

Análisis de Riesgo Radiológico en Medicina Nuclear Terapéutica Paciente Específico

Risk Analysis in the Specific Patient Therapeutic Nuclear Medicine

Zayda Hayde Amador Balbona¹ & Antonio Torres Valle²

AMADOR, B. Z. H. & TORRES, V. A. Análisis de riesgo radiológico en medicina nuclear terapéutica paciente específico. *J. health med. sci.*, 4(4):215-223, 2018.

RESUMEN: El objetivo del estudio fue facilitar la toma de decisiones en la mejora de la seguridad y la calidad de un servicio genérico de medicina nuclear terapéutica paciente específico mediante la matriz de riesgo, con el código cubano SECURE-MR-FMEA 3.0. Se preparó el mapa de procesos, se identificaron 17 etapas y al evaluar el modelo preparado de 155 secuencias accidentales, se obtuvo que no existen riesgos muy altos. Al tratar el riesgo, se eliminó totalmente el riesgo de nivel alto, que representó un 12,9 %. Las etapas de adquisición de imágenes pre y post tratamiento y la preparación de radiofármacos son las más contribuyentes al riesgo. Para los pacientes, se obtuvieron consecuencias muy altas (12 %) y altas (22 %) de las secuencias accidentales. Resultó significativa la contribución del factor humano (93 %), lo cual corrobora la importancia de las defensas que permiten mantener bajo control el riesgo alto, como son: el levantamiento radiológico inicial de las diferentes áreas, la revisión del proyecto a partir de las regulaciones de seguridad aplicables, una carga de trabajo moderada, la capacitación del (los) Médico(s) nuclear(es) en los aspectos relacionados con los tratamientos de medicina nuclear y la capacitación del Tecnólogo o el Físico Médico que realizan estos trabajos. Esta investigación permitió identificar las medidas prioritarias para mantener controlado el riesgo radiológico y el cumplimiento de la regulación nacional, aspectos de interés en su desarrollo en Latinoamérica, como garantía de la optimización de la exposición de los pacientes, trabajadores y el público.

PALABRAS CLAVE: matriz de riesgo, riesgo radiológico, medicina nuclear terapéutica paciente específico.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Conferencia Internacional sobre Protección Radiológica en Medicina, celebrada en Madrid, en octubre de 2016 (Vano *et al.*, 2018), se identifica como uno de los principales problemas a solucionar en la medicina nuclear, la planificación de cada tratamiento por una dosimetría paciente específico. El objetivo de dicha conferencia fue evaluar el progreso de la implementación del Llamado de Bon a la Acción en los países iberoamericanos.

En Cuba, ya hace varios años que se realizan estudios dirigidos a optimizar la exposición de los pacientes en prácticas tales como: la radiosinovioartrosis (para el tratamiento de las artropatías inflamatorias) (Cruz *et al.*, 2010), la radioinmunoterapia (Casacó *et al.*, 2008) y el tratamiento del hipertiroidismo, este últi-

mo más recientemente. Además, se prevé a través de la planificación dosimétrica, evaluar las actividades máximas tolerables a los órganos en riesgo, como la médula ósea en tratamientos con ¹³¹I y los riñones en las terapias con ⁹⁰Y, para poder establecer el tratamiento personalizado a cada paciente.

Teniendo en cuenta la importancia de la medicina nuclear terapéutica paciente específico (MNTPE) y su desarrollo internacional actual (Loke *et al.*, 2011; Calais & Tuner, 2012; Vaz, 2015; Ljungberg & Sjögreen Gleisner, 2016; Flux, 2017), se presenta en este trabajo el análisis del riesgo radiológico con el empleo del método proactivo de la matriz de riesgo, utilizando el código cubano SECURE MR-FMEA 3.0 (Torres, 2017), para un servicio genérico que aplica las buenas prácticas hospitalarias y posee un sistema de gestión de la calidad.

¹ Centro de Isótopos, La Habana, Cuba.

² Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba.

Por primera vez se realiza este tipo de estudio, no solo con la consideración de todos los sucesos radiológicos posibles, desde la etapa de diseño del servicio hasta el seguimiento del paciente, incluyendo la gestión de los desechos radiactivos, sino también, con la evaluación de la importancia de las defensas para el nivel de riesgo (barreras (B), reductores de frecuencia (RF) y reductores de consecuencias (RC)), por la proporción en que se utilizan y sobre todo, el impacto de su no ejecución o implementación.

A partir del método de matriz de riesgo, descrito en (OIEA, 2012; Vilaragut *et al.*, 2013) y el estudio de la exposición de los trabajadores y el personal vinculado al cuidado de los pacientes internados por tratamientos de medicina nuclear (Ugrinska *et al.*, 2010; Piwowarska-Bilska *et al.*, 2013; Stefanoyiannis *et al.*, 2015), se conformó el modelo para un servicio genérico de MNTPE, para su introducción en el código SECURE-MR-FMEA 3.0, desarrollado por el Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas de Cuba (Torres).

MATERIAL Y MÉTODO

Se desarrolló el modelo de la MNTPE con su mapa de proceso y se determinaron sus etapas, considerando en estas, la realización de ensayos clínicos que respondan al principio de optimización de la exposición médica, tal y como es el caso del realizado en Cuba en (Casacó *et al.*, 2008).

Se estudiaron los sucesos reportados en (NRC, 1999a,b; Williams *et al.*, 2006; Siebeneck, 2008; Bonta *et al.*, 2011; Enis, 2016; Theramed Nuclear Molecular Imaging, 2017; IAEA, 2018) para definir los sucesos iniciadores (SI).

RESULTADOS

El mapa del proceso de la MNTPE comprendió 17 etapas (desde el diseño hasta el seguimiento del paciente, incluida la gestión de los desechos radiactivos). Se postularon 155 SI. Se identificaron 168 barreras (B), 79 reductores de frecuencia (RF) y 37 reductores de consecuencias (RC).

