



X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica

"Radioprotección: Nuevos Desafíos para un Mundo en Evolución"

Curso de Refresco "Protección Radiológica en Intervencionismo"



Medidas de Protección Radiológica para el Paciente y para el Trabajador



M.Sc. Cinthia Papp

Física Médica

Programa de Protección Radiológica del Paciente

cpapp@cnea.gov.ar



Comisión Nacional
de Energía Atómica





Medidas de Protección

BIOSEGURIDAD



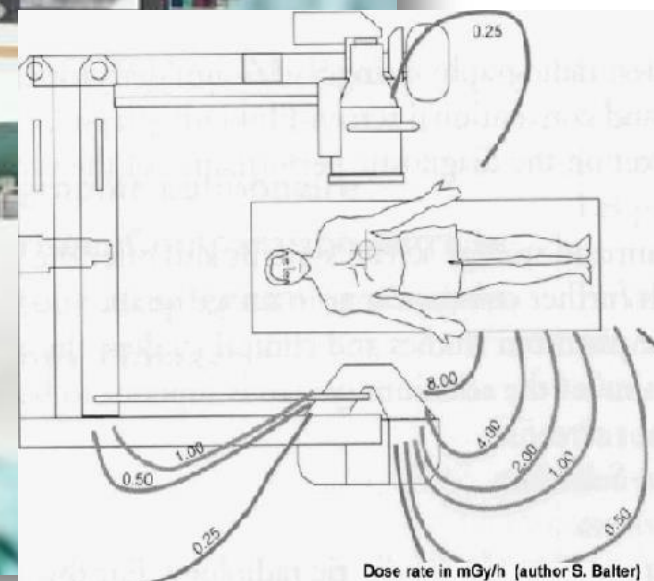
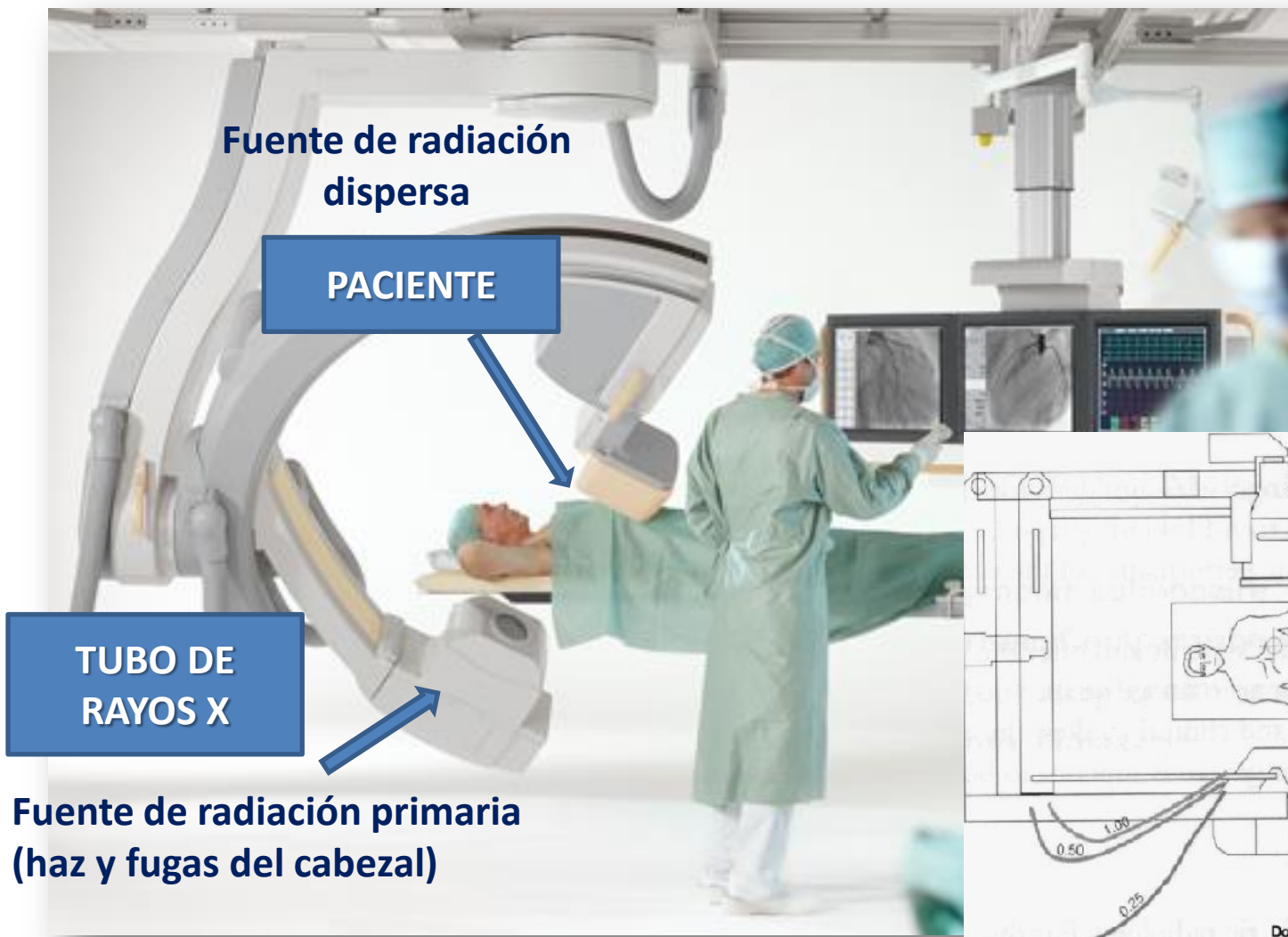
RADIOPROTECCIÓN



¿Dónde? ¿De qué? ¿A quienes? ¿Para qué?



¿Dónde? ¿De qué? ¿A quienes? ¿Para qué?



Todos los factores que incrementen la dosis al paciente, incrementaran posiblemente la dosis de los profesionales



¿Para qué?

Evitar efectos determinísticos y limitar los efectos estocásticos

TABLA 1. Efectos deterministas. Dosis umbrales según órgano y/o tejido afectado

Radiolesiones	Dosis Acumuladas (Gy)	
	Hombres	Mujeres
Eritema 1 a 24h luego de una irradiación	3-5	
Alopecia	5	
Reversible		
Irreversible	20	
Piel		
Pigmentación (reversible) Aparece 8 días post-irradiación		
Descamación seca o húmeda	≈20	
Efectos tardíos Telangectasia, fibrosis dérmica		
Cristalino		
Cuagulación de las proteínas	>2	
Efectos:	2-10	
Opacidades detectables	exposiciones anuales > 0.10 Sv/año	
Cataratas	exposiciones anuales > 0.15 Sv/año	
Gónadas		
Esterilidad Permanente	3.50-6.00	2.50-6.00
Esterilidad Temporal	0.15	0.60

Ref: Durán Artículo de revisión



En pacientes y en trabajadores



Principios de la PR

- Justificación de la práctica

Nivel I: ¿Está justificada la práctica con radiaciones ionizantes?



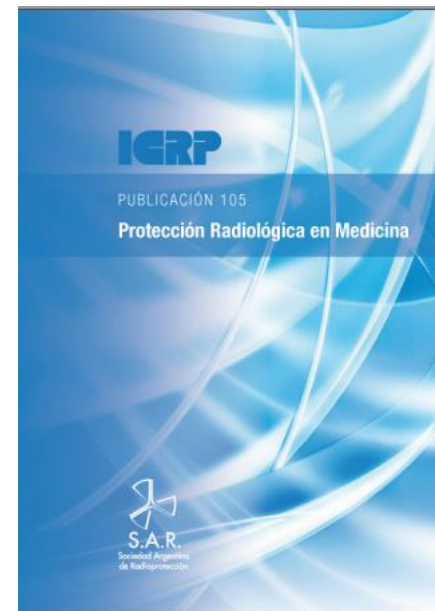
Nivel II: ¿Contribuirá este procedimiento al diagnóstico o tratamiento?

Nivel III: ¿Se justifica para este paciente en particular?

BENEFICIOS



RIESGOS



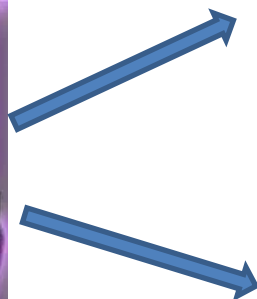
*International Commission
on Radiological Protection
(ICRP)*



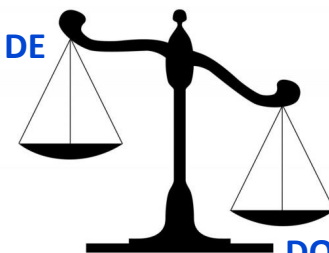
Principios de la PR

- Optimización de la práctica

¿Qué significa?

