

## LEUCEMIA OCUPACIONAL: IMPORTANCIA DE LA PREVENCIÓN.

OCCUPATIONAL LEUKEMIA: IMPORTANCE OF PREVENTION

Alexandra J. Hernández-Piñero;<sup>1</sup> Martha E. Pernalete-Ruiz<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*The ionizing radiations have greatly contributed to social benefits of the human being. These are very useful in a variety of applications as X rays in medicine, which are valuable in the diagnosis and evaluation of intern tissue damages. Besides of that, the radiopharmaceutical is used for cancer treatment. However, it should be evaluated the risk for workers health which are usually exposed to a high percentage of these artificial ionizing. The main biological effects are related to bio quematical changes at intracellular level, which might cause a number of changes such as sterility, erythema and cancer, among others. Damages can active the mechanisms for cellular repair in order to get over it, however an accumulative damage remains. The chronic exposition al low doses can incite chromosomal alterations and because of that the risk to leukemia increases linearly with the number of ionizing radiations. This article aims to reflect on the need for the correct use of artificial ionizing radiations as well as to update prevention protocols related to occupational matter. These protocols consist of the basic procedures related to sanitary protection for workers in this area. The objective of this article is to provide alternatives for health care and therefore contribute to avoid alterations caused by ionizing expositions.*

**KEY WORDS:** radiation ionizing, occupational risks, leukemia, prevention.

### RESUMEN

*Las radiaciones ionizantes, han contribuido grandemente con el bienestar social del ser humano. Estas tienen gran utilidad, en diversas áreas. Por ejemplo en medicina, los rayos X, sirven para hacer radiografías para el estudio y diagnóstico de lesiones internas, así como los radiofármacos terapéuticos son usados para el tratamiento de enfermedades como el cáncer. Sin embargo debe evaluarse el riesgo para la salud de los trabajadores del área de la medicina, debido al alto porcentaje de exposición a fuentes ionizantes artificiales en su área de trabajo. Los principales efectos biológicos que producen, corresponden a cambios bioquímicos intracelulares, que pueden desencadenar diversas alteraciones como por ejemplo, esterilidad, eritemas, cáncer, entre muchos otros. Incluso los daños activan los mecanismos de reparación celular para tratar de superarlo, sin embargo siempre queda un daño remanente que es inevitablemente acumulativo. La exposición crónica a dosis bajas puede desencadenar aberraciones cromosómicas y el riesgo a leucemia aumenta linealmente con las dosis acumuladas de radiación ionizante. El presente tiene como propósito reflexionar, sobre la necesidad del uso correcto de las radiaciones ionizantes artificiales, así como la necesidad de actualizar los protocolos de prevención, en materia de riesgo ocupacional, contempladas en las normas básicas relativas a la protección sanitaria del personal en riesgo, con la intención de proporcionar alternativas para el cuidado de la salud y contribuir a evitar las alteraciones derivadas de dichas exposiciones.*

**PALABRAS CLAVE:** radiación ionizante, riesgo laboral, leucemia, prevención.

### INTRODUCCIÓN

Las radiaciones ionizantes son fenómenos que están presentes en el mundo y se propagan como energía de manera natural o artificial en cualquier espacio, son ondas electromagnéticas que en la actualidad han

contribuido con el bienestar social del ser humano en diferentes ámbitos, como en las industrias, en la agricultura y especialmente en medicina. Sin embargo, desde el punto de vista de los (as) trabajador(as) de la salud han sido consideradas como un factor de riesgo ocupacional. Se estima que 80% de la exposición del ser humano a fuentes artificiales de radiaciones está dada en éste último sector.<sup>1</sup>

Recibido: 23/12/2016 Aprobado: 30/04/2017

<sup>1</sup>Departamento de Fisiología y Bioquímica. Facultad de Ciencias de la Salud-sede Aragua. Universidad de Carabobo. Correspondencia: alexajhp@yahoo.es

Actualmente, en Venezuela crece el uso de las radiaciones ionizantes tanto en la práctica médica como en la industrial. Por ejemplo, en medicina ha sido importante la aplicación de nuevas tecnologías como la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), la cual ha

logrado incorporarse a las técnicas de radiodiagnóstico de la medicina nuclear en poco tiempo.<sup>2</sup> Evidentemente los beneficios que la radiación artificial ha creado sobre la salud son amplios; sin embargo, compartimos la opinión de algunos autores sobre los hallazgos que demuestran que los nuevos descubrimientos que pueden contribuir a salvar la vida también podrían destruirla.<sup>3</sup> En atención a ello, es necesario reflexionar sobre la necesidad del correcto empleo y actualización de los protocolos de prevención a las radiaciones ionizantes, contempladas en las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los(as) trabajadores(as) en riesgo.

