

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



CONGRESO CONJUNTO SEPR-SEFM



- ▲ *Protección Radiológica en estudios de doble ciego con radiofármacos*
- ▲ *Protección del público y del medio ambiente*
- ▲ *Criterios y metodología en intervención postaccidental*

Nº 61 • Vol. XVI • 2009

Socios colaboradores de la SEPR



ASOCIACIÓN NUCLEAR
ASCÓ - VANDELLÒS II, A.I.E.



RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora

Paloma Marchena

Coordinadora

Beatriz Robles

Comité de Redacción

Borja Bravo

Cristina Garrido

Rosa Gilarranz

José Gutiérrez

Olvido Guzmán

Carlos Huerga

Teresa Navarro

Lola Patiño

Matilde Pelegrí

Pedro Ruiz

Celia Torres

Ángeles Trillo

Fernando Usera

Coordinador de la página electrónica

Juan Carlos Mora

Comité Científico

Presidente: José Gutiérrez

David Cancio, Luis Corpas, Felipe Cortés,
Antonio Delgado, Eugenio Gil,

Luciano González, Araceli Hernández,
José Hernández-Armas,

Ignacio Hernando, Rafael Herranz,
Pablo Jiménez, Juan Carlos Lentijo,

Xavier Ortega, Pedro Ortiz, Teresa Ortiz,
Turiano Picazo, Rafael Puchal,

Luis Quindós, Rafael Ruiz Cruces,
Guillermo Sánchez, Eduardo Sollet,

Luis M. Tobajas, Alejandro Ubeda,
Eliseo Vañó.

Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid

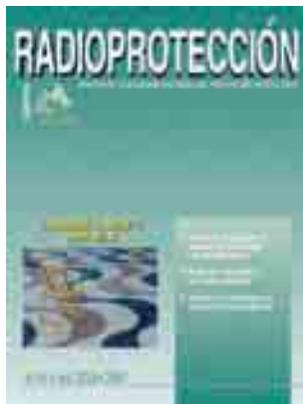
Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77

Correo electrónico: info@gruposenda.net

Imprime: IMGRAF, S.L.

Depósito Legal: M-17158-1993 ISSN: 1133-1747

La revista de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA es una publicación técnica y plural que puede coincidir con las opiniones de los que en ella colaboran, aunque no las compartan necesariamente.



EDICIÓN SEPTIEMBRE 2009

S U M A R I O

- Editorial **3**
- Noticias **4**
 - de la SEPR 4
 - de España 45
 - del Mundo 47
- Congresos **11**
- Colaboraciones **31**
 - Protección Radiológica en estudios de doble ciego con radiofármacos 18
M.C. Pujades, C. Camacho, M. Guasp y J.I. Villaescusa
 - Protección del público y del medio ambiente 23
R.J. Pentreath
 - Criterios y metodología en intervención postaccidental 32
Milagros Montero, José Gutiérrez
- Notas Técnicas **42**
- Proyectos de Investigación **50**
- Publicaciones **53**
- Convocatorias y Cursos **55**

La SEPR permite la reproducción en otros medios de los resúmenes de los artículos publicados en Radioprotección, siempre que se cite al principio del texto del resumen reproducido su procedencia y se adjunte un enlace a la portada del sitio web www.sepr.es, así como también el nombre del autor y la fecha de publicación. Queda prohibida cualquier reproducción o copia, distribución o publicación, de cualquier clase del contenido de la información publicada en la revista sin autorización previa y por escrito de la SEPR. La reproducción, copia, distribución, transformación, puesta a disposición del público, y cualquier otra actividad que se pueda realizar con la información contenida en la revista, así como con su diseño y la selección y forma de presentación de los materiales incluidos en la misma cualquiera que fuera su finalidad y el medio utilizado para ello, sin la autorización expresa de la SEPR o de su legítimo autor, quedan prohibidos.

Editorial

Ya ha pasado el Congreso de Alicante y también el verano, y a su vuelta nos encontramos con este año casi cumplido. Así, este será el último número que editemos en 2009, ya que el siguiente se distribuirá en enero de 2010. Probablemente algunos socios habrán echado de menos la revista de primavera. No se ha realizado porque hemos editado la publicación conjunta con la SEFM relativa al Congreso de Alicante, que se distribuirá a todos los socios. Adicionalmente, la Comisión de Publicaciones de la SEPR tiene la intención de editar todo el material técnico completo del congreso: ponencias, mesas redondas, conferencias plenarias, etc. en un DVD que se distribuirá como número 60 de la revista RADIOPROTECCIÓN. Así se mantendrá la práctica de tener como número de la revista una recopilación de todos los Congresos de la SEPR aunque, esta vez, solamente en soporte informático.

En esta revista se dedica un amplio reportaje a nuestro Congreso de Alicante, recogándose un resumen de las sesiones técnicas y científicas, así como del resto de actividades del congreso. También se presenta una reseña de la Jornada de Cultura de Seguridad en Instalaciones Nucleares y Radiactivas, celebrada el 15 de junio en la Universidad de Comillas-ICAI. Este tema, novedoso para algunos sectores de nuestra Sociedad, responde a un impulso de IRPA liderado por la Sociedad Francesa de PR que va a ser objeto de un seminario internacional a finales de año en París. La SEPR está invitada a participar en este seminario para exponer su punto de vista y su aproximación a este tema.

Como viene siendo habitual la Comisión de Actividades Científicas está trabajando en la preparación del Plan de Actividades del la SEPR para el año 2010. Hay muchas ideas encima de la mesa, bastantes de ellas orientadas hacia el sector sanitario. El necesario equilibrio entre recursos, capacidades e iniciativas obligará a priorizarlas y podremos abordar sólo algunas de ellas, posponiendo otras hasta el próximo año. Confiamos que el continuo apoyo de las diferentes instituciones: CSN, Enresa, Unesa, Ciemat y Enusa,

así como los recientes convenios firmados con otras entidades como el Colegio de Médicos de Málaga, el Instituto de Ingeniería de España o la Universidad de Comillas hagan posible la realización con éxito de las actividades finalmente seleccionadas.

Hay previstas dos interesantes actividades antes de finalizar el año 2009: un curso sobre medidas de contaminación radiactiva de fuentes no encapsuladas en instalaciones radiactivas, organizado los días 19 a 22 de octubre con la colaboración del CSIC, la UAM, Enresa y el CSN y una jornada sobre transporte de material radiactivo, que se celebrará el día 17 de noviembre con la colaboración de Enresa. También está pendiente la celebración de una Asamblea General para tomar la importante decisión sobre la iniciativa de la celebración de congresos conjuntos con la SEFM. No se ha publicado aún el análisis de los resultados de la encuesta realizada al respecto a los asistentes del Congreso de Alicante, pero el análisis preliminar ya realizado parece concluir que la mayoría de los encuestados apuesta por seguir con este modelo de congresos conjuntos, aunque hay algunas sugerencias de posibles mejoras relativas a contenidos del programa científico, disciplina en la duración de las sesiones o infraestructuras para la presentación de pósters, que deberían ser tenidas en cuenta por los organizadores de próximos congresos. Cuando se tengan los resultados definitivos se difundirán entre los socios y os animamos a todos a participar en la toma de esta decisión en la próxima Asamblea General que se celebre.

Hace un año que se constituyó la actual Junta Directiva y ya ha pasado la mitad de nuestro mandato. Como habéis visto son muchas las iniciativas y las propuestas que se presentan por parte de los miembros de la Junta Directiva y de todos los socios, y a las que vamos dando respuesta. Desde aquí os animo a todos a seguir colaborando con nuestra Sociedad para el progreso de la Protección Radiológica en nuestros país.

Pío Carmena Servet
Presidente de la SEPR



Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60
28020 Madrid
Tel.: 91 749 95 17
Fax: 91 570 89 11
Correo electrónico: secretaria.sociedades@medynet.com

Junta Directiva

Presidente: Pío Carmena
Vicepresidenta: M^º Luisa España
Secretaria General: M^º Teresa Macías
Tesorero: Alejandro Úbeda
Vocales: Carmen Álvarez, M^º Ángeles García,
Oscar González, Teresa Navarro, Pedro Ruiz,
Ricardo Torres

Comisión de Actividades Científicas

Presidenta: M^º Luisa España
Secretaria: Isabel Villanueva
Vocales: Josep Baró, Francisco,
Antonio Delgado, Francisco García,
Fernando González, Margarita Herranz,
Paloma Marchena, M^º Luisa Marco,
Carmen Rueda, Guillermo Sánchez de León,
Ricardo Torres, Alejandro Úbeda, Rosa Villarroel

Comisión de Publicaciones

Presidenta: Teresa Navarro
Secretaria: Paloma Marchena
Vocales: Javier Castelo, Juan Carlos Mora,
José Gutiérrez

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Presidente: Alejandro Úbeda
Vicepresidenta: M^º Luisa España
Vocales: Cristina Correa, Eduardo Gallego,
M^º Jesús Muñoz, M^º Teresa Ortiz,
Beatriz Robles, Carmen Vallejo

Comisión de Asuntos Institucionales

Presidente: Pío Carmena
Secretaria: M^º Luisa España
Vocales: Leopoldo Arranz, David Cancio,
Pedro Carboneras, Manuel Fernández,
José Gutiérrez, Ignacio Hernando,
Xavier Ortega, Juan José Peña, Manuel
Rodríguez, Rafael Ruiz Cruces, Eduardo Sollet

LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

La Junta Directiva de la SEPR celebró su tercera reunión el día 2 de junio en el Palacio de Congresos de Alicante y la primera Asamblea General del año 2009 el día 3 de junio en el mismo lugar.

En la reunión se aprobaron los siguientes asuntos:

- Incorporación de 3 nuevos socios de número y la baja de un socio.
- Reedición del cartel de embarazo y radiodiagnóstico.

La información correspondiente a: los Foros de PR en el medio sanitario y área industrial, las comisiones de Asuntos Institucionales, Actividades científicas y Publicaciones se refleja en otros apartados.

Otros asuntos destacados fueron:

Congreso conjunto SEFM-SEPR

Se revisan las tareas de la Junta Directiva relacionadas con la organización y desarrollo del Congreso. La información correspondiente a este evento científico se presenta como tema principal de este número de nuestra revista.

Plan Estratégico de la SEPR

Se revisan las acciones relativas al desarrollo del Plan Estratégico de la Sociedad, informando, posteriormente, en la Asamblea General a todos los socios.

Convenio de colaboración entre la Universidad de Comillas y la SEPR, firmado el pasado 29 de abril. La información correspondiente se indica en otro apartado de la revista.

Colegio Americano de Radiología

La institución indicada solicitó a la Junta Directiva la difusión de sus documentos a los miembros de la SEPR. Se decidió comunicarles que podrán enviar sus documentos para consideración de la Comisión de Publicaciones, quienes decidirán su difusión o desestimación.

Los asuntos desarrollados en la Asamblea General de la SEPR celebrada en Alicante se detallan en la nota resumen del acta, además, pueden consultarse, directamente, en el Acta correspondiente en la página web de la Sociedad.

M^{ra} Teresa Macías
Secretaria General de la SEPR

Resumen del Acta de la Asamblea General de la SEPR

El pasado 3 de junio tuvo lugar la Asamblea General de la SEPR en el Palacio de Congresos de Alicante, en el seno del Congreso Conjunto XII de la SEPR y XVII de la SEFM.

Con la participación de 35 asistentes y presidida por Pío Carmena, presidente de la SEPR, se trataron los siguientes temas:

- **Lectura y aprobación del Acta de la Asamblea General precedente**, celebrada el 9 de octubre de 2008 en Madrid.
- **Informe del presidente**: en el que se trataron las activida-

des realizadas desde la última Asamblea General, incluyendo las reuniones de la Junta Directiva, Comisiones y Foros. Además de las mencionadas, también se comentaron otras actividades como el Congreso IRPA 11 celebrado en octubre del 2008 en Buenos Aires (Argentina), visitas institucionales de la nueva Junta Directiva, acuerdos de colaboración firmados con varias instituciones, nombramientos de representantes de la SEPR en diferentes comités y grupos de trabajo nacionales e internacionales, participación en actividades técnicas y científicas y otras acciones encaminadas a la divulgación de la PR en España.

Respecto al Plan de Actividades para 2009, se presentó un cuadro exponiendo las actividades referentes a publicaciones, reuniones y jornadas científicas, congresos, cursos y talleres y exposiciones llevadas a cabo y previstas a lo largo del 2009.

El presidente a su vez expuso las acciones derivadas de la evaluación del Plan Estratégico 2009 para las diferentes unidades organizativas de la SEPR siendo consideradas favorablemente por la Asamblea.

Por último, la Junta Directiva propuso a la Asamblea General nombrar Socios de Honor de la SEPR a Mercedes Bezares, Luis Miguel Tobajas y M^{ra} Cruz Paredes por su contribución a la PR nacional y su colaboración con la SEPR y una mención especial para los miembros del Grupo de Trabajo de la Expo PR Miguel López, M^{ra} Teresa Ortiz e Ildefonso Irún, siendo aprobadas ambas propuestas.

– **Informe del tesorero**: D. Alejandro Úbeda, tesorero de la SEPR, presentó los informes económicos sobre el cierre del ejercicio 2008 y presupuestos de 2009 siendo ambos aprobados por unanimidad.

– **Informe de la secretaria general**: en el que se recontaron las altas (23) y bajas (20) producidas en la SEPR desde la última Asamblea General, dando como resultado un total de 620 socios. A su vez, se comentó la aprobación de un nuevo procedimiento sobre publicaciones en el foro de socios de la web. Por último, se mostró el organigrama general reflejando las diferentes unidades organizativas de la Sociedad.

– **Presentación de candidaturas para la celebración del próximo congreso de la SEPR (2011)**: Miguel Herrador, jefe de Servicio de Radiofísica del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, propone la ciudad de Sevilla como sede para el próximo Congreso Conjunto SEFM+XVIII – SEPR-XIII en 2011 y en el que se postulan las nuevas tecnologías y las carreras profesionales como temas principales. Para ello destacó la calidad del nutrido grupo de profesionales del área con que cuenta Sevilla, así como su experiencia en la organización de eventos de esta índole.

Por otra parte, Juan José Peña, catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de Extremadura, propuso Extremadura como sede de un futuro congreso.

En la próxima Asamblea General, a celebrar en octubre de 2009, se decidirá si el próximo congreso de la SEPR se celebrará de manera conjunta con la SEFM, así como la ciudad en la que tendrá lugar.

– **Ruegos y preguntas**: En este apartado se manifestó el apoyo a la creación de una Comisión mixta permanente SEPR-

SEFM y se comentaron aspectos referentes a la comunicación de la SEPR con la sociedad, así como la propuesta de participación a los socios en los diferentes Grupos de Trabajo.

Comité de Redacción

Encuentro de representantes de las Sociedades de Protección Radiológica

Coincidiendo con Congreso Conjunto SEPR/SEFM tuvo lugar un encuentro con los representantes de las Sociedades de PR allí presentes. Este encuentro se planteó sin una agenda concreta, como una oportunidad para que los representantes de las diferentes Sociedades participantes intercambiaran ideas y propuestas de colaboración.

Las diferentes propuestas de actividades de interés común, que pueden implicar líneas de colaboración entre las diferentes sociedades y las organizaciones supranacionales pueden resumirse en:

1. Traducción de documentos técnicos, científicos y normativos

Un tema genérico que se considera relevante es la traducción de documentos técnicos y normativos al castellano. Habitualmente estos documentos, de origen ICRP, OIEA, etc., suelen hacerse en inglés y, en algunos casos, se traducen por organismos oficiales. Sin embargo es de interés estudiar la posibilidad de aprovechar el potencial de la unión de todas las Sociedades de PR castellanoparlantes para hacer las traducciones que sean de interés para su uso común.

2. Intercambio de información sobre actividades de cada Sociedad

Otra actividad de interés es el intercambio de información detallada sobre las actividades que se están preparando en las diferentes Sociedades, de manera que los socios tengan la oportunidad de participar en las mismas, así como desarrollar los mecanismos necesarios para que sea fácil acceder a las ayudas de los diferentes organismos para estos intercambios.

3. Intercambio de material didáctico en temas de PR

Existe un conjunto de actividades en la Protección Radiológica que requieren de material didáctico variado para difundir

- en diferentes grados de especialización y profundidad: cursos
- de grado, de post-gradado, para profesionales y para técnicos;
- cursos interactivos y a distancia para realizar por Internet; material de apuntes, cuestionarios de certificación y recalificación profesional; etc. Se plantea la posibilidad de intercambiar el material existente en los diferentes países, así como la posibilidad de hacer algún desarrollo conjunto de las carencias que se detecten.

4. Temas relacionados con la Protección Radiológica del Paciente (PRP)

- Se está intentando crear una comisión regional de Protección Radiológica del Paciente, integrada por las correspondientes Sociedades latinoamericanas que permita hacer recomendaciones o establecer criterios para la región.

5. Servicios de Radiofísica de centros sanitarios

- Los representantes de algunas Sociedades plantean que, en su país, se estaba generalizando la práctica de dotar de expertos en Radiofísica a los centros sanitarios que trabajen con radiaciones ionizantes. Solicitan información sobre la organización más adecuada para estos servicios y una justificación (tipo argumentario) para su creación.

6. Evaluación de equipamiento

- Se propone que otro tema que podría ser de interés en la colaboración entre las Sociedades se refiere a la evaluación del equipamiento de radiodiagnóstico, radioterapia, medida de radiaciones, protección, etc. existente en el mercado. Un primer paso podría ser el intercambio de evaluaciones que, de forma individual, se haga en cada país, para luego discutir la conveniencia de plantear evaluaciones conjuntas.

7. Cultura de Seguridad

- Este es un tema emergente en el ámbito de IRPA, impulsado entre otros por la Sociedad Francesa de Protección Radiológica (SFRP). Consiste en desarrollar los conceptos y las aproximaciones de la Cultura de Seguridad que se aplica en las centrales nucleares a los otros usos de las radiaciones ionizantes.

8. Técnicas de comunicación del riesgo radiológico

- En el que ha empezado a trabajar la SEPR y consiste en facilitar a los profesionales de la PR de los diferentes sectores una formación básica en comunicación para capacitarles a transmitir mejor los riesgos radiológicos, intentando así combatir la radiofobia injustificada que puede aparecer en algunos colectivos que por su actividad laboral o por necesidades de salud, entran en contacto con el mundo de las radiaciones. Esta formación se está planteando en forma de talleres en los que profesionales de la comunicación transmiten, de forma interactiva y práctica, técnicas sencillas de comunicación y confianza.



9. Foros organismo regulador-sociedades profesionales

La representación de la SEPR expone una iniciativa, en cuyo marco se lleva trabajando ya varios años, consistente en la creación de foros técnicos entre el organismo regulador (CSN) y las sociedades profesionales de PR para el desarrollo conjunto de temas técnicos, más allá del marco habitual de relaciones entre regulador y regulado. Actualmente están en marcha tres foros conjuntos CSN-SEPR: en el área sanitaria, en el que también participa la Sociedad Española de Física Médica; en el área industrial, enfocado principalmente a las actividades de Radiografía Industrial; y en el área de las Unidades Técnicas de Protección Radiológica, que es una figura existente en la legislación española equivalente a la de servicios de PR externalizados. Existen además otros foros CSN-Industria Nuclear, en el área de la PR y la gestión de residuos radiactivos, pero está en el marco de las relaciones entre el sector nuclear y el regulador y, por lo tanto, fuera de la SEPR.

Esta experiencia, cuyos resultados están siendo muy satisfactorios para ambas partes, podría ser extrapolable a otros países. Se plantea la posibilidad de que el CSN exponga esta experiencia en el Foro de Reguladores Iberoamericanos, del que forma parte, planteándolo en paralelo las Sociedades profesionales a sus respectivos reguladores. La SEPR ofrece asesoría y apoyo para la posible puesta en marcha de esquemas de relación equivalentes en otros países.

10. Organismos internacionales

Finalmente se hace una amplia reflexión sobre el papel de los organismos internacionales en la coordinación y apoyo de actividades comunes entre sociedades de PR de diferentes países.

Comité de Redacción

Reunión de coordinación de actividades SEPR-FRALC

Coincidiendo también con el Congreso Conjunto SEPR/SEFM se reunieron representantes de nuestra Sociedad y de la Federación de Radioprotección de América Latina y el Caribe (FRALC).

La FRALC agrupa en este momento a las siguientes sociedades de Protección Radiológica:

- Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR).
- Sociedad Brasileña de Protección Radiológica (SBPR).
- Asociación Colombiana de Protección Radiológica (ACPR).
- Sección de Protección Radiológica de la Sociedad Cubana de Física (SPRC).
- Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica (SMSR).
- Sociedad Peruana de Radioprotección (SPR).

Esta reunión es continuación de la mantenida durante el Congreso IRPA 12, celebrada en Buenos Aires. Durante la reunión se hizo un balance y plantearon acciones de futuro. Los temas tratados pueden resumirse en:

1. Acceso a la revista **RADIOPROTECCIÓN**

Un primer tema que se trató en la citada reunión de Buenos Aires se refiere a facilitar a los miembros de las Sociedades de PR iberoamericanas el acceso a la revista de la SEPR RADIO-

- **PROTECCIÓN.** A este respecto los representantes de la SEPR informan que han preparado una modificación a la página web de la SEPR para que se pudiera acceder, con una determinada clave, al último número de la revista.

2. Traducción de documentos técnicos, científicos y normativos

Es de interés estudiar la posibilidad de aprovechar el potencial de la unión de todas las sociedades de PR castellanoparlantes para hacer las traducciones que sean de interés para su uso común.

3. Intercambio de información sobre actividades de cada Sociedad

Otra actividad identificada en la mencionada reunión fue el intercambio de información detallada sobre las actividades que se están preparando en las diferentes Sociedades de manera que los socios tengan la oportunidad de participar en las mismas, así como desarrollar los mecanismos necesarios para que sea fácil acceder a las ayudas de los diferentes organismos para estos intercambios. Se acuerda enviar a la FRALC periódicamente el plan anual de actividades de la SEPR y que esta entidad facilite información sobre las actividades previstas por la federación y las Sociedades

4. Situación del GRIAPRA

Finalmente se solicita información sobre la situación actual del GRIAPRA comentándose que, debido a restricciones presupuestarias de la Junta de Extremadura como entidad financiadora de las actividades de este Grupo, la SEPR ha decidido ralentizar las actuaciones del mismo. Se destaca la labor del coordinador del GRIAPRA Juan José Peña.

5. Temas relacionados con la Protección Radiológica del Paciente (PRP)

Adicionalmente la FRALC ha identificado una serie de temas potenciales de interés que se plantean a continuación.

El primero se refiere a la Protección Radiológica del Paciente, que considera es un tema de gran interés y que podría ser uno de los temas indicados para una eventual cooperación futura. Se informa que en Argentina se ha creado, además de una Comisión de Protección Radiológica del Paciente, una "Comisión Conjunta de las Asociaciones Profesionales vinculadas a la utilización de las radiaciones ionizantes en la práctica médica". Sobre esta base se está intentando crear una comisión regional de Protección Radiológica del Paciente integrada por las correspondientes sociedades latinoamericanas que permita hacer recomendaciones o establecer criterios para la región.

En este sentido, serían de interés para las sociedades iberoamericanas las siguientes actividades:

- Revisión y actualización de la guía de recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imágenes.
- Protocolos de control de calidad para verificación del equipamiento.
- Sistemas de calidad en servicios de salud para prevenir exposiciones potenciales.

- Dosimetría de los pacientes y trabajadores expuestos en radiología intervencionista.
- Criterios de protección radiológica en Radiología Intervencionista.
- Criterios de protección radiológica en PET-TC.
- Material de capacitación y docencia.

Finalmente, los representantes de la SEPR comentan que estaba planteado en España un ambicioso proyecto de I+D+i sobre estos temas, con el patrocinio del organismo regulador español (CSN). Entre las actividades del proyecto estaba previsto la organización, conjuntamente con la SEPR, de un simposio en el año 2010 en Málaga para poner al día los conocimientos desde el último celebrado en el año 2006, también en esta ciudad. Se acuerda mantener informada a la FRALC de este tema y potenciar la participación de las sociedades iberoamericanas en el mismo.

Comité de Redacción

Reunión del Grupo de Trabajo de Dosimetría de las Radiaciones

El pasado 30 de junio se llevó a cabo una reunión del Grupo de Trabajo de Dosimetría de las Radiaciones, en primer lugar la coordinadora del grupo presentó a los nuevos miembros del mismo, José Miguel Fernández, que pertenece al ámbito sanitario trabajando en el Dpto. de Radiología de la Universidad Complutense de Madrid y especialista del área del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid, y María Luisa Tormo, miembro del Área de Protección Radiológica de los Trabajadores integrada en la Subdirección de Protección Radiológica Operacional del CSN.

Uno de los temas que se abordó durante la reunión fue que el grupo de trabajo se muestra de acuerdo en informar a través de la página web de la SEPR de las actividades que está llevando a cabo, así como invitar a socios que estén interesados en alguno de los temas a participar, para lo cual deberán mandar un escrito a la CAC de la SEPR indicando su tema de interés, su experiencia y especialización en el tema, a fin de que los miembros del grupo de dosimetría lo valoren.

A continuación se presentó el Plan de Actividades del grupo de dosimetría para el periodo 2009-2010. La selección de estos temas se ha basado en los intereses expresados por los socios de la SEPR o bien han sido generados a partir de solicitudes del público efectuadas a la SEPR.

- Alternativa a la gestión dosimétrica actual de las dosis individuales que no se han podido evaluar por pérdida de dosímetro "dosis administrativa".

Todavía no se ha empezado a trabajar pero se ha creado un grupo de trabajo de miembros de la SEPR que tratarán este tema y se coordinarán con el grupo de dosimetría.

- Doble dosimetría en Radiología Intervencionista (posible utilidad para valorar la dosis en cristalino).

Se estudiará el interés de esta técnica para la estimación de la dosis en cristalino. Se propone disponer en el seno de la SEPR de un documento técnico sobre el uso de la denominada "doble dosimetría" en Radiología Intervencionista. Dicho procedimiento recomendado por ICRP consiste en llevar un

- dosímetro individual debajo del delantal plomado y otro en zona no protegida.
- Dosimetría operacional en aplicaciones industriales. Teniendo en cuenta la existencia de un grupo de trabajo de la SEPR sobre Gammagrafía Industrial que coordina Carmen Rueda en el que los objetivos a desarrollar incluyen la dosimetría, se acuerda que antes de iniciar una estrategia de trabajo en este tema se realizaran los contactos pertinentes a fin de conocer su interés.
- Grupo de trabajo sobre elaboración de un informe sobre partículas calientes. Las representantes del Grupo de Trabajo de Dosimetría que han participado en la elaboración de un informe sobre la detección y medida de las partículas calientes, informaron que el documento en cuestión será remitido por su coordinador Javier Castelo, para comentarios a la SEPR, a la SEFM y al grupo de dosimetría de la SEPR. Además se propusieron nuevos temas de trabajo para ser tratados en el grupo de dosimetría, como son los siguientes:
- Propuesta para elaborar procedimientos sobre consentimiento informado para Radiología Intervencionista y para diferenciar y definir qué son procedimientos de alta dosis.
- Propuesta sobre la elaboración de un procedimiento técnico para asignación de dosímetros personales en el campo médico.

Comité de Redacción

Partículas Calientes

Los sucesos de liberación de partículas radiactivas planteó muchos interrogantes a profesionales y no profesionales de la Protección Radiológica sobre cómo se comportan éstas y qué efectos tienen este tipo de partículas sobre el organismo humano. Para dar respuesta de forma rigurosa e inteligible a estos interrogantes la SEPR planteó la creación de un grupo de trabajo para elaborar un documento al respecto.

Como antecedente a este documento existía una Guía Técnica editada por la SNE en el año 1977 titulada "Partículas radiactivas discretas (partículas calientes)" SNE-GA-4.10, que sigue siendo válida en múltiples aspectos, como la caracterización y física de las partículas, entre otros, pero que precisa cierta actualización en los relativos a cálculos de efectos, debido a la evolución de los criterios y parámetros editados por la ICRP para este fin.

El objetivo de la publicación es poner a disposición de los profesionales de la PR y Dosimetría los conocimientos adquiridos como consecuencia del incidente de la central nuclear Ascó I en relación con su difusión al medio ambiente en particular las de origen metálico, la Dosimetría persona debido a la evolución de los criterios y parámetros editados por la ICRP, actualizar los conocimientos en su formación y composición y de las técnicas de control y confinamiento.

La nueva publicación de la SEPR incluirá las siguientes innovaciones: la Dosimetría Interna debida a la incorporación de dichas partículas por inhalación o ingestión, la evaluación de la dosis piel, el comportamiento en medios: atmosférico y acuático, los nuevos métodos para su detección en zonas de bajo fondo radiactivo y las técnicas y operativas para impedir

su emisión al exterior. Esta publicación, además, pretende explicar el por qué del uso de cada modelo de cálculo, el origen y validez de sus parámetros y la interpretación de los resultados en base a los datos introducidos en el modelo.

Su aparición será en forma de libro de la SEPR y constará de unos nueve capítulos con un contenido para técnicos y un apéndice a modo de cuestionario confeccionado a base de preguntas-respuestas que sirva para que las personas no versadas en Protección Radiológica e interesadas en el tema puedan conocer qué son las partículas calientes y sus efectos. La previsión de su edición es para finales de este año.

Las radiaciones y sus efectos no sólo son algo misterioso, sino que llenan de temor a lo desconocido y el lenguaje de los versados está repleto de tecnicismos y por ello, de un vocabulario lejano al de nuestra vida cotidiana. Deseamos que el cuestionario permita alcanzar, en parte, nuestro objetivo divulgativo y que en algunos casos el texto del cuerpo central sirva para concretar y ampliar el alcance de la respuesta. Este cuestionario se podrá consultar en la web de la Sociedad Española de Protección Radiológica (www.sepr.es)

Javier Castelo,

Coordinador del Grupo de Trabajo de Partículas Calientes de la SEPR

Foro de las UTPR

El largamente anunciado Real Decreto sobre la instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico, fue publicado el pasado 18 de julio, tratándose del RD 1085/2009, que viene a remplazar el RD 1891/1991.

De modo similar a la versión remplazada, el RD 1085/2009 tiene por objeto el regular:

- La utilización de los equipos e instalaciones de RX, con fines de diagnóstico médico, con inclusión del uso médico-legal y veterinario.
- El régimen de autorización previa a que se someten las actividades de venta y asistencia técnica de los equipos e instalaciones.
- La acreditación del personal que presta sus servicios en las instalaciones de rayos X con fines de diagnóstico médico.
- La realización de servicios y certificación de características técnicas por parte de los Servicios (SPR) y Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR).

Si bien este nuevo Real Decreto pasa a ser de aplicación a partir del día siguiente de su publicación, en el quehacer diario, las UTPR, los SPR y los titulares de las instalaciones acaban necesitando de un plazo de transición para ir incorporando las modificaciones que comporta.

Corresponde al CSN la definición detallada de los modelos y formularios para simplificar y normalizar las comunicaciones, preferentemente por vías telemáticas, entre los titulares y la Administración. Los formularios que ya quedan nitidamente detallados en los anexos del Real Decreto son los correspondientes a la declaración y registro de las instalaciones de radiodiagnóstico, estando formados por:

- La declaración del titular sobre las previsiones de uso de la instalación y de sus condiciones de funcionamiento.
- La certificación de la empresa de venta y asistencia técnica suministradora de los equipos, indicando la conformidad

- como producto sanitario y que dispone del correspondiente marcado CE.

