

20 años de experiencia en la protección radiológica ocupacional en la práctica de calibración dosimétrica

 Niurka González Rodríguez,  Gonzalo Walwyn Salas

Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR), La Habana, Cuba
niurka@cphr.edu.cu

Resumen

El Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) es la entidad que en Cuba realiza la calibración de instrumentos dosimétricos a niveles de protección radiológica, radioterapia y radiología diagnóstica e intervencionismo. Esta práctica, que realiza el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica y que garantiza la trazabilidad metrológica a un Laboratorio Primario de las magnitudes de dosis, se realiza cumpliendo un estricto Programa de Protección Radiológica diseñado para garantizar la seguridad de las personas y el medio ambiente y obtener la Licencia de Operación para el empleo de radiaciones ionizantes que se establece en el marco regulador nacional.

El programa de protección radiológica incluye las disposiciones necesarias para garantizar la protección radiológica de las personas durante el trabajo con fuentes de radiaciones ionizantes. La seguridad del personal que realiza la práctica es uno de los elementos claves del programa y se basa en requisitos tales como el control radiológico tanto individual como de los puestos de trabajo, el diseño de las instalaciones, los procedimientos operacionales y de seguridad y el control de los inventarios, entre otros aspectos que han permitido el cumplimiento de las restricciones de dosis anuales impuestas por la Autoridad Reguladora para esta categoría de personal expuesto.

En el presente trabajo se exponen las experiencias en la aplicación de estos requisitos por más de 20 años de trabajo, lo que ha permitido que se realice una práctica segura sin la ocurrencia de eventos adversos de gran envergadura.

Palabras clave: protección contra las radiaciones; dosimetría; calibración; SSDL; seguridad; vigilancia del personal.

20 years of experience in occupational radiation protection in dosimetric calibration practice

Abstract

The Center for Radiation Protection and Hygiene (CPHR) is the institution in Cuba that provides dosimetric calibration services of instruments at radiation protection, radiotherapy, diagnostic radiology and interventionism level. This practice is developed by the Secondary Standard Dosimetric Laboratory and guarantees the metrological traceability of dose magnitudes to a Primary Standard Dosimetric Laboratory. It is carried out in compliance with a strict Radiation Protection Program designed to guarantee the radiation safety of people and the environment and to obtain the Operating License established in the national regulatory framework.

The radiation protection program includes the necessary provisions to ensure the radiation protection of people while working with ionizing radiation sources. The safety of the personnel is one of the key elements of the program and is based on requirements such as radiological control both individually and of the workplaces, the design of the facilities, operational and safety procedures and inventory control, among other aspects that have allowed compliance with the annual dose constraints imposed by the Regulatory Authority for this category of exposed personnel.

This paper presents the experiences in the application of these requirements for more than 20 years.

Key words: radiation protection; dosimetry; calibration; SSDL; safety; personnel monitoring.

Introducción

La calibración dosimétrica es un proceso que utiliza fuentes radiactivas selladas y equipos generadores de radiaciones ionizantes para la calibración, verificación y/o irradiación de materiales y/o instrumentos a niveles de protección radiológica, radioterapia y radiología diagnóstica e intervencionismo con el objetivo de garantizar la trazabilidad metrológica de las mediciones que con ellos se realizan

Este proceso, realizado por el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR), constituye una práctica con empleo de radiaciones ionizantes y por tanto, debe llevarse a cabo cumpliendo un estricto Programa de Protección Radiológica (PPR) diseñado e implementado para garantizar la seguridad de las personas y el medio ambiente y que le permita obtener la Licencia de Operación establecida en el marco regulador nacional en materia de seguridad radiológica. [1, 2, 3]. Este PPR permite controlar el riesgo fundamental de la práctica que es el de irradiación externa en condiciones de operación normal de la instalación.

El control de la exposición del personal ocupacionalmente expuesto de la práctica constituye uno de los elementos básicos que componen el programa de protección radiológica del LSCD, desarrollado desde la etapa de diseño de la instalación e implementado desde hace más de 20 años. Requisitos relativos a las responsabilidades del personal, la clasificación de zonas, la limitación y restricciones de las dosis ocupacionales, el diseño de los equipos y de la propia instalación, el programa de vigilancia radiológica tanto individual como de zonas y puestos de trabajos así como los procedimientos operacionales y de seguridad son algunos de los que tributan a este elemento [3].

