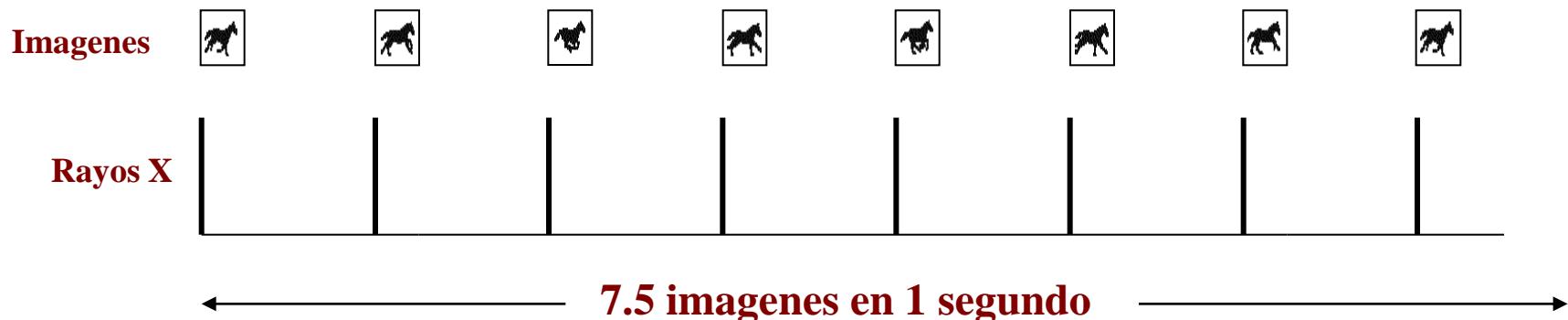


Modos de imagen

Fluoroscopia Pulsada

7.5 p/s

Manteniendo la dosis por pulso, solo se producen la mitad de pulsos por segundos, entonces **la dosis se reduce al 25%**. El movimiento aparece un poco más entrecortado, pues se emplean la mitad de imágenes por segundo.