Dentro de este marco de ideas, nos proponemos revisar algunos aspectos sobre el uso de las radiaciones resaltando el desarrollo de actividades preventivas frente a este riesgo laboral, a los que se exponen mayoritariamente, el personal especializado en esta área de atención a la salud, con la intención de evitar posibles alteraciones celulares, con énfasis en las células sanguíneas, donde se ha demostrado que estas radiaciones desencadenan en los profesionales de la salud, patologías como la leucemia.<sup>4</sup>

### **Personal en riesgo**

Según Lauren y Chávez,<sup>5</sup> el término de personal expuesto a riesgo de las radiaciones ionizantes está referido a todos(as) los(as) trabajadores(as) que en la ejecución de su trabajo profesional, tienen el peligro de exponerse a dosis límites anuales mayores que el resto de las personas, además de cumplir con los siguientes criterios: trabajar próximos a fuentes de radiaciones ionizantes en actividad, ejecutar su función laboral en forma habitual y estar asignados a tareas que implican su permanencia en el sitio del trabajo aún cuando sean zonas controladas o supervisadas. Dentro de este grupo de riesgo, se encuentra el personal de radiología de diagnóstico convencional e intervencionista, médica y dental que son catalogados como personal ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes.

Ahora bien, los Rayos X constituyen la forma más representativa de radiación ionizante artificial en medicina y es utilizado ampliamente en estudios radiológicos, en la tomografía, en la mamografía así como en la radioterapia.

Los estudios radiológicos, fueron descubiertos por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen en 1895 y desde ese momento fueron incorporados en la medicina de diagnóstico, empleándose de manera excedida sin considerar los daños que causaban al personal radiólogo de la época, además de la falta de prevención debido a que en sus inicios no se realizaba vigilancia médica.<sup>6</sup>

Los Rayos X son de baja Transferencia Lineal de Energía (TLE), es decir, la cantidad de energía capaz de cederse al medio es baja; no obstante, siguen siendo formas de energía que pueden llegar a grandes distancias, presentando un alto poder de penetración a dosis bajas en cualquier elemento distinto a la materia con la que interactúa de forma primaria.<sup>7</sup>

### **Efectos de las dosis de radiación**

Hoy día, el Sistema Internacional de Medidas (SI) utiliza como unidad de radiación absorbida al Gray (Gy), que corresponde a la cantidad de energía realmente absorbida por cualquier tejido o sustancia tras una exposición a la radiación. El Gy es equivalente a 100 dosis de radiación absorbida (rad) y es suficiente para ejercer efecto teratógeno en humanos. Otro término a destacar es el de dosis, el cual representa la cantidad de radiación a la que está expuesta una persona, durante un determinado periodo de tiempo en un campo de radiación, siendo el límite de dosis aquellos valores que pueden recibir las personas expuestas y que nunca deben ser sobrepasados. Así que, si la energía de entrada es idéntica en naturaleza y cantidad a la de salida, es poco lo que se transfiere y la dosis será pequeña.<sup>8</sup>

Con respecto a los principales efectos biológicos que se producen en el personal en riesgo, por lo general son cambios que se dan a nivel bioquímico, los cuales derivan en efectos sobre la esterilidad, en eritema, en trastornos hematopoyéticos y en el síndrome agudo por radiación, que pueden evitarse del todo siempre que las dosis que recibe el personal no sobrepasen los umbrales de 0,5 Gy en el caso de la exposición aguda y de 0,1 Gy en la exposición crónica. Si los cambios que se generan involucran a las células somáticas puede desencadenar efectos estocásticos, es decir, contribuye a aumentar la probabilidad de inducción de cáncer y si la exposición es en las gónadas, podría generar trastornos hereditarios, aunque este último no se ha demostrado en humano solo en animales de experimentación.