- El certificado emitido por un SPR o una UTPR que asegure que los blindajes y la distribución de las salas que constituyen la instalación son adecuados para los equipos que albergan, atendiendo la carga de trabajo estimada de los mismos y a las zonas colindantes con dichas salas. Se habrá de indicar las normas/guías/códigos que se han utilizado (UNE, ISO, DIN, NCRP, GSN 5.11, ...).

- La vigilancia de los niveles de radiación se ha de realizar como mínimo anualmente y la UTPR o el SPR habrá de emitir un certificado con los resultados obtenidos. Adicionalmente, con una periodicidad anual, bienal o quinquenal, en función de tipo de instalación, la UTPR o el SPR ha de emitir un certificado de conformidad de la instalación. En cuanto a la documentación periódica, a enviar al CSN, es de carácter anual y bienal para las denominadas instalaciones de tipo 1 y de tipo 2 respectivamente. Esta documentación periódica, que viene a remplazar a la anterior memoria anual, está formada por el citado certificado de conformidad, los certificados de verificación tras las intervenciones o reparaciones, un resumen de la dosimetría personal y los resultados de las verificaciones anuales de los niveles de radiación de los puestos de trabajo y áreas colindantes.

- Toma forma la figura del Programa de Protección Radiológica (PPR), obligatorio para todas las instalaciones, donde las que ya se encontraban en funcionamiento disponen de un año para su elaboración e implantación. Este programa permanecerá en todo momento sujeto a control e inspección por parte del CSN y podrá quedar unificado con el Programa de Garantía de Calidad. En el Real Decreto 1085/2009 se indican una serie de medidas mínimas que ha de contemplar el PPR, estando estructuradas en:

- Medidas de prevención.
- Medidas de control.
- Medidas de vigilancia.
- Medidas administrativas.

- Hay una encomienda de funciones en materia de PR, donde los titulares de las instalaciones que no dispongan de SPR propio podrán contratar una UTPR para que les proporcione el asesoramiento específico en PR y también encomendarle la ejecución de los controles y certificaciones en materia de PR. Además, indica que los contratos de prestación de servicios que las UTPR formalicen con los titulares de las instalaciones deberán establecerse por escrito. A fin de disponer de un modelo de contrato acorde con lo previsto en este Real Decreto, en el Foro de PR en las UTPR se ha elaborado un modelo que se encuentra disponible en:

- http://www.sepr.es/html/recursos/descargables/Borrador%20contrato%20V_01%2001-06-09.doc

- Si bien se ha ido avanzando en el proceso de adaptación al nuevo Real Decreto, en base a lo expuesto aún queda pendiente una notable labor, con aspectos que se podrán abordar dentro de uno o más Foros (el de PR en las UTPR y el de PR en el Medio Hospitalario). A modo enunciativo, cabe:
 - a) plantear la elaboración de un modelo de Programa de Protección Radiológica, b) colaborar en la actualización de la GSN 5.11, c) valorar la relación de medios humanos y

técnicos que necesitan las UTPR y los SPR para llevar a cabo la labores previstas en este Real Decreto ... y todo ello sin olvidar los propios cambios en la sistemática del día a día, para cada una de las diferentes partes implicadas (titular, UTPR, SPR, empresas de venta y asistencia técnica, CSN, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, órganos competentes de las comunidades autónomas, ...). A fin de compartir experiencias y unificar criterios, estas dificultades se pueden tratar a través del Foro de socios de la web de la SEPR donde, en previsión a la magnitud y dificultad en su resolución, algunos representantes de UTPR ya han propuesto el celebrar una jornada técnica, dedicada monográficamente a la aplicación práctica de este nuevo Real Decreto.

Josep Baró
Coordinador del Foro de UTPR

Continuidad de la EXPO'PR

En el nº 54 de **RADIOPROTECCIÓN**, en la que se daba cuenta del XI Congreso Nacional de la Sociedad celebrado en Tarragona, se incluía una reseña sobre la EXPO'PR, constituida ésta por un variado muestrario de equipos, material y documentación en relación con la historia de la Protección Radiológica en España, que fue montada a los efectos como actividad complementaria del congreso.

La EXPO'PR, que tuvo una gran aceptación y buena acogida por los congresistas y demás visitantes, supuso un reencuentro de los profesionales de la PR con nuestra andadura histórica. En la citada reseña se expresaba el deseo y esperanza de que tal encuentro, pionero en España, pudiera materializarse en el futuro en una realización "más consolidada y permanente"...

Impulsado el tema por la Junta Directiva de la Sociedad, a la terminación del congreso, Enresa, eficaz colaboradora en la gestión y montaje de la Exposición desde sus comienzos, quedó como depositaria del material que había sido donado a nuestra Sociedad (un 50% aproximadamente del material expuesto), albergándose dicho material en el Centro Tecnológico Mestral (CTM) que Enresa dispone en el emplazamiento de la antigua central nuclear Vandellós 1 (Tarragona). Este interesante conjunto constituía, por sí mismo, el inicio de una recopilación de material histórico de Protección Radiológica



- abierta a su ampliación en
- el futuro y sin caducidad
- temporal preestablecida,
- base de la "EXPO'PR permanente".
- La SEPR y ENRESA firmaron un acuerdo, en fecha 24 /02/09, con vigencia prorrogable, para el establecimiento, mantenimiento, ampliación y divulgación de la exposición, que consolidaba y garantizaba la continuidad de la misma, encargándose de la coordinación recíproca, por parte de la SEPR, el Grupo creado a los efectos integrado inicialmente por Ildelfonso Irún, Miguel López y M.Teresa Ortiz y, por parte de Enresa, el jefe del Departamento de Gestión de Emplazamientos, Manuel Rodríguez. Por tal acuerdo, a la SEPR le incumben las misiones de difusión para aportaciones de material de los socios, promoción de visitas al CTM y aceptación del nuevo material para la exposición asegurando su interés científico e histórico, y a Enresa su divulgación, la organización y atención de visitas y la custodia y mantenimiento del material.
- En el momento actual, la EXPO'PR está instalada en una amplia sala del edificio de Ingeniería del CTM, atendida por el personal del Servicio de Información y Comunicaciones del Centro, que es quien atiende a la gran afluencia de visitas que anualmente pasan por la instalación. La EXPO'PR forma ya parte de las opciones visitables del Centro, con perspectivas de extender su logística a exposiciones itinerantes en un futuro próximo, con motivo de la celebración de congresos o reuniones de sociedades científicas y profesionales o de otros colectivos interesados.
- Las misiones previsibles de la EXPO'PR en adelante se entienden no solamente al acopio y exposición de su contenido integrante, sino también a la búsqueda de información y documentación sobre el material expuesto y sobre la historia de la Protección Radiológica en España; a la elaboración de la documentación de soporte (catálogos, bases de datos, etc...) así como a la de audiovisuales, paneles explicativos, folletos divulgativos, información para las visitas, etc..., quedando así mismo abierta a estudios e investigaciones históricas sobre el tema.
- En esta línea, una de sus recientes realizaciones ha sido la elaboración de un tríptico informativo en el que se resumen los comienzos de la EXPO'PR, su ubicación actual y las referencias para contactos y visitas. Este folleto fue distribuido, juntamente con la documentación, en el reciente Congreso Nacional de la Sociedad celebrado en Alicante conjuntamente con la Sociedad de Física Médica.
- En definitiva, la EXPO'PR permanente se orienta a fines culturales y de divulgación de todo lo relacionado con la Protección Radiológica y puede considerarse dirigida no sólo a los profesionales de la PR sino también a las instituciones docentes y de investigación, así como a colectivos culturales interesados en la tecnología y en la ciencia, con el objetivo final de "conservar la historia de la Protección Radiológica en España".

Comité de Redacción

Firma del convenio Universidad Pontificia de Comillas de Madrid y la SEPR

El pasado 20 de mayo, D. José Ramón Bustos Saiz, Rector de la Universidad Pontificia de Comillas de Madrid y D. Pío Carmen Server, Presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica firmaron un convenio de colaboración entre



ambas instituciones, con objeto de aprovechar y potenciar sus recursos humanos y técnicos para el desarrollo de actividades y estudios sobre temas de interés común.

Comité de Redacción

Jornada sobre Cultura de la Protección Radiológica

El pasado día 15 de junio tuvo lugar la jornada sobre Cultura de la Protección Radiológica. Esta jornada se celebró en la Cátedra Rafael Mariño de Nuevas Tecnologías Energéticas de la Universidad de Comillas y fue organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica con la colaboración de Tecnatom y de la Universidad de Comillas. A la jornada asistieron una numerosa representación de diferentes colectivos que participan en la SEPR (sanitario, investigación, regulador, UTPR, etc).

La jornada fue inaugurada por el presidente de la SEPR Pío Carmena, la directora de la Cátedra Rafael Mariño de Nuevas Tecnologías Energéticas Yolanda Moratilla y el gerente del área de Gestión de la Seguridad de Tecnatom José Ignacio Villadóniga.

Pío Carmena resaltó la importancia de la celebración de esta jornada y las acciones en curso relacionadas con la cultura



de la Protección Radiológica que están emprendiendo otras sociedades europeas.

La jornada comenzó con la conferencia invitada pronunciada por la experta en sistemas de gestión integrada de la IAEA Dra. Kerstin Dahlgren: "Enhancing Safety culture and Management Systems". La Dra. Dahlgren expuso los nuevos estándares sobre los sistemas de gestión recogidos en "Fundamental Safety Principles" (SF-1), requeridos en "The Management Systems for Facilities and Activities" (GS-R-3) y desarrollados en la guía "Application of the Management System for Facilities and Activities". También desarrolló las características y atributos del modelo de cultura de seguridad del OIEA. Entre los factores críticos para establecer una cultura de seguridad y de protección radiológica fuerte están entre otros: la creación de una hoja de ruta estratégica para el cambio cultural, la evaluación de la cultura organizativa actual e ideal de la organización, los comportamientos de los líderes para mover la cultura de la real hacia la ideal, la creación de una visión significativa y motivadora, el desarrollo del liderazgo en la organización, el modelado por la dirección de los comportamientos deseados y el trabajo en equipo.

La primera ponencia desarrollada por José Ignacio Villadóniga y Fernando González trató sobre la relación entre la cultura de la organización y los resultados excelentes en seguridad y Protección Radiológica. La cultura de seguridad es uno de los pilares básicos en los que se fundamenta las "Basic Safety Standards" de la OIEA. Los principios de justificación, optimización y limitación de las dosis en las prácticas, y de justificación y optimización de las intervenciones no serán nunca aplicados de forma efectiva si los comportamientos de las personas y de los líderes de la organización no son coherentes con una fuerte cultura de Protección Radiológica. Los resultados de una organización se generan por los comportamientos de los miembros de esa organización y responden a la cultura reinante y al modelo de liderazgo existente. En la segunda ponencia, dirigida por Fernando González con la colaboración de facilitadores de Tecnatom, los asistentes trabajaron en equipo sobre cuatro funciones clave de los líderes: establecimiento de expectativas de comportamiento en protección radiológica, análisis de los comportamientos que se dan en la organización, refuerzo de comportamientos adecuados y mejora de comportamientos mediante técnicas de *coaching*.

La jornada fue clausurada por el subdirector académico de la ETSI- ICAI, Mariano Ventosa.

*Fernando González
Coordinador de la Jornada*

CONGRESO CONJUNTO SEPR-SEFM ALICANTE 2009

Bartolomé Ballester. Presidente del Congreso

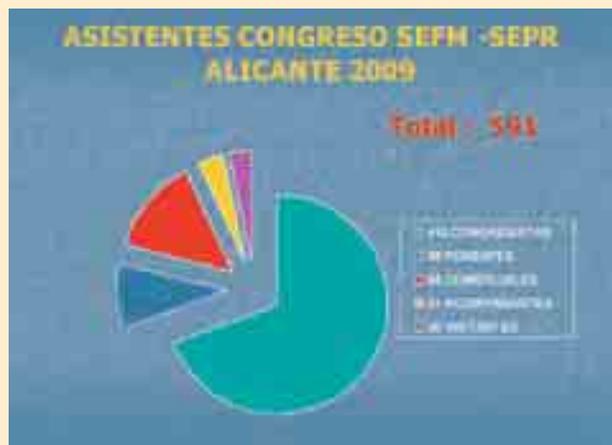
Durante los días 2 al 5 de junio de 2009 tuvo lugar el primer Congreso Conjunto de las Sociedades Españolas de Física Médica y de Protección Radiológica que cumplían las XVII y XII ediciones respectivamente.

ASPECTOS GENERALES DEL CONGRESO

Como ya dijimos en escritos anteriores, correspondió la idea de la celebración conjunta a un grupo de entusiastas que pensamos que juntos podríamos llegar más alto. Parece ser que así ha resultado.

Sería inmodestia por parte de los organizadores decir que fue un éxito ya que no todo resultó perfecto pero sí que nos cabe la satisfacción de poder aportar los datos que adjuntamos para que los socios de ambas Sociedades puedan opinar.

Los asistentes al congreso fueron 591 distribuidos según el siguiente gráfico:



En cuanto al contenido científico debemos resaltar la presentación de 419 trabajos distribuidos según las tres grandes áreas temáticas como han sido: la caracterización y efectos biológicos de la exposición a las radiaciones ionizantes y no ionizantes; las aplicaciones de la Física en Medicina y la seguridad y protección en el uso de las radiaciones.

El congreso contó con sesiones plenarias, conferencias, mesas redondas y cursos de refresco que, siguiendo el lema de "Física Médica y Protección Radiológica", pudieran interesar a sendos colectivos de socios de las SEFM y SEPR.

Insistiendo en la política de coparticipación de ambas Sociedades, se diseñaron los cursos de refresco de acuerdo con los intereses –lo más amplios posibles– que pensamos podrían manifestar los asistentes y parece ser que así fue y que presentamos en el siguiente cuadro.

Estadística aplicada al control de calidad en Física Médica y Protección Radiológica.
Image Reconstruction Algorithms. Fusion and 3D Reconstruction.
Quality Management in Diagnostic Digital Radiology: Philosophy. Methods. Relevance
Dosimetría de campos especiales de Radioterapia.
Campos electromagnéticos: magnitudes y bioefectos.
Factores de Eficiencia Biológica Relativa (RBE).

Sí que nos gustaría destacar la aportación técnica realizada por las firmas comerciales que presentaron once charlas, resultando de gran interés para los asistentes. Obviamente, a la aportación técnica de las empresas hay que añadir su colaboración económica, sin la cual el evento hubiera resultado de difícil realización. El siguiente gráfico nos muestra esta colaboración.



Una vez presentada la información cuantitativa sí que nos gustaría añadir algunos comentarios con el fin de dar a conocer a los que no pudieron asistir algo más de lo que fue la parte científica del congreso.

ASPECTOS TÉCNICOS

En primer lugar vaya el agradecimiento al trabajo científico de los congresistas, su elevada participación indica el interés de las áreas tratadas que han sido organizadas en tres grandes bloques principales:

- Caracterización y efectos biológicos de la exposición a las radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Aplicaciones de la Física en Medicina.
- Seguridad y protección en el uso de las radiaciones.

Se han presentado 420 ponencias entre ambas sociedades de las cuales 90 han correspondido a las comunicaciones orales

y el resto han sido presentaciones en formato póster, este año con la novedad del soporte digital a los cuales se podía acceder a través de las pantallas electrónicas dispuestas para ello.



Pósters interactivos.

Continuando con el eje del programa, la conferencia de inauguración a cargo del profesor José Manuel Sánchez Ron catedrático de la UNED y académico de la RAE versó sobre *"Universos paralelos: La física en la medicina"* tema de gran interés científico y técnico para los participantes en la que se analizaron algunas de las principales manifestaciones de la relación que se han producido a lo largo de la historia entre la Física y la Medicina, el descubrimiento de los rayos X y la radiactividad y, a partir de ellos, el establecimiento de la Física Médica y la Protección Radiológica como especialidades médicas.

Sobre las **SESIONES PLENARIAS**, hay que destacar que se celebraron con una gran asistencia de público, la primera trato sobre el tema de *"Formación en Protección Radiológica y Física Médica"*, actuando como moderador José Hernández Armas, se puede concluir con las siguientes aportaciones de los ponentes:



Apertura del Congreso.

Formación en Física Médica y Protección Radiológica a nivel de pregrado y posgrado de la licenciatura de Medicina (Eliseo Vañó)

No se han establecido criterios objetivos sobre los contenidos y carga lectiva de estas materias en las facultades de Medicina. La consecuencia ha sido una gran disparidad en la Universidad. No parece que los futuros planes de estudios derivados de los acuerdos de Bolonia vayan a producir una homogeneización.

La formación en PR en las facultades de Medicina y Odontología está recomendada en la Directiva europea 97/43/EU-RATOM. Sin embargo, esta recomendación ha sido recogida de manera diversa en las distintas facultades.

A nivel de posgrado la formación ha mejorado sustancialmente desde 2006 al publicarse una resolución desde el Ministerio de Sanidad que incorpora la formación en PR en la mayoría de las especialidades médicas.

La enseñanza de los fundamentos de PR y de FM tanto a nivel de pregrado como de posgrado requiere cumplir varios requisitos: utilidad en la práctica clínica; carga lectiva razonable; discentes razonablemente familiarizados con las prácticas médicas y que valoren positivamente la docencia recibida.

Formación en Física Médica de los especialistas en Radiofísica Hospitalaria (Teresa Eudaldo)

La formación de los especialistas en Radiofísica Hospitalaria está regulada con programa, evaluación y acceso a la titulación final. El acceso se regula mediante examen a nivel nacional. La formación se basa en el sistema de residencia en unidades docentes hospitalarias. La evaluación y acceso a la titulación final se basa en la actividad de los tutores en cada unidad docente. La Comisión Nacional de Radiofísica Hospitalaria es el único órgano oficial con competencias en la formación de los especialistas.

Hay acuerdo en que la entrada en la formación especializada ha de estar precedida por una formación universitaria en Física, Ingeniería o similares. Estos estudios previos pueden durar entre 2,5 y 5 años. La EFOMP propone que la formación práctica en hospitales dure, al menos, dos años.

Se trata de llegar a alcanzar unos programas de formación comunes en todos los países europeos, homologables y equivalentes de un país a otro. Así se hará realidad la libre circulación de los profesionales dentro de Europa. La solución para ello pasa por una Directiva Europea que regule la formación en contenidos, tiempo, manera de realizarla y titulación obtenida.

Marco actual de la formación en Protección Radiológica (Marisa Marco)

Desde 1972 están fijadas las bases de los requisitos de formación y capacitación profesional en el ámbito de la Protección Radiológica para el personal de las instalaciones nucleares y radiactivas. Los re-



Una de la sesiones orales.

quisitos y objetivos de esta formación han sido establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear teniendo en cuenta los diferentes niveles de responsabilidades y en función de los campos de aplicación de licencias de personal de instalaciones radiactivas.

Los programas de formación en PR tienen especial relevancia en el área de la salud. En el marco europeo se han realizado esfuerzos en analizar los sistemas de formación en los distintos países miembros de la UE. También la UE ha establecido los requisitos educativos para la cualificación de experto en PR. Sin embargo, existen tareas pendientes: sistemas de validación del aprendizaje no formal, los programas de formación continua, la educación a distancia y la formación basada en las tecnologías de la información.

La segunda sesión plenaria sobre *“Los aspectos bioéticos en los procedimientos médicos y los aspectos éticos en las aplicaciones industriales”* fue presentada por los profesores Luis Sanjuanbenito y Agustín Alonso estando moderada por el Dr. Damián Guirado; el resumen de la sesión aporta las reflexiones siguientes:

Como profesionales, en el sentido pleno que tenemos que dar a esta palabra, debemos ocuparnos de los valores ligados al ejercicio de nuestra actividad; en nuestra faceta clínica, cuando nos relacionamos con los pacientes, o en nuestras responsabilidades en la comunicación y gestión del riesgo, cuando trabajamos en el área de la Protección Radiológica.

En el ejercicio de la Medicina, si nos preguntamos por la existencia de valores universales de la Medicina podemos contestar afirmativamente, al menos en el seno del paradigma que poco a poco se perfila para esta profesión. Estos valores serían los siguientes: la competencia profesional, la responsabilidad en la valoración y prevención de los riesgos, el respeto al paciente, la lealtad, manifestada especialmente en la confidencialidad, la veracidad, la justicia, la compasión y la abnegación. (Dr. L. Sanjuanbenito).

Una conclusión relativa al principio de justificación de la Protección Radiológica que puede entresacarse de su exposición es la siguiente: aunque prácticamente todos los países acatan el principio de justificación, muy pocos lo han aplicado a las grandes instalaciones, como el Reino Unido. La ética utilitaria se basa en conseguir “el mayor bien para el mayor número”. Para el utilitarismo una acción es moral si las consecuencias buenas de tal acción superan a las malas. Entre los detractores de este principio se encuentran los proponentes de las teorías éticas de la igualdad, quienes entienden que los beneficios colectivos nunca pueden ser compensados con perjuicios potenciales para unos pocos. (Prof. A. Alonso)

Las principales conclusiones de las diferentes **SESIONES ORALES** del área de Protección Radiológica se resumen a continuación:

“El Congreso Mundial de Protección Radiológica IRPA 12: conclusiones”. El profesor Eduardo Gallego presentó las conclusiones siguientes: el duodécimo Congreso Internacional de la IRPA (*International Radiation Protection Association*), que se celebró entre 19 al 24 de octubre de 2008 en Buenos Aires (Argentina) organizado por la Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR), resultó un gran éxito tanto de asistencia como desde el punto de vista científico y profesional.

Bajo el lema *“Reforzando la Protección Radiológica en todo el Mundo”* (*“Strengthening Radiation Protection Worldwide”*), el congreso reunió en el país austral a 1382 participantes de 88 países que, unidos a los expositores, acompañantes y miembros de la organización, sumaron más de 1700 personas implicadas en el mismo, lo que constituye un record sin precedentes en la historia de la IRPA. Se recibieron más de 1500 contribuciones. El programa fue extensivo y detallado, con cuatro sesiones plenarias de fondo y 38 sesiones temáticas, 256 trabajos orales, actividades de formación incrementadas (20 cursos de refresco y tres seminarios formativos). Todas las cifras superan con creces las de anteriores congresos.

Los tres grandes campos principales fueron: La Epistemología o conocimientos científicos y técnicos fundamentales en torno a la Física y la Biología, necesarios para caracterizar la exposición a las radiaciones y sus efectos sobre los seres vivos. El paradigma o modelo conceptual universal para mantener a salvo a las personas de posibles daños a la salud o evitar efectos sobre el medio ambiente derivados de la exposición a las radiaciones y la praxis, o aplicación y uso de metodologías y planes de Protección Radiológica.

Realmente hay que destacar que la participación española en el Congreso IRPA12 ha sido muy nutrida, con un total de 75 contribuciones.

Se invita a todos los que pudieran estar interesados a visitar la página web del congreso (www.irpa12.org.ar) en la que se han publicado todas las presentaciones y textos de las sesiones, además del material fotográfico recogido durante su celebración.

“ICRP 2007”. Esta presentación corrió a cargo de Ignacio Amor en la que se puso de manifiesto que las nuevas recomendaciones básicas de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP-103), que fueron aprobadas en marzo de 2007, tienen una línea claramente continuista con las recomendaciones básicas previas (ICRP-60). Sin, embargo, y a pesar de esta línea continuista, las nuevas recomendaciones incorporan aspectos novedosos, que van a obligar a cambiar la mentalidad de los profesionales de este ámbito en aspectos como:

- La necesidad de planificar las situaciones de emergencia en términos de “dosis residuales” y no de “dosis evitadas” como se hace en la actualidad.
- La utilización del concepto “nivel de referencia” en lugar del concepto de “nivel de intervención” que actualmente se utiliza en el ámbito de las situaciones de emergencia y de las situaciones existentes.

La Unión Europea tiene la intención de consolidar la normativa europea de Protección Radiológica agrupando en una única Directiva, las cinco directivas actualmente existentes en el ámbito de la Protección Radiológica y está participando de forma activa en la revisión de las normas básicas de Protección Radiológica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y ha expresado su compromiso en cuanto a una mayor consistencia entre las normas europeas y las del OIEA.

“Epidemiología” La Dra. Elisabeth Cardis presentó de forma clara las capacidades y las limitaciones que tienen los estudios epidemiológicos y los realizados en Radiobiología a la hora de entender la relación entre las dosis bajas de radiación y los efectos sobre la salud humana.

Más allá de animar a que se mantengan los esfuerzos rigurosos en las dos líneas indicadas, Cardis ha propuesto la idea de que se acometan trabajos y proyectos conjuntos de ambos tipos sobre poblaciones bien seleccionadas y con diseños bien ajustados. Esta será una orientación clara en los proyectos que promueva la Comisión Europea en los próximos años a partir de las sugerencias de un grupo de expertos de alto nivel, en el marco de la plataforma llamada MELODI en la que ya se integran unos pocos países de la Unión Europea. España no está suficientemente presente en este proyecto europeo, pero aún puede hacerlo comenzando por la presencia en la reunión en Alemania, en septiembre de 2009.

El coloquio que siguió a su presentación demostró que existen capacidades técnicas y científicas en nuestro país para incorporar al esfuerzo europeo en curso.

“El Informe 2008 del Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR)”. El Comité UNSCEAR tiene el mandato de la ONU para evaluar los efectos de las radiaciones y analizar el impacto radiológico en la población general y en los trabajadores de todas las fuentes de radiación ionizante. Las conclusiones del comité constituyen una referencia mundial y orientan las acciones de protección. La ponencia presentada por David Cancio ha resumido el trabajo científico de los últimos años, finalizado durante 2008, sobre el impacto radio-

lógico de las fuentes de irradiación a las que está expuesta la humanidad.

Sin perjuicio de los muchos matices que se podrían incluir, se podría decir lo siguiente:

- Fuentes naturales: no hay grandes novedades con respecto a la exposición de la población La dosis promedio mundial es de 2,4 mSv/año.
- Diagnóstico médico: notable incremento de la exposición debido a la utilización de nuevas tecnologías, en especial la tomografía computarizada. El promedio mundial es de 0,6 mSv/año mientras en los países desarrollados es de 1,9 mSv/año.
- Ensayos nucleares del pasado: queda todavía actividad residual, las dosis son bajas del orden de 0,005 mSv/año.
- Exposición ocupacional: se evidencia que las dosis, tanto individuales como colectivas, son más altas debidas a la manipulación de materiales con radiactividad natural. La media mundial en toda la población es de 0,005, pero en el colectivo de los trabajadores es de 0,7 mSv/año.
- Energía Nuclear: la exposición en el público es baja, de 0,0002 mSv/año, pero puede llegar a 0,02 mSv/año en las cercanías de algunos reactores.
- Accidentes: ha habido una mayor frecuencia originada por las fuentes huérfanas y por los accidentes en aplicaciones médicas con respecto a los de origen nuclear.
- Efectos debidos a Chernobyl: se ratifican los datos más significativos con respecto a los cánceres de tiroides en las poblaciones irradiadas.

“Mesa Redonda, las partículas calientes: un reto para la dosimetría.” Esta mesa redonda presidida por Carlos Villota fue de gran interés, con una participación de más de 100 personas. En ella se presentó la problemática asociada a la generación de partículas calientes, a los sistemas de control y contención para su confinamiento y a sus efectos sobre el ser humano. Se comentó el desarrollo que esta haciendo la SEPR de unos documentos, tanto técnicos como para información al público y a los medios de comunicación, sobre los riesgos asociados a la interacción entre las personas y las citadas partículas.

Además se hizo una presentación detallada de los riesgos que suponen la exposición externa (a la piel) de partículas calientes, así como la exposición interna cuando éstas se introducen en el cuerpo humano, bien por la respiración o la ingestión. En ambos casos se concluyó que los riesgos son de escasa significación, si bien en casos muy concretos podrían tener cierta relevancia, pero en todo caso serían limitadas en su extensión y de rápida curación.

Al finalizar las exposiciones se desarrolló un animado coloquio a través del que se aportaron diversas aclaraciones e informaciones complementarias.

“Calidad y acreditación en dosimetría personal”. Esta ponencia fue desarrollada de modo coordinado por Oscar Recuero de ENAC, y por Rodolfo Cruz-Suárez, del OIEA. Oscar Recuero resumió aspectos básicos y conceptos relativos a la acreditación de laboratorios de medidas, la estructura de ENAC y, en particular, del Departamento de Medio Ambiente, que

tiene entre sus cometidos las tareas de acreditación en el área radiológica, dosimetría y radiactividad ambiental en particular. Aspectos prácticos relativos al ciertamente complejo proceso necesario para alcanzar la acreditación también fueron presentados así como la garantía que la obtención de la condición de laboratorio acreditado proporciona respecto de la competencia técnica y organizativa. La acreditación se lleva a cabo de modo razonablemente armonizado a nivel internacional y es el modo comúnmente requerido para asegurar calidad y fiabilidad en la prestación de servicios técnicos y de medida. Finalmente se ofreció al colectivo de laboratorios dedicados a la dosimetría personal para cualquier duda o consulta que en el futuro pudieran plantear.

Rodolfo Cruz-Suárez, ha conducido la acreditación de los laboratorios de dosimetría del OIEA en Seibersdorf por parte del Ente Austriaco de Acreditación, incluyendo tanto a los laboratorios y ensayos relativos a la dosimetría externa como a la interna, siguiendo con ello la pauta de integración de dosis por ambos tipos de exposición. Presentó sus experiencias en ese proceso, de algún modo complementando lo expuesto previamente por Oscar Recuero del lado del acreditador, presentando las características del proceso pero ahora desde la óptica del laboratorio acreditado. Trató de la estructura y contenidos de los diferentes documentos que han de ser preparados para iniciar el proceso de acreditación, comentando estrategias para su desarrollo y actualización, especialmente en lo relativo a la memoria de calidad, los procedimientos específicos tanto de naturaleza organizativa como técnica de cada uno de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación.

“Técnicas de imagen molecular en investigación biomédica”. En lo relativo a esta ponencia Jorge Pérez indicó que las técnicas de imagen molecular proporcionan información muy precisa de dianas moleculares específicas. Permiten igualmente estudios con menor número de animales y seguimiento a lo largo del tiempo de los mismos sin necesidad de sacrificar a los animales. No hay una modalidad de imagen ideal para todos los estudios, por lo que la combinación de varias de ellas es la mejor opción (multimodalidad). Todavía es necesario un mayor desarrollo de los equipos híbridos para investigación. Los equipos híbridos con un mayor desarrollo actualmente son los equipos PET/CT que pueden aplicarse en campos como la oncología, las enfermedades cardiovasculares y neurológicas. Actualmente hay una limitación importante en el acceso a los radiofármacos PET por dependencia de ciclotrón, ya que hay pocos radiofármacos comercializados. Sería muy conveniente que se establecieran convenios entre instituciones para compartir el uso de ciclotrón para tener un acceso a un mayor número de fármacos y optimizar recursos. Toda la tecnología de ima-

gen médica está muy enfocada hacia el diagnóstico, pero además de estas aplicaciones analíticas, es muy posible que aparezcan con fuerza aplicaciones terapéuticas basadas en el nivel de resolución espacial que se consigue con esta tecnología (cáncer, cateterismos, etc.).

Desde el punto de vista de la Protección Radiológica, la técnica más relevante es el uso de los isótopos PET. En la manipulación de estos isótopos se pueden obtener niveles de dosimetría de cuerpo entero similares a otros trabajadores de investigación (próximos al fondo de detección) y niveles muy bajos de dosis en manos gracias al uso de blindajes móviles. Para ello es fundamental la formación y el entrenamiento previo en frío en el uso de los mismos. Para el personal que realice las inyecciones es preferible primar la experiencia previa en manejo de animales y complementarla con la formación en Radioprotección.