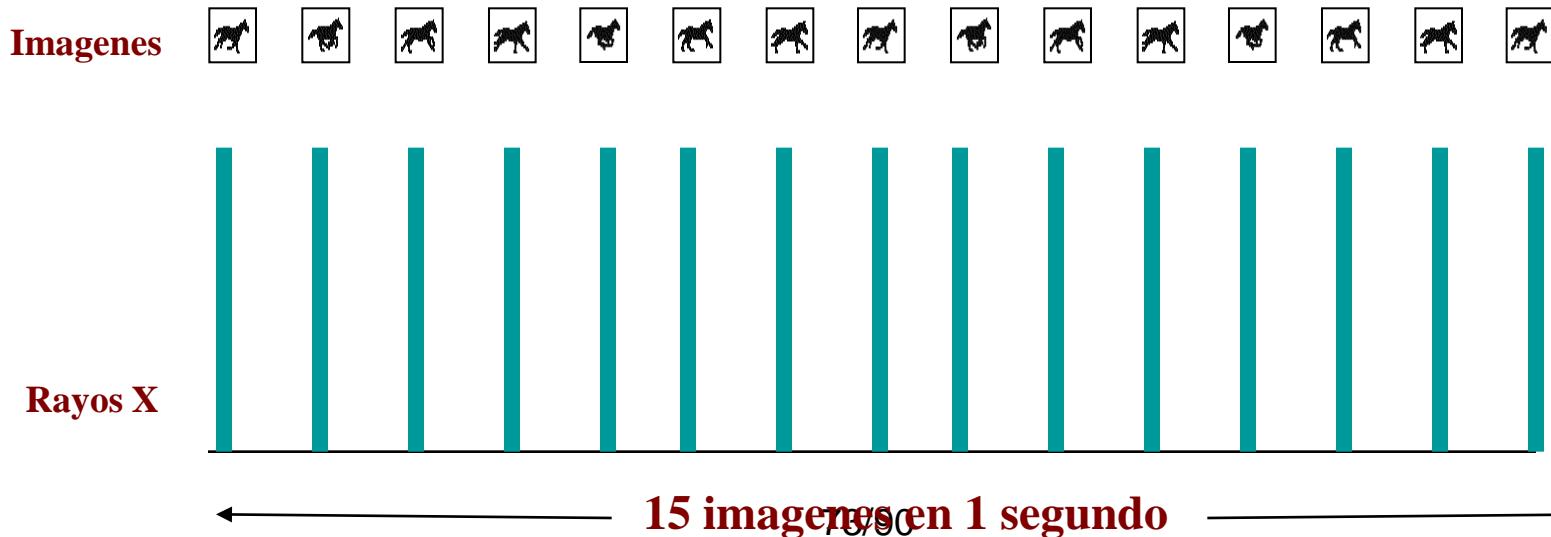


Modos de imagen

Fluoroscopia Pulsada



La dosis por pulso aumenta porque la intensidad y duración del pulso aumenta. Por tanto la dosis global aumenta.



Modos de imagen

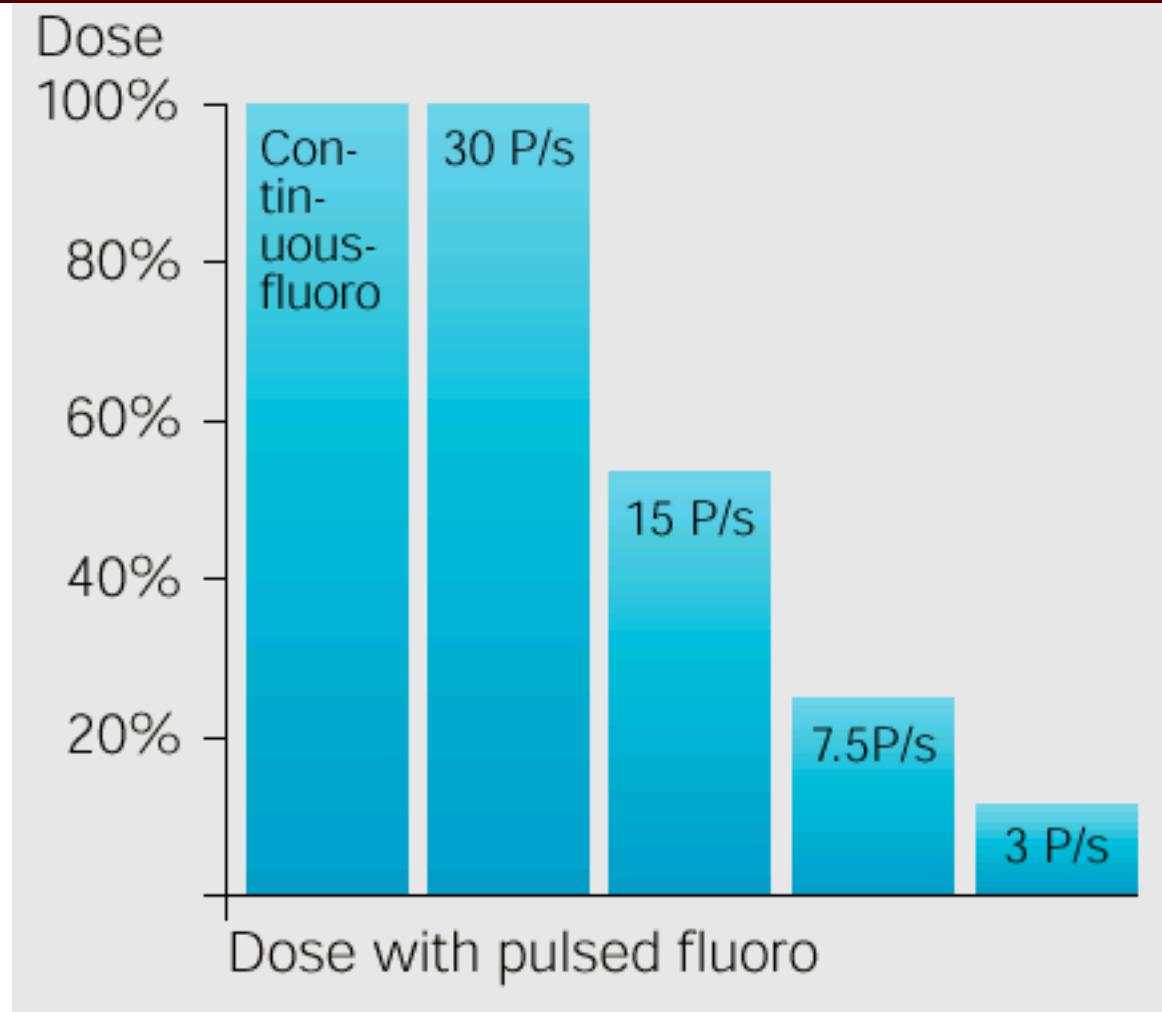
Fluoroscopia Pulsada

Entre 25 y 30 p/s (pulsos/segundo, frames/segundo) es normalmente adecuado, obteniendo un movimiento suave.

