

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



RADIOPROTECCIÓN publica su número **50**



▲ **Entrevista:**

**José Gutiérrez López y
Rafael Ruiz Cruces**

*Presidentes saliente y entrante
de la SEPR*

▲ **Caracterización de suelos
contaminados mediante un
equipo portátil de fluorescencia
de rayos X**

▲ **Nuevos retos para la
protección radiológica:
Dispositivos para la dispersión
de radiactividad**

▲ **Estudio de la microdistribución
renal del uranio empleando
autorradiografía alfa
de animal completo**

Nº 50 • Vol. XIII • 2006

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora

Almudena Real

Coordinadora

Carmen Roig

Comité de Redacción

Beatriz Gómez-Argüello
José Miguel Fernández Soto
Carlos Huerga
Paloma Marchena
Lola Patiño
Matilde Pelegrí
Beatriz Robles
José María Sastre
Luis Miguel Tobajas
M^o Ángeles Trillo

Coordinador de la página electrónica

Joan Font

Comité Científico

Presidente: Luis M. Tobajas

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 Leniño,
María Teresa Macías, Xavier Ortega,
Pedro Ortiz, Teresa Ortiz, Turiano Picazo,
Rafael Puchal, Luis Quindós,
Rafael Ruiz Cruces, Guillermo Sánchez,
Eduardo Sollet, 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: sendaeditorial@sendaeditorial.com

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 comparte necesariamente.

EDICIÓN DICIEMBRE 2006



Portada:
Imagen de el número 0 de
RADIOPROTECCIÓN.

S U M A R I O

- Editorial **3**
- Especial N^o 50 **4**
- Entrevista **6**
José Gutiérrez López y Rafael Ruiz Cruces
Presidentes saliente y entrante de la SEPR.
- Noticias **10**
 - de la SEPR 10
 - de España 38
 - del Mundo 42
- Colaboraciones **19**
 - Caracterización de suelos contaminados mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X 19
L.S. Quindós, I. Fuente, C. Sáinz y I. Queral
 - Nuevos retos para la protección radiológica: Dispositivos para la dispersión de la radiactividad 23
J.C. Mora, B. Robles y D. Cancio
 - Estudio de la microdistribución renal del uranio empleando autorradiografía alfa de animal completo 30
D. Cebrián, M.A. Morcillo
- Proyectos de Investigación **49**
- Publicaciones **51**
- Convocatorias **52**
- Índice de artículos 2006 **53**

Editorial

En estos días entrañables de Navidad los sentimientos más sinceros de paz y amor a nuestros seres queridos brotan por encima de los problemas cotidianos y del estrés diario. Con ese mismo espíritu abierto y conciliador, la nueva Junta Directiva os quiere desear lo mejor para el año 2007, esperando que sea un año fructífero en lo personal y en lo profesional. Este año tenemos una oportunidad de vernos TODOS en nuestro XI Congreso, que como sabéis tendrá lugar en Tarragona, capital de la Costa Dorada y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Por eso, os animamos a que participéis activamente en él.

Esta revista que leéis también supone una gran satisfacción. Cincuenta números editados de RADIOPROTECCIÓN. Culpa de ello la tienen numerosas personas que lo han hecho posible. Incontables horas de trabajo, en muchos casos robadas al tiempo libre y de descanso han dado como resultado un éxito como este. Nuestra gratitud a todos los Directores, Coordinadores, Miembros de los comités de redacción y científico. RADIOPROTECCIÓN es una revista que nos tiene informado, con creces, de las actividades de nuestra Sociedad, debido al gran esfuerzo de los miembros que trabajan día a día para ello, perfectamente coordinados por Almudena Real, nuestra Directora. Gracias Almudena!!! por tu excelente trabajo de Dirección y tu gran dedicación. Por supuesto, nuestra gratitud a todos los socios que aportan sus colaboraciones científicas, enriqueciendo y fomentando que nuestros conocimientos se reciclen periódicamente.

Gracias también a Senda Editorial y en especial a Matilde Pelegrí, por su actitud de constante colaboración con la SEPR. Asimismo, nos gustaría agradecer a Carlos Prieto la inestimable labor que ha desempeñado como Coordinador

de la página web de la SEPR desde 2005, participe principal de su renovación. Nuestra página web se ha convertido en una herramienta moderna, dinámica y con un fluido diseño al servicio de nuestros socios. También tiene una cuota alta de participación en este logro, José Miguel Fernández Soto, responsable de Comunicaciones y Publicaciones de la SEPR.

Por último, en este capítulo de agradecimientos, debemos resaltar la labor desempeñada por los miembros salientes de la Junta Directiva, Eugenio Gil, Francisco Carrera, Pablo Gómez y Ramón Almoguera, cuya dedicación a la SEPR ha servido para mantener estos niveles de calidad. Y por supuesto, a nuestro Presidente saliente, José Gutiérrez, por su actitud siempre comprensiva y conciliadora, que ha sabido coordinar perfectamente esta Junta en los dos últimos años.

Nace una nueva Junta Directiva y con ella un nuevo proyecto. Esta Junta Directiva quiere estimular la participación activa de nuestros socios, para que la SEPR continúe avanzando por el buen camino. Por ello, hemos aprobado recientemente la creación de un Plan Estratégico cuya misión principal sea la evaluación y mejora de la estructura organizativa de la Sociedad. Será la Comisión de Actividades Institucionales quien se encargue de elaborarlo. Debemos encaminarnos hacia una Sociedad dinámica, moderna y con alta cuotas de participación, que conozca cuáles son sus objetivos y planes para conseguirlo. Este Plan debe considerarse como un proyecto de actuación global, armónica y viable. ¡Un impulso hacia el futuro!

¡¡¡FELIZ NAVIDAD Y "RADIANTE" 2007!!!



Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60
28020 Madrid
Tel.: 91 749 95 17
Fax: 91 749 95 03
Correo electrónico: secretaria.
sociedades@medynet.com

Junta Directiva

Presidente: Rafael Ruiz Cruces
Vicepresidente: Pío Carmena
Secretaría General: M^ª Teresa Macias
Tesorera: Cristina Correa
Vocales: Manuel Alonso, José Miguel
Fernández Soto, Teresa Navarro, Carmen
Álvarez, Domingo Sustacha, Ricardo Torres

Comisión de Asuntos Institucionales

Responsable: Rafael Ruiz Cruces

Comisión de Actividades Científicas

Responsable: Pío Carmena

Comisión de Normativa

Responsable: M^ª Teresa Macias

Comisión de Comunicación y Publicaciones

Responsable: José Miguel Fernández Soto

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Responsable: Cristina Correa

LA REVISTA RADIOPROTECCIÓN PÚBLICA SU NÚMERO 50

Quince años después de que se publicara el "Número cero", hoy tienen en sus manos el Número 50 de la revista **RADIOPROTECCIÓN**, un hecho que debe congratularnos a todos los Socios de la SEPR.

Fue en 1991, cuando se pudo hacer realidad una idea que llevaban varios años gestando sucesivas Juntas Directivas de la SEPR. Como se decía en la presentación del Nº 0 de **RADIOPROTECCIÓN**, el objetivo era "Editar una revista que fuese órgano de difusión de la SEPR y la vía de publicación de los trabajos de sus socios, así como de las ponencias presentadas en sus Reuniones y Sesiones científicas". Sin lugar a dudas este objetivo se ha cumplido con creces a lo largo de los 50 números publicados. La revista ha permitido hacer llegar a todos los socios, durante sus 15 años de existencia, las noticias surgidas en relación con la protección radiológica tanto en España como en el resto del mundo. Además, ha permitido un acercamiento al trabajo científico realizado por un gran número de profesionales de la PR en su mayoría Socios, a través de los más de 170 artículos técnicos editados. Por último, **RADIOPROTECCIÓN**, se ha adaptado al formato de "Libro de resúmenes" cada dos años, para recoger en sus páginas los trabajos de los participantes en los Congresos de la SEPR.

