

Resultados de la vigilancia radiológica individual de la exposición externa en Cuba en el período 2006–2009

Daniel Molina Pérez, Ailza Castro Soler, Maribel Verdecia Sánchez, Yamilia Farradá Neyra, José Manzano de Armas
Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR)
Calle 20 N° 4113 e/ 41 y 47, Playa. La Habana, Cuba
daniel@cphr.edu.cu

Resumen

El trabajo describe los resultados del servicio de dosimetría personal del Laboratorio de Dosimetría Externa del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones en el período 2006-2009. Se analizan los datos sobre el número de trabajadores ocupacionalmente expuestos que son monitoreados y los niveles de exposición ocupacional que reciben, comparándolos con períodos anteriores y los valores publicados por el UNSCEAR. Los trabajadores monitoreados laboran en la medicina, la industria convencional, la investigación y la docencia. El sector de la salud abarca el 90%. El número de trabajadores monitoreados mantuvo una tendencia creciente en el período, siendo el caso más relevante la práctica de radiodiagnóstico, la cual se duplicó. El número de trabajadores ocupacionalmente expuestos, fue inferior al 50% del total monitoreado, mostrando una tendencia decreciente con respecto a años anteriores. La dosis anual promedio para todas las prácticas fue inferior a 1 mSv, mostrando igualmente una disminución con respecto al período anterior.

Results of personal dosimetry in Cuba from 2006 to 2009 period

Abstract

The work describes the results of the personal dosimetry service carried out by the External Dosimetry of the Center for Radiation Protection and Hygiene from 2006 to 2009. Data about number of monitored occupationally exposure workers and occupational radiation exposure levels are analyzed, which are also compared with previously period and UNSCEAR reports. The results show that the number of occupational exposure workers is increase in the period; only about 50% of monitored workers were exposed. The average individual values of annual effective doses were less than 1 mSv for all monitored practices. The comparison with previously period showed a decreasing tendency in the number of exposed workers and in the average annual doses.

Keys words: *occupational exposure, personnel dosimetry, UNSCEAR, dose limits, radiation doses, thermoluminescent dosimetry*

Introducción

La vigilancia radiológica individual de la exposición ocupacional a fuentes de radiación externa en Cuba la realiza el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR). A partir del año 2002 el servicio de dosimetría personal del CPHR, ejecutado por el Laboratorio de Dosimetría Externa (LDE), se convierte en el único a nivel nacional y pasa a cubrir la vigilancia de todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) a las radiaciones ionizantes del país. Desde ese mismo año, el servicio se comienza a ejecutar solamente con el mé-

todo termoluminiscente. En el período 2001–2005 el servicio tuvo un comportamiento satisfactorio, aumentando su cobertura de poco más de 1000 TOE a casi 6000 TOE, debido a la incorporación de estos a la práctica de radiodiagnóstico. El análisis de las exposiciones ocupacionales en ese período fue reportado en un trabajo anterior [1].

En este trabajo se discuten los resultados del servicio de dosimetría personal del CPHR en el período 2006 a 2009, analizando algunos indicadores que permiten evaluar la cobertura y los niveles de exposición ocupacional que recibieron los TOE de las diferentes prácticas monitoreadas.

Los datos para el período 2001-2005 [1] y para el 2006-2009, indican que el número de TOE monitoreados por el LDE mantiene su tendencia creciente. En este sentido, se presenta el comportamiento del número de TOE monitoreado por práctica en el período.

Los niveles de exposición ocupacional se evaluaron para los TOE agrupados en las siguientes prácticas: radiodiagnóstico (RX), medicina nuclear y radioterapia (MN+RT), radiografía industrial (RI), producción de radisótopos (PRI), investigación y docencia (I+D) y otras. Se analizaron la cantidad de TOE expuestos, cuya dosis anual acumulada es superior al nivel de registro establecido, y los valores de dosis anual promedio para las prácticas mencionadas. Se utiliza la comparación con años anteriores para evaluar posibles tendencias.