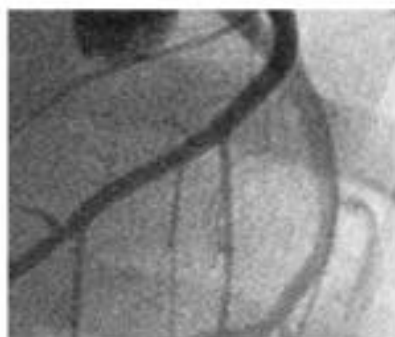


CALIDAD DE
IMAGEN

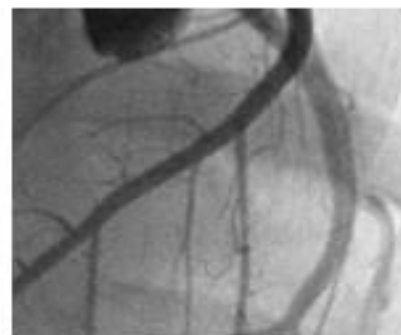


DOSIS

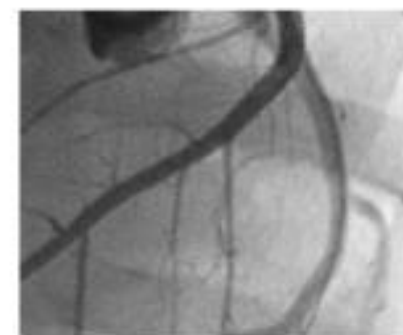
**Buscando la
imagen con
la calidad
NECESARIA,
no siempre
será la mejor
calidad...**



2 µR per frame



15 µR per frame



24 µR per frame



Principios de la PR

- Optimización de la práctica

Nivel I:

- Previsión en el diseño y construcción de las **instalaciones**



-Previsión en el diseño, construcción, instalación **y control periódico** de las **fuentes de radiación**

Nivel II:

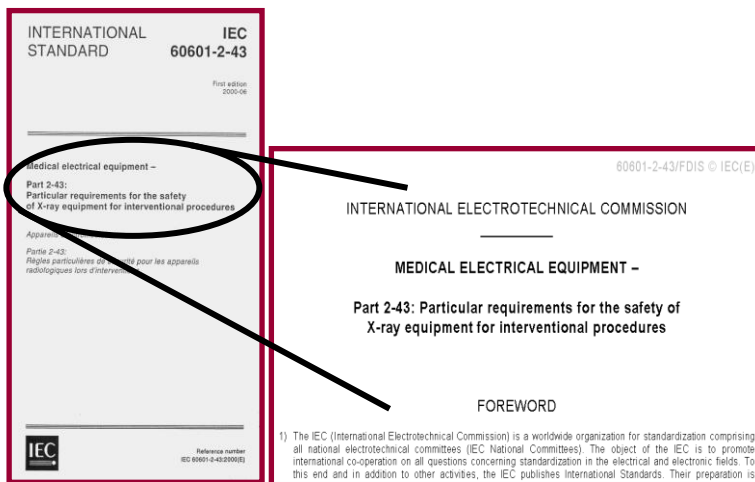
- Procedimientos operativos y adopción por parte del **personal** de hábitos y rutinas acordes con los principios de la protección radiosanitaria



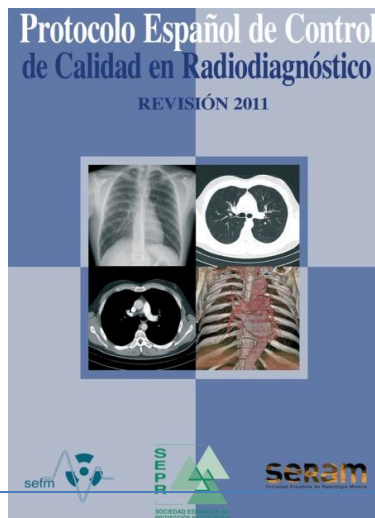
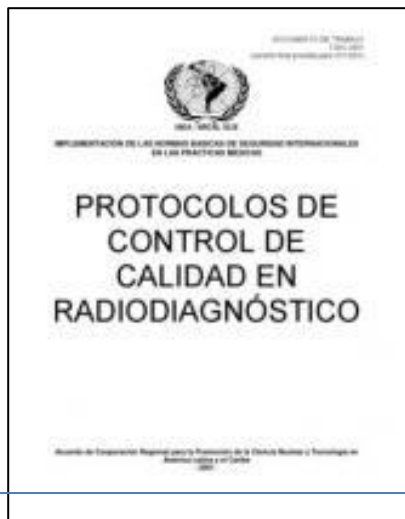


Instalación y equipamiento

Diseño y fabricación



Aceptación y Control periódico



Necesidad de **Personal calificado** en protección radiológica y control de calidad



Procedimientos operativos

FACTORES DEPENDIENTES DEL PACIENTE Y DE LA INTERVENCIÓN



Necesidad de capacitación y entrenamiento del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) al inicio en la especialidad y periódicamente ¿Cuando la dosis es “alta”?

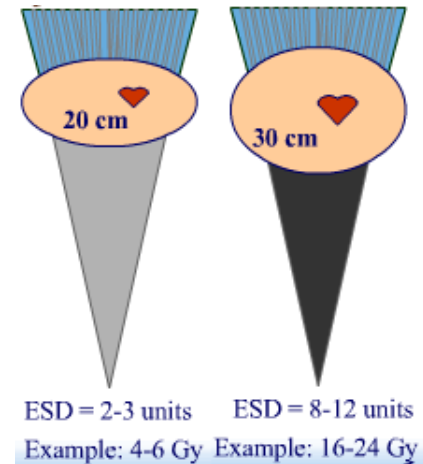




Factores dependientes del paciente

- La masa o el grosor de la parte del cuerpo expuesta al haz.

De 20 a 30 cm de espesor se puede cuadruplicar la dosis



- La complejidad de la patología y la estructura anatómica objeto de la intervención.
- La sensibilidad de algunos pacientes a la radiación (ataxia telangiectasia).
- Las enfermedades del tejido conjuntivo y la diabetes mellitus.
- **El acceso radial respecto del femoral puede incrementar la dosis al trabajador.**



Herramientas para reducir la exposición

3 herramientas básicas:

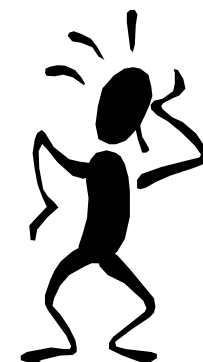
1. Blindaje

2. Distancia

3. Tiempo



Aplicando estas 3 herramientas adaptándolas a la práctica intervencionista, podemos reducir la dosis tanto del paciente como del trabajador...





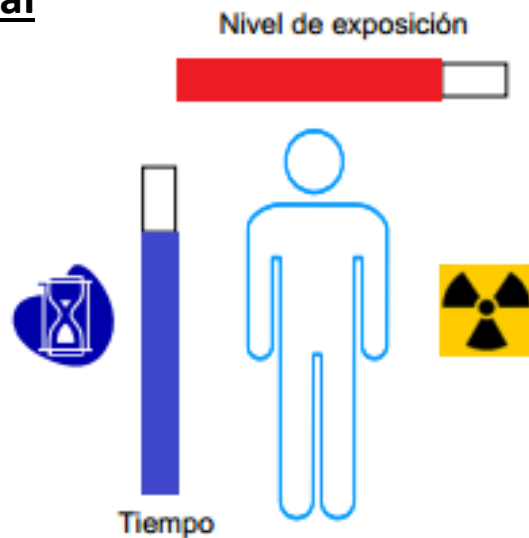
Tiempo

TIEMPO

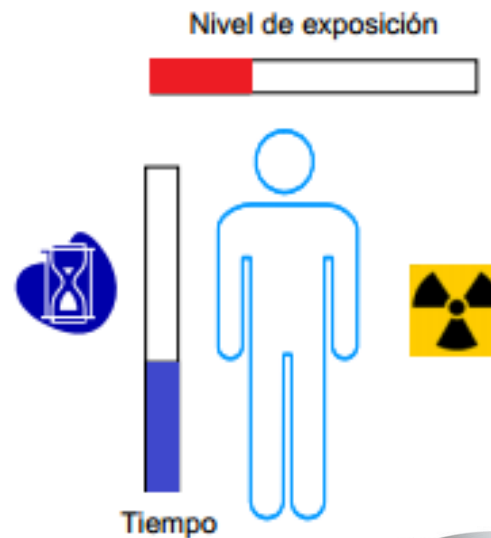
De intervención

Pulsos

Pedal



Reducción del nivel de exposición



SI BIEN AL DISMINUIR EL TIEMPO SE REDUCE EL NIVEL DE EXPOSICIÓN...NO SE DEBE TRABAJAR «APURADO» SI NO A CONCIENCIA Y CON PLANIFICACIÓN

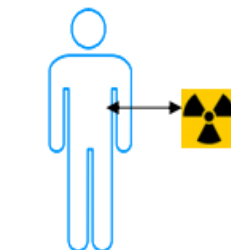




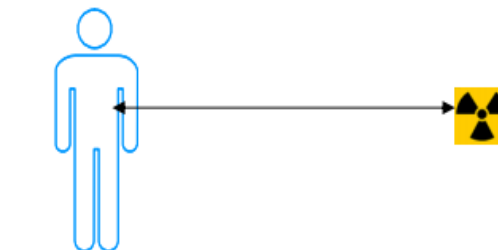
Distancia

LEY DE LA INVERSA DE
LOS CUADRADOS DE LAS
DISTANCIAS

Nivel de exposición

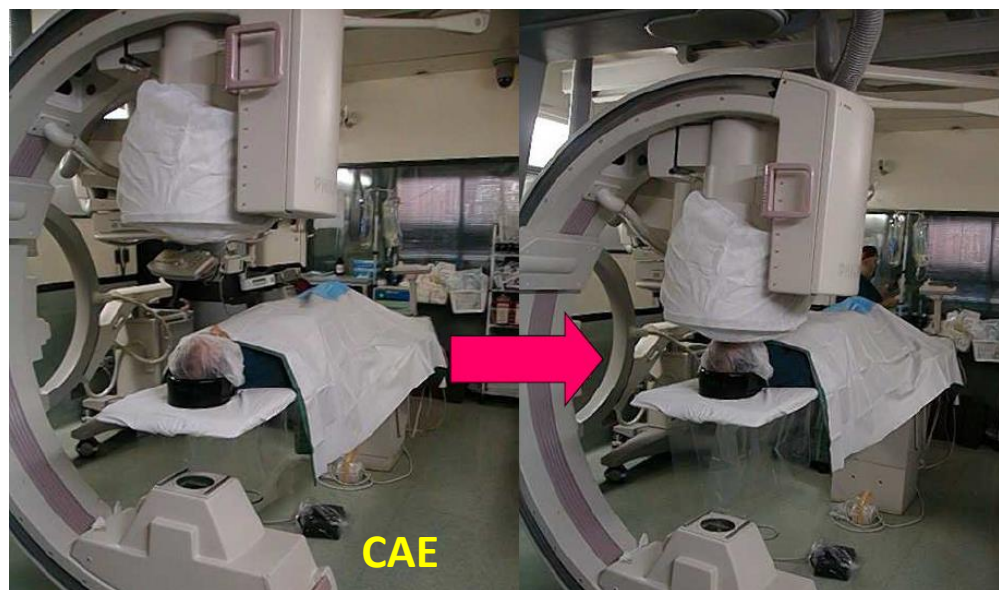
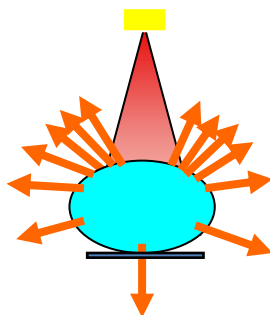