Los resultados del primer cribado mostraron que no existen riesgos muy altos; así, se determinaron 48 riesgos altos, 99 riesgos medios y 8 riesgos bajos (Fig. 1).

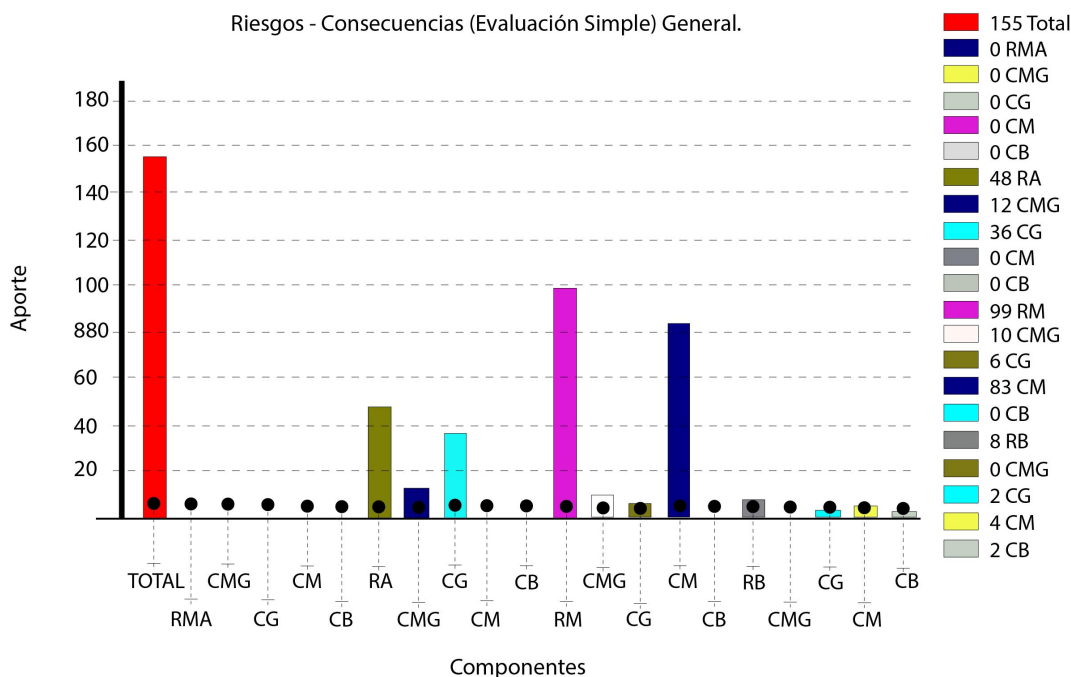


Fig. 1. Total de secuencias accidentales por nivel de riesgo muy alto (RMA), riesgo alto (RA), riesgo moderado (RM) y riesgo bajo (RB) y sus niveles de consecuencias muy graves (CMG), consecuencias graves (CG), consecuencias medias (CM) y consecuencias bajas (CB) sin el empleo de elementos de control (primer cribado) para la medicina nuclear terapéutica paciente específico.

Al aplicar todos los elementos de control (EC) y sus respectivas robusteces (robusta, normal y blanda), lo que implica la selección de la opción “con robustez de barreras-reductores simple”, se obtuvieron 20 riesgos altos, 88 riesgos medios y 47 riesgos bajos (Fig. 2).

Al tratar con medidas los riesgos altos se observó que se logra reducir totalmente el porcentaje de estos desde 12,9 % (Fig. 3).

Las etapas de adquisición de imágenes pre y post tratamiento y la preparación del radiofármaco, re-

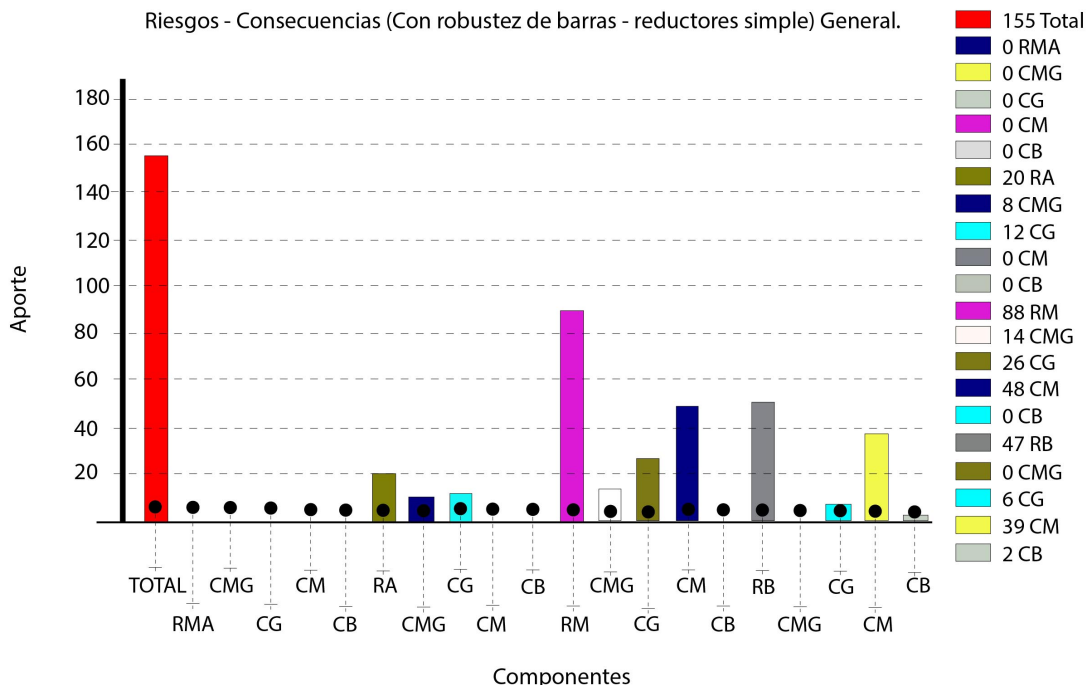


Fig. 2. Total de secuencias accidentales por nivel de riesgo muy alto (RMA), riesgo alto (RA), riesgo moderado (RM) y riesgo bajo (RB) y sus niveles de consecuencias muy graves (CMG), consecuencias graves (CG), consecuencias medias (CM) y consecuencias bajas (CB) con el empleo de elementos de control y sus robusteces para la medicina nuclear terapéutica paciente específico.

