

RADIOPROTECCIÓN

LA REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Nº 87 • ENERO 2017

edición digital



MONOGRÁFICO

CONFERENCIA IBEROAMERICANA SOBRE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA



En protección radiológica hay dos cuestiones en competencia. Por un lado, mantener el riesgo individual bajo, y por otro, mantener el riesgo colectivo bajo... esta combinación era inusual cuando fue introducida por la ICRP"

Bo Lindell (1922-2016)"

- ▶ PRESENTACIÓN
- ▶ VISIÓN HISTÓRICA GLOBAL DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA
- ▶ RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO Y RADIOLOGÍA DENTAL
- ▶ INTERVENCIONISMO GUIADO POR IMÁGENES
- ▶ RADIOTERAPIA
- ▶ MEDICINA NUCLEAR
- ▶ AUTORIDADES REGULADORAS SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- ▶ TÉCNICOS EN IMAGEN MÉDICA Y RADIOTERAPIA Y ENFERMERÍA
- ▶ ESPECIALISTAS EN FÍSICA MÉDICA Y EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- ▶ UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

ENTREVISTA:

M^o del Rosario Pérez y Eliseo Vañó

Sesión "Medicina nuclear"

E. Estrada-Lobato¹, J.C. Alonso-Farto², F.J. De Haro-Del Moral³, J.J. Cerci⁴, J.L. Rodríguez-Pérez⁵, E. Vázquez-Peña⁶, F. Godinho⁷, E. Mora-Ramírez⁸, F. Tinoco-Mezquita⁹, F. Mut-Bastos¹⁰, E.O. Savio-Quevedo¹¹, M. Penedo-Ojea¹², R. Ramírez-Quijada¹³

- ¹ Sección de Medicina Nuclear y Diagnóstico por Imágenes, Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) Viena, Austria.
- ² Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SEMNUM) y Servicio de Medicina Nuclear H. General Universitario "Gregorio Marañón", Madrid, España.
- ³ Servicio de Medicina Nuclear H. Universitario "Puerta de Hierro", Majadahonda, Madrid, España.
- ⁴ Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear, Serviço de PET/CT da Quanta Diagnóstico e Terapia, Curitiba, Brasil.
- ⁵ Asociación Latinoamericana de Física Médica, Sociedad Chilena de Física Médica, Santiago, Chile.
- ⁶ Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Clínico "San Carlos", Madrid, España.
- ⁷ Radiation Protection and Quality Control. Atomedical, Lisboa, Portugal.
- ⁸ INSERM, Université Toulouse III Paul Sabatier, Toulouse, France. Universidad de Costa Rica, Escuela de Física, Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (CICANUM), San Pedro, San José, Costa Rica.
- ⁹ Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear, Universidade Federal Fluminense, Serviço de Medicina Nuclear, Hospital Universitário Antonio Pedro, Rio de Janeiro, Brazil.
- ¹⁰ Servicio de Medicina Nuclear, Asociación Española (Montevideo), Uruguay.
- ¹¹ Centro Uruguayo de Imagenología Molecular, Montevideo, Uruguay.
- ¹² DITTA-COCIR. GE Healthcare, Madrid. España.
- ¹³ Foro Iberoamericano de Organismo Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO), Departamento de Autorizaciones, Oficina Técnica, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), Lima, Perú.

RESUMEN: En la sesión dedicada a la Medicina Nuclear (MN) se identificaron los cinco aspectos que se consideran más problemáticos en la protección radiológica en MN. Estos hacen referencia a:

1. Garantizar que la dosis administrada al paciente sea correcta;
2. Evitar en el trabajador la contaminación e irradiación de las extremidades superiores, cristalino y resto del cuerpo;
3. Asegurar la optimización de dosis en diagnóstico y tratamiento;
4. Promover la justificación de los exámenes en MN;
5. Prevenir incidentes y accidentes.

Las soluciones aportadas a estos problemas fueron:

1. Implementar sistemas integrales de calidad y protocolos de control de calidad así como entrenar y capacitar adecuadamente a los trabajadores;
2. Mejorar la capacitación y formación del trabajador, uso sistemático de medios de protección y de protocolos de trabajo y adecuación de los procedimientos de trabajo;
3. Utilización de dosis estandarizadas en diagnóstico y planificar los tratamientos mediante dosimetría interna paciente específica;
4. Capacitación de médicos prescriptores y médicos nucleares y utilización de guías de adecuada solicitud de exámenes de MN;
5. Incorporación efectiva de sistemas de notificación de incidentes para su posterior análisis y aprendizaje mediante la utilización de técnicas de análisis de sucesos.