Nivel de exposición



Si duplica la distancia a la fuente de rayos X, su dosis se reduce en un factor de 4 (25%)

Distancia foco-
paciente-
detector



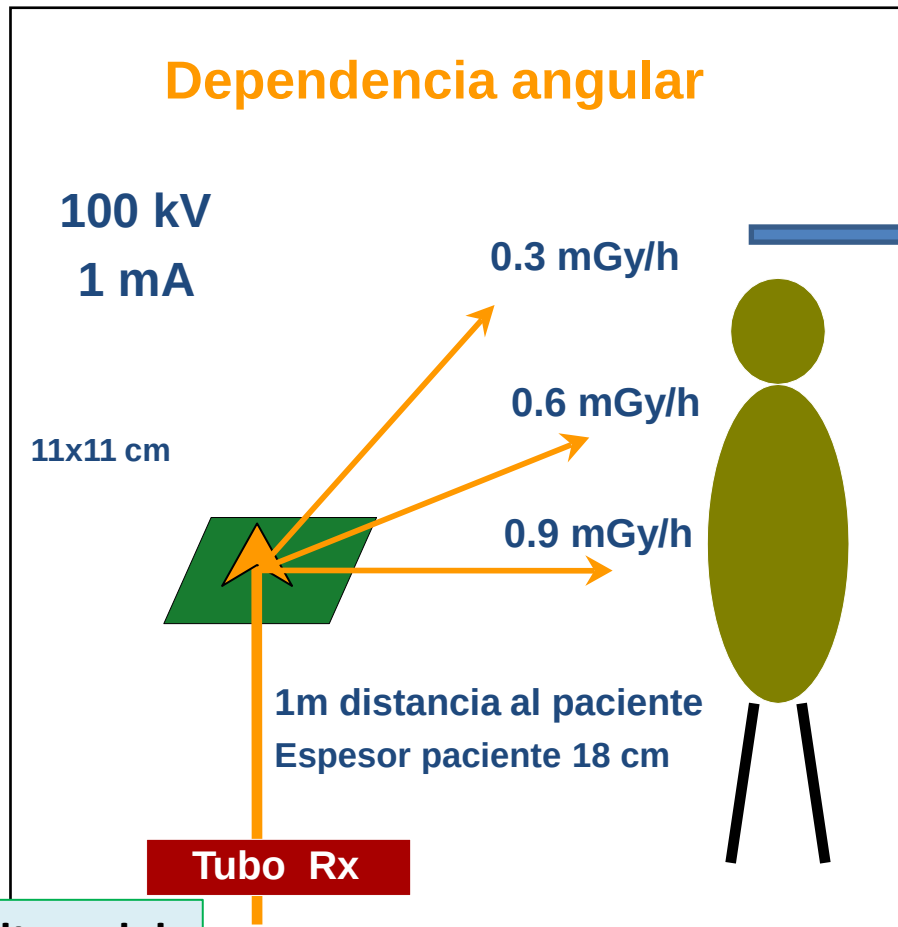
Distancia foco-paciente



Distancia paciente – detector



La tasa de dosis dispersa es más alta cerca del área en la que el haz de rayos X ingresa en el paciente



Dosis en cristalino

¿Paciente pediátrico y distancia?



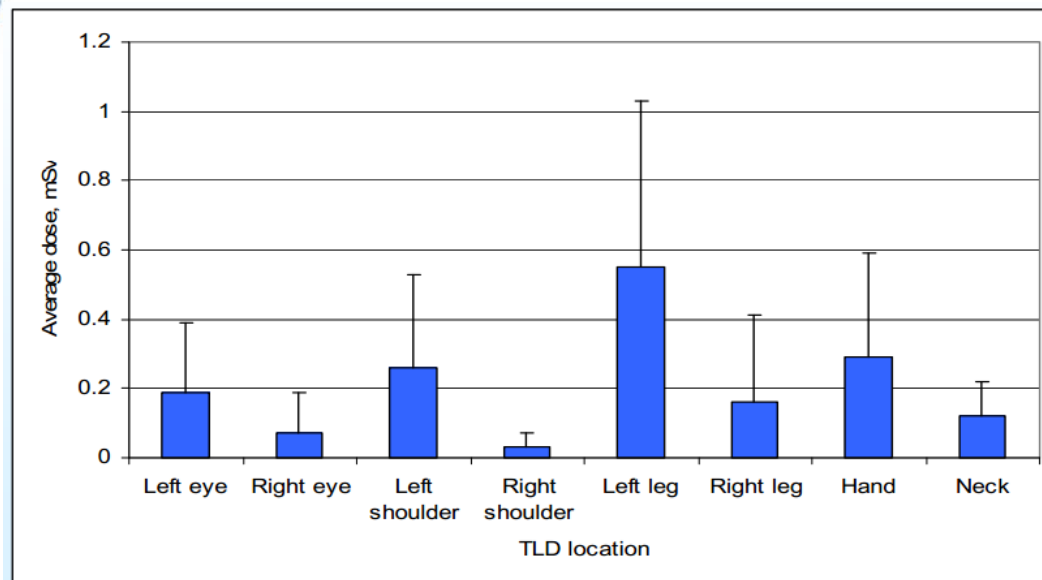
<http://rpop.iaea.org>



Utilizar el pedal con el pie izquierdo
Soltar el pedal si no se mira la pantalla
Congelar imagen

Mantener las manos FUERA del haz
Las manos dentro del campo del haz
primario aumentará los factores de
exposición (kV, mAs y las dosis a los
pacientes y al staff médico)





Fuente: Proyecto ORAMED (2011)

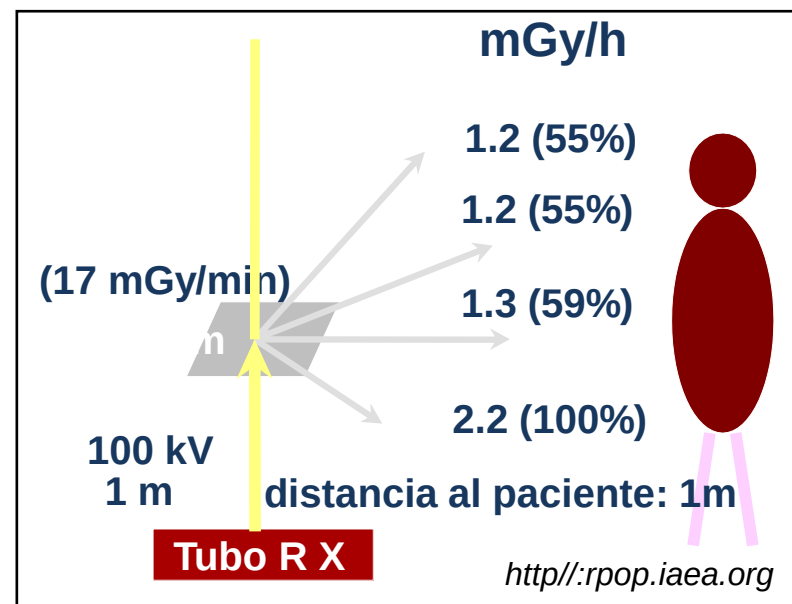
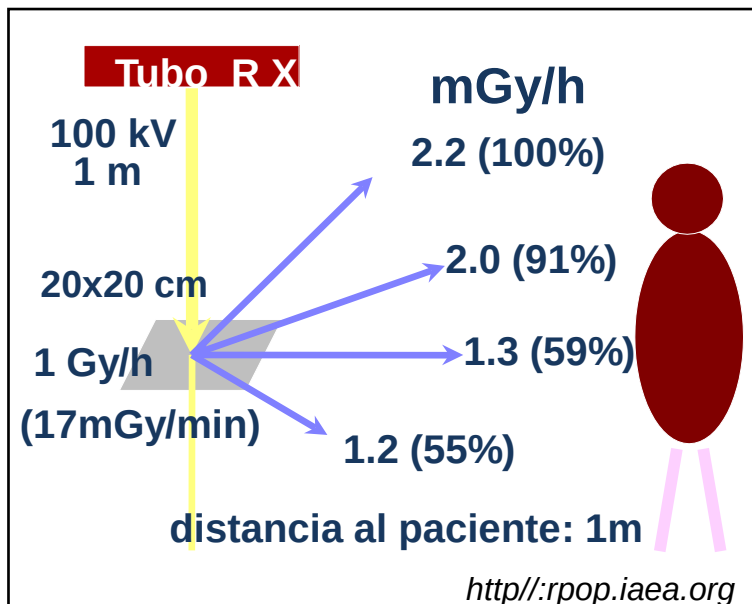
Part of body	Average dose per procedure, mSv
Left eye	0,19
Hand	0,29
Left leg	0,55

¿Cuántos procedimientos realiza un profesional por año? ¿Condiciones de trabajo? ¿Hábitos?

¿Si comparamos el resultado con los límites anuales para cristalino y extremidades?