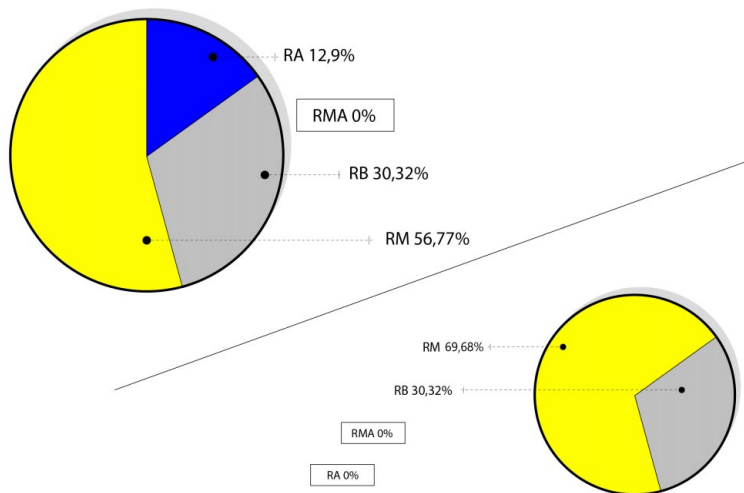


Fig. 3. Distribución porcentual del nivel de riesgo muy alto (RMA), riesgo alto (RA), riesgo moderado (RM) y riesgo bajo (RB) en la medicina nuclear terapéutica paciente específico antes (superior) y después (inferior) del tratamiento del nivel de riesgo alto.

sultaron las más contribuyentes por las cantidades de riesgos altos y en cuanto a los totales por cada etapa (Tabla I).

El análisis sobre la importancia por consecuencias y la preponderancia de los impactos medios sobre los trabajadores y el público, mostró que en el primer caso hubo mayor incidencia. En el 12% de los pacientes existió consecuencias muy graves (CMG) y en el 21,7 % consecuencias graves (CG) de las secuencias accidentales. En el 2,2 % del público existió CG y en el 28,8 % de los trabajadores existió consecuencias medias (CM) de las secuencias accidentales (Fig. 4).

Tabla I. Perfil de nivel de riesgo para cada etapa de la medicina nuclear terapéutica paciente específico.

Medicina Nuclear Terapéutica Paciente Específico (MNTPE)					
Etapa	RMA	RA	RM	RB	Total
Diseño del servicio de medicina nuclear (DMN)	0	0	9	13	22
Construcción del Servicio de Medicina Nuclear Terapéutica (CSM)	0	0	3	7	10
Aceptación y puesta en servicio de los equipos utilizados en la práctica de Medicina Nuclear (APS)	0	0	5	3	8
Mantenimiento y reparación de equipos y sistemas (MRE)	0	3	3	2	8
Elaboración del protocolo del tratamiento para ensayo clínico (EPE)	0	0	1	2	3
Evaluación clínica del paciente (ECP)	0	0	0	1	1
Adquisición de imágenes para planificación del tratamiento paciente específico y posttratamiento (AIP)	0	8	11	1	20
Prescripción clínica del tratamiento (PCT)	0	1	7	2	10
Recepción del radiofármaco / radiobiomolécula (RRR)	0	0	8	2	10
Preparación del radiofármaco / radiobiomolécula (PRR)	0	4	5	2	11
Traslado de la dosis al lugar de administración (TDA)	0	0	3	1	4
Administración de radiofármaco / radiobiomolécula (ARR)	0	2	8	4	14
Hospitalización del paciente (HPA)	0	0	8	5	13
Tratamiento ambulatorio (TAM)	0	0	1	0	1
Archivo y entrega de los resultados de los tratamientos de medicina nuclear (AER)	0	0	1	0	1
Gestión de desechos radiactivos (GDR)	0	0	15	2	17
Seguimiento del paciente de medicina nuclear (SOP)	0	2	0	0	2
Proceso	0	20	88	47	155

Riesgo muy alto = RMA; riesgo alto = RA; riesgo medio = RM; riesgo bajo = RB.

