



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica y Organización Mundial de la Salud

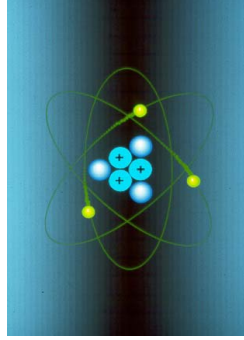


ASPECTOS BÁSICOS DE LA RADIACIÓN Y LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Las radiaciones son una realidad: nos rodean constantemente. Vivimos en un mundo radiactivo por naturaleza. Pero, ¿cuánto saben los médicos, los auxiliares y los técnicos médicos que pueden encontrarse ante situaciones de emergencia radiológica sobre qué es la radiación, qué hace y cómo protegerse de ella? Este folleto se dirige al personal médico y en él se exponen conceptos básicos sobre la radiación y la protección radiológica.

Átomos y elementos

La materia se compone de átomos. La casi totalidad de la masa de un átomo se concentra en el núcleo, que está compuesto de protones cargados positivamente y neutrones sin carga eléctrica. Unas partículas con carga negativa llamadas electrones giran alrededor del

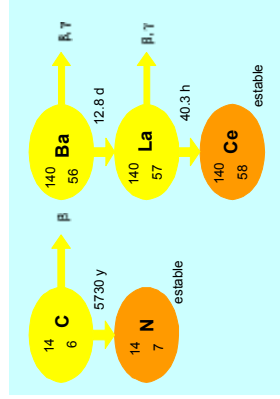


núcleo. Los átomos tienen el mismo número de protones y neutrones y no tienen carga eléctrica. El total de protones y neutrones se denomina número másico. Puesto que cada elemento tiene un número de protones específico, el elemento y el número másico determinan cada nucleido. Los nucleidos de un elemento – átomos con el mismo número de protones pero un número distinto de neutrones – forman lo que se denominan isótopos de ese elemento. Un elemento puede tener varios isó-

topos. El hidrógeno, por ejemplo, tiene tres isótopos: el hidrógeno 1 (hidrógeno común), el hidrógeno 2 (deuterio) y el hidrógeno 3 (tritio).

Radiactividad y radiación

Aunque muchos nucleidos son estables, la mayoría no lo son. La estabilidad depende principalmente del equilibrio entre el número de neutrones y de protones que contiene un núcleo. Un núcleo inestable tiene un exceso de energía y se desintegrará de forma espontánea y arbitraria emitiendo radiación. Los distintos núcleos liberan su energía de modos distintos, en forma de ondas electromagnéticas – rayos X o gamma – o corrientes de partículas, es decir, partículas beta o alfa. Esta desintegración espontánea de los núcleos se llama radiactividad y el exceso de energía emitido es una forma de radiación ionizante. El proceso de desintegración se denomina desintegración radiactiva y el nucleido inestable que se desintegra y emite radiación se llama radionucleido. Todos los radionucleidos se diferencian entre sí por el tipo de radiación que emiten, la energía de la radiación y el periodo de semidescomposición. La actividad – que se utiliza para medir la cantidad de un radionucleido presente – se expresa en una unidad llamada becquerel (Bq): un becquerel equivale a una desintegración por segundo. El periodo de semidescomposición es el tiempo necesario para que la actividad de un radionucleido se reduzca a la mitad de su valor debido a la descomposición. Los periodos de semidescomposición de los radionucleidos oscilan entre minúsculas fracciones de segundo y millones de años.

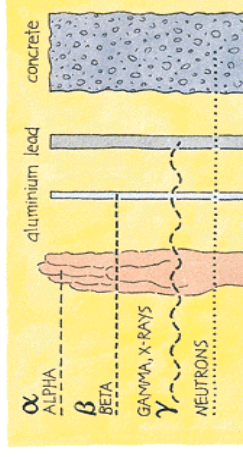


energía y se desintegrará de forma espontánea y arbitraria emitiendo radiación. Los distintos núcleos liberan su energía de modos distintos, en forma de ondas electromagnéticas – rayos X o gamma – o corrientes de partículas, es decir, partículas beta o alfa. Esta desintegración espontánea de los núcleos se llama radiactividad y el exceso de energía emitido es una forma de radiación ionizante. El proceso de desintegración se denomina desintegración radiactiva y el nucleido inestable que se desintegra y emite radiación se llama radionucleido. Todos los radionucleidos se diferencian entre sí por el tipo de radiación que emiten, la energía de la radiación y el periodo de semidescomposición. La actividad – que se utiliza para medir la cantidad de un radionucleido presente – se expresa en una unidad llamada becquerel (Bq): un becquerel equivale a una desintegración por segundo. El periodo de semidescomposición es el tiempo necesario para que la actividad de un radionucleido se reduzca a la mitad de su valor debido a la descomposición. Los periodos de semidescomposición de los radionucleidos oscilan entre minúsculas fracciones de segundo y millones de años.