“Mesa redonda - Control radiológico de las industrias NORM” Durante la sesión que fue presidida por Lucila Ramos, se han presentado para debate tres ponencias relativas al control de la exposición debida a la radiación natural en industrias NORM.

Las industrias NORM-Programa del CSN. La ponencia presentada por José L. Mataranz realiza un breve análisis de la evolución y situación actual de la normativa para el control radiológico en estas actividades y relaciona las industrias en las que podría existir riesgo de exposición a los trabajadores, público o el medio ambiente. Describe el programa desarrollado por el CSN para cumplir con la función asesora que le asigna en esta materia la legislación vigente. Concluye con la presentación de los criterios radiológicos para la protección frente a las fuentes naturales de radiación aprobados por el Consejo en el 2007 como resultado de éste programa.

La siguiente ponencia titulada “¿Es necesario adoptar medidas de protección radiológica en algunas industrias españolas dedicadas al procesamiento de minerales o materias primas?” y presentada por Rafael García Tenorio, analiza la necesidad de adoptar medidas de reducción de la exposición o medidas de Protección Radiológica de los trabajadores en algunos tipos



Sesión de clausura.

de industrias NORM existentes en nuestro país clasificadas en función del contenido radiactivo de las materias primas que procesa.

Del análisis realizado y teniendo en cuenta los criterios de Protección Radiológica establecidos por el CSN concluye que, en general, la necesidad de adoptar medidas de Protección Radiológica se restringe a un número muy limitado de ellas en caso de ser necesarias estas medidas tendrían que ser adoptadas por la generación en algunas industrias de ciertos residuos en pequeña cantidad pero muy enriquecidos en radionucleidos naturales

Por último se presentó la tercera ponencia "*Impacto radiológico de la industria cerámica y auxiliares*" en la que Vicente Serradell proporcionó la información a cerca de los resultados obtenidos por el Laboratorio de Radiactividad Ambiental de la UPV en el programa de estudio de la radiactividad en las industrias cerámicas y auxiliares. El estudio muestra que sólo aquellas actividades relacionadas con el uso de arenas de circonio presentan interés radiológico.

Con respecto a las conclusiones de las **COMUNICACIONES ORALES** se pueden destacar las siguientes:

Dosimetría personal, metrología y Monte Carlo: La elevada proporción de ponencias relacionadas con simulaciones de Monte Carlo, no hace sino confirmar el sentir mayoritario en la Física hoy en día. Conocer y aplicar códigos de Monte Carlo en simulaciones de distintos tipos en la Física de radiaciones, se hace tan necesario como dominar un idioma de uso muy amplio en la comunidad científica.

Formación y PR operacional: Las presentaciones han abarcado temas varios, desde el ámbito de la formación en PR, con especial interés en la aplicación de las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), hasta la PR operacional, incluyendo sendas ponencias sobre los efectos deterministas en el cristalino y el impacto de la visualización en tiempo real de las dosis ocupacionales en cardiología intervencionista.

Protección Radiológica del público y del medio ambiente: algunas relacionadas con medidas en aguas embotelladas producidas en Canarias. Visión general del índice de actividad alfa total en las aguas superficiales de los ríos españoles. Campaña de búsqueda y recuperación de fuentes radiactivas huérfanas. Bases para desarrollar un sistema de Protección Radiológica del medio ambiente consensuado a nivel internacional. Caracterización elemental, mediante la técnica micro-PIXE, de partículas calientes incorporadas al medio ambiente.

Accidentes, residuos y NORM: En esta sesión se han agrupado tres áreas temáticas: "Accidentes y emergencias radiológicas"; "Gestión de residuos radiactivos" e "Industrias y materiales con radiactividad natural (NORM)"

Protección Radiológica del paciente: Se han presentado aplicaciones en el campo del radiodiagnóstico y cálculos de dosis debidas a los fotoneutrones producidos en tratamientos de radioterapia con aceleradores lineales.

Las conclusiones más destacadas así como un amplio resumen de las sesiones tanto de las presentaciones de Protección Ra-



Manuel Toharia durante la conferencia de clausura.

diológica como de Física Médica se encuentran en la página web del congreso.

La conferencia de clausura corrió a cargo de D. Manuel Toharia, director del Museo "Príncipe Felipe" de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, que bajo el título: "Radiaciones, tan malas ... y tan buenas" sobre la comunicación del riesgo radiológico, en la que consiguió entusiasmar a todo el auditorio.

Se contó con la colaboración de los más acreditados colegas tanto nacionales como extranjeros a los que deseamos agradecer encarecidamente su aportación. La presencia de congresistas extranjeros también fue significativa.

Tal vez por su tono amable debo señalar una simpática anécdota; entre los invitados extranjeros contamos con Gerald A. White, Chairman of de Board de la AAPM y anterior presidente de la misma. Hemos podido comprobar que en el "AAPM Newsletter" de septiembre/octubre de 2009, y bajo el título de "El sombrero" (The hat), manifiesta sus sensaciones por su visita a nuestro congreso y creo que debemos darnos por satisfechos.

SOCIOS DE HONOR

Dentro de los actos que han tenido lugar durante la celebración del congreso ha sido la designación de los nuevos Miembros de Honor por su dedicación diaria en los campos que nos ocupan; en la Asamblea General de la SEPR, celebrada el 3 de junio en Alicante, se aprobó el nombramiento de Socios de Honor para: Dña. Mercedes Bezares, D. Luís Miguel Tobajas y Dña. M^ª Cruz Paredes por su contribución a la Protección Radiológica nacional y su colaboración con la Sociedad.

Así mismo, se aprobó una mención especial para los miembros del Grupo de Trabajo de la Expo PR el Mestral: D. Miguel López, Dña. M^ª Teresa Ortiz y D. Ildefonso Irun, por su trabajo para la puesta en marcha y mantenimiento de esta exposición.

Durante la cena de clausura del Congreso Conjunto SEFM – SEPR, Dña. Natividad Ferrer, presidenta de la SEFM y D. Pío Carmena, presidente de la SEPR hicieron entrega de los premios indicados.



M^a Cruz Paredes, Mercedes Bezares y Luis Miguel Tobajas durante su nombramiento como Socios de Honor de la SEPR.



ÚLTIMAS REFLEXIONES Y AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría resaltar la presencia de un gran colectivo joven y, a falta de un análisis más profundo, podemos intuir que la cuantía de la cuota de inscripción sí que ha tenido un efecto favorecedor. Al hilo del tema económico y a falta de unos pe-

queños flecos para completar el resumen económico del congreso, se puede adelantar que el resultado ha sido altamente positivo pese a la manida crisis económica actual.

No todo han sido dichas y satisfacciones; debemos ser autocríticos y reconocer que la presentación de posters ha sido deficiente y manifiestamente mejorable. Buscar excusas o razones de índole técnica puede justificar una parte pero debimos haber sido más previsores. Sirva de pauta a los próximos organizadores.

Por último y a tenor de la encuesta que se pasó a los congresistas podemos apuntar que el 75% de los que contestaron aboga por la celebración conjunta de los próximos congresos, el resultado se puede considerar positivo y la modalidad de presentación de posters ha sido deficiente.

No quisiera terminar sin agradecer a todos los que han hecho posible este congreso: comités, ponentes, participantes, comerciales e instituciones y socios de las SEFM y SEPR, su colaboración y, en muchos casos, sus esfuerzos y sacrificios.

A todos MUCHAS GRACIAS.



SOCIEDAD NUCLEAR
ESPAÑOLA

Te esperamos en Sevilla

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

1. PROPÓSITO Y ALCANCE

La revista **RADIOPROTECCIÓN** es el órgano de expresión de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Los trabajos que opten para ser publicados en **RADIOPROTECCIÓN** deberán tener relación con la protección radiológica y con todos aquellos temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR. Los trabajos deberán ser originales y no haber sido publicados en otros medios, a excepción de colaboraciones de especial interés, según criterio del Comité de Redacción. Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista y su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita del Comité de Redacción de la misma.

Los conceptos expuestos en los trabajos publicados en **RADIOPROTECCIÓN** representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.

Todas las contribuciones se harán en castellano y se enviarán por correo electrónico a la dirección: redaccionpr@gruposenda.net

o por correo postal a:

SENDA Editorial. Revista Radioprotección.
Calle Isla de Saipán, 47
28035 MADRID

En el caso de que se utilice el correo postal, se enviarán tres copias en papel y CD o DVD con el trabajo.

2. RADIOPROTECCIÓN EN INTERNET

La revista **RADIOPROTECCIÓN** también se publica en formato electrónico y puede consultarse en la página de la Sociedad Española de Protección Radiológica (<http://www.sepr.es>).

3. NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA RADIOPROTECCIÓN

3.1. Tipo de contribuciones que pueden enviarse a la revista

Las contribuciones que pueden enviarse a **RADIOPROTECCIÓN** son:

- *Artículos de investigación* teórica o práctica (Normas para su preparación en el apartado 3.2).

- *Revisiones técnicas* sobre temas actuales de especial interés (Normas para su preparación en el apartado 3.2).

- *Noticias* relacionadas con la protección radiológica, tanto de España como del Mundo en general. Las noticias han de ser breves

(máximo de una hoja DIN-A4 escrita a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12), de interés para los miembros de la Sociedad, redactadas en un lenguaje periodístico y deberán hacer referencia, cuando proceda, a documentos más extensos. En casos excepcionales, podrán ocupar un espacio mayor. De ser necesario por razones editoriales será preciso indicar el origen de la noticia.

- *Publicaciones* (revistas, libros, documentos de organismos nacionales e internacionales) de interés en el ámbito de la protección radiológica. La reseña debe incluir título, autor o autores, editorial, precio, forma de adquirirlo y extensión, así como un pequeño resumen del contenido de la publicación. Siempre que sea posible se facilitará una imagen de la portada de la publicación para que aparezca junto con la nota. La extensión de la reseña debe ser como máximo de una hoja DIN-A4 escrita a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12.

- *Recensiones de libros*. La recensión supondrá que el autor ha analizado el texto de la publicación y está en condiciones de emitir un juicio crítico que ayude al lector a mostrar o no interés por la publicación recensada. Se identificará título, autor o autores, editorial, precio, forma de adquirirlo y extensión. Se facilitará así mismo una imagen de la portada de la publicación a fin de que sea reproducida en la revista junto con el texto enviado. Las recensiones han de ir firmadas por el autor de las mismas. La extensión máxima será de una hoja DIN-A4 escrita a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12.

- *Convocatorias* de jornadas y congresos relacionados con la protección radiológica. Se facilitará el nombre de la convocatoria, fecha y lugar de celebración, así como un breve resumen de los aspectos más relevantes de la convocatoria. Siempre que sea posible se especificará la dirección de Internet donde aparece más información de la convocatoria. La extensión no será superior a una hoja DIN-A4 escrita a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12.

- *Cartas al director*. En ellas se podrá hacer referencia a artículos publicados con anterioridad en la revista, o exponer comentarios o sugerencias relacionadas tanto con la revista como con la SEPR, así como con cualquier otro tema relacionado con la protección radiológica que se considere de interés para los socios de la SEPR.

- *Proyectos de I+D*. Breves recensiones sobre aquellos proyectos relevantes que estén

financiados nacional o internacionalmente. Para aquellos proyectos de investigación que estén empezando, la nota debe incluir el título del proyecto, sus características y objetivos, instituciones implicadas y marco institucional. En aquellos casos en los que el proyecto ya haya finalizado o se encuentre en un estado avanzado de desarrollo, la nota también incluirá los resultados más relevantes obtenidos y posibles acciones futuras. La extensión no será superior a una hoja DIN-A4 escrita a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12.

3.2. Normas para la presentación de artículos y revisiones técnicas

En todos los trabajos se utilizará un tratamiento de texto estándar (word, wordperfect). El texto debe escribirse a espacio sencillo en *Times New Roman*, tamaño 12. La extensión máxima del trabajo será de 12 páginas DIN-A4 para los artículos y de 6 páginas para las revisiones técnicas, incluyendo los gráficos, dibujos y fotografías.

Los trabajos (artículos y revisiones técnicas) deberán contener:

3.2.1. *Carta de presentación*. Con cada trabajo ha de enviarse una carta de presentación que incluya el nombre, institución, dirección, teléfono, fax y correo electrónico del autor al que hay que enviar la correspondencia. Los autores deben especificar el tipo de contribución enviada (ver apartado 3.1).

3.2.2. *Página del título*. Esta página debe contener, y por este orden, título del artículo, primer apellido e inicial(es) de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, nombre de la persona de contacto, teléfono, fax, dirección de correo electrónico y otras especificaciones que se consideren oportunas. Cada autor debe relacionarse con la correspondiente institución usando llamadas mediante números.

Proporcionar una versión reducida del título para usar en el encabezamiento del trabajo, no mayor de 50 caracteres (incluyendo letras y espacios) y un máximo de 6 palabras clave que reflejen los principales aspectos del trabajo.

3.2.3. *Resumen*. Se escribirá un resumen del trabajo en castellano y en inglés que expresará una idea general del artículo. La extensión máxima será de **200 palabras en cada idioma**, que se debe respetar por razones de diseño y de homogeneización del formato de la revista.

- Es importante que el resumen sea preciso y sucinto, presentando el tema, las informaciones

originales, exponiendo las conclusiones, e indicando los resultados más destacables.

3.2.4. Texto principal. No hay reglas estrictas sobre los apartados que deben incluirse, pero hay que intentar organizar el texto de tal forma que incluya una introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, referencias bibliográficas, tablas y figuras y agradecimientos.

Se deberían evitar repeticiones entre los distintos apartados y de los datos de las tablas en el texto.

Las abreviaturas pueden utilizarse siempre que sea necesario, pero siempre deben definirse la primera vez que sean utilizadas.

3.2.5. Unidades y ecuaciones matemáticas. Los autores deben utilizar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades de radiación deben darse en el SI, por ejemplo 1 Sv, 1 Gy, 1 MBq. Las ecuaciones deben numerarse (1), (2) etc. en el lado derecho de la ecuación.

3.2.6. Anexos. Se solicita a los autores que no incluyan anexos, si el material puede formar parte del texto principal. Si fuera imprescindible incluir anexos, por ejemplo incluyendo cálculos matemáticos que podrían interrumpir el texto, deberá hacerse después del apartado referencias bibliográficas. Si se incluye más de un anexo, éstos deben identificarse con letras. Un anexo puede contener referencias bibliográficas, pero éstas deben numerarse y listarse separadamente (A1, A2, etc.). Debe hacerse mención a los anexos en el texto principal.

3.2.7. Tablas. Las tablas deben citarse en el texto pero deben proporcionarse en hojas separadas. Deben ir numeradas con números romanos (I, II, III etc.) y cada una de ellas debe tener un título corto y descriptivo. Se debe intentar conseguir la máxima claridad cuando se pongan los datos en una tabla y asegurarse de que todas las columnas y filas están alineadas correctamente.

Si fuera necesario se puede incluir un pie de tabla. Éste debe mencionarse en la tabla como una letra en superíndice, la cual también se pondrá al inicio del pie de tabla correspondiente. Las abreviaturas en las tablas deben definirse en el pie de tabla, incluso si ya han sido definidas en el texto.

3.2.8. Figuras. Las figuras deben citarse en el texto numeradas con números arábigos, proporcionándose en hojas separadas. Las figuras aparecerán en blanco y negro en la revista, excepto casos muy excepcionales, lo que debe ser tenido en cuenta por los autores a la hora de elegir los símbolos y tramas em-

pleados en ellas. Las **fotografías** deberán entregarse en **original** (papel o diapositiva) o como **imágenes digitalizadas en formato de imagen** (jpg, gif, tif, power point, etc.) con una **resolución superior a 300 ppp**. Aunque las imágenes (fotos, gráficos y dibujos) aparezcan inscritas en un documento de word es necesario enviarlas también por separado como archivo de imagen para que la resolución sea la adecuada.

Cada imagen (foto, tabla, dibujo) debe ir acompañada de su **pie de foto** correspondiente.

3.2.9. Referencias Bibliográficas. Debe asignarse un número a cada referencia siguiendo el orden en el que aparecen en el texto, es decir, las referencias deben citarse en orden numérico. Las referencias citadas en una tabla o figura cuentan como que han sido citadas cuando la tabla o figura se menciona por primera vez en el texto.

Dentro del texto, las referencias se citan por número entre corchetes. Dentro del corchete, los números se separan con comas, y tres o más referencias consecutivas se dan en intervalo. Ejemplo [1, 2, 7, 10-12, 14]. Las menciones a comunicaciones privadas deben únicamente incluirse en el texto (no numerándose), proporcionando el autor y el año. La lista de referencias al final del trabajo debe realizarse en orden numérico.

Ejemplos de cómo citar las referencias bibliográficas:

Artículo de revista:

1. Ghiatas A.A., Chopra S., Schnitker J.B. Is Sonographic Flow Imaging Useful in the Differential Diagnosis of Adrenal Masses? Br. J. Radiol. 69:1005-8; 1996.

Libros:

2. Lovelock D.J. Radiation Incidents in Dentistry. In: Radiation Incidents. Pg: 6-11. Faulkner K, Harrison RM, editors. London: British Institute of Radiology, 1996.

Resúmenes de congresos:

3. Ring E.F.J., Elvins D.M., Balla A.K., editors. Current Research in Osteoporosis and Bone Mineral Measurement IV: 1996. Proceedings of the 1996 Bath Conference on Osteoporosis and Bone Mineral Measurement; 1996 June 24-26; Bath. London: British Institute of Radiology, 1996.

4. PROCESO DE REVISIÓN DE LOS TRABAJOS

En el caso de artículos y revisiones técnicas, la dirección de la revista acusará recibo

de los mismos, pero ello no compromete a su publicación. No se devolverá ningún original, excepto que sea solicitado explícitamente por los autores.

Todos los artículos y revisiones técnicas recibidos serán revisados al menos por dos miembros del Comité Científico de RADIOPROTECCIÓN. Los comentarios y sugerencias se enviarán a los autores para que sean tenidos en cuenta en la redacción final del trabajo. Si no estuvieran de acuerdo con alguno de dichos comentarios/sugerencias, deberán explicar los motivos de su desacuerdo. Una vez revisados, el Comité de Redacción decidirá finalmente cuando se publica cada trabajo.

Una vez se disponga de las pruebas de imprenta, éstas serán enviadas a los autores para que puedan revisarlas en el plazo que se indique.

El resto de contribuciones a RADIOPROTECCIÓN (ver apartado 3.1) serán revisadas por el Comité Científico y/o de Redacción de la revista con objeto de evaluar su idoneidad para ser publicadas.

5. LISTA DE ASPECTOS A COMPROBAR ANTES DE ENVIAR LOS ARTÍCULOS Y REVISIONES TÉCNICAS

Se invita a los autores a usar la siguiente lista de comprobaciones antes de enviar su contribución:

1. ¿Han utilizado unidades del SI?
2. Si se han usado abreviaturas ¿Son las estándar?
3. ¿Se ha usado la nomenclatura correcta?
4. ¿Será el trabajo inteligible para aquellas personas que no sean expertas en el tema?
5. ¿Se ha confeccionado la lista de referencias bibliográficas siguiendo las instrucciones de RADIOPROTECCIÓN? (apartado 3.2.5)
6. ¿Se proporciona una versión reducida del título del trabajo?
7. Si el primer autor no es la persona de contacto ¿Se ha identificado el autor al que debe contactarse en la página del título?
8. ¿Se citan las figuras en el texto en orden correcto?
9. ¿Se han confeccionado las figuras teniendo en cuenta que se publicarán en escala de grises?
10. ¿Se citan las tablas en el orden correcto?
11. Si mandas tu contribución por correo postal ¿Se envían las tres copias en papel y el CD o DVD?

Protección Radiológica en estudios de doble ciego con radiofármacos

M.C. Pujades ⁽¹⁾, C. Camacho ⁽²⁾, M. Guasp ⁽²⁾ y J.I. Villaescusa ⁽²⁾

⁽¹⁾ Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario la Fe de Valencia

⁽²⁾ Servicio de Protección Radiológica del Hospital Universitario la Fe de Valencia

RESUMEN

En los estudios clínicos controlados aleatorizados (ECCA) de doble ciego tanto el sujeto como el investigador desconocen la asignación a los grupos de tratamiento para evitar la posible aparición de sesgos subjetivos de información.

El empleo de radiofármacos en ECCA de doble ciego plantea un dilema desde el punto de vista de la protección radiológica. Por un lado, existe la obligación de actuar en casos de contaminación y/o riesgo de irradiación, y por el otro está el deber de mantener el ciego.

En este trabajo se plantean algunos de los posibles problemas que surgen al realizar un ECCA de doble ciego con radiofármacos desde el punto de vista de la protección radiológica. Comentamos nuestra experiencia con el radiofármaco Alpharadin y, además, se proponen algunas recomendaciones de cierta utilidad en la práctica basadas en la aleatoriedad del proceso de descontaminación.

ABSTRACT

In a double-blind randomized controlled clinical trial (RCT) subjects and researchers do not know the assignment to treatment groups to avoid the appearance of subjective biases of information.

The employment of radiopharmaceuticals in double-blind RCTs raises a dilemma from the point of view of the radiological protection. On the one hand, the obligation to act in cases of contamination and / or risk of irradiation exists, but on the other hand the duty of keeping the blind study also exists.

In this paper some of the possible problems that arise when conducting a double-blind RCT with radiopharmaceuticals from the point of view of the radiological protection are presented. We comment our experience with the radiopharmaceutical Alpharadin and, in addition, we propose useful recommendations based on the randomness of the decontamination process.

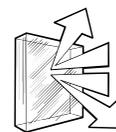
INTRODUCCIÓN

En la actualidad se recurre a ensayos clínicos controlados (ECC) para determinar la seguridad y/o eficacia de medicamentos en investigación en seres humanos. Se dice que el estudio es aleatorio (ECCA) cuando los pacientes son asignados de forma aleatoria o bien al grupo de control o bien al grupo experimental para recibir un tratamiento.

Nuestro centro, el Hospital Universitario La Fe de Valencia, fue invitado a participar en un estudio multicéntrico ECCA de doble ciego relacionado con el radiofármaco Alpharadín (ALGETA ASA) [1,2], que se encontraba en la Fase III de su desarrollo clínico.

La fase del estudio hace referencia a los objetivos del mismo y, según éstos se definen cuatro tipos [3]:

- Ensayos Clínicos en Fase I: constituyen el primer paso en la investigación de una sustancia o medicamento nuevo en el hombre. Proporcionan información preliminar sobre el efecto y la seguridad del producto.
- Ensayos Clínicos en Fase II: proporcionan información preliminar sobre la eficacia del producto y sirven para establecer la relación dosis-respuesta y ampliar los datos de seguridad obtenidos en la Fase I. En general serán controlados y con asignación aleatoria a los tratamientos.
- Ensayos Clínicos en Fase III: destinados a evaluar la eficacia y seguridad en condiciones de uso habituales. Se realizan en una muestra de pacientes representativa de la población general a la que iría destinado el medicamento. También serán preferentemente controlados y aleatorizados.



- Ensayos Clínicos en Fase IV: ensayos que se realizan después de la comercialización del medicamento. Serán preferentemente controlados y aleatorizados.

Se definen también cuatro tipos de ensayos clínicos según su grado de enmascaramiento:

- Abierto o no ciego: tanto el sujeto como el investigador conocen el grupo de tratamiento asignado.
- Simple ciego: el sujeto desconoce el grupo de tratamiento al que pertenece.
- Doble ciego: tanto el sujeto como el investigador desconocen la asignación a los grupos de tratamiento.
- Evaluación ciega por terceros: en estos casos se recurre a una tercera persona que desconoce el tratamiento que está recibiendo cada sujeto para evaluar la respuesta.

En los estudios con ciego la información del estudio es guardada por terceros y no se entrega a los investigadores hasta que éste se completa. El principal beneficio del método ciego es reducir la aparición de sesgos subjetivos de información que pueden surgir bajo la influencia física o psicológica del conocimiento de las intervenciones asignadas entre los participantes del ECCA.

El ensayo clínico controlado y aleatorizado está considerado como el método más fiable para la evaluación de la eficacia de medicamentos. Es por ello que durante los últimos años la introducción de radiofármacos en este tipo de ensayos ha aumentado. El empleo de radiofármacos en ECCA de doble ciego plantea un dilema desde el punto de vista de la protección radiológica. Por un lado, existe la obligación de actuar en casos de contaminación y/o riesgo de irradiación, y por el otro está el deber de mantener el ciego. Muy pocas, que conozcamos, son la referencias legales sobre la protección radiológica de los estudios a doble ciego con radiofármacos. Así el Real Decreto 1841/1997 [4], por el que se establecen los criterios de calidad en Medicina Nuclear, dedica su artículo 9 a la investigación clínica, pero tan solo establece que la administración de radiofármacos por razones de investigación médica o biomédica estará sometida a lo dispuesto en el Real Decreto 561/1993, por el que se establecen los requisitos para la realización de ensayos clínicos con medicamentos (actualmente derogado y sustituido por el RD 223/2004), pero estas últimas disposiciones legales nada dicen sobre los aspectos relacionados con la protección radiológica. Tampoco el actual Real Decreto 1345/2007 [5], por el que se regula el procedimiento de autorización, registro y condiciones de dispensación de los medicamentos de uso humano fabricados industrialmente (en el que quedan incluidos los radiofármacos de uso humano), añade nada a esta cuestión, pues básicamente se dedica a regular

la buena práctica sobre la preparación de los radiofármacos y que el personal responsable asegure que la preparación, control, documentación y conservación de radiofármacos se realice de acuerdo con los principios de las "Normas de Buena Preparación Radiofarmacéutica" (BPR) y la legislación nacional, con especial mención a la protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

La preocupación por la seguridad en materia de protección radiológica en ECCA con radiofármacos y la falta de legislación al respecto nos ha llevado a reflexionar sobre este tema.

MATERIAL Y MÉTODO

El radiofármaco involucrado en el estudio multicéntrico ECCA de doble ciego al que fue invitado el Hospital La Fe es *Alpharadin* (ALGETA ASA). El fármaco es una sal de Radio-223 para administración intravenosa en aquellos pacientes con cáncer de próstata avanzado que desarrollan metástasis ósea y son refractarios al tratamiento hormonal. Se trata de una terapia paliativa, que además de aliviar el dolor retrasa el progreso del tumor.

El Radio-223 (vida media de 11,4 días) decae a Rn-219, emitiendo partículas alfa de 5,64 MeV de energía. Los datos característicos de la cadena de desintegración de este elemento se muestran en la tabla I. Como se recoge en dicha tabla, la energía asociada a la desintegración completa de la cadena es de 28,2 MeV. Según datos proporcionados por la empresa ALGETA, el 93,5% de esta energía se debe a partículas alfa, algo superior al 3% es debida a partículas beta, y el resto, a otras formas de desintegración (radiación X y gamma).

Toda la cadena de desintegración del Ra-223 se puede utilizar para irradiar la superficie del hueso sin translocaciones significativas, por lo que se le considera adecuado para la preparación de un radiofármaco selector del hueso. Sin em-

Nucleido	Ra-223	Rn-219	Po-215	Pb-211	Bi-211	Tl-207	Pb-207
Energía α (MeV)	5,64	6,75	7,39		6,55		
Energía β (max)(MeV)				0,47		0,47	
$T_{1/2}$	11,4 d	3,9 s	1,8 ms	36,1 min	2,13 min	4,8 ms	estable

Se ha considerado lo siguiente:
K(Ra-223)=2,1 mSv/h*MBq a 10 cm: tasa de dosis por MBq proporcionada por ALGETA para sus viales (promedio de tasa con blindaje y sin blindaje).
A= 10 MBq.
La dosis es absorbida durante la inyección correspondiente de fármaco, con una duración promedio de 30 s.

Tabla I. Características energéticas y temporales de la cadena de desintegración del Ra-223.

bargo, la energía asociada a la cadena de desintegración del Ra-223 es de una alta toxicidad, incluso entre la mayoría de emisores alfa [6]. Debido a ello, el Servicio de Protección Radiológica del Hospital La Fe elaboró un informe que recoge medidas de seguridad en el uso de Alfaradín en el ensayo clínico propuesto. Un resumen del estudio realizado se presenta a continuación:

- Consideraciones sobre blindajes: debido al corto alcance de las partículas alfa, en prácticamente cualquier medio, Alfaradín es de fácil blindaje. Alfaradín se sirve en viales de cristal de 20 ml, que contendrán 6 MBq de Ra-223 (el fármaco se presentó a la fecha de referencia con una concentración de 1000 kBq/ml ($\pm 10\%$)), y dicho cristal absorbe la radiación alfa. Por su parte, las emisiones beta y gamma existentes producen una tasa de dosis baja, debido a su proporción (sólo del 6,5 %), inferior a 5 μ Sv/h por MBq de Ra-223 a 10 cm del vial.
- Evaluaciones de riesgos: este apartado se divide en dos: primero las estimaciones dosimétricas derivadas del procedimiento normal de actuación, y posteriormente las situaciones de riesgo derivadas del caso de incidente (ó accidente). Los datos de estos estudios se encuentran en la tabla II y tabla III, respectivamente.

Zonas del cuerpo estimadas	d (cm) (distancia a la zona estimada)	Dosis estimada (μ Sv)
Manos	10	0,08
Cuerpo entero	30	0,009

Se ha considerado lo siguiente:
 $K(\text{Ra-223})=2,1 \text{ mSv/h} \cdot \text{MBq}$ a 10 cm: tasa de dosis por MBq proporcionada por ALGETA para sus viales (promedio de tasa con blindaje y sin blindaje).
 $A= 10 \text{ MBq}$.
 La dosis es absorbida durante la inyección correspondiente de fármaco, con una duración promedio de 30 s.

Tabla II. Estimaciones dosimétricas en procedimiento normal.

Riesgo	Fracción de Actividad considerada (% del contenido del vial)	Dosis estimada
Contaminación superficial de la piel	5 % (300 kBq)	6 mSv
Contaminación por ingestión	0,1 % (6 kBq)	0,84 mSv (*)

(*) Para el cálculo de dosis interna debemos conocer la bio-distribución del fármaco en el organismo humano. Según modelos teóricos para seres humanos, proporcionados por ALGETA, titular del fármaco, el 78,4% de la actividad incorporada corresponde a la superficie ósea.

Tabla III. Estimaciones dosimétricas en caso de incidente (accidente).

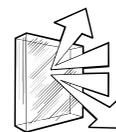
- Otros riesgos en caso de incidente (accidente): puede contemplarse como riesgo la contaminación por Rn-219, ya que al ser un gas, se dispersa fácilmente y puede ser inhalado. Sin embargo, debido a su corta vida media (3,8s), se estima que esto no tendrá graves consecuencias.

En el caso de que no se realicen medidas dosimétricas de control, las posibles contaminaciones o irradiaciones innecesarias podrían pasar inadvertidas, ya que la radiación alfa es de corto alcance y podría no ser detectada por el dosímetro personal. Como se puede ver en la tabla III, las estimaciones dosimétricas en caso de accidente no son nada despreciables. Por tanto, se deberían realizar medidas de contaminación y un exhaustivo seguimiento de la dosimetría de los pacientes y del personal involucrado tras el uso del radiofármaco, principalmente por un especialista en protección radiológica, pero la obligación de mantener el ciego impide, en principio, la intervención en el estudio.