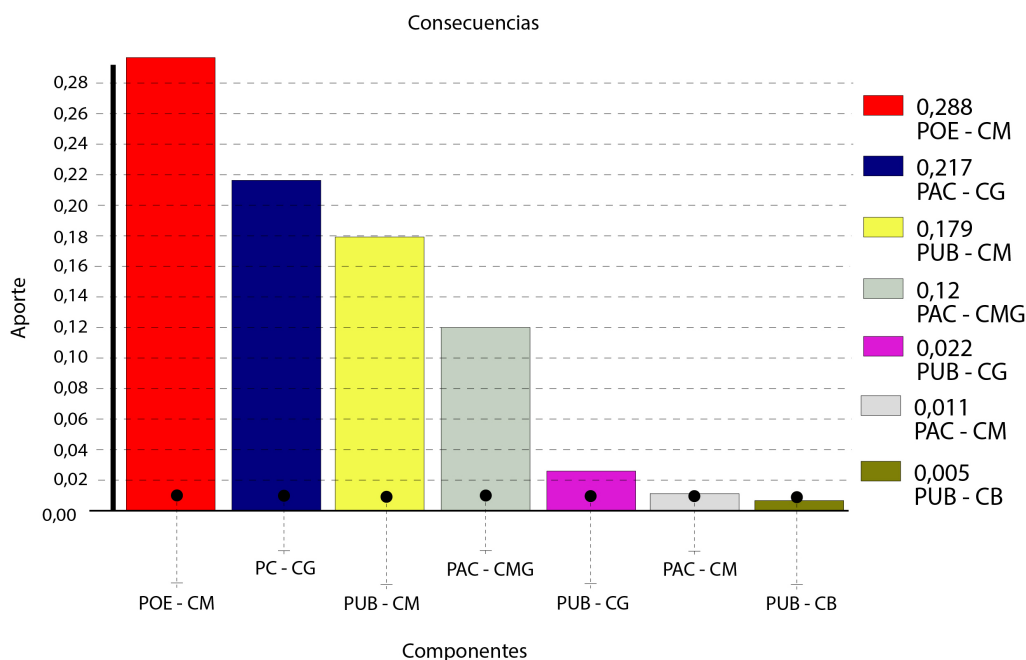
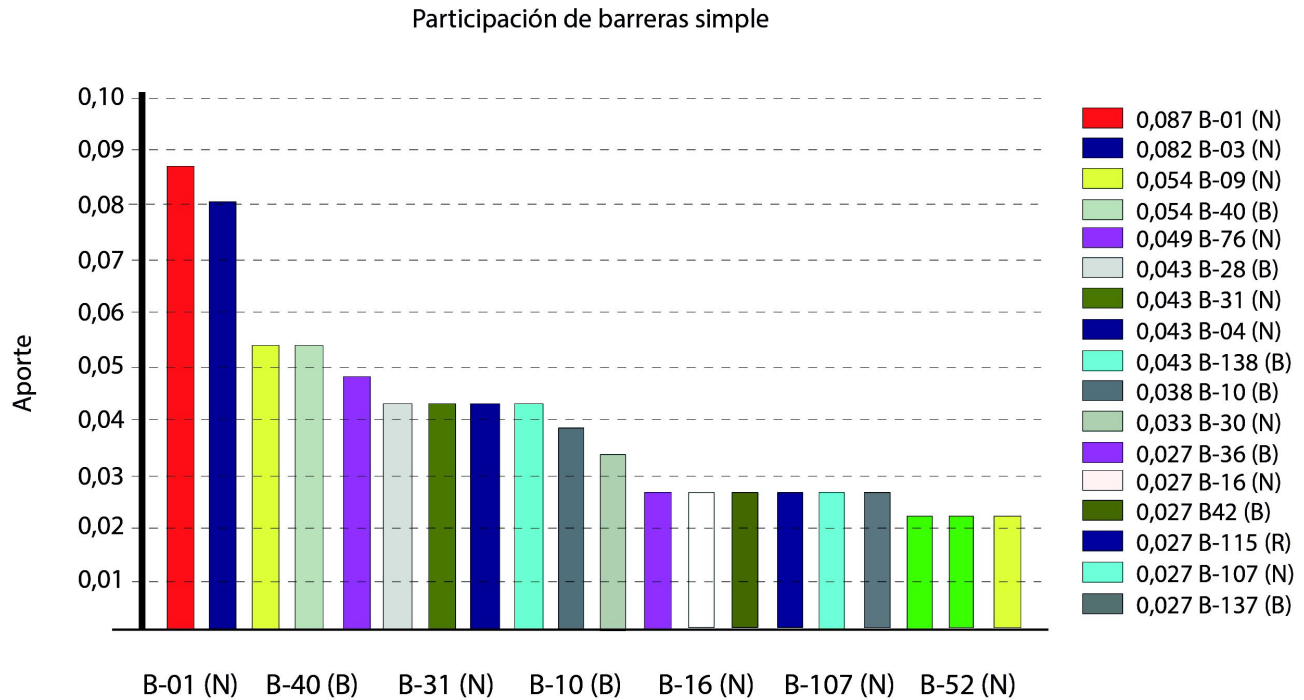


Fig. 4. Fracción del total de consecuencias para cada nivel de riesgo con CMG, CG, CM y CB, perteneciente a los trabajadores (POE), al público (PUB) y a los pacientes (PAC), después del tratamiento de los riesgos en la medicina nuclear terapéutica paciente específico.

Por otra parte, se observó que las barreras más importantes, por su utilización, son la B-01(N) revisión de proyecto a partir de las regulaciones de seguridad aplicables. (Peso: 8), B-03(N) levantamiento radiológico inicial de las diferentes áreas del departamento de medicina nuclear. (Peso: 8), la B-09(N) procedimiento interno del servicio que establece medir la dosis de radiofármaco de manera redundante

e independiente (por una segunda persona y en otro calibrador de dosis). (Peso: 8) y la B-40(B) utilización de medios individuales de protección contra la contaminación radiactiva superficial durante la realización de los trabajos (Peso: 4) (Fig. 5). Sin embargo, este resultado es insuficiente sin el análisis de su real contribución al riesgo, es decir, cuando no se ejecutan.



Componentes

Fig. 5. Fracción total de secuencias accidentales en las que participan las barreras (B) que contribuyen al nivel de riesgo en la medicina nuclear terapéutica paciente específico. Se muestra número y robustez (robusta = R; normal = N; blanda = B) de cada barrera.

Los resultados evidenciaron que la barrera B-01 y B-03 afectan, cada una, a 11 secuencias, cuyo riesgo aumenta al desaparecer las mismas, y le siguen la barrera B-04 con un incremento del riesgo en 7 secuencias accidentales. La B-04(N) es la inspección de los trabajos de construcción civil y montaje de equipos antes de iniciarse los trabajos del servicio de Medicina Nuclear (Peso:8). Este último caso es importante, ya que podría descartarse por su participación porcentual. Se observó que se trata de barreras que hay que conservar de manera prioritaria (Fig. 6).

En relación a la participación porcentual de los RF, el 22,3 % de las secuencias correspondió a RF-12(N) carga de trabajo moderada y el 12 % de las se-

cuencias correspondió a RF-09(B) capacitación del físico médico y a RF-01(B) capacitación de los especialistas que asumirán las revisiones del proyecto (Fig. 7).