Descripción del Servicio de dosimetría personal

El Laboratorio de Dosimetría Externa lleva a cabo un servicio de dosimetría personal que abarca la vigilancia radiológica de la exposición a radiación electromagnética, el cual incluye rayos X y radiación gamma cuerpo entero y extremidades (manos). El servicio consiste en un sistema de dosimetría TLD que tiene dos sistemas, uno manual y otro automático. El sistema manual está compuesto por un lector Toledo 654 y los dosímetros modelo TLD-01 [2] para medir las dosis en cuerpo entero y un dosímetro de extremidades [3] para la dosimetría de las manos. El sistema automático está conformado por dos lectores RADOS-DOSACUS, un irradiador automático RADOS y los dosímetros modelo RADOS [4]. Ambos tipos de dosímetros de cuerpo entero permiten medir la magnitud operacional dosis equivalente personal Hp(10), y están calibrados en el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) del CPHR.

El servicio cuenta con un sistema de gestión de datos denominado DOSIS, que permite el almacenamiento y procesamiento de los resultados [5]. Los reportes estadísticos empleados en el trabajo se emitieron con este sistema.

Las regulaciones nacionales sobre seguridad radiológica y nuclear [6] establecen que la vigilancia radiológica individual se debe realizar con una frecuencia mensual. En cumplimiento de esta disposición el servicio de dosimetría del CPHR realiza el cambio de los dosímetros mensualmente. Solo en el caso de la práctica de radiodiagnóstico fue modificada esta frecuencia por razones de disponibilidad de dosímetros

y demanda acelerada de incremento del servicio, empleando en algunas ocasiones de manera provisional, períodos de monitoreo bimensual o trimestral.

El servicio tiene establecido como nivel de registro un valor de dosis de 0,1 mSv, cualquier valor inferior es reportado como cero, además se asigna cero cuando el dosímetro no es devuelto o presenta algún daño físico que imposibilita su medición.

Se emplea el indicador número de TOE monitoreados por año, para analizar el universo de TOE del país para las diferentes prácticas. Se define por TOE monitoreado, todo aquel que tiene asignado dosímetro para al menos un período de vigilancia. La relación entre los dosímetros entregados y devueltos se utilizó para evaluar el funcionamiento del servicio. Para evaluar los niveles de exposición ocupacional se emplearon los indicadores: Número TOE expuestos, definido como el número de TOE, cuya dosis anual fue superior al nivel de registro (0,1 mSv) y Dosis Anual Promedio por práctica.

Resultados y discusión

Trabajadores monitoreados

En las Figuras 1 y 2 se muestra el comportamiento del número de TOE monitoreados por año por las diferentes prácticas para el período 2006–2009 para el servicio de cuerpo entero y extremidades, respectivamente. Durante el período se mantuvo la tendencia creciente en el número de TOE monitoreados para el cuerpo entero observada en el quinquenio anterior (2001–2005). En aquella ocasión se reportó un aumento de 2000 TOE en 2001 a 6000 en 2005 [1], mientras que en el período actual el número de TOE monitoreados crece de 8000 en 2006 a 11 000 en 2009. Para la dosimetría de extremidades no existe una variación significativa en el número de TOE monitoreados, ya que desde hace varios años el servicio ha logrado la cobertura total para este tipo de monitoreo y las prácticas que mayor exposición pueden ocasionar en las manos no han experimentado ningún desarrollo que conlleve al aumento del personal expuesto.

Se observa que la mayor cantidad de TOE se concentra en las prácticas médicas. El 90% de los TOE monitoreados por el servicio de cuerpo entero labora en radiodiagnóstico, medicina nuclear y radioterapia. En el caso del monitoreo de las extremidades 50% trabaja en medicina nuclear y radioterapia. Este resultado se corresponde con el grado de