La disminución de la tasa de pulsos puede producir una disminución importante en la acumulación de dosis.

Modos de imagen

Fluoroscopia pulsada



NIVELES DE DOSIS DE REFERENCIA

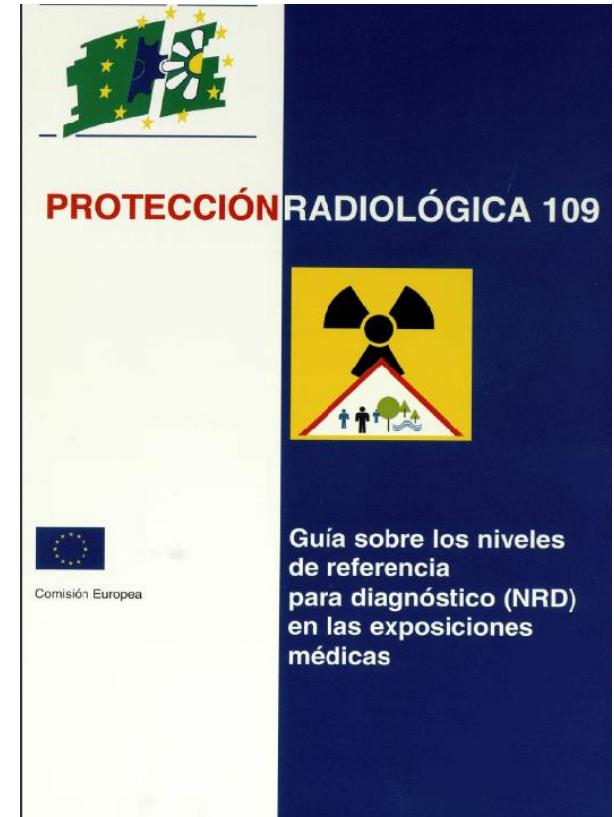
Principios Protección Radiológica

Para la exposición de los pacientes:

- Justificación: SI
- Optimización: SI
- Limitación de dosis: NO
 - Es necesaria una “buena” calidad de imagen para no comprometer el juicio diagnóstico

Niveles de referencia

- Para pacientes no se aplican límites de dosis pero sí **niveles de referencia**.
- *Niveles de dosis en las prácticas de radiodiagnóstico médico, para exámenes tipo de grupos de pacientes de talla estándar. Estos niveles se supone que no se sobrepasarán en el caso de procedimientos estándar cuando se aplica una buena práctica.*



Niveles de referencia

Los niveles de referencia permiten ...

- Comparar nuestra práctica (a nivel de riesgo radiológico) con otros centros.
- Comprobar si tenemos margen para la optimización (mejorar ajustes de nuestro equipo o procedimientos de trabajo)
- Detectar situaciones anómalas que pongan en riesgo excesivo a nuestros pacientes.
- No son aplicables a pacientes individuales.

¿Y si en mi centro la dosis es muy inferior a los niveles de referencia?

Niveles de referencia

SI

- Guías para la optimización
- Establecidos a nivel nacional
- Comparados con la práctica local
- Si se exceden sistemáticamente se deben tomar medidas correctoras
- Si los valores locales son muy bajos se debe justificar para evitar insuficiente calidad de imagen