En el caso de las radiaciones que causan efectos estocásticos se señala que son dosis cero, es decir, que, para que no se presenten efectos no debe existir dosis de exposición.<sup>9</sup> En síntesis, cualquier dosis de exposición durante la jornada habitual hace que el personal sea capaz de desarrollar cáncer poco a poco.

Las radiaciones una vez dentro del cuerpo son absorbidas, metabolizadas y dirigidas a los diferentes

órganos y tejidos, asimismo pueden generar átomos ionizados capaces de alterar las moléculas genéticas celulares.<sup>5</sup> Incluso estos daños activan los mecanismos de reparación celular, para tratar de superarlo, pero siempre queda un daño remanente que inevitablemente es acumulativo.<sup>9</sup>

### **La historia dirige la prevención**

Debe señalarse que, a través de la historia se han presentado eventos inimaginados por radiaciones altas como las ocurridas en las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki en 1945; a pesar de todo, a partir del mismo se ha logrado conocer los efectos graves e irreparables que pueden alcanzar y de estos episodios se han formulado medidas de prevención.

También existen estudios que demuestran los efectos de las radiaciones a dosis bajas, como el estudio llevado a cabo por Díaz y cols.<sup>10</sup> quienes efectuaron una investigación en Venezuela de tipo descriptiva y de corte transversal, en 18 trabajadores de una empresa petrolera, de los cuales 16 laboraban en el campo de radiodiagnóstico médico. El grupo de estudio estuvo compuesto por hombres y mujeres entre 32 y 59 años de edad que fueron evaluados, con el objeto de demostrar e identificar las alteraciones cromosómicas, así como relacionar éstas, con la dosis de radiación, antigüedad a la exposición y el tiempo de exposición semanal. En este trabajo se pudo establecer que la exposición crónica o prolongada a dosis bajas de radiaciones ionizantes puede desencadenar aberraciones cromosómicas, dependiendo de la actividad laboral y del tiempo de exposición semanal, puesto que, encontraron que 88% de los radiólogos estudiados presentaban alteraciones cromosómicas, con dosis detectadas por debajo de lo permitido y 11,2% de ellos presentaban mayor alteración cromosómica porque exhibían dosis elevadas.

Del mismo modo, Méndez y Maldonado<sup>6</sup> en Madrid, a través del análisis de la literatura científica realizada con la base de datos MEDLINE, vía Pubmed, encontraron evidencias epidemiológicas de asociación significativa entre el personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes a bajas dosis y el desarrollo de complicaciones irreversibles o efectos estocásticos como la leucemia. Se evidenció la posibilidad de padecer de leucemia (excluyendo leucemia linfocítica crónica (LLC) con un tiempo de exposición mayor a 10 años y con una dosis promedio de exposición <10 milisievert (mSv) siendo el sievert 1Sv = 1Gy. En cuanto a la edad se encontró una relación de aparición de trastornos hematopoyéticos en la población laboralmente expuesta en el rango de 55-65 años. Por lo

que se considera que es un dato de interés a nivel laboral porque existe parte de la población que aún está laborando en este rango de edades, lo que podría significar un riesgo laboral sobre todo a partir de los 55 años.

Igualmente, un estudio coordinado por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) y el organismo especializado de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con la finalidad de investigar las asociaciones entre las exposiciones prolongadas a dosis bajas de radiación y la leucemia, linfoma, mieloma múltiple y la mortalidad en adultos que a nivel laboral están expuestos a radiaciones, hicieron seguimiento durante al menos un año a 297 trabajadores expuestos, en Francia, Reino Unido y EE.UU, demostrando que la exposición prolongada a dosis bajas de radiación ionizante puede causar estas enfermedades y que el riesgo de muerte por leucemia aumenta linealmente con las dosis acumulada de radiación ionizante entre los adultos que normalmente fueron expuestos a dosis bajas.<sup>4</sup>

Estos hallazgos evidencian la eficacia de usar el conocimiento para evitar ser parte del grupo de trabajadores(as) expuestos(as) a radiaciones ionizantes, quienes a pesar de estar en riesgo, no aplican de manera efectiva las normas de seguridad, dejando a un lado las evidencias científicas y la legislación laboral. En este aspecto Silva, señala que en ocasiones, el personal en riesgo tiende a sentirse falsamente seguro, asumiendo que aquello que no se puede apreciar ni sentir, no puede causar daño, cuando en realidad éste se está originando de manera imperceptible.<sup>11</sup> Por ello resulta importante desarrollar y hacer cumplir las leyes para el uso correcto de las radiaciones ionizantes debido a que sus efectos biológicos son totalmente prevenibles.