Tipos de radiación

La radiación alfa se compone de partículas car-

gadas positivamente, que comprenden dos protones y dos neutrones, emitidas por los radionucleidos de elementos pesados como el uranio, el radio, el radón y el plutonio. La radiación alfa sólo se propaga en el aire unos centímetros y se puede bloquear con una hoja de papel. Esta radiación

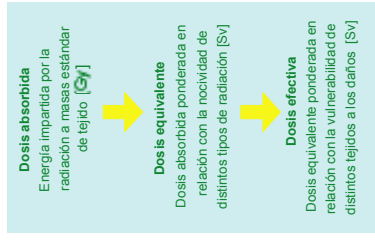


no puede atravesar la piel. Si una sustancia que emite radiación alfa penetra en el cuerpo humano, liberará toda su energía en las células vecinas. Los emisores alfa pueden ser dañinos para los seres humanos si el material se inhala, se ingiere o se absorbe por heridas abiertas. La radiación beta se compone de electrones, que son mucho más pequeños que las partículas alfa y su grado de penetración es mayor. Las láminas de metal o vidrio o la ropa pueden detenerla. La radiación beta puede atravesar la piel humana hasta la ‘capa germinal’, en la que se producen nuevas células de la piel. El contacto prolongado de los emisores beta con la piel puede causar lesiones en ésta. La radiación gamma es energía de ondas electromagnéticas. Tiene un gran alcance en el aire y su poder de penetración es considerable. Los materiales densos como el plomo o el hormigón son buenas barreras contra los rayos gamma. La radiación de rayos X es similar a la radiación gamma pero se suele producir de forma artificial bombardeando con electrones un blanco metálico en un vacío (en un tubo de rayos X). Los materiales densos como el plomo detienen los rayos X. La radiación neutrónica se compone de neutrones y no es radiación ionizante por sí misma. Sin embargo, si un neutrón choca contra un núcleo, puede activarlo o provocar la emisión de un rayo gamma o de una partícula cargada, produciendo de forma indirecta radiación ionizante. Los neutrones son más penetrantes que los rayos gamma y sólo se pueden dete-

ner con una barrera gruesa de hormigón, agua o parras, por ejemplo.

Dosis de radiación

Los daños que la radiación causa en los tejidos dependen de la absorción de energía derivada de la radiación o de la dosis de radiación que se recibe, denominada dosis absorbida. La dosis absorbida se expresa en una unidad llamada gray (Gy). Los daños que puede llegar a producir una determinada dosis absorbida dependen del tipo de radiación. Una dosis absorbida de partículas alfa, por ejemplo, es más nociva que la misma dosis de radiación beta. A fin de poder comparar la nocividad de todos los tipos de radiación ionizante se introduce una dosis ponderada de la radiación llamada dosis equivalente. Esta unidad es el sievert (Sv). La dosis equivalente es igual a la dosis absorbida multiplicada por un factor de ponderación de la radiación. En el caso de los rayos gamma, los rayos X y las partículas beta el factor es 1. En el de las partículas alfa el factor es 20. Asimismo, el riesgo de daño no es el mismo para los diversos tejidos del cuerpo. Por ejemplo, es menor en las superficies óseas que en el tejido del pecho. Para tener esto en cuenta se puede tomar la dosis equivalente correspondiente a cada uno de los órganos y tejidos principales del cuerpo humano y ponderarla con un factor relativo al riesgo de daño para ese órgano o tejido, que se llama factor de ponderación del tejido. La suma de las dosis equivalentes ponderadas se llama dosis efectiva. La dosis efectiva proporciona una indicación aproximada del perjuicio para la salud.