Los indicadores propuestos para la adecuada valoración de los avances obtenidos en cada uno de los aspectos valorados fueron:

1. Número de centros con un Programa de garantía de calidad implementado y grado de cumplimiento del mismo en cada centro
2. Análisis de tendencias de los datos dosimétricos reportados
3. Cantidad de exámenes con protocolos de optimización de dosis o de estimación de la actividad paciente específico
4. Número de programas de estudio de pregrado de medicina que incluyen temas relacionados con Protección Radiológica y número de protocolos clínicos escritos con las indicaciones de cada estudio y porcentaje de exámenes que cumplen con estas guías.
5. Grado de implementación de sistemas de notificación de incidentes de seguridad, grado de uso de herramientas de análisis predictivo y número de reuniones de evaluación de eventos

Algunas de las soluciones propuestas son fácilmente incorporables a la práctica diaria. Sin embargo, otras requieren más tiempo y, sobre todo, acciones por grupos internacionales que trabajen conjuntamente para aportar soluciones concretas.



ABSTRACT: In the session dedicated to Nuclear Medicine (NM) the five aspects considered the most problematic in radiation safety in NM were identified. These refer to:

1. Ensure the correct dose is delivered to the patient;
2. Avoid contamination and irradiation of the upper extremities, lens of the eyes and rest of the body;
3. Ensure the optimization of doses in diagnosis and treatment;
4. Promote the justification of the examinations in NM; and
5. Prevent incidents and accidents.

The solutions provided to these problems were:

1. To implement quality management systems and quality control protocols as well as to educate and to train adequately the workers;
2. To improve the training and formation of workers, systematic use of personal protection equipment (PPE) and standard operation procedures (SOP's) and adaptation of working procedures;
3. To use standardized doses in diagnosis and planning each treatment by patient-specific dosimetry;
4. To train referring physicians and nuclear medicine physicians and to use referral guidelines for appropriate MN examinations; and
5. To incorporate effectively an incident reporting system for later analysis and learning through the use of event analysis techniques.

The proposed indicators for an adequate evaluation of the obtained progress in each one of the assessed aspects were:

1. Number of centres with an implemented quality management system and its degree of compliance in each centre;
2. Continuous trend analysis of dosimetric reports values;
3. Number of studies with dose optimisation protocols and/or patient-specific dosimetry;
4. Number of undergraduate medical programs that include subjects related to radiation safety and number of written standard operation procedures with indications of each study and percentage of studies that comply with these guidelines;
5. Degree of implementation of security incident reporting systems, degree of use of predictive analysis tools and number of incident evaluation meetings;

Some of the proposed solutions can be easily incorporated into daily practice. However, others require more time and, additionally, actions by international groups working together to provide concrete solutions.

RESUMO: Na sessão dedicada à Medicina Nuclear (MN) consideraram-se cinco aspetos mais problemáticos na proteção contra as radiações em MN:

1. Garantia que a dose administrada ao paciente é correta;
2. Evitar a contaminação e irradiação das mãos, cristalino e resto do corpo do trabalhador na área;
3. Assegurar a otimização das doses de diagnóstico e terapêutica;
4. Justificação de exames em MN;
5. A prevenção de incidentes e acidentes.

Foram apresentadas as seguintes soluções para esses problemas:

1. Implementação de protocolos e regras de funcionamento bem definidas associadas a sistemas de controle de qualidade dos equipamentos e à formação contínua dos trabalhadores;
2. Melhorar a formação e treinamento dos trabalhadores na utilização sistemática dos meios de proteção e protocolos adequados aos procedimentos de trabalho;
3. Padronização das doses de diagnóstico e planificação das terapêuticas por dosimetria interna específica dos doentes;
4. Formação dos médicos prescritores e nucleares para utilização adequada de "Guidelines" para exames de MN;
5. Incorporação efetiva de sistemas de registo de incidentes e acidentes para posterior análise e melhoria das práticas utilizadas;

Os indicadores propostos para avaliação dos avanços em cada um dos aspectos foram definidos como:

1. Número de centros com programa de garantia de qualidade utilizado e o grau de cumprimento em cada centro
2. A análise de tendência dos dados de dosimetria relatados.
3. Número de exames com os protocolos de otimização de dose ou estimativa da actividade específica para o paciente.
4. Número de currículos de graduação médica que incluam radioproteção, número de protocolos clínicos escritos com as indicações de cada estudo e porcentagem de testes que estejam em conformidade com estas diretrizes.
5. Grau de implementação da sistemas de informação sobre incidente, grau de utilização de ferramentas de análise preditiva e reuniões de avaliação número de eventos.