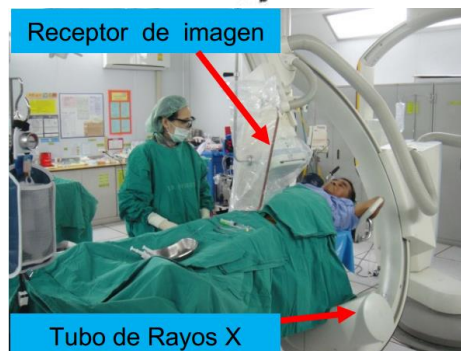
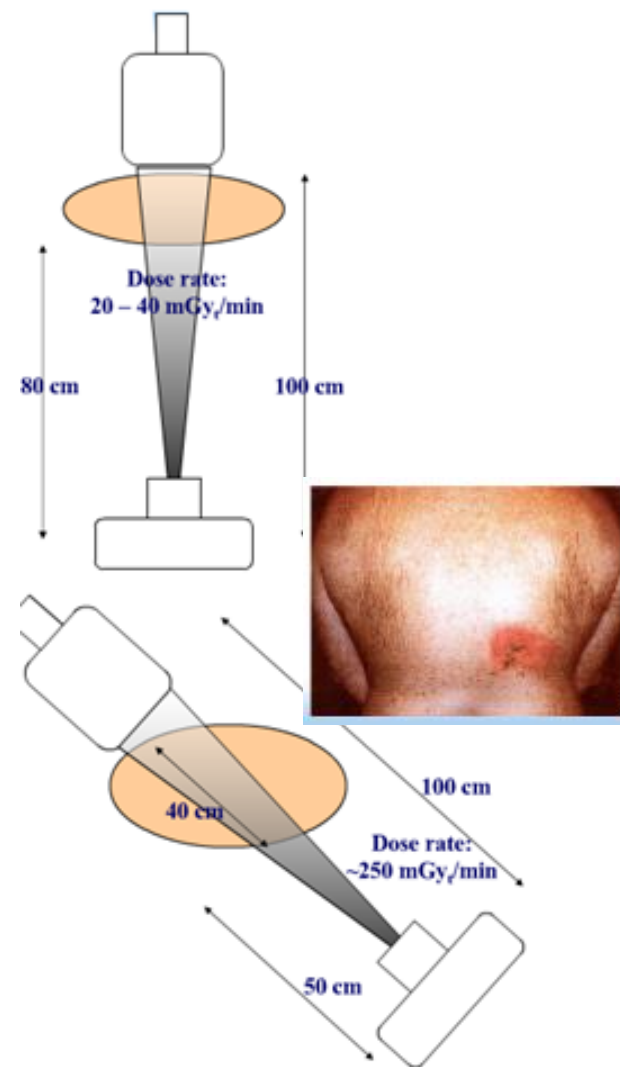
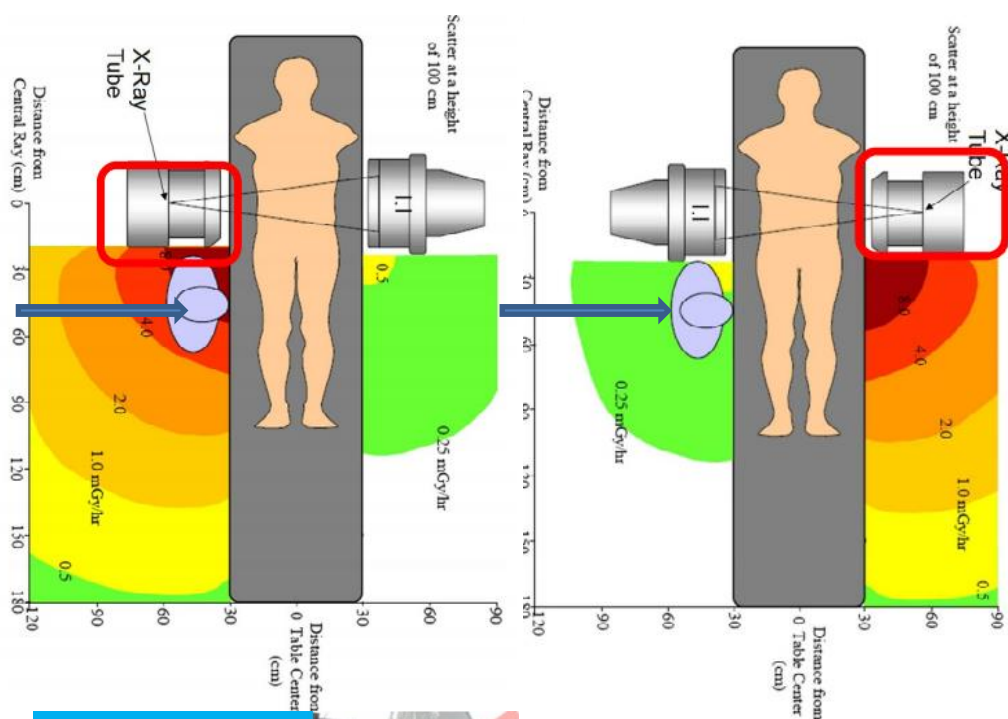
¿Qué se debe tener en cuenta al cambiar la posición del tubo? Paciente y operador





Tipos de Proyecciones

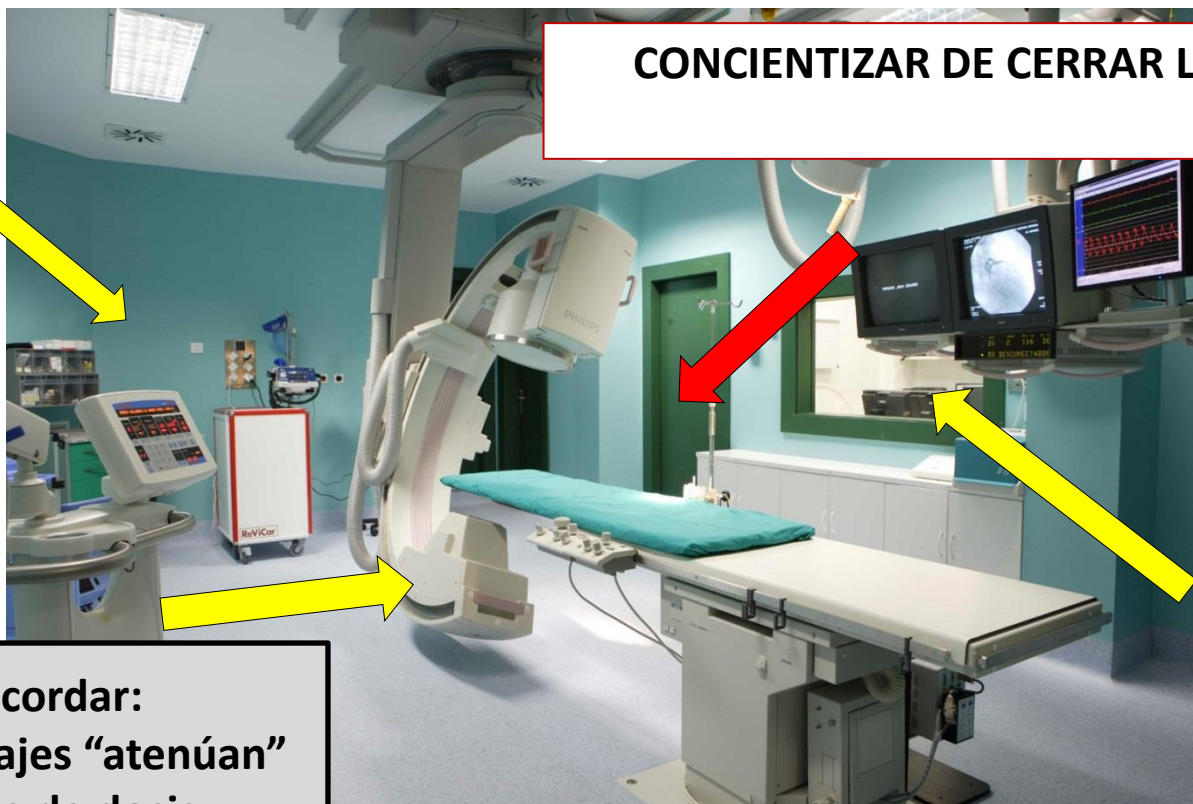
Proyecciones horizontales y oblicuas. El nivel de tasa de dosis en torno al paciente es una función compleja: curvas de isodosis





¿Con qué blindajes contamos en una sala de intervencionismo?

1. Blindaje de la sala y del equipo BLINDAJE «INTRÍNSECO»



CONCIETIZAR DE CERRAR LA PUERTA

Recordar:
Los blindajes “atenúan”
la tasa de dosis
(Cálculo de diseño)

Protección Radiológica desde el diseño y
construcción de la sala y del equipo

2.Elementos de protección personal

Los titulares jurídicos y personal de operación acreditado deben asegurar que se dota a los trabajadores de equipos de protección personal adecuados, que se adapten a todas las regulaciones o normas pertinentes (BSS I.28)



Delantal plomado ó chaleco y pollera



Protector tiroideo



Gafas plomadas



Guantes plomados (opcional)