Al inactivar los RF, puede observarse en la Figura 8 que el RF-12(N) carga de trabajo moderada incrementa el riesgo de 8 secuencias al desaparecer, mientras que el RF-13(B) capacitación del (los) médico(s) nuclear(es) en los aspectos relacionados con los tratamientos de medicina nuclear y RF-34(B) capacitación del Tecnólogo o el Físico Médico que realiza estos trabajos, lo incrementan 4 secuencias, respectivamente. Esta opción destaca la importancia de este análisis, por cuanto estos dos últimos contribuyentes no aparecen importantes por su participación porcentual.

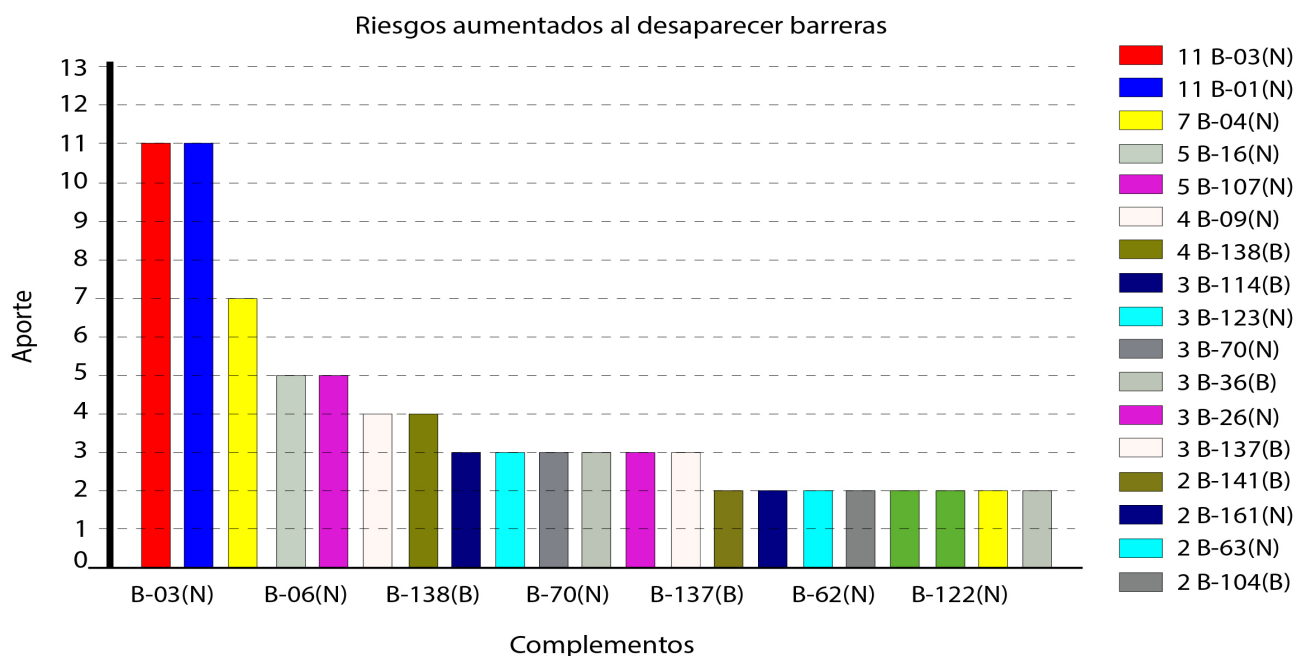


Fig. 6. Cantidad total de secuencias accidentales cuyo nivel de riesgo se incrementa al cesar la acción de la barrera en la medicina nuclear terapéutica paciente específico. Se muestra número y robustez (normal = N; blanda = B) de cada barrera.