Algumas das soluções propostas são fáceis de implementar na prática diária. Outras exigem mais tempo e, sobretudo, ações de grupos internacionais que trabalhem em conjunto para fornecer soluções concretas.

Palabras clave: protección radiológica, medicina nuclear, justificación, optimización.

Keywords: radiological protection, nuclear medicine, justification, optimization.

Palavras chaves: proteção radiológica, medicina nuclear, justificação, optimização.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha abierto nuevas perspectivas para el uso de las radiaciones en medicina mejorando notablemente su seguridad y eficacia. Sin embargo, como toda actividad humana, su manejo incorrecto o inadecuado puede generar riesgos para la salud.

Ante estos posibles riesgos, son numerosas las instituciones intergubernamentales que han contribuido a la creación de normas básicas de seguridad radiológica que armonizan los requerimientos de protección radiológica de los pacientes, los trabajadores y el público en general.

Así, a modo de ejemplo, en la Unión Europea se aprobó la Directiva 2013/59/EURATOM que establece las normas de seguridad básicas y que tiene que ser transpuesta a la legislación de cada uno de los Estados miembros antes de febrero de 2018 [1]. A nivel global, ocho organizaciones internacionales han copatrocinado las nuevas normas básicas internacionales de seguridad radiológica (NBS) [2].

En diciembre de 2012 tuvo lugar en Bonn una conferencia internacional sobre protección radiológica organizada por el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) que culminó con una llamada a la acción, la denominada "Llamado de Bonn a la Acción", en la que se identificaban 10 acciones prioritarias para mejorar la protección radiológica en medicina.

En octubre de 2016 se celebró en Madrid la *Conferencia Iberoamericana de Protección Radiológica en Medicina (CIPRAM)* con el propósito de verificar el avance alcanzado en la aplicación de las acciones propuestas en el "Llamado de Bonn a la Acción", identificar problemas y sus posibles soluciones, promover buenas prácticas y definir indicadores que informen de los progresos que se vayan realizando. En concreto, la sesión dedicada a la Medicina Nuclear trató de formular estos aspectos en el campo de la protección radiológica en medicina nuclear (MN).

DESARROLLO

La práctica de cualquier actividad que utilice radiación ionizante no está exenta de riesgos y, por ello, debe estar adecuadamente justificada y optimizada y, en el caso de los trabajadores y de los miembros del público, también sujeta a los límites de dosis establecidos.

En la práctica de la MN, tanto en su faceta diagnóstica como terapéutica, los riesgos son de irradiación, tanto del paciente como del trabajador y público, y de contaminación, fundamentalmente para el trabajador.

Son muchos los aspectos asociados al recurso humano, a la tecnología y a los procesos que involucran la protección radiológica en MN. Y estos se ven reflejados en las acciones identificadas en el denominado "Llamado de Bonn a la Acción".

Durante la sesión dedicada a la MN, el ponente José Luis Rodríguez Pérez (Chile), expuso los cinco aspectos que, en su opinión, consideraba más problemáticos en la protección radiológica en MN en el área iberoamericana.

El primero, y quizás el más importante porque puede entenderse como el que conjuga todos los demás aspectos, se refiere a **Garantizar que la dosis administrada al paciente sea correcta**: la actividad administrada al paciente, tanto en diagnóstico como en terapia, es la que entrega al paciente la dosis absorbida y, para que ésta sea adecuada, la primera debe ser la correcta, del radiofármaco correcto, al paciente correcto y correctamente indicada, justificada, planificada, optimizada y ejecutada. Como indicaba Elisa Vázquez (España) es "hacer bien las cosas que tienes que hacer". Por otro lado, el equipamiento (activímetro, gammacámara, tomógrafo PET, etc.) debe estar correctamente calibrado (en parámetros de uso correcto) para una adecuada detección de la radiación.

