

Comparación de la Dosis Recibida por Personal Ocupacionalmente Expuesto en Intervencionismo

Comparison of the Received Dose by Occupationally Exposed Personnel in Interventionism

Washington Carrasco¹; Myriam Borja²; Ana Carola Flores²; María Adriano³ & Freddy Benalcázar⁴

CARRASCO, W.; BORJA, M.; FLORES, A. C.; ADRIANO, M. & BENALCÁZAR, F. Comparación de la dosis recibida por personal ocupacionalmente expuesto en intervencionismo. *J. health med. sci.*, 5(1):67-73, 2019.

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre la dosis de radiación recibida y la práctica en intervención médica. Se estudiaron estadísticamente los reportes dosimétricos de profesionales que han laborado en intervencionismo con un Arco en C en el Hospital José Carrasco Arteaga de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Estos informes se basan en lecturas bimensuales de los dosímetros TLD utilizados por el personal para seguridad radiológica. En total, se analizaron 124 personas que trabajaron en el período de noviembre de 2013 a marzo de 2018, es decir, 24 informes. La dosis promedio anual para las enfermeras de quirófanos es de 1,32 mSv, 1,59 mSv para el personal de Urología, 1,74 mSv para el personal de Gastroenterología, 1,78 mSv para el personal de Hemodinamia y 2,33 mSv para el personal de Traumatología. Se concluyó que la dosis promedio para cada práctica no excede la dosis de restricción de 1/3 de la dosis permitida para trabajadores ocupacionalmente expuestos. Intervencionismo en Traumatología resulta ser la práctica con mayor dosis recibida y la más baja perteneció al personal de Enfermería de Quirófanos. Estos resultados son de gran utilidad para saber qué nivel va acorde con cada práctica médica.

PALABRAS CLAVE: dosimetría, dosis anual, intervencionismo.

INTRODUCCIÓN

En la Publicación 26, de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por su sigla en inglés) que se publicó en 1977 se introdujo el concepto de detrimento para identificar y, de ser posible, cuantificar todos los efectos nocivos de la exposición a radiaciones ionizantes. En la publicación ICRP 60 publicada en 1991 como una actualización de la ICRP 26, se incluían mejoras del factor de ponderación de la radiación y de los métodos del factor de ponderación de los tejidos.

En la Publicación 60, la definición de detrimento fue elaborada para incluir no solo el riesgo fatal de cáncer para un órgano, sino también, una asignación ponderada para cánceres no fatales más una estimación de la incidencia de efectos hereditarios graves, todos los cuales también fueron ponderados para la esperanza de vida perdida (OECD / NEA, 2011). Este es un indicador que sirve

para mostrar afecciones que producen muerte de manera más prematura.

Las recomendaciones de 2007 en el ICRP 103 actualizan los factores de ponderación de radiación y tejido en las cantidades de dosis equivalente y efectiva, en base a la información científica disponible más reciente de la biología y la física de la exposición a la radiación (Obed *et al.*, 2015). Cambios significativos se dan en cada una de estas publicaciones según nuevos estudios, por ejemplo, el factor de ponderación de tejido WT para las gónadas es 0,25 en 1977, 0,20 en 1991 y 0,08 en 2007 (ICRP, 1977, 1991, 2007).

En la vigilancia radiológica de las exposiciones ocupacionales de la radiación externa, los dosímetros individuales miden el equivalente de dosis personal HP(10). Esta medición, presumiendo

¹ Hospital José Carrasco Arteaga, Cuenca, Ecuador.

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

³ Escuela Internacional de Posgrado de la Universidad de Granada, Granada, España.

⁴ Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

una exposición uniforme de todo el cuerpo, se toma como una evaluación de la dosis efectiva (ICRP, 2007). La dosis efectiva es la suma de todas las dosis equivalentes en todos los tejidos y órganos del cuerpo. La dosis efectiva (E), es un parámetro de dosis de radiación y tiene en cuenta la dosis absorbida recibida por cada órgano irradiado y la radiosensibilidad relativa del órgano (Obied *et al.*, 2015). El riesgo radiológico para el personal médico en radiología intervencionista (RI) es un tema de gran preocupación en la protección radiológica ocupacional hospitalaria, debido al rápido aumento del uso de la fluoroscopia. Además, el rápido desarrollo de RI en los últimos años rara vez, o nunca, ha sido acompañado por un aumento paralelo en el número de especialistas. Por lo tanto, las cargas de trabajo soportadas por el personal de RI son frecuentemente elevadas (Vaño *et al.*, 1998). Los radiólogos intervencionistas tienen el potencial de recibir dosis de radiación significativas (Hellowell *et al.*, 2005).