En sus primeros años, la revista tenía una periodicidad anual, pero enseguida fue adquiriendo fuerza y tan solo tres años después de su creación su periodicidad ya era cuatrimestral. Fue en 1996 cuando la revista pasó a ser trimestral, tal y como es en la actualidad.

RADIOPROTECCIÓN ha sido una buena herramienta para informar de los acontecimientos relacionados con la protección radiológica que han tenido lugar en España y el mundo, a través de sus apartados de noticias, publicaciones y convocatorias. Destacar el apartado de Noticias SEPR, a través del cual se ha informado de los cambios que cada dos años han tenido lugar en la Junta Directiva de la Sociedad; los temas tratados en las reuniones de las distintas comisiones que tiene

la SEPR; las candidaturas presentadas y aprobadas para organizar los congresos bianuales de la Sociedad; o como sus miembros iban formando parte de distintos Comités de Expertos y Grupos de Trabajo Internacionales, permitiendo que fuera de nuestras fronteras se conociera el trabajo que se realizaba en España por parte de los profesionales de la PR.

A través de las entrevistas publicadas, **RADIOPROTECCIÓN** ha dado a conocer la

de 1991, se informaba sobre las recién publicadas recomendaciones de la ICRP (ICRP-60; 1990). Han pasado 15 años desde ese hecho y hoy, finalizando el año 2006, la ICRP está próxima a publicar unas nuevas recomendaciones. Este acontecimiento ha sido seguido con interés en la revista, la cual seguirá informando de las novedades en el tema que se produzcan en el futuro.

RADIOPROTECCIÓN también ha vivido con todos los Socios uno de los acontecimientos más relevantes para la protección radiológica en España y para la SEPR, la celebración en Madrid del Congreso Internacional IRPA-11 en mayo de 2004. Sus páginas nos llenaron de orgullo cuando anunciaron en el año 2000, que Madrid había sido la candidatura aprobada para celebrar en 2004 este importante evento. La revista siguió con entusiasmo el antes, el durante y el después de dicho acontecimiento, que marcó un hito sin precedentes en la historia de la PR en España.

La revista a lo largo de los años ha ido evolucionando y acercándose a las demandas hechas por los socios. Así, en el año 1999, por primera vez un número de **RADIOPROTECCIÓN** trató un tema de forma monográfica, fue el número 22 sobre "Dosimetría". La gran acogida que tuvo este número monográfico llevó a que en años posteriores se publicaran monográficos sobre "Percepción y comunicación del riesgo radiológico" (Nº 29; 2001), "Medicina Nuclear" (Nº 36; 2003), "Estrategias nacionales e internacionales en protección radiológica" (Nº 39; 2004), "Radiaciones no ionizantes y salud" (Nº 44; 2005), "Radiología digital" (Nº 47; 2006). El último número monográfico fue el del pasado mes de octubre, donde se recogieron todos los trabajos presentados en el Simposio Internacional sobre la "Protección Radiológica del Paciente" (Nº 49; 2006)

Una mención especial merece el número extraordinario publicado con motivo de la celebración del Congreso IRPA-11 en Madrid en 2004. El número extraordinario sobre "Protección Radiológica en España" (Nº 40; 2004),



opinión de los mayores expertos de nuestro país en muy diversas áreas relacionadas con la protección radiológica. Pero, además la revista siempre ha intentado ampliar fronteras recogiendo en sus páginas la opinión y el trabajo realizado por profesionales de otros países del mundo, con especial interés en Europa y América Latina.

La revista ha recogido algunos de los acontecimientos más relevantes de los últimos años en el área de la protección radiológica. Ya en el Nº 1 de la revista, publicado en noviembre

RADIOPROTECCIÓN

fue preparado conjuntamente por la Sociedad Española de Protección Radiológica, la Sociedad Nuclear Española y la Sociedad Española de Física Médica, y en él se trataron todos los temas relacionados con la PR en los que se trabaja en España, para lo que se contó con los mejores expertos en cada una de las áreas de nuestro país. Para dicho número extraordinario se formó un Comité Editorial extraordinario compuesto por miembros de las tres Sociedades implicadas en la publicación.

En el año 2000, adaptándose a los tiempos, la SEPR creo su página electrónica. La página fue diseñada por Antonio Delgado y José María Gómez-Ros del CIEMAT, que se encargaron también de su gestión hasta el año 2003. En ese año, el Comité de Redacción, con la inestimable ayuda de Senda Editorial, cogió el relevo en la coordinación. La página electrónica ha sido una herramienta muy útil para poner a disposición de todos los socios información relevante, de una manera más ágil. En 2005, la página electrónica fue

renovada con objeto de ampliar la información facilitada a los socios y de poder hacerlo en "tiempo real". En ese año la página sufrió una profunda reestructuración, no sólo "estética" sino también de contenido. Actualmente, la página además de informar sobre noticias acontecidas en la SEPR, en España y en el mundo, pone a disposición de todos sus socios un gran número de publicaciones de distintos organismos nacionales e internacionales relacionados con la PR, facilitando la información para poder acceder a dichos documentos. Además, existen en la página un gran número de documentos descargables, como son las presentaciones de las distintas Jornadas, Seminarios o Cursos organizados por la SEPR. Desde el año 2001 **RADIOPROTECCIÓN** está disponible también en formato pdf, para que los socios la puedan descargar en www.sepr.es.

Durante los 50 números de **RADIOPROTECCIÓN** han sido muchos los socios que

han contribuido a hacer posible que puntualmente la revista vea la luz. Desde estas líneas mostrarles un efusivo agradecimiento. Pero si alguien tiene realmente "la culpa" de que la revista pueda cumplir hoy su Nº 50 son los diferentes Comités de Redacción y Comités Científicos de **RADIOPROTECCIÓN**, que con su trabajo incansable y una gran dosis de entusiasmo han hecho más fácil la dura labor de estar al día de lo que ocurre en el mundo de la protección radiológica. No hay palabras para agradecer a cada uno de ellos la labor realizada.

La revista en la actualidad goza de una muy buena salud, pero sólo podrá mantenerla con la ayuda desinteresada de todos los socios de la SEPR. Por ello, desde aquí animo a todos ellos no sólo a colaborar con la revista, sino también a utilizarla para hacernos llegar sus sugerencias y críticas constructivas.