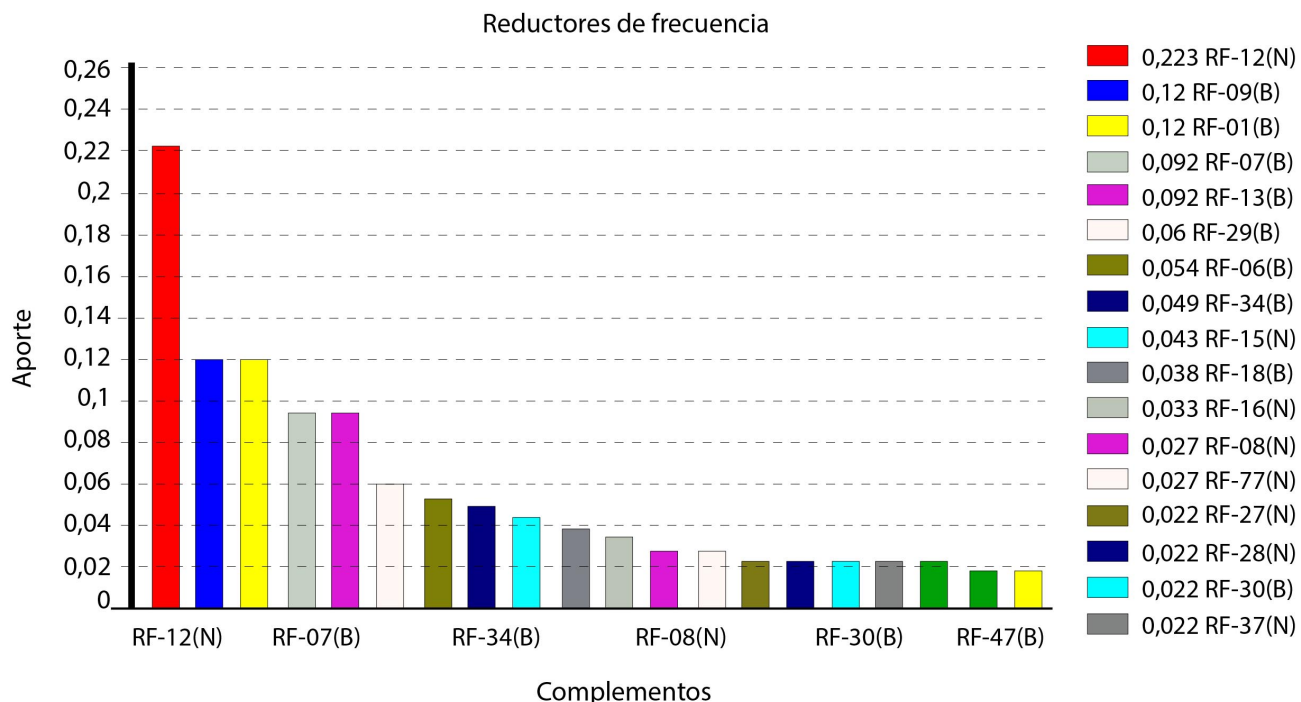
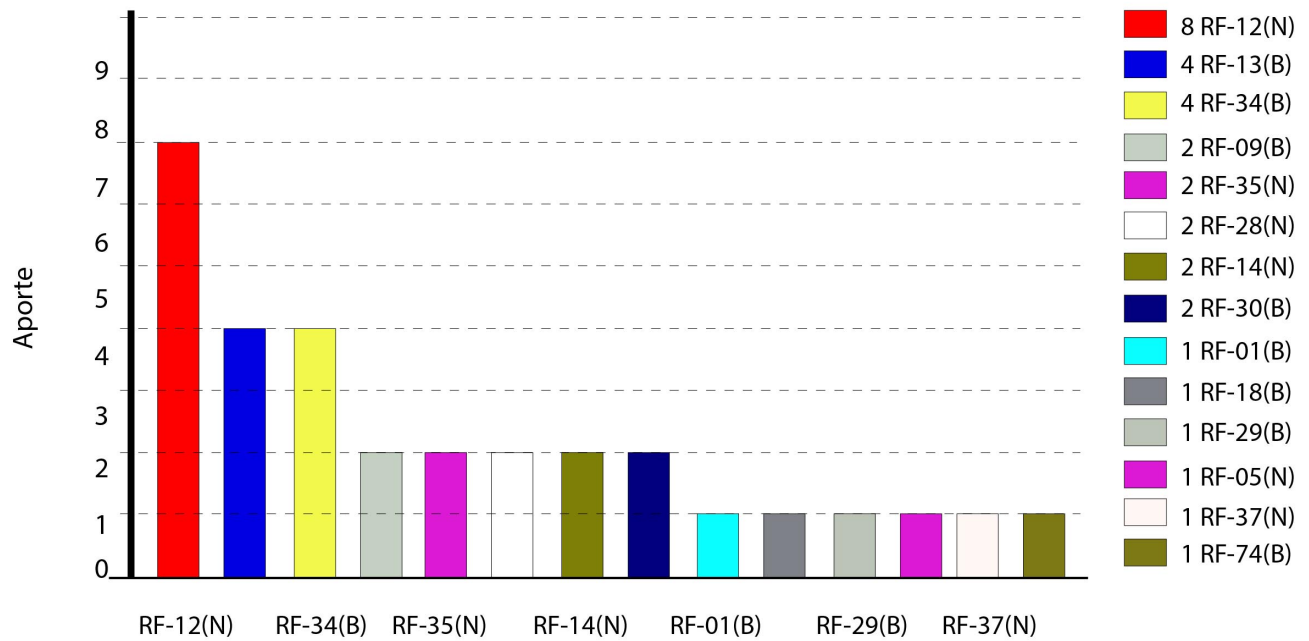


Fig. 7. Fracción total de secuencias accidentales en las que participan los reductores de frecuencia (RF) que contribuyen al nivel de riesgo en la medicina nuclear terapéutica paciente específico. Se muestra número y robustez (normal = N; blanda = B) de cada RF.

Respecto a la participación porcentual en las secuencias accidentales se evidenció que son más importantes el RC-01(B) levantamiento radiológico periódico de las áreas del servicio de MN que está en

el 19,6 %, RC-07(B) procedimiento de emergencia para reducir la dosis en órganos críticos con 15,2 %, y el RC-02(B) resultados de dosimetría interna revisada a los trabajadores periódicamente con el 6 % (Fig. 9).

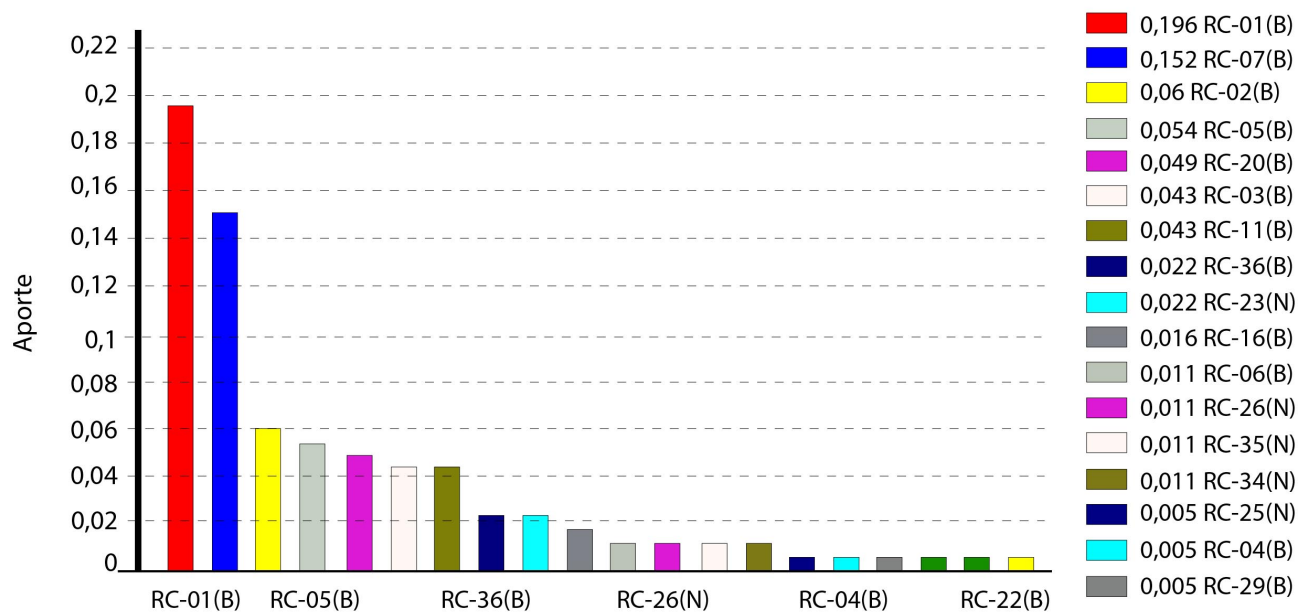
Riesgos aumentados al desaparecer red-SI



