



RADIACIONES IONIZANTES

La radiación es un fenómeno por el cual determinados cuerpos emiten energía mediante la emisión de ondas electromagnéticas (radiación electromagnética) o de partículas subatómicas (radiación corpuscular).

Si la radiación transporta energía suficiente como para provocar ionización en el medio que atraviesa (extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo), se dice que es una **radiación ionizante**. En caso contrario se habla de **radiación no ionizante**. El carácter ionizante o no ionizante de la radiación es independiente de su naturaleza corpuscular u ondulatoria.

El potencial de ionización o energía de ionización es la mínima energía que hay que suministrar a un átomo neutro y en su estado fundamental, perteneciente a un elemento en estado gaseoso, para arrancarle un electrón.

Las radiaciones ionizantes pueden provenir de **sustancias radiactivas**, que emiten dichas radiaciones de forma espontánea, o de **generadores** artificiales, tales como los generadores de Rayos X y los aceleradores de partículas.

Clasificación de radiaciones ionizantes:

Radiación corpuscular

- **Partículas alfa** (núcleos de He totalmente ionizados) con bajo poder de penetración y alto poder de ionización. No pueden recorrer más de un par de centímetros en el aire.
El problema para la salud radica principalmente en la ingestión o inhalación de sustancias que emitan partículas alfa, que pueden generar un gran daño en una región focalizada de los tejidos.
- **Partículas beta** (electrón y positrones que salen despedidos a gran velocidad de un suceso radiactivo), debido a su menor masa producen menor energía y por lo tanto menor poder de ionización que las alfa pero con un mayor poder de penetración. Se detiene en algunos metros de aire o unos centímetros de agua y puede ser frenada por una lámina de aluminio, el cristal de una ventana, una prenda de ropa o el tejido subcutáneo.
Puede dañar la piel, los tejidos superficiales y si por alguna vía, ingestión o inhalación sustancias emisoras beta entraran en el cuerpo, irradiarían los tejidos internos.

Radiación electromagnética.

- **Radiación gamma** (fotones con alta energía de origen nuclear) presenta un poder de ionización relativamente bajo y una capacidad de penetración alta. Para detenerla se hace preciso utilizar barreras de materiales densos como el plomo y el hormigón. Pueden derivar se daños en la piel y en los tejidos mas profundos.
- **Radiación X** (fotones con alta energía de origen extranuclear) tiene características similares a la radiación gamma.

Naturaleza de la radiación:

Radiaciones naturales.

Proceden de radioisótopos que se encuentran libremente presentes en la naturaleza (espacio, corteza terrestre, aire, cuerpo humanos y alimentos).

Radiaciones artificiales.

Producidas mediante ciertos aparatos o métodos desarrollados por el ser humano. Aparatos, materiales radiactivos sintetizados o que existen en la naturaleza pero son concentrados químicamente para utilizar sus propiedades radiactivas.

Magnitudes

Los seres humanos no poseemos ningún sentido que perciba las radiaciones ionizantes.

Dosis absorbida

Energía absorbida por unidad de masa de un material determinado. Se mide en **gray** (Gy) es equivalente a la absorción de un julio por kilogramo (J/kg) de material irradiado.