Es fundamental el CUIDADO de los elementos de protección

Colgar los delantales/chalecos correctamente

No limpiar las gafas con sustancias abrasivas

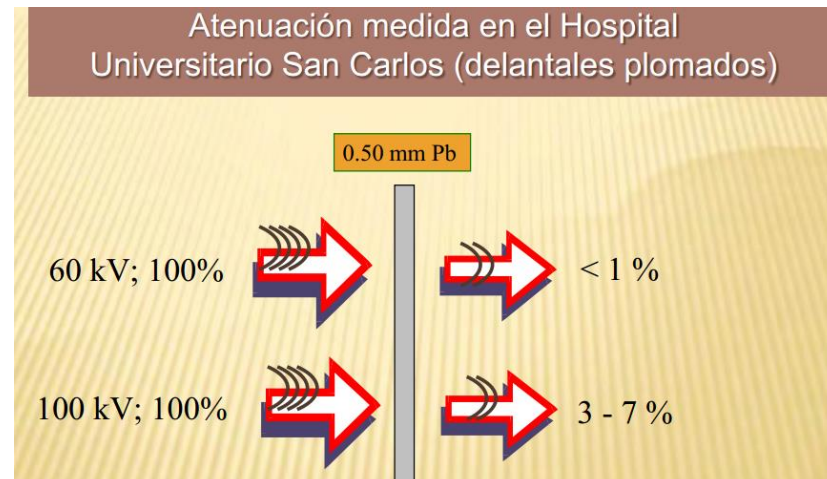
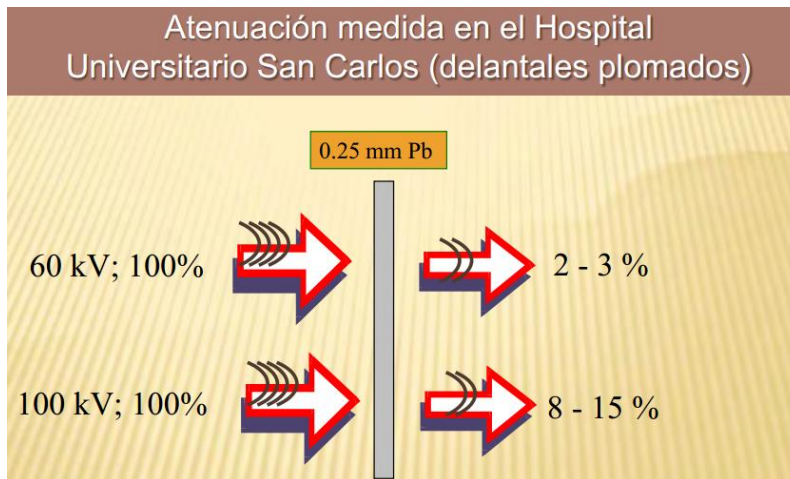
Protección Radiológica
desde el ingreso a la sala

M.Sc. Cinthia Papp



¿Cuánto atenúan?

Depende: espesor del material y el kV.



- * El delantal debería ser cruzado adelante.
- * El chaleco y la pollera permiten distribuir el peso entre los hombros y la cadera.
- * Gafas con protección lateral.



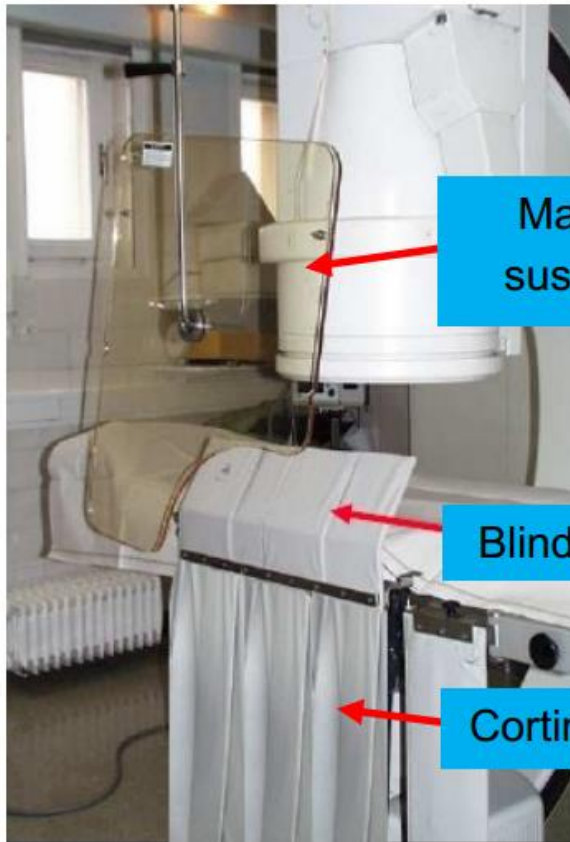
Tabla 1. Comparación de dosis promedio recibidas en los TLDs ubicados frontal y posterior al cristal de las gafas plomadas equivalentes a 0,25 mm de Pb

	Dosímetros* de cuerpo total (mSv) Promedio (CV*)	TLD Frontal (mSv) Promedio (CV)	TLD Posterior (mSv) Promedio (CV)	% de atenuación
Cardiólogo intervencionista				
Dosis en cuerpo total mensual	0,82 (29,8)			
Dosis acumulada mensual en gafas		6,50 (6,2)	2,75 (7,4)	57,7
Técnico médico				
Dosis en cuerpo total mensual	0,14 (194)			
Dosis acumulada mensual en gafas		2,10 (23,3)	1,01 (24,4)	52,0
Enfermera				
Dosis en cuerpo total mensual	0,23 (9,2)			
Dosis acumulada mensual en gafas		1,7 (4,8)	0,94 (6,5)	44,7
Técnico paramédico				
Dosis en cuerpo total mensual	0,11 (96)			
Dosis acumulada mensual en gafas		1,10 (14,8)	0,66 (4,9)	40,0

*Dosímetro filmico utilizado debajo del delantal plomado. *CV: Coeficiente de variación.



3.Elementos móviles



Mampara suspendida

Blindaje lateral

Cortina plomada

BIOMBO

Protección Radiológica desde el diseño y fundamentalmente en el uso diario de la sala

Blindajes

Ceiling shield A1:
shield close to the patient

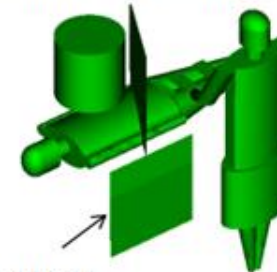
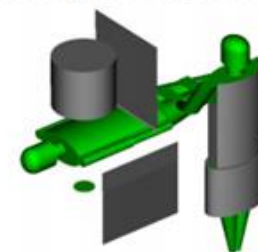


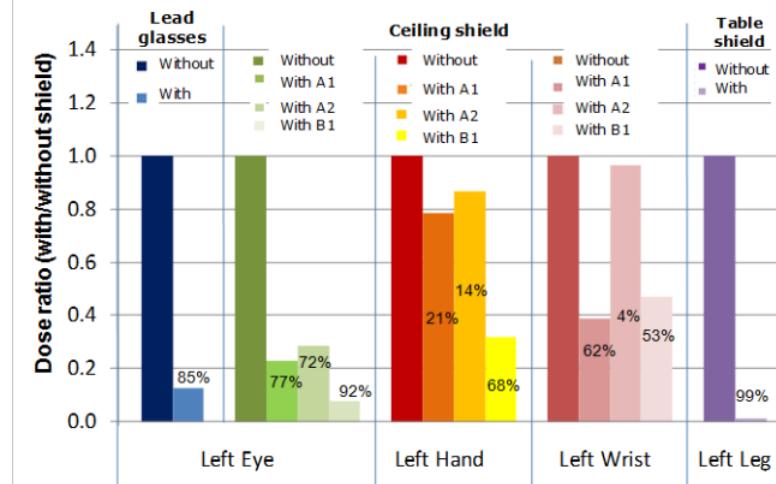
Table shield

Protegen
de la
radiación
dispersa!

Ceiling shield B1:
rectangular shield touching the patient



Effect of ceiling shields for PA projection



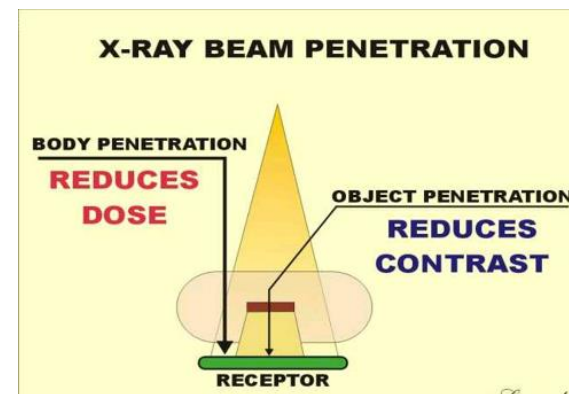
Fuente: Proyecto ORAMED (2011)



Modo de trabajo

1. Relación kVp y mA

Incrementando el kVp disminuye la dosis en el paciente y por lo tanto la dosis dispersa que llega al personal.
Optimización – saturación imagen.



2. Partes del cuerpo del paciente

Mantener las partes del cuerpo que no necesitan irradiarse fuera del haz directo (brazos, mamas). CAE.



3. Tasa de imágenes

Reducir a lo esencial N^o de imágenes por cada serie radiográfica y utilizar la **calidad de imagen necesaria**.



4. Modo de fluoroscopia (Baja - Normal - Alta)

Conocer la tasa de dosis/o rendimiento para cada modo -
Optimizar

5. Fluoroscopia continua/Pulsada/Cine/Sustracción

TABLA 3. Factores modificables que influyen en la exposición a la radiación ionizante en pacientes y profesionales.

Causas	Aumento en la dosis a la entrada del paciente	Aumento en la dosis a los profesionales
Cambio del modo de baja tasa de dosis en fluoroscopia a modo de alta tasa (para un paciente de 20 cm de espesor)	$\times 3.0$	$\times 2.6$
Cambio del campo de visión del intensificador de imagen de 23 al de 17 cm (para un paciente de 20 cm de espesor)	$\times 1.4$	$\times 1.0$
Cambio de espesor atravesado por la radiación (de un paciente de 16 cm a otro de 28 cm de espesor)	$\times 6.0$	$\times 4.2$
Cambio del régimen de fluoroscopia de baja tasa de dosis a cine (para un paciente de 20 cm de espesor)	$\times 10.0$	$\times 8.3$

Ref: Neofotistou. Eur Radiol (2003)

6. Colimación/filtros en cuña

Usar siempre la colimación

➡ menor zona de incidencia, menor volumen irradiado
menor solapamiento y dosis en piel