Los elementos de protección radiológica plomados como gafas, chalecos, collarines, protectores de gónadas y de tiroides deben ser utilizados por los médicos intervencionistas para reducir la dosis efectiva. La radiación dispersa del paciente comprende la principal fuente de dosis de radiación para el personal. Las mediciones han demostrado que la radiación dispersa del cuerpo de un paciente es más intensa en el lado de entrada del haz de rayos X, es decir, en el lado donde se encuentra el tubo de rayos X. Por lo tanto, es mejor pararse del lado del detector, que es el lado de salida, y no del lado del tubo de rayos X durante un procedimiento fluoroscópico. Los delantales de plomo pueden reducir la dosis recibida en más del 90 % (85 % - 99 %) dependiendo de la energía de los rayos X (ajuste de kV) y del grosor equivalente de plomo del delantal (IAEA, 2018). El intervencionismo con uso de radiación ionizante se ha vuelto de gran uso en la cardiología, Traumatología, Hemodinamia, Urología, Gastroenterología y otras especialidades médicas. Al ser una práctica planificada la ICRP ha recomendado que el límite debiera expresarse como una dosis efectiva de 20 mSv por año, promediada en períodos definidos de 5 años (100 mSv en 5 años), con la condición adicional de que la dosis efectiva no debería exceder 50 mSv en cualquier año. El Oficial de Seguridad Radiológica debe llevar el control dosimétrico de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE), para asegurarse que no superen los límites

recomendados y en caso de que suceda analizar las causas que lo produjeron para de mitigarlas.

Los conceptos de restricción de dosis y nivel de referencia se emplean conjuntamente con la optimización de la protección para restringir las dosis individuales. Es necesario que exista un nivel de dosis individual definido ya sea como restricción de dosis o como nivel de referencia. Si se excede una restricción de dosis resulta necesario determinar si se ha optimizado la protección, si se ha seleccionado la restricción de dosis adecuada, y si resultaría oportuno tomar medidas adicionales para reducir las dosis a niveles aceptables (ICRP, 2007).

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo se llevó a cabo con los datos de las lecturas de los reportes dosimétricos bimensuales de los TOE del Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga (HEJCA) en la ciudad de Cuenca Ecuador. Los profesionales médicos, 124 en total, pertenecían a prácticas de intervencionismo en Urología (16), Traumatología (12), Hemodinamia (11), Gastroenterología (15), Anestesiología (47) y Personal de Enfermería de Quirófano (23). Para realizar las intervenciones médicas Urología utiliza un Liptotriptor cuya tensión máxima es de 120 kVp y una Intensidad de 150 mA. El personal de Traumatología utiliza dos Arcos en C de 110 kVp / 12,2 mA y 125 kVp / 150 mA, respectivamente. Hemodinamia un angiógrafo de 125 kVp / 1000 mA. Gastroenterología un Arco en C de 125 kVp / 250 mA. El personal de Anestesiología sirve de apoyo a las demás áreas médicas por lo que están expuestos a cualquiera de los equipos antes mencionados. Enfermería de Quirófanos sirve de apoyo solo a Traumatología.

Se contabilizaron 22 reportes desde noviembre de 2013 hasta marzo de 2018. Las lecturas proviene de dosímetros TLD, cada profesional posee un dosímetro el cual es utilizado por 2 meses y enviado para su lectura al Servicio de Dosimetría del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. Se agrupó a los profesionales según la práctica médica que realizan y mediante un análisis descriptivo, se resumió los reportes dosimétricos bimensuales y anuales de los 124 profesionales a través de las medidas de tendencia central y dispersión más utilizadas. Se realizó

también un análisis gráfico de las dosis, mediante histogramas e intervalos de confianza para evaluar la simetría, homogeneidad y presencia de valores atípicos entre las unidades médicas.