NO

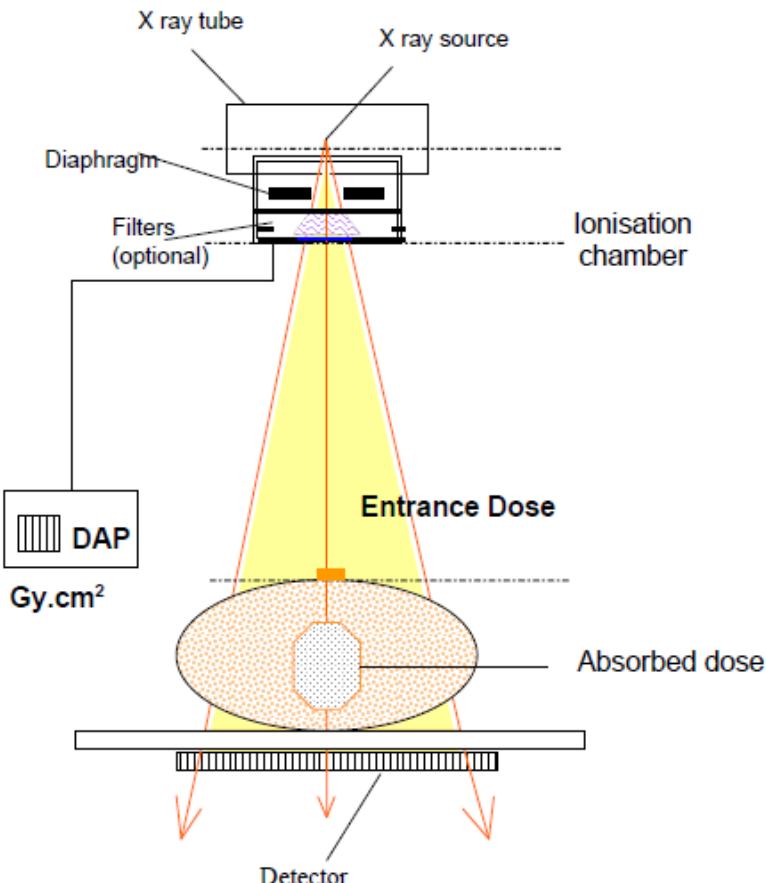
- Límites de dosis
- Valores óptimos
- Independientes de calidad de imagen
- Aplicable a exposiciones individuales
- Indicadores de riesgo radiológico
- Una separación entre buena y mala práctica

Niveles de referencia

¿Qué magnitud dosimétrica

- Tasa dosis en aire, mGy/min
- Dosis a la entrada, mGy
- Producto dosis área (Gy cm^2)
- Dosis efectiva, mSv?

	Dosis en aire	Dosis a la entrada	Dosis media (útero)	PDA	Dosis efectiva
Abdomen	7.5 mGy	10 mGy	1.5 mGy	14 Gy cm^2	1 mSv



Niveles de referencia

¿Cómo usar los niveles de referencia para optimizar?

- Radiología convencional
 - Dosis a la entrada, mGy
 - Producto dosis-área, Gy·cm²
- TAC
 - CTDIw, mGy
 - DLP, mGy·cm
- ¿Y en Radiología intervencionista?
 - Tiempo de fluoroscopia
 - Número de frames fluorográficos
 - Producto kerma-área (P_{KA}) (efectos estocásticos)
 - Kerma en aire en el punto de referencia ($K_{a,r}$) (efectos deterministas)
 - Dosis acumulada en piel (efectos deterministas)
 -

Niveles de referencia

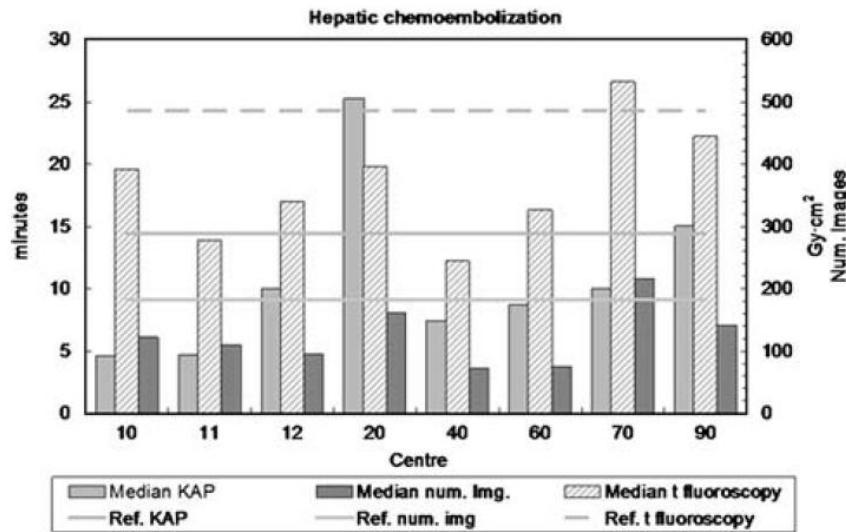
Cardiovasc Intervent Radiol (2009) 32:19–24
DOI 10.1007/s00270-008-9439-9