7. Nuevas tecnologías – Conocimiento del equipamiento



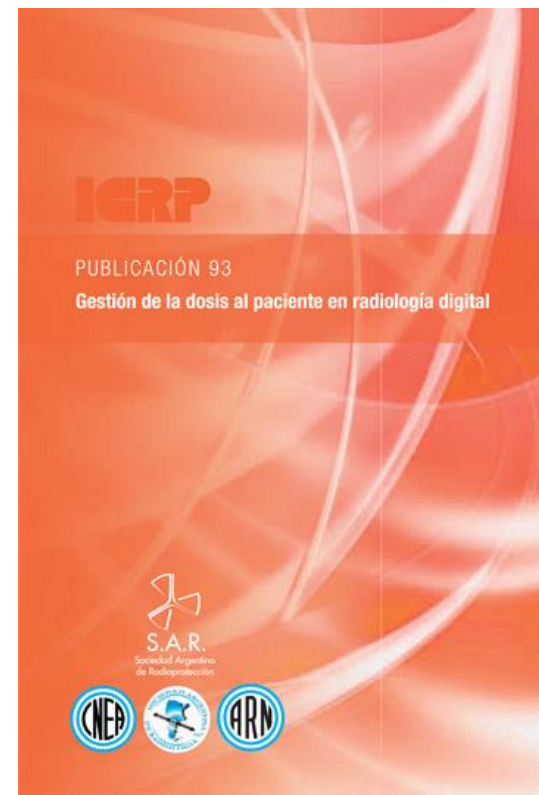
Intensificador



Flat Panel



Doble cabezal



<http://radioproteccionsar.org.ar>



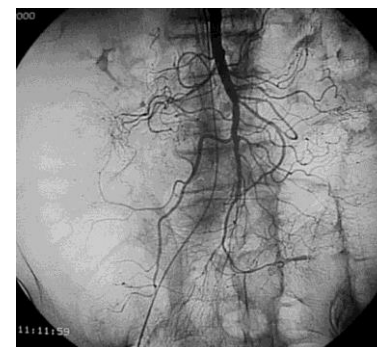
Niveles de referencia (para pacientes)

- * Un NRD es un nivel establecido para exámenes tipo de grupos de pacientes de talla estándar o fantasmas y no para exposiciones o pacientes individuales.
- * Indicativos del estado de la práctica (NO son límites), deben utilizarse como HERRAMIENTA para optimizar los procedimientos.

Cuadro 1: Valores medios de la dosis efectiva y del DAP en intervenciones diagnósticas

Radiología o cardiología intervencionista con fines diagnósticos	Dosis efectiva media (mSv)	DAP media (Gy.cm ²)	Número equivalente de radiografías de tórax (0.02 mSv cada una)
Angiografía de la extremidades superiores [BO]	0.56	12	28
Colangiografía de Tubo en T [HA]	2.6	10	130
Angiografía cerebral [BO]	3	85.7	150
Angiografía coronaria [HA]	3.1	26	155
Extremidades inferiores [BO]	3.5	14	175
ERCP (*) [HA]	3.9	15	195
Aortografía torácica [HA]	4.1	34.5	205
Angiografía pulmonar [ME]	5		250
Presiones arteriales (**) [HA]	7		350
Arteriografía periférica [HA]	7.1	27.2	355
Aortografía abdominal [ME]	12		600
Angiografía renal [BO]	13.7	86	685
Angiografía mesentérica [HA]	22.1	85	1105

**Un procedimiento
NUNCA debe
interrumpirse por
la dosis**



Equivalente a > 1000
placas de tórax

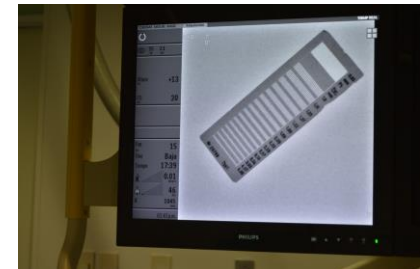
<http://rpop.iaea.org>



8. Implementación de controles de calidad

Importante conocer el rendimiento del equipo o la tasa de dosis en piel del paciente en cada modo y campo.

- Parámetros operativos /alarmas
- Radiación de fuga del cabezal
- Distancia foco – detector
- Parámetros de exposición (kV – mA - Tiempo)
- HVL
- Dosis en la piel de entrada
- Producto dosis – área
- Resolución espacial
- Resolución de bajo contraste



Realizados bajo un programa de Calidad por un **Físico Médico.**

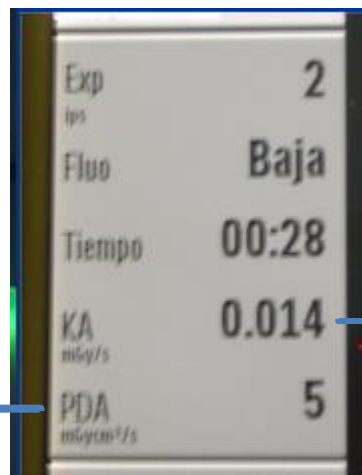
8. Implementación de controles de calidad

Importante conocer el rendimiento del equipo o la tasa de dosis en piel del paciente en cada modo y campo.

Magnitudes y unidades (visualizadas en pantalla)

Producto Dosis Área,
(Gy.cm²)

Comparar con
niveles de
referencia-
Registrar la
dosis paciente



Tasa de kerma (mGy)





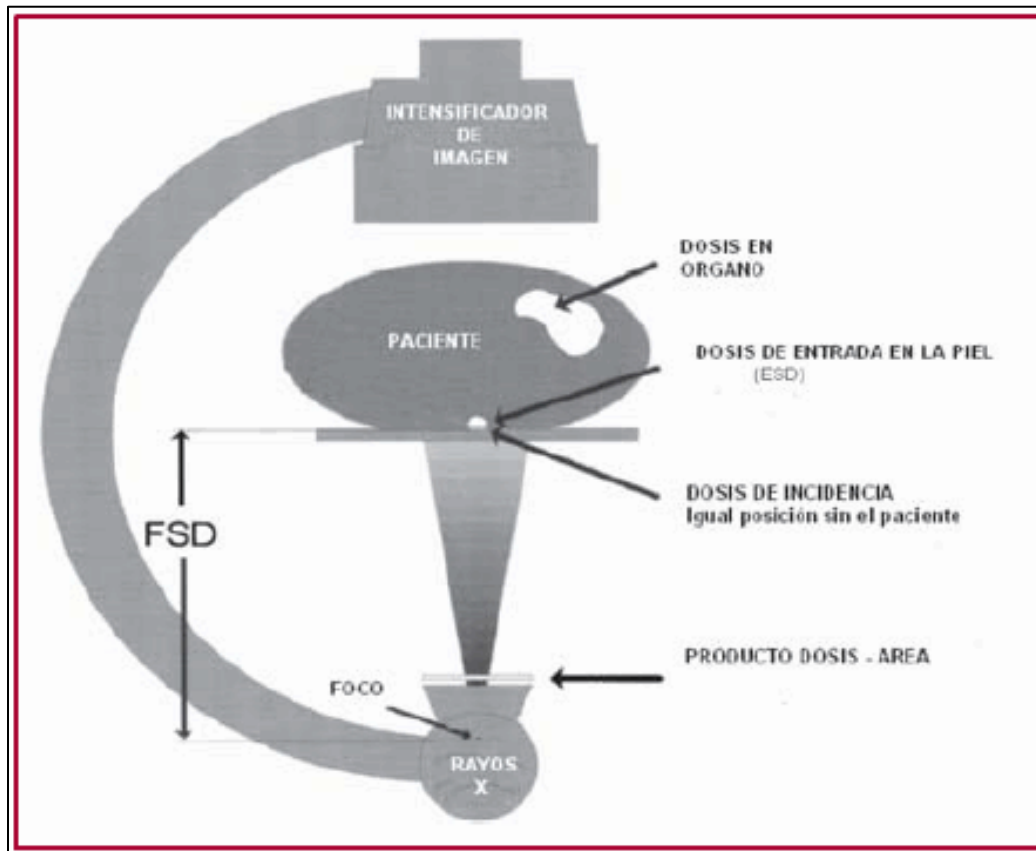
¿Cómo conocer la dosis que puede recibir el paciente?

Los parámetros más importantes a evaluar (control anual):

“Dosis de entrada en la piel del paciente”

“Capa hemirreductora”

“Calidad de imagen”



- ¿La dosis que llega a la piel del paciente es alta? (Posibilidad de efectos tisulares)

Paciente estándar (20 cm espesor)

< 50 mGy/min (Modo fluoro)

< 100 mGy/min (Modo adquisición)

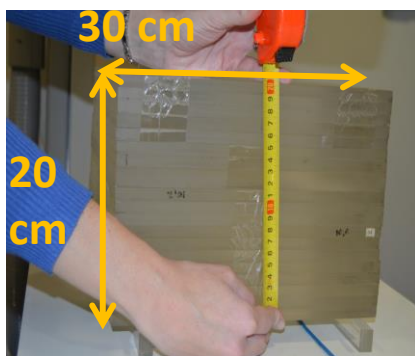
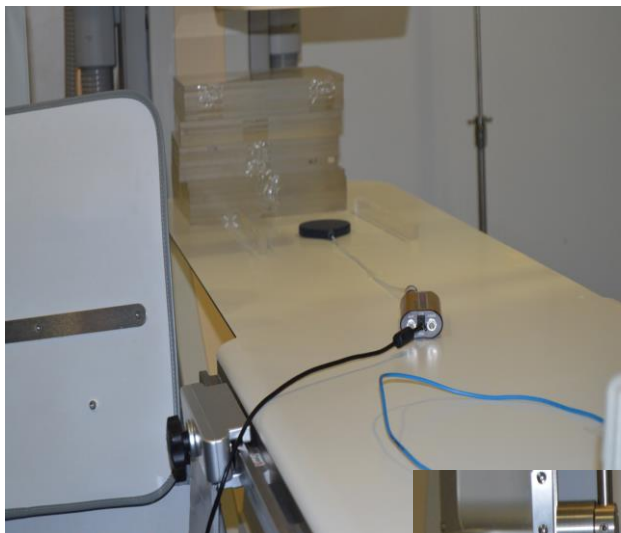
Paciente mayor espesor
< 100 mGy/min (Modo fluoro)

< 200 mGy/min (Modo cine)



Dosis en la piel de entrada [mGy/min]

