

METODOLOGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MONITOREO INDIVIDUAL DE LA CONTAMINACIÓN INTERNA

Autores: Gladys López Bejerano, Eduardo Capote Ferrara, Maryzury Valdés Ramos

Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones
Telef: 579571, 531803, Fax: 579573,
E-mail: gladys@cphr.edu.cu; capote@cphr.edu.cu

RESUMEN

El uso generalizado de instalaciones radiactivas en diversas ramas de la economía y la medicina hace imprescindible la existencia de un sistema de vigilancia radiológica que garantice que la exposición a las radiaciones ionizantes de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos, la población y el medio ambiente se mantengan dentro de los límites establecidos. El control radiológico individual de las dosis recibida como resultado de la exposición ocupacional, ocupa un lugar relevante dentro de dicho sistema. En el país existe un número importante de Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a fuentes abiertas de radiaciones ionizantes. En estos casos existe una probabilidad de incorporación al organismo de los radionúclidos con que se labora y por consiguiente de recibir una dosis cuya magnitud debe ser conocida y evaluada, de forma tal, que no se superen los límites de dosis establecidos en las Normas Básicas Internacionales de Protección contra las Radiaciones Ionizantes y de Seguridad de las Fuentes de Radiación (NBIS). El presente trabajo propone una metodología que permite realizar un análisis adecuado para establecer, en cada entidad el programa de monitoreo de la contaminación interna al evaluar las dosis potenciales que por incorporación reciben los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos. Los resultados obtenidos, sugieren la introducción de un programa de monitoreo individual como conducta a seguir en la mayoría de las instituciones.

INTRODUCCIÓN

El uso generalizado de instalaciones radiactivas en diversas ramas de la economía y la medicina hace imprescindible la existencia de un sistema de vigilancia radiológica que garantice que la exposición a las radiaciones ionizantes de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos, la población y el medio ambiente se mantengan dentro de los límites establecidos. El control radiológico individual de las dosis recibida como resultado de la exposición ocupacional a fuentes externas o por contaminación interna, ocupa un lugar relevante dentro de dicho sistema.

En el país existe un número importante de Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a fuentes abiertas de radiaciones ionizantes, que laboran en 36 instituciones vinculadas fundamentalmente a las prácticas de Medicina Nuclear, Investigación, Producción de Isótopos Radiactivos y Gestión de Desechos Radiactivos, en las que se realiza un elevado número de operaciones que tienen diferentes grados de complejidad y la actividad manipulada varía en dependencia de estos. En estos casos existe una probabilidad de incorporación al organismo de los radionúclidos con que se labora y por consiguiente de recibir una dosis cuya magnitud debe ser conocida y evaluada, de forma tal, que no se superen los límites

de dosis establecidos en las Normas Básicas Internacionales de Protección contra las Radiaciones Ionizantes y de Seguridad de las Fuentes de Radiación (NBIS) [1].

La Protección Radiológica Ocupacional tiene como objetivo el control y mantenimiento de condiciones de trabajo satisfactorias y aceptablemente seguras; es decir que las condiciones de trabajo confieren un riesgo a los trabajadores no mayor que el que provocan otras industrias que se consideran aceptadas por la sociedad. La justificación del establecimiento de un programa de monitoreo por la contaminación interna de radionúclidos, es demostrar precisamente que esas condiciones de trabajo seguras se han establecido.

El presente trabajo persigue proponer una metodología que permita realizar un análisis adecuado para establecer, en cada entidad el programa de monitoreo de la contaminación interna al evaluar las dosis potenciales que por incorporación reciben los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de definir la metodología para el establecimiento del programa de monitoreo de la contaminación interna, se tomaron como base estudios anteriores realizados por el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones en este tema [3] e instituciones similares de otros países [4,5] y los criterios para el monitoreo individual recomendados por el OIEA [2]. Identificándose los elementos necesarios para su definición en cada institución, los que fueron solicitados a todas las instituciones que en el país laboran con fuentes abiertas.

De las 36 instituciones a las que se les fue enviado el formulario, se recibieron 5 en las que laboran 34 trabajadores y son empleados 6 radionúclidos, los que están contenidos en 9 productos. El 63 % de los trabajadores laboran con un radionúclido, realizando en su mayoría, varias operaciones con niveles de complejidad y actividad diferentes y donde los medios de protección también difieren, ocurriendo de igual modo con el resto de los trabajadores que laboran con más de un radionúclido.