CLINICAL INVESTIGATION

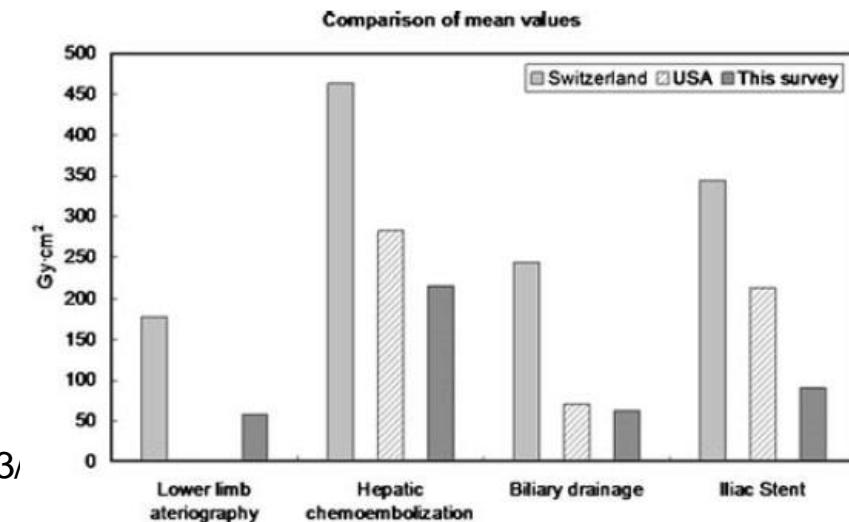
Patient Dose Reference Levels for Interventional Radiology: A National Approach

Eliseo Vano · R. Sanchez · J. M. Fernandez ·
J. J. Gallego · J. F. Verdu · M. Gonzalez de Garay ·
A. Azpiazu · A. Segarra · M. T. Hernandez ·
M. Canis · F. Diaz · F. Moreno · J. Palmero

Para el mismo tipo de procedimiento existe un amplio rango de dosis a paciente.



Dosis inferiores a otros surveys probablemente debido a que hubo una formación previa de los participantes.



Niveles de referencia

Effect	Approximate threshold dose (Gy)	Time of onset	Minutes of fluoroscopy at typical normal dose rate of 0.02 Gy/min (20 mGy/min = 2 rad/min) ^c	Minutes of fluoroscopy at typical high dose rate of 0.2 Gy/min (200 mGy/min = 20 rad/min) ^c
SKIN^a				
Early transient erythema	2	2–24 hours	100	10
Main erythema reaction	6	≈1.5 weeks	300	30
Temporary epilation	3	≈3 weeks	150	15
Permanent epilation	7	≈3 weeks	350	35
Dry desquamation	14	≈4 weeks	700	70
Moist desquamation	18	≈4 weeks	900	90
Secondary ulceration	24	> 6 weeks	1200	120
Late erythema	15	8–10 weeks	750	75
Ischaemic dermal necrosis	18	> 10 weeks	900	90
Dermal atrophy (1st phase)	10	> 52 weeks	500	50
Telangiectasis	10	> 52 weeks	500	50
Dermal necrosis (delayed)	> 12	> 52 weeks	750	75
Skin cancer	none known	> 15 years	N/A	N/A

- Debería informarse al paciente cuando el procedimiento implique un riesgo significativo de daño por radiación (incluir en consentimiento informado).
- Dosis en acumulada en piel superior a 3 Gy o 1 Gy si es probable repeticiones del procedimiento
 - Debería quedar registro en su historia clínica
 - Debería tener un seguimiento las dos primeras semanas tras la intervención
 - Informar a su médico de los posibles efectos
 - Si además la dosis es muy elevada, informar al paciente tras el procedimiento

Niveles de referencia

Dose Metric	First Notification	Subsequent Notifications (increments)	SRDL
$D_{\text{skin},\text{max}}$	2 Gy	0.5 Gy	3 Gy
$K_{\text{a},\text{r}}$	3 Gy	1 Gy	5 Gy ^a
P_{KA}	300 Gy cm ² ^b	100 Gy cm ² ^b	500 Gy cm ² ^b
Fluoroscopy time	30 min	15 min	60 min