Almudena Real

Directora de RADIOPROTECCIÓN

COMITÉS DE REDACCIÓN 1991-2006

1991-1992

Director: José Vidal Arnau
Redactor jefe: José Sanjuán Fernández
Comité de Redacción:

David Cancio (1991)
L. M. Tobajas (1991 y 1992)
Manuel J. Tormo (1991)
Luis M. Martín Curto (1991 y 1992)
Juan M. Cañizares (1991)
Adrian Gonzalvo (1991 y 1992)
Antonio Baeza (1991)
Armando Merino (1992)

1993-1994

Director: Gustavo López Ortiz
Coordinador: Leopoldo Arranz
Secretario: Armando Merino
Tesorera: Teresa Ortiz
Presidente Comité Científico: David Cancio

1994-1995

Director: Leopoldo Arranz
Coordinadora: María Teresa Macias
Tesorera: María Teresa Ortiz
Presidente Comité Científico:
David Cancio (1994)
Antonio Delgado (1994-1995)

1995-1998

Director: Emilio Irazo
Coordinadora: M^º Teresa Macias (1995-1997)
María Luisa España (1998)

Comité de Redacción:

Teresa Ortiz (1995-1997)
Margarita Sierra (1995-1996)
David Cancio (1995-1997)
María Luisa España (1996-1997)
Alicia Martínez (1996-98)
Antonio López Romero (1997-98)
Pío Carmen (1997)
Eduardo Sollet (1998)

Presidente Comité Científico:

Antonio Delgado (1995-1996)
José Gutiérrez (1997-1998)

1998-2001

Director: Eduardo Sollet
Coordinadora: María Luisa España (1998)
Paloma Marchena (1999-2001)

Comité de Redacción:

Alicia Martínez (1998)
Antonio López Romero (1998-2001)
J. Miguel Fernández Soto (1998-2000)
Teresa Navarro (1998-2000)
Matilde Pelegrí (1999-2001)
Beatriz Gómez-Argüello (2001)
Carlos Prieto (2001)
Almudena Real (2001)

Presidente Comité Científico: José Gutiérrez

2002- 2004

Directora: Pilar López Franco
Coordinadora: Almudena Real
Comité de Redacción:

Paloma Marchena
Beatriz Gómez-Argüello
Carlos Prieto
Ángeles Sánchez
Marina Tellez
Matilde Pelegrí
M^º Luisa Sánchez (2002)
Carmen Roig (2003-2004)

Presidente Comité Científico: Agustín Alonso

2005-

Directora: Almudena Real
Coordinadora: Carmen Roig
Coordinador página electrónica:
Carlos Prieto (2005-2006)
Joan Font (2006-)
Coordinadora "Boletín electrónico":
Carmen Rueda

Comité de Redacción:

Paloma Marchena
Beatriz Gómez-Argüello
Matilde Pelegrí
Beatriz Robles
Ángeles Trillo
Carlos Huerga
José María Sastre
José Miguel Fernández Soto

Presidente Comité Científico: Luis Miguel Tobajas



José Gutiérrez López y Rafael Ruiz Cruces Presidentes saliente y entrante de la SEPR

La Asamblea de la Sociedad Española de Protección Radiológica celebrada en Málaga, el día 2 de octubre, fue el marco en el que se hizo efectivo el cambio de la nueva Junta Directiva. RADIOPROTECCIÓN presenta en este número, el 50, el análisis de los dos últimos años de gestión y las previsiones de los siguientes, a través de las opiniones de los presidentes saliente y entrante, José Gutiérrez y Rafael Ruiz Cruces.

IRPA, una referencia obligada

El periodo 2004-2006 se inició con la celebración de IRPA-11. José Gutiérrez asumía, pocos meses después, la presidencia de la SEPR, y reconoce que "el esfuerzo realizado por la Sociedad para la celebración de este evento se plasmó en el mayor Congreso IRPA organizado hasta ahora y es ya una referencia obligada. Así lo evidencian las cifras: más de 1.400 participantes de 77 países, de los cuales 322 eran españoles; más de 1.200 trabajos; más de 50 expositores; 16 cursos de refresco con una participación de 715 profesionales, y 15 conferencias magistrales. Sin duda, IRPA-11 supuso un hito fundamental en la historia y en la consolidación de la SEPR, y el reconocimiento internacional a la madurez de la protección radiológica en España".

De forma práctica, Gutiérrez hace referencia a algunas de las acciones concretas que se han derivado de IRPA-11.

- Las peticiones de colaboración para participar en los siguientes eventos internacionales, tales como Cardiff (junio 2005), París (IRPA regional, mayo 2006) y Buenos Aires (IRPA 12, 2008), en los que algunos de nuestros socios han formado y forman parte de los respectivos comités científicos y/o de organización, con el fin de extrapolar la experiencia adquirida.

- La mayor representación en la ICRP de la protección radiológica española en su historia

- La celebración de reuniones y conferencias de carácter internacional en España (ICRP por primera vez y su Comité 4; la conferencia de Elisabeth Cardis sobre estudio de cohorte retrospectiva de trabaja-

dores de la industria nuclear en 15 países; la participación, a través de AMAC, en los seminarios del proyecto COWAM España sobre la gestión democrática de los residuos radiactivos, entre otros).

La referencia a IRPA-11 no puede separarse, sin duda, de las dos personas que, como afirma Rafael Ruiz Cruces, "lideraron este proyecto y a las que la SEPR tendrá que estar siempre agradecida; me refiero a Leopoldo Arranz y Pedro Carboneras". Para Ruiz Cruces, "IRPA-11 consolidó la madurez de la SEPR. Prueba de ello es la mayor cuota de participación de miembros de la SEPR en comités de prestigio internacional como ICRP, IRPA, IAEA, PAHO, etc."

Por otra parte, es evidente que IRPA-11 no acabó en mayo de 2004 para la SEPR. Le siguieron acciones como la jornada técnica,



celebrada a finales de septiembre en el CIEMAT, sobre repercusiones en el futuro de la protección radiológica en España, basada en las conclusiones del citado congreso. También destaca el impulso de grupos de trabajo para producir comentarios a las futuras recomendaciones ICRP y la revisión de las Normas Básicas del OIEA y la UE, a través de IRPA, actividad en la que "la SEPR está siendo especialmente activa en este debate, al que contribuye y al que continuará aportando su experiencia y el conocimiento integrado de sus componentes" afirma Gutiérrez.

Como consecuencia de una de las sesiones y conclusiones de IRPA 11, se organizaron las Jornadas internacionales sobre modelos de gestión para la participación de los agentes sociales (stakeholders) en la toma de decisiones en protección radiológica, cuya primera edición se celebró en Salamanca en noviembre de 2005 y que tiene su continuación en la celebrada en Montbelliard (Francia, noviembre 2006) y la que se celebrará en el Reino Unido en 2007, siempre en colaboración con las Sociedades de ambos países. Finalmente, otra actividad de especial interés es la traducción oficial de Guías del OIEA bajo acuerdo con el CSN, y el proyecto de traducción de las futuras recomendaciones ICRP.

Para Rafael Ruiz Cruces, IRPA-11 plantea un reto importante. Recuerda que en los descansos de la Jornada sobre Repercusiones del Congreso IRPA 11, "se escuchaba por los pasillos... ¿y ahora que? Pues bien, en este último bienio hemos desarrollado y colaborado en numerosas actividades científicas, entre las que destaca el X Congreso celebrado en Huelva el pasado año, que han seguido con esa dinámica innovadora y con empuje de la SEPR".

El 25º aniversario, una celebración para recordar

El año 2005, la SEPR conmemoró el 25º aniversario de su fundación. Para José Gutiérrez, el hecho de que una asociación profesional como la SEPR alcance este hito "además de un orgullo y una satisfacción por lo que significa haber logrado sobrevivir con una salud excelente, representa un reto futuro difícil pero atractivo basado en seguir ocupando un espacio de diálogo, información y participación entre sus asociados, la sociedad en su conjunto y las empresas e instituciones, públicas y privadas, relacionadas con el uso pacífico de las radiaciones ionizantes, así como desarrollar un trabajo



"IRPA-11 supuso un hito fundamental en la historia y en la consolidación de la SEPR, y en el reconocimiento internacional a la madurez de la protección radiológica en España, que ahora tiene la mayor representación en la ICRP de su historia"

José Gutiérrez

colectivo de calidad en todas aquellas áreas de interés de los especialistas en protección radiológica al servicio de la sociedad civil.

