



Seguridad Radiológica

Ing. Laura Patricia López Meneses
Ing. Jesús Ignacio Zúñiga

Conceptos a revisar

1. Conceptos generales
2. Efectos Biológicos de la radiación
3. Principios básicos de radioprotección
4. Procedimientos para protección y seguridad radiológica
5. Programa de Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico

Historia de la radiación

SECRETARÍA
DE SALUD



SALUD



Características generales de la radiación



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

- No se ve



- No se siente



- No se oye



- No huele



- No tiene sabor



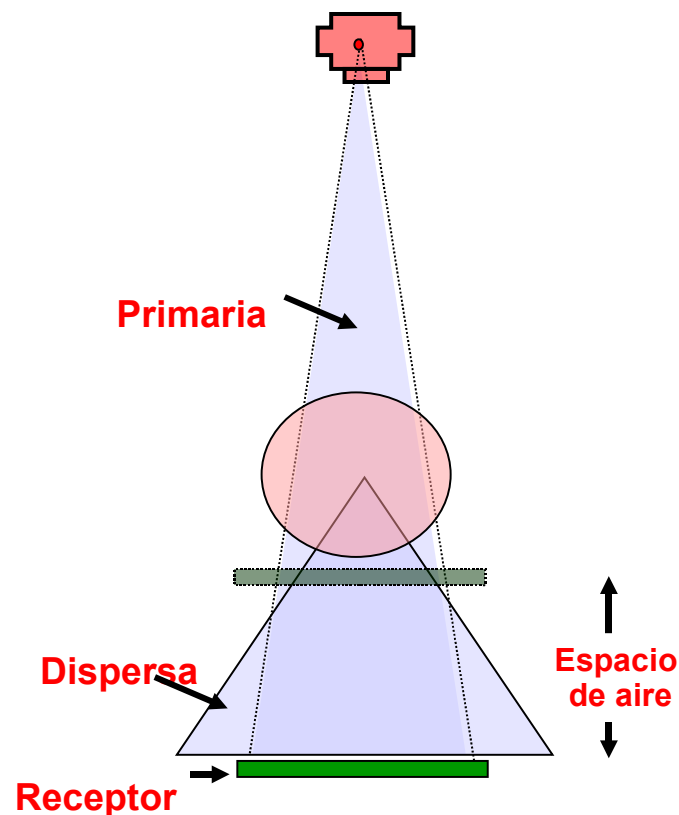
Radiación

Radiación ionizante: Radiación electromagnético o corpuscular capaz de producir iones, en forma directa o indirecta, al interaccionar con la materia.

Radiación de fuga: Radiación generada en el tubo de rayos X y que atraviesa la coraza del mismo, exceptuando el haz útil.

Radiación dispersa: Fracción del haz útil cuya dirección y energía han sido modificadas al interactuar con la materia. En radiodiagnóstico se considera que el paciente es el principal dispersor de la radiación del haz útil.

Radiación secundaria: Suma de la radiación dispersa y de la radiación de fuga



Respuesta celular a las radiaciones ionizantes



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

- La interacción de la radiación con las células es función de **PROBABILIDAD**.
- La interacción de la radiación en una célula es de carácter **NO SELECTIVO**.
- Los cambios visibles producidos en las células, tejidos y órganos no son únicos, **NO SON ESPECÍFICOS**.

Efectos biológicos de la radiación

Tipo de efecto

Muerte celular

Determinísticos

Somáticos
Son clínicamente
atribuibles a pacientes
expuestos

Transformación celular

Estocásticos

Somáticos &
hereditarios
Epidemiológicamente
atribuibles en grandes
poblaciones

Ambas

Prenatal

Somáticos y
hereditarios
expresados en el feto,
en el recién nacido o
en los descendientes.

Efectos determinísticos

- **Determinístico (Umbral/no-estocástico)**
 - Existencia de un valor de dosis umbral (por debajo de esta dosis, el efecto no se observa)
 - La severidad del efecto se incrementa con la dosis
 - Involucra a un gran número de células



Lesión por radiación de una fuente industrial

Umbrales de dosis para efectos determinísticos

Cataratas en el cristalino del ojo 2-10 Gy

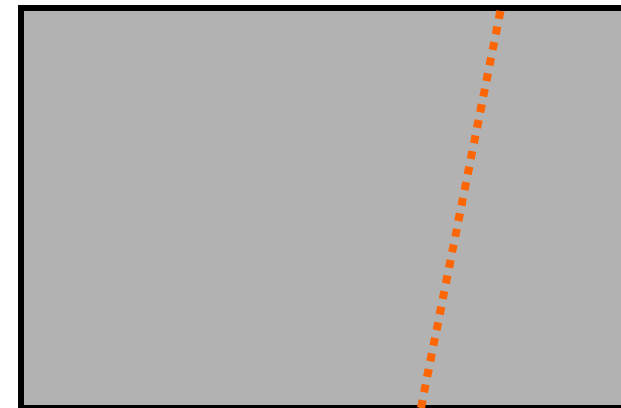
Esterilidad permanente

Hombres	3.5-6 Gy
Mujeres	2.5-6 Gy

Esterilidad temporal

Hombres	0.15 Gy
Mujeres	0.6 Gy

Severidad del efecto



dosis

umbral

Efectos estocásticos

Estocásticos (Sin umbral)

Probabilidad del efecto se incrementa con la dosis

Ocurre generalmente en una sola célula

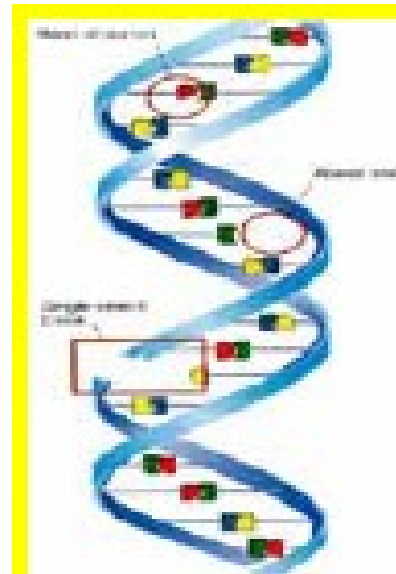
Ejemplo: Cáncer, efectos genéticos.

Radiación interacciona con el núcleo de una célula, estocásticamente!



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD



Efectos sobre ADN

Las lesiones cromosómicas se ven influidas por, entre otros, dos factores dependientes de la radiación:

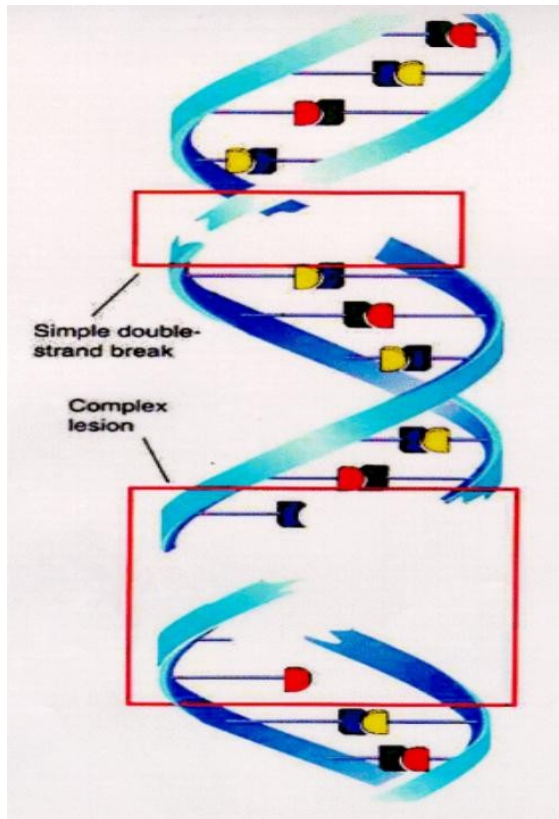
La dosis total suministrada.

A mayor cantidad total de radiación ionizante suministrada, mayor es la incidencia de mutación o aberraciones.

La tasa de dosis.

Es la cantidad de radiación administrada por unidad de tiempo. La misma cantidad suministrada a dos personas en tiempos distintos, el daño será mayor en la que fue suministrada en menor tiempo ya que a la célula no le da tiempo a recuperarse del daño recibido.

ADN mutado o dañado



**Daño reparado
por la célula**



**Necrosis
celular ó
Aptosis**



**Célula
transformada**

Radiosensitividad [RS] (1)

- RS = Probabilidad que tiene una célula, tejido u órgano de ser afectado, por unidad de dosis.
- Bergonie y Tribondeau (1906): "LEYES RS": La RS aumentará si la célula:
 - Es altamente mitótica.
 - No diferenciable.
 - Tiene un futuro altamente cariocinético.



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

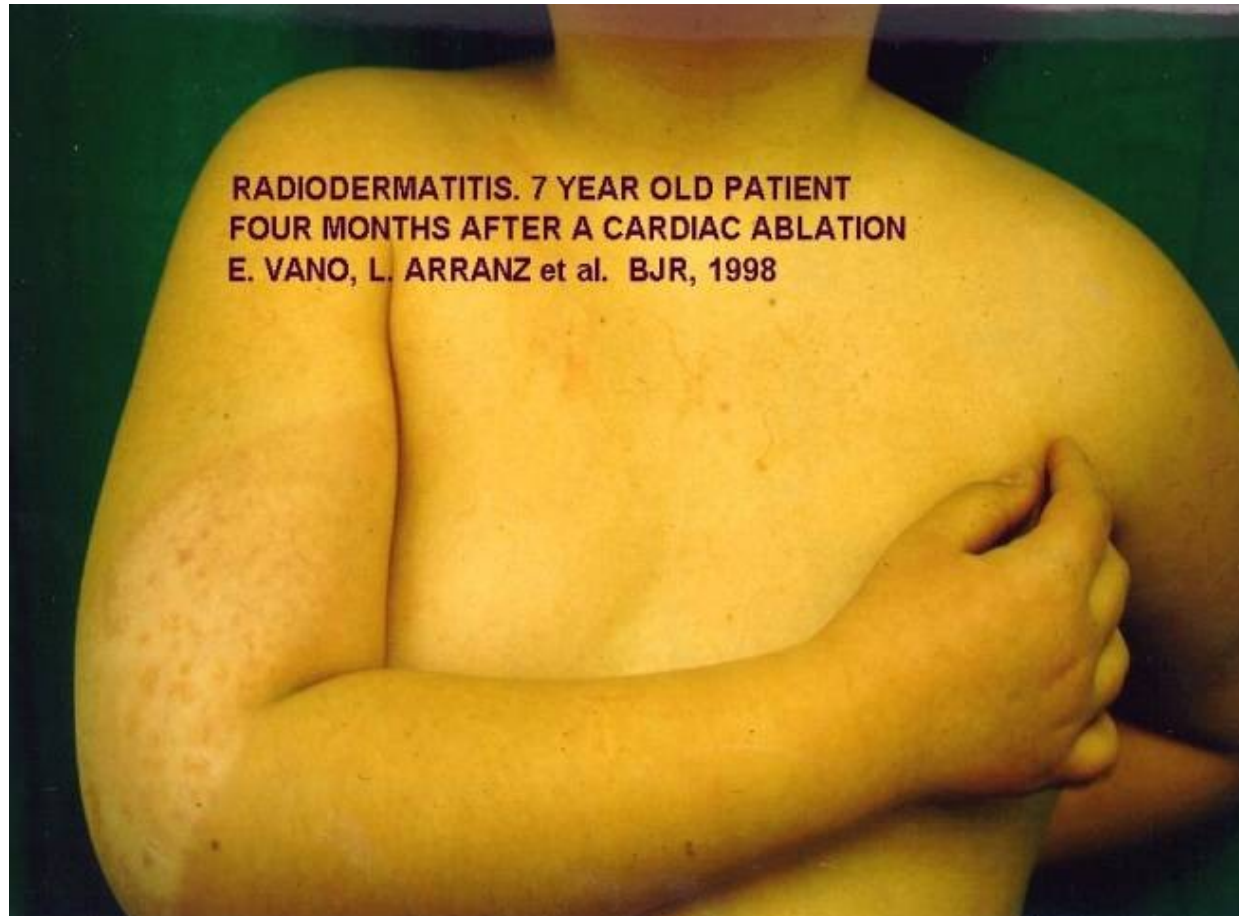
Radiosensitividad (2)

RS Alta	RS Media	RS Baja
Médula osea Bazo Timo Nódulos Linfáticos Gónadas Cristalino Linfocitos (exceptuando las leyes de la RS)	Piel Mesodermo órganos (Hígado, corazón, pulmones...)	Músculos Huesos Sistema Nervioso



SALUD

Lesiones en la piel



Radiodermatitis. Paciente de 7 años, después de de una ablación cardíaca.
E.Vañó, L.Arranz et al. BJR 1998



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD



Lesiones en la piel



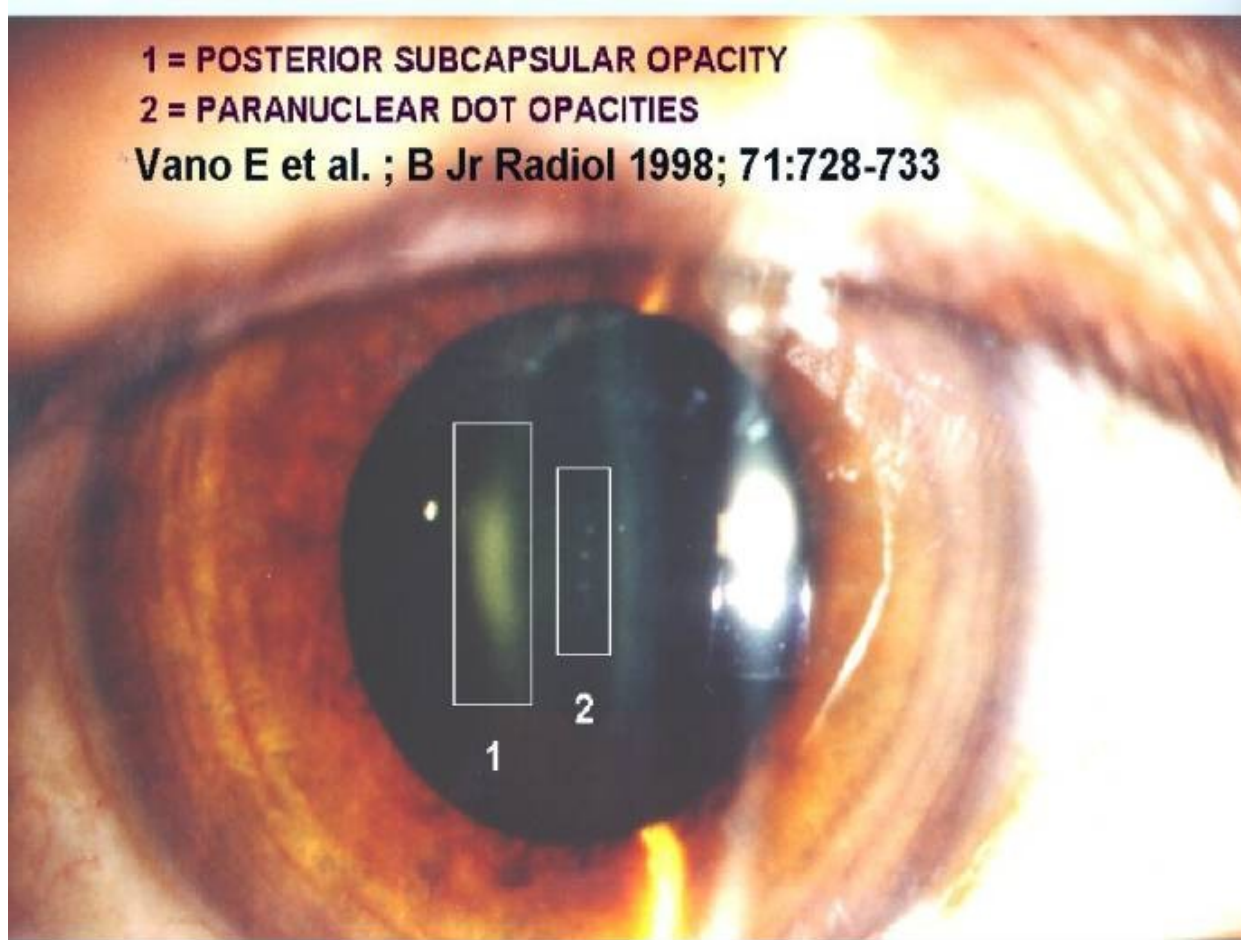
SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD



Fotografía de la espalda de un paciente 21 meses después de un angiografía coronaria y dos procedimientos de angioplastia en un período de 3 días; la dosis evaluada acumulada fue de 15 - 20 Gy (Fotografía cortesía de F. Mettler)

Lesiones oculares



1= Opacidad en la cápsula posterior.
2= Puntos de opacidad paracapsulares.
E.Vano, L.Arranz et al. BJR 1998

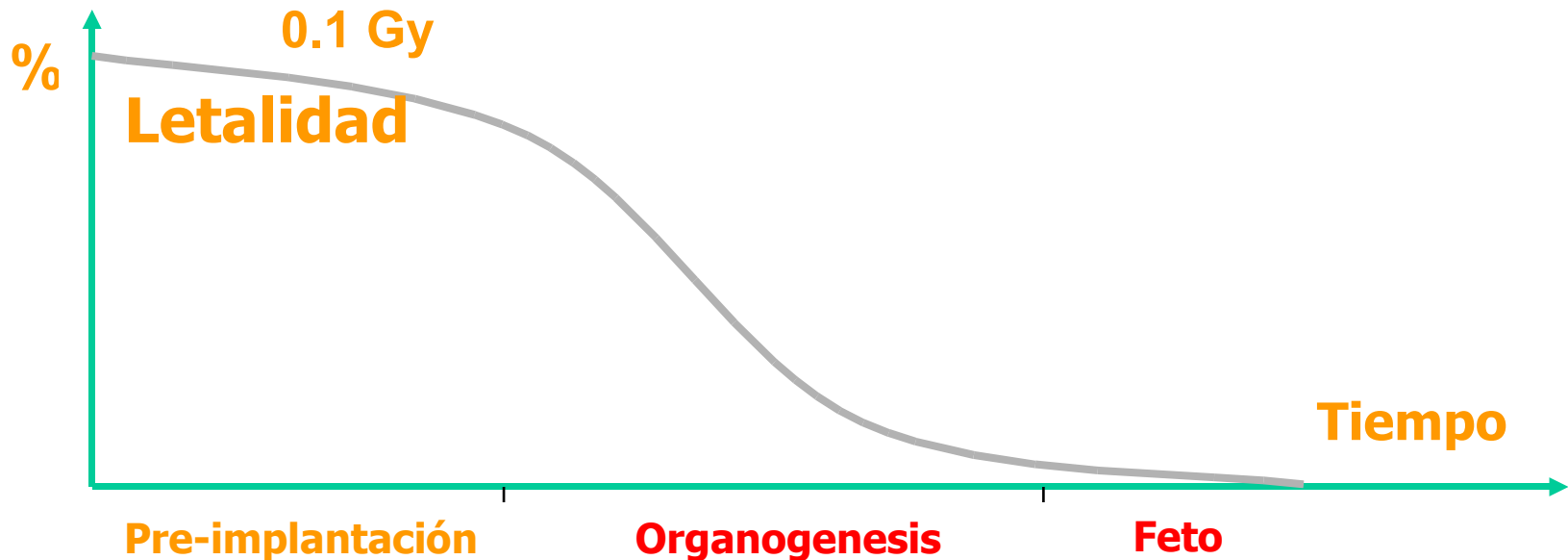


SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

Efectos de exposición prenatal

- Efectos letales pueden ser inducidos por dosis relativamente pequeñas (hasta un Gy) antes o inmediatamente después de la implantación del embrión en la pared. También pueden ser inducidas después de dosis altas durante todas las etapas del desarrollo intrauterino.



Principios básicos de radioprotección

Dos principios básicos de la radioprotección recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) para las exposiciones médicas, son:

- 1) La Justificación de la práctica
(correcta aplicación de criterios de referencia).
- 2) La Optimización del proceso de imagen (consideración de los niveles de dosis de referencia para el radiodiagnóstico.)

La filosofía es mantener la dosis al paciente tan baja como sea razonablemente posible (**principio ALARA**), compatibles con los padrones aceptables de la calidad de imagen.

Normas específicas de protección contra radiaciones ionizantes



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

Las normas básicas de protección contra la radiación externa dependen de tres factores:

Limitación del tiempo de exposición. La dosis recibida es directamente proporcional al tiempo de exposición, por lo que, disminuyendo el tiempo, disminuirá la dosis. Una buena planificación y un conocimiento adecuado de las operaciones a realizar permitirá una reducción del tiempo de exposición.

Utilización de pantallas o blindajes de protección. Para ciertas fuentes radiactivas la utilización de pantallas de protección permite una reducción notable de la dosis recibida por el operador. Existen dos tipos de pantallas o blindajes, las denominadas barreras primarias (atenúan la radiación del haz primario) y las barreras secundarias (evitan la radiación difusa).

Distancia a la fuente radiactiva. La dosis recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente radiactiva. En consecuencia, si se aumenta el doble la distancia, la dosis recibida disminuirá la cuarta parte. Es recomendable la utilización de dispositivos o mandos a distancia en aquellos casos en que sea posible.

Delimitación de zonas

SECRETARÍA
DE SALUD



SALUD

Todo espacio donde disponga de generadores de radiaciones ionizantes deben estar perfectamente delimitado y señalizado. La clasificación en distintos tipos de zonas se efectúa en función del riesgo existente en la instalación:

Zona de libre acceso. Es aquella en que es muy improbable recibir dosis superiores a $1/10$ de los límites anuales de dosis. En ella no es necesario tomar medidas de protección radiológica.

Zona supervisada. Es aquella en que no es improbable recibir dosis superiores a $1/10$ de los límites anuales de dosis, siendo muy improbable recibir dosis superiores a $3/10$ de dichos límites. Existe vigilancia de las condiciones de exposición ocupacional pero no requiere medidas protectoras adicionales.

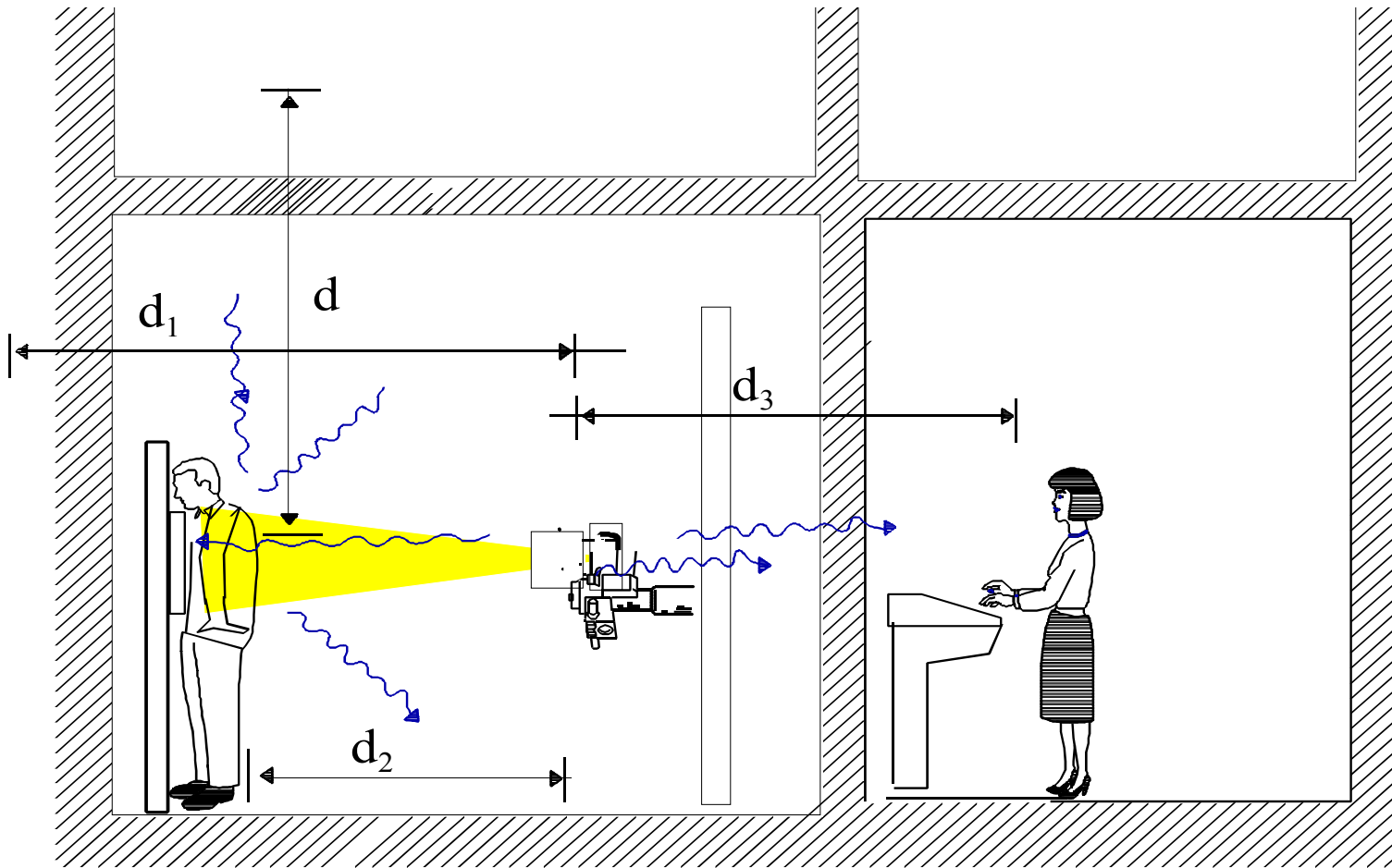
Zona controlada. Zona sujeta a supervisión y controles especiales con fines de protección radiológica. Es aquella que no es improbable recibir dosis superiores a $3/10$ de los límites anuales de dosis.

Blindajes y memorias de cálculo

SECRETARÍA
DE SALUD



SALUD



Blindajes y memorias de cálculo



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

- Los blindajes para la construcción, adaptación o remodelación deben determinarse con base en una memoria analítica o de cálculo.
- La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros previa evaluación de las áreas colindantes.
- En instalaciones fijas, es indispensable que la protección del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control está dentro de la sala de rayos X.
- Toda instalación debe contar con una verificación de blindaje realizada y documentada por un asesor especializado en seguridad radiológica

Leyendas en carteles a la vista del público

"SI EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE USTED SE ENCUENTRE EMBARAZADA, INFORME AL MÉDICO O AL TÉCNICO RADIÓLOGO ANTES DE HACERSE LA RADIOGRAFÍA"

"NO ABRIR ESTA PUERTA A MENOS QUE LO LLAMEN"

"CUANDO LA LUZ ESTÉ ENCENDIDA SOLO PUEDE INGRESAR PERSONAL AUTORIZADO"

"EN ESTA SALA SOLAMENTE PUEDE PERMANECER UN PACIENTE"

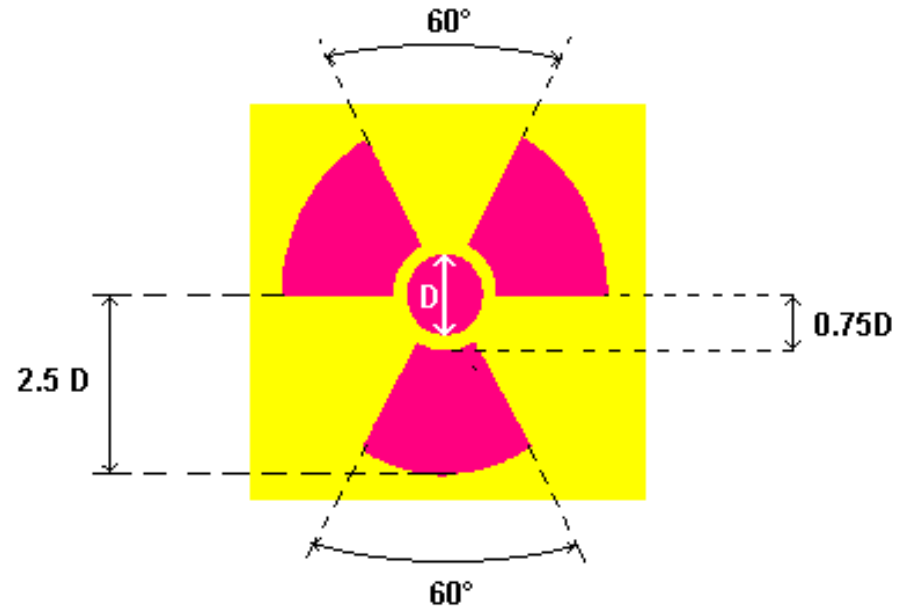
Señal de Seguridad e Higiene relativa a las Radiaciones Ionizantes.

SECRETARÍA
DE SALUD



SALUD

- a) forma geométrica cuadrada;
- b) color de seguridad: amarillo;
- c) color contrastante: magenta;
- d) símbolo: el color del símbolo debe ser el magenta
- e) texto opcional, siempre y cuando cumpla con lo establecido en el apartado



Formación e información al POE

Previo al inicio de su actividad, deberán recibir una formación adecuada en materia de protección radiológica y deberán asimismo ser informados e instruidos al nivel adecuado sobre el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, que incluirá los siguientes aspectos:

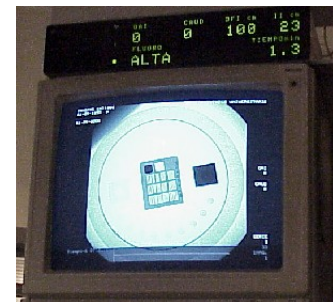
2. Riesgos de las radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos.
3. Normas generales de protección y precauciones a tomar durante el régimen normal de trabajo y en caso de accidente.
4. Normas específicas, medios y métodos de trabajo para su protección en las operaciones a efectuar.
5. Conocimiento y utilización de los instrumentos de detección y medida de radiaciones y de los equipos y medios de protección personal.
6. Necesidad de efectuar reconocimientos médicos periódicos.
7. Actuación en caso de emergencia.
8. Importancia del cumplimiento de las medidas técnicas y médicas.
9. Responsabilidades derivadas de su puesto de trabajo con respecto a la protección radiológica.

Programa de Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico

- Es un esfuerzo organizado por parte del personal del Hospital para conseguir con **SEGURIDAD** que las imágenes diagnósticas producidas por nuestras instalaciones tengan una **CALIDAD** suficientemente elevada para que den en todos los casos una información diagnóstica adecuada, al **MENOR COSTO** posible y con la **MINIMA EXPOSICIÓN** del personal ocupacionalmente expuesto y del paciente a las radiaciones.

Programa de Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico

- Contar con la instrumentación adecuada y calibrarla periódicamente.
- Establecer un programa de verificaciones para el control de calidad
- Generar archivos como resultado de las verificaciones
- Vigilar el cumplimiento del programa
- Tomar acciones en caso de alguna anomalía



Dispositivos de protección y dosimetría para el POE

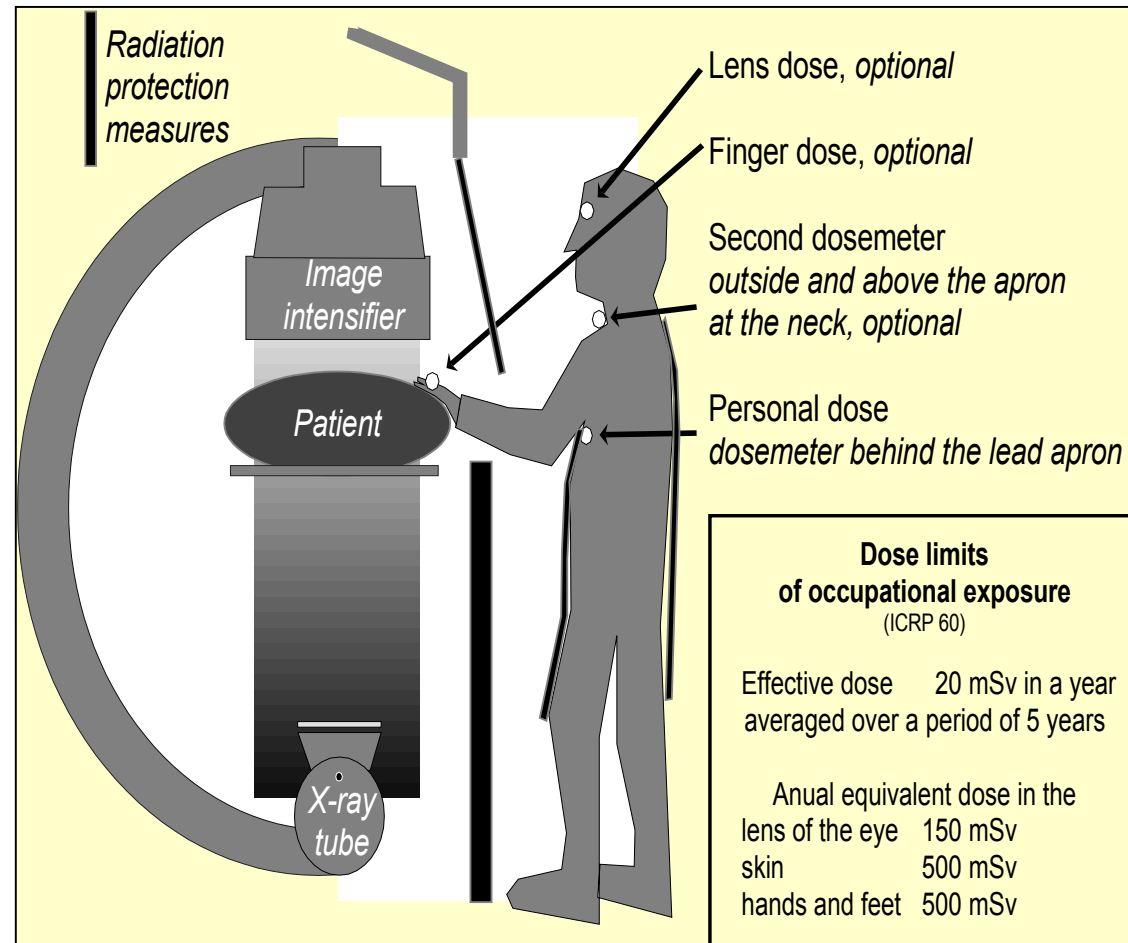


SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

Dispositivos de protección:

- Pantallas plomadas: suspendidas, cortina
- Anteojos plomados
- Mandiles plomados
- Collarines y protectores gonadales
- Dosímetros personales



Recapitulación



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

Los efectos de las radiaciones ionizantes pueden ser determinísticos o estocásticos, inmediatos o tardíos, somáticos o genéticos.

Algunos tejidos son altamente radiosensibles.

Cada tejido tiene su propio factor de riesgo.

La norma oficial mexicana NOM 229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipo y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

¿Dónde obtener más información?



SECRETARÍA
DE SALUD

SALUD

1990 Las Recomendaciones del ICRP. ICRP Edición 60. Publicación Pergamon 1991

Protección radiológica del empleado de servicios médicos y dentistas. Radiological protection of the worker in medicine and dentistry. ICRP Edición 57. Pergamon Press 1989

Fuentes y Efectos de Radiación Iónica. Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los Efectos de la Radiación Atómica UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 2000.

Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Ann ICRP 2000;30 (2). Pergamon

¿Dónde obtener más información? (2)

SECRETARÍA
DE SALUD



SALUD

Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipo y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

Nom-012-STPS-1999 Condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo.

Nom-031-NUCL-1997 Requerimientos para la calificación de Personal Ocupacionalmente Expuesto en instalaciones radiactivas.

Guía reguladora de Seguridad Radiológica para la Práctica de Radiodiagnóstico Médico. ARCAL, OIEA 2000



GRACIAS

lauralopez@salud.gob.mx

jzuniga@salud.gob.mx