

RADIOPROTECCION QUIMICA

Escobar Copa Sirse Alejandra¹
Vargas Flores Tania Isabel²

RESUMEN

La radioprotección química se basa en normas de seguridad y limitación de dosis de radioactividad, que son establecidas por organismos internacionales para reducir al máximo el efecto de los rayos ionizantes.

Los efectos biológicos de la radiación son resultado de la interacción de los rayos ionizantes con las macromoléculas del organismo como ser: el ADN, ARN, enzimas y proteínas que al estar ionizadas sufren una fractura de uniones químicas dando como resultado alteraciones, conocidas como mutaciones.

Las normas de protección radiológica química tienen como tarea principal controlar que el total de dosis absorbida por el personal ocupacionalmente expuesto a radiación ionizante y la población, se encuentre por debajo de valores que no representen un riesgo para la salud.

La historia, a través del tiempo, nos enseña que debemos encontrarnos preparados ante cualquier emergencia, sin embargo, quienes deberían cumplir con dichas normas de seguridad las obvian, poniendo en riesgo la vida y la seguridad de las personas que se exponen diariamente a la radiación y al resto de la población.

Los desastres provocados por radiación dejaron como consecuencia daños físicos y psicológicos en las personas, especialmente en los niños, quienes tienen plasmadas en la memoria

escalofriantes escenas casi imposibles de borrar.

PALABRAS CLAVE

Radioprotección. Radiación iónica. Ionización.

INTRODUCCION

El aumento de fuentes artificiales de radiación, en las últimas décadas, se debe a los grandes avances tecnológicos que fue desarrollando el ser humano. Dichas fuentes se agrupan de tres maneras: las que son utilizadas para tratamiento y diagnóstico médico, otras en productos industriales y consumibles y otras fuentes menores de radiación. Sin embargo, siempre han existido radionúclidos en el medio ambiente que son contenidos por el cuerpo del ser humano y con los que convive desde sus orígenes, por ejemplo: potasio-40, rubidio-87, carbono-14 y muchos más que son originados en el universo.

Las pruebas de armas nucleares, realizadas durante la década de los 50 y 60, provocaron la liberación al medio ambiente de productos tales como el cesio-137 y estroncio-90, los cuales llegaron al cuerpo mediante la ingesta de alimentos naturales contaminados con los mencionados. Estos datos son preocupantes ya que el estroncio-90 es un emisor beta puro, es decir, penetra en la piel aproximadamente un centímetro¹, debido a su similitud química con el calcio es fácilmente absorbida por los dientes y los huesos. La concentración de estroncio-90 en el organismo, tiene una vida media de aproximadamente 28.8 años y una tasa de renovación lenta.²

¹ Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

² Univ. Cuarto Año Facultad de Odontología UMSA

RADIACION ARTIFICIAL - ENERGIA NUCLEAR

El año de 1979, solo en Estados Unidos, se autorizó el funcionamiento de 70 plantas nucleares y el año 2000 se contaban ya con 200 plantas, pese al gran incremento en tan solo 25 años las plantas mencionadas aportan aproximadamente 0.6 uSv en condiciones normales de funcionamiento, una cantidad diez veces menor que los aportados por los combustibles, el carbón y el gas natural, que liberan radionúclidos nocivos durante su combustión.

A lo largo de la historia se reportaron varios accidentes en plantas nucleares, tal es el caso del accidente producido en la planta nuclear de la Isla de las Tres Millas, donde estudios realizados demostraron que la dosis individual máxima fue de 1.0 mSv. y la dosis máxima verificada en los habitantes que se encontraban dentro de un radio de 16 kilómetros, fue de 0.8 mSv. Después de cinco años, se demostró que el número de casos de cáncer en la población no había aumentado, lo que no es sorprendente dada la baja exposición que originó este accidente.²

El accidente nuclear de Chernobyl, considerado la catástrofe nuclear más terrible ocurrida en la historia, dejó en claro que la falta de control técnico en las centrales nucleares existentes conlleva un gran peligro, pues en esta planta se produjo el sobrecalentamiento del núcleo de su reactor nuclear número 4 y la explosión del hidrogeno que se acumuló dentro durante el simulacro de un corte de suministro eléctrico. Minutos después del accidente, militares y bomberos se encontraban en camino para sofocar las llamas estos murieron debido a la alta radiación del lugar. Días después, por el efecto en chimenea y la temperatura que alcanzaba 2500 °C, se

pudo evidenciar la dispersión del humo radioactivo hacia las poblaciones vecinas, provocando daños irreparables en la salud de sus habitantes, los que se evidenciaron años después del accidente sucedido.