"Debemos seguir comprometidos en la colaboración con los organismos reguladores, los profesionales y la sociedad en general, y mantener una estrecha relación con los organismos internacionales más relevantes en la materia, como ICRP, OIEA, OMS, NEA-OECD, participando activamente en sus iniciativas. Todo ello con la independencia que da saber que la SEPR representa a sus propios socios y no a intereses económicos ni de ningún otro tipo, salvo aquellos de naturaleza estrictamente científica y profesional".

"En mi opinión, debemos reforzar la participación y concurrencia sistemática de expertos de los diferentes sectores de actividad que integran nuestra Sociedad. Todo

ello contribuirá al cumplimiento de muchos años más y a que lo mejor de nuestra trayectoria esté aún por llegar, bajo criterios de independencia, neutralidad y enfoque riguroso y profesional de los aspectos que debemos abordar".

El presidente entrante incide en la importancia de este aniversario, que representa "madurez, fortalecimiento de un proyecto y motivación de futuro, para mantener "vivos" los objetivos de nuestra Sociedad".

La celebración de estos 25 años constituyó uno de los aspectos más destacados de la presidencia de José Gutiérrez, quien recuerda las actividades organizadas con este fin. "La SEPR publicó el libro '1980-2005. 25 años de Protección Radiológica en España', en el que se hace un recorrido por la historia de la Sociedad, vista desde la perspectiva de sus presidentes, recopilándose la actividad desarrollada, junto con algunos apuntes e hitos históricos de acontecimientos ocurridos en España y el mundo durante estos 25 años. El libro recoge también una referencia histórica de las diferentes actividades científicas (congresos, cursos, jornadas, etc.) organizadas por la Sociedad, así como un álbum fotográfico con imágenes que las recuerdan. También se ha editado un DVD que reproduce todos los números de la revista RADIO-PROTECCIÓN hasta el momento".

"Especialmente entrañable fue el emotivo homenaje realizado a los 12 presidentes habidos hasta ahora, algunos de ellos ya retirados, a los cuales se invitó expresamente al Congreso de Huelva, en cuya cena de gala se glosaron sus cualidades humanas y profesionales, haciéndoseles entrega de un recuerdo personal. Creo que la realización de este homenaje fue una decisión de la SEPR justísima y muy acertada que supuso una satisfacción compartida por el reencuentro con nuestros anteriores presidentes.

Especial recuerdo tiene también Rafael Ruiz Cruces de este acto, que califica como muy emotivo. "En mi opinión, todas las actividades organizadas con motivo del 25º aniversario tuvieron esa doble función que se aúna en este tipo de conmemoraciones: el orgullo y la satisfacción de los logros conseguidos, y también el agradecimiento a tantas personas que, sacando horas de su tiempo libre, han hecho tanto por la SEPR".

El X Congreso, una prueba de fuego

Para los dos entrevistados, el Congreso de Huelva, representó una "prueba de fuego" por su cercanía a IRPA-11 y evidenció

la vuelta a la normalidad tras un acontecimiento de carácter mundial como ese, demostrando que la SEPR en su conjunto no se había relajado tras el éxito y seguía manteniendo un nivel saludable de producción científico-técnica.

Gutiérrez incide en los resultados. "La cifra -más de 100- y la calidad de las comunicaciones presentadas hablan por sí solas. Si añadimos el excelente nivel de las ponencias invitadas y del debate mantenido, la afirmación de éxito no resulta exagerada. Debe destacarse también el alto porcentaje de participación de congresistas no socios de la SEPR (30%), lo que demuestra el interés suscitado"

Y recuerda también Ruiz Cruces el "magnífico y cuidadísimo programa social ofrecido y la eficacia organizativa. Todo ello bajo la dirección de Francisco Carreras, Presidente del Comité Organizador".

Málaga, una cita internacional

El encuentro más reciente de la SEPR ha sido el Simposium Internacional de protección radiológica del paciente, celebrado en Málaga en los primeros días de octubre.

Rafael Ruiz Cruces ha sido el presidente del Comité Organizador, y afirma que "el SIPRP06 ha tenido una alta participación científica de destacados números uno internacionales en las diferentes ramas tratadas. En mi opinión ha supuesto un fortalecimiento de la Protección Radiológica del Paciente, de la que la SEPR fue pionera con la organización local, hace cinco años en Málaga, de la I Conferencia Internacional sobre este tema (IAEA-CN85). Creo que la protección radiológica del paciente debe de ser una línea básica de trabajo en investigación de nuestra Sociedad, ya que España siempre ha sido pionera en este tema en el ámbito internacional".

Para José Gutiérrez, "además de un referente de los datos actuales sobre el tema, este congreso pretende constituir una prospectiva de futuro sobre esta disciplina tomando como base el Plan de Acción 2002-2006 del OIEA, que representa un gran avance en la protección contra las radiaciones ionizantes que reciben los pacientes como consecuencia de su diagnóstico y/o su tratamiento. Creemos que este congreso debe servir para fomentar el diálogo futuro y el intercambio de información entre la amplia gama de profesionales del campo de la medicina, la tecnología y la protección a los que se ha dirigido".



"Debemos conseguir una SEPR más competitiva y que dé respuesta a las necesidades que demanda la sociedad actual"
Rafael Ruiz Cruces

La página electrónica se renueva

En los últimos dos años, la SEPR ha potenciado la mejora, actualización y promoción de la página www.sepr.es, con el objetivo de servir de referencia a los socios y a los profesionales de la protección radiológica.

Recuerda José Gutiérrez que "en 2005 se cambió el diseño, organización y mantenimiento incluyendo nuevas secciones, con actualización permanente y ofreciendo novedades y ventajas para los socios de la SEPR. Con ello se pretende conseguir una mayor interactividad, lo que redundará en beneficio de la información y comunicación requeridas. Además, el anuncio de la creación de grupos de trabajo para temas específicos y la incorporación de documentos de interés deben propiciar una mayor participación de los mismos en la actividad diaria de la Sociedad".

Con el fin de apoyar la difusión de las novedades volcadas en la web, hace unos meses se creó el boletín electrónico mensual, que se envía a los socios por correo electrónico, y que informa sobre la actualización en los contenidos. Por otra parte, muy recientemente se ha mejorado la localización de la página en los diferentes buscadores, y se ha completado el proceso de programación, de forma que la propia Sociedad, a través de su Comité de Redacción, gestiona directamente la administración de todos los contenidos de la página electrónica, optimizando el proceso.

Otro de los objetivos marcados por la Junta Directiva es la próxima creación de un apartado dedicado a la formación, en el que se incorporen todos los centros que imparten la enseñanza de protección radiológica.

Rafael Ruiz Cruces va más allá y, aunque reconoce que la nueva página web es una herramienta muy útil y que debe motivar la participación activa de todos los socios, afirma también que "debemos potenciar más su difusión mediática, lo cual llevará a incrementar su uso. La utilización de estas nuevas tecnologías reduce distancias y acerca a los socios de otros países que podrán obtener no sólo información actualizada, sino también descargar documentos y nuestra revista RADIOPROTECCIÓN".

50 números de RADIOPROTECCIÓN

La edición de cincuenta números, manteniendo la cita con los lectores cada tres meses durante más de diez años, es un hito relevante en el mundo de las publicaciones científico-técnicas. RADIOPROTECCIÓN ha alcanzado esta cifra, y nuestros entrevistados aportan su opinión al respecto.