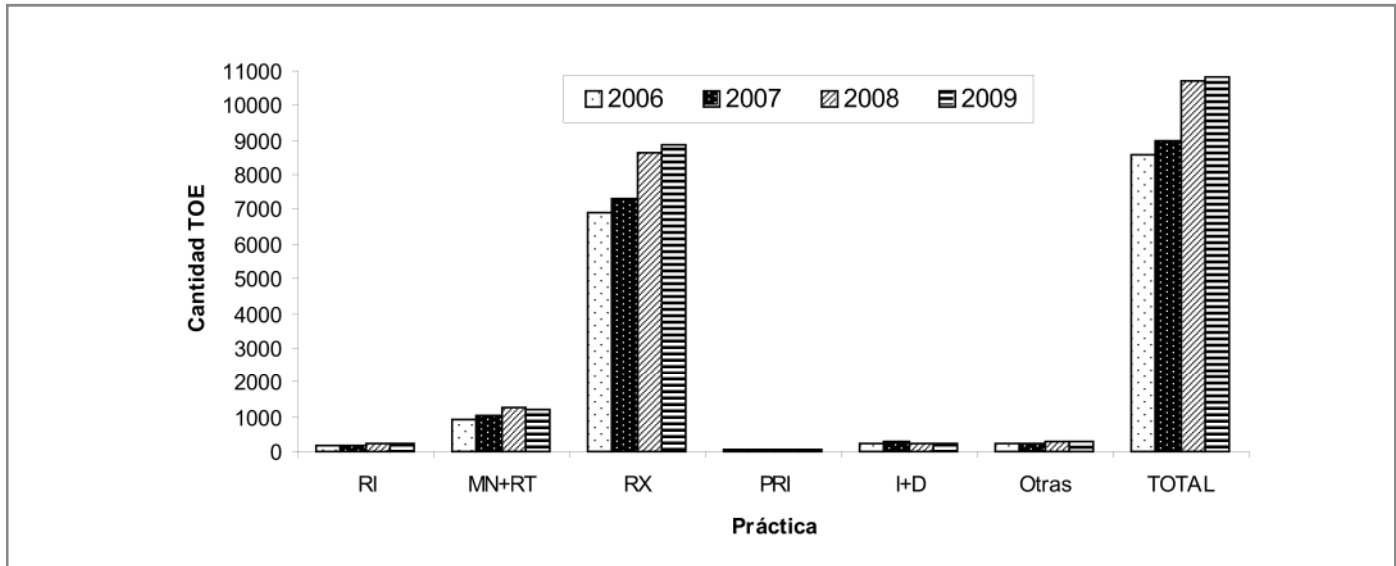


Figura 1. Número de TOE monitoreados (cuerpo entero).
 (RI = Radiografía Industrial; MN+RT = Medicina Nuclear y Radioterapia;
 RX = Radiodiagnóstico; PRI = Producción de radisótopos; I+D = Investigación y Docencia)