Aproximadamente 1000 personas, entre trabajadores de la planta nuclear y trabajadores de servicio de emergencia fallecieron por la intensa radiación el primer día del accidente y unas 2.200 personas que estuvieron expuestas a la radiación durante 1986-1987 morirían por una causa relacionada a la exposición.³

La exposición a dosis elevadas de radiación puede causar un daño directo, donde los fotones de Rayos X expulsados interaccionan con macromoléculas como ARN, ADN, enzimas y proteínas, los Rayos X las ionizan, es decir, provocan la ruptura de los enlaces químicos, este efecto es conocido como mutación puntual y sus efectos cromosómicos son:⁴

- Replicación alterada.
- Noxa temporal.
- Impedimento de transmitir información.
- Apoptosis celular.

El temor justificado a los efectos nocivos de la radiación conduce a la planificación y establecimiento de normas en contra de la sobreexposición de la población a los Rayos X, como la limitación de dosis denominada Dosis Permissible Máxima (DPM) establecida por los Concejos Nacionales e Internacionales de Protección Frente a la Radiación y mediciones que indica la dosis máxima que una persona podrá recibir en un tiempo específico.²

PROTECCION FRENTE A LA RADIACION

Existen normas de protección que deben ser cumplidas de manera rigurosa para evitar el daño que provoca dicha radiación. Cumpliendo ciertas normas se controlará la aparición de anomalías biológicas en el hombre y futuras consecuencias en el medio ambiente.

Se debe manejar con máxima pulcritud en el área de trabajo, para ello existen tres formas fundamentales de protección frente a la radiación:

- **Tiempo:** Mientras mayor sea el tiempo de exposición más alta será la cantidad de dosis total absorbida.
- **Distancia:** Es el método más útil y económico que se pueda emplear. Normalmente se pensaría que al duplicar la distancia entre la persona y la fuente de radiación se recibirá la mitad de la radiación, sin embargo la radiación absorbida es solo la cuarta parte, lo que se conoce como la ley del cuadrado inverso de la distancia que es aplicada en fuentes puntuales emisoras.
- **Blindaje de paredes:** El uso de láminas y ladrillos de plomo es un método que previene y reduce el paso de rayos ionizantes.^{1,5,6}

AREA DE TRABAJO-DELIMITACION DE ZONAS

En todos aquellos espacios, donde se manipulen, transiten o establezcan elementos, sustancias, máquinas, aparatos o materia que produzca radiación deberán delimitarse zonas específicas mediante señalizaciones claras que permitan distinguir el riesgo de exposición en cada área o sección.

Se realiza la categorización basándose en el nivel de radiación existente en cada área, las cuales son:^{7,8}

- **Zona de acceso libre:** En esta área la radioactividad es casi nula, es imposible recibir dosis que sobrepasen los límites anuales.
- **Zona bajo vigilancia:** En esta zona se expone a recibir una décima parte de la dosis anual pero es menor a un tercio de la radiación anual. Esta área debe estar señalizada con la figura de un trébol color gris-azulado en un fondo blanco.
- **Zona controlada:** En esta zona hay probabilidad de recibir más de un tercio de la dosis anual permitida. Estará señalizada con un trébol color verde sobre un fondo blanco.
- **Zona de permanencia limitada:** Donde hay riesgo de superar el límite de dosis margen o dosis anual. Se la señalizará con la figura de un trébol color amarillo sobre un fondo blanco.
- **Zona de acceso prohibido:** En esta área existe el riesgo de recibir una dosis única que sobrepase el límite de la dosis anual. La señalización será con la figura de un trébol color rojo en un fondo blanco.

CLASIFICACION DE LOS TRABAJADORES

Todos los trabajadores profesionalmente expuestos a radiación son clasificados de la siguiente manera:

- **Categoría A:** Son todos aquellos trabajadores que tienen probabilidad de recibir dosis mayores a un tercio del límite de dosis anual. Los trabajadores categoría A, que se encuentran en la zona controlada, deberán llevar con ellos un

dosímetro individual. Si existe la probabilidad de contaminación parcial en el organismo se deberá utilizar dosímetros adecuados en los sectores corporales que presenten mayor riesgo de ser afectados. Si hay el riesgo de una contaminación interna, los trabajadores están forzados a un control para un análisis de dosis correspondiente.