DISCUSIÓN

El problema de realizar medidas de radiación en estudios con doble ciego conlleva implicaciones éticas y legales que es necesario analizar antes de aceptar o proponer alguna solución. Dos son las posiciones que, desde el punto de vista de la protección radiológica, se pueden tomar frente a este problema: la primera es la intervención y, básicamente, en ella el problema consiste en cómo intervenir sin romper el ciego; la segunda es la abstención, la falta de intervención, como excepcionalidad en este tipo de estudio. La intervención, puede entenderse tanto en la medida de los niveles de radiación, como en los de contaminación (personas, superficies y objetos) y consecuentemente en los procesos de descontaminación, así como en la medida, registro y comunicación de las dosis al personal involucrado y en su caso las oportunas notificaciones al Consejo de Seguridad Nuclear; por ejemplo, parece claro que la comunicación de una dosis anormalmente alta al investigador principal, puede ser un indicio declarativo de haberse usado el radiofármaco y no el placebo. Analizaremos a continuación, por separado, las repercusiones éticas y legales de ambos posicionamientos.

El primer problema legal que se plantea aquí, es el de la falta de intervención, pues, como es bien sabido, además de ser conforme con todos los documentos que conforman la buena praxis radiofísica, la necesidad legal de intervenir (desde el punto de vista de la protección radiológica) viene recogida en el Título IV del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 783/2001 [7]). Las sanciones específicas a su incumplimiento son administrativas, y conforme al Derecho Nuclear español, recaen en el explotador o titular de la práctica. Tan sólo, a duras penas, se podría forzar una interpretación con atisbos de excepcionalidad a esta cuestión, cuando al final de su artículo 4 declara que los principios generales de justificación, optimización y limitación de las



dosis no serán de aplicación a "la exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica"; esa excepción que parece una alusión clara a los voluntarios que participan como pacientes, podría por falta de matización dejar una puerta abierta y extenderse a los voluntarios que participan en el grupo investigador, quienes dejarían de ser, respecto de dicho programa de investigación, personal expuesto en términos del Reglamento. Si no queda resquicio legal por ese lado para la abstención, cabe plantearse la intervención necesaria y lógicamente la preocupación reside en la posibilidad de la ruptura del doble ciego, con las consecuencias subsiguientes de exclusión del paciente del programa; por ejemplo, resulta bastante evidente que, ante un caso de contaminación importante por parte de los investigadores, se infiere no solo la necesidad de medida sino la necesaria descontaminación de la persona y resulta bastante evidente la posibilidad de que tal proceso no escape a la atención del investigador; además subsiste, de acuerdo con los preceptos anteriores, la obligación de comunicarle las dosis derivadas, si la descontaminación es completa o incompleta y, en este caso, si son necesarias instrucciones para la vuelta del investigador a su domicilio tras la jornada laboral. Tomando el investigador conciencia del hecho, la exclusión del paciente del programa es una consecuencia necesaria. Esto conlleva serios problemas éticos y legales que es necesario considerar.

La realización de ensayos clínicos con medicamentos viene recogida, en la legislación actual, en el Real Decreto 223/2004, disposición que hace referencia al cumplimiento de las "Normas de Buena Práctica Clínica" (BPC) y respecto de los derechos del paciente, como consideración general, recalca la necesidad de conciliar los derechos del individuo, sometido como paciente al estudio, preservándolo del abuso, la explotación con el interés social en el conocimiento y avance médico, con las normas éticas y legales a las que debe ajustarse la investigación en humanos. En este marco legal, la ley protege al paciente sometido al programa, quien puede abandonar el mismo en cualquier momento (art.7.5 del citado Real Decreto 223/2004); sin embargo, la exclusión del mismo por parte del investigador (como podría ser el caso de exclusión por ruptura del doble ciego por un error en el procedimiento, como una contaminación radiactiva, ya sea fortuita, por inadvertencia o negligencia), conlleva problemas importantes.

Como un ejemplo de la gravedad del problema pensemos que un paciente al que se le excluye del programa, además del fraude moral y ético que se plantea con sus

esperanzas al intervenir en el mismo, puede haber recibido dosis cercanas a las terapéuticas sin mediar beneficio para él; por ejemplo dos inyecciones de *Alpharadin* puede significar una dosis efectiva comprometida del orden de 1 Sv y de 25 Sv en la superficie ósea (dependiendo del peso del paciente), todo ello para que finalmente no medie beneficio para el mismo. ¿Cómo entender pues estas dosis a paciente sin beneficio alguno?. La ley prevé la posibilidad de indemnizarle; así, el Real Decreto 223/2004, establece en su artículo 8 la necesidad de establecer un seguro que cubra los daños y perjuicios que como consecuencia del mismo pudieran resultar para el paciente, del daño en su salud así como de los perjuicios económicos causados, siempre que éstas consecuencias deriven del tratamiento con el radiofármaco o de las medidas terapéuticas o diagnósticas que se adopten durante la realización del mismo. A este respecto se presume, salvo prueba en contrario, que los daños aparecidos en el paciente, tanto durante la realización del ensayo como en el año siguiente al mismo, son consecuencia del ensayo. También se considera objeto de responsabilidad el menoscabo en la salud del sujeto sometido a ensayo. Hay que recalcar que en el caso de que el seguro no cubra enteramente los daños, el investigador principal es responsable civil solidario, junto con el promotor y el titular del hospital y todo ello sin necesidad de que medie culpa alguna.

Por otro lado, aún cuando no mediara denuncia ni solicitud de indemnización por parte del paciente excluido, subsiste el problema en el orden ético, que debe ser resuelto dentro de los códigos deontológicos de los colegios profesionales, y en su defecto, de las asociaciones profesionales del sector, rigiéndose por sus disposiciones específicas. Para el radiofísico este código viene a recoger como principios generales el respeto a la persona, la protección de los derechos humanos, el sentido de la responsabilidad, la honestidad, prudencia y competencia de sus profesionales.

Como se ha justificado anteriormente, se debe llevar a cabo la dosimetría de los sujetos participantes. Por tanto, en el caso de que hubiese contaminación y/o irradiación, el especialista en protección radiológica, como responsable del control contra radiaciones de las personas expuestas, debe notificarlo y actuar en consecuencia. El caso se agravaría más si cabe si se sospechase que algún sujeto pudiese superar el límite anual para trabajador expuesto. La actuación del especialista en estos casos desvelaría la pertenencia de uno o varios sujetos a uno u otro de los grupos de estudio, y por tanto, causaría la ruptura parcial del ciego. Esto puede provocar que el

ECCA no alcance los resultados buscados, e incluso que se suspendiese el ensayo clínico.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se proponen algunas medidas prácticas que compatibilizan ambos aspectos: la necesidad de la protección radiológica cuando se utilicen radiofármacos y la importancia de mantener el doble ciego.

Por la peligrosidad que conlleva el uso de un fármaco emisor de radiación, es imprescindible en estudios de ECCA con radiofármacos la presencia del especialista en materia de protección radiológica. Dicho especialista debe ser el encargado del control de la contaminación, asignar procesos de descontaminación aleatorios, iniciar los procedimientos de descontaminación y llevar un seguimiento de la dosimetría del personal expuesto. Para ello sería altamente recomendable que el especialista en protección radiológica participase en el estudio como personal no ciego, ya que para llevar la dosimetría personal de los participantes, debe conocer la asignación de cada sujeto al grupo de tratamiento ó experimental, o al grupo de control. Todas las medidas realizadas deberán ser confidenciales hasta que el estudio finalice. Para ello, se recomienda que en los detectores de radiación empleados se inactive cualquier tipo de alarma sonora o visual, y se evite que las lecturas obtenidas sean visibles por el personal ciego.

Respecto al papel del especialista en protección radiológica el primer paso consiste en clasificar al personal ciego involucrado en el proceso en función del riesgo de contaminación como potencialmente contaminable o con poca probabilidad de contaminación. Se asignará aleatoriamente la aplicación de procedimientos de descontaminación al personal con alta probabilidad de contaminación. De este modo, el especialista puede actuar con total libertad en aquellos casos en los que realmente se produzca contaminación radiactiva. Las medidas de la dosimetría del personal expuesto implicado en el estudio es conveniente que sean confidenciales hasta la finalización del estudio. El personal implicado en el estudio debería renunciar a conocer los resultados de su dosimetría personal hasta que éste finalice. El especialista ha de asegurar que no se supera el límite anual para trabajador expuesto, por tanto, podría recomendar el traslado de un trabajador implicado del puesto de trabajo bien por razones de superación del límite de dosis o bien de forma aleatoria.

El segundo paso consiste en la descontaminación de las superficies o materiales involucrados en el proceso. Esto ha de hacerse de forma aislada por el especialista en protección radiológica. Éste debe acudir con el equi-

pamiento necesario para evaluar y realizar una posible descontaminación. En caso real de contaminación, el especialista debe asegurar la correcta descontaminación de la zona. Aleatoriamente, aunque no detecte presencia de contaminación, debería simular que sí la ha habido.

Por otro lado es importante que la actitud del especialista en protección radiológica sea neutral, en cuanto a su forma de proceder ante una situación real de contaminación o una simulación de la misma, para evitar que se infiera información por su actitud al personal ciego. De esta forma se consigue mantener el carácter ciego del estudio y se garantiza la protección radiológica de las personas implicadas en el estudio.

CONCLUSIONES

Existe una falta de bibliografía respecto a la forma de proceder en estudios clínicos controlados aleatorizados de doble ciego con radiofármacos desde el punto de vista de la protección radiológica.

El empleo de una técnica de enmascaramiento basada en la aleatoriedad del proceso de descontaminación en estudios de doble ciego con radiofármacos permite asegurar la protección radiológica del personal y del paciente, manteniendo el cegamiento del estudio.

REFERENCIAS

- [1] Investigator's Brochure. *Alpharadin* Injection (radium-223 chloride). ALGETA. Edición no 5. 20 de diciembre de 2007.
- [2] Patente de Invención PCT: WO 0040275. (13 de julio de 2000).
- [3] Real Decreto 223/2004 (2316), de 6 de febrero, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos. BOE. no 33, 7 de febrero de 2004. Páginas 5429-5443. Ministerio de Sanidad y Consumo.
- [4] Real Decreto 1841/1997 (27260), de 5 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en Medicina Nuclear. BOE no 303, 19 de diciembre de 1997. Páginas 37137-37143. Ministerio de Sanidad y Consumo.
- [5] Real Decreto 479/1993 (11806), por el que se regula los medicamentos radiofármacos de uso humano. BOE no 109, de 7 de mayo de 1993. Páginas 13687-13693.
- [6] Howell RW, Goddu SM, Narra VR, et al. Radiotoxicity of gadolinium-148 and radium-223 in mouse testes: relative biological effectiveness of alpha-particle emitters in vivo. *Radiat Res.* 1997;147. Páginas 342-348.
- [7] Real Decreto 783/2001 (14555), reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE no 178, de 26 de julio de 2001. Páginas 27284-27393. Ministerio de la Presidencia.

Protección del público y del medio ambiente

R.J. Pentreath

(Traducido por Almudena Real. CIEMAT)

Environmental Systems Science Centre, The University of Reading, Whiteknights, U.K.

Trabajo presentado en el Congreso IRPA-12. Buenos Aires. Argentina. Octubre 2008

RESUMEN

Este trabajo examina brevemente los sistemas y cuestiones que se han desarrollado en relación a la protección del público y del medio ambiente. El primero tiene una historia muy larga, aunque recientemente se han dado los pasos necesarios para asegurar que el sistema aplica a todas las situaciones de exposición existente y potencial y para que esté de acuerdo con los puntos de vista éticos y morales actuales en relación a los valores humanos. El último, sin embargo, sólo ha empezado recientemente a ser tratado de una forma estructurada, debido principalmente a la necesidad de asegurar que la protección del medio ambiente puede ser demostrada de forma explícita cuando sea necesario, o que cualquier daño potencial puede ser estimado de forma cuantitativa. Aunque éste sigue siendo un tema en evolución, necesita desarrollarse alrededor de alguna forma de estructura paralela a la existente para la protección de los seres humanos, aunque claramente en una escala diferente.

ABSTRACT

This paper briefly examines the frameworks and issues that have evolved with respect to the protection of the general public and the natural environment. The former has a very long history, although steps have been made recently to ensure that the framework is fully comprehensive with regard to all actual and potential exposure situations, and in line with current ethical and moral views with regard to human values. The latter, however, has only recently begun to be addressed in a structured manner, driven primarily by a need to ensure that protection of the environment can be explicitly demonstrated where necessary, or that any potential damage can be quantitatively estimated. This is still an evolving subject, but nevertheless needs to be centred around some form of parallel framework to that which has evolved for the protection of human beings, although clearly on a different scale.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, del inglés *International Commission on Radiological Protection*) [1] proporcionan un sistema de protección más inclusivo, para situaciones más allá del lugar de trabajo o de las situaciones específicas de medicina diagnóstica o terapéutica, al ampliar su objetivo principal de contribuir a un nivel de protección de las personas apropiado, a uno que incluye la protección del medio ambiente contra los efectos perjudiciales de la exposición a radiación, sin limitar de forma indebida las aplicaciones beneficiosas para el hombre que puedan estar asociadas a dicha exposición. Estas dos aproximaciones necesitan ser trazadas conjuntamente dentro de un sistema común de op-

timización del nivel de esfuerzo empleado en la protección. En cuanto a la salud de las personas, los objetivos de la ICRP son relativamente sencillos: dirigir y controlar las exposiciones a radiación ionizante de tal manera que se prevenga la aparición de efectos deterministas y los riesgos de efectos estocásticos se reduzcan a un nivel razonablemente alcanzable. Y, aunque no hay una definición universal sencilla o única de la protección del medio ambiente, variando el concepto de un país a otro y de una circunstancia a otra, el objetivo actual de la ICRP también incluye el prevenir o reducir la frecuencia de efectos perjudiciales de la radiación a un nivel en el que su impacto sería despreciable para el mantenimiento de la diversidad biológica, la conservación de especies, o la salud y el estado de los hábitats, las comunidades y los ecosistemas naturales.

Las nuevas Recomendaciones de la ICRP también incluyen mejoras en el sistema en lo relativo a situaciones en las que puede ocurrir una exposición a radiación. Por tanto, ha evolucionado desde la aproximación anterior, basada en procesos de prácticas e intervenciones, a una que se basa en las características de la situación de exposición a radiación. Así, actualmente la ICRP reconoce tres tipos de situaciones de exposición: *situaciones de exposición planificada*, que son situaciones que implican la incorporación y operación planificada de fuentes (e incluye situaciones que previamente se incluían como prácticas); *situaciones de exposición existente* que son situaciones de exposición que ya existen y en las que hay que tomar una decisión de control; y *situaciones de exposición de emergencia*, que son situaciones inesperadas, como las que pueden ocurrir durante la operación de una situación planificada, o como consecuencia de un acto maléfico o cualquier otra causa, las cuales requieren una atención urgente.

También ha habido algunos desarrollos para proporcionar recomendaciones sobre cómo puede hacerse la evaluación de las dosis al público, para determinar la conformidad con los valores establecidos y para ayudar en la toma de decisiones sobre el nivel de control de la exposición y ayudar a identificar acciones que se podrían llevar a cabo para reducir la exposición. De especial relevancia es la incorporación de nuevos conceptos sobre el uso de los niveles de referencia como ayuda durante el proceso de optimización, en situaciones de exposición tanto de emergencia como existentes.

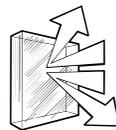
El concepto de optimización ha sido uno de los que más ha contribuido a mejorar las aproximaciones y prácticas de protección radiológica en los últimos años. Es un proceso iterativo que implica la evaluación de la situación de exposición, la selección de un nivel de restricción o de referencia apropiado, la identificación de las posibles opciones de protección y la elección e implementación de la mejor opción bajo las circunstancias predominantes. Por tanto, el uso del concepto de optimización para la protección de las personas plantea de forma natural cómo se debería optimizar el nivel de esfuerzo que debe emplearse en la protección del medio ambiente, o en proporcionar la garantía de que está suficientemente protegido, en cualquiera de las tres situaciones de exposición consideradas por la ICRP, alcanzando así el objetivo principal más amplio que tiene en la actualidad la Comisión. La ICRP ya ha manifestado con anterioridad [2] que considera que la mejor aproximación es aquella que sea similar a la desarrollada para la protección de las personas, basada en los mismos principios y en la misma base científica cuando sea pertinente. Esta aproximación aún se está desarrollando, tal y como se discute más adelante.

EL SISTEMA GENERAL DE PROTECCIÓN

La necesidad de una aproximación sistemática conjunta

La aproximación sistemática actual para la protección radiológica de las personas ha evolucionado a lo largo de muchos años, con objeto de gestionar situaciones en el contexto de exposiciones médicas, exposiciones ocupacionales y exposiciones de miembros del público. Está basada en el amplio conocimiento existente sobre los efectos de la radiación en los seres humanos, complementado con otros datos de estudios en animales. La ICRP intenta convertir todos estos datos, junto con sus errores, incertidumbres y lagunas en el conocimiento, en recomendaciones pragmáticas que sean útiles a la hora de tratar con dichas situaciones de exposición. Estas recomendaciones se basan en una serie de principios relacionados con la justificación de los orígenes y las razones para la exposición; la necesidad de limitar las dosis que podrían recibirse desde fuentes individuales, junto con los límites de dosis, cuando sean pertinentes, en relación a individuos; y la necesidad de optimizar el nivel de protección, tanto para la exposición de los individuos como de grupos de individuos y poblaciones, bajo una gran variedad de situaciones de exposición.

La ventaja de dicha aproximación extensa y sistemática es que, a medida que surge la necesidad de cambiar cualquier componente del sistema (como al adquirirse nuevos datos científicos, o cuando hay cambios en las actitudes sociales, o simplemente por la experiencia adquirida en su aplicación práctica) es posible considerar cuales serían las consecuencias de dicho cambio en cualquier otra parte del sistema, así como en el sistema en su conjunto. Un sistema de este tipo no funcionaría a menos que estuviera basado en una estructura numérica que contuviera algunos puntos clave de referencia, en particular con respecto a como relacionar de la mejor forma posible la exposición con la dosis, la dosis con los riesgos de efectos biológicos y las consecuencias de dichos efectos. Un paso clave para desarrollar este sistema científico fue la creación de una entidad previamente conocida como "Hombre de Referencia", el cual ha servido de herramienta conceptual y analítica para realizar muchos de los análisis numéricos de la ICRP y obtener las conclusiones pertinentes. Esta aproximación sistemática en la actualidad se ha ampliado para incluir un pequeño grupo de "Animales y Plantas de Referencia", que sirvan de base para producir y analizar datos numéricos, con objeto de proporcionar recomendaciones sobre la protección del medio ambiente.



La protección de las personas

Aproximación básica

Los objetivos para la protección de las personas son bastante claros y sencillos: gestionar y controlar las exposiciones a radiación ionizante de forma que se impida la aparición de efectos deterministas y se reduzcan los riesgos de efectos estocásticos a un nivel razonablemente alcanzable. Para lograr este objetivo, tenemos un sistema en el que la base científica que relaciona la exposición con la dosis y la dosis con los efectos, se examina, re-examina e interpreta por medio de una serie de "modelos" conceptuales y numéricos (figura 1). Este proceso comenzó con la creación de un "Hombre de Referencia", el cual ha evolucionado ahora hasta el "Individuo de Referencia" (hombre y mujer) y la "Persona de Referencia". El primero es una entidad masculina o femenina idealizada con características anatómicas y fisiológicas de referencia, tal y como la define la ICRP [3]. Se utilizan maniqués basados en imágenes tomográficas médicas, formados por píxeles de volumen tridimensional ("voxels"), para calcular la dosis absorbida media en un órgano o tejido y estas dosis se multiplican por factores de ponderación de la radiación para proporcionar las dosis equivalentes en el "Hombre de Referencia" y la "Mujer de Referencia". Está previsto desarrollar maniqués similares para la mujer embarazada, el feto y los niños. Sin embargo, para los propósitos de la protección radiológica, en la actualidad se piensa que es útil aplicar un único valor de dosis efectiva para ambos sexos. Esto se consigue derivando las dosis equivalentes para ór-

ganos o tejidos y promediándolas para ambos sexos para una "Persona de Referencia" ideal. Las dosis equivalentes se utilizan para calcular la dosis efectiva, multiplicándolas por los correspondientes factores de ponderación de tejido.

Un factor importante para derivar esta aproximación, es que la información disponible sobre los efectos de la radiación en humanos es suficiente como para poder diferenciar entre niveles de dosis que es probable que causen efectos deterministas y estocásticos. Los primeros (también denominados reacciones tisulares) se caracterizan por la existencia de una dosis umbral, además de un aumento en la gravedad de la reacción a medida que aumenta la dosis. Es poco probable que dichos efectos ocurran a dosis por debajo de 100 mGy. Los segundos, los efectos estocásticos, incluyen el desarrollo de enfermedades malignas y de efectos heredables, para los que la probabilidad de que ocurra un efecto (pero no su gravedad) se asume que es una función de la dosis, sin que exista un umbral y cuya incidencia se ha determinado principalmente a partir de estudios realizados en diversas poblaciones expuestas. La dosis efectiva se refiere a estos últimos efectos y no es apropiada para evaluar las reacciones tisulares. Se usa principalmente en las evaluaciones prospectivas de las dosis para la planificación y optimización de la protección y en las evaluaciones retrospectivas de las dosis para demostrar su conformidad con los límites de dosis, o bien para comparar las dosis con otros valores usados en optimización. Pero, no está basada en datos de personas individuales y por ello, en su aplicación general, no proporciona una dosis específica a un individuo, sino una dosis para una "Persona de Referencia" bajo una situación de exposición específica. Algunas veces, la dosis efectiva colectiva también se utiliza en el contexto de la optimización, para las exposiciones del público.

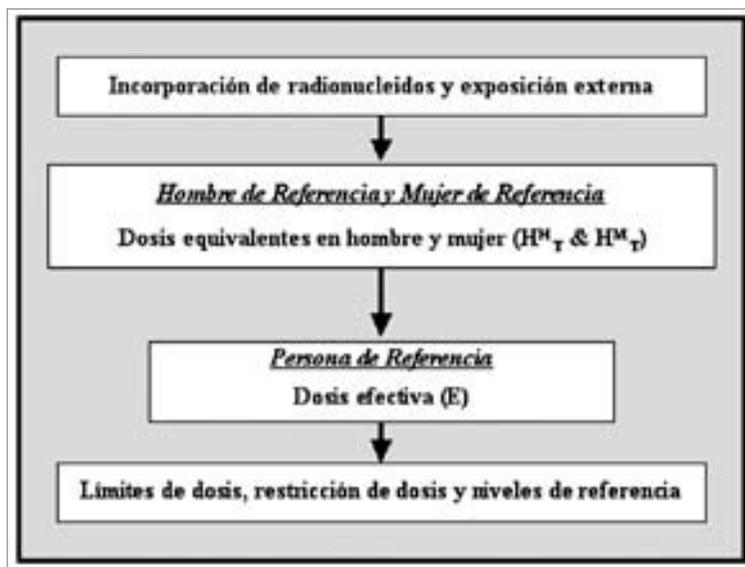


Figura 1. Pasos para derivar recomendaciones numéricas para la protección de las personas.

Límites de dosis y niveles de referencia

La ICRP recomienda un sistema de protección que no sólo incluya el uso de los límites de dosis, sino también el de las restricciones de dosis relacionadas con la fuente y los niveles de referencia. El objetivo de las restricciones y los niveles de referencia es el de servir como punto de partida a partir del cual las exposiciones se reducirían a dosis tan bajas como razonablemente sea posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. El valor elegido para una restricción o un nivel de referencia dependerá de las circunstancias de la exposición a considerar. En las situaciones de exposición planificada, también

existen restricciones de los riesgos, que tienen en cuenta las exposiciones potenciales.

El término "restricción de dosis" se usa como nivel de dosis en situaciones de exposición planificada (exceptuando la exposición médica de los pacientes). Se trata de una restricción prospectiva de la dosis individual, que sirve como límite superior de la dosis prevista en la optimización de la protección para esa fuente de exposición. Es, por tanto, un nivel de dosis por encima del cual es improbable que se optimice la protección y para el que, casi siempre, deben llevarse a cabo acciones. Las restricciones de dosis para situaciones planificadas representan un nivel básico de protección, siendo siempre menores que el límite de dosis pertinente. Para situaciones de exposición de emergencia o existente, la ICRP ha creado el término "nivel de referencia" (la diferencia en la terminología se ha mantenido para reflejar el hecho de que, en situaciones planificadas, la restricción en las dosis individuales se puede aplicar en la etapa de planificación, pudiéndose pronosticar las dosis, de tal forma que se asegure que la restricción no se sobrepase). En las otras situaciones, puede existir un rango de exposiciones más amplio, pudiéndose aplicar el proceso de optimización a niveles de dosis individuales iniciales por encima de los niveles de referencia.

Los valores numéricos para las restricciones y los niveles de referencia corresponden a tres bandas definidas, que aplican a las tres situaciones de exposición. Esos valores aluden a las dosis proyectadas a lo largo de un periodo de tiempo que debe ser apropiado para la situación considerada. Las restricciones para las exposiciones planificadas y los niveles de referencia para situaciones existentes, se expresan convencionalmente como una dosis efectiva anual (mSv por año). En el caso de las situaciones de emergencia, el nivel de referencia se expresará como la dosis residual total que recibirá un individuo como resultado de la emergencia, que el regulador planificará para que no sea excedida, bien de forma aguda (y que no se espera que se repita) o, en el caso de exposición prolongada, sobre una base anual.

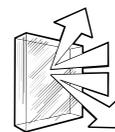
La primera banda, inferior o igual a 1 mSv, aplica a aquellas situaciones en las que los individuos reciben exposiciones (normalmente planificadas) que pueden no tener un beneficio directo para ellos, pero cuya situación de exposición puede ser beneficiosa para la sociedad en su conjunto, tales como la exposición de miembros del público en una operación planificada de una instalación nuclear. Las restricciones y los niveles de referencia en esta banda se seleccionarán para aquellas situaciones en las que exista información general, además de una vigilancia medioambiental, medidas o evaluaciones y en las que los

individuos puedan recibir información pero no formación. Las dosis correspondientes representarán un aumento marginal por encima del fondo natural y serán al menos dos órdenes de magnitud menores que el valor máximo para un nivel de referencia, proporcionando por tanto un nivel de protección riguroso.

La segunda banda, mayor de 1 mSv pero menor de 20 mSv, aplica a aquellas circunstancias en las que los individuos reciben beneficios directos de una situación de exposición. Las restricciones y los niveles de referencia en esta banda se fijan, con frecuencia, en circunstancias en las que hay vigilancia individual, medidas o evaluaciones de dosis o en las que los individuos reciben formación o información. Para el público, esto incluiría situaciones de exposición que impliquen niveles de radiación de fondo natural anormalmente altos, como puede ser el establecimiento de niveles de referencia para la mayor dosis residual planificada para el radón en viviendas.

La tercera banda, mayor de 20 mSv pero inferior a 100 mSv, aplica en situaciones poco usuales y, a menudo, extremas, en las que las acciones tomadas para reducir las exposiciones serían perturbadoras, tal como la reducción de las exposiciones en una emergencia radiológica. Los niveles de referencia (y a veces las restricciones, para exposiciones únicas inferiores a 50 mSv) también pueden fijarse en este rango, en aquellas circunstancias donde la situación de exposición mejora significativamente. El nivel de referencia establecido sería el correspondiente a la mayor dosis residual planificada en esa emergencia radiológica particular. La ICRP considera que una dosis próxima a 100 mSv justificará, casi siempre, una acción protectora. Además, las situaciones donde puede superarse la dosis umbral para efectos deterministas en órganos o tejidos relevantes, siempre requerirán una acción.

Una etapa necesaria para la aplicación del principio de optimización es la selección de un valor apropiado para la restricción de la dosis o el nivel de referencia. El primer paso es caracterizar la situación de exposición relevante en relación a la naturaleza de la exposición, los beneficios para los individuos y la sociedad de dicha situación, así como otros criterios sociales, y la viabilidad de reducir o prevenir las exposiciones. Esto bien puede plantear cuestiones de naturaleza moral y ética, además de cuestiones científicas y de gestión. No obstante, desde un punto de vista pragmático, el valor específico para la restricción o el nivel de referencia se necesita establecer mediante un proceso de optimización genérico que tenga en cuenta los atributos y preferencias nacionales o regionales además de, si es necesaria, una consideración de las recomendaciones internacionales y las buenas prácticas en otros lugares.



Conformidad a través de los "Individuos representativos"

Un miembro del público se define como aquel individuo que recibe una exposición que no es ocupacional ni médica. En general, especialmente para la exposición del público, cada fuente resultará en una distribución de dosis sobre muchos individuos. En el pasado, la ICRP ha usado el concepto de "grupo crítico" para caracterizar a los individuos que reciben la dosis, siendo éste representativo de las personas que reciben una exposición mayor en la población, aplicando las restricciones de dosis a la dosis media en el grupo crítico apropiado. A lo largo de varias décadas, se ha conseguido una experiencia considerable en la aplicación del concepto de grupo crítico, habiéndose desarrollado también las técnicas probabilistas. Por ello, la ICRP actualmente recomienda el uso de la "Persona representativa" para la protección radiológica del público [1].

La "Persona representativa" puede ser real o hipotética, pero los hábitos utilizados (por ejemplo, el consumo de alimentos, la localización, el uso de recursos locales) deben ser los típicos de un pequeño grupo de individuos, representativo de los más expuestos, y no considerar simplemente los hábitos extremos de un único miembro de la población. Se pueden considerar algunos hábitos extremos o inusuales, pe-

ro éstos no deben definir las características de las personas representativas consideradas.

Por tanto, los cálculos basados en las personas representativas se realizan para demostrar la conformidad, o no, con las diferentes restricciones de dosis, límites de dosis y niveles de referencia adecuados a la situación de exposición relevante, tal y como se indica en la figura 2.

Protección del medio ambiente

Aproximación básica

Comparándola con la protección de las personas, no existe una definición única, simple o universal de la protección del medio ambiente. El concepto difiere de un país a otro y de una circunstancia a otra. No obstante, existe una necesidad clara de tratar el tema de forma directa y transparente, no sólo para disipar la preocupación pública, en caso de que surja, sino también, cada vez más, para dar cumplimiento a las distintas formas de legislación regional y nacional, que requieren que la protección del medio ambiente se demuestre de forma explícita, independientemente de la protección de los seres humanos.

Evidentemente hay muchos obstáculos que superar en el intento de proporcionar recomendaciones sobre este tema.

Ante la falta de una definición clara de protección del medio ambiente, la ICRP ha adoptado el objetivo de prevenir o reducir la frecuencia de efectos perjudiciales producidos por la radiación hasta un nivel en el que tengan un impacto despreciable en el mantenimiento de la diversidad biológica, la conservación de especies, o la salud y el estado de los hábitats, las comunidades y los ecosistemas naturales. Por tanto, en términos generales, la consecución de dichos objetivos implica la necesidad de proteger a los animales y a las plantas al nivel de población, aunque en algunos casos, la legislación puede requerir que se considere la protección de los individuos (Esto no se limita necesariamente a especies "raras o en peligro de extinción", como se piensa a menudo, sino que simplemente puede estar relacionado con el "valor" que da una comunidad a una determinada especie o grupo de animales y plantas, o dicho de otra forma, que les "gustan" y no quieren verlas dañadas). Sin embargo, en contraste con la situación de la protección del público, en la que los valores para protegerlos a nivel individual se derivan principalmente



Figura 2. Relaciones existentes entre los distintos puntos de referencia para la protección del público.

de estudios en "poblaciones" expuestas, la mayoría de los datos disponibles para proteger a los animales y plantas a nivel de población derivan de estudios en pequeños grupos de individuos. De este modo, hay pocos datos sobre efectos estocásticos, excepto en mamíferos pequeños y, en todo caso, los efectos de interés pueden agruparse mejor en aquellos que los afectarían al causarles una mortalidad temprana (acortamiento del tiempo de vida), morbilidad en algunos casos, reducción de la capacidad reproductora (bien vía efectos en fertilidad o fecundidad) y daño cromosómico.