Control Anual



Preparación de los instrumentos y medición de la dosis de entrada





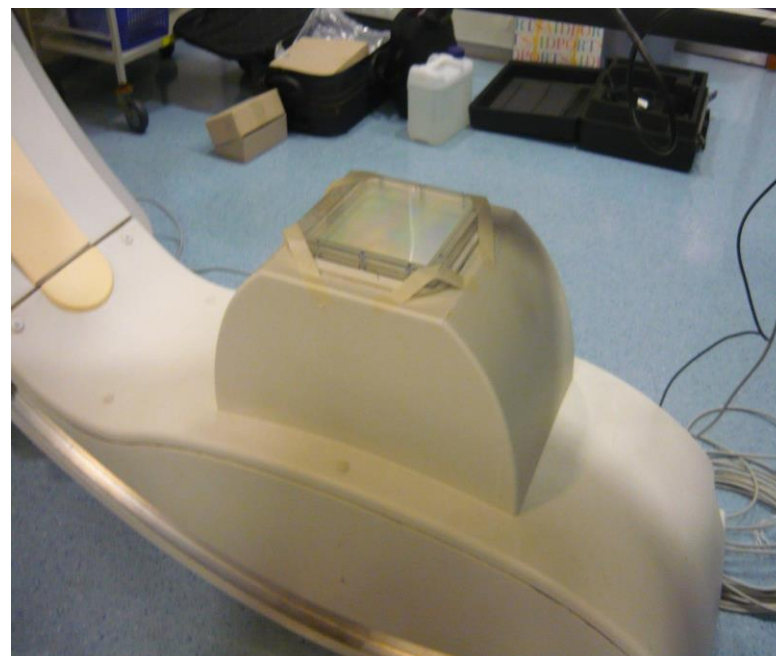
Producto dosis-área (PDA)

- ¿La dosis que llega a la piel del paciente es alta?
PDA [$\text{mGy.cm}^2/\text{s}$]



- Si se que funciona bien el indicador, puedo tomar los valores para cada paciente y compararlos con los NRD.

Exp	2
Fluo	Baja
Tiempo	00:28
KA	0.014
PDA	5

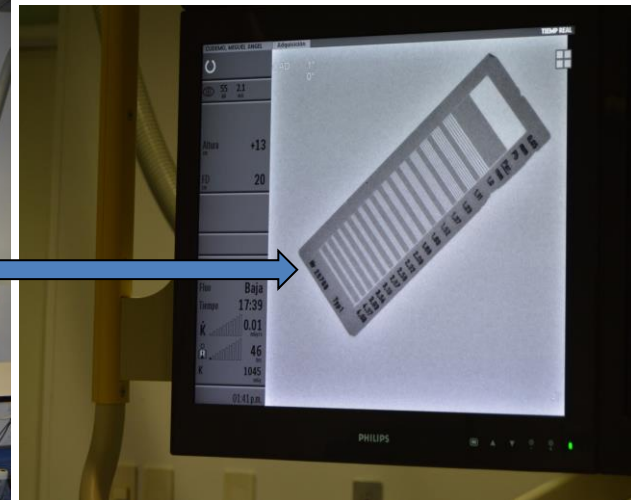
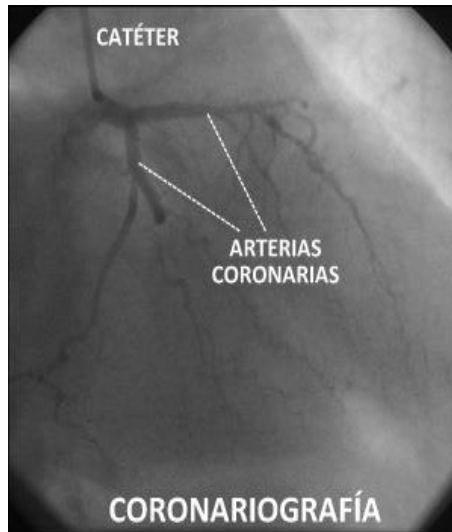




Calidad de imagen

Resolución espacial

¿Se visualizan las arterias coronarias? ¿y las cerebrales?
¿Se ve una cuerda de 0,014 pulgadas?



Patrón para resolución espacial
(pl/mm: pares de líneas por mm)

Control anual



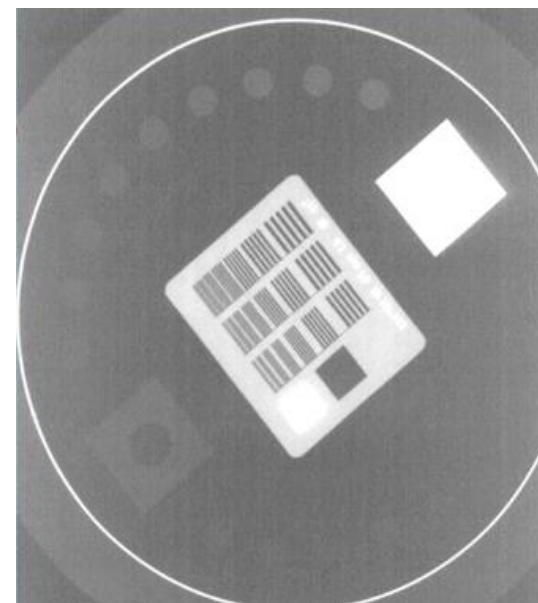
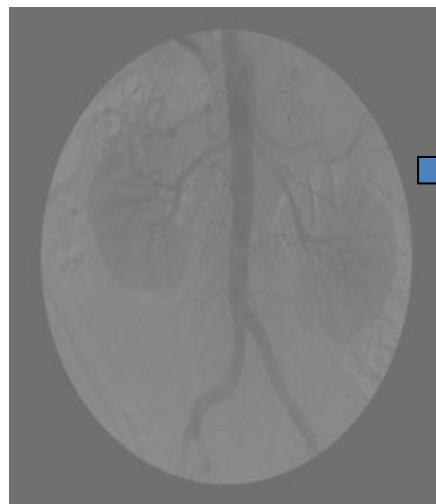
Calidad de imagen

Bajo contraste

¿Se diferencian estructuras?

¿Se distingue el corazón de los pulmones?

De lo contrario... puede requerirse un medio de contraste con mayor concentración de yodo



Fantoma de Calidad de Imagen

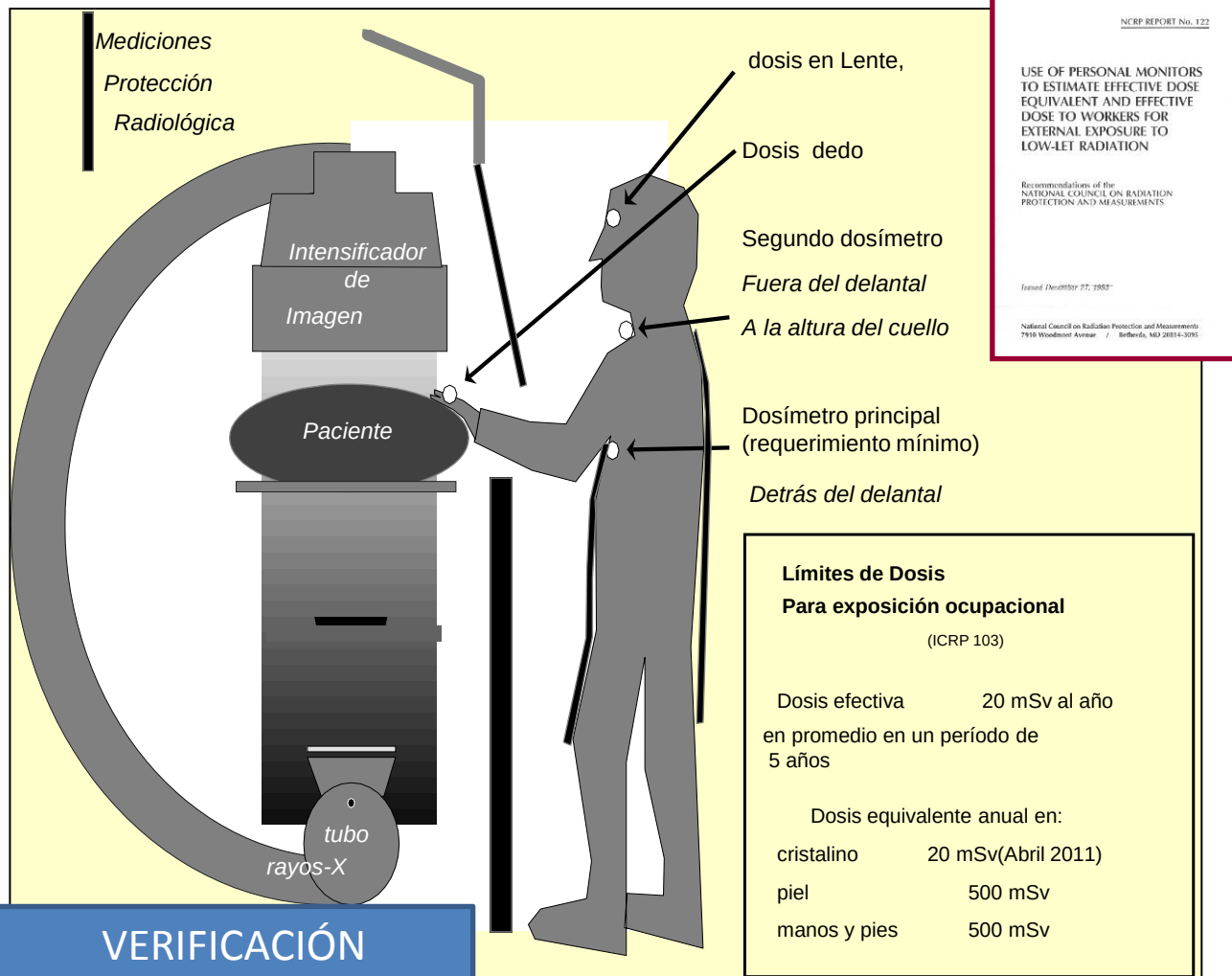
Control anual



Dosimetría personal



Es fundamental un buen uso de los dosímetros para una correcta evaluación de la dosis ocupacional.