La mayor parte de las operaciones se realiza en locales debidamente blindados (Salas de Calibración) que permanecen cerrados durante el tiempo que tiene lugar la irradiación mientras que el personal del LSCD permanece en la Sala de Control. El acceso a las dichas Salas se controla mediante una puerta que se cierra con candado mientras no se esté trabajando o durante irradiaciones muy largas y mediante diferentes tipos de enclavamientos tales como interruptores de puertas y barreras infrarrojas; igualmente existen señales lumínicas que indican el momento en que se está irradiando. En la Sala de Calibración donde se encuentra la única fuente radiactiva de Categoría 1 de la instalación, existe además un monitor estacionario de radiación con señal lumínica y sonora propia y con indicación de la tasa de dosis en el recinto en tiempo real [4].

Como resultado de la implementación del PPR la instalación ha operado en condiciones de seguridad lo cual ha permitido que el LSCD cuente con la Licencia de Operación otorgada por la Autoridad Reguladora nacional a la vez de que se realice una práctica segura sin la ocurrencia de eventos adversos de gran envergadura. Un análisis de las dosis ocupacionales demuestra que sistemáticamente se cumplen no solo con los límites

de dosis anuales establecidos en la regulación nacional sino también con la restricción para el mismo período impuesta en la Licencia y con la establecida a nivel local en el propio programa.

Materiales y métodos

El Programa de Protección Radiológica (PPR) de la práctica de calibración dosimétrica está diseñado e implementado según lo establecido en el Reglamento sobre Notificación y Autorización de prácticas y actividades asociadas al empleo de Fuentes de Radiaciones Ionizantes, vigente en el país desde el año 2011.

Los resultados del programa de vigilancia radiológica individual de los trabajadores ocupacionalmente expuestos del LSCD entre los años 2006 y 2022 fueron objeto de un análisis estadístico para determinar su comportamiento y con ello la eficacia del PPR desarrollado.

Resultados

Programa de Protección Radiológica

El Programa de Protección Radiológica de la práctica de calibración dosimétrica que realiza el LSCD del CPHR, se diseñó e implementó desde la etapa de diseño de la instalación con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y el medio ambiente así como para lograr la obtención de la Licencia de Operación de la Autoridad Reguladora nacional en materia de seguridad radiológica.

Uno de los elementos incluidos en dicho programa es el control de la exposición ocupacional que tiene el objetivo de garantizar los límites y restricciones de dosis anuales impuestas tanto por dicha autoridad como a nivel local para esta categoría de personal expuesto.

Este elemento del programa incluye la descripción de la práctica y sus riesgos, siendo este último el de irradiación externa a las fuentes radiactivas selladas y equipos generadores de rayos X con que cuenta el laboratorio, una descripción de la instalación que abarca una exposición detallada de los locales que conforman el LSCD, su función dentro de la práctica así como sus características constructivas y se describen además la ubicación de las fuentes de radiación.

Igualmente se identifican y describen los elementos y sistemas importantes para la seguridad, requisito que comprende todos los elementos tecnológicos y constructivos presentes en el LSCD y que tributan a la seguridad radiológica del personal ocupacionalmente expuesto. Señales lumínicas y sonoras, enclavamientos para la interrupción de la irradiación en caso de acceso inadvertido, elementos de blindaje de los locales y equipos, elementos de diseño de los irradiadores, equipos de protección radiológica, entre otros, constituyen parte del programa desarrollado [4].

Un análisis de seguridad de la práctica se realizó para evaluar el nivel de seguridad de las operaciones y para él se tuvo en cuenta los riesgos radiológicos asociados a los trabajos que se realizan. Dicho análisis

sis incluyó la estimación de las dosis en condiciones de operación normal y las dosis potenciales para sucesos previsible. Se postularon una serie de posibles sucesos relacionados con fallas de equipos, eventos externos y errores humanos. Se identificaron las barreras de seguridad para prevenir o mitigar situaciones accidentales y se evaluaron sus consecuencias radiológicas [3, 4, 5, 6].

Las dosis para los trabajadores ocupacionalmente expuestos durante las operaciones normales se estimaron de acuerdo con los procedimientos de trabajo, utilizando escenarios muy conservadores. Como resultado, se obtuvo que las dosis efectivas totales deben ser de aproximadamente 1.7 mSv/año lo que permite cumplir con el límite anual establecido en la regulación nacional vigente para esta categoría de personal expuesto así como con la restricción de 10 mSv/año impuesta en la Licencia de Operación y constituyó la base para el establecimiento de una restricción a nivel de la instalación de 2 mSv/año [4].