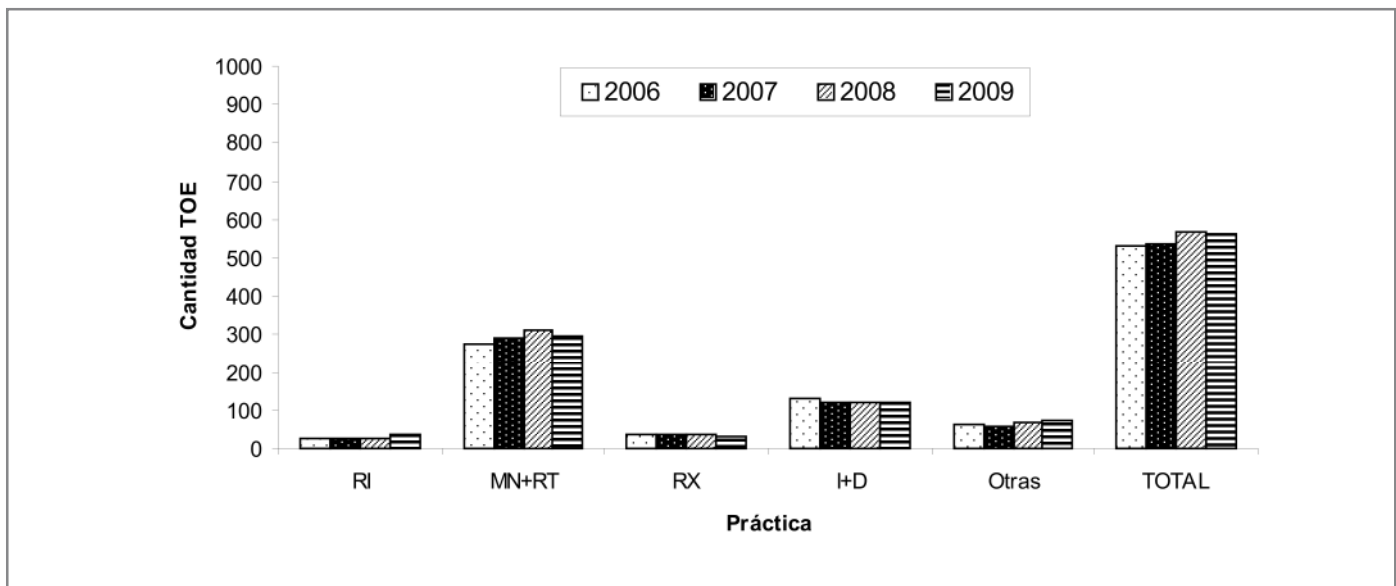


Figura 2. Número de TOE monitoreados (extremidades).
 (RI = Radiografía Industrial; MN+RT = Medicina Nuclear y Radioterapia;
 PRI = Producción de radisótopos; ; I+D = Investigación y Docencia)

aplicación que tienen las técnicas nucleares en el país. Es evidente que la práctica de radiodiagnóstico es la más relevante, desde el punto de vista del universo de TOE, al aportar 80% de los TOE del país y presentar un crecimiento sostenido durante el período. En el año 2005 se reportaron 4500 TOE monitoreados para esta práctica [1], mientras que en el 2009 esta cifra casi se duplicó al llegar a 8800 TOE. Este incremento fue motivado por la ampliación y modernización que ha llevado a cabo el país

de esta práctica. Para el resto de las prácticas el universo de TOE monitoreados prácticamente no ha variado, en correspondencia con la estabilidad que presenta su nivel de aplicación.

Entrega y devolución de dosímetros

En la Fig. 3 se muestra la cantidad total de dosímetros por prácticas que entregó el servicio durante el período analizado. Se aprecia cómo la cantidad de dosímetros entregadas supera los 50 000 dosí-

metros anuales, lo cual significa que se procesan como promedio 5000 dosímetros mensualmente. La tendencia decreciente durante el período, estuvo determinada por el comportamiento del indicador para los TOE de la práctica de radiodiagnóstico, la cual estuvo afectada y recibió el servicio con frecuencia bimensual y trimestral en los años 2007 a 2009.

En la Fig. 4 se muestra la relación de dosímetros devueltos y no devueltos anuales durante el período 2006-2009. De forma general se aprecia

que aproximadamente 10% del total de dosímetros entregados no son devueltos y por tanto no es posible evaluar la dosis que reciben. La mayor cantidad de dosímetros que no se devuelven corresponden a personas que trabajan en las prácticas médicas, siendo la práctica de radiodiagnóstico la más crítica por la gran cantidad de dosímetros que involucra. Importante también son las prácticas de medicina nuclear y radioterapia, cuya tasa de no devolución es superior al 5%.