de poder comparar la nocividad de todos los tipos de radiación ionizante se introduce una dosis ponderada de la radiación llamada dosis equivalente. Esta unidad es el sievert (Sv). La dosis equivalente es igual a la dosis absorbida multiplicada por un factor de ponderación de la radiación. En el caso de los rayos gamma, los rayos X y las partículas beta el factor es 1. En el de las partículas alfa el factor es 20. Asimismo, el riesgo de daño no es el mismo para los diversos tejidos del cuerpo. Por ejemplo, es menor en las superficies óseas que en el tejido del pecho. Para tener esto en cuenta se puede tomar la dosis equivalente correspondiente a cada uno de los órganos y tejidos principales del cuerpo humano y ponderarla con un factor relativo al riesgo de daño para ese órgano o tejido, que se llama factor de ponderación del tejido. La suma de las dosis equivalentes ponderadas se llama dosis efectiva. La dosis efectiva proporciona una indicación aproximada del perjuicio para la salud.

La radiación y los tejidos vivos

Cuando la radiación atraviesa la materia, deposita parte de su energía en el material absorbente mediante la ionización o excitación de los átomos. La ionización de los átomos de los tejidos, acompañada de cambios químicos, es la causa de los efectos biológicos nocivos de la radiación. Por ejemplo, cuando la radiación ionizante atraviesa un tejido celular produce moléculas de agua cargadas. Estas moléculas se desintegran en radicales libres, que son muy reactivos químicamente y pueden modificar moléculas importantes como el ácido desoxirribonucleico (ADN) de las células. La radiación también puede ionizar las moléculas de ADN directamente. Estos efectos de la ionización pueden causar efectos biológicos como la muerte celular o el desarrollo anormal de las células.

Efectos de la radiación

Existen dos tipos principales de efectos de la radiación en la salud. Los efectos deterministas sólo se dan si la dosis o la tasa de dosis (es decir, la dosis por unidad de tiempo) es superior a un valor umbral. Los efectos no tardan en manifestarse y son más graves cuando las dosis y las tasas de dosis son elevadas. Ejemplo de ello son el síndrome agudo de radiación, las quemaduras de la piel y la esterilidad. Si la dosis es baja o se administra durante un periodo prolongado hay más posibilidades de que las células del cuerpo dañadas se reparen por sí solas; aun así, puede tener efectos nocivos. Aunque los efectos de este tipo, llamados estocásticos, no siempre se producen, cuanto más altas sean las dosis mayores serán las posibilidades de que aparezcan; sin embargo, el momento en que se produce un efecto y su gravedad no dependen de la dosis. Ejemplo de esto son diversos tipos de cáncer.

Exposición a las radiaciones y protección radiológica

La exposición de una persona puede ser externa o interna y producirse por diversas vías. La exposición externa puede estar causada por la irradiación

directa procedente de una fuente sellada o por la contaminación, es decir, por los radionucleidos transportados por el aire o los depositados en el suelo, la ropa o la piel. La exposición interna puede deberse a la inhalación de material radiactivo presente en el aire, la ingestión de alimentos o agua contaminados, o la contaminación de una herida abierta. Para garantizar la protección eficaz contra la exposición externa se debe: 1) reducir el tiempo que se pasa cerca de la fuente de radiación; 2) alejarse de la fuente de radiación; y 3) protegerse de la fuente, en cuyo caso la eficacia de la protección depende del tipo de radiación emitida y de las características del material de blindaje utilizado. En las zonas contaminadas, la ropa protectora ayuda a evitar la contaminación corporal externa y la protección apropiada de las vías respiratorias ayuda a evitar la contaminación interna. Se debe prohibir el consumo de alimentos, bebidas y tabaco en las zonas contaminadas.

En caso de emergencia radiológica

Cualquier médico puede tener que atender a víctimas de exposición a las radiaciones. Un paciente que sólo haya estado expuesto a una fuente de radiación externa y no esté contaminado no plantea ningún riesgo radiológico para los demás y no es necesario tomar ninguna precaución. Si la contaminación del paciente es interna se deben tomar precauciones al manipular las excreciones, pero ese paciente no representa un riesgo directo para los demás a menos que la incorporación haya sido muy grande y esté asociada a emisores gamma. Si la contaminación del paciente es externa, existen procedimientos adecuados (por ejemplo, utilizar guantes y mascarillas de vinilo, cubrir al paciente con una manta o sábana, lavarse las manos y no acercarlas a la boca) que ayudan a evitar la propagación de la contaminación y la absorción involuntaria por médicos, enfermeras u otras personas.