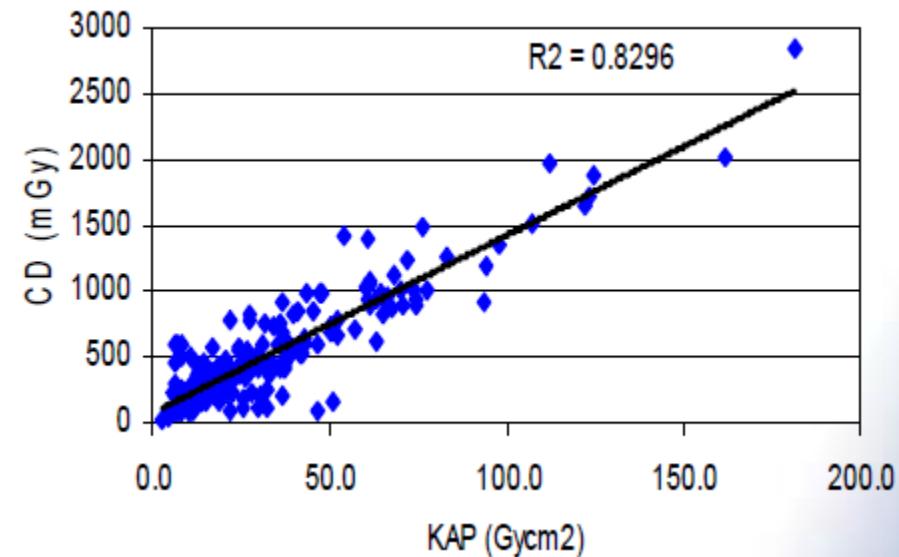
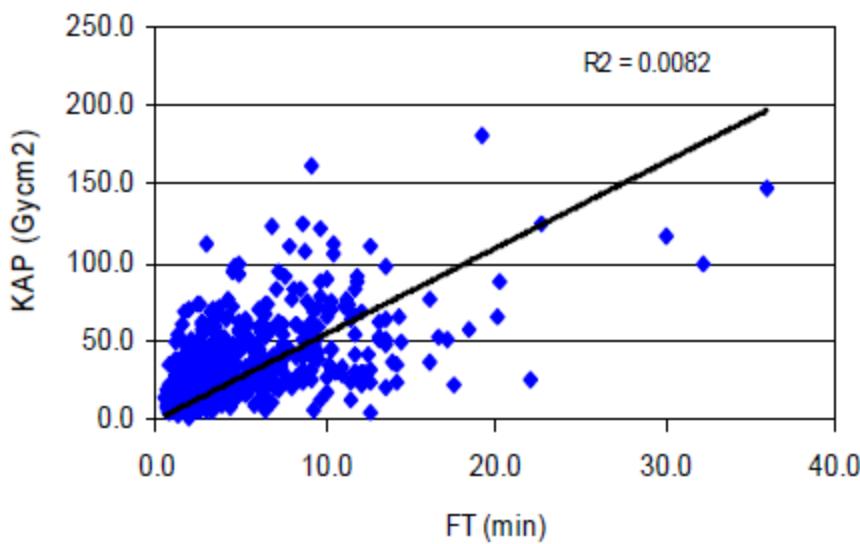
ATENCION

Ningún procedimiento debe interrumpirse por haber superado SDRL

Niveles de referencia

Registro

Mi sistema suministra el producto dosis-área y tiempo total de fluoroscopia del procedimiento, ¿cómo puedo calcular la dosis en piel?



NCRP 168, Radiation Dose Management for GI medical procedures

Niveles de referencia

Registro

Mi sistema suministra el producto dosis-área del procedimiento, ¿cómo puedo calcular la dosis en piel?