En consecuencia, se puede apreciar que aún existiendo organizaciones que han recurrido a lo largo de la historia a la elaboración de las normas de prevención, éstas no se cumplen. Es así como a nivel internacional se creó en 1928 el organismo que en la actualidad es conocido como Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), posteriormente la Organización de las Naciones Unidas creó en 1955 el Comité Científico para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (ONU/CCEERA), con el fin de actualizar la información sobre las fuentes de radiación en el mundo, los niveles de exposición y los resultados de las investigaciones realizadas sobre los efectos de las radiaciones en la salud.<sup>11</sup>

Actualmente, el personal expuesto a las radiaciones cuenta con las recomendaciones generales

elaboradas por la CIPR desde 1990 con algunas modificaciones realizadas en el 2007, entre estas se encuentra los límites de riesgo intermedios y la aplicación de los principios de justificación y optimización como puntos a ser considerados por las autoridades sanitarias en materia de protección radiológica de cada país.<sup>12</sup>

Además, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), junto con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Agencia Nuclear de Energía (NEA) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, han elaborado varios instrumentos orientados a apoyar el establecimiento de organizaciones reguladoras nacionales;<sup>11</sup> por consiguiente, le corresponde a las autoridades reguladoras de cada país establecer y hacer cumplir las normas de protección radiológica durante toda la jornada laboral, dado que, deben tener toda la potestad técnica, legal y ética que les permita ejercer su autoridad sobre los(as) trabajadores(as) y sobre las empresas encargadas de estas actividades ocupacionales.

En Venezuela el Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS), en la actualidad trabaja en la construcción de un manual de vigilancia médica, que permitirá abordar de manera integral al personal con riesgo ocupacional y durante este proceso de elaboración el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL) participará a través de su conocimiento y experiencia sobre la prevención en materia de salud laboral. Igualmente se debe analizar y cumplir con lo establecido en la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) 2018-1, 218-2, 2258, 2259, 2274 y 2497, donde se establece que las personas ocupacionalmente expuestas deben recibir una vigilancia médica constante, poseer la protección adecuada y conocer cuáles son los límites anuales de dosis de radiación.<sup>13</sup>

### **Las medidas de prevención y la ética profesional**

Ahora bien, cuando se plantea la idea de la exposición a radiación ionizante como un problema de salud ocupacional, se piensa que solo es competencia

del MPPS, porque la responsabilidad de la salud suele sustentarse en esa orientación; sin embargo y sin restarle importancia a este pensamiento, que debe persistir como eje central en la población, también es necesario incluir a diferentes actores sociales, como por ejemplo: a) Instituciones de atención sanitaria y educativas, ya que, la formación universitaria y los procesos formales de entrenamiento para los profesionales de la salud, deben aportar los conocimientos precisos sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones médicas, sus riesgos y beneficios b) A la comunidad de pacientes, para que cooperen en la realización de las tomas radiológicas evitando la exposición prolongada por tomas erróneas c) Los medios de comunicación, que contribuyan de manera constructiva a realizar la divulgación de la prevención de este riesgo ocupacional y d) Las empresas privadas, para que apoyen y promuevan el desarrollo de talleres de seguridad radiológica. Finalmente, se puede mencionar que se debe asumir con ética las medidas de prevención, más aún, cuando la salud depende de su fiel cumplimiento.

En atención a lo expuesto, Cano y Yesenia<sup>14</sup> en un estudio realizado para evaluar la dosis de radiación en un grupo de ortopedistas en Colombia, lograron valorar la disminución de las dosis a través de la vigilancia médica periódica, simplemente por reducción a la exposición y por seguir las previsiones correspondientes. Con este hallazgo se hace insistencia en la necesidad de la prevención primaria, entendida ésta como el conjunto de acciones dirigidas a evitar las dosis injustificadas, así como optimizar las prácticas para que las dosis involucrada sean la más baja posible. Del mismo modo, deben ser abordadas a partir de actividades coordinadas con la vigilancia médica, potenciando al mismo tiempo la cultura del auto-cuidado y la participación integral del personal en riesgo.