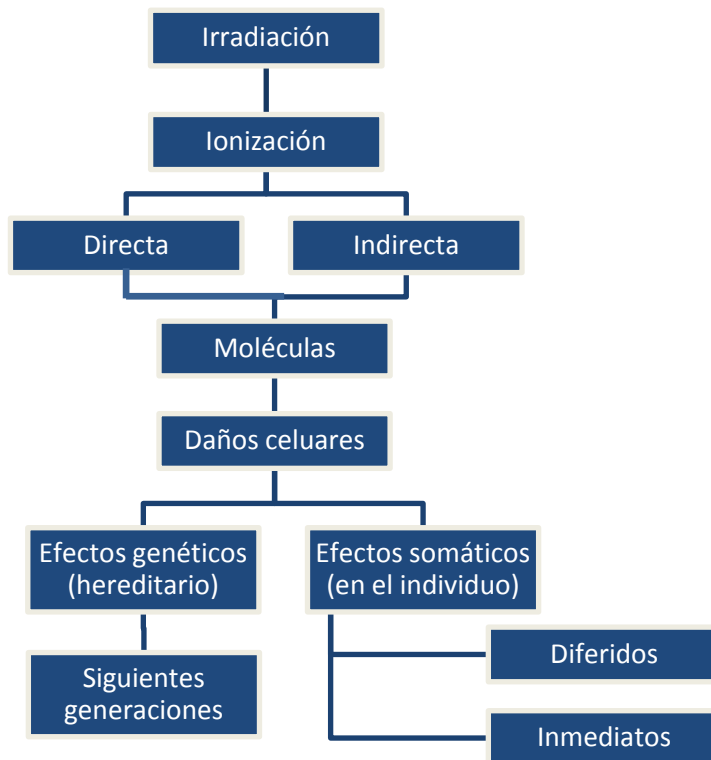
Dosis equivalente

Radiación absorbida por la materia viva, ponderada por los posibles efectos biológicos producidos. Se mide en Sievert (Sv). 1 **Sv** es equivalente a un julio entre kilogramo (J/kg), aunque se cumple la equivalencia $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$ para las radiaciones electromagnéticas (Rayos X y gamma) y los electrones (partículas beta) , para las partículas alfa debe utilizarse el factor corrector 20.

A partir de 1 Sv los efectos más importantes son los deterministas, por lo que se utiliza la dosis absorbida, por lo tanto los Gray.

Esta unidad es utilizada para medir diferentes magnitudes usadas en protección radiológica, como la dosis equivalente, la dosis colectiva, la dosis ambiental o la dosis efectiva entre otras, cada una de ellas corregida o "ponderada" por distintos factores que reflejan distintos aspectos, como la Eficiencia Biológica Relativa.

Efectos sobre la salud:



Efectos deterministas o no estocásticos

Son efectos debidos a la muerte celular. Si la pérdida de células de un determinado órgano o tejido es lo suficientemente elevada se puede producir un daño susceptible de ser observado. Si el tejido es vital y sufre daños importantes, el resultado final puede llegar a ser la muerte del individuo expuesto.

Se caracterizan por la existencia de un umbral de dosis. La probabilidad de que se manifieste el efecto es cero a dosis bajas. La gravedad del daño aumenta con la dosis recibida.

En función del órgano o tejido afectado nos podemos encontrar:

- Necrosis del tejido celular subcutáneo
- Conjuntivitis, cataratas
- Esterilidad
- Anemia
- Sistema cardiovascular, muscular y sistema nervioso central:
- generalmente son radorresistentes. Las células mas diferenciadas, como las nerviosas o musculares, son menos radiosensibles.

Síntomas a causa de la radiación acumulada durante un mismo día:

- 0 - 0,25 Sv: Ninguno
- 0,25 - 1 Sv: Algunas personas sienten náuseas y pérdida de apetito, y pueden sufrir daños en la médula ósea, ganglios linfáticos o en el bazo.
- 1 - 3 Sv: náuseas entre leves y agudas, pérdida de apetito, infección, pérdida de médula ósea más severa, así como daños en ganglios linfáticos, bazo, con recuperación solo probable.
- 3 - 6 Sv: náusea severa, pérdida de apetito, hemorragias, infección, diarrea, descamación, esterilidad, y muerte si no se trata.
- 6 - 10 Sv: Mismos síntomas, más deterioro del sistema nervioso central. Muerte probable.
- Más de 10 Sv: parálisis y muerte.

Síntomas por radiación acumulada durante un año:

- 2.5 mSv: Radiación media anual global.
- 5.5 - 10.2 mSv: Valores naturales medios en Guarapari (Brasil) y en Ramsar (Iran). Sin efectos nocivos.
- 6.9 mSv: Escáner CT.
- 50 - 250 mSv: Límite para trabajadores de prevención y emergencia, respectivamente.

Efectos estocásticos o probabilísticos.

A pesar de la existencia de mecanismos altamente efectivos en el organismo, una célula modificada pero viable puede, tras un periodo de latencia, reproducirse en un clon de células potencialmente malignas, que puede llegar a desarrollar un cáncer radioinducido.

Su característica principal es que tienen carácter aleatorio, pueden o no producirse.

Pueden manifestarse en el individuo (efectos somáticos) carcinogénesis o transmitirse a la descendencia (efectos genéticos) hereditarios.

Actualmente no existen evidencias de la relación dosis-efecto. La probabilidad del efecto aumenta con la dosis. La gravedad del daño es independiente de la dosis recibida.

Efectos sobre el embrión o feto

El embrión al estar constituido por células indiferenciadas y en división, tiene una radiosensibilidad relativamente alta.