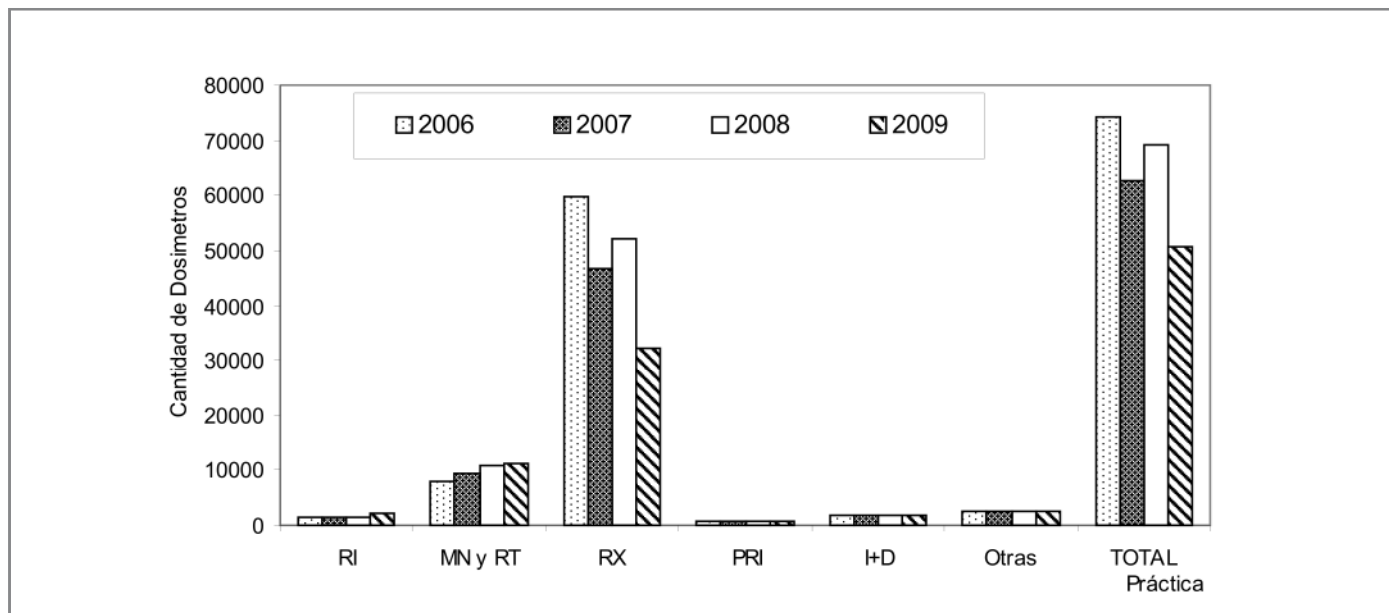


Figura 3. Cantidad Total de Dosímetros Entregados Anual (RI =Radiografía Industrial; MN+RT=Medicina Nuclear y Radioterapia; RX=radiodiagnóstico PRI=Producción de radisótopos; ; I+D=Investigación y Docencia)