La base científica de los efectos de la radiación en la biota es pobre y no se ha derivado dentro de ninguna estructura. No obstante, existe la necesidad de interpretar lo mejor posible la información que existe, para convertirla en algún tipo de modelo conceptual, tal y como se ha hecho para la protección de las personas, y establecer un sistema que incentive el trabajo a realizar en el futuro para complementar, apoyar y completar el conocimiento existente. Por ello, la ICRP actualmente se ha embarcado [2] en el ejercicio más modesto de crear el equivalente al "Hombre de Referencia" para la protección del medio ambiente, mediante el desarrollo de un sistema en el que la base científica que relaciona exposición con dosis y dosis con efectos, para un número limitado de distintos tipos de animales y plantas, pueda ser examinado, re-examinado e interpretado mediante "modelos" conceptuales y numéricos basados en un grupo de "Animales y Plantas de Referencia" (RAPs del inglés Reference Animals and Plants), además de sus "modelos de maniqués dosimétricos" de referencia, valores de referencia, etc., junto con lo que se sabe sobre los efectos de la radiación en estos tipos de animales y plantas [4]. La idea es que, estableciendo dicho grupo, puedan existir en el futuro interacciones entre dichas relaciones, a medida que surjan nuevos datos y los RAPs han sido elegidos teniendo en mente esta necesidad. También se considera necesario entender primero estas interrelaciones con cierto detalle para unos pocos tipos bióticos, antes de intentar generalizar a través de todos los tipos de animales y plantas.

Pero, ¿Cuál debe ser la naturaleza de estas recomendaciones? Está claro que es inapropiado establecer límites de dosis generalizados, pero, obviamente, se necesita alguna forma de orientación numérica para ayudar en la toma de decisiones para la gestión, en las tres categorías de situaciones de exposición que considera la ICRP. Esto es especialmente importante para evitar que se realicen esfuerzos innecesarios, como en el caso de la mayoría de las situaciones de exposición normal, o para asegurar que los limitados recursos disponibles se usen de la mejor forma posible en situaciones de exposición de emergencia o en algunos casos

existentes. En otras palabras, también hay una necesidad de disponer de algún conjunto de valores de "referencia" para optimizar el nivel de esfuerzo empleado en la protección del medio ambiente. Estos valores han de estar en consonancia con el nivel de riesgo de cualquier daño que probablemente ocurra, así como con el resultado deseado de cualquier acción adoptada y los recursos que puedan estar disponibles. También es importante asegurar que la aproximación adoptada sea compatible con otras aproximaciones utilizadas para proteger el medio ambiente frente a otros impactos del hombre, en particular de los derivados de actividades similares a las relacionadas con las industrias nucleares. Por lo tanto, quizás este tipo de recomendaciones pueden ser enmarcadas mejor dentro del conjunto que se ha denominado "Niveles de consideración (de referencia) derivados" (DCL, del inglés "Derived Consideration Levels")

Teniendo en cuenta la limitada cantidad de información disponible y la envergadura de la tarea de proteger el medio ambiente, la ICRP ha considerado un pequeño grupo inicial de RAP, que incluye animales y plantas típicas que se encuentran en los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce. No hay un algoritmo perfecto para llevar a cabo dicha selección, pero necesariamente hay que hacerla. La selección se ha basado en una serie de criterios, que incluyen: que se disponga de una cantidad de información radiobiológica razonable de ellos, incluyendo datos sobre los posibles efectos de la radiación; que sean susceptibles de poder realizar trabajos de investigación con ellos en el futuro, con objeto de obtener los datos que falten o que sean imprecisos, particularmente en lo referente a los efectos de la radiación; que se considere que son representantes típicos de la fauna y flora de ecosistemas particulares; que sea probable que estén expuestos a la radiación procedente de un rango de radionucleidos en una situación dada, tanto como resultado de la bioacumulación y la naturaleza de sus entornos, así como por la duración de su vida, su ciclo de vida y de la biología general en conjunto; que sus ciclos de vida sean probablemente de alguna relevancia para evaluar las dosis o las tasas de dosis totales y permitan que se produzcan diferentes tipos de respuestas dosis-efecto; que exista una posibilidad razonable de poder identificar fácilmente y sin ambigüedades, cualquier efecto que pudiera estar relacionado con la exposición a radiación; y que tengan algún tipo de repercusión pública o política, de tal manera que tanto los que toman las decisiones como el público sean capaces de saber de que organismo se trata, en lenguaje cotidiano. Los RAPs seleccionados son, esencialmente, organismos representativos de regiones templadas, ya que no hay suficiente información disponible sobre los tipos tropicales o de otros climas.

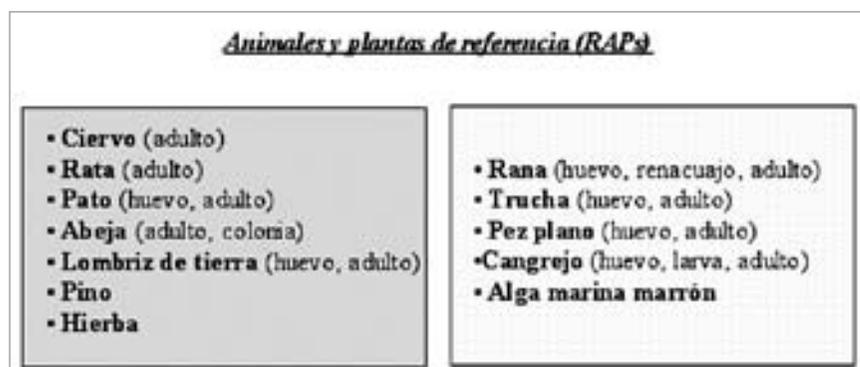
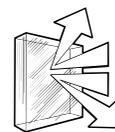


Figura 3: Grupo de RAPs que se ha seleccionado, como base preliminar para explorar las relaciones existentes entre exposición y dosis y dosis y efectos, para diferentes tipos de animales y plantas.

Una consideración adicional ha sido el nivel de generalización a adoptar y, por tanto, la forma de describir mejor los animales y plantas de referencia seleccionados, teniendo en cuenta que la intención no ha sido seleccionar especies particulares, pero, del mismo modo, tampoco ha sido generalizar hasta un punto en el que las características de los tipos seleccionados tuvieran poco significado biológico. El nivel de clasificación biológica más útil parece ser el de Familia. Así, un animal o planta de referencia es una entidad hipotética, con las características biológicas básicas que se asumen para un tipo particular de animal o planta, tal y co-



Figura 4: Pasos para derivar recomendaciones numéricas para la protección del medio ambiente.

mo se describe para la generalidad del nivel taxonómico de familia, con propiedades anatómicas, fisiológicas y de ciclo vital que puedan ser utilizadas con el propósito de correlacionar exposición con dosis y dosis con efectos, para ese tipo de organismo vivo. El grupo considerado en la actualidad se muestra en la figura 3. Una complicación adicional a tener en cuenta es que, para relacionar la exposición con la dosis, ha sido ne-

cesario, en muchos casos, considerar diferentes estados del ciclo vital, no sólo por las marcadas diferencias en tamaño, sino también porque se pueden dar diferentes estados del ciclo vital en diferentes ecosistemas. Así, por ejemplo, un pato adulto puede vivir la mayoría de su vida en el agua, pero pone sus huevos en tierra; o mientras que una rana adulta puede pasar la mayoría de su tiempo en tierra, sus huevos y renacuajos viven en el agua. Dichos factores, teniendo además en cuenta el hecho de que algunos organismos viven sobre el suelo mientras que otros viven dentro del suelo, son por tanto suficientes para producir un rango considerable de complejidad con fines dosimétricos, incluso con un grupo sencillo de doce tipos bióticos.

Por tanto, puede considerarse que los animales y plantas de referencia juegan un papel similar, aunque más simple, al de la familia del "Hombre de referencia" de la figura 1, para así derivar alguna forma de recomendaciones numéricas, que puedan ayudar en la toma de decisiones con relación a las tres situaciones de exposición, tal y como se muestra en la figura 4. Sin embargo, una diferencia importante es que, hasta el momento, no se ha hecho ningún intento de considerar factores de ponderación de la radiación o de tejido (a pesar de que la eficacia biológica relativa, RBE, está razonablemente bien estudiada en algunos mamíferos de pequeño tamaño) y que los efectos biológicos de interés se clasifican de forma diferente a los observados en humanos.

Niveles de consideración (de referencia) derivados para la protección del medio ambiente

En general, son necesarias dosis muy altas para matar a los animales y las plantas, aunque es difícil comparar los datos más allá de en los

mamíferos (para los que están en el rango de 1 a 10 Gy), ya que los experimentos se han realizado de muchas maneras diferentes y en escalas de tiempo de alguna forma arbitrarias.

No obstante, se pueden identificar rangos de dosis que tienen diferentes efectos, como la mortalidad de embriones, una reducción en la fertilidad y así sucesivamente, aunque no siempre está claro donde se encuentran los umbrales, si es que existen. Sí es razonable pensar que serán necesarias tasas de dosis de entre 0,1 y 1 mGy por día, para que exista la posibilidad de que se pueda observar algún tipo de efecto en vertebrados superiores (y pinos), entre 1 y 10 mGy por día para vertebrados inferiores, y entre 10 y 100 mGy por día para diversos invertebrados. Estos valores son entre dos y cuatro órdenes de magnitud superiores a sus respectivas tasas de dosis debidas al fondo natural, pero se podrían alcanzar en algunas situaciones de exposición.

Por lo tanto, es útil considerar estos valores como puntos de partida para una consideración más detallada que forme parte de las acciones de gestión que se deban llevar a cabo en ciertas circunstancias, o su utilidad como puntos de referencia ("benchmarks") para asegurar que no hace falta llevar a cabo ninguna acción, particularmente si también se compara con sus tasas de dosis de fondo típicas.

Organismos representativos

El resultado más importante de utilizar los animales y plantas de referencia será, por lo tanto, un grupo de valores de

dosis de "referencia" que ayude en la toma de decisiones en diferentes situaciones de exposición. Pero, al igual que en la protección de las personas, aunque los individuos "Hombre de referencia" y "Mujer de referencia", y el valor promediado para ambos sexos "Persona de referencia", se podrían utilizar en situaciones de exposición hipotéticas, la conformidad con las recomendaciones de la ICRP se alcanza a través de la "Persona representativa", que refleja de forma más precisa la situación de exposición real o potencial de los miembros del público, aunque muchos de los valores numéricos derivados para los individuos de referencia se usan para calcular la exposición de la persona representativa. Lo mismo aplica al medio ambiente, por lo que animales y plantas definidos de forma más precisa se podrían utilizar como organismos representativos (figura 4). Teniendo en cuenta el hecho de que los RAPs se definen como generalizaciones a nivel de familia, esto permite que puedan utilizarse miles de especies como ejemplos, siendo compatibles con las hipótesis hechas para los 12 RAPs.

De hecho, los pasos necesarios para crear tales organismos representativos ya han sido dados mediante el concepto de diversos organismos de referencia, como en el caso del programa FASSET [5] (estos organismos se deberían quizás denominar ahora "organismos representativos"), o en las distintas técnicas de cribado desarrolladas para ser aplicadas a diferentes lugares o situaciones de exposición [6]. Por supuesto, en algunos países, estos "organismos representativos" no se han desarrollado en absoluto, por lo que los RAPs de la ICRP se podrían utilizar como organismos representativos "por defecto", como en algunos casos de FASSET, ya que es probable que animales y plantas similares a los RAPs se encuentren en la mayoría de las situaciones de exposición en todo el mundo.

Aplicaciones actuales y potenciales

La aplicación de esta aproximación de animales y plantas de referencia podría consistir simplemente en asegurar al público que no existe la necesidad de preocuparse sobre las descargas en el medio ambiente (como es probable que suceda en la mayoría de las situaciones de exposición normal relacionadas con grandes instalaciones nucleares), o para tratar las preocupaciones específicas de ciertos grupos interesados, como son los responsables de la gestión pesquera, o de la conservación de la naturaleza. Sin embargo, en otros casos puede ser



Figura 5: Relaciones conceptuales entre un grupo de animales y plantas de referencia y sus ecosistemas.

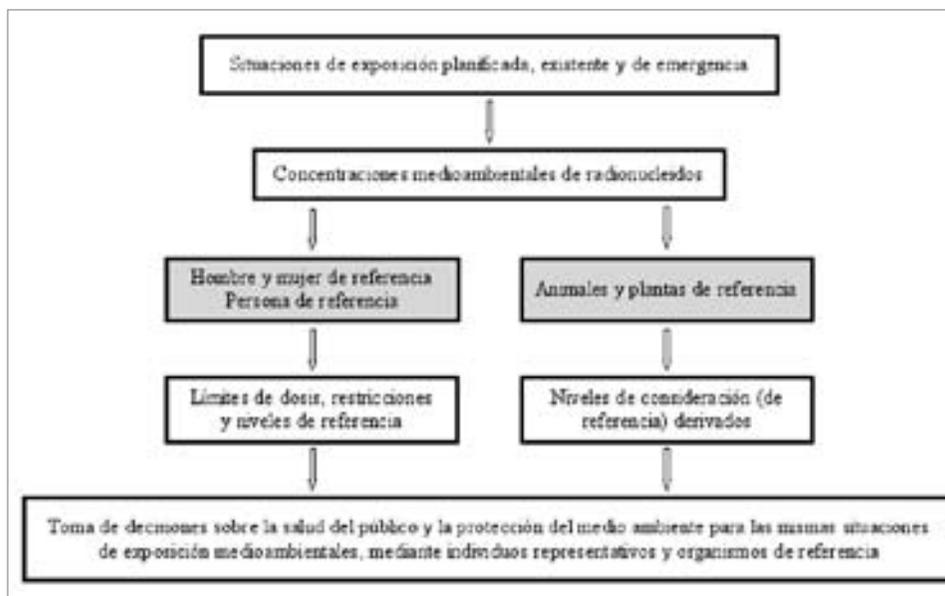


Figura 6: Esquema de la aproximación para la protección tanto del público como del medio ambiente en relación a cualquier situación de exposición.

necesario un uso más metódico de esta aproximación. Existe una preocupación creciente por parte de los planificadores en cuanto a la necesidad de considerar las posibles consecuencias medioambientales de un accidente o incidente. En estos casos la aproximación RAP se podría utilizar para, por ejemplo, comparar la idoneidad de diferentes emplazamientos para la construcción de nuevas instalaciones nucleares, en vez de considerar sólo las exposiciones potenciales a las personas, que podrían ser similares. Sin embargo, un desafío probable será determinar como un grupo tan reducido de RAPs se podría utilizar para proteger a los ecosistemas en su conjunto. El uso de sólo doce tipos de RAPs es una forma pragmática de hacerlo, lo cual no implica una falta de interés por otros tipos bióticos, o por el medio ambiente en su conjunto (uno no podría "proteger" cualquiera de estos tipos bióticos sin conservar también los hábitats en los que viven). Pero, es imposible tener conocimiento de todas las especies de cualquier ecosistema y, además, la evaluación del estado de dichas áreas se realiza, con frecuencia, estudiando un sub-grupo de sus componentes. En la figura 5 se muestra una posible relación conceptual. Sin embargo, un punto clave a tener en cuenta, es que debido a que casi toda la información disponible sobre efectos biológicos de la radiación procede de grupos pequeños de individuos, si el objetivo es proteger una población, también será necesario evaluar la fracción de la población de interés que está expuesta a dichos niveles de radiación, lo cual variará de un caso a otro.

CONCLUSIONES

El sistema para la protección del público es muy sofisticado y su desarrollo ha llevado décadas. En contraste, el sistema para ayudar a gestionar los efectos actuales o potenciales de la radiación en el medio ambiente sigue estando "en pañales". En sus nuevas recomendaciones, la ICRP ha introducido un sistema más comprensible para optimizar la protección de las personas respecto a todas las situaciones de exposición. Es más que apropiado empezar también a desarrollar un sistema paralelo para

optimizar el esfuerzo necesario para proporcionar la confianza de que el medio ambiente también se puede proteger en las mismas situaciones de exposición, tal y como se indica en la figura 6. Para ello será necesario tener destreza y paciencia, pero tras más de una década de discusión, ahora es el momento de poner en práctica dicho sistema.

REFERENCIAS

1. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Pergamon Press, Oxford and New York, 2007**.
2. International Commission on Radiological Protection. A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-Human Species. Publication 91. Pergamon Press, Oxford and New York, 2003.
3. International Commission on Radiological Protection. Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection. Publication 89. Pergamon Press, Oxford and New York, 2002.
4. Pentreath, R.J. Concept and use of reference animals and plants. In: Protection of the Environment from the Effects of Ionising Radiation. IAEA-CN-109, IAEA, Vienna, 411-420; 2005.
5. Larsson, C.M. The FASSET Framework for assessment of environmental impact of ionising radiation in European ecosystems- an overview. J. Radiol. Prot. 24: A1-A12; 2004.
6. Radioecology and Environmental Radioactivity. Proceedings of the 2008 Bergen Conference, 2 vols. Norwegian Radiation Protection Authority, 2008.

** La Sociedad Española de Protección Radiológica en colaboración con la APCNEAN (Argentina) han traducido al español la publicación 103 de ICRP. Más información en www.sepr.es

Crterios y metodología en intervencin postaccidental

Milagros Montero, José Gutiérrez

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT

RESUMEN

Se presenta una aproximación conceptual para mejorar la gestión del riesgo radiológico de una contaminación ambiental. Primero, se realiza una revisión de las aproximaciones y criterios de evaluación, propuestos al respecto en las recomendaciones y normas internacionales. Para las denominadas situaciones de exposición en emergencia, se identifican niveles genéricos, en términos de dosis impartida (niveles de referencia) o dosis evitada por una intervencin (niveles de intervencin). Para las denominadas situaciones de exposición existentes, hay coincidencia sólo en los conceptos y aproximación metodológica sin que se haya alcanzado consenso general en la adopción de valores numéricos. La segunda parte resume una propuesta metodológica para adaptar los sistemas existentes de predicción y ayuda a la decisión a los criterios radiológicos obtenidos de la revisión efectuada. La metodologia evalúa la significación radiológica de situaciones de contaminación mediante comparación con niveles genéricos relativos a intervencin y la sensibilidad del impacto radiológico frente a diferentes caracteristicas del escenario de intervencin. Su capacidad predictiva se ha confirmado resolviendo casos ejemplo, representativos de diferentes escenarios de contaminación. Por razones de extensión, descripción completa de la metodologia y los resultados de su aplicación no se incluyen en este artículo, aunque se prevé su publicación en un próximo número.

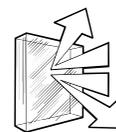
ABSTRACT

A conceptual approach for improving the management of the radiological risk due to an environmental contamination is presented. The paper firstly reviews the approaches and criteria, related to intervention, proposed in the international recommendations and norms. For the so called emergency exposure situations, generic levels, in terms of imparted dose or avoided dose due to intervention, are identified. For the existing exposure situations, only coincidence in the concepts and methodological approach exist but a general consensus in adopting numerical values has not been still reached. The second part summarizes a methodological approach to adapt the existing prediction and aiding decision systems to the radiological criteria obtained from the review. The methodology assesses the radiological significance of the contamination situation by comparing with generic levels in intervention and, also, the sensibility of the radiological impact in relation to different characteristics of the intervention scenario. The prediction capability of this methodology has been demonstrated by facing several cases study, representing different contamination scenarios. The whole description of the methodology and the cases study results are not included because it would make the paper too long. The authors have the intention of publishing these results in a next issue of this Journal.

INTRODUCCIÓN

La experiencia adquirida en la respuesta a la emergencia ha demostrado la importancia de disponer de un sistema de emergencias eficiente, que incluya planificación, procedimientos y criterios operacionales internamente consistentes. La carencia de estos componentes en el sistema de emergencia podra conducir a consecuencias radiológicas y no radiológicas importantes. El establecimiento de criterios y guías, acordados internacionalmente, en el plan anticipado de respuesta a la emergencia es muy importante y contribuira a evitar confusión y desconfianza entre la población y severas consecuencias socioeconómicas y políticas.

Actualmente, las aproximaciones internacionales para la preparación de la respuesta a la emergencia se orientan hacia el establecimiento de una estrategia global de gestión. Ello implica, en primer lugar, preestablecer los objetivos (resultados específicos) que se pretenden obtener con la respuesta a la emergencia. A continuación, se formula la estrategia de respuesta, que, en base a los principios de intervencin, establecerá los requisitos a cumplir [1]. El paso siguiente es disponer de un sistema metodológico capaz de evaluar el cumplimiento de dichos requisitos y de proporcionar la respuesta más eficiente y efectiva para la consecución de los objetivos preestablecidos. Este enfoque se reflejó en un acuerdo de la comunidad internacional respecto al



establecimiento y uso de estándares para la preparación y respuesta a las emergencias radiológicas y nucleares [2].

Las decisiones que se tomen para la consecución de estos objetivos pueden tener implicaciones sanitarias, económicas, agrícolas, comerciales, políticas etc. a largo plazo. Por lo tanto, habrá que incorporar, a las configuraciones actuales de respuesta a corto y medio plazo, una estrategia a largo plazo [3], lo suficientemente flexible para poder seleccionar, entre la variedad de escenarios posibles de intervención que se planteen, los escenarios más adecuados para alcanzar, no sólo la mitigación o eliminación de las consecuencias inmediatas del evento radiológico o nuclear, sino una rehabilitación sostenible de las condiciones de vida en la zona afectada.

Los criterios sobre niveles genéricos y los planes de actuación deberán ser desarrollados, anticipadamente, por las organizaciones nacionales de respuesta a la emergencia. Estos planes y criterios deben cubrir todos los aspectos necesarios de los procesos de evaluación, decisión e intervención que tienen que aplicarse durante todas las fases de la respuesta a la emergencia [4] y serán adecuados a la mayoría de posibles accidentes o incidentes que puedan darse, aunque deben mantener la suficiente flexibilidad para ser modificados si la situación real lo requiriese. Los niveles de intervención operacionales dependerán de las circunstancias nacionales aunque serán comparables con los objetivos de protección establecidos internacionalmente. Los niveles de intervención operacionales, específicos del escenario, se derivarán a partir de parámetros que puedan medirse directa y fácilmente durante las emergencias. Sea cual fuere la organización nacional de la respuesta en emergencias nucleares o radiológicas [5], además, deberá existir un grupo con una serie de responsabilidades en las actuaciones de recuperación que incluirán la caracterización (extensión y naturaleza de la contaminación ambiental), identificación de opciones potenciales y estrategias de actuación, incluida la disposición de los residuos generados, estableciendo prioridades e identificando escalas temporales y costes de las diferentes opciones a considerar. La prioridad actual de I+D se centra en la adecuación del conocimiento y desarrollo obtenidos al sistema de ayuda a la toma de decisión, contemplado en los planes y políticas de las diferentes organizaciones de respuesta nacional, regional o internacional y su aplicación al proceso de preparación a la emergencia.

Prácticamente todos los estándares internacionales y nacionales sobre protección radiológica están, en la actualidad, basados en las recomendaciones y principios establecidos en la Publicación 60 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) [6]. En 2007, se aprobaron

y publicaron las nuevas recomendaciones de la CIPR [7], que revisan y complementan las formuladas previamente. El Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) está utilizando las nuevas recomendaciones como contribución principal en su proyecto de revisar las habitualmente llamadas Normas Básicas de Seguridad (NBS). De igual manera, la Comisión Europea las utiliza como contribución principal en la revisión de sus Normas Básicas de Seguridad Europeas.

MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO

El planteamiento general del sistema de protección establecido por la CIPR [7] parte de considerar los procesos que originan las exposiciones de los individuos, grupos o poblaciones enteras, tanto en el presente como en el futuro, como una red de sucesos y situaciones en la que cada parte de la red comienza en una fuente. La radiación o el material radiactivo se trasfiere a través de una serie de vías dando lugar a la exposición de los individuos y originando, finalmente, dosis a esos individuos. La actuación sobre cada fuente (cuando ésta es razonablemente controlable), o sobre las vías de exposición que conducen a dosis recibidas por los individuos garantizaría la protección frente a dicha fuente.

En el sistema revisado de protección [7], las recomendaciones de la CIPR evolucionan, desde el enfoque anterior basado en el proceso ("*prácticas*", procesos que agregan dosis e "*intervenciones*", procesos que reducen dosis), a una aproximación basada en las características de tres posibles tipos de situación, denominadas como de "*exposición planificada*", "*exposición de emergencia*" y "*exposición existente*". Las situaciones de exposición de emergencia o exposición existente pueden requerir una intervención, definida como [6] "*una actuación que tiene por objeto reducir o evitar la exposición o probabilidad de exposición debida a fuentes que no forman parte de actividades reguladas o que se han originado como consecuencia de un accidente*". En una intervención, las fuentes, vías de exposición e individuos expuestos están presentes antes de que se tome cualquier decisión y, en general, la intervención no puede actuar sobre la fuente que origina la situación de exposición, sino que ha de realizarse sobre el medio ambiente o sobre el público. En ningún caso, los límites de dosis o restricciones establecidos para exposiciones planificadas determinan si una intervención debe o no realizarse puesto que ello podría implicar medidas desproporcionadas respecto al beneficio alcanzable. Cualquier intervención debe cumplir los requisitos básicos de justificación y optimización. La CIPR revisa la forma de aplicar los principios de justificación y optimización a estas situaciones, de forma que se obtenga el mejor nivel de

protección posible bajo las circunstancias preponderantes en cada momento. Para ello se establece un nivel de referencia, que representa el nivel de dosis o riesgo por encima del cual, con carácter general, se considera inapropiado que ocurran exposiciones. Cualquier estrategia de intervención que se planea utilizar debe reducir las exposiciones por debajo de ese nivel, incluyendo a continuación un proceso de optimización que posibilite la reducción de la exposición hasta la situación óptima (figura 1).

Los criterios numéricos recomendados por la CIPR en su Publicación 60 [6], para las situaciones allí denominadas de intervención, permanecen válidos para las actualmente denominadas situaciones de exposición de emergencia y exposición existente, de forma que pueden ser considerados niveles de referencia, a menos que específicamente se señale lo contrario. Las nuevas recomendaciones proporcionan orientación sobre el proceso de selección de nuevos valores, identificando tres bandas de niveles de referencia en función de las características de la situación de exposición. El valor específico apropiado a la situación que se analice se establecerá, entonces, mediante un proceso de optimización genérico que tenga en cuenta los atributos y preferencias nacionales o regionales, considerando, además, las recomendaciones internacionales y criterios de buena práctica en otros lugares. Una interpretación esquemática de la aplicación de este sistema de niveles de referencia a las diferentes situaciones de exposición que pueden requerir intervención se representa en la figura 2.

El proceso de optimización actúa siempre por debajo del nivel de referencia. Las situaciones de exposición involucran,

a menudo, múltiples vías de exposición lo que significa que habrá que considerar estrategias de protección que incluyan varias acciones protectoras (opciones de intervención) diferentes. Después de la implementación de cada acción protectora, el nivel residual de dosis que subsiste se consideraría como nuevo nivel de referencia para continuar, en su caso, el proceso de optimización.

Resulta cada vez más evidente que la decisión de intervención y su alcance debe ser el resultado de la cooperación entre expertos en protección radiológica y expertos en otros aspectos (sociales, económicos, psicológicos, etc.), junto con los representantes de los grupos de población directamente afectados por las medidas a tomar [8]. La dosis individual evitable por las distintas actuaciones, así como el número de personas afectadas y la dosis individual residual serían los aspectos radiológicos principales a considerar en la toma de decisión. La magnitud dosis efectiva colectiva es la herramienta de la optimización, para comparar acciones protectoras aplicables. En las situaciones de exposición existentes, es igualmente importante conseguir el retorno lo más rápidamente posible a las condiciones de vida normales, lo que implica la consideración, no sólo de las consecuencias esperables de implementar una estrategia (dosis evitables, costes, medios necesarios, duración probable, perturbación social etc.) sino, también, de como la estrategia propuesta contribuirá a restablecer la normalidad. En todo caso, siempre que se analice un caso de intervención, es imprescindible establecer el nivel de dosis o el nivel de cualquier otra magnitud directamente medible (niveles de referencia), sobre el que se puedan basar las decisiones.

Las autoridades nacionales pertinentes tendrán un papel importante en la selección de los valores para niveles de referencia. En España, el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI) [9] señala al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) como responsable del establecimiento de niveles indicadores de la necesidad de intervención, es decir, niveles genéricos de intervención. En el apartado c del artículo 58 se indica: "...El Consejo de Seguridad Nuclear establecerá niveles de intervención que constituirán indicaciones para determinar en qué situaciones es adecuada una intervención". También, en

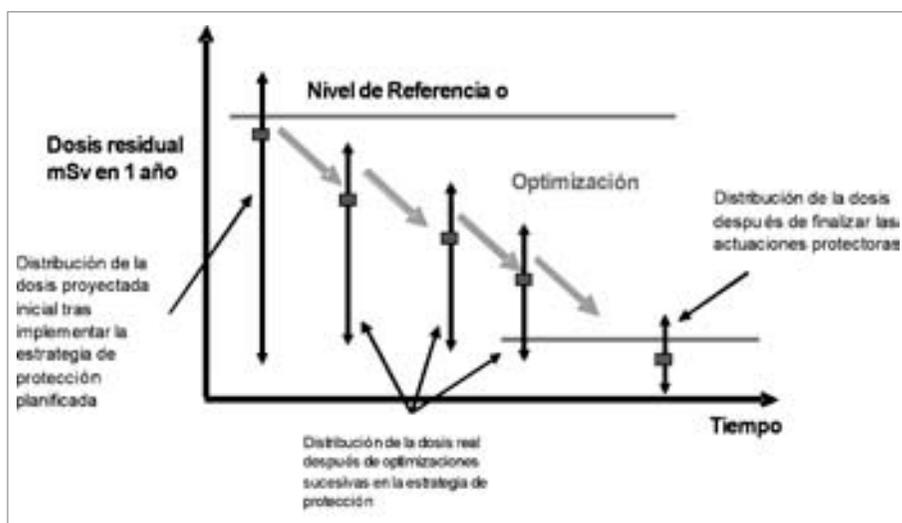


Figura 1: Esquema de la estrategia de intervención en situaciones de exposición en emergencia y existentes (Fuente: CIPR).

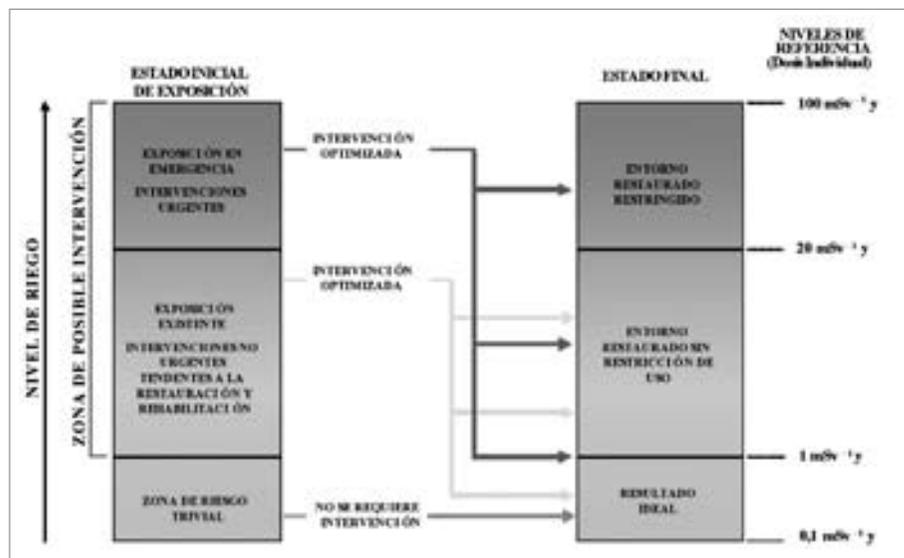
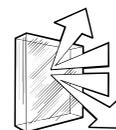


Figura 2: Esquema de aplicación del sistema de niveles de referencia CIPR a las situaciones de exposición que pueden requerir intervención.

el artículo 59, se indica que “Las actuaciones a llevar a cabo en los casos de emergencia radiológica en centrales nucleares de potencia serán las establecidas en los planes de emergencia interior de las mismas, así como en los correspondientes planes de emergencia exterior de Protección Civil, derivados del Plan Básico de Emergencia Nuclear” y “Para el resto de las instalaciones nucleares y radiactivas y para otras actividades distintas de las anteriores, las actuaciones a llevar a cabo serán las establecidas tanto en los planes de emergencia interior o de autoprotección de cada instalación o actividad, como en los planes de emergencia radiológica derivados de las directrices básicas de planificación y otras normas de Protección Civil que correspondan”.