Una vez establecido que en condiciones normales de operación la práctica cumple con los requisitos reguladores en relación con los límites de dosis, se procedió estimar las dosis potenciales para las situaciones accidentales previsible. La identificación de los sucesos iniciadores se realizó mediante un Análisis Qué – Sí y el criterio de expertos mientras que la evaluación de los riesgos de estos sucesos se realizó utilizando la Metodología de Matrices de Riesgo, la cual tiene como objetivo final clasificar el riesgo por niveles y que se considera suficiente para la toma de decisiones en relación con la seguridad de las operaciones a realizar. Se identificaron 14 sucesos iniciadores de posibles secuencias accidentales y para cada uno las personas afectadas, la frecuencia de ocurrencia del evento, las barreras de seguridad y la probabilidad de falla del conjunto de barreras y se evaluaron las consecuencias radiológicas estableciéndose secuencias de riesgo medio y bajo [4, 5, 6].

Dentro del PPR se establecen además las responsabilidades de los trabajadores ocupacionalmente expuestos de la práctica así como sus requisitos de selección y cualificación del personal. El Sistema de Gestión del LSCD, del cual el PPR forma parte, incluye los procedimientos operacionales y de seguridad de la práctica así como el sistema de registros que permite demostrar el desempeño de la misma [4].

El PPR, debidamente documentado, ha sido objeto de evaluación e inspección por la Autoridad Reguladora nacional que otorgó al LSCD la Licencia de Operación la cual ha sido renovada sistemáticamente durante más de 20 años.

Programa de Vigilancia Radiológica Individual

Otro elemento que contribuye al control de la exposición ocupacional en la práctica de calibración dosimétrica es el Programa de Vigilancia Radiológica diseñado e implementado y que incluye la vigilancia individual y de zonas y puestos de trabajo.

Los trabajadores ocupacionalmente expuestos del LSCD cuentan con el servicio de dosimetría individual que brinda el Laboratorio de Dosimetría Externa del CPHR

cuyos resultados quedan registrados en los Expedientes Radiológicos Individuales [4].

Un resumen de los resultados de dicho programa en el período comprendido entre los años 2006 y 2022 se presenta en la tabla 1 y figura 1, donde pueden apreciarse las dosis efectivas promedio (E_{prom}) así como las dosis efectivas individuales mínimas (E_{min}) y máximas ($E_{máx}$) en cada año. Estos valores demuestran el cumplimiento de las restricciones anuales establecidas estando asociados los picos de la gráfica a períodos de un aumento significativo de la carga de trabajo del LSCD o al recambio de la fuente radiactiva de Categoría I con la que cuenta la instalación.

Tabla 1. Mediana y rango intercuartílico para los criterios de selección de expertos.

Año	E_{prom} (mSv)	E_{min} (mSv)	$E_{máx}$ (mSv)
2006	0.26	0.00	1.24
2007	0.13	0.00	0.74
2008	0.15	0.00	0.37
2009	0.25	0.00	0.97
2010	0.94	0.44	1.84
2011	0.02	0.00	0.16
2012	0.01	0.00	0.10
2013	0.05	0.00	0.37
2014	0.08	0.00	0.44
2015	0.00	0.00	0.00
2016	0.03	0.00	0.18
2017	0.03	0.00	0.15
2018	0.00	0.00	0.00
2019	0.00	0.00	0.00
2020	0.00	0.00	0.00
2021	0.00	0.00	0.00
2022	0.07	0.00	0.22

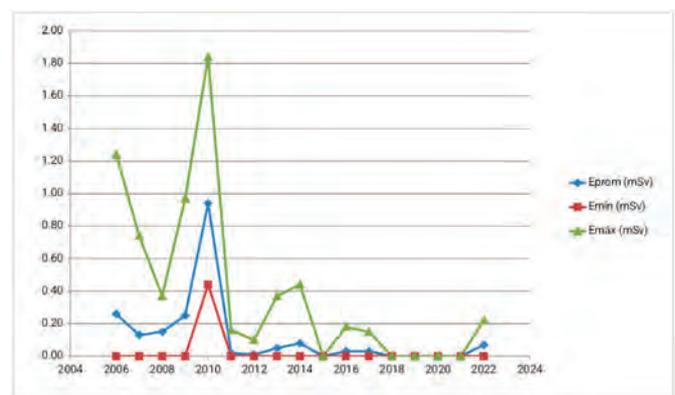


Figura 1. Comportamiento de las Dosis Efectivas anuales de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos del LSCD en el período 2006 – 2022.