RESULTADOS

Luego de analizar los datos se observó que la mayor dosis media anual (2,21 mSv) correspondió al personal médico de Traumatología y la menor (1,32 mSv) a Enfermería de Quirófanos (Fig. 1). La mayor dosis anual mediana (1,89 mSv) al año correspondió a Traumatología, y al menor (1,28 mSv) a Enfermería. La mayor desviación estándar (0,89) correspondió a Hemodinamia, seguido cercanamente de Traumatología (0,87) y Gastroenterología (0,86). La dosis media anual, de manera general, se encontró entre 0,86 mSv y 4,31 mSv. En la Tabla I podemos ver en detalle el resumen estadístico de cada Unidad Médica.

En la Figura 2, para los intervalos de confianza del 95 % la mayor variabilidad de los datos se observó en Traumatología, Hemodinamia y Gastroenterología. Al realizar una distribución porcentual se observó que no todos los grupos se

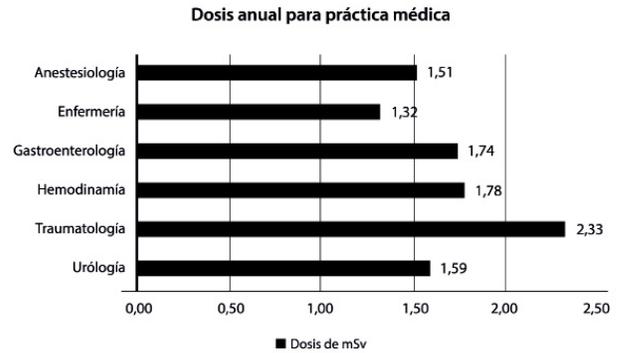


Fig. 1. Dosis media anual recibida por personal que han laborado en intervencionismo con un Arco en C en el Hospital José Carrasco Arteaga de la ciudad de Cuenca, Ecuador.

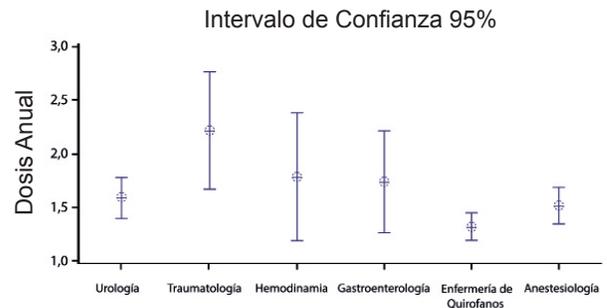


Fig. 2. Intervalos de confianza (95 %) según práctica intervencionista.