"La divulgación del conocimiento, necesidad y beneficios de la protección radiológica -afirma José Gutiérrez- ha ocupado un lugar importante en nuestra actividad. En este sentido, nuestra mejor seña de identidad la constituye la revista científica RADIOPROTECCIÓN, de la que ya se alcanza medio centenar de números. El esfuerzo que realizan todos los componentes de la misma es encomiable y desde aquí quiero enviarles nuestro agradecimiento y felicitación, extensivo a todos aquellos socios que han formado parte de la revista anteriormente, por el excelente trabajo que han realizado".



Coincide Rafael Ruiz Cruces en la mención a los miembros de los Comités de Redacción. "La calidad que posee actualmente la revista **RADIOPROTECCIÓN** es muy satisfactoria. La culpa de ello la tienen muchas personas que trabajan día a día, con mucho esfuerzo, incluso en fin de semana, para hacer posible que en cada número estemos informados de todo aquello que nos compete. En este punto me gustaría mostrar mi admiración y agradecimiento al Comité de Redacción de la revista. Por otro lado, las colaboraciones son de alto nivel científico y eso es posible gracias al esfuerzo de los socios que envían sus trabajos, que son evaluados por un eficaz Comité Científico. 50 números es un aval de calidad".

Relaciones con otras Sociedades

Uno de los apartados al que se hacía referencia en el anterior cambio de Junta Directiva era el fomento de las relaciones con otras asociaciones profesionales. Éste ha sido un objetivo prioritario para la Junta Directiva saliente, y lo es también para la entrante.

En este punto, José Gutiérrez afirma que "éste es un tema de gran importancia que debe no sólo mantenerse sino potenciarse y es seguro que la nueva Junta Directiva lo tiene entre sus prioridades. Pero, si se me permite, me gustaría añadir que además de las relaciones con otras Sociedades debemos prestar atención a establecer contactos y actuaciones con grupos profesionales, con independencia de que se encuentren integrados en alguna asociación, en cuya actividad exista algún aspecto de protección radiológica. El mecanismo de relación podría ser la creación de grupos mixtos con participación de miembros de la SEPR y de estos colectivos profesionales, para decidir las líneas de trabajo de interés. Estos grupos podrían posteriormente constituir foros de trabajo que funcionaran con un mecanismo semejante al del ya establecido con éxito "Foro Sanitario" con el CSN y la SEFM, cuyas ventajas son bien conocidas. Esta necesidad se puso de manifiesto en las Jornadas sobre 'Protección radiológica en instalaciones radiactivas en la industria' y 'Emergencias en instalaciones radiactivas hospitalarias' celebradas recientemente".

Actividades en curso y futuras aprobadas en la Asamblea General celebrada en octubre de 2006

- Ampliar la integración del sector sanitario.
- Conseguir una oferta de formación acreditada.
- Extrapolar el mecanismo del Foro Sanitario a otras temáticas como, por ejemplo, un "Foro Industrial".
- Analizar la posición actual de la SEPR en sus relaciones con Hispanoamérica.
- Impulsar la incorporación de la SEPR en los foros de coordinación de la política sanitaria que sean de aplicación temática.
- Plantear la presencia específica de la protección radiológica en el Plan Nacional de I+D.
- Reforzar la colaboración con la SEFM y Sociedades del ámbito médico.
- Potenciar el papel de la SEPR en el tema de las radiaciones no ionizantes.
- Mantener el seguimiento de las futuras recomendaciones ICRP y documentos de base.

Rafael Ruiz Cruces afirma con claridad que "éste es y será siempre un objetivo primordial para la SEPR. La realización de eventos científicos co-organizados con otras sociedades científicas internacionales y nacionales, ya es una realidad. Sin embargo, debemos aunar esfuerzos para ampliar el marco de colaboraciones con otras instituciones, como son las Universidades y los Colegios Oficiales Profesionales. La acreditación de cursos de formación impartidos por la SEPR debe ir encaminada por esa línea de actuación.

"No debemos olvidarnos en este apartado que la SEPR posee una relación institucional consolidada con la Administración Pública. Cabe destacar el excelente marco de colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear desde hace años. Asimismo, seguiremos trabajando de forma directa en temas relacionados con los Ministerios de Sanidad, Educación y Medio Ambiente. Y por supuesto, con el siempre fiel apoyo de entidades de peso como CIEMAT, ENRESA, ENUSA, UNESA, y otros socios colaboradores".

Un futuro prometedor

La realidad de una Sociedad, que ha sobrepasado con éxito el primer cuarto de siglo de historia, se ha construido gracias a la aportación continuada de las Juntas Directivas y de los socios que brindan su esfuerzo e ilusión en potenciar las actividades de la Sociedad. Por ello, la continuidad en una asociación profesional como la SEPR es

una garantía de futuro. En este sentido, José Gutiérrez cede el testigo de esta pregunta sobre el futuro a Rafael Ruiz Cruces, recordando las acciones que la última Asamblea General aprobó mantener y desarrollar en un plazo inmediato. La nueva Junta Directiva propone una actualización en la organización interna de la SEPR, mediante la regulación de diferentes clases de socios, la política de cuotas reducidas y la organización de un sistema general de gestión documental.

Para Rafael Ruiz Cruces, uno de los objetivos prioritarios es potenciar la participación de los socios. "Es una asignatura pendiente. Me gustaría que aquellos socios que quieran participar activamente lo hagan saber a través de cualquier miembro de la Junta Directiva o de los Comités. Nuestro trabajo desde la Junta Directiva debe ir encaminado a modernizar la SEPR, haciéndola más atractiva, dinámica y con proyección de futuro. Los socios que lo deseen siempre tienen las puertas abiertas. Mi lema es "siempre sumar, nunca restar".

Para el nuevo presidente, "hay que realizar un impulso hacia el futuro, mediante un Plan Estratégico que objetivo de forma clara y sencilla cuáles son los pilares fundamentales de lo que será la SEPR en los próximos años. Para ello debemos comprometernos a trabajar en equipo con gran dedicación, mostrando un talante abierto y receptivo para conseguir una SEPR más competitiva y que dé respuesta a las necesidades que demanda la sociedad actual. Ese es nuestro reto y esperamos que dentro de pocos años podamos verlo hecho realidad".



La Junta Directiva informa

Renovación de la Junta Directiva de la SEPR

El pasado 2 de octubre tuvo lugar la Asamblea General de la SEPR, en la que quedó aprobada por unanimidad la única candidatura presentada para la nueva Junta Directiva de la Sociedad.

A continuación se presenta a cada uno de los integrantes de la nueva Junta Directiva.

PRESIDENTE



Rafael RUIZ CRUCES

Nacido en Málaga en 1963. Doctor en Medicina y Cirugía por Universidad de Málaga. Premio Extraordinario de Tesis Doctoral sobre Protección Radiológica del Paciente por la Universidad de Málaga en 1994. Ese mismo año concluye su formación como Médico Especialista en Radiodiagnóstico. Desde 1999 es Profesor Titular de Radiología y Medicina Física en la Facultad de Medicina de Málaga y desde finales de este año Facultativo Especialista de Área del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Clínico Universitario de Málaga. Es Consultor del Organismo Internacional de la Energía Atómica desde 1998 y Miembro del Grupo Directivo del "IAEA Action Plan" sobre PR del Paciente desde 2001. Fue presidente del Comité Organizador de la Conferencia Internacional IAEA-CN85 y recientemente del Symposium Internacional sobre PR del Paciente celebrado el pasado mes de Octubre. Ha sido miembro del Comité Científico de la SEPR desde Febrero de 2001 y ha participado en varios comités organizadores y científicos de Congresos SEPR, incluido IRPA11. Posee numerosas publicaciones científicas nacionales e internacionales en el campo de la Protección Radiológica en Medicina, siendo Revisor de la Revista "Physics in Medicine and Biology" y de miembro de los Comités Científico de varias revistas nacionales, entre ellas de nuestra revista Radioprotección. Ha participado como investigador principal y como miembro en Proyectos de Investigación del IAEA, FIS, DICYT y Junta de Andalucía. Desde 2001 es Vice-decano de Estudiantes, Nuevas Tecnologías

e Infraestructuras de la Facultad de Medicina de Málaga.