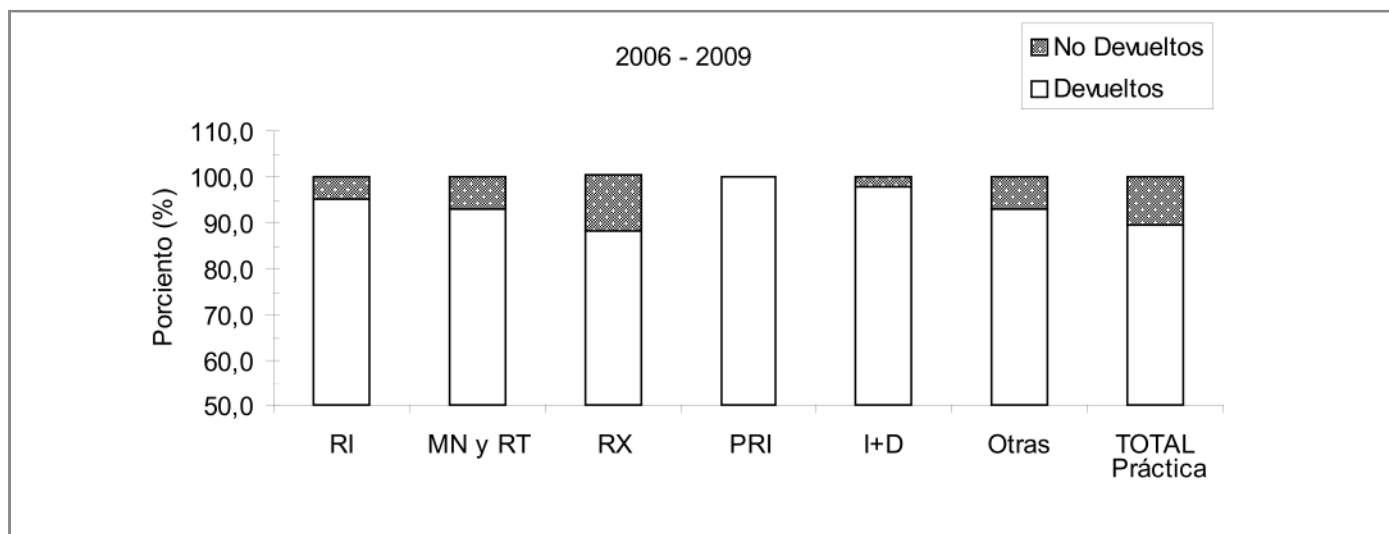


Figura 4. Comparación entre Dosímetros Devueltos y No Devueltos por Prácticas (2006 – 2009) (RI =Radiografía Industrial; MN+RT=Medicina Nuclear y Radioterapia; RX=radiodiagnóstico PRI=Producción de radisótopos; ; I+D=Investigación y Docencia)

Niveles de exposición ocupacional

En la Fig. 5 se muestra el número de TOE expuestos, expresado en por ciento del total de TOE monitoreados para las diferentes prácticas analizadas. Se observa que como promedio solo reciben dosis medibles 50% de los TOE monitoreados. Al comparar estos valores con el período 2001 a 2005, para el cual se reportó 80% de TOE expuestos para las prácticas médicas (radiodiagnóstico, medicina nuclear y radioterapia) y 70% para el resto [1], se puede afirmar que existe una tendencia decreciente. Sin embargo, dentro del período analizado, solo la práctica de I+D muestra una tendencia decreciente. El UNSCEAR reporta para el período 2000-2002, a escala global, solo 5% de TOE para el radiodiagnóstico, 18% para radioterapia y 50% para medicina nuclear [7]. Es interesante resaltar que mientras para medicina nuclear y radioterapia los resultados son similares, existe una gran diferencia en radiodiagnóstico. Entre las causas de esta diferencia se debe contemplar el empleo de períodos de monitoreo bimensual o trimestral, que conlleva a tiempos muy largos de exposición del dosímetro. En este caso, las fluctuaciones de las dosis debidas al fondo durante la transportación y almacenamiento son mayores y pueden ocasionar registros de dosis cercanos al límite inferior de detección del sistema.

En la Fig. 6 se muestran las dosis anual promedio para las diferentes prácticas en el período estudiado para el monitoreo de las dosis en cuerpo entero.