- No es sencillo calcular la dosis piel con precisión
 - Diferentes angulaciones
 - Variación del tamaño de campo
 - Uso de filtros
- Pero, de modo aproximado

$$Dosis_{piel,\max}(Gy) \approx \frac{PDA(Gy \cdot cm^2)}{Area(cm^2)} \times 1.3$$

Niveles de referencia

Registro

Patient Position: HFS

04-Apr-05 10:57:10

1 CARD FIXED Coro LD 4s 15F/s 04-Apr-05 11:04:59
A 80kV 806mA 7.0ms 200CL large 0.0Cu 20cm 219.5 μ Gym² 37.9mGy 1RAO 36CRA
61F

2 CARD FIXED Coro LD 2s 15F/s 04-Apr-05 11:16:39
A 75kV 799mA 7.0ms 400CL large 0.1Cu 20cm 56.8 μ Gym² 7.7mGy 24LAO 5CAU 27F

3 CARD FIXED Coro LD 3s 15F/s 04-Apr-05 11:21:31
A 76kV 799mA 7.0ms 600CL large 0.1Cu 20cm 97.3 μ Gym² 14.1mGy 30LAO 1CAU
47F

4 CARD FIXED Coro LD 4s 15F/s 04-Apr-05 11:28:03
A 76kV 799mA 7.0ms ***** large 0.1Cu 20cm 138.5 μ Gym² 20.0mGy 30LAO 1CAU 67F

5 CARD FIXED Coro LD 5s 15F/s 04-Apr-05 11:28:36
A 90kV 819mA 7.0ms ***** large 0.0Cu 20cm 359.2 μ Gym² 57.2mGy 0LAO 31CRA 71F

Accumulated exposure data

Phys: | Exposures: 0 Fluoro: 7.0min Total: 1705.4 μ Gym² 246mGy

04-Apr-05 11:34:29

PDA

Punto Referencia intervencionista

ATENCION A LAS UNIDADES DE MEDIDA

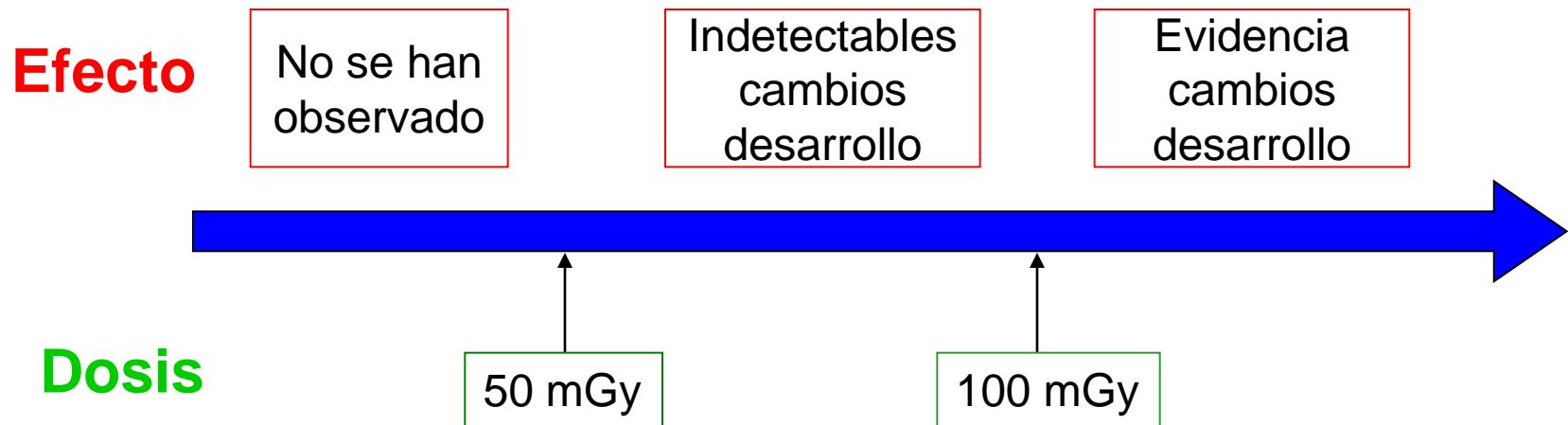
100 μ Gy m²= 1 Gy cm²

1705 μ Gy m²= 17 Gy cm²

ICRP 120, Radiological protection in cardiology

Niveles de referencia

Embarazo



- Evaluación previa de la dosis al embrión / feto
- Minimizar la dosis durante la intervención, de modo que solo reciba radiación dispersa.
 - Usar fluoroscopia de baja tasa
 - Colimación rigurosa
 - Minimizar las adquisiciones