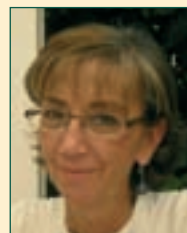
VICEPRESIDENTE



Pío CARMENA SERVERT

Ingeniero industrial especialidad técnicas energéticas. Inicio su vida profesional en el año 1986 en Empresarios Agrupados participando en trabajos de protección radiológica de los proyectos de C.N. Almaráz, Trillo y José Cabrera. En 1986 se incorporó a la Dirección Nuclear de UNESA como Jefe de la División de Protección Radiológica y Residuos. En esta función fue responsable de la coordinación y homogeneización de prácticas de los distintos Servicios de Protección Radiológica de las centrales nucleares españolas. Desde el año 2000 pertenece a la Dirección de Producción nuclear de Endesa Generación como responsable del control de operación de centrales nucleares. Ha participado en diversos foros nacionales e internacionales relacionados con la energía nuclear y es autor de diversas publicaciones

SECRETARIA GENERAL



M^{ra} Teresa MACÍAS DOMÍNGUEZ

Nacida en Madrid en 1957. Licenciada en Ciencias Biológicas. Inicia su actividad profesional en el campo de la Protección Radiológica en el año 1989 en el Instituto de Investigaciones Biomédicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). De manera simultánea, durante el año 1993 asume la coordinación de todas las instalaciones radiactivas del CSIC. Desde el año 2001 es Jefe del Servicio de Protección Radiológica del Instituto de Investigaciones Biomédicas CSIC-UAM. Fue Coordinadora del Comité de Redacción de la revista RADIOPROTECCIÓN (1994-1998), miembro de la Comisión de Actividades Científicas (2001 - 2006), de la Comisión de Asuntos Institucionales (2002-

2004), del Comité Científico de la Revista Radioprotección (2000-2006), y colaboro en la organización inicial del Congreso IRPA 11 (1995-2000). Ha coordinado y participado en diferentes grupos de trabajo de la SEPR.

TESORERA



Cristina CORREA SAINZ

Nacida en Madrid en 1962. Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Inicia su actividad profesional en el campo de la Protección Radiológica en 1989 en la Empresa Nacional de Ingeniería y Tecnología (INITEC). En 1993 entra a trabajar en la empresa Tecnos, Garantía de Calidad S.A., donde obtiene el título de Jefe de la Unidad Técnica de Protección Radiológica. En 1995 se incorpora al Dpto. de Seguridad y Licenciamiento de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), en la que desempeña el cargo de segundo jefe de la Unidad Técnica de Protección Radiológica desde 1996.

VOCALES



Manuel ALONSO DÍAZ

Nacido en Santander en 1956. Doctor en Ciencias Físicas y Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Especialista Universitario en Protección Radiológica en Instalaciones Médicas. Ha trabajado en Garantía de Calidad y Protección Radiológica en diversas centrales nucleares y ha participado en el Proyecto de Investigación sobre Generadores de Vapor del Grupo de Propietarios Españoles de centrales nucleares de Agua a Presión. Desde 1991 es Jefe del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario "Marqués de Valdecilla" de Santander y Colaborador del Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Universidad de Cantabria. Ha participado en la elaboración de varios Manuales y Documentos sobre Protección Radiológica siendo secretario de la Comisión de Redacción del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico

2002. Miembro del FORO sobre Protección Sanitaria en el Medio Hospitalario. Posee publicaciones científicas internacionales en el campo de la Protección Radiológica, la Dosimetría y el Control de Calidad.



José Miguel FERNÁNDEZ SOTO

Nacido en Madrid en 1964. Licenciado en Ciencias Biológicas, Especialidad de Bioquímica y Biología Molecular por la Universidad Autónoma de Madrid.

Especialista Universitario en Protección Radiológica en Instalaciones Médicas por la Universidad Complutense de Madrid. Especialista en Radiofísica Hospitalaria por el Ministerio de Educación y Cultura. Facultativo Especialista de Área del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid desde 1990. Profesor Asociado del Departamento de Radiología de la Universidad Complutense desde 1998. Miembro del Grupo de Física Médica de la UCM. Asimismo, ha sido miembro del ICOC en IRPA 11. Posee publicaciones científicas internacionales en el campo de la Protección Radiológica en Medicina.



Carmen ÁLVAREZ GARCÍA

Nacida en Madrid en 1952. Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Licenciada en Derecho por la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Diploma de Técnico en Instalaciones Radiactivas, Radiobiología y Contaminación Ambiental por la Universidad Complutense de Madrid. Inicia su actividad profesional en el Consejo de Seguridad Nuclear desde su creación, en 1996 es nombrada Jefe de Área de Instalaciones Radiactivas Médicas del CSN. Miembro del Comité de Dirección del European ALARA Network, en representación del CSN. Miembro del grupo de Reguladores (ERPA) perteneciente al EAN. Ha participado en la elaboración de la Directiva sobre Control de Fuentes de Alta Actividad y fuentes Huérfanas de la CE. Miembro del FORO sobre Protección Sanitaria en el Medio

Hospitalario. Participación en Normativa y legislación Participación en 2 Proyectos Extra-presupuestarios del OIEA.



Teresa NAVARRO BRAVO

Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1984 ha desarrollado su actividad profesional en el CIEMAT (antes JEN) donde desempeñó diversos puestos relacionados con la Vigilancia Radiológica Ambiental y la Protección Radiológica. Desde 1990 ha sido la Responsable del Servicio de Dosimetría Personal Interna del CIEMAT. En la actualidad desempeña el cargo de Jefa del Servicio de Dosimetría Personal del CIEMAT.

Investigadora principal en diversos proyectos de investigación en áreas de Dosimetría Interna, destacándose los relacionados con el CSN, ENRESA, OIEA y EURADOS. Es la representante española como experta en asuntos de Dosimetría Interna para la OIEA en proyectos para el área Iberoamericana. Desde 1988 a 2000 ha sido miembro del Comité de Redacción de la Revista Radioprotección y de la Comisión de Comunicación y Publicaciones de la SEPR.



Domingo SUSTACHA DUO

Nacido en Mungia (Vizcaya), en 1957. Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad del País Vasco, (1980). Su actividad se ha desarrollado funda-

mentalmente en el área de Protección Radiológica de la Central Nuclear de Almaraz, donde se incorporó en el año 1982. Desde 1986, está en posesión del Diploma de Jefe del Servicio de Protección Radiológica para la C.N. Almaraz, donde actualmente desempeña el cargo de Jefe del Departamento de Protección Radiológica y Medioambiente. A lo largo de su trayectoria profesional ha trabajado en diferentes áreas y ha sido responsable del desarrollo de planes y programas tales como el Plan de vigilancia radiológica ambiental, el Servicio de dosimetría externa e interna, la gestión de residuos radiactivos, el plan de

emergencia, el plan ALARA y el plan de prevención de riesgos laborales. Es miembro de la Comisión de PR y Residuos de UNESA, de la cual ha sido presidente durante 2 años.