Los efectos derivados de una radiación intraútero dependen de la fase evolutiva del embrión o el feto en el momento de la exposición, pudiendo variar desde aborto hasta malformaciones o alteraciones funcionales.

Se puede afirmar que los límites de dosis que establece la legislación (1mSv) están muy por debajo del nivel de dosis necesario para producir efectos deterministas en el feto y que la incidencia de cáncer infantil debido a la exposición a estos niveles de dosis (1mSv) es despreciable y muchísimo menor que la incidencia natural del mismo.

Tipos de exposición a radiaciones ionizantes:

Exposición ocupacional

De los profesionales expuestos a las radiaciones ionizantes como consecuencia de su trabajo.

Exposición Médica

De los individuos como consecuencia de diagnósticos o tratamientos.

Exposición del público

Comprende todas las exposiciones que no sean médicas u ocupacionales, bien sea de origen natural o artificial.

Clasificación de los trabajadores expuestos

Categoría A

Aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades fijados para los trabajadores expuestos.

Categoría B

Aquellas personas que por las condiciones de trabajo es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades fijados para los trabajadores expuestos.

Trabajador externo

Cualquier trabajador clasificado como trabajador expuesto, que efectúe actividades de cualquier tipo, en la zona controlada de una instalación nuclear o radiactiva y que esté

empleado de forma temporal o permanente por una empresa externa, incluidos los trabajadores en prácticas profesionales, personas en formación o estudiantes, o que preste sus servicios en calidad de trabajador por cuenta propia.

Instalación radiactiva

Señalización de zonas



Clasificación y delimitación de zonas en cuestión de lo que se puede encontrar en la instalación radiactiva de la Universidad:

Zona controlada. Zona en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para cristalino, piel y extremidades. También tienen esta consideración las zonas en las que sea necesario seguir procedimientos de trabajo, ya sea para restringir la exposición, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. Se señala con un trébol verde sobre fondo blanco.

Las zonas controladas se pueden subdividir en:

Zona de permanencia limitada. Zona en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol amarillo sobre fondo blanco.

Zona de permanencia reglamentada. Zona en la que existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis. Se señala con un trébol naranja sobre fondo blanco.

Zona vigilada. Zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, piel y extremidades. Se señala con un trébol gris/azulado sobre fondo blanco.

Medidas preventivas y de protección

Normas específicas de protección contra radiaciones ionizantes

Cuando hay riesgo de irradiación externa*:

- Distancia
- Limitación del tiempo de exposición
- Blindaje

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 (atenuan 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.

Se dice que hay riesgo de **irradiación externa cuando, por naturaleza de la radiación y el tipo de práctica, la persona sólo está expuesta mientras la fuente de radiación está activa y no puede existir contacto directo con un material radiactivo. Es el caso de los generadores rayos X.*

Cuando hay riesgo de contaminación radiactiva*:

Cuando hay riesgo de contaminación radiactiva, las medidas de protección tienen por objeto evitar el contacto directo con la fuente radiactiva e impedir la dispersión de la misma. Como norma general, el personal que trabaja con radionucleidos deberá conocer de antemano el plan de trabajo y las personas que lo van a efectuar. El plan de trabajo contendrá información sobre las medidas preventivas a tomar, los sistemas de descontaminación y de eliminación de residuos y sobre el plan de emergencia.

Las medidas de protección se escogerán en función de la radiotoxicidad y actividad de la fuente, actuando sobre las instalaciones y zonas de trabajo y sobre el personal expuesto (protección personal):

- Protección de las instalaciones, zonas de trabajo y normas generales. Las superficies deberán ser lisas, exentas de poros y fisuras, de forma que permitan una fácil descontaminación. Se deberá disponer de sistemas de ventilación adecuados que permitan una evacuación eficaz de los gases o aerosoles producidos, evitándose su evacuación al ambiente mediante la instalación de filtros. Se deberá efectuar un control de los residuos generados y del agua utilizada. Deberán efectuarse controles periódicos de la contaminación en la zona, los materiales y las ropas utilizadas. Los sistemas estructurales y constructivos deberán tener una resistencia al fuego (RF) adecuada y se deberá disponer de los sistemas de detección y extinción de incendios necesarios. En toda instalación radiactiva estará absolutamente prohibido comer, beber, fumar y aplicarse cosméticos.
- A la salida de las zonas controladas y vigiladas con riesgo de contaminación, existirán detectores adecuados para comprobar una posible contaminación y tomar en su caso las medidas oportunas.
- Protecciones personales. El uso de protecciones personales será obligatorio en las zonas vigiladas y controladas con riesgo de contaminación. Los equipos y prendas de protección utilizados deberán estar perfectamente señalizados y no podrán salir de la zona hasta que hayan sido descontaminados. Es aconsejable, en lo posible, la utilización de material de un solo uso que una vez utilizado deberá almacenarse en recipientes correctamente señalizados.