Situaciones de exposición en emergencia

Las situaciones de exposición de emergencia, según se definen en las nuevas recomendaciones CIPR [7], son situaciones inesperadas, como las que pueden sobrevenir durante la operación de una situación planificada o de un acto malévolo, que demandan una atención urgente para evitar o reducir las posibles consecuencias indeseables. La exposición en emergencia debe estar planificada de manera anticipada y, con independencia de su origen, si se produce, habrá una activación inmediata del plan preestablecido. También se establece en [7] que, en estas situaciones, la optimización deberá usarse ya en la fase de planificación, para determinar los niveles de referencia en que basar la intervención,

aunque, en la situación real, se aplicará de modo flexible para tener en cuenta las circunstancias predominantes. Estos niveles de referencia estarán comprendidos en una banda entre 20 y 100 mSv por año, en función de la situación. La preparación para la emergencia debería incluir también la planificación de la implementación de las estrategias optimizadas de protección, que tienen como propósito reducir las exposiciones por debajo del valor del nivel de referencia seleccionado, si la emergencia llegara a ocurrir. Durante la respuesta a la emergencia, el nivel de referencia actuaría como patrón de comparación para evaluar la eficacia de las acciones

protectoras y como dato de entrada en la necesidad de establecer acciones adicionales.

El OIEA, en sus NBS [10], recomienda identificar un nivel de dosis próximo al que podría producir efectos deterministas graves, para el cual la intervención estaría casi siempre justificada. Puesto que el umbral de efectos deterministas varía entre individuos y circunstancias, lo más útil es adoptar, en la planificación de la respuesta a las emergencias, valores umbrales inferiores a los de efectos biológicos conocidos. También, las NBS marcan directrices para el establecimiento de niveles de intervención para exposiciones en emergencia. Teniendo en consideración estas directrices, las NBS establecen los siguientes niveles de intervención genéricos optimizados, que pueden tomarse como punto de partida para establecer los criterios a tener en cuenta en la decisión de seleccionar niveles de intervención para casos de exposición en emergencias:

- Confinamiento: dosis promedio individual evitable de 10 mSv en un periodo de confinamiento no superior a 2 días.
- Profilaxis con yodo: dosis equivalente evitable (promedio individual) al tiroides de 100 mGy .
- Evacuación temporal: dosis promedio individual evitable de 50 mSv en un periodo de confinamiento no superior a una semana.
- Reubicación temporal: dosis evitable de 30 mSv en el primer mes y 10 mSv en el siguiente mes.
- Reasentamiento permanente: cuando no se prevea que la dosis acumulada esperada en un mes descienda por debajo de 10 mSv después de uno o dos años de inicia-

do el traslado temporal o cuando la dosis proyectada en toda la vida supere 1 Sv.

En España, los niveles genéricos de intervención establecidos por el CSN en el PLABEN [11] se refieren a “medidas de protección urgentes”, como confinamiento, profilaxis con yodo y evacuación, y los valores numéricos coinciden con los citados anteriormente para las NBS. Además se identifican otras medidas de protección urgentes complementarias de las anteriores, como control de accesos, autoprotección ciudadana y autoprotección de personal de intervención, estabulación de animales, descontaminación de personas, etc. La adopción de restricciones al consumo de algunos alimentos y agua se puede realizar, con carácter preventivo, durante la fase de emergencia en las zonas afectadas por el paso de la nube radiactiva. La adopción definitiva de estas medidas de protección se realizará atendiendo a los niveles de intervención que, para cada caso, determine el CSN, que considerará los niveles máximos de contaminación radiactiva de productos alimenticios y piensos, tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica, fijados por la Unión Europea.

Aunque el PLABEN aplica sólo a medidas urgentes, también define medidas de larga duración, ya que, durante la fase de emergencia, se pueden tomar acciones o planificar actuaciones características de la fase de recuperación. Entre las medidas de protección de larga duración, además de las anteriormente mencionadas, como el control de alimentos y agua y la descontaminación de áreas, están el traslado temporal de personas o “albergue de media duración” (nivel de intervención: dosis evitable de 30 mSv en el primer mes y 10 mSv en el siguiente mes) y el traslado permanente o realojamiento (cuando no se prevea que la dosis acumulada esperada en un mes descienda por debajo de 10 mSv después de uno o dos años de iniciado el traslado temporal o cuando la dosis proyectada en toda la vida supere 1 Sv).

Situaciones de exposición existente

Las situaciones de exposición existente son definidas por la CIPR [7] como estados de exposición que existen cuando tiene que ser tomada una decisión sobre su control. Las situaciones existentes incluyen exposiciones causadas por la radiación de fondo natural, así como exposiciones debidas a prácticas llevadas a cabo fuera de las recomendaciones de la Comisión y a accidentes. En este tipo de situación, las estrategias de protección se llevarán a cabo, a menudo, de una manera interactiva, progresiva a lo largo de varios años.

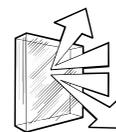
No hay límites temporales o geográficos predeterminados que delimiten la transición entre una situación de exposición en emergencia y situación de exposición existente. Para el tipo de actuaciones no urgentes es poco probable

que los niveles genéricos existentes puedan ser los óptimos. También se tiene en cuenta que incluso después de un accidente, las consecuencias de la aplicación de una actuación en el largo plazo son difíciles de predecir de modo preciso, lo que significa que los estudios de optimización para las medidas de protección tampoco serían capaces de identificar la opción óptima. Las distintas organizaciones internacionales con competencia en materia de protección radiológica no han alcanzado el suficiente grado de acuerdo para establecer niveles de modo análogo al caso de las situaciones de exposición en emergencia. La dificultad estriba en que optimizar requiere tener en cuenta un elevado número de casos particulares.

La CIPR, en su publicación 82 [12], elaboró recomendaciones respecto a la protección del público frente a las que, en esa publicación, denomina exposiciones prolongadas a la radiación. Para el caso de estas exposiciones, propuso niveles de referencia genéricos para intervención, en términos de dosis efectiva total anual (incluido el fondo natural), con valores de aproximadamente 100 mSv, por encima de los cuales casi siempre estaría justificada la intervención y un valor del orden de 10 mSv, por debajo del cual no es probable que una intervención esté justificada. Por otro lado considera, con la denominación de dosis anual adicional, la dosis efectiva anual atribuible a una determinada exposición como la magnitud relevante para exposiciones prolongadas. La reducción de este tipo de dosis, que se obtendría por las actuaciones de intervención, sería la dosis evitable.

Sin embargo, un nivel de referencia de las magnitudes utilizadas en las situaciones de emergencia no serían aceptables como estándar de comparación en el largo-plazo, ya que esos niveles de exposición son, por regla general, insostenibles desde el punto de vista social y político. Por eso, las nuevas recomendaciones de la CIPR [7] instan a los gobiernos y/o autoridades regulatorias que identifiquen un nuevo nivel de referencia, que se encontraría en una banda entre 20 y 1 mSv en un año, que se pueda usar para juzgar la optimización de las estrategias de protección en un plazo más largo.

Las nuevas recomendaciones CIPR [7] establecen que, en situaciones controlables preexistentes, la optimización se utiliza como parte del proceso de selección e implementación de actuaciones protectoras. El procedimiento para juzgar si es razonable una mayor reducción de dosis implica comparar una serie de opciones de protección factibles destinadas a reducir las dosis potenciales a los individuos. Estas opciones deberían considerar primero actuaciones directas sobre la fuente pero deberían incluir también actuaciones ambientales. La implicación de interlocutores sociales (“stakeholders”) ha demostrado ser una aportación



importante a la optimización incorporando valores a la decisión, mejorando sustancialmente la calidad de la misma, resolviendo conflictos de intereses y mejorando la confianza en las instituciones. El objetivo final sería reducir las exposiciones hasta un nivel comparable a las de las situaciones normales o con un riesgo trivial. Estos niveles se situarían, según la CIPR (7) en una banda entre 1 y 0,1 mSv/y.

Como en el caso de situaciones de exposición en emergencia, el OIEA indica niveles de dosis próximos a los umbrales inferiores de los efectos biológicos conocidos para los que en casi todas las circunstancias estaría justificado algún tipo de actuación. Así mismo, indica que los niveles de intervención deben establecerse para cada escenario específico, a través de un proceso de decisión en el que deberá alcanzarse un balance positivo de todos los atributos relacionados con la contaminación. Además de las dosis anuales evitables, individuales y colectivas, se considerarán, al menos, la reducción en la ansiedad producida por la situación, los costes sociales, la perturbación y los efectos ambientales que pudieran derivarse de la aplicación de las medidas correctoras. El resultado de este análisis se incorporaría en el proceso de toma de decisión en el que podrán tenerse en cuenta las dosis residuales y otros aspectos que surjan de involucrar en el proceso a los representantes de los grupos afectados por las potenciales actuaciones e interlocutores sociales ("stakeholders", en inglés).

El Consejo de la Comunidad Europea ha publicado normas respecto a los niveles máximos de contaminación permisibles en alimentos destinados a ser comercializados, de aplicación en futuros accidentes que pudieran ocurrir en cualquier parte del mundo (CFILS - "Council Food Intervention Levels"). Estas normas tratan de asegurar una uniformidad de criterios en la UE y los niveles propuestos representan el equilibrio óptimo, a juicio de la UE, entre las consecuencias positivas y negativas de introducir restricciones para alimentos en la UE.

Diferentes Reglamentos EURATOM establecen niveles máximos de contaminación radiactiva en productos lácteos y otros alimentos con objeto de permitir su mercado tras un accidente o cualquier otro incidente radiológico. Dichos reglamentos serán adoptados inmediatamente después de tener conocimiento oficial de que los niveles establecidos hayan sido o puedan ser alcanzados y su período de aplicación no superará los tres meses. También establecen las condiciones de importación para alimentos procedentes de países externos a la UE.

Actualmente, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO en sus siglas inglesas) [14] ha adoptado las directrices en vigor para el mercado internacional respecto a los niveles de radionucleidos en alimentos tras una contaminación nuclear, siendo aplicables durante un año después de un accidente nuclear.

Cada uno de estos grupos debe tratarse independientemente. La comparación dentro de un grupo se realiza sumando las contribuciones parciales de los radionucleidos del mismo. Los niveles aplican a alimentos listos para su consumo. Los alimentos de consumo minoritario requieren especial consideración.

En la reglamentación española, las situaciones de exposición existentes se corresponderían con las que el RPSRI [9] denomina como de exposición perdurable y el PLABEN [11] identifica con la fase de recuperación, comprendiendo todas aquellas actuaciones encaminadas a recuperar las condiciones normales de vida en las zonas afectadas. Como se ha indicado anteriormente, aunque el PLABEN aplica sólo a medidas urgentes, también define medidas de larga duración, como el control de alimentos y agua, la descontaminación de áreas, el albergue de media duración (traslado temporal de personas) y el realojamiento (traslado permanente).

APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

La filosofía de la protección en situaciones de intervención que se ha perfilado anteriormente se puede resumir en un proceso de dos pasos, compatible con los principios fundamentales de la protección radiológica y factible a la hora de ejecutarlo:

1. La identificación de los requisitos principales para la intervención se ejecuta sobre la base de los niveles de referencia, que se definen en términos de dosis individual para el grupo crítico, en cada una de las zonas afectadas, por encima de la que, normalmente, no se requiere ninguna actuación de remediación. Basándose en estos niveles de referencia, se pueden excluir de posteriores consideraciones aquellas zonas que no imponen un impacto radiológico significativo sobre cualquier grupo crítico y, por definición, sobre la población en general.
2. A continuación, y sobre las zonas no excluidas, se realizarán detalladas evaluaciones de la distribución de dosis entre la población y de las posibles opciones para reducirla. Todas las decisiones que se tomen en este paso se basarán en el principio de optimización.

Los procesos de evaluación, decisión e intervención tienen que aplicarse durante las distintas fases consecutivas de la respuesta a la emergencia. El proceso de evaluación implica determinar la situación radiológica actual y futura, basada en la información recabada sobre el término fuente y el medio ambiente a escala local. Posteriormente para valorar la necesidad de acciones protectoras y contramedidas se emplean los criterios de intervención. Hay niveles de intervención formulados, bien para las dosis de radiación, o bien para las concentraciones de actividad. Las isótopos definidas sobre la base de estos niveles permitirán identificar aquellas áreas donde debe producirse la intervención. La

combinación de las acciones individuales que puedan ser tomadas en un lugar o momento determinado conducirán a una variedad de alternativas o posibles escenarios de intervención. El proceso de toma de decisión establece una determinada estrategia en la que las diferentes acciones se disponen temporal y espacialmente de una manera específica.

Existen sistemas de ayuda a la decisión, que han sido desarrollados utilizando modelos predictivos, para ayudar a los decisores durante este proceso de gestión de la emergencia. No todos presentan el mismo grado de complejidad ni cubren por igual todos los aspectos requeridos en la gestión de la emergencia.

La metodología que se propone constituye una versión avanzada y mejorada del sistema de ayuda a la decisión denominado TEMAS [15], desarrollado con anterioridad dentro de un proyecto multinacional de la UE. La metodología, un esquema conceptual de la cual se muestra en la figura 3, incluye un modelo de decisión basado en los principios de protección radiológica y un sistema de evaluación radiológica para evaluar los factores requeridos por el modelo de decisión (dosis individuales y colectivas recibidas, evitadas y residuales) sobre el escenario contaminado. A través de una clasificación de escenarios de contaminación y utilizando los modelos de transferencia de radiactividad existentes, la metodología puede establecer relaciones entre el depósito, las concentraciones de actividad y las dosis anuales para diferentes escenarios, vías de exposición y grupos de edad, así como la sensibili-

dad del impacto radiológico frente a diferentes características del escenario de intervención. Esto facilita la evaluación de la significación radiológica de diferentes situaciones de contaminación mediante la comparación con los niveles genéricos de actuación existentes. Además, los resultados de la evaluación radiológica pueden incorporarse en otro sistema de ayuda a la decisión que incluya los aspectos no radiológicos de las opciones de intervención aplicables. La metodología propuesta proporciona la oportunidad de considerar escenarios complejos con distintos ecosistemas (urbanos, agrícolas y forestales) ya que la categorización aplicada divide el escenario de contaminación en unidades elementales de intervención (EI) de modo que sobre cada una de estas sea aplicable una única parametrización para los modelos predictivos. La aplicación de un modelo dosimétrico específico permite establecer la relación entre el nivel de depósito en cada EI con su contribución, como fuente individual controlable, al impacto radiológico total sobre los grupos críticos de población. Además de predecir el impacto dosimétrico potencial desde una fuente de contaminación sobre la población, la metodología también permite relacionar los niveles de referencia genéricos, expresados en términos de dosis, con niveles de intervención operacionales expresados en diferentes términos (tasas de dosis o actividad de material liberado, concentración en aire integrada en el tiempo, concentración en la superficie o en profundidad del suelo y concentraciones de radionucleidos en muestras ambientales, alimentos o agua). Estos niveles pueden estar incluidos en los planes preestablecidos de respuesta a la emergencia y son los que se utilizan para determinar las acciones protectoras apropiadas, aplicables en el EI, sobre la base de una medida ambiental.

En la aproximación utilizada por la metodología propuesta para el módulo agrícola, las parcelas agrícolas son las unidades elementales que se consideran como EI. El escenario agrícola contaminado se localiza en una región climática específica (mediterránea, continental, marítima o sub-ártica) y se divide en un conjunto de parcelas asociadas a un determinado uso del suelo (arables, cultivos permanentes o pastos) y caracterizadas por su área superficial, un tipo de suelo y un nivel de depósito. Además, cada parcela estará asociada a un cierto tipo de gestión que la asocia a uno o varios cultivos en rotación.

La concentración de actividad en los cultivos se estima considerando las contribuciones debidas al depósito directo, mediante el modelo dinámico FARMLAND, y/o la transferencia radicular. La transferencia al cultivo se

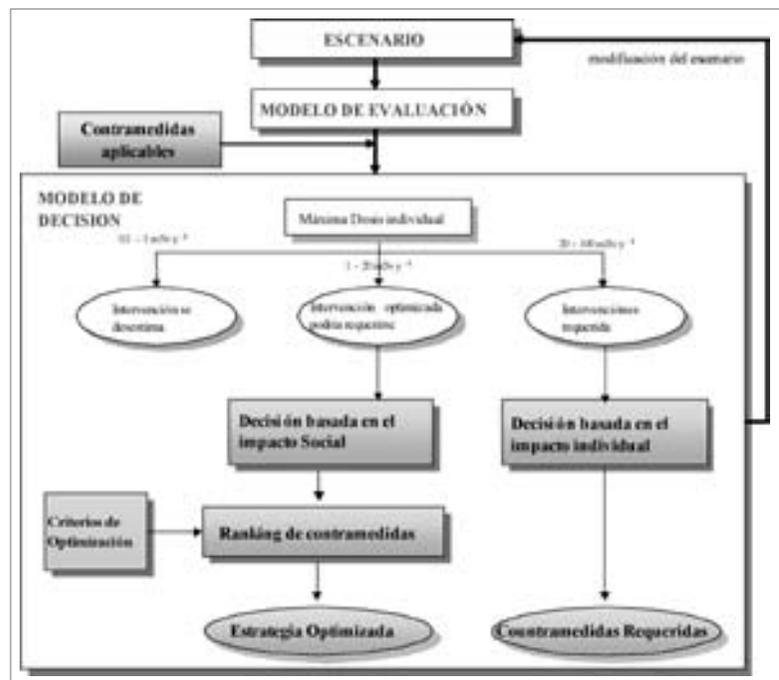
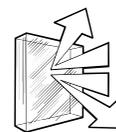


Figura 3: Esquema conceptual de la metodología TEMAS.



evalúa usando factores de transferencia. También se calcula la evolución temporal de la concentración de radionucleidos en la zona radicular utilizando una ecuación exponencial con una "constante de eliminación ecológica", que incluye factores como el decaimiento radiactivo y la infiltración vertical. La metodología dispone de una base de datos con valores recomendados para los factores de transferencia para la combinación de 4 tipos de suelo con 7 grupos de cultivos. Un modelo de transferencia, modifica estos valores para cada clase de suelo en función de la magnitud real de cationes intercambiables, Ca y K, en el suelo. En relación a los cultivos, datos específicos como el contenido de materia seca, la fracción comestible, la variación temporal de biomasa, transpiración, potasio extractable, pH óptimo y biomasa residual tras la cosecha, junto con otros dependientes de la región, como las fechas de siembra y recolección, rendimiento y costes de producción se recogen, también, en bases de datos.

El modelo de cadena alimentaria de la metodología caracteriza también cada una de las posibles vías de procesamiento entre los cultivos y los productos finales de consumo (se incluyen los posibles procesos industriales y los sistemas productivos animales intermedios) en términos de factores de procesamiento, factores de transferencia y factores de utilización, que se establecen de acuerdo con las estadísticas regionales. Los productos vegetales utilizados como forrajes se categorizan en grupos de uso en la dieta animal. Los sistemas productores animales se caracterizan, a su vez, de acuerdo a las dietas animales típicas, ingestión de materia seca, productividad (de leche o carne) y transferencia de actividad desde la ingestión diaria hasta el producto animal.

Por otra parte, la población se distribuye en seis grupos de edad. Para determinar la incorporación de radionucleidos por ingestión, para cada grupo de dieta se calcula el consumo individual anual promedio en la región ecológica bajo estudio y este consumo se pondera entre los diferentes grupos de edad establecidos. Cuando la producción de los cultivos contaminados una vez distribuida entre los diferentes productos de consumo es suficiente para cubrir la dieta individual anual de un grupo de edad se supone que los individuos críticos ingieren únicamente tales productos; si la producción es inferior se pondera la contribución a la dieta de los productos contaminados.

Se relaciona el nivel de depósito con las actividades en los cultivos cosechados, tanto en su fracción comestible como no comestible, se calcula la actividad en los productos de consumo de origen vegetal y animal que pudieran ser afectados por los cultivos contaminados y se estima la dosis individual por la ingestión de esos productos para seis grupos de edad diferentes. Esta estimación de la dosis individual tiene en cuenta las dietas locales y los procesos de elaboración de

los productos de consumo. En el caso de la leche y carne se ha considerado cómo los diferentes cultivos forman parte de los forrajes que constituyen la dieta de los diferentes animales de producción láctea o cárnica.

La aproximación metodológica propuesta permite valorar la necesidad de actuaciones en escenarios agrícolas medianamente el análisis de la respuesta bajo diferentes condiciones de suelo, uso y dimensión. Se evalúa en cada caso la actividad en cultivos, actividad en productos de consumo, la dosis individual por ingestión a diferentes grupos de edad y la contribución relativa de cada producto. Finalmente se obtienen los valores de actividad depositada en suelo que produciría una dosis anual por ingestión del orden de 1mSv año.

Sobre un entorno ambiental contaminado accidentalmente, la metodología permite analizar la influencia de diferentes factores característicos del escenario (características texturales de los suelos, fertilización, tipo de cultivos, dimensión del área contaminada, etc.) sobre la dosis impartida a la población a través de la cadena alimentaria.

En el módulo urbano de la metodología propuesta, los escenarios de intervención se clasifican en subambientes elementales, en las que diferentes estructuras urbanas (casas, plazas, jardines) se disponen de manera característica. Para cada una de estas estructuras se identifican zonas de depósito e intervención y zonas de permanencia. La interacción de las distintas zonas de depósito sobre las zonas de permanencia se estima mediante simulaciones Monte Carlo del transporte de fotones. La fluencia de fotones sobre las diferentes zonas de permanencia se utiliza para calcular las tasas de kerma en aire y posteriormente las tasas de dosis individuales a los diferentes grupos de edad aplicando tiempos de permanencia y usos a las diferentes zonas de permanencia. El cálculo de la tasa de dosis colectiva requiere añadir factores de ocupación a cada una de estas zonas (número de personas por unidad de superficie). Cada una de las zonas de depósito tiene un modelo específico de evolución temporal de la contaminación (procesos de migración y meteorización) que se utiliza en el cálculo de la dosis individual anual y de la dosis colectiva. Pueden considerarse varios tipos de escenarios urbanos como la urbanización residencial (viviendas unifamiliares, la población trabaja y se educa fuera de la urbanización), el entorno rural (la población vive en casas pequeñas y trabaja y se educa dentro del entorno considerado) o la ciudad (la población vive en apartamentos, en casas multiplanta, y se incluyen jardines, oficinas y escuelas alternadas en el espacio urbano).

La capacidad predictiva de la metodología propuesta ha sido demostrada mediante la resolución de diferentes casos ejemplo, representativos de diferentes escenarios posibles de contaminación (agrícolas, urbanos y mixtos) por Cs-137. Por razones obvias de extensión, los resultados obtenidos no se

incluyen en el presente trabajo, aunque es intención de los autores su publicación en un próximo número.

CONCLUSIONES

Tras una revisión de la normativa y recomendaciones internacionales, en relación con las diferentes aproximaciones que se proponen para hacer frente a una intervención, queda claro que la necesidad de armonización acaba imponiéndose, sobre todo en las situaciones de exposición de emergencia. Para este tipo de situaciones, se proponen niveles genéricos, habitualmente en términos de dosis impartida o dosis evitada por la intervención y en algunos casos en forma de concentraciones de actividad; de este modo se identifican valores numéricos para las actuaciones. Para las situaciones de exposición existentes, la situación es diferente. Las distintas organizaciones únicamente coinciden en los conceptos y aproximación metodológica sin que se haya alcanzado consenso general en la adopción de valores numéricos.

Las nuevas recomendaciones de la CIPR tienden a señalar como magnitud radiológica relevante en la valoración de una contaminación ambiental la dosis individual procedente de la fuente contaminante, a través de todas las vías, pronosticada para un grupo crítico de la población y la matriz de dosis para valorar la distribución espacial y temporal de las exposiciones. La decisión respecto a una intervención concreta requiere tomar en consideración, entre otros muchos aspectos, cual sería la dosis que su aplicación evitaría en el mencionado grupo crítico, además de la matriz de dosis evitada para controlar la dimensión del impacto en términos de personas potencialmente expuestas a diferentes niveles de dosis.

En la intervención, la dificultad práctica reside en la identificación de los componentes del escenario de intervención que pueden proyectar dosis comparables con niveles de actuación preestablecidos. Si los niveles de referencia no son directamente medibles, se deben utilizar modelos predictivos adecuados, con parámetros específicos representativos de los escenarios potenciales de intervención, para la estimación, bien de la dosis, bien de las concentraciones de actividad, según los términos en los que estén expresados los niveles de referencia.

La aproximación metodológica propuesta es capaz de considerar escenarios complejos con distintos ecosistemas (urbanos, agrícolas y forestales) mediante una categorización que divide el escenario de contaminación en unidades elementales de intervención (EI) de modo que sobre cada una de estas sea aplicable una única parametrización para los modelos predictivos. La aplicación de un modelo dosimétrico específico permite establecer la relación entre el nivel de depósito en cada EI con su contribución, como fuente individual controlable, al impacto radiológico total sobre los grupos críticos de población. Esta relación se utiliza a continuación para obtener una cantidad

derivada de los niveles genéricos de referencia para cada una de las acciones protectoras aplicables en el EI, expresada en términos de depósito de actividad, (lo que hemos definido como nivel optimizado de intervención).

REFERENCIAS

- [1] Crick, M., et al. Emergency Management in the Early Phase. *Radiation Protection Dosimetry* 109(1-2):7-17. (2004).
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organisation, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, World Health Organization. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. Safety Requirements. Safety Standards Series N° GS-R-2. IAEA, Vienna (2002).
- [3] Baverstock, K.; Cherp, A. and Gray P. The Long-Term Management of Nuclear Emergencies: The Principles. *Radiation Protection Dosimetry* 109(1-2):3-5. (2004).
- [4] Brunner, H. H. The Emergency Plan: Organisation and Requirements. En: Sohler, A. (ed.). A European Manual for "Off-site Emergency Planning and Response to Nuclear Accidents. SCK-CEN Report R-3594. Prepared for The European Commission Directorate-General Environment Contract SUBV/00/277065. (2002).
- [5] International Atomic Energy Agency. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TECDOC-953. EPRMETHOD, IAEA, Vienna (2003).
- [6] International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 60, Ann. ICRP 21(1-3). Pergamon Press, Oxford, UK (1991).
- [7] International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103, Ann. ICRP 37/2-4. Elsevier (2008).
- [8] Hedemann-Jensen, P. Protective Actions in the Late Phase Intervention Criteria and Decision-Making. *Radiation Protection Dosimetry*, 109(1-2):45-50. (2004).
- [9] Real Decreto 783/2001, de 6 de Julio. Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. BOE nº 178:27284-27393, Jueves 26 de Julio de 2001.
- [10] Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organisation, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, World Health Organization. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series N° 115, IAEA, Vienna (1996).
- [11] Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio. Plan Básico de Emergencia Nuclear. BOE nº 169:25691-25721, Miércoles 14 julio 2004. Corregida en la Disposición General 18659. BOE nº 262:36040-36041, Martes 2 noviembre 2004.
- [12] International Commission on Radiological Protection. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure. ICRP Publication 82, Ann. ICRP 29(1). Pergamon Press, Oxford, UK (2000).
- [13] EURATOM. CEC Council Regulation 3954/87/Euratom of 22 December 1987 laying down maximum permitted levels of radioactive contamination of foodstuffs and of feeding stuffs following a nuclear accident or any other case of radiological emergency. *Official Journal of the European Communities* L-371 of 30/12/1987 page 11.
- [14] FAO/WHO Codex Alimentarius Committee. Guideline Levels for Radionuclides in Foods Following Accidental Nuclear Contamination for Use in International Trade. CAC/GL 51989. Vol. 1A:1-4. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome. (1989).
- [15] Montero, M., et al. Methodology for Decision Making in Environmental Restoration after Nuclear Accidents: TEMAS system (Version 2.1). Documentos CIEMAT DC0041, CIEMAT, España. (2001).

NOTAS TÉCNICAS

Hoja Excel para la estimación de blindajes en instalaciones PET

Roberto Martín Oliva¹ y José Ramón Puértolas Hernández²

¹*Servicio de Física y Protección Radiológica. Hospital Dr. Negrín. Las Palmas de Gran Canaria*

²*Servicio de Física y Protección Radiológica. Complejo Hospitalario Donostia. Donostia- Guipuzcoa*

El libro Excel "BlindajePET.xls" que se puede obtener en la web de la SEPR (descargables/cálculo de blindajes) pretende ser una ayuda para la estimación de barreras de blindajes en instalaciones PET.

Está basado en el documento *AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements*. En este documento se proponen valores de factores de transmisión para plomo, acero y hormigón, calculados por Monte Carlo para haces de 511 keV.

El libro consta de cuatro hojas: DATOS, CAPTACIÓN, IMAGEN y CAP+IMG.

En la hoja DATOS se recopila nomenclatura, formulación, tablas y notas sobre los cálculos y estimaciones. El resto son hojas para el cálculo.

El procedimiento es similar: se introducen los datos requeridos y el resultado es la obtención del factor de reducción de dosis, la dosis semanal y el factor de transmisión. A partir del factor de transmisión se obtiene el espesor correspondiente por redondeo al máximo entre valores consecutivos de la tabla adjunta.

En la hoja IMAGEN se aplica una reducción de dosis del 15% asociada a suponer que el paciente orina antes de realizar el estudio PET/CT. En la hoja CAP+IMAG se hacen los mismos cálculos que en las hojas anteriores excepto que no se aplica esta reducción del 15%. En esta última hoja,

además, se suman las dosis semanales y se calcula el factor de transmisión necesario para esta dosis acumulada, pero se presentan espesores por separado.

NOTAS:

- Las unidades de los espesores son milímetros para plomo y centímetros para acero y hormigón. Las dosis son semanales. Los factores y datos son obtenidos de las tablas que aparecen en el documento AAPM TG108, reproducidos en el libro Excel.
- Si se requiere un cálculo más detallado, en vez de la tabla de factores de transmisión, la fórmula para el cálculo de espesores es:

$$x = (1/\alpha\gamma) \ln\{[B^{-\gamma} + (\beta/\alpha)]/[1 + (\beta/\alpha)]\}$$

donde B es el factor de transmisión y los parámetros alfa, beta y gamma son:

Fitting parameter for broad beam 511 keV transmission data.

Shielding material	$\alpha(\text{cm}^{-1})$	$\beta(\text{cm}^{-1})$	γ
Lead	1.543	-0.4408	2.136
Concrete	0.1539	-0.1161	2.0752
Iron	0.5704	-0.3063	0.6326

- Para la estimación completa sería necesario evaluar por separado la parte TC por sí, en función de la carga de trabajo, el requerimiento de blindaje PET fuera insuficiente.