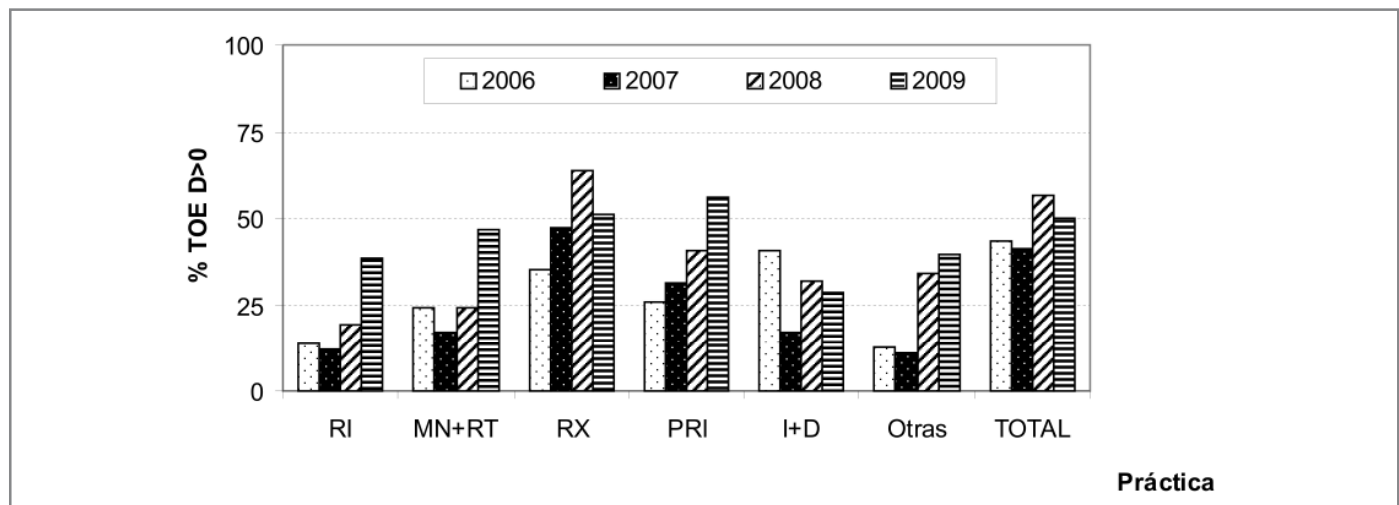


Figura 5. Número de TOE Expuestos por Prácticas (2006 – 2009)
 (RI = Radiografía Industrial; MN+RT = Medicina Nuclear y Radioterapia;
 Radisótopos = Producción de radisótopos; ; I+D = Investigación y Docencia)

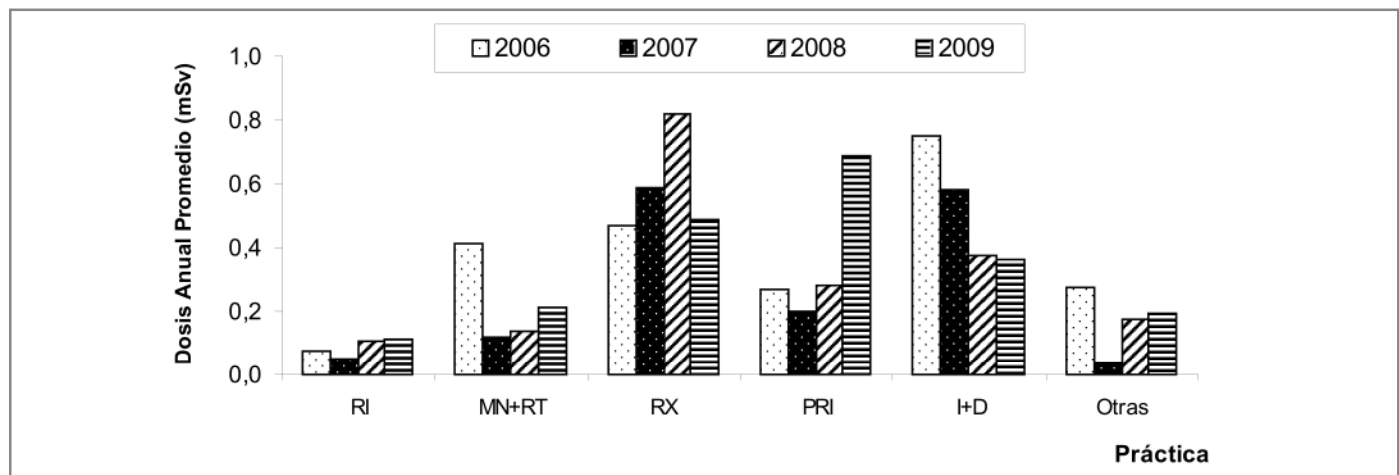


Figura 6. Dosis Anual promedio por prácticas y años (2006 – 2009).
 (RI = Radiografía Industrial; MN+RT = Medicina Nuclear y Radioterapia; Rx = Radiodiagnóstico;
 Radisótopos = Producción de radisótopos; I+D = Investigación y Docencia)

Se aprecia que las dosis anuales promedios para todas las prácticas son bajas, en todos los casos inferiores a 1,0 mSv. Estos valores son inferiores a los registrados para el periodo 2001–2005 [1], especialmente para las prácticas médicas, cuyos valores promedio para ese quinquenio fueron 1,9 mSv en radiodiagnóstico, 1,1 mSv en medicina nuclear y 1,2 mSv en radioterapia. El UNSCEAR reporta una dosis efectiva anual promedio de 0,5 a 0,7 mSv para las prácticas médicas [7].