Para garantizar esto, el ponente indicó que sería adecuado implementar sistemas integrales de calidad (Ejemplo: QUANUM [3,4]) y protocolos de control de calidad así como entrenar y capacitar adecuadamente a los trabajadores. Eduardo Savio (Uruguay) fue un paso más allá y en su intervención sugirió que la implementación de sistemas integrales de calidad así como la capacitación y entrenamiento de los usuarios, deberían ser requisitos para la autorización de servicios por parte de los reguladores.

El segundo aspecto considerado se refiere a la **Contaminación e irradiación de las extremidades superiores**: la manipulación de los radiofármacos durante las prácticas de MN supone la irradiación y posible contaminación de las manos ya que se trabaja con fuentes abiertas (hay que señalar que este problema es exclusivo de la MN y no afecta al radiodiagnóstico). Debido a una baja percepción del riesgo por parte de los trabajadores (ya sea por exceso de confianza, mala práctica, desconocimiento, etc.), y según el estudio ORAMED [5], se pueden superar los límites de dosis en piel, más aún en la actualidad con la utilización de emisores beta, alfa y de positrones con mayor energía. Renán Ramírez (Perú) propuso hacer estudios para conocer el alcance de este problema, mientras que Erick Mora (Costa Rica) y Elisa Vázquez (España) sugirieron la procedencia de considerar también la irradiación del cristalino y la incorporación corporal.

La solución propuesta por el ponente conlleva una mejor capacitación y formación del trabajador, uso sistemático de medios de protección y utilización de protocolos y la adecuación de los procedimientos de trabajo para que se tengan en cuenta estos aspectos. Juliano Cerci (Brasil) hizo especial hincapié en los aspectos de formación adecuada y utilización de guías.

El tercer aspecto planteado se refirió a la **Optimización de dosis en diagnóstico y tratamiento**: la actividad ad-



Mesa Medicina nuclear. ©Rafael Ruiz Cruces.

ministrada al paciente no siempre está ligada a valores óptimos y no siempre se adapta a la nueva tecnología; se mantienen las mismas dosis aunque las características de los equipos actuales (con mayor sensibilidad) no sean como los de antes. Esto también ocurre en las prácticas terapéuticas en las que las actividades administradas son fruto de la costumbre de usar dosis fijas sin tener en cuenta las características individuales del paciente. Eduardo O. Savio (Uruguay) añadió un aspecto problemático en relación con la trazabilidad de los radiofármacos indicando que, en ocasiones, se “implementa mejor la trazabilidad de la carne de las reses uruguayas que llega a nuestra mesa que la de un radiofármaco”.

Las soluciones propuestas fueron la utilización de dosis estandarizadas en diagnóstico, como las propuestas por la Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular de los Estados Unidos de Norteamérica (en inglés, *Nuclear Medicine and Molecular Imaging- SNMMI*) o la Asociación Europea de medicina Nuclear (en inglés, *European Association of Nuclear Medicine - EANM*), y planificar los tratamientos con una dosimetría interna específica para cada paciente. Según Javier de Haro (España) para facilitar esto último sería necesario un conocimiento más profundo de la farmacocinética de los radiofármacos empleados por lo que la información aportada por las fichas técnicas de los radiofármacos deberían ser más explícitas en estos aspectos y ser requeridas por los reguladores.

El cuarto aspecto que se planteó fue la **Justificación de los exámenes en MN**: este aspecto es esencial ya que los médicos referentes solicitan exámenes de MN sin conocimiento, a veces, de cómo su resultado va a impactar en la

posterior decisión clínica y, por otro lado, el médico nuclear se involucra poco en la prescripción adecuada de los mismos.

La solución propuesta es mejorar la capacitación de médicos prescriptores y médicos nucleares y aportar, y revisar periódicamente, guías de adecuada solicitud de exámenes de MN. Renán Ramírez (Perú) señaló que son pocas las autoridades de salud que han establecido criterios para prescribir exámenes con radiaciones ionizantes que permitan que los prescriptores estén informados y formados para hacer buenas indicaciones.

Finalmente, el último aspecto tratado en la sesión correspondió a la **Prevención de incidentes y accidentes**: el ponente hizo mención fundamentalmente al escaso análisis que se hace de las causas que desembocan en un incidente o accidente con el fin de aprender de los errores para evitarlos en el futuro. Renán Ramírez (Perú) indicó que en MN no ha existido ningún accidente grave conocido y Fernando Godinho (Portugal) señaló que la existencia de incidentes/accidentes debe verse como una oportunidad de mejora. Aun cuando sus consecuencias puedan ser limitadas, su ocurrencia indica una deficiente organización del trabajo.