Con el objetivo de facilitar los cálculos descritos en la metodología empleada y el procesamiento de la información que ello requiere, se confeccionó un sistema de base de datos en ACCESS, que permite obtener el factor de decisión de monitoreo para cada trabajador y reportes donde se presentan los resultados.

La metodología empleada para el cálculo de la dosis efectiva comprometida, que establece el criterio de decisión de monitoreo parte, precisamente, del conocimiento de todos aquellos factores que influyen en la probabilidad de que ocurra una incorporación y de las consideraciones que en tal sentido se adopten tomando como base, el criterio de que la dosis efectiva comprometida es de 1 mSv o superior a esta en un año.

Los factores han sido agrupados y clasificados de la siguiente manera:

Factor de seguridad por la forma física (f_{fs}): Se basa en las propiedades físicas y químicas del material manipulado.

Factor de seguridad por manipulación (f_{hs}): Se basa en la experiencia y el conocimiento que se tiene de las operaciones que se realizan; así como del estado en que se encuentre el material manipulado. Para ello hemos establecido, teniendo en cuenta las recomendaciones del OIEA, un clasificador para las diferentes operaciones.

Factor de seguridad por protección (f_{ps}): Se basa en el uso de medios tecnológicos de protección de forma permanente y el valor que se le asigna, está en dependencia del grado de protección. Un clasificador con este fin fue establecido en este estudio.

Para un radionúclido en específico el factor de decisión se define como:

$$d_j = (A_{Tj} e(g)_{j, inh} f_{fs} f_{hs} f_{ps}) / 0.001$$

Donde:

A_{Tj} : Actividad máxima presente en el puesto de trabajo para el radionúclido j , en el período de un año (Bq), la cual se determina como:

$$A_{Tj} = A_j N$$

A_j : Actividad máxima presente en el puesto de trabajo para el radionúclido j (Bq)

N : Números de monitoreos que se realizan en un año al trabajador para determinar la incorporación del radionúclido j

$e(g)_{j, inh}$: Dosis por unidad de incorporación por inhalación ($SvBq^{-1}$). Los valores se toman de la tabla II-III de las NBSS-115 [1], considerando al AMAD como la suma en el puesto de trabajo. Para los radionúclidos empleados en el país un AMAD=5 puede ser considerado.

0.001: Factor de conversión de Sv a mSv

En nuestro caso se asumieron en el cálculo los siguientes supuestos:

- Cuando un trabajador realiza varias operaciones con el mismo radionúclido, se adoptará como valor para el factor de seguridad por manipulación el que represente un mayor riesgo.
- Cuando un trabajador en las diferentes operaciones que realice con el mismo radionúclido, este expuesto a diferentes niveles de actividad, se adoptará el valor máximo de la actividad manipulada.
- El criterio adoptado para determinar el número de monitoreos a realizar en un año, establece que la frecuencia de este, es dos veces el tiempo de vida medio efectivo del radionúclido empleado en el estudio, exceptuando aquellos radionúclidos para los cuales este valor es inferior a un día, caso en el cual se opta por una frecuencia semanal.
- Se considera que en cada intervalo de monitoreo ocurre una única incorporación y que ella es igual a la actividad máxima presente en el puesto de trabajo para el radionúclido j (Bq).

En el caso de los trabajadores que laboran con más de un radionúclido, el factor de decisión de monitoreo se define como la suma de los factores para cada uno de los radionúclidos, es decir:

$$D = S d_j$$

Una vez calculado este factor, el criterio para adoptar la decisión de monitoreo estará dado por:

$D \geq 1$, se requiere monitoreo

$D < 1$, no se requiere monitoreo

En el caso en que varios radionúclidos son manipulados y que se haya determinado la necesidad de realizar monitoreo, un análisis particular debe realizarse con el propósito de conocer para cada uno de ellos por separado la decisión de monitoreo. Se propone emplear el criterio siguiente:

- Todos los radionúclidos para los cuales $d_j \geq 1$ deben ser monitoreados
- Cuando $D \geq 1$, los radionúclidos para los cuales $d_j \geq 0.3$ pueden ser monitoreados
- Todos los radionúclidos para los cuales $d_j \ll 1$ no requieren ser monitoreados