Componentes

Fig. 8. Cantidad total de secuencias accidentales cuyo nivel de riesgo se incrementa al cesar la acción de los reductores de frecuencia (RF) en la medicina nuclear terapéutica paciente específico. Se muestra número y robustez (normal = N; blanda = B) de cada RF.

Reductores de consecuencia



Complementos

Fig. 9. Fracción total de secuencias accidentales en las que participan los reductores de consecuencias (RC) que contribuyen al nivel de riesgo en la medicina nuclear terapéutica paciente específico. Se muestra número y robustez (normal = N; blanda = B) de cada RC.

Dada la baja robustez de los reductores de consecuencias (poco efecto en el control del riesgo) no aparece un perfil representativo que los caracterice por su desaparición.

DISCUSIÓN

A partir del análisis de riesgo en un servicio genérico de MNTPE, con la metodología de matriz de riesgo, se observó que aunque no aparecen riesgos muy altos quedan 20 riesgos inaceptables por ser altos. Sin embargo, con las medidas que se implementaron se logró reducir el riesgo totalmente, lo que destaca su importancia.

Se evidenció que algunos EC como las B y RF resultan elementos trascendentales en el control de los riesgos. Un detalle más claro se apreció al implementar la opción de riesgos reducidos al desaparecer contribuyentes, aspecto facilitado por el empleo del código cubano SECURE-MR-FMEA 3.0. En algunos casos el resultado contradice las conclusiones que se derivan de la participación porcentual. Este aspecto resalta la importancia de esta investigación que se implementa de manera única con este sistema. Los EC que se identificaron como muy importantes son el levantamiento radiológico inicial de las diferentes áreas, la revisión de proyecto a partir de las regulaciones de seguridad aplicables, el establecimiento de una carga de trabajo moderada, la capacitación del (los) médico(s) nuclear(es) en los aspectos relacionados con los tratamientos de medicina nuclear y la capacitación del Tecnólogo o el Físico Médico que realiza estos trabajos.

Los errores humanos tuvieron un aporte significativo en las secuencias accidentales y el nivel de riesgo, resultando ser el 92,9 %. Las actividades identificadas de capacitación contribuyeron a su reducción. La investigación que se realizó no solamente permitió cumplir con un requisito regulador (CITMA, 2012), sino también disponer de una práctica más segura para pacientes, trabajadores y el público, constituyendo una referencia para otros países en Latinoamérica.

CONCLUSIONES

El desarrollo de una medicina nuclear terapéutica con dosimetría individualizada o personalizada,

es una meta para muchos países en el mundo. Latinoamérica no se encuentra exonerada de ello, por lo que el análisis del riesgo radiológico con un método prospectivo para los involucrados en su ejecución (pacientes, trabajadores y público), permite prever oportunamente todas las medidas para su control. En esta investigación se utilizó el método de la matriz de riesgo, con el código cubano SECURE-MR-FMEA 3.0, para el desarrollo y evaluación de un modelo genérico que se puede emplear como referencia por cada servicio para su adaptación. Esto permite no solamente cumplir con las regulaciones, sino también, garantizar una práctica segura y facilitar la toma de decisiones para su mejora y desarrollo.

AMADOR, B. Z. H. & TORRES, V. A. Risk analysis in the specific patient therapeutic nuclear medicine. *J. health med. sci.*, 4(4):215-223, 2018.

ABSTRACT: The aim of this study is to facilitate decision-making in improvements of safety and generic service quality of specific-patient therapeutic nuclear medicine through risk matrix, with the Cuban code SECURE-MR-FMEA 3.0. A process map was prepared, 17 stages were identified and after evaluation of the 155 accidental sequences prepared model, gave as result an absence of very high risks. After treated it, the highest levels were completely eliminated, representing 12.9 %. The stages of pre and post treatment image acquisition and the preparation of radiopharmaceuticals are the most risk contributors. For patients, very high consequences of 12 % were obtained and highs of 22 % in accidental sequences. The human factor contribution was significant (93 %), which supports the significance of defenses that allow keeping the high risk under control, such as the initial radiological survey of the different areas, the revision of the project from applicable safety regulations, a reasonable workload, the training of nuclear medicine doctor (s) in related aspects with nuclear medicine treatments and the training of the technologist or medical physicist which performs these works. This research allowed to identify priority measures to keep the biological risk under control and the fulfillment of the national regulation, being aspects of interest in its development in Latin America, as assurance of exposure optimization for patients, workers, and public.

KEY WORDS: risk matrix, radiological risk, specific-patient therapeutic nuclear medicine.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonta, D. V.; Halkar, R. K. & Alazraki, N. Extravasation of a therapeutic dose of ¹³¹I-metaiodobenzylguanidine: prevention, dosimetry, and mitigation. *J. Nucl. Med.*, 52(9):1418-22, 2011.