Uso personal

***Recambio**

***Lectura**

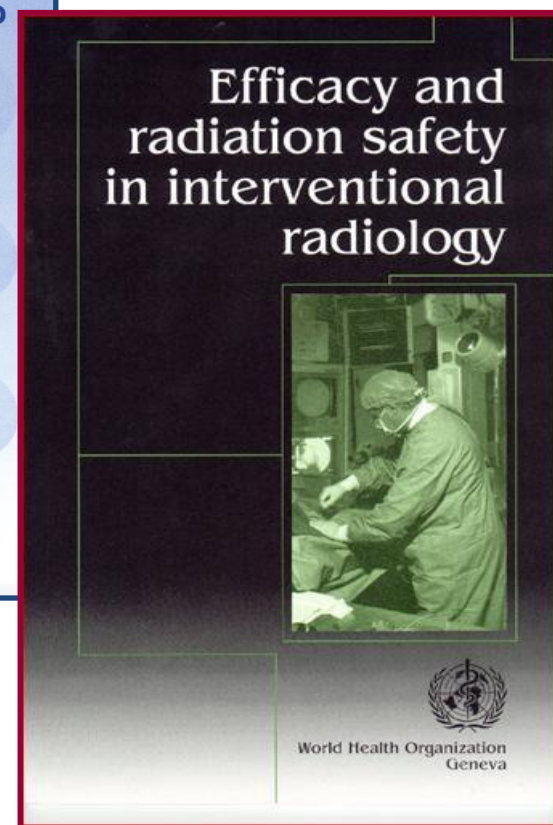
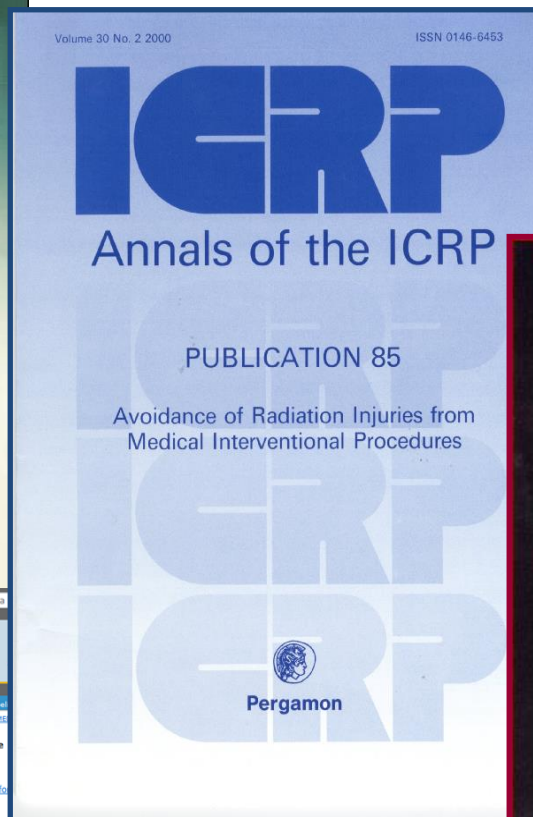
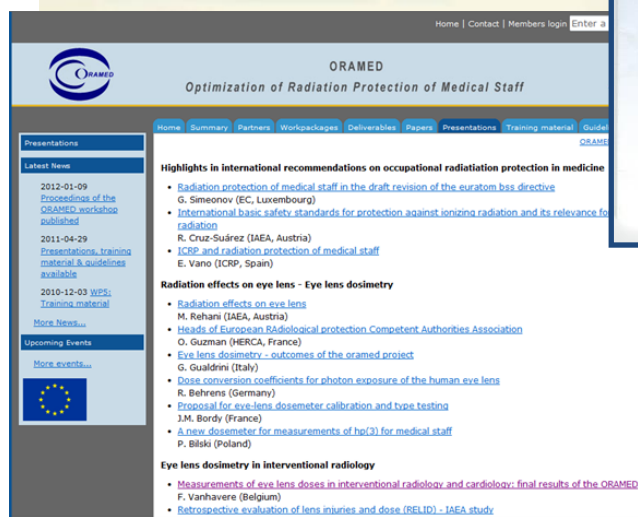
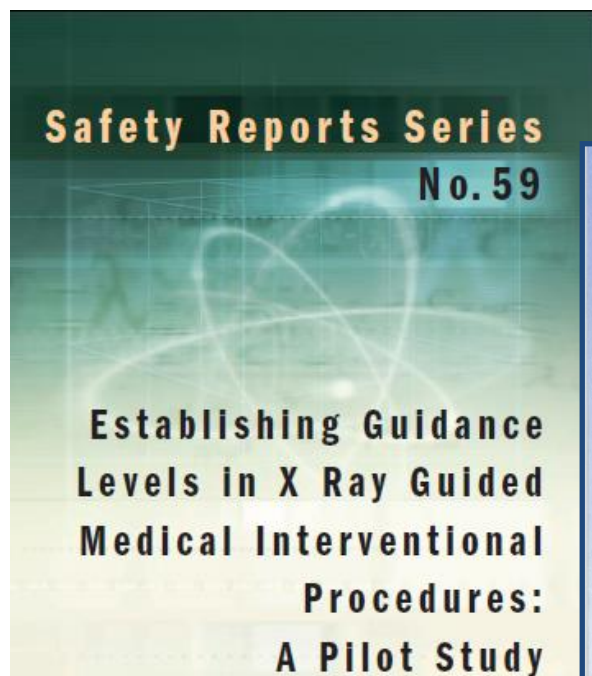
***Posición:
respetar y izq y derecha**

Uso de doble dosímetro:

**Implementación a partir del Año 2013
Min. Salud de la Nación**



IAEA – Proyecto ORAMED- ICRP-OMS





<http://rpop.iaea.org>

Información para profesionales, pacientes y público en todas las prácticas médicas que utilizan RI

The screenshot shows the IAEA RPOP website. The header includes the IAEA logo and the text 'Protección Radiológica de los Pacientes'. There is a search bar and a language selector (English | Español). The main content area is titled 'Cardiología Intervencionista' and features a list of 'Related Links' including 'Cardiologists Training Events' and 'Asian Network of cardiologist in radiation protection'. A sidebar on the left contains links for 'Información para Profesionales de la salud', 'Radiología', 'Radioterapia', 'Medicina Nuclear', 'Fluoroscopia de intervención', 'Cardiología Intervencionista', 'Otras especialidades y modalidades de obtención de imagen', 'Estados Miembros', and 'Pacientes y Público'. A 'Member Area' section is also visible.

de vida más larga. Por lo tanto, siempre hay que considerar las técnicas de imagen que no utilizan radiación ionizante como alternativa. Se deber planificar individualmente y limitar los procedimientos radiológicos de los niños a lo que sea suficiente para un diagnóstico correcto.

10

¿Hay alternativas más seguras que las de imagen de rayos X?

Si. Aunque el riesgo de un único estudio con rayos X es muy pequeño en la mayor parte de los casos, el objetivo es reducir este riesgo al mínimo. Siempre hay que considerar la posible idoneidad de exámenes por imagen en los que se utiliza radiación no ionizante, tales como la resonancia magnética o la ecografía (ultrasonido). A diferencia de los rayos X, no se tiene conocimiento de que éstos aumenten el riesgo de cáncer. Sin embargo no siempre es posible reemplazar exámenes con rayos X por otros con radiación no ionizante. Aparte de este riesgo hay otros aspectos a tomar en cuenta, ya que a veces, para sustituir un examen de CT por otro de resonancia magnética es preciso sedar a los niños.



cción radiológica de los pacientes a la práctica diaria. El mejor enfoque es utilizar tan poca radiación como sea posible (tan bajo como sea razonablemente posible), sin comprometer la finalidad clínica prevista.

Este folleto tiene por objetivo informar a los pacientes y al público sobre la utilidad y los riesgos del diagnóstico por imagen de rayos X y ayudar a mantener la exposición a los niveles más bajos posible.

Organismo Internacional de Energía Atómica

Centro Internacional de Viena
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
E-mail: patient.protection@iaea.org

Rayos X

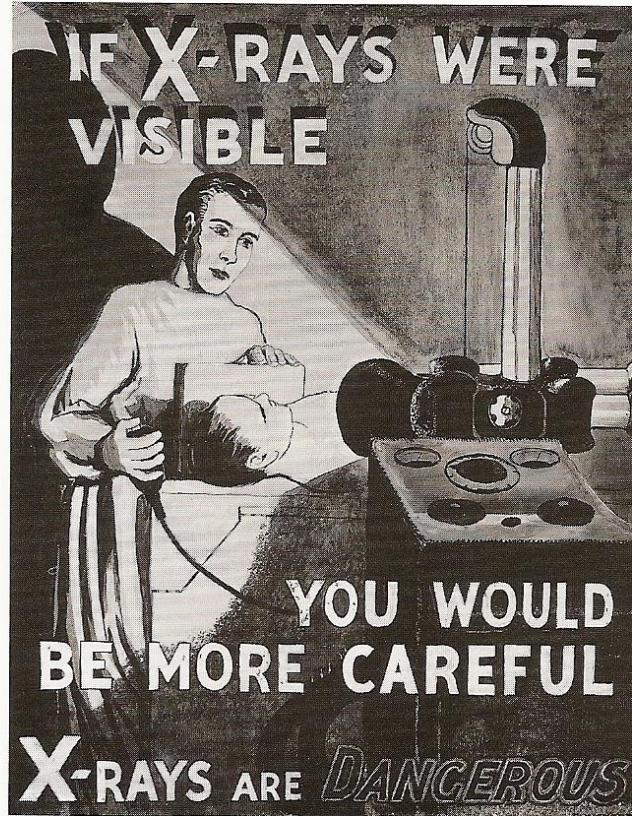
Lo que los pacientes necesitan saber



<http://rpop.iaea.org>



Muchas gracias



M.Sc. Cinthia Papp

cpapp@cnea.gov.ar