Finalmente y con el fin de diseñar el programa de monitoreo, debe ser analizado por cual método de medición se llevará a cabo el control de la contaminación interna para aquellos radionúclidos que así lo requieran. En la publicación 54 de la ICRP [6], se recomienda el o los métodos de medición a emplear para cada radionúclido, lo cual cada entidad deberá adaptarlo en función del equipamiento con que disponga para ello, o solicitar los servicios de otra institución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se incluyeron 5 entidades con el fin de definir la estrategia de monitoreo individual de la contaminación interna, determinándose para cada trabajador y cada radionúclido con que trabaja el factor de decisión de monitoreo. En total fueron analizados 34 trabajadores, los que emplean los siguientes radionúclidos: ^{99m}Tc , ^{131}I , ^{125}I , ^3H , ^{32}P , ^{51}Cr .

Durante el procesamiento de los datos enviados por las entidades, se pudo apreciar que no en todos los casos, hubo una total comprensión de lo que se solicitaba, por lo cual consideramos que los resultados obtenidos en este estudio deben ser analizados casuísticamente en cada institución. No obstante se ha podido validar la metodología propuesta.

Los valores determinados, permiten concluir que las dosis que potencialmente pueden ser recibidas al realizar los diferentes procedimientos dependen fuertemente de las actividades manipuladas y de los medios de protección con que se cuentan. Las diferencias significativas (varios ordenes) encontradas para el valor del factor de decisión de monitoreo para un mismo procedimiento en diferentes instituciones están dadas precisamente por estas variaciones.

El 76 % de los trabajadores deben ser monitoreados al superar las dosis 1 mSv, valor a partir del cual se recomienda monitorear a los trabajadores y de ellos el 30 % se les debe monitorear dos radionúclidos.

Los radionúclidos que requieren ser controlados para la mayoría de los trabajadores que con ellos laboran son el ^{99m}Tc , ^{125}I y ^{131}I , los que son empleados en estos casos en la práctica de medicina nuclear, tanto en el diagnóstico como para el tratamiento, siendo el ^{131}I el que aporta una mayor dosis. Los trabajadores que laboran

realizando estudios diagnósticos por RIA y aquellos que laboran en investigaciones no requieren control.

Los resultados obtenidos sugieren que debe adoptarse las medidas necesarias para que el monitoreo sea realizado para los casos que así lo requieren y a su vez velarse por el cumplimiento riguroso de las medidas de protección radiológica y complementándose con un adecuado programa de monitoreo de zonas, lo cual alertaría de la ocurrencia de un nivel de contaminación superficial o tasa de dosis superior al registrado normalmente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se desarrolló una metodología de cálculo que permite definir la estrategia de monitoreo individual de la contaminación interna a seguir en cada institución, partiendo de un conjunto de datos disponibles en estas y del análisis minucioso de las características de cada una de las operaciones que se realizan.

Los resultados obtenidos, sugieren la introducción de un programa de monitoreo individual como conducta a seguir en la mayoría de las instituciones.

Se recomienda que partiendo de los resultados obtenidos, se realice en las instituciones evaluadas un análisis detallado, posibilitando de esta forma, la precisión de los datos de partida y con ello la estrategia de monitoreo definida y hacer extensivo este estudio al resto de las instituciones que laboran con fuentes abiertas de radiaciones ionizantes.

REFERENCIAS

[1] International Atomic Energy Agency, International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, jointly sponsored by FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).

[2] IAEA Safety Standards Series, Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Guide No. RS-G-1.2, Vienna 1999.

[3] Criterios de selección propuestos para el monitoreo de la contaminación interna. Aplicación a las prácticas en Cuba. Cruz Suárez R., López Bejerano G., Placeres Villar C., Arado López O., Jova Sed L., I Taller de Física Nuclear. Publicación de la Revista Nucleus. La Habana, 1995.

[4] Organization and results of Internal Contamination Monitoring. IAEA Interegional training course for radiation protection officers in regulatory bodies. Berlin, 1984.

[5] Monitoring Assessment of Internal Exposure in the Federal Republic of Germany. A.Kaul and H. Schmier, 1984.