La evaluación de la dosis registrada por los dosímetros se realizara mensualmente.

- **Categoría B:** Los trabajadores de categoría B no están obligados a llevar con ellos dosímetros individuales, sin embargo todas las áreas que transiten deben tener instalados dosímetros de área o de zona.

Los dosímetros individuales deben ser adecuados para diferentes tipos de radiación, así tenemos:

- Placa fotográfica.
- Termoluminiscencia.
- Dispositivo condensador de lectura directa.

Para la medida de radiación ambiental se empleara detectores de radiación basados en ionización de gases, estas medidas se deben realizar periódicamente.

Es imprescindible registrar las dosis recibidas de los trabajadores profesionalmente expuestos a radiación, durante toda la vida laboral, (al menos un periodo mínimo de treinta años) mediante un historial dosimétrico individualizado que se encuentre en total disposición del trabajador.^{7,8}

NORMAS DE PROTECCION DE LA SALUD EN EMERGENCIAS NUCLEARES

En las primeras horas se debe prevenir al máximo la exposición a la radiación, las decisiones a tomar deben estar basadas en la condición de la planta nuclear, la cantidad de radioactividad liberada a la atmosfera y las condiciones meteorológicas. Las autoridades locales deben anunciar medidas preventivas como:

- **La evacuación:** Alejarse de la fuente de radiación.
- **Refugio bajo techo:** Que reduce de manera significativa la exposición a los rayos ionizantes.
- **Administración de yodo no radioactivo:** Las pastillas de yoduro de sodio evitan la captación de yodo radiactivo. Estas pastillas deben tomarse solo con la autorización de las autoridades regionales.

Para evitar la intoxicación con alimentos contaminados con la radiación se debe restringir el consumo de agua, lácteos y productos locales, se debe implementar el apoyo psicológico para evitar las consecuencias a largo plazo especialmente en los niños.

Reubicar viviendas temporales y posteriormente hacer un control de los alimentos y el agua para fundamentar decisiones futuras. La fase de recuperación puede durar bastante tiempo y solo se debe concluir con las medidas de seguridad cuando los datos del control medioambiental aseguren dicha decisión. Se debe implementar un seguimiento ambiental a largo plazo para evaluar consecuencias en la población.^{7,9}

ORGANISMOS INTERNACIONALES ENCARGADOS DE LA PROTECCION RADIOLOGICA

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) constituida por todo un equipo de profesionales entre ellos médicos, biólogos, físicos, químicos, etc., se encarga de:

- Estudiar los efectos de la radiación.
- Definición de límites secundarios de la carga corporal.
- Radioprotección en medicina.
- Cumplimiento de las recomendaciones que ella formula.

Sin embargo esta organización no tiene carácter intergubernamental pese a la solidez de sus investigaciones. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) es el organismo intergubernamental más importante, creado por las Naciones Unidas.¹⁰

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de radioprotección. Servicios de investigación radioisótopos. 2005:35-34. URL disponible en: http://www.scai.uma.es/servicios/area_radioisotopos/rad/files/stacks_image_498_1.pdf. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
2. Goaz P., White S., Radiología Oral. 3^{ra} edición. España: Editorial Limpergraf; 1995:49,50.
3. González A., Chernobil quince años después. URL disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/xxi/temas-nucleares/chernobil/chernobil.pdf>. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
4. Whaites E. Radiología Odontológica. 2^{da} edición; Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana; 2010:30-31.
5. Protección radiológica en Medicina Nuclear. URL disponible en: http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Proteccion_radiologica.pdf. Accedido en fecha 7 de septiembre del 2013.
6. Lic. Goldschmidt A., Protección radiológica y seguridad., CNAE. URL disponible en http://www.cnea.gov.ar/cac/ci/04_9cap6.pdf. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
7. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. OMS. 2012. URL disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/> Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
8. Cherry R., Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo; Radiaciones ionizantes; Pg. 15. URL disponible en: <http://www.oect.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf>. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
9. Pascual A., Radiaciones ionizantes: normas de protección; 6; URL disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_304.pdf. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.
10. Protección radiológica. Foro nuclear. 2010. URL disponible en <http://www.foronuclear.org/es/tags/proteccion-radiologica>. Accedido en fecha: 7 de septiembre del 2013.