** **Contaminación radiactiva:** cuando puede haber contacto con la sustancia radiactiva y ésta puede penetrar en el organismo por cualquier vía (respiratoria, dérmica, digestiva o parenteral). Esta situación es mucho más grave que la simple irradiación ya que la persona sigue estando expuesta a radiación hasta que se eliminan los radionucleidos por metabolismo o decaiga actividad radiactiva de los mismos.*

La protección radiológica se basa en tres principios básicos:

A. Justificación

La utilización de RI, en cualquier actividad, ha de estar plenamente justificada, es decir, las ventajas de su uso serán mayores que los riesgos que conlleva.

B. Optimización

La dosis, el número de trabajadores expuestos y la probabilidad de que se produzcan exposiciones potenciales deberán mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible.

C. Limitación de dosis

La suma de dosis recibidas, procedentes de todas las prácticas pertinentes, no sobrepasará los límites de dosis establecidos. Este principio no se aplica a:

- ✓ Exposición en el marco de diagnóstico o tratamiento médico
- ✓ Exposición deliberada y voluntaria
- ✓ Voluntarios que participen en programas de investigación.

De estos principios basicos, se derivan las medidas de prevención/protección aplicables a los trabajadores, personas en formación y estudiantes que podemos agrupar en los siguientes apartados:

1. Evaluación de las condiciones de trabajo, determinación de las zonas y del riesgo de exposición:

- a. Clasificación de los trabajadores en función del riesgo de exposición.
- b. Limites de dosis
- c. Clasificación de los lugares de trabajo por zonas (vigilada, controlada, permanencia limitada, permanencia reglamentada, acceso prohibido)
- d. Señalización de las zonas

2. Procedimientos de trabajo y medidas técnicas y organizativas:

- a. Tiempo de exposición
- b. Distancia respecto a la fuente
- c. Apantallamientos y blindajes
- d. Procedimiento para evitar el contacto con las fuentes de contaminación
- e. Gestión de residuos
- f. Medidas de emergencia
- g. Protección de instalaciones

3. Información y formación:

- a. Los riesgos radiológicos
- b. La importancia de cumplir los requisitos técnicos, medicos y administrativos
- c. Las normas, procedimientos y precauciones de protección radiológica

4. Vigilancia del ambiente de trabajo es una de las medidas basicas de prevención ;

- a. Detecta los niveles de radiación en los lugares de trabajo
- b. Si es necesario permite estimar las dosis recibidas por los trabajadores a través de detectores o dosímetros de area para controlar los niveles de exposición.

5. Medios de protección individual

Una de las principales medidas de protección individual es que los trabajadores conozcan y apliquen los procedimientos de trabajo establecidos, responsabilizandose del cumplimiento del cumplimiento de las normas higiénicas, tecnicas y organizativas recogidas en los mismos.

6. Vigilancia de la salud

La legislación establece como obligatorio un examen de salud previo a toda persona que se incorpore a un puesto de categoria A y posteriormente exámenes periodicos anuales. En el caso de trabajadores expuestos de clase B, la periodicidad de los reconocimientos se establese en función de la evaluación global de riesgos del puesto.

7. Embarazo y lactancia

Debido a su mayor susceptibilidad del feto frente a la RI, el embarazo es una situación a proteger de forma específica.

La legislación establece los límites de dosis especiales a partir de la comunicación del embarazo y hasta el momento del parto.

8. Gestión de residuos

- a. Clasificar en varios grupos, con el objeto de aplicar una gestión
- b. Almacenamiento temporal en un lugar apropiado

9. Planes de emergencia en los que deben ser establecidos de forma precisa, los siguientes puntos:

- a. Descripción de la posible emergencia y cómo se debe actuar en cada caso.
- b. Cuáles son las funciones y responsabilidades de cada trabajador.
- c. Equipos de prevención y protección necesarios, como se utilizan y su localización
- d. Adiestramiento, participación en simulacros