Es claro que, el cuidado es el arma para todo evento que se muestre peligroso, conocer las medidas de prevención permitirá evitar la imprudencia y la negligencia dentro del área ocupacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- 1) Ramos, N. O. y Villarreal, U. M. Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. *Revista chilena de radiología*, 2013; 19(1): 05-11.
- 2) Cabrita, A. E. T. Radiaciones ionizantes como factor de riesgo laboral en trabajadores de perforación de una empresa petrolera. Tesis. (Especialización en medicina del trabajo). Venezuela, Universidad Nacional Experimental de Guayana. 2011. [Documento en línea]. Disponible: [http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCs/TESIS/TESIS\\_POSTGRADO/ESPECIALIZACIONES/SALUD\\_OCUPACIONAL/TGERC32A962011CabritaEmerly.pdf](http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCs/TESIS/TESIS_POSTGRADO/ESPECIALIZACIONES/SALUD_OCUPACIONAL/TGERC32A962011CabritaEmerly.pdf). [Consulta: 2015, Febrero 02].
- 3) Arias, C. F. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Rev Panam Salud Pública*. 2006; 20(2/3): 188-197.
- 4) Leuraud K., Richardson DB., Cardis E., Daniels R.D., Gillies, M., O'Hagan, JA. et al. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study. *The Lancet Haematology*. 2015; (2)7: e276 - e281. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026\(15\)00094-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026(15)00094-0).
- 5) Lauren V. y Chávez C. Variaciones del hemograma en personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en los hospitales de tercer nivel, Sucre 2011. En ECORFAN (Ed) *Tópicos Selectos de Química*. 2014. [Documento en línea]. Disponible: [http://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20Selectos%20de%20Quimica\\_I/Articulo%2010.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20Selectos%20de%20Quimica_I/Articulo%2010.pdf). [Consulta: 2015, Febrero 20].
- 6) Méndez A. y Maldonado JJ. Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Med Segur Trab*. 2014; 60: (234) 143-160.
- 7) Cherry, R. N., Upton, A. C., Lodde, G. M., Porter, J.r S.W. Radiaciones Ionizantes riesgos Generales. En Ch. R. *Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo*. 2012. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf>. [Consulta: 2015, Marzo 15].
- 8) Plog BA. *Fundamentals of industrial hygiene* Washington, DC: National Safety Council. 2002. [Documento en línea]. Disponible: [http://ajaysingh.in/files/9814/1277/9112/Fundamentals\\_of\\_Industrial\\_Hygiene\\_by\\_Barbara\\_A.\\_Plog.pdf](http://ajaysingh.in/files/9814/1277/9112/Fundamentals_of_Industrial_Hygiene_by_Barbara_A._Plog.pdf). [Consulta: 2015, Marzo 15].
- 9) Campbell JR. y Ross RC. *Las radiaciones II. El manejo de las radiaciones nucleares*. 1995. [Documento en línea]. Disponible: [Consulta: 2015, Febrero 02].
- 10) Díaz V.M., Fernández J., Rojas A., Valecillos J., y Cañizales J. Alteraciones cromosómicas en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. 2004. *Invest. Clín*. 45: (3) 197-211.
- 11) Silva JC. Radiaciones ionizantes en residentes del postgrado de anestesiología y reanimación del hospital "Dr. Ángel Larralde" en mayo-octubre 2013. Tesis (Especialidad en Anestesiología y Reanimación) Venezuela, Universidad de Carabobo. 2013. [Documento en línea]. Disponible: <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1024/1/S.%20Juan.pdf>. [Consulta: 2015, Abril 14].
- 12) Vañó E. Las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica de 2007 y su repercusión en medicina. *Revista de Física Médica*. 2008; 9(2) 81-87.
- 13) Norma Venezolana. 3299:1997. Programa de Protección Radiológica. Requisitos. Comisión Venezolana de Normas Industriales (CONVENIN). [Documento en línea] Disponible: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3299-97.pdf> [Consulta: 2015, Febrero 02].
- 14) Cano S., y Yesenya B. Evaluación del efecto genotóxico de la radiación ionizante en médicos ortopedistas expuestos laboralmente, en cuatro instituciones de salud en Bogotá. Tesis (Maestría en Toxicología) Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2011. [Documento en línea] Disponible: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5309/1/brigithyesenyasierracano.2011.pdf>. [Consulta: 2015, Abril 14].