Conclusiones

Los resultados presentados se obtuvieron del servicio de dosimetría externa ejecutado por el CPHR en el período 2006 a 2009. Dado que el servicio es de carácter nacional, los resultados son representativos del universo de trabajadores ocupacionalmente expuestos. Se pudo confirmar que el servicio de dosimetría externa del CPHR garantiza la cobertura total del universo de TOE del país. Se evidenció que para el período 2006-2009 se mantuvo la tendencia creciente de trabajadores monitoreados, llegando a más de 10 000 TOE. Las aplicaciones médicas son las más importantes al aportar 90% de los TOE, especialmente el radiodiagnóstico que representa 80% del universo de TOE monitoreados.

El número de TOE que recibieron dosis medibles (superiores al nivel de registro de 0,1 mSv) fue inferior al 50% como promedio, mostrando una tendencia decreciente con respecto a años anteriores. Estos valores son comparables con los reportados a nivel mundial, excepto en el caso del radiodiagnóstico, cuyos resultados estuvieron influenciados por el empleo de períodos de monitoreos muy extensos.

La dosis anual promedio para todos los TOE es inferior a 1mSv. En el caso de las prácticas médicas, que son las de mayor relevancia por la cantidad de TOE, los valores de dosis anual promedio son 0,2 mSv para medicina nuclear y radioterapia; y 0,6 para radiodiagnóstico. Los valores correspondientes a nivel mundial reportados por el UNSCEAR son 0,5 mSv para medicina nuclear, 0,7 mSv para radioterapia y 0,5 mSv para radiodiagnóstico.

Los resultados para ambos indicadores demuestran que hay una tendencia a la reducción de los niveles de exposición ocupacional de los TOE del país, lo cual sugiere un aumento de la atención y aplicación de la protección radiológica. Se recomienda completar el estudio con el análisis de otros indicadores que permiten evaluar los niveles de exposición ocupacional en el país, enfatizando en las prácticas que más contribuyen, y determinando posibles tendencias.

Referencias Bibliográficas

- [1]. MOLINA PÉREZ D, MARTÍNEZ HERRERA E, CASTRO SOLER A. Evaluación de la exposición ocupacional a fuentes externa de radiación ionizante en Cuba en el período 2001-2005. [artículo en CD-ROM]. Primer Congreso Americano del IRPA 2006 /First American IRPA Congress 2006. XXIV Reunión Anual de la SMSR y XVII Congreso Anual de la SNM/XXIV SMSR Annual Meeting XVII Annual SNM Congreso Acapulco México, del 4 al 8 de Septiembre 2006/Cancún, Q.R., México, July 11-14, 2004.
- [2]. DÍAZ BERNAL E, MOLINA PÉREZ D. Some Characteristics of the TL Personal Dosimeter Used by the CPHR Individual Monitoring Service. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 1999; 85(1-4): 163- 165.
- [3]. MOLINA PÉREZ D, DÍAZ BERNAL E, VERA ROJAS L. Dosimetría de extremidades con dosímetros termoluminiscentes en Cuba. *Memorias del IV Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear*. La Habana, Cuba. Octubre 1998.
- [4]. PERNAS SALOMÓN R, MOLINA PÉREZ, D. Pruebas Tipo al Sistema Automático de Dosimetría Termoluminiscente del CPHR. *Nucleus*. 2005; (37): 25-29.
- [5]. MANZANO DE ARMAS J, DÍAZ BERNAL E, CAPOTE FERRERA E, et al. Sistema de gestión de datos en dosimetría personal DOSIS. *Memorias del V Regional Congress on Radiation Protection and Safety*. Regional IRPA Congreso. Recife, Brasil. april 29 - may 04, 2001.
- [6]. CENTRO NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR. Reglamento Normas Básicas de Seguridad Radiológica. Resolución conjunta CITMA-MINSAP. La Habana: CNSN, 2001.
- [7]. UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations Sales Publication. New York: United Nations, 2010.

Recibido: 25 de enero de 2011

Aceptado: 28 de abril de 2011