Discusión

Fue diseñado un Programa de Protección Radiológica para la práctica de calibración dosimétrica que realiza el LSCD del CPHR que se implementó y funciona desde hace más de 20 años.

Uno de los elementos del PPR es el control de la exposición ocupacional al cual tributan requisitos de diseño de la instalación y de los equipos así como medidas administrativas teniendo impuesta por la Autoridad una restricción de dosis efectiva de 10 mSv/año mientras que a nivel local la restricción es de 2 mSv/año para esta categoría de personal expuesto.

Un análisis de los resultados del programa de vigilancia radiológica individual en el período comprendido entre los años 2006 y 2022 arroja una dosis efectiva anual promedio máxima de 0.94 mSv, siendo las dosis individuales máximas de 1.24 mSv en 2006 y 1.84 mSv en 2010 coincidiendo con un recambio de la fuente radiactiva de Categoría I del LSCD en el primer caso y un aumento significativo de la carga de trabajo del laboratorio en el segundo.

El programa cumple con la regulación nacional vigente en materia de seguridad radiológica y ha constituido la base para que el LSCD opere en condiciones de seguridad y con la Licencia de Operación que otorga la autoridad reguladora y que ha sido sistemáticamente objeto de evaluación, inspección y renovación por parte de dicha autoridad.

Conclusiones

Se desarrolló e implementó un Programa de Protección Radiológica para la práctica de calibración dosimétrica que realiza el CPHR en cumplimiento de la regulación nacional vigente en materia de seguridad radiológica.

Uno de los elementos del programa lo constituye en control de la exposición ocupacional al que tributan requisitos técnicos y administrativos, teniendo impuestas restricciones de dosis ocupacional de 10 mSv/año por parte de la Autoridad Reguladora y 2 mSv/año a nivel local.

El programa implementado permite realizar las operaciones de manera segura y bajo el amparo de la Licencia de Operación que otorga la Autoridad Reguladora nacional.

Un análisis de las dosis efectivas ocupacionales entre los años 2006 y 2022 muestran la eficacia del programa de protección desarrollado al evidenciarse el cumplimiento de las restricciones anuales de dosis establecidas para la práctica.

Referencias

- [1]. Colectivo de autores. Protección Radiológica en la aplicación de las técnicas nucleares. La Habana: CPHR-CNSN, 2002.
- [2]. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) – Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Reglamento normas básicas de seguridad radiológica. Resolución Conjunta CITMA – MINSAP. Enero, 2002.
- [3]. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Reglamento sobre notificación y autorización de prácticas y actividades asociadas al empleo de fuentes de radiaciones ionizantes. Resolución No. 334/2011.
- [4]. Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR). Expediente de Seguridad de la Práctica de Calibración Dosimétrica. Versión 8. Mayo, 2023.
- [5]. Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN). Evaluación de seguridad de prácticas y actividades asociadas al empleo de fuentes de radiaciones ionizantes, Guía de Seguridad. Resolución No. 17/2012. La Habana: CNSN, 2012.
- [6]. Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores. Aplicación del método de la matriz de riesgo en radiografía industrial. Volumen 1. Texto Principal. Junio, 2016.

Recibido: 12 de julio de 2023

Aceptado: 15 de julio de 2023

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización, ni la comunicación del presente trabajo.

CRedit / Conceptualización: Niurka González Rodríguez. **Fuentes:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas. **Curación de datos:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas. **Análisis formal:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas. **Supervisión:** Niurka González Rodríguez. **Adquisición de fondos:** Niurka González Rodríguez. **Validación:** Niurka González Rodríguez. **Investigación:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas. **Metodología:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas. **Visualización:** Niurka González Rodríguez. **Administración de proyecto:** Niurka González Rodríguez. **Escritura – borrador original:** Niurka González Rodríguez. **Redacción – revisión y edición:** Niurka González Rodríguez, Gonzalo Walwyn Salas.