La solución propuesta por el ponente consistió en la incorporación efectiva de sistemas de notificación de incidentes para su posterior análisis y aprendizaje mediante la utilización de técnicas de análisis de sucesos (análisis causa-raíz) o de herramientas predictivas como el Sistema de Evaluación del Riesgo en Radioterapia (SEVRRRA) [6.7]

Como aportaciones de los panelistas que no se pueden encuadrar en los problemas indicados por el ponente, Fernando Mut (Uruguay) hizo un alegato a favor de la

utilización apropiada de la radiación y en contra de la "radiofobia" indicando que se debe aceptar que la necesitamos pero utilizándola con inteligencia. Agregó que la optimización de la protección no siempre implica menor dosis sino que la dosis debe ser la adecuada al propósito buscado: en diagnóstico, es la dosis suficiente para lograr adecuadas imágenes y evitar repetición de exámenes, mientras que en terapia es asegurar la máxima dosis al tumor respetando los tejidos sanos. Mónica Penedo (España), como representante de la industria, señaló que los fabricantes han hecho un gran esfuerzo en desarrollar e implementar en los equipos, herramientas de ayuda a la determinación de la dosis recibida por el paciente así como sistemas de protección radiológica y de control de calidad que requieren un buen conocimiento por parte de los usuarios para un óptimo uso de la radiación, por lo que en los últimos años también han incorporado la formación como elemento clave de los equipos de diagnóstico y tratamiento en MN. Erick Mora (Costa Rica) indicó que se debe tratar de personalizar los tiempos de aislamiento una vez que el paciente ha recibido un tratamiento terapéutico con el fin de minimizar las dosis efectivas a los familiares y público en general.

Los indicadores propuestos para la adecuada valoración de los avances obtenidos en cada uno de los aspectos valorados fueron:

1. Número de centros con un Programa de garantía de calidad implementado y grado de cumplimiento del mismo en cada centro.
2. Análisis de tendencias de los datos dosimétricos reportados.
3. Cantidad de exámenes con protocolos de optimización de dosis o de estimación de dosis paciente-específica.
4. Número de programas de estudio de pregrado de medicina que incluyen temas relacionados con Protección Radiológica y número de protocolos clínicos escritos con las indicaciones de cada estudio y porcentaje de exámenes que cumplen con estas guías.
5. Grado de implementación de sistemas de notificación de incidentes de seguridad, grado de uso de herramientas de análisis predictivo y número de reuniones de evaluación de eventos.

Conocidos los problemas y realizadas las propuestas de solución, el último aspecto tratado fue la hoja de ruta para su implementación. Como es evidente, algunas de las soluciones propuestas son fácilmente incorporables a la práctica diaria. Sin embargo, otras requieren más tiempo y, sobre todo, acciones por grupos internacionales que trabajen conjuntamente para aportar soluciones concretas.

APORTACIONES ADICIONALES DE LOS ASISTENTES

Tras la exposición del ponente y los panelistas, los asistentes a la sesión realizaron aportaciones de alto interés:

Laura B. Castro (Argentina) puso sobre la mesa un aspecto importante y específico de la MN como son los radiofármacos. No en vano el radiofármaco es el elemento que va a irradiar al paciente y al trabajador de forma que la regulación y el proceso de autorización de los mismos tiene un papel importante en la protección radiológica. Otros asistentes añadieron aspectos adicionales como los referentes a la producción de radiofármacos en los propios centros sanitarios, la importancia del control de calidad y protección en la fabricación de radiofármacos.

Se señalaron también las implicaciones que tienen en la protección radiológica la proliferación de equipos híbridos como SPECT-TC y PET-TC.

Josep Martí (España) señaló la necesidad de registrar la dosis real de radiofármaco administrada al paciente como un elemento más de la trazabilidad del radiofármaco.

Caridad Borrás (España) relató un caso de accidente fatal en MN como resultado de la administración al paciente de una dosis terapéutica inadecuada [8,9]. Sobre este mismo asunto, Erick Mora (Costa Rica) señaló que, aunque la radiación no se pueda considerar como causa de la muerte, hace unos años se notificó el fallecimiento de un paciente aplastado por el equipo de detección [10].