Ricardo TORRES CABRERA

Nacido en Valladolid en 1965. Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Valladolid. Inicia su actividad profesional realizando tareas docentes en el

Departamento de Electrónica y Tecnología Electrónica de esta misma Universidad. En 1992 se incorpora al Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital Universitario Río Hortega, creado por el INSALUD para dar cobertura a sus instalaciones radiactivas en seis provincias de Castilla y León, desarrollando desde entonces su trabajo en campos diversos de la física médica, la dosimetría de radiaciones ionizantes y la radioprotección. En 1999 obtiene el título de Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Su trabajo se ha desarrollado principalmente en las áreas de la radiofísica y de la protección radiológica en instalaciones médicas. Actualmente es delegado de control de calidad y protección radiológica de la Sociedad Española de Diagnóstico por la Imagen de la Mama (SEDIM).

Comité de Redacción

Asamblea General de la SEPR

El 2 de octubre de 2006 se celebró la Asamblea General de la SEPR en el Aula Magna de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga.

El orden del día de la Asamblea fue el siguiente:

1. Lectura y aprobación del acta anterior
2. Informe del Presidente sobre las actividades de la SEPR
3. Estado de cuentas y presupuesto
4. Altas y bajas de socios
5. Informe sobre el próximo congreso ordinario en Tarragona en 2007
6. Aprobación del nuevo Reglamento de Régimen Interior
7. Renovación de la Junta Directiva
8. Ruegos y Preguntas

La Secretaria General de la SEPR, Maria Teresa Macias, ha elaborado el borrador del acta de dicha Asamblea, que deberá ser aprobada en la próxima Asamblea General Ordinaria de la SEPR. Hasta ese momento, el acta está abierta a modificaciones propuestas por los asistentes a la Asamblea si consideran que algo no ha quedado bien reflejado. El borrador del acta puede descargarse en la web de la SEPR (www.sepr.es).

Destacar que en dicha Asamblea se aprobó la renovación de la Junta Directiva de la SEPR, noticia de la que se informa más ampliamente en este número de Radioprotección. Así mismo, en la Asamblea se aprobó el Reglamento de Régimen Interior de la SEPR, elaborado por el Grupo de Trabajo creado por la Junta Directiva, y que puede descargarse en el apartado "Noticias SEPR" de la web de la Sociedad.

Comité de Redacción

Resumen y conclusiones del Simposium Internacional sobre Protección Radiológica del Paciente

El Simposium Internacional sobre la Protección Radiológica del Paciente (SIPRO6) ha constituido una puesta a punto sobre el estado actual y las necesidades futuras de esta disciplina científica basándonos en el Plan de Acción 2002-2006 del Organismo Internacional de la Energía Atómica.

Más de 150 participantes representando a 18 países se han reunido en la Facultad de Medicina de Málaga durante los días 2 al 4 de Octubre de 2006.

Un total de 65 trabajos han sido recopilados en la Revista Radioprotección no 49 Vol. XIII (Oct-2006). Nueve áreas temáticas han sido tratadas: Radiobiología, Radiodiagnóstico General, Radiología Intervencionista, Radiología Pediátrica, Radiología de la Mama, Medicina Nuclear, Radioterapia, Embarazo y Radiación Ionizante y por último, Normativa y formación en PR.

En la Inauguración estuvo presente la Presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, Dña. María Teresa Estevan Bolea, junto a representantes de la Universidad de Málaga y los Presidentes de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM).

La Conferencia Inaugural sobre La Protección Radiológica del Paciente en el marco del UNSCEAR y la ICRP, corrió a cargo del socio de honor de la SEPR, D. Abel González, Presidente de IRPA12 (Argentina) y miembro de UNSCEAR. De la misma cabe destacar, que de los nuevos datos presentados no existe variación significativa de los factores de riesgo globales, si bien se prevén problemas con cómo se interprete y use la "atributabilidad" de inducción de cáncer.

Le siguió la Dra. Almudena Real del CIE-MAT y miembro de ICRP, con una ponencia sobre avances en Radiobiología y más concretamente nos habló sobre los efectos no convencionales de las radiaciones ionizantes y su potencial implicación en la protección radiológica del paciente. En resumen, podemos comentar que existen avances recientes en el conocimiento de la inestabilidad genómica y efectos circunstanciales, quedando cuestiones sin resolver en cuanto a los mecanismos por los que se producen. Asimismo, expuso que no existe suficiente información sobre las implicaciones en la estimación de riesgos a dosis bajas.

Se presentaron avances técnicos en los equipos radiológicos con vistas a reducir la dosis de radiación a los pacientes y mejorar la calidad de imagen. Cuatro casas comerciales estuvieron representadas, General Electric, Philips Medical Systems, Siemens Medical Systems y Toshiba Medical Systems.

En los últimos años, los procedimientos diagnósticos y terapéuticos con radiaciones ionizantes han evolucionado rápidamente, paralelamente al gran auge de las nuevas tecnologías. En el área del radiodiagnóstico se debe destacar el impacto de la radiología digital, mereciendo especial consideración la mamografía digital, los procedimientos de radiología intervencionista y los estudios de TC helicoidal y multicorte. Los procedimientos de PET (Medicina Nuclear) y su fusión con el CT (CT-PET), así como la llegada de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) y otras técnicas avanzadas de radioterapia, han sido objetivo de este simposio. Por último, debemos tener presente a la radiología pediátrica, donde las medidas de protección radiológica deben ser superiores, debido a la mayor predisposición de riesgo que posee un niño que un adulto.

Se puede concluir según lo expuesto que las exposiciones diagnósticas son la mayor exposición de todas las fuentes artificiales de ra-

diación, siendo el CT la de mayor exposición de entre las citadas. Actualmente, estos equipos de CT permiten suficiente flexibilidad para optimizar la protección del paciente (libertad en la selección de kV, mAs, modulación de la intensidad del haz, tanto de un corte a otro como en el transcurso de un corte). Así pues, tanto en radiografía digital como en CT se puede reducir la exposición, sin más límite que el ruido aceptable, según el contraste de la lesión-entorno, tal y como nos explicó el Dr. Kalra, del Departamento de Radiología del Massachusetts General Hospital (EE.UU.).

El Dr. Townsend del Departamento de Radiología de la Universidad de Tennessee (EE.UU.), expuso que los equipos fusionados CT-PET están sustituyendo al PET, debido a que dichas imágenes fusionadas ofrecen la posibilidad de valorar al mismo tiempo la morfología y la funcionalidad de un órgano, lo cual conlleva un diagnóstico rápido y preciso para planificar y supervisar los tratamientos. Hasta ahora se utiliza en oncología, pero está próximo su uso en cardiología y otras áreas. Existen nuevos detectores que permiten mejorar la resolución en PET y la exposición. El Dr. Rafael Plaza, del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital La Paz de Madrid concluyó que la optimización de la protección por parte de los usuarios, mediante nuevos protocolos (CT de baja dosis, PET, CT diagnóstico, utilización de contraste) y una formación adecuada del personal profesionalmente expuesto puede mejorar la protección radiológica del paciente.

Los integrantes de la mesa de Radiología Pediátrica, la Dra. Gloria Mardones (Hospital Infantil Niño Jesús-Madrid), el Dr. Carlos Marín (Hospital Universitario Gregorio Marañón-Madrid) y la Dra. María Luisa España (Hospital Universitario La Princesa-Madrid), expusieron la necesidad de aplicar correctamente los criterios de justificación y optimización en las técnicas diagnósticas en niños, ya que poseen mayor sensibilidad y mayor esperanza de vida que los adultos. Resaltaron la importancia de la optimización en los equipos radiológicos específicos para niños, en los protocolos y en los criterios de justificación de las técnicas. Dado el incremento reciente de procedimientos en pediatría, hay que subrayar la necesidad de mayores esfuerzos en la formación que reciban los médicos prescriptores, los médicos residentes, los radiólogos, los técnicos, los radiofísicos, los ingenieros de los equipos y las instituciones sanitarias.