- Calais, P. S. & Turner, J. H. Standard operating procedure for prospective individualised dosimetry for ([131I])I-rituximab radioimmunotherapy of Non-Hodgkin's Lymphoma. *World J. Nucl. Med.*, 11(3):110-6, 2012.
- Casacó, A.; López, G.; García, I.; Rodríguez, J. A.; Fernández, R.; Figueredo, J.; Torres, L.; Perera, A.; Batista, J.; Leyva, R.; Peña, Y.; Amador, Z.; González, A.; Estupiñan, B.; Coca, M.; Hernández, A.; Puig, M.; Iglesias, M.; Hernández, A.; Ramos, M.; Rodríguez, L. & Suarez, N. Phase I single-dose study of intracavitary-administered Nimotuzumab labeled with 188 Re in adult recurrent high-grade glioma. *Cancer Biol. Ther.*, 7(3):333-9, 2008.
- Cruz, A. J.; García, R. E.; Sagarra, V. M. & Morín, Z. J. Radiofármacos en radiosinovioresis. *Nucleus*, 47:3-7, 2010.
- Ennis, R. D. *Medical Events Report FY 2015*. Advisory Committee for the Medical Uses of Isotopes (ACMUI), USA, October, 2016
- Flux, G. *Individualized treatment planning for radionuclide therapy (Molecular Radiotherapy)*. International Commission On Radiological Protection (ICRP) Task Group 101, FMU/ICRP workshop, 2017.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). *News stands for Nuclear Events Web-based System, 2018*. Available on: <https://www-news.iaea.org/EventList.aspx>, Event Number: 53136, 2018.
- Loke, K. S.; Padhy, A. K.; Ng, D. C.; Goh, A. S. & Divgi, C. Dosimetric considerations in radioimmunotherapy and systemic radionuclide therapies: a review. *World J. Nucl. Med.*, 10(2):122-38, 2011.
- Ljungberg, M. & Sjögren Gleisner, K. Personalized dosimetry for radionuclide therapy using molecular imaging tools. *Biomedicines*, 4(4):pii: E25, 2016.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). *Reglamento sobre notificación y autorización de prácticas y actividades asociadas al empleo de fuentes de radiaciones ionizantes*. Resolución 334/2001, CITMA, La Habana, Cuba, 2012.
- Nuclear Regulatory Commission (NRC). *Notice of Violation (NRC Inspection Report 030-01680/99001(DNMS))*, EA-99-174 - V.A., Department of, IA, 1999a.
- Nuclear Regulatory Commission (NRC). *Notice of Violation (NRC Inspection Report 030-02640/99001(DNMS))*, EA-99-175 - Ohio, State University, 1999b.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *Aplicación del método de la matriz de riesgo a la radioterapia*. Documento técnico, IAEA-TECDOC-1685/S, Viena, 2012.
- Piowarska-Bilska, H.; Supinska, A.; Listewnik, M, H.; Zorga, P. & Birkenfeld, B. Radiation doses of employees of a Nuclear Medicine Department after implementation of more rigorous radiation protection methods. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 157(1):142-5, 2013.
- Siebeneck, B. M. Extravasation of yttrium-90 ibritumomab tiuxetan: a case study. *Clin. J. Oncol. Nurs.*, 12(2):275-8, 2008.
- Stefanoyiannis, A. P.; Ioannidou, S. P.; Round, W. H.; Carinou, E.; Mavros, M. N.; Liotsou, T.; Geronikola-Trapali, X.; Armeniakos, I. & Chatziioannou, S. N. Radiation exposure to caregivers from patients undergoing common radionuclide therapies: a review. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167(4):542-51, 2015.
- Theramed Nuclear Molecular Imaging + Therapy. Radiosynoviorthesis, 2017. Available on: <http://www.theramednuclear.co.za/treatments-workup/>.
- Terwinghe, C.; Vanbilloen, B.; Van Binnebeek, S.; Baete, K.; Bergans, N.; Koole, M. Haustermans, K.; Verslype, C.; Van Cutsem, E.; Clement, P.; Verbruggen, A.; Mortelmans, L. & Deroose, C. Extravasation of 90Y-DOTATOC case report and discussion of potential effects, remedies and precautions in PRRT. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 39:S205, 2012.
- Torres, V. A. Manual de usuario SECURE- MR - FMEA 3.0 Programa de análisis de riesgo basado en matriz de riesgo y FMEA. La Habana, 2017.
- Ugrinska, A.; Crcareva, B. & Andonovski, B. Optimization of radiation protection (ORP) of workers in nuclear medicine department occupationally exposed to ionizing radiation. Proceedings of the Second Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering, 2010.
- Vano, E.; Jimenez, P.; Ramirez, R.; Zarzuela, J.; Larcher, A. M.; Gallego, E.; Gonzalez, S. & Del Rosario Perez, M. Main problems and suggested solutions for improving radiation protection in medicine in Ibero-Americam countries. Summary of an International Conference held in Madrid, 2016. *J. Radiol. Prot.*, 38(1):109-20, 2018.
- Vaz, P. *Radiation Protection and Dosimetry in Nuclear Medicine – selected topics*. VI Congreso Latinoamericano de Física Médica, 2015.
- Vilaragut, J. J.; Duménigo, C.; Delgado, J. M.; Morales, J.; McDonnell, J. D.; Ferro, R.; Ortiz López, P.; Ramirez, M. L.; Pérez Mulas, A.; Papadopulos, S.; Gonçalves, M.; López Morones, R.; Sánchez Cayuela, C.; Cascajo Castresana, A.; Somoano, F.; Álvarez, C.; Guillén, A.; Rodríguez, M.; Pereira, P. P. & Nader, A. Prevention of accidental exposure in radiotherapy: the risk matrix approach. *Health Phys.*, 104(2):139-50, 2013.
- Williams, G.; Palmer, M. R.; Parker, J. A. & Joyce, R. Extravasation of therapeutic yttrium-90-ibritumomab tiuxetan (zevalin): a case report. *Cancer Biother. Radiopharm.*, 21(2):101-5, 2006.

Dirección para correspondencia:

Zayda Amador Balbona
Centro de Isótopos
La Habana
CUBA

Email: zabalbona@centis.edu.cu

Recibido : 09-07-2018

Aceptado: 31-10-2018