Hoja Excel para el cálculo de barreras en instalaciones de Braquiterapia

Carlos Fernández Fernández

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Centro Oncológico de Galicia. A Coruña

La Braquiterapia (también denominada Radioterapia Interna) es una modalidad de tratamiento del cáncer, indicada en numerosos casos de tumores locales no disemi-

nados, en la que se utilizan isótopos radiactivos aplicados directamente en el volumen tumoral. Ésta puede aplicarse sola o como complemento a otras modalidades de tratamiento

oncológico, como la Cirugía, la Quimioterapia o la Radioterapia Externa. La elección de un radionucleido u otro viene determinada fundamentalmente por la localización anatómica particular para la que se utilice, en función de las características físicas de la fuente radiactiva (energía de la radiación emitida, tamaño, forma física, actividad contenida, etc). El empleo de radionucleidos exige unas medidas estrictas de seguridad y de protección radiológica para el personal técnico de operación, el personal médico y el público en general. En este sentido, y al igual que sucede con la Radioterapia Externa, las instalaciones de Braquiterapia deben contar con blindajes estructurales adecuados a las condiciones de seguridad y protección radiológica que exige tanto la legislación vigente como las diferentes recomendaciones a nivel nacional e internacional.

En los últimos años han aparecido en el mercado nuevos modelos de fuentes radiactivas para uso en Braquiterapia, que incorporan nuevos radionucleidos no utilizados anteriormente. Además, la tendencia actual es hacia la utilización de fuentes de más alta actividad (Braquiterapia de "Alta Tasa de Dosis"), que son capaces de suministrar una misma dosis al paciente en mucho menos tiempo. Estas circunstancias han aumentado, si cabe, la importancia de un cálculo de blindajes más preciso que el requerido tradicionalmente en la Braquiterapia tradicional de Baja Tasa de Dosis.

En Radioterapia Externa el cálculo de blindajes estructurales está bien caracterizado desde hace tiempo, existiendo protocolos bien definidos para el cálculo del espesor de blindaje requerido en los búnkeres que albergan las unidades de telecobaltoterapia y los aceleradores lineales de electrones. Para las instalaciones de Braquiterapia, la fuente de datos de transmisión de la radiación más utilizada hasta el momento era el Report nº 49 de la NCRP. Esta publicación presenta curvas de transmisión, así como valores tabulados para las capas hemi y decimorreductoras (HVL y TVL respectivamente) correspondientes a tres materiales (hormigón, acero inoxidable y plomo) y sólo cuatro radionucleidos (Cs-137, Co-60, Au-198 e Ir-192). De todas maneras, existen discrepancias importantes respecto a los valores encontrados en diferentes trabajos publicados en la literatura al respecto, y que pueden ser atribuidos a la diversidad de métodos y simplificaciones utilizados en el cálculo o en la medida de dichos valores. En esencia, los datos de transmisión deberían representar el efecto

combinado de atenuación y de "build-up" en el material en condiciones de haz ancho. Además, se debería tener en cuenta la modificación del espectro energético del haz a medida que penetra en el material de blindaje.

La hoja de cálculo "BlindajesBraquiterapia.xls" que se presenta en esta Nota Técnica y que se puede obtener de la web de la SEPR (Descargables/cálculo de blindajes) está basada en la publicación "*Radiation transmission data for radionuclides and materials relevant to brachytherapy facility shielding*". Papagianis et al. *Med. Phys.* 35 (11), November 2008, pags 4898-4906. En esta publicación se introduce una expresión analítica (ajuste a una función de tres parámetros de los valores de transmisión obtenidos por métodos de Monte Carlo) con la que obtener el espesor de blindaje necesario que reduce la transmisión a un valor dado, en relación a la exposición debida a diferentes fuentes radiactivas de uso común en Braquiterapia.

El cálculo por Monte Carlo toma en consideración particularidades tales como el carácter de haz ancho y el correspondiente efecto de "build-up" en el material, y la no homogeneidad en energía del espectro de radiación. De este modo se tiene en cuenta el endurecimiento (o el "ablandamiento") del espectro real a medida que el haz atraviesa el material de blindaje, en vez de suponer un valor constante para las capas hemirreductora (HVL) y decimorreductora (TVL).

La hoja de cálculo hace uso de las funciones y de los parámetros publicados en el artículo anteriormente citado, permitiendo la obtención directa del espesor de blindaje necesario, en función de la tasa de kerma de referencia en aire de la fuente radiactiva, la distancia al punto de cálculo, el factor de ocupación, el factor de uso y el límite anual de dosis, siendo opcional también la introducción de un factor de restricción adicional de dosis.

El ajuste a la expresión analítica se ha realizado en un rango limitado de espesores de blindaje, correspondientes a transmisiones desde 1 hasta 1/10000, típicos del rango de actividades manejadas en fuentes de Braquiterapia de Baja Tasa. La aplicación de esta expresión analítica a transmisiones más reducidas, típicas de Braquiterapia de Alta Tasa o de Telecobaltoterapia, es posible teniendo en cuenta que, para grandes espesores de blindaje, dicha expresión tiende a una función exponencial negativa caracterizada por el valor constante de la HVL (o la TVL) de equilibrio.

II Jornada Andaluza de Protección Radiológica Hospitalaria

El pasado 20 de junio se celebró en Córdoba la segunda Jornada Andaluza de Protección Radiológica Hospitalaria, con unos 40 asistentes y una temperatura que sugería que ese día no iba a nevar.

A las 10 horas, el presidente de la SARH, Manuel Rodríguez, inauguró la jornada, a la vez que presentó al primer ponente, D. David Cancio, jefe de Protección Radiológica Medioambiental del Ciemat y miembro del grupo de trabajo del Área Médica del Euratom, quien se encargó de impartir la conferencia inaugural: "Avances en las normas básicas europeas y nuevas evaluaciones Unsear".

Al inicio de su ponencia nos habló sobre la escala INES en la que está trabajando el OIEA para Radioterapia, las actividades del grupo SAFRAD (*Safety in Radiology*) que está avanzando en aspectos de dosis en exploraciones de radiología intervencionista, así como el proyecto Smart Card para el control de la dosis paciente.

Respecto a las nuevas normas de Euratom, se están revisando las exposiciones médico legales (a las que quieren cambiar el nombre puesto que no son médicas), se mantiene el término *Quality Assurance* para referirse a la garantía de calidad, se analiza la irradiación de personas asintomáticas (de forma informada y autorizada) y se avanza en el análisis de las exposiciones no intencionadas o accidentales.

Asimismo, se pretende profundizar en el hecho de que todo equipo radiológico disponga de información sobre dosis al paciente y en la creación de guías para las auditorías clínicas. También el grupo está en proceso de armonizar los expertos en Física Médica europeos, crear una base de datos de accidentes médicos, registrar las dosis a pacientes (plan inicial con 27 países) y redundar en la Protección Radiológica en Pediatría.

Finalmente nos contó aspectos relacionados con la evaluación de los efectos de las radiaciones ionizantes artificiales y la evolución en la construcción de centrales nucleares en el mundo, con 35 centrales en construcción.

A las 11:45 horas empezó la segunda ponencia, a cargo de M^a José Gualda Romero, Secretaria General Técnica de la Consejería de Salud con el nombre de "Necesidades de los servicios de Radiofísica (RF) de Andalucía". M^a José anunció mejoras para los servicios de Radiofísica del Servicio Andaluz de Salud (SAS), sin hipotecar la realidad y comentó que tras la OPE extraordinaria de 2001 y la ordinaria de 2007 el SAS cuenta con más de 60 radiofísicos. Además, la Radiofísica es la categoría que más acreditados tiene en la Agencia de Calidad Sanitaria Andaluza. Comentó el amplio ámbito de actuación de la Radiofísica (tratamiento de pacientes, control de equipos y Protección Radiológica), así como su gran interrelación asistencial con multitud de clientes. Indicó que la RF es sinónimo de muchas cosas de gran valor, en especial de la calidad asistencial.

- Pero lo más esperado de su charla fueron las referencias a las Unidades de Gestión Clínica (UGC), que van a ser potenciadas por el SAS y en las que necesariamente deben integrarse los servicios de RF antes de finales de 2011. En la integración primará que las unidades sean multidisciplinares, formen agrupaciones eficientes y sean multicéntricas. Comentó que el número mínimo de componentes de las UGC debe ser cercano a 20, que están compuestas por un director (sin perfil previo) y que tienen autonomía presupuestaria.

- Como el tema afectaba evidentemente a la mayoría de los asistentes, el turno de preguntas fue amplio, aunque el hilo conductor del mismo fue la independencia de las UGC de RF.

- A la una de la tarde comenzó la tercera ponencia. En este caso fue Ignacio Amor, coordinador técnico de PR de los Trabajadores de Servicios y Licencias del Consejo de Seguridad Nuclear. Nos habló del controvertido tema de las "Dosis administrativas e implicaciones prácticas". Nos contó que este asunto se inició en el año 2003 con la intención de solucionar los miles de fallos (más de 4000 en 2008 y, muchos de ellos, con más de 6 meses seguidos) en los cambios preceptivos del dosímetro personal, por parte de los trabajadores expuestos. La ausencia del cambio de dosímetro va contra el artículo 27 del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, por lo que el CSN debería apercebir a las instituciones en las que se produzcan las ausencias de cambio. Sin embargo el CSN ha decidido esperar, pues los apercebimientos podrían haberse malinterpretado. Por ello se optó simplemente por acciones correctoras.

- De todas formas, el procedimiento se ha copiado de lo que recomienda la UNSCEAR 2000, quien aplica la fracción del límite anual correspondiente si la lectura no resulta factible. Se aplican dos criterios:

- Se asigna como dosis representativa la fracción del límite anual correspondiente o, como alternativa, la que indique el titular.
- Si no se cambia en tres meses, se supone pérdida y las dosis asignadas son de 6 mSv como dosis en solapa o 60 mSv en muñeca.

- No obstante indicó que el CSN no las tendrá en cuenta para la dosis colectiva ni para la dosis media. Sin embargo son conscientes de que el mayor trabajo recae en los servicios de Protección Radiológica, aunque ellos no sean los responsables de la situación.

- Pero lo más importante es que desde el punto de vista legal (o sea, cara a un juez) la dosis que cuenta es la administrativa, por lo que se recomienda eliminar estas dosis, aunque para ello se deba localizar a los causantes del fallo para que firmen el correspondiente formulario de asignación de dosis. Las dosis a asignar pueden seguir los criterios:

- El promedio de la dosis de los últimos 12 meses del trabajador.
- Dosis recibidas por personas con actividad similar o dosis media mayorada.

- Se ha creado un grupo de trabajo en el Foro Sanitario, para analizar y solventar la problemática planteada por las dosis

administrativas, pero cualquier solución, pasa por no incumplir el artículo 27, anteriormente mencionado.

En el turno de palabra los presentes opinaron que esto no pasaría si los dosímetros se cobraran al trabajador, que los trabajadores expuestos no ven la utilidad del dosímetro, pero que debería indicarse al titular las personas que infringen el artículo 27, con lo que llevan a la instalación a una situación que un juez podría entender como irregular. Por ello es recomendable que los servicios de Protección Radiológica tengan apoyo institucional en el tema de la dosimetría personal.

Antes de la comida, fue nuestra compañera Marisa España, quien en su faceta de vicepresidenta de la Sociedad Española de Protección Radiológica y miembro del grupo de trabajo de la Dosimetría de la Radiación, nos habló de la "Optimización de dosis a pacientes en las nuevas tecnologías". Esta fue una charla eminentemente técnica, en la que Marisa nos mostró sus amplios conocimientos de los aspectos relacionados con las nuevas tecnologías.

La charla se inició diciendo que cada año se realizan cuatro billones de procedimientos diagnósticos con rayos X y que va aumentando cada año, aunque no hay una unificación de la información dosimétrica respecto a dosis de referencia y criterios de optimización. Se debe extremar los cuidados en estudios pediátricos pues los niños son los más sensibles a la radiación.

Por otra parte, deben estudiarse los indicadores dosimétricos en los nuevos equipos: CR, DR, flat panel, TC multicorte y estudiar las posibilidades de los sistemas de gestión y almacenamiento: PACS y RIS. Los nuevos indicadores de exposición son de gran valor dosimétrico, pero debemos analizarlos mucho para corregir errores debidos a malas técnicas.

Como mecanismos de optimización disponemos del ajuste del CAE, de la colimación, de la velocidad y del calibrado del índice de exposición. Por otra parte se introducen novedades como los CT multicorte (MSCT) o los CT cardíacos, neurológicos y pediátricos, incluso con TC portátiles. En la discusión existió unanimidad en la aprobación de lo comentado en la ponencia.

Y sin más pasamos a una magnífica comida previa a la realización de la Asamblea General de la sociedad, en la que los asistentes dialogaron sobre todos los aspectos tratados en las jornadas y se congratularon de que nuestra sociedad siguiera realizando jornadas tan interesantes como la anterior (la de Antequera) y esta (la de Córdoba).

Diego E. Burgos Trujillo. Hospital San Cecilio de Granada

Juan Antonio Rubio, Premio Jaime I de Nuevas Tecnologías

El director general del Ciemat, Juan Antonio Rubio ha sido galardonado con el prestigioso Premio Jaime I - 2009 en la categoría de Nuevas Tecnologías.

El premio se concede a la trayectoria profesional de este doctor en ciencias físicas por toda una vida dedicada a la ciencia y la transferencia de ésta y las nuevas tecnologías, a la industria.

Además de director general del Ciemat, Juan Antonio Rubio es también vicepresidente de Enresa y Enusa; miembro del Ad-



visory Group on Energy de la Unión Europea y del STC del Euratom y presidente del Programa Eurotrans de la UE para la eliminación de residuos nucleares de larga vida.

Ha sido estrecho colaborador durante años de los premios Nobel de Física Samuel C. C. Ting, Carlo Rubbia y Martin Perl y actualmente el profesor Rubbia es uno de sus asesores. También ha sido autor o

coautor de unos 400 artículos de investigación y un número similar de presentaciones a congresos; asimismo ha escrito 60 artículos de divulgación científica. Ha dirigido 10 tesis y 10 tesinas doctorales. Y fue iniciador del "International Winter Meeting on Fundamental Physics" (1972), el encuentro de Física Fundamental en España, reconocido mundialmente; además, es profesor honorario de la Universidad San Antonio Abad de Cuzco y del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de La Habana y miembro de honor del Colegio Español de Físicos.

A los ganadores de los premios Rey Jaime I se les invita a formar parte del Alto Consejo Consultivo en Investigación y Desarrollo de la Presidencia de la Generalitat Valenciana, creado en 1998. Su finalidad es la de asesorar a la Presidencia de la Generalitat Valenciana en materia de investigación, desarrollo e innovación tecnológica, así como elaborar informes, ponencias y dictámenes cuando le sean encargados por el presidente de la Generalitat.

Este reconocimiento a los méritos profesionales de Juan Antonio Rubio, le llega en un momento pleno de retos profesionales que canaliza a través de su actividad diaria dirigiendo desde el Ciemat todos los centros ubicados en las distintas comunidades autónomas, así como innumerables proyectos de un sector tan estratégico como es la energía y el medio ambiente, llevando adelante acuerdos con muchos países de la Unión Europea y de Latinoamérica, entre otros.

Ciemat

Presentación del informe preliminar del Estudio Epidemiológico en el entorno de las Instalaciones Nucleares españolas

El día 8 de julio, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) presentaron al Comité Consultivo el informe preliminar del estudio, que investiga el posible efecto de las radiaciones ionizantes en la salud de la población de los municipios del entorno de las instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo.

El Pleno del Congreso de los Diputados, tras instar al CSN los años 2003 y 2004, finalmente aprobó el 9 de diciembre de 2005, como proposición no de ley, la realización del estudio sobre "Estudio epidemiológico en las zonas de influencia

de las instalaciones nucleares o radiactivas del ciclo de combustible”.

El día 18 de abril de 2006 se firmó el convenio de colaboración entre el CSN y el ISCIII para realizar el estudio sobre el posible efecto de las radiaciones ionizantes derivadas del funcionamiento de tales instalaciones. Ese mismo día se creó el Comité Consultivo, integrado por 26 miembros, del CSN y del ISCIII, de las autoridades sanitarias de todas las comunidades autónomas implicadas en el estudio y de la Asociación de Municipios en el entorno de Centrales Nucleares (AMAC), de representantes de los sindicatos UGT y CCOO, de representantes de las organizaciones ecologistas Greenpeace, Ecologistas en Acción, Adenex y AVACA, de las empresas titulares de las instalaciones incluidas en el estudio ENRESA, ENUSA y UNESA, y de seis expertos independientes.

Dicho estudio se ha realizado de forma complementaria a otros estudios epidemiológicos llevados a cabo por el ISCIII a finales de la última década del siglo XX. Como novedades incluye una actualización de los datos utilizados, incorporando información sobre las dosis de exposición de las personas a las radiaciones procedentes tanto de las instalaciones como del fondo natural. El periodo del estudio cubre los años comprendidos entre 1975 hasta 2003, y más de 500 municipios situados bien en el entorno de las instalaciones (a una distan-

cia inferior a 30 km), independientemente de que se encuentren o no en funcionamiento o en desmantelamiento, o bien situados en el entorno de dos zonas, una de alta y otra de baja radiación de fondo natural.

Los resultados finales del estudio, tras ser analizados por los miembros del Comité, se remitirán al Congreso de los Diputados, haciéndose públicas las conclusiones finales del trabajo.

Juan Carlos Mora Cañadas
Ciemat

Informe sobre Radiofrecuencias y Salud 2007-2008

El Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud –CCARS–, un grupo experto independiente, bajo el patronazgo de la Fundación General de la Universidad Complutense, ha publicado el “Informe sobre Radiofrecuencias y Salud 2007-2008”. En él se resume la visión generalizada de los comités nacionales e internacionales acerca de la valoración de riesgos relacionados con la exposición a señales de radiofrecuencias en ambientes residenciales, públicos u ocupacionales. Dicho informe está disponible en la página web: www.ccars.es/docs/informes.

Comité de Redacción

NOTICIAS de I M U N D O

Yukiya Amano, nuevo director general del OIEA

En la reunión celebrada el 2 de julio, el Consejo de Gobernadores del OIEA ha nominado a Yukiya Amano como candidato a director general del Organismo.

Amano obtuvo la mayoría necesaria, de dos tercios, entre los 35 Estados miembros. Por 23 votos a favor, 11 en contra y una abstención, se impuso frente a las candidaturas del surafricano Abdul Samad Mintry y del español Luis Echávarri. El belga Jean-Pol Poncelet y el esloveno Ernest Petric, renunciaron a sus candidaturas antes de la votación del 2 de julio.

Amano, representante permanente de Japón desde 2005, ocupa el cargo de gobernador del organismo de Viena, habiendo sido presidente de su Consejo de Gobernadores entre 2005 y 2006.

Licenciado por la Facultad de Derecho de la Universidad de Tokio, ingresó en el Ministerio de Asuntos Exteriores de Japón en 1972. El Sr. Amano ha sido embajador en Washington y en Bruselas, responsable de la delegación de Japón en la Conferencia de Desarme, en Ginebra, y Cónsul General en Marsella.

El mandato del actual director general, Mohamed ElBaradei, finaliza el próximo 30 de noviembre. ElBaradei ha ocupado el



cargo desde 1997. En Viena, el pasado 14 de septiembre y durante la Asamblea General del OIEA, Yukiya Amano fue elegido nuevo director general del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en sustitución del egipcio y premio Nobel de la Paz Mohammed El Baradei.

Amano, de 62 años, quien asumirá el cargo en diciembre, advirtió en su discurso de agradecimiento sobre el creciente peligro del rearme nuclear y el terrorismo, y destacó que el OIEA tendrá que equilibrar su papel de vigilar la no proliferación nuclear, por un lado, y promover la energía nuclear, por el otro.

“La extensión de las armas y el terrorismo nucleares supone una creciente amenaza para la comunidad internacional, debido a la facilidad con que se expanden los avances tecnológicos y el conocimiento”, dijo Amano, un especialista en desarme y lucha contra la proliferación nuclear.

Comité de Redacción

Congreso BioEM 2009

Davos (Suiza) 14 - 19 de junio

Dos sociedades científicas dedicadas al estudio de la Bioelectromagnética en los ámbitos europeo (EBEA) e internacional (BEMS) organizan cada cuatro años una reunión conjunta (BioEM) donde se discute el desarrollo reciente de los estudios sobre los efectos biológicos y efectos sobre la salud, así como las aplicaciones clínicas de los campos electromagnéticos (CEM).

El BioEM2009 tuvo lugar el pasado mes de junio en Davos (Suiza) y contó con una concurrencia de más de 500 participantes. En comparación con ediciones anteriores, el BioEM de 2009 registró un incremento significativo de participantes venidos de Asia y de Iberoamérica. Los resúmenes de las presentaciones y de los posters están disponibles en la página web del Congreso (www.bioem2009.org). Las novedades en la materia fueron objeto de sesiones plenarias enfocadas en los potenciales efectos de exposiciones a señales de telefonía móvil, los mecanismos implicados en los efectos biológicos de los campos electromagnéticos (CEM) así como en los temas relacionados con la exposición ocupacional a CEM de dispositivos de resonancia magnética y con las aplicaciones clínicas de los CEM.

Durante la conferencia de apertura, Anssi Auvinen, un epidemiólogo del Organismo STUK - *Radiation and Nuclear Safety Authority*, del gobierno finlandés, experto en Radioprotección, hizo una revisión de los estudios epidemiológicos en relación con los teléfonos móviles y el cáncer. Auvinen analizó las conclusiones contradictorias publicadas "de riesgo" y "de ningún riesgo", concentrándose en las limitaciones propias de los estudios epidemiológicos. En la conclusión de su charla manifestó que las limitaciones de los estudios caso-control, incluyendo las insuficiencias de la dosimetría, el sesgo de selección en las muestras, los errores en la clasificación y la baja sensibilidad en la detección de los riesgos sobre la salud dentro de la población, arrojan serias dudas sobre la fiabilidad de las pruebas epidemiológicas disponibles como una base para cualquier estimación de riesgo sobre la salud. Respondiendo a preguntas del auditorio, Auvinen predijo que la ejecución de nuevos estudios caso-control no mejorará la información, y serán un desperdicio de medios y esfuerzo. Desde la audiencia se sugirió que, en ese caso, sería conveniente dedicar esos medios al estudio de las bases mecanísticas de los bioefectos de las radioseñales y a la investigación sobre voluntarios usando diferentes subpoblaciones de usuarios para determinar si la radiación de telefonía móvil ejerce algún efecto significativo en la fisiología humana. En cualquier caso, la opinión general era que la existencia de datos epidemiológicos indicativos, aunque no demostrativos, de efectos posibles sobre la salud, es suficiente para aconsejar precaución en el uso de los teléfonos móviles.

También, algunos datos experimentales sobre potenciales efectos de radioseñales típicas de telefonía móvil han revelado que cambios en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, podría representar un indicador de daño cerebral. Así, Leif Salford, neurocirujano de la Universidad Lund (Suecia) presentó los resultados de sus estudios sobre una muestra de más de 2000 ratas, mostrando que la exposición a radioseñales provoca salida de albúmina a través de la barrera hematoencefálica causando muerte neuronal. El efecto era observable a Tasas de Absorción Específica (SAR) tan bajas como 0,01 watos por kilogramo de tejido. Salford apuntó que tales niveles de exposición se dan típicamente en el usuario de teléfonos móviles y se han registrado en las proximidades de estaciones base de telefonía. El autor insistió en la necesidad de que tales resultados sean replicados independientemente. De ser confirmado el efecto, habría que investigar su relevancia en humanos.

- Sender Rajan de la *US Food and Drug Administration (FDA)*, dio una conferencia sobre seguridad en Resonancia Magnética (RMI). La FDA está encargada de valorar la seguridad de los equipos de RMI en Estados Unidos. Allí, la mayoría de las instalaciones usan campos magnéticos estáticos de 1,5 Tesla combinados con pulsos de Radiofrecuencia (RF). Rajan declaró que, en 2008, se habían practicado 40 millones de exploraciones de ese tipo de RMI y que tales condiciones de exposición son consideradas seguras para procedimientos repetidos. Sin embargo, equipos que usan 3 T están siendo introducidos actualmente en el mercado y otros de 7 T y 9 T estarán pronto disponibles. La FDA está iniciando estudios para determinar si estos niveles superiores de campo pueden tener efectos adversos para la salud del paciente o del operador. En otra de las sesiones tutoriales sobre usos diagnósticos de CEM, Jeff Carson del *Lawson Health Research Institute of London, Ontario (Canadá)* presentó una nueva técnica de imagen mediante radiación infrarroja. Esta tecnología es particularmente aplicable al diagnóstico de cáncer de mama y tiene la capacidad de medir los niveles de oxígeno y hemoglobina en tejidos normales y cancerosos.
- Art Pilla, un pionero en el uso de CEM pulsados para el tratamiento de fracturas de hueso presentó nuevos datos sobre aplicaciones terapéuticas de los campos pulsados. Utilizando un modelo de isquemia de miocardio en ratas mostró que la aplicación de campos electromagnéticos pulsados de 27,12 MHz podía estimular el crecimiento de vasos para reparar el daño isquémico en el músculo del corazón.
- El congreso se cerró con la mesa redonda "¿Sabemos lo Suficiente sobre la Seguridad de las Comunicaciones Inalámbricas?". La mesa estaba compuesta por: Joe Morrissey, de Motorola, representando al *Mobile Manufacturers Forum (MMF)*, Chris Portier, director, del *Office of Risk Assessment Research del US Nacional Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)* y Darius Leszczynski, profesor de Investigación de la organización finlandesa *STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority*. Niels Kuster, presidente de la Sociedad Científica BEMS, actuó como moderador. Los participantes coincidieron en que la investigación debe mantenerse hasta que se confirme la seguridad de las radioseñales de comunicación y marcaron la necesidad de precaución. Sin embargo, Joe Morrissey enfatizó que el único efecto biológico confirmado de las radiofrecuencias es el incremento de la temperatura. Este punto de vista



Sede del Congreso BioEM 2009.



Alejandro Úbeda (izquierda) acompaña a los fundadores Alessandro Chiabrera (Italia), Jocelyne Leal, Richard Dixey (UK) y Bernard Veyret (Francia).

fue contestado por algunos miembros de la mesa y por científicos de la audiencia, quienes manifestaron que existe evidencia suficiente sobre efectos atérmicos o subtérmicos de las radiofrecuencias.

En su presente edición, el congreso estuvo dedicado a la conmemoración del vigésimo aniversario de la Asociación Europea de BioElectromagnetismo (EBEA). La Sociedad, que fue fundada en Madrid en 1989 (ver foto), tuvo como fundadora y primera presidenta a la Dra. Jocelyne Leal, jefe del Servicio de Bioelectromagnetismo del Hospital Ramón y Cajal.

Comité de Redacción

Reunión final del Proyecto Europeo de Investigación Euranos

Entre los días 24 y 26 de junio y organizado por el Ciemat en sus instalaciones de Madrid, se ha celebrado el *Workshop EURANOS-FIMEP09*, reunión final del Proyecto Europeo de Investigación Euranos (*European approach to nuclear and radiological emergency management and rehabilitation strategies*). El proyecto, que ha sido patrocinado por la DG de Investigación de la Comisión Europea dentro del 6º Programa Marco y cofinanciado por 23 estados miembros, se inició en el año 2004 con el principal objetivo de "incrementar la cohesión y efectividad de la gestión de las emergencias nucleares y radiológicas en Europa, incluyendo la rehabilitación de las áreas contaminadas, a través del establecimiento de una plataforma efectiva de trabajo entre las instituciones de gestión de la emergencia, institutos de investigación, usuarios finales y otros interlocutores sociales para emprender mejoras orientadas a la aplicación de métodos, procedimientos, guías y herramientas de información". Durante cinco años, 17 organizaciones de gestión de la emergencia y 33 instituciones de investigación de toda Europa han puesto en común las mejores prácticas, conocimientos y tecnología para conseguir estos objetivos, y llegado el término del proyecto el pasado mes de junio, se planteó la oportunidad de realizar una revisión crítica de los progresos realizados e identificar las posibles lagunas que pudieran requerir las actividades de investigación futura. Con este planteamiento, se ha organizado esta reunión final de los contratantes, abierto también al resto de organizaciones interesadas y representantes de organismos nacionales e internacionales.

- La convocatoria tuvo un amplio despliegue a escala nacional
- e internacional que se concretó en la asistencia de más de 90
- personas, representando a 48 organizaciones europeas junto
- con una de Sudáfrica. Por parte española se contó con la pre-
- sencia de representantes del Ciemat, CSN y UPM-ETSII, como
- participantes en el proyecto, y de representantes de la DGPCE.
- La Comunidad Europea estuvo representada por el oficial de
- la CE para este proyecto, Michel Hugon (DG-Research), acom-
- pañado por Veja Tanner (DG-TREN) y el doctor Simon French
- (*Manchester Business School*) como evaluador del proyecto.

- Los días 22 y 23, previamente a la reunión principal, se
- dedicaron a la puesta en común de las experiencias obtenidas
- durante el último año de los miembros de los tres grupos de
- usuarios establecidos al amparo del proyecto: "Usuarios de
- RODOS" (RUG), "Estrategias de rehabilitación a largo plazo"
- (LTRUG) y "Guías de actuación" (HUG). El día 24 se realizó la
- apertura oficial de la reunión principal a cargo del coordinador
- general del proyecto, el Dr. Wolfgang Raskob (FZK, Alemania),
- en cuya intervención destacó los objetivos cumplidos y los prin-
- cipales productos obtenidos en el proyecto Euranos, como son
- las guías europeas de actuación para la gestión a largo plazo
- de sistemas de producción alimentaria y zonas habitadas, la
- mejora del Sistema de Ayuda a la Toma de Decisión RODOS
- con una nueva versión en Java (que ya están disponibles para
- las organizaciones responsables de la emergencia) y el estable-
- cimiento de un marco para involucrar a las autoridades y otros
- grupos interesados en la rehabilitación a largo plazo. Finalmen-
- te, el Dr. Raskob perfiló las expectativas de futuro para mante-
- ner y avanzar en el conocimiento y experiencia obtenidos.

- A continuación, se iniciaron las presentaciones, organiza-
- das en cinco sesiones temáticas a lo largo de los tres días
- del congreso. Las sesiones 1 a 4 se estructuraron de acuerdo
- a los temas de investigación abordados durante el proyec-
- to, relativos a la preparación y gestión en las fases de la
- emergencia y post-accidente en zonas agrícolas y en zonas
- habitadas, las herramientas de apoyo a la decisión y la re-
- habilitación en el largo plazo. Los investigadores presentaron
- los resultados obtenidos desde el punto de vista técnico y los
- usuarios finales realizaron sus presentaciones de acuerdo a la
- aplicabilidad de dichos productos. En la 5ª sesión se aborda-
- ron las necesidades futuras en la investigación y las mejoras
- operativas requeridas en estos mismos temas en el ámbito
- europeo. El representante de la CE, Michel Hugon, presentó
- las previsiones en materia de investigación en Fisión Nuclear



y Protección Radiológica para los próximos Programas Marco de la CE y de Euratom, haciendo énfasis en las necesidades futuras en materia de gestión de la emergencia. En esta sesión también se presentó a debate la propuesta de establecimiento de una Plataforma Europea sobre la Preparación y Gestión de las Emergencias Post-accidente (similar a otros consorcios o redes temáticas europeas que ya están en funcionamiento) para implementar, mantener y mejorar los resultados del proyecto Euranos. Esta iniciativa tuvo una aceptación unánime por toda la audiencia de forma que se estableció una agenda de trabajo para materializar dicho compromiso de continuación.