En el área temática de Radiología Intervencionista, se trató el tema de la seguridad como un reto, como una necesidad tanto para el paciente como para el profesionalmente expuesto, subrayó el Dr. Ruiz-Canela, Vicepresidente de la Sociedad Española de Radiología Vasculare e Intervencionista. Al cual siguió, la presentación de un novedoso sistema de activación de la Fluoroscopia mediante la mirada del radiólogo vascular-intervencionista. Este sistema automático de control mediante la vista, inventado por el Ingeniero D. Manuel Fernández, de la casa comercial Philips Medical Systems, supone una reducción de dosis para el paciente y el profesionalmente expuesto. Tanto la Dra. Cousins del Departamento de Radiología del Addenbrooke's Hospital NHS Trust (Universidad de Cambridge), como el Prof. Eliseo Vañó (Universidad Complutense de Madrid) expusieron la necesidad de formación en protección radiológica a los especialistas que realicen procedimientos intervencionistas, de avanzar en la propuesta de niveles orientativos de referencia (NRD), de reforzar la colaboración entre los radiofísicos y los médicos que realizan los procedimientos intervencionistas. Y por último, de mejorar las técnicas de dosimetría ocupacional y la protección de los profesionales que realizan estos procedimientos.

En cuanto a la Mesa sobre los Aspectos de Protección Radiológica y dosis a pacientes versus control de calidad de imagen en mamografía digital, se recordó que desde las primeras mamografías hasta las que se realizan actualmente, el factor de la reducción de dosis ha sido 10 (30-3 mGy), evidentemente, paralelo a una mejora de la imagen. El Dr. Martín Yaffe, del Sunnybrook Health Sciences Centre de Toronto-Canadá, presentó como los nuevos avances en las Técnicas Digitales de Diagnóstico por la Imagen de la Mama, técnicas en 3D o tomosíntesis, utilización de sustancias de contraste, etc. mejorarán la detección de bajos contrastes y ofrecerán reducciones de dosis. Dado que existe una sustitución progresiva de equipos convencionales por los digitales, debe de controlarse las dosis de radiación que es algo mayor con equipos CR que con que emplean panel plano. Asimismo, El Dr. Manuel Lozano del Centro Nacional de Microelectrónica CNM-IMB, expuso un innovador sistema de nuevos detectores de imagen (CdTe) con detección, incluso fotón a fotón, que prometen un aumento de contraste con reducción de la exposición.

En el campo de la Radioterapia, los métodos recientes permiten conformar el volumen blanco a la forma del tumor, lo que aporta mayor probabilidad de control tumoral, casi ausencia de complicaciones en tejido normal (efectos deterministas), una reducción drástica del volumen de alta dosis, lo cual lleva a menor probabilidad de inducción de cáncer, y un considerable aumento del volumen sometido a bajas dosis (2-4 Gy), con posible aumento de probabilidad de inducción de cáncer en estas zonas (pendiente de cuantificar). Por lo tanto, se necesita estudiar las posibles exposiciones accidentales a que puedan dar lugar las nuevas tecnologías, tal y como comentaron el Dr. Jean-Marc Cosset, del Instituto Curie de París-Francia, y el Dr. Jorge Gutierrez, del Hospital Ruber Internacional-Madrid. Este último, mostró los nuevos equipos CyberKnife, de Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT).

Otro de los aspectos destacados fue la Mesa Redonda que versó sobre el paciente frente a las exploraciones y tratamientos con radiaciones ionizantes. El Dr. Leopoldo Arranz, del Hospital Ramón y Cajal de Madrid, hizo una exposición de un tema actual como es la percepción del riesgo radiológico en el paciente hospitalario. La información al público desde el punto de vista del regulador, fue expuesta por D. Manuel Rodríguez, del Consejo de Seguridad Nuclear. La Ciencia es la medida, fue la ponencia de la Dra. Raquel Barquero, del Hospital Universitario del Río Hortega de Valladolid, para terminar con una perspectiva del paciente frente al tratamiento del cáncer, presentada por el Dr. Alfredo Ramos del Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid. Como conclusiones de estas ponencias se hizo hincapié en el derecho a la información, la transparencia, y una terminología simplificada pero veraz y sincera. La necesidad de utilizar los recursos apropiados para que la información sea adecuada y asequible para el paciente, sin que por ello se rompan los lazos de confidencialidad del inspeccionado. Por último, tener presente la implicación positiva de los organismos implicados en la mejora del paciente frente a las radiaciones.

Por último, tuvo lugar la Mesa Redonda sobre el Presente y futuro de la Protección Radiológica del Paciente. En la que se presentaron los puntos de vistas de los organismos implicados, la Dra. Mercedes Bezares por el Ministerio de Sanidad y Consumo, el Prof. José Hernández Armas, Officer de la EFOMP, sobre la Protección Radiológica en Hospitales,

el Dr. Pedro Ortiz (IAEA), sobre el estado actual del Plan de Acción del Organismo Internacional de la Energía Atómica y el Dr. Pablo Jiménez (OPS), sobre el presente y futuro de la protección radiológica del paciente en América. Cerró esta mesa, el Dr. Lars-Erik Holme, Presidente de ICRP con la presentación previa al cierre de las Nuevas Recomendaciones de la ICRP 2006.

Como conclusión general, se puede decir que el SIRPOO ha logrado tratar en profundidad la evolución de las técnicas y sus implicaciones en protección radiológica, tanto con participación de pioneros en las nuevas técnicas, como de profesionales con dilatada experiencia en el día a día, así como de reguladores nacionales e internacionales que han expuesto el estado actual de la PR del Paciente. Por otro lado, hacer mención a que existen métodos de optimización que están muy lejos de estar explotados o transferidos a los programas de formación.

Por supuesto, para que todo ello fructifique se necesita hacer un seguimiento, con posibles simposios en un futuro cercano. Quizás previo a IRPA 12, en Buenos Aires (Argentina).

Al final, nuestro actual Presidente de la SEPR y también del Comité Organizador del evento, el Prof. Rafael Ruiz Cruces, dejó claro que el objetivo de valorar el estado actual y futuro de la protección radiológica del paciente, fomentando el diálogo y el intercambio de información entre la amplia diversidad de profesionales se había logrado con creces. Expreso su gratitud y el esfuerzo desarrollado por la SEPR y el resto de Organismos, Sociedades, Entidades y Empresas colaboradoras integrantes el organigrama organizativo. Para terminar, cerró el evento con una exclamación: CONTINUARÁ!!!

Seminario del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica: "Novedades sobre las nuevas recomendaciones de la ICRP y avances en los desarrollos sobre su aplicación"

Coincidiendo con la presencia en Madrid de los miembros del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la SEPR y el Departamento de Medio Ambien-



Inauguración: De izquierda a Derecha, D. David Cancio; D. Jacques Lochard; Dña Annie Sugier Presidenta del Comité 4; Dña Teresa Mendizábal, Directora del Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT, y D. Wolfgang Weiss.



Salón de actos: Asistentes al seminario celebrado en el Salón de Actos del CIEMAT

te del CIEMAT organizaron, el pasado 15 de septiembre de 2006, en el Salón de Actos del CIEMAT, el Seminario "Novedