



Edita: Grupo de Investigación de Radiobiología
Dpto. Radiología y Medicina Física
Universidad de Málaga (España)

Radiobiología 10 (2010) 220-224

Radiobiología

Revista electrónica

<http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>

Riesgos asociados a los distintos tipos de radiación

Marcos Cara Imbroda^{1,*}, M^a Luisa Barceló Miró² y Enrique Martínez Mena³

¹Técnico Especialista en Radiodiagnóstico, Experto en Protección Radiológica por el CIEMAT, Colaborador de la UTPR Manuel Nosti, S.L.

²Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico, Servicio Andaluz de Salud

³Técnico Especialista en Radiodiagnóstico, Especialista de aplicaciones en Philips Medical Systems, áreas de TC y RM

Resumen

El objeto principal de este trabajo es el de revisar los riesgos asociados a los distintos tipos de radiación. En este sentido, según el tipo de radiación debemos adoptar distintas fórmulas de protección y ponderar si las fuentes son de irradiación o contaminación, para acometer diferentes protocolos de manipulación. También abordamos las reglas principales para trabajar con radiactividad de forma segura pues éstas deben ser conocidas, observadas y aplicadas cuidadosamente

Palabras Clave: Irradiación, contaminación, radiactividad, encapsulamiento

Abstract

The main purpose of this work is to point out the risks associated to the different types of radiation. We must have on mind that according to the type of radiation we must take various formulae of protection and consider whether the sources are from irradiation or contamination, to take different protocols. We also add the main rules for working safely with radioactivity as these must be known, observed and applied carefully

Key words: irradiation, pollution, radioactivity, encapsulation

INTRODUCCIÓN

La exposición a radiación de los trabajadores puede ser de dos tipos: externa e interna. La exposición externa se produce con fuentes externas al cuerpo humano que emiten radiación de suficiente energía como para penetrar en el cuerpo y producir daños celulares. Así, de forma general los rayos X, rayos γ , neutrones y partículas β de suficiente energía ($E_{\text{máx}} > 300 \text{ keV}$) suponen un peligro de irradiación externa. La exposición interna se produce por la radioactividad incorporada dentro de nuestro cuerpo por inhalación, ingestión, adsorción por la piel, etc.

* E-mail: marlucabar@hotmail.com

Tanto la exposición interna como externa suponen un riesgo para la salud. Por tanto, cuando se utilizan materiales radiactivos (o equipos emisores de radiaciones ionizantes), los trabajadores deben conocer y aplicar los principios básicos de protección radiológica para protegerse de la radiación que emiten los materiales radiactivos y de la contaminación radiactiva en el lugar de trabajo.

Los principios de tiempo, distancia y blindaje se aplican fundamentalmente a las exposiciones externas. Además, se deben tomar precauciones para evitar las exposiciones internas, es decir, la incorporación de radionucleidos dentro del cuerpo. Cuando se manejan fuentes selladas no hay riesgo de contaminación, salvo que se produzca un deterioro en el material que envuelve a la sustancia radiactiva y se produzcan fugas.

EMISORES ALFA

Las partículas α son absorbidas en pocos centímetros de aire o en la capa de piel muerta que nos rodea. Por tanto, no suponen un riesgo de irradiación externa, pero son muy peligrosas si penetran en nuestro cuerpo (ingestión, inhalación), por lo que deben extremarse las precauciones para que esto no ocurra.

EMISORES BETA

Para que las partículas β penetren la delgada capa de piel muerta deben tener una energía mayor de 70 keV, por tanto, muchos emisores β , como por ejemplo ^3H , ^{14}C , ^{33}P , ^{35}S , ^{45}Ca , no suponen un riesgo de irradiación externa.

Sin embargo, las partículas β de alta energía sí que deben blindarse mediante materiales ligeros como plásticos. En la siguiente tabla se muestra una estimación de la tasa de dosis equivalente en piel por unidad de actividad para emisores beta comúnmente utilizados:

Radionucleido	Energía máxima (MeV)	Dosis equivalente en piel (mSv/(h·kBq))
^{14}C , ^{35}S	0.16	0.275
^{32}P	1.709	1.622

Con una gota de 37 kBq de ^{32}P sobre la piel durante una hora se recibirá: $1.622 \text{ mSv}/(\text{h} \cdot \text{kBq}) \cdot 1 \text{ h} \cdot 37 \text{ kBq} = 60 \text{ mSv}$

El tiempo necesario para exceder el límite anual de dosis en piel (500 mSv en 1 cm^2 para trabajadores expuestos) con una contaminación de $1 \mu\text{Ci}$ (37 kBq) de ^{32}P sobre 1 cm^2 de piel es de sólo 8,3 horas.

Dado que es posible una alta dosis de radiación β en piel, es aconsejable que en toda área en la que se trabaje con emisores β se cuente con un contador Geiger de ventana fina. Sin este tipo de equipos es imposible saber si hay contaminación en piel.

La disminución de dosis con la distancia a una fuente de radiación β es más rápida que la que se obtiene aplicando la ley del inverso del cuadrado de la distancia, dado que la atenuación de este tipo de partículas es importante incluso en aire (sobre todo para las partículas β de menor energía del espectro de emisión).

Consejos de protección contra la radiación β :

- Llevar ropa que sirva de protección (guantes desechables, bata ...).
- Chequear la posible contaminación de los guantes cuando existan dudas y al final de cada operación con un material emisor β .
- Para emisores β de alta energía utilizar blindajes de material ligero, como plástico.
- Es relativamente común cubrir la sonda Geiger con un plástico para evitar contaminación. Si esto es imprescindible, hay que tener en cuenta que esto afecta de forma muy importante a la eficiencia de detección de emisores β de baja energía como ^{14}C o ^{35}S .

EMISORES GAMMA

Al contrario que las partículas α o β , los rayos γ no pierden su energía rápidamente al atravesar la materia, o dicho de otro modo, son más penetrantes. La interacción es mayor con materiales de alto número atómico (Z), razón por la cual el plomo es el material más comúnmente utilizado para blindar este tipo de radiación.

Uso de mandiles plomados contra radiación γ

Los mandiles plomados son efectivos para proteger contra la radiación dispersa en salas con tubos de rayos X y, en general, para energías menores de unos 50 keV (la energía media de los espectros emitidos por los tubos de rayos X suele estar por debajo de este valor). Para radionucleidos emisores γ de mayor energía (como $^{99\text{m}}\text{Tc}$), el uso de mandil plomado puede suponer una mayor exposición dado que supone una atenuación relativamente pequeña, impide la agilidad de movimientos y puede producir una falsa sensación de seguridad.

EMISORES MIXTOS BETA/GAMMA

Entre estos están los emisores de positrones como el ^{18}F que emite radiación γ tras la aniquilación del positrón. De forma general, un material de alto número atómico, de espesor suficiente para reducir la exposición a la radiación γ es suficiente para reducir la exposición a la radiación β y al bremsstrahlung que se produzca.

LAS 10 REGLAS PRINCIPALES PARA TRABAJAR CON RADIATIVIDAD DE FORMA SEGURA

1. Comprender los riesgos y realizar prácticas sin fuentes radiactivas.
2. Planificar el trabajo para minimizar el tiempo manejando sustancias radiactivas. Cuanto menos tiempo, menos dosis.
3. Colocarse a una distancia adecuada de las fuentes. La dosis disminuye con la distancia según la ley del inverso del cuadrado de la distancia.
4. Utilizar un blindaje adecuado para las fuentes. Utilizar plástico para emisores β puros y plomo para emisores γ puros.
5. Mantener las sustancias radiactivas dentro de las áreas de trabajo definidas para su manejo. Separar las zonas de trabajo con sustancias radiactivas y con sustancias no radiactivas siempre que sea posible. Trabajar sobre bandejas y papel o plástico cubriendo la superficie de trabajo.

Almacenar los radionucleidos adecuadamente. Etiquetar los contenedores indicando como mínimo el radionucleido, la actividad y la fecha.

6. Llevar ropa adecuada: bata de laboratorio, gafas de seguridad y guantes desechables.
7. Verificar el área de trabajo en busca de posibles contaminaciones.
8. Seguir los procedimientos de trabajo y seguridad de la instalación radiactiva. La instalación deberá contar con procedimientos específicos adaptados a los tipos de radionucleidos, al equipamiento y a las técnicas de trabajo. No comer, beber o trabajar con cortes o heridas en la piel.
9. Minimizar el volumen de residuos y realizar una clasificación y etiquetado adecuados.
10. Al finalizar el trabajo, verificar que no se ha contaminado. Lavarse las manos. Comunicar a su superior cualquier contaminación.

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DE FUENTES ENCAPSULADAS Y EQUIPOS EMISORES DE RADIACIÓN

El encapsulamiento de las fuentes radiactivas se ajusta a requerimientos muy estrictos. Aun así, hay una pequeña probabilidad de que se produzca un daño en el encapsulamiento, por lo que son necesarios test de fugas periódicos.

Estas fuentes se utilizan para esterilizar sangre, comida, instrumentación médica, para calibrar equipos de medida, para tratamientos (ej. Braquiterapia, etc.), para medir espesores, densidades y detectar deficiencias en un material, etc. Las fuentes encapsuladas, al igual que los equipos productores de radiaciones ionizantes pueden suponer un riesgo de irradiación externa. Para reducirlo se aplican los principios de tiempo, distancia y blindaje.

Estas fuentes, de actividad importante, suelen utilizarse dentro de salas blindadas habitualmente con plomo o con hormigón. Estas salas suelen encontrarse a nivel del suelo o por debajo de él para que el peso no suponga un problema estructural para el edificio y para evitar la necesidad de blindar el suelo. El cálculo de blindajes y su verificación son procesos clave previos al inicio del funcionamiento con este tipo de fuentes.

Las fuentes suelen estar contenidas en equipos con diversos sistemas de seguridad como por ejemplo:

- La fuente no sale de su blindaje si la puerta de la sala o búnker está abierta.
- La fuente vuelve a su posición de seguridad si hay un fallo de alimentación eléctrica.
- La fuente vuelve a su posición de seguridad si se pulsa una seta de emergencia.
- Suele existir un mecanismo manual alternativo para conseguir que la fuente vuelva dentro de su blindaje si los mecanismos automáticos fallan.

Además, los equipos que contienen las fuentes cuentan con diversas señales de advertencia tanto visuales como acústicas para indicar que la fuente o el equipo emisor de radiación están irradiando. Es también frecuente contar con un monitor de área con alarma acústica y visual. El correcto funcionamiento del equipo emisor de radiación debe verificarse periódicamente. Bajo ningún concepto deben puentearse o anularse un sistema de seguridad o de advertencia.

CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente mencionado tenemos que considerar que existen distintos tipos de radiación como: alfa, beta, gamma o beta/gamma, y con ello distintos tipos de protección frente a las

mismas. Así mismo saber que la exposición de los trabajadores puede ser de dos tipos: externa e interna y que los principios de tiempo, distancia y blindaje se aplican fundamentalmente a las exposiciones externas. Además se deben tomar precauciones para evitar las exposiciones internas. Los emisores α y β de baja energía no suponen un riesgo de irradiación externa y los equipos emisores de rayos X y las fuentes selladas no suponen un riesgo de contaminación.

Referencias

1. *Manual de protección radiológica para el medio hospitalario* <http://www.sepr.es/html/recursos/descargables/Manual%20PR%20medio%20hospitalario.pdf>
2. Marcos Cara Imbroda, M^a Luisa Barceló Miró y Enrique Martínez Mena. *Protección radiológica, su legislación y las UTPR. Formación Continuada Logoss, S.L., 1^a edición 2008.*
3. Little, Jb: "Undirected effects of ionizing radiation: implications for radiation protection." *Radiation protection* n^o 43, vol XIII; 12 – 19 2005
4. ICRP – 60, *Recommendations of 1990. International Commission on Radiological Protection. (ICRP).*
5. ICRP. "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection". *Publication 60, Annals of the ICRP, vol 21. Pergamon Press, Oxford, 1991.*
6. Gestal OJJ. *Riesgos del trabajo del personal sanitario. España 1989.*