Además de las sesiones plenarias, se dispuso, en paralelo, de una sala para la presentación de pósters y demostraciones de los productos finales obtenidos en el proyecto. Ambas actividades tuvieron una gran acogida.

En la sesión de clausura estuvieron la secretaria general técnica del Ciemat, María Teresa Mendizábal, y el consejero del CSN, Fernando Fernández, que cerraron el evento. En sus respectivas intervenciones mostraron el interés y el apoyo que ambas instituciones mantienen respecto a los temas relacionados con la preparación y gestión de las emergencias nucleares y radiológicas y su apuesta de futuro por seguir involucrados en cuantas iniciativas de investigación, coordinación y/o armonización en esta materia sean propuestas a nivel europeo y, específicamente, expresaron su intención de apoyar las sucesivas actividades que se desarrollen en el marco de la propuesta de Plataforma Europea de Preparación y Gestión de las Emergencias.

El *workshop* ha resultado magnífico tanto en sus aspectos técnicos como en las reuniones sociales, recibiendo el equipo organizador las felicitaciones del coordinador así como de la mayoría de los asistentes. Este evento ha permitido al Ciemat mostrar su capacidad y potencial de liderazgo en la investigación y desarrollo de la preparación y gestión de las emergencias radiológicas a nivel nacional y la posibilidad de convertirse en un interlocutor preferente a nivel europeo e internacional.

Milagros Montero
Ciemat

Necesidades de investigación en campos electromagnéticos recomendadas por la Unión Europea (SCENIHR)

En enero de 2009, el Comité Científico de la Comisión Europea, SCENIHR, encargado de valorar los riesgos emergentes recién identificados sobre la salud publicó su opinión relacionada con los efectos de la exposición a campos electromagnéticos (CEM). En dicho informe se ponía de manifiesto los numerosos *gaps* en el conocimiento de los potenciales efectos de dichas exposiciones en sus diferentes bandas de frecuencia.

Al mencionado informe le fueron sugeridas una serie de recomendaciones para suplir las deficiencias en los datos obtenidos hasta la fecha, con objeto de realizar una evaluación apropiada de los riesgos asociados a dichas exposiciones. Por ello, SCENIHR, ha publicado el 6 de julio un nuevo documento describiendo las necesidades en la investigación en el área de campos electromagnéticos: *"Research needs and methodology*

to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF". Dicho documento se encuentra disponible en la página web: (http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_024.pdf)

Comité de Redacción

Junta Directiva de la Sociedad Peruana de Radioprotección (2009-2011)

Como resultado de las elecciones llevadas a cabo el 15 de julio de 2009 en la Sociedad Peruana de Radioprotección se cuenta con la Junta Directiva integrada por: presidente, Jesús Aymar Alejos; vicepresidenta, Efigenia Seminario Atoche; secretario general, Fernando Márquez Pachas; secretario de acción científica, Pedro Valdivia Maldonado; secretario de actas, Víctor Cruz Ornetta y secretario de economía, Tony Benavente Alavarado.



Miembros de la Junta Directiva de la SPR: Tony Benavente, Efigenia Seminario, Jesús Aymar Alejos, Pedro Valdivia Maldonado y Fernando Márquez.



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Ha finalizado el Proyecto MOU EUROPA ERG 101.013 "RF-Biological Effects"

El pasado mes de junio finalizó el proyecto europeo RF-Bio, realizado bajo el acuerdo marco EUROPA/ERG nº 1. En este proyecto internacional, han participado el Reino Unido, Bélgica, Italia, los Países Bajos, Suecia y España. El proyecto RF-Bio surgió como necesidad militar operativa o "responsabilidad" por parte de los ministerios de defensa europeos de estudiar potenciales efectos sobre la salud por exposición del personal

militar (operadores radar, etc.) y público en general, a radiaciones no ionizantes (RNI) en el espectro RF, en particular los campos generados por sistemas militares que utilizan pulsos del tipo *Ultra Wide Band* (UWB) y *High Power Microwave* (HPM). El propósito del mismo era coordinar en el área objeto de interés, los programas de investigación realizados por las organizaciones participantes: DSTL (Reino Unido), ACOS WB (Bélgica), CISAM, OTO Melara, ANSALDO Ricerche y la Universidad de Pisa (Italia), el TNO-FEL y la Universidad Tecnológica de Eindhoven (Países Bajos), FOI Defence Medicine (Suecia) y, en España, el Hospital Ramón y Cajal de Madrid, la Universidad de Zaragoza y la Universidad Politécnica de Madrid. Así mismo, mediante dicha colaboración se trataba de facilitar el intercambio de información y posible cooperación (utilización de instalaciones de un participante por otro) en las investigaciones.

El proyecto se dividió en paquetes de trabajo interrelacionados, con una nación responsable de la coordinación de cada paquete. Una de las primeras actividades fue la definición de las señales de RF de interés y sus parámetros (frecuencia, anchura de pulso, PRF, tiempos de subida, etc.) Así mismo, se definieron patrones de referencia para comparar y validar los resultados de diferentes estrategias computacionales de modelado numérico a emplear en la dosimetría de los ensayos experimentales sobre sistemas biológicos. La precisión de la dosimetría numérica es esencial para la correcta interpretación de los resultados experimentales. Se ha estudiado también si en el régimen no térmico sigue siendo apropiado utilizar como indicador de dosimetría la tasa de absorción específica (SAR), o si conviene usar otros (densidad de corriente, absorción específica, etc.). En el apartado de Toxicología y Fisiología Celular, se han llevado a cabo investigaciones sobre los mecanismos celulares implicados en las respuestas no térmicas o subtérmicas a exposiciones de RF, con el objetivo de poder definir con precisión los umbrales de respuesta biológica a parámetros electromagnéticos específicos, información crucial para el establecimiento de límites de seguridad para la exposición del personal militar. El mismo fin es perseguido con los estudios sobre cultivos de células del sistema nervioso (experimentos *in vitro*) y sobre animales vivos, ratas (experimentos *in vivo*). El plan de trabajo termina con el análisis de resultados su interpretación es importante, así como el control de efectos espurios, la validación de ensayos y un informe final con conclusiones y recomendaciones que será emitido en breve.

España ha aportado un esfuerzo científico y técnico significativo dentro de todos los Paquetes de Trabajo (PT) integrados en el Proyecto RF-Bio, y ha liderado los PT "*Cellular Physiology and Toxicology: Cellular and Biochemical Studies*" y "*Nervous System: Cellular and Animal Studies*". El rendimiento español en términos de resultados científico-técnicos ha estado a la altura del esfuerzo aportado y ha destacado claramente por encima de la media del volumen de datos generado por el conjunto de los países participantes. Así:

- Se han diseñado, construido y validado equipos avanzados para la exposición de modelos biológicos, animales y celulares, a señales RF en las bandas S-X. También se han desarrollado estrategias avanzadas de dosimetría numérica para exposiciones *in vitro* e *in vivo* a distintos tipos de señales RF.
- Se han probado y caracterizado modelos celulares adecua-

dos para el estudio de efectos subtérmicos de señales RF de interés militar.

- Los resultados de los estudios *in vitro* son coherentes con una sensibilidad celular a las citadas dosis subtérmicas. Los efectos no parecen ser dependientes linealmente de la tasa de absorción específica (SAR) o de la temperatura. La modulación y la forma de la señal podrían tener una influencia crítica en el tipo de respuesta celular inducida. Líneas celulares distintas presentan respuestas diferentes, específicas, a una misma señal. Algunas de las respuestas observadas no son indicativas de efectos citoproliferativos (propios de procesos cancerosos); al contrario, revelan efectos citostáticos. La relevancia de estos resultados en el estudio de procesos oncostáticos merece ser considerada seriamente.
- Los estudios en animales han mostrado indicios de efectos ligeros, pero significativos, en las concentraciones de parámetros bioquímicos específicos en sangre. Aunque esas alteraciones bioquímicas no tienen una relevancia patológica definida, y podrían representar mecanismos adaptativos a la exposición, los datos deberán ser ampliados antes de poder emitir conclusiones válidas sobre su significado biomédico.

En definitiva, y a la espera de que se emitan las conclusiones generales del proyecto, cabe decir que los trabajos españoles han contribuido significativamente al asentamiento de unas bases firmes para el estudio de los bioefectos de las señales RF de interés militar, tanto desde la perspectiva de la protección radiológica como desde un enfoque de aplicabilidad biomédica. Los resultados de los estudios españoles han concitado el interés de los demás países participantes, que han solicitado la colaboración y la transferencia de las técnicas y protocolos españoles en una futura reedición del proyecto, o en el seno de otros proyectos de colaboración internacional.

M^a Ángeles Trillo, Hospital Ramón y Cajal

Grupo de trabajo sobre efectos en biota, del Programa EMRAS-II del OIEA

Como ya se informó en el N^o 59 de RADIOPROTECCIÓN, el Organismo Internacional de la Energía Atómica ha puesto en marcha a principios de 2009 el programa EMRAS-II ("*Environmental Modelling for Radiation Safety*"), cuyo objetivo general es mejorar las capacidades en el área de las evaluaciones de dosis ambientales mediante la adquisición de datos mejorados para testar los modelos, la comparación y evaluación de los modelos utilizados, la consecución de un consenso en las metodologías, aproximaciones y valores utilizados en las modelizaciones, el desarrollo de métodos mejorados y el intercambio de información.

El programa está integrado por nueve grupos de trabajo, siendo uno de ellos el encargado de los aspectos relacionados con los efectos de las radiaciones ionizantes en la biota. El pasado mes de julio, tuvo lugar en Viena la reunión de este grupo de trabajo, con objeto de revisar el trabajo realizado en el primer semestre de 2009. En la reunión participaron representantes de los siguientes países (instituciones): Alemania (BFS), Australia (ANSTO), Bélgica (SCK-CEN), Canadá (CNSC, Areva Resources Canada y McMaster University), Estados Unidos (Argon Laboratory), España (Ciemat), Francia (IRSN), Holanda (NRG), Japón (NIRS)

Noruega (NRPA; UMB), Reino Unido (EA; Westlakes Scientific Consulting Ltd.), República Checa (SUJB), Rusia (TYPHOON), Serbia (INEP) y Suecia (Vattenfall AB, Stockholm University).

El grupo de trabajo de efectos tiene como objetivo llegar a entender el posible impacto de las radiaciones en el medio ambiente. Para ello, es necesario conocer las condiciones de exposición, las características del ciclo de vida de los organismos expuestos, la dosis absorbida, las relaciones dosis-respuesta existentes y establecer, en base al conocimiento científico, niveles de dosis (tasas de dosis) de cribado adecuados para proteger el medio ambiente. Dentro del grupo, se trabaja en las siguientes áreas:

- **Actualización de la base de datos FREDERICA.** Esta base de datos es la mayor existente en la actualidad sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes en plantas y animales (no humanos). Su última actualización se realizó en 2006, dentro del proyecto europeo ERICA. Puesto que la información contenida en FREDERICA es la base para poder desarrollar relaciones dosis-respuesta y poder llegar a establecer niveles de dosis (tasas de dosis) de cribado que permitan afirmar que el medio ambiente no está en riesgo, una de las primeras tareas era actualizar la base de datos. En los últimos seis meses, tras revisar cerca de 650 separatas, se han añadido casi 140 nuevas referencias a FREDERICA, lo que supone un aumento del 10% en la información que contenía. Destacar, el aumento de información sobre especies que anteriormente estaban poco documentadas, como anfibios o insectos.
- **Dosis-respuesta y Distribución de sensibilidad de especies (SSD).** Durante la reunión, los asistentes tuvimos la posibilidad de realizar un curso de entrenamiento sobre el manejo del programa "R", que permite analizar las curvas dosis-respuesta y calcular a partir de los datos el valor de parámetros como ED50 o EDR10, los cuales serán utilizados en el análisis de distribución de sensibilidad de especies y así poder llegar a derivar niveles de cribado para la protección del medio ambiente.
- **Modelización de poblaciones.** Se ha elaborado un cuestionario con objeto de recopilar información sobre las diferentes herramientas existentes que permitan mejorar la modelización de los efectos radiológicos en poblaciones de biota. El objetivo último es desarrollar un modelo genérico, que permita predecir efectos para una amplia variedad de escenarios y para muchos tipos distintos de poblaciones.
- **Exposición a múltiples contaminantes.** En este área se pretende revisar la información bibliográfica existente sobre los efectos biológicos producidos por la exposición a múltiples contaminantes (siendo uno de ellos la radiación ionizante), registrando de forma electrónica la información de una manera sistemática y uniforme. Se está trabajando en colaboración con un grupo de trabajo de la Unión Internacional de Radioecología (IUR) interesado en el tema.

Existe información más detallada sobre el grupo de trabajo de efectos y sus actividades, así como sobre el resto de grupos de trabajo del programa EMRAS-II en la dirección <http://www-ns.iaea.org/projects/emras/emras2/default.htm>

*Almudena Real - Ciemat
Participante del proyecto EMRAS-II*

Creación de una Alianza Europea en Radioecología (ERA)

- En las últimas décadas, la investigación hecha en Europa en radioecología ha disminuido debido a que se suponía que la experiencia europea en esta disciplina era ya madura y suficiente, en especial por la experiencia derivada de los estudios posteriores al accidente de Chernobyl. Sin embargo, en la actualidad hay signos claros de que algunos elementos clave de esta experiencia están disminuyendo y fragmentándose a un nivel en el que será difícil mantener en el futuro un conocimiento adecuado que cubra las necesidades de los reguladores, la sociedad y la industria en Europa. En la última década la mayoría de programas nacionales o financiados por la UE en radioecología se han centrado en modelización y en recopilación de datos. Se ha adquirido poco conocimiento básico, especialmente a través de investigación experimental. La caída en la competencia y experiencia en radioecología podría tener consecuencias importantes para las necesidades futuras dadas las nuevas orientaciones sobre la radiactividad natural y la protección del medio ambiente. Se necesita tener fundamentos en radioecología basados en el conocimiento, para las nuevas instalaciones nucleares (reactores de nueva generación, fusión, ...), para los reguladores (en relación por ejemplo con los planes de emergencia, NORM, residuos radiactivos, protección del medio ambiente ...) y en el caso de accidentes nucleares o potenciales acciones terroristas.

- La radioecología es la disciplina científica que reúne todo el conocimiento relacionado con el medio ambiente necesario para evaluar los impactos de las sustancias radiactivas en el medio ambiente. Esta disciplina incluye el estudio del comportamiento y de la transferencia de los radionucleidos en el medio ambiente, la contaminación resultante y, por consiguiente, la evaluación del impacto en las poblaciones humanas. La radioecología también examina los efectos de los radionucleidos en los ecosistemas (ecotoxicología de los radionucleidos) los cuales constituyen una nueva aproximación de la protección radiológica reflejada en las acciones internacionales y en algunos países. Dichos estudios son importantes para optimizar la protección radiológica. También son importantes para la sociedad ya que cualquier sobre o subestimación de la exposición al contaminante o de los efectos radiológicos podría llevar a restricciones innecesarias y costosas, o alternativamente, a un nivel de protección menor para el público o el medio ambiente.

- Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, ocho instituciones europeas, entre ellas el Ciemat, han firmado un "Memorandum of Understanding", en el que se comprometen a realizar actividades de I+D en radioecología de manera coordinada y sostenible. En concreto, se espera propiciar las investigaciones que se consideren prioritarias, establecer una "Agenda estratégica de investigación" y constituir una Red de Excelencia para presentarse conjuntamente a las convocatorias del 7º Programa Marco Eurtom en Protección Radiológica. Las ocho instituciones han decidido crear una Alianza Europea en Radioecología (ERA) con objeto de mantener y aumentar las competencias e instalaciones experimentales en radioecología existentes en Europa, con una perspectiva internacional, así

como abordar retos científicos y educacionales relacionados con la evaluación del impacto de sustancias radioactivas en humanos y en el medio ambiente.

El pasado 24 de agosto tuvo lugar una reunión en Bélgica con objeto de comenzar a desarrollar la "Agenda estratégica de investigación", la cual debe recoger las líneas de I+D que van a permitir un avance significativo en radioecología en los próximos 10-15 años. A la reunión asistieron representantes de las ocho instituciones que han firmado el "Memorandum of Understanding": BFS (Alemania), SCK-CEN (Bélgica), CIEMAT (España), STUK (Finlandia), IRSN (Francia), NRP (Noruega), CEH (Reino Unido), SSM (Suecia).

Durante la reunión se identificaron tres objetivos principales de la "Agenda estratégica de investigación": 1) "Comprensión

- y cuantificación de los mecanismos clave de transferencia de radionucleidos"; 2) "Significado de las exposiciones crónicas en ecosistemas"; 3) "Mejora y desarrollo de las herramientas de ayuda a la decisión en diversas situaciones de exposición". Para cada uno de estos tres objetivos generales se definieron posibles líneas de investigación. Se prevé que el documento final de la "Agenda estratégica de investigación" esté terminado a finales de este año.

- En octubre de este año está prevista una reunión de los representantes principales de las instituciones participantes y es posible que a raíz de la misma se difunda en España la posible participación en proyectos de investigación a realizar en el futuro.

Almudena Real y David Cancio
U. Protección del Público y el Medio Ambiente. Ciemat

PUBLICACIONES

IAEA

Nueva serie: Human Health Series

Quality Assurance for PET and PET/CT Systems

Human Health Series Nº. 1

Esta publicación ofrece directrices para la implementación de un sistema de control y aseguramiento de la calidad aplicado al diagnóstico mediante PET/CT (tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada). Ambos sistemas de imagen, independientes y complementarios a la vez, son de un uso cada vez mayor en el campo del diagnóstico por imagen, oncología, cardiología y neurología, permitiendo al clínico localizar y diagnosticar con mayor precisión. Esta publicación establece directrices para las pruebas de aceptación y el control de calidad de rutina necesario para la ejecución clínica óptima. Específicamente, son objeto de discusión los valores de referencia, tolerancias y niveles de acción. ISBN 978-92-0-103609-4.

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf

Safety Standards Series

Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material

Colección de normas de seguridad Nº TS-G-1.2 (ST-3)

Esta Guía de Seguridad proporciona orientación sobre diversos aspectos en planificación de emergencias para hacer frente de manera eficaz y segura a los accidentes producidos en el transporte de material radiactivo, incluyendo la asignación de responsabilidades. Refleja los requisitos especificados en las Normas de Seguridad Nº TS-R-1, Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo, y



- en la Colección de Seguridad No115, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante.

ISBN 978-92-0-307609-8. Disponible en español.

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1119s_web.pdf

Clasificación de las fuentes radiactivas

Colección de normas de seguridad NºRS-G-1.9

Esta Guía de Seguridad clasifica el riesgo de las fuentes radiactivas y las prácticas en cinco categorías. El sistema de clasificación está basado en un método lógico y transparente que proporciona la flexibilidad para que sea aplicado en una amplia gama de circunstancias.

ISBN 978-92-0-301409-0. Disponible en español.

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1227s_web.pdf



Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material

Safety Standards Series Nº. TS-G-1.5

Esta Guía de Seguridad tiene por objeto ayudar a las autoridades competentes en el desarrollo de programas de garantía de cumplimiento en relación con el transporte de materiales radiactivos. También proporciona orientación a los solicitantes, titulares de licencias de funcionamiento y organizaciones para su interacción con la entidad reguladora.

ISBN 978-92-0-110208-9. Disponible en español.

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1361_web.pdf



Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2009 Edition Safety Requirements

Safety Standards Series Nº.TS-R-1

Esta publicación establece los reglamentos que se aplican al transporte de material radiactivo para todos los modos de transporte en

tierra, el agua o en el aire. El objetivo y alcance de la norma se describe en detalle, así como el rango de aplicación. ISBN 978-92-0-101909-7.

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1384_web.pdf

Safety Reports Series

Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: PET/CT

Safety Reports Series Nº. 58

Este *Safety Report* repasa las cuestiones sobre protección radiológica derivadas del empleo de PET/CT y ofrece información relativa de las dosis de los pacientes, de los niveles de riesgo e información para la optimización de las técnicas dirigida a los médicos. Consta de 8 capítulos: introduction, current pet/ct technology, clinical methodology, radiation exposure of patients undergoing pet/ct examinations, patient dose management, radiation protection of the staff in a pet/ct facility, training y summary of guidance. ISBN 978-92-0-106808-8.

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1343_web.pdf



Establishing Guidance Levels in X Ray Guided Medical Interventional Procedures: A Pilot Study

Safety Reports Series Nº. 59

El número de los procedimientos intervencionistas guiados por imágenes de rayos X aumenta cada año. Habida cuenta de la necesidad médica de estos procedimientos, es vital que la confianza del público en estas técnicas no se vea socavada por las consecuencias negativas de la alta dosis de radiación. El uso de niveles orientativos ha demostrado ser una herramienta útil para la optimización en radiología convencional. Sin embargo, la posibilidad de establecer niveles como herramienta para la optimización en intervencionista ha sido objeto de debate científico. En esta publicación se ha buscado establecer un entendimiento común y el consenso de estos aspectos. ISBN 978-92-0-107308-2, English. 32.00 Euro

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1346_web.pdf



IAEA Nuclear Security

Identificación de fuentes y dispositivos radiactivos

IAEA Nuclear Security Series Nº. 5

Este manual ha sido elaborado como parte del Plan de Acción del IAEA para la seguridad de las fuentes de radiación y la seguridad de materiales radiactivos.

Su finalidad es: ayudar en el reconocimiento e identificación de objetos radiactivos, en el transporte de paquetes y proporcionar instrucciones sobre qué hacer y cómo obtener más ayuda. También proporciona información sobre el Catálogo Internacional de fuentes radiactivas selladas



- a través de las autoridades reguladoras de los Estados miembros.
- ISBN 978-92-0-300209-7. Disponible en español.
- www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1278s_web.pdf

Security of Radioactive Sources

IAEA Nuclear Security Series Nº. 11

Existe la preocupación de que grupos delictivos o terroristas podrían acceder a fuentes radiactivas de alta actividad y el uso malicioso de estas fuentes. La IAEA está trabajando con los Estados Miembro para aumentar el control, la contabilidad y la seguridad física de las fuentes radiactivas para evitar su mala utilización y las posibles consecuencias. En esta guía se establecen orientaciones sobre la seguridad física de las fuentes y servirá como una herramienta útil para los legisladores y los reguladores, así como para funcionarios encargados de hacer cumplir la ley. ISBN 978-92-0-102609-5.

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1387_web.pdf



Otras publicaciones IAEA

INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual

2008 Edition

INES, The International Nuclear and Radiological Event Scale fue desarrollado en 1990 por expertos convocados por el IAEA y la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE con el objetivo de comunicar los eventos significativos en seguridad. Esta edición del Manual de Usuario de la INES está diseñada para facilitar la tarea de aquellos que requieran calificar la importancia para la seguridad de eventos utilizando la escala. Incluye orientación adicional y aclaraciones, y proporciona ejemplos y comentarios sobre el uso continuado de INES. IAEA-INES-2009, 2009.

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/INES-2009_web.pdf



TECDOC Series

Nuclear Medicine in Thyroid Cancer Management: A Practical Approach.

IAEA TECDOC Series Nº. 1608.

Esta publicación es una guía actualizada sobre el tratamiento del cáncer de tiroides en medicina nuclear. Se centra en su diagnóstico y en la posterior terapia con I-131 y describe los aspectos prácticos y los de protección radiológica de la terapia con I-131 desde diferentes puntos de vista. ISBN 978-92-0-113108-9

www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1608_web.pdf



Comité de Redacción

Publicaciones ICRP

ICRP Publication 107: Nuclear decay data for dosimetric calculations

Annals of the ICRP Volume 38. Issue 3, (June 2008).

Esta publicación proporciona una base de datos sobre la desintegración nuclear de 1252 isótopos radiactivos. Incluye los datos físicos necesarios para el cálculo de dosis absorbidas en órganos y tejidos del cuerpo de todos los nucleidos con una vida media de más de 1 minuto (922 isótopos radiactivos con una vida media de más de 10 minutos y 330 con una vida media de menos de 10 minutos).

Esta publicación completa la Publicación 38 de ICRP y proporciona los datos en forma electrónica a través de un CD.

ISBN-13: 978-0-7020-3475-6

ISBN-10: 0-7020-3475-4

www.icrp.org/annals_list.asp



Comité de Redacción

NCRP

Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States Report

NCRP Nº. 160 (2009).

Este report detalla los datos de la exposición a las radiaciones ionizantes de la población de Estados Unidos. Hace referencia a los datos de 1980 y posteriores presentados en la NCRP nº 93. Desde entonces, la dosis de radiación recibida por la población estadounidense ha aumentado debido fundamentalmente al incremento de la utilización de radiación ionizante en procedimientos médicos de diagnóstico e intervencionistas. Este informe contiene las contribuciones de todas las fuentes de radiación en 2006 y concluye que las dos mayores contribuciones a la exposición en la población en Estados Unidos son la exposición de fondo de radiación natural y las exposiciones médicas recibidas como pacientes.

www.ncrppublications.org/Reports/160



Comité de Redacción

CONVOCATORIAS 2009

"más información en www.sepr.es"

OCTUBRE

• Technical Meeting on Quality Assurance for Nuclear Spectrometry Techniques

Del 12 al 16 de octubre de 2009 en Viena, Austria.

Más información: www.pub.iaea.org.

• ISOE International ALARA Symposium

Del 13 al 15 de octubre en Viena, Austria.

• European Workshop on Monte Carlo Treatment Planning 2009

Del 19 al 21 de octubre en Cardiff, Reino Unido.

Más información: www.mctp2009.org.

• Curso de "Medidas de contaminación radiactiva en instalaciones radiactivas de medicina, investigación y docencia"

Del 19 al 22 de octubre en el Instituto de Investigaciones Biomédicas CSIC-UAM, Madrid.

• 12th European ALARA Network Workshop

Del 21 al 23 de octubre en Viena, Austria.

Más información: www.alara2009.at.

• 15th International Symposium on Microdosimetry

Del 25 al 30 de octubre en Verona, Italia.

Más información: www.micros2009.lnl.infn.it.

• International Topical Conference on Po and Radioactive Pb isotopes

Del 26 al 28 de octubre en Sevilla.

Más información: www.institucional.us.es/pb210

• International Workshop on Advances in Applications of Burnup Credit for Spent Fuel Storage, Transport, Reprocessing, and Disposition to be held in cooperation with the IAEA

Del 27 al 30 de octubre en Córdoba.

Más información: www.pub.iaea.org.

• 35^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

Del 28 al 30 de octubre en Sevilla.

Más información: www.sne.org.es

NOVIEMBRE

• 4th International Conference on Education and Training in Radiological Protection (ETRAP 2009)

Del 8 al 11 de noviembre en Lisboa, Portugal.

Más inform.: www.euronuclear.org/events/etrap/index.htm

• VII Curso de Instrumentación y Control de Calidad en Medicina Nuclear

Del 18 al 29 de noviembre en Barcelona.

Más información: www.aulaclinic.com

• 4th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC' 09)

Del 30 de noviembre al 04 de diciembre en Napa, California.

Más información: www.apsorc2009.berkeley.edu

DICIEMBRE

• Modern radiotherapy: Challenges and advances in radiation protection of patients

Del 2 al 4 de diciembre en París, Francia.

Más información: www.conference-radiotherapy-asn.comdo

Master en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones (MINA)

Organizado por: El Ciemat en colaboración con la Universidad de Cantabria, La Universidad del País Vasco, la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Autónoma de Barcelona.

Objetivo: proporcionar una formación general en el área de la Ciencia y la Tecnología Nuclear, que permita la integración profesional en el ámbito de la Industria Nuclear. Este Master tiene la consideración de "Estudio Propio" y se rige por la Normativa de Estudios Propios de la Universidad Autónoma de Madrid.

Dirigido a: titulados superiores de facultades o escuelas científicas o tecnológicas, tales como ingenierías, física, química, matemáticas, etc.; así como a profesionales que puedan estar relacionados con el sector nuclear.

Lugar, horario y fechas: 5 de octubre de 2009 – 29 de junio de 2010. Ciemat. Avenida Complutense, 22. 28040 Madrid. Jornada completa. Está estructurado en 775 hr de clases teóricas y prácticas más 225 hr de estudio y un proyecto fin de Máster de 500 hr. Existe la posibilidad de matricularse en asignaturas sueltas.

Más información: webgc.ciemat.es/cargarAplicacionOfertaEmpleo.do?identificador=386&idEstado=1

Técnico Experto en Protección Radiológica en Centrales Nucleares (Ciemat)

Fechas: del 13/10/2009 al 05/02/2010 en modalidad on-line.

Cuota: 700 euros.

Se oferta un número limitado de cuotas reducidas para:

- Participantes en situación de paro
- Participantes con minusvalía
- Residentes en Latinoamérica y países en desarrollo

Para optar a dicha reducción, se deberá acreditar convenientemente la solicitud, con la correspondiente documentación

Objetivo: proporcionar la especialización que se requiere para ejercer las funciones propias de los Servicios de Protección Radiológica de instalaciones nucleares, bajo la dirección del Jefe de Servicio, y está dirigido a aquellos interesados con titulación mínima de FPPII o equivalente.

El curso finaliza con unas sesiones prácticas presenciales y un examen final presencial que tendrán lugar en la CCNN de Sta María de Garoña.

Más información: llamando a Eva Calvo (91 346 0893) o enviando un email a aulavirtual@CIEMAT.

Curso de Operadores IIRR, campo de aplicación Radioterapia

Director de curso: Bonifacio Tobarra

Lugar: Hospital Virgen de la Arrixaca (El Palmar, Murcia)

Fecha: del 13 al 29 de octubre de 2009

Cuota: general de 600€. Incluye documentación y tasas de examen por el CSN. Se prevé una cuota reducida de 400€ para alumnos de IES Ingeniero de la Cierva. Patiño (Murcia).

Más información: www.iffis.es/formacion/aspx/mostrarDatosCurso.aspx?curso=63

Curso de Medidas de Contaminación Radiactiva en Instalaciones Radiactivas de Medicina y de Investigación y Docencia

Organizado por: Sociedad Española de Protección Radiológica. Colaboran CSIC, UAM y el Hospital Universitario La Paz.

Lugar: Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM)

Fecha: 19 al 22 de octubre de 2009

Objetivo: impartir una formación teórica y práctica relativa a las medidas de contaminación radiactiva, presentar la problemática asociada a estas medidas y proponer criterios de armonización para realizar las medidas indicadas. Se presentará el Marco Normativo aplicable a la contaminación radiactiva y los documentos técnicos de aplicación en este ámbito.

Dirigido a: profesionales de instalaciones radiactivas en las que se trabaja con fuentes no encapsuladas.

Más información e inscripción: jornadaspr@gruposenda.net. Telf.: 91 373 47 50

Curso de Espectrometría Gamma Avanzada

Organizado por: CIEMAT con la colaboración de Unesa y Enresa.

Fechas: 19 – 23 de octubre de 2009.

Horario: 09:00-17:30.

El curso se desarrollará durante 26 horas lectivas en horario de mañana y tarde.

Lugar: Ciemat. Avda. Complutense, 22. 28040 MADRID.

Objetivo: familiarizar a investigadores y profesionales con las técnicas de espectrometría gamma utilizando distintos tipos de detectores para realizar medidas, tanto "in situ" como en laboratorio. Durante el curso se utilizarán programas de análisis de espectros comerciales aplicados al campo de residuos radiactivos y a la vigilancia radiológica ambiental y operacional.

Dirigido a: investigadores y profesionales familiarizados con espectrometría gamma.

Más información: Ana Calle Hernández. Avda Complutense, 22 28040 MADRID. pr.tn@ciemat.es.

Tfno.: 913466748. Fax: 91346297

Socios colaboradores de la SEPR



ASOCIACIÓN NUCLEAR
ASCÓ - VANDELLÒS II, A.I.E.