Otros participantes se refirieron a temas que también habían sido puestos de manifiesto en otras sesiones de la conferencia como son la formación continuada de los trabajadores en MN y la necesidad de una formación más completa (en el caso de España, una formación que sea "de grado" universitario) y otros incidieron más en la existencia y utilización de protocolos de trabajo para las exploraciones de MN, la existencia y utilización de protocolos de control de calidad en MN y que los tratamientos en MN se hagan según una dosimetría personalizada dejando atrás las prácticas históricas y habituales de dosis fijas o estándares.

CONCLUSIONES

El problema principal encontrado es la necesidad de realizar bien nuestra actividad para lograr proteger al paciente, a nosotros mismos como trabajadores y a la población en general. Para ello debemos trabajar garantizando que la dosis correcta sea administrada a los pacientes correctos y para ello se requiere formación adecuada y actualizada, capacitación y entrenamiento, utilizar protocolos de trabajo, de control de calidad y de protección radiológica adecuados y actualizados según la tecnología utilizada en cada momento, realizando los estudios en base a una correcta indicación del prescriptor y supervisada o validada por el médico



nuclear y evitando incidentes o accidentes pero asumiendo estos como una oportunidad de mejora.

REFERENCIAS

- [1]. Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. <https://www.boe.es/doue/2014/013/L00001-00073.pdf>
- [2]. Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA). Requisitos de Seguridad Generales, N° GSR Parte 3. Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Patrocinada conjuntamente por AEN/OECD, CE, FAO, OIEA, OIT, OMS, OPS y PNUMA. http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1578_S_web.pdf
- [3]. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality management audits in nuclear medicine practices, IAEA Human Health Series No. 33, Second Edition, Vienna (2015). [https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=INTERNATIONAL+ATOMIC+ENERGY+AGENCY%2C+Quality+management+audits+in+nuclear+medicine+practices%2C+IAEA+Human+Health+Series+No.+33%2C+Second+Edition%2C+Vienna+\(2015\)](https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=INTERNATIONAL+ATOMIC+ENERGY+AGENCY%2C+Quality+management+audits+in+nuclear+medicine+practices%2C+IAEA+Human+Health+Series+No.+33%2C+Second+Edition%2C+Vienna+(2015)).
- [4]. IAEA. Auditorías de gestión de la calidad en prácticas de medicina nuclear. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1371s/Pub1371s_web.pdf
- [5]. Gerrit J. Kemerink & Filip Vanhavere & Ilona Barth & Felix M. Moitagh. Extremity doses of nuclear medicine personnel: a concern. Eur J Nucl Med Mol Imaging (2012) 39:529–532. <http://link.springer.com/article/10.1007/s00259-011-1973-z>
- [6]. Sistema de Evaluación de Riesgos en Radioterapia. SEVRRRA. <http://www.foroiberam.org/web/guest/descarga-sevrrra>
- [7]. Dumenico C., Guerrero M., Lopez R., Paz A.B. Matrices de Riesgo en medicina nuclear. Modelación en SEVRRRA, Proceedings X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección Radiológica, 2015. http://www.irpabuenaosaires2015.org/Archivos/tr-completos/irpa/fullpapertemplate_IRPA20152610802.pdf
- [8]. Wiley, A.: Medical Issues Associated with Radiotherapy Accidents. IAEA International Conference on Radiation Protection in Medicine, Bonn, Germany December, 2012. <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Whitepapers/conference/S2-Wiley-Medical-issues-associated-with-radtherapy-accidents.pdf>
- [9]. Mettler, FA.: Fatal accidental overdosis with radioactive gold in Wisconsin, USA. En: Medical Management of Radiation Accidents, Second Edition. Editado por Igor Gusev, Angelina Guskova, Fred A. Mettler. CRC Press LLC, 2001. ISBN 0-8493-7004-3. https://books.google.es/books?id=p6b4qDorN4wC&pg=PA361&lpg=PA361&dq=Wisconsin+1968+Au+198+misadministration&source=bl&ots=2YWmU25_o7&sig=PnywhEj1JdfSLCrF07VJ-rzqxly&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjz9svepNvQAhXJq1QKHyaUA-pYQ6AEIKjAB#v=onepage&q=Wisconsin%201968%20Au%20198%20misadministration&f=false
- [10]. Cita de AuntMinnie.com sobre la muerte de un paciente en USA. Consultada el 15 de diciembre del 2016. <http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup&sub=mol&pag=dis&ItemID=103917>