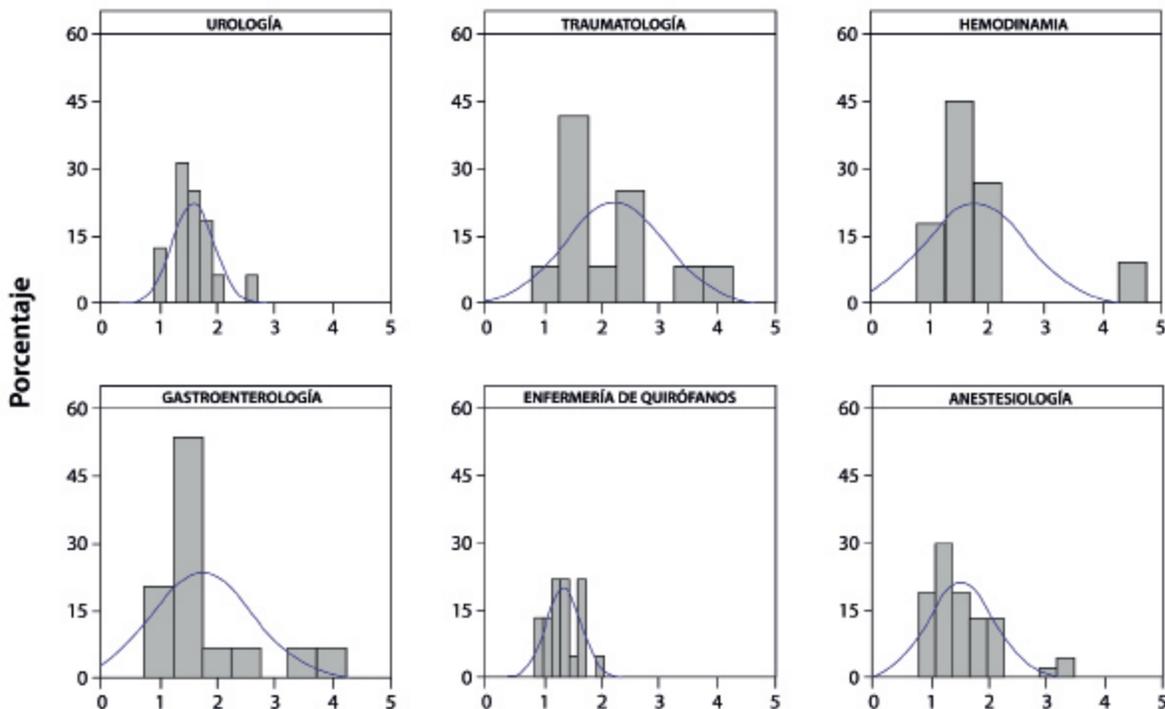


Fig. 3. Distribución porcentual de la dosis anual.

Tabla I. Análisis descriptivo de la dosis anual según práctica en intervencionismo médico.

	Urología	Traumatología	Hemodinamia	Gastroenterología	Enfermería	Anestesiología
Media	1,59	2,21	1,78	1,74	1,32	1,51
Mediana	1,53	1,89	1,61	1,45	1,28	1,37
Desviación estándar	0,36	0,87	0,89	0,86	0,30	0,56
Coefficiente de variación	22%	39%	50%	49%	23%	37%
Mínimo	1,05	1,21	1,04	0,96	0,86	0,87
Máximo	2,51	4,20	4,31	3,96	2,02	3,28
Rango	1,46	3,00	3,27	3,00	1,16	2,42
Personal (Nº)	16	12	11	15	23	47

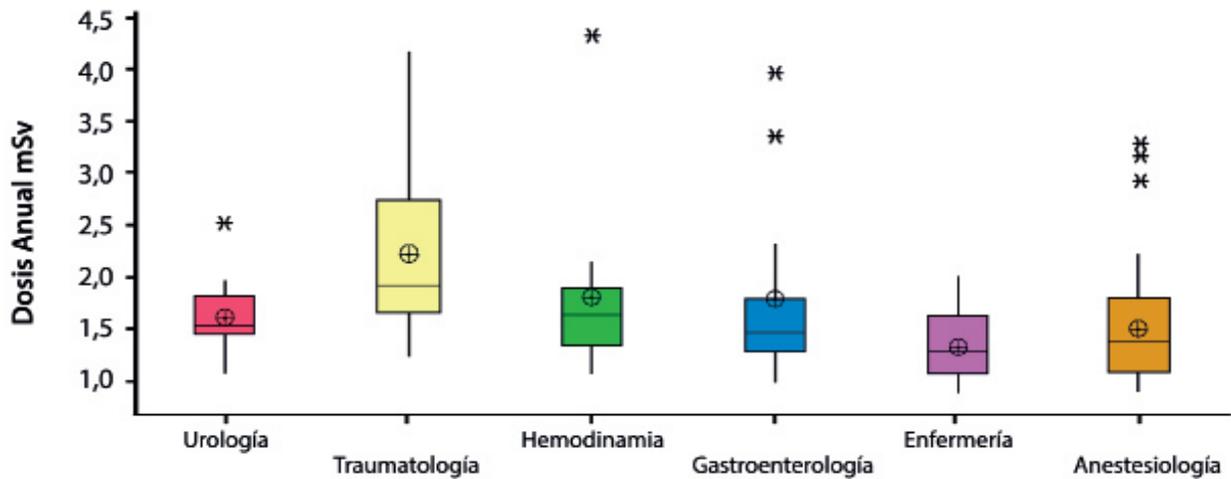


Fig. 4. Valores atípicos de dosis anual.

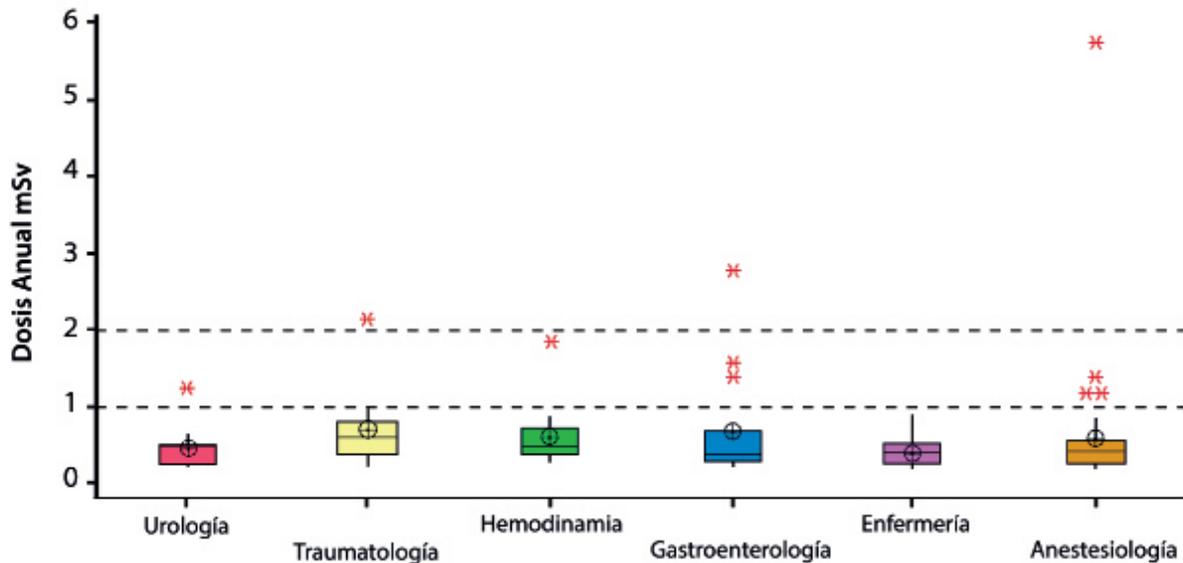


Fig. 5. Valores atípicos de dosis bimensual.

comportan de la misma manera (Fig. 3). También se observa que ninguno tiene una tendencia definida, mostrándose de manera general asimétricos.

La Figura 4, muestra aquellos valores atípicos de la dosis media anual en cada práctica, dentro del periodo estudiado se encontró tres en Anestesiología, dos en Gastroenterología, uno en Urología, uno en Hemodinamia y ninguno en Traumatología.

La Figura 5, muestra valores atípicos de la dosis bimensual en cada práctica de intervencionismo, dentro del periodo estudiado se encontró cuatro en Anestesiología, tres en Gastroenterología, uno en Urología, uno en Traumatología, uno en Hemodinamia y ninguno para personal de enfermería de quirófano.

DISCUSIÓN

El uso de radiaciones ionizantes en cualquier práctica conlleva un riesgo para los trabajadores expuestos, quienes deben conocer y ser conscientes del detrimento asociado. La Publicación 9 de la ICRP ya definía que se debe reconocer que existe un grado de riesgo y que se debe limitar la dosis de radiación a un nivel en el que el riesgo asumido se considere aceptable para el individuo y para la sociedad. En vista de los beneficios derivados de dichas actividades, una dosis de este tipo podría denominarse una dosis aceptable, con el mismo significado que implicaba “dosis admisible” (ICRP, 1966). Estos límites de dosis se han definido en la Publicación 60 sobre la base del modelo de tolerabilidad del riesgo que distingue entre niveles de riesgos inaceptables, tolerables y aceptables. Los límites de dosis están dirigidos a garantizar que ninguna persona esté expuesta a riesgos de radiación que se consideren inaceptables en circunstancias normales (ICRP, 1991).

En la actualidad resulta inaceptable que un trabajador en condiciones controladas sobrepase una dosis de 20 mSv / año (ICRP, 2007), el hecho de que supere este límite solo se justifica en caso de emergencia y con conocimiento previo del individuo. Este límite separa lo inaceptable de lo tolerable. Cualquier valor de dosis anual menor, pero cercana a los 20 mSv, será un valor tolerable, pero no óptimo. Basados en el principio de optimización cuando la dosis sea tolerable, se

deberá buscar todos los medios y mecanismos que lleguen a disminuirla hasta valores aceptables. La restricción de dosis será entonces un valor que cumpla con el principio ALARA, tan bajo como razonablemente sea posible para cada práctica. La ICRP usa “la restricción de dosis” en las situaciones de exposición planificada y “nivel de referencia” para las situaciones de exposición existentes y de emergencia. La restricción de dosis deberá estar basada en varios factores pero principalmente en análisis estadísticos de datos de dosimetría de los trabajadores en condiciones normales.

La Tabla I muestra un análisis descriptivo de la dosis anual recibida por práctica intervencionista en el HEJCA, de todos los datos el mínimo valor de dosis media anual fue de 0,86 mSv correspondiente a un individuo de Enfermería de Quirófano, mientras que el máximo valor de la dosis media anual se encontró en Hemodinamia con 4,31 mSv; las razones son obvias debido a las funciones entre un enfermero y un médico intervencionista, pero estos valores extremos no necesariamente indican que grupo recibe menor o mayor dosis anual. Al promediar los datos estos reflejan que el personal de Traumatología es quien más dosis anual recibe durante el periodo estudiado, seguido de manera descendente por de Hemodinamia, Gastroenterología, Urología, Anestesiología y enfermería (Fig. 1). Pero no solo las medidas de tendencia central son útiles para describir la dosis recibida anualmente por el personal médico, se debe analizar qué tan dispersos se encuentran los datos dentro de cada grupo para realizar una interpretación y descripción adecuada.

Si tomamos las mayores dosis media anual, en este caso Traumatología, Hemodinamia y Gastroenterología, vemos que también poseen las mayores desviaciones estándar y coeficientes de variación. Es decir que existe mayor dispersión de los datos con respecto al valor promedio de la dosis anual en estos grupos. En relación al coeficiente de variación, este nos indica que los datos son heterogéneos en todos los casos, es decir, no se agrupan mayoritariamente alrededor de la media, como por ejemplo en una distribución normal. Esto podría obedecer a factores como: la complejidad de la intervención, la experiencia del médico intervencionista, el tiempo de exposición, la modalidad de obtención de las imágenes, las características físicas de los pacientes, las características técnicas de los equipos emisores de

radiación ionizante, el uso adecuado del dosímetro o la capacitación recibida sobre protección y seguridad radiológica.

La Figura 2 muestra los intervalos de confianza (95 %), en ella se observa gráficamente que existe mayor variabilidad en los datos de Hemodinamia, Traumatología y Gastroenterología, mientras que Urología, Anestesiología y Enfermería presentan menor amplitud en sus datos con respecto a la media. Esta menor variabilidad puede deberse a que son actividades casi repetitivas dentro de quirófano por estos grupos, además un liptotriptor utilizado en Urología combina ultrasonido y rayos X para estudios e intervenciones por lo que el uso de rayos X es complementario. Se observan diferencias en la distribución porcentual de la dosis anual recibida por el personal de las diferentes áreas Figura 3, mientras el 100 % del personal de Enfermería de Quirófanos recibe anualmente una dosis inferior a 2 mSv, un porcentaje menor al 10 % del personal de Hemodinamia, Traumatología y Gastroenterología superan los 4 mSv. Basados en el principio de optimización de la práctica el HEJCA ha establecido como límite de restricción 6 mSv / año (1mSv / bimensual) para todas las prácticas médicas, se observa que ningún miembro del personal ha excedido ese límite en el periodo estudiado.

En la Figura 5 se muestra que 4 de las 6 prácticas médicas analizadas poseen valores atípicos, es decir, miembros del personal de esas áreas cuya dosis recibida anualmente supera de forma significativa la dosis recibida por sus compañeros de trabajo. En el caso de Hemodinamia, Gastroenterología y Anestesiología estos valores estarán principalmente relacionados con la carga de trabajo de estos profesionales, pero se debe descartar en lo posible un mal uso del dosímetro. Aunque estos valores son aceptables, el especialista en seguridad radiológica deberá buscar el mecanismo para estandarizar los procedimientos y protocolos tratando en lo posible de homogenizar las dosis recibidas por personal médico que tengan actividades similares. El personal de las áreas de Urología y Enfermería de Quirófanos son aquellos que presentan mayor homogeneidad y simetría, a pesar que en Urología existe un valor atípico.

En la Figura 5 se analizan los datos de los reportes de dosimetría bimensuales, si el límite de restricción institucional en 6 mSv / año ó 1

mSv / bimensual, entonces únicamente el 100 % del personal de Enfermería de Quirófanos se mantienen con una dosis bimensual máxima menor a 1 mSv en este periodo, en su mayoría el personal de las otras áreas lo hace, sin embargo, existen 10 casos (8,1 % de todo el personal) cuya dosis supera el 1 mSv. En el área de Anestesiología incluso un miembro del personal supera en un reporte bimensual los 5 mSv. Las razones comunes para valores atípicos bimensuales son principalmente la sobrecarga de trabajo, el mal uso del dosímetro, la no entrega del dosímetro por lo que la lectura corresponde a un periodo mayor o el olvido del dosímetro dentro de la Sala de Intervenciones. Se debe descartar el posible fallo del dosímetro, el uso del dosímetro fuera del lugar destinado o la exposición intencional.

CONCLUSIONES

La dosis media anual para personal de Enfermería de Quirófanos es de 1,32 mSv, 1,59 mSv para el personal de Urología, 1,74 mSv para el personal de Gastroenterología, 1,78 mSv para el personal de Hemodinamia y 2,33 mSv para el personal de Traumatología. Las medidas de dispersión demuestran que existe mayor variabilidad en los datos en Hemodinamia, Traumatología y Gastroenterología, mientras que para Urología, Anestesiología y Enfermería los datos están más agrupados con respecto a la media, aunque en ninguno de los casos los datos se muestran homogéneos o simétricos. Existen valores atípicos, es decir, personal que posee un dosis considerablemente mayor a la de sus compañeros de trabajo los cuales siempre deberán ser evaluadas las causas para su estudio y mitigación.

CARRASCO, W.; BORJA, M.; FLORES, A. C.; ADRIANO, M. & BENALCÁZAR, F. Comparison of the dose received by occupationally exposed personnel in interventionism. *J. health med. sci.*, 5(1):67-73, 2019.

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the relationship between the radiation dose received and the practice in medical intervention. The dosimetric reports of professionals who have worked in intervention with a C-Arm at the José Carrasco Arteaga Hospital in the city of Cuenca, Ecuador, were studied statistically. These reports are based on bi-monthly readings of the TLD dosimeters used by the staff for radiological safety. In total, 124 professionals who worked

in the period from November 2013 to March 2018 were analyzed, that is, 24 reports. The average annual dose for operating room nurses is 1.32 mSv, 1.59 mSv for urology staff, 1.74 mSv for gastroenterology staff, 1.78 mSv for hemodynamic staff and 2.33 mSv for trauma staff. It is concluded that the average dose for each practice does not exceed the restriction dose of 1/3 of the dose allowed for occupationally exposed workers. Traumatology is the practice with the highest dose received and the lowest belongs to the operating room nursing staff. These results are very useful to know which level is consistent with each medical practice.

KEY WORDS: dosimetry, annual dose, interventionism.

Dirección para correspondencia:
Washington Carrasco
Hospital José Carrasco Arteaga
Cuenca
ECUADOR

Email: wjavierct@gmail.com

Recibido : 20-11-2018

Aceptado: 21-12-2018

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hellawell, G. O.; Mutch, S. J.; Thevendran, G.; Wells, E. & Morgan, R. J. Radiation exposure and the urologist: what are the risks?. *J. Urol.*, 174(3):948-52, 2005.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy, 2018. Disponible en: <https://www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/interventional-procedures/radiation-protection-of-medical-staff-in-interventional-fluoroscopy>.
- International Commission On Radiological Protection (ICRP). 1965 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 9. Pergamon Press, Oxford*, 1966.
- International Commission On Radiological Protection (ICRP). Recommendations of the ICRP. *ICRP Publication 26. Ann. ICRP.*, 1(3), 1977.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 60. Ann. ICRP.*, 21:1-3, 1991.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP 103. Ann. ICRP.*, 37:2-4, 2007.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development - Nuclear Energy Agency (OECD / NEA). Evolution of ICRP Recommendations 1977, 1990 and 2007. Changes in Underlying Science and Protection Policy and case study of their impact on European and UK domestic regulation. *Nuclear Energy Agency of the OECD (NEA): Organisation for Economic Co-Operation and Development - Nuclear Energy Agency*, 2011. Disponible en: <https://www.oecd-nea.org/rp/pubs/2011/6920-icrp-recommendations.pdf>.
- Obed, R.; Ogbale, G. & Majolagbe, S. Comparison of the ICRP 60 and ICRP 103 Recommendations on the determination of the effective dose from abdominopelvic computed tomography. *Int. J. Med. Phys. Clin. Engin. Rad. Oncol.*, 4(2):172-6, 2015.
- Vañó, E.; González, L.; Guibelalde, E.; Fernández, J. M. & Ten, J. I. Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology. *Br. J. Radiol.*, 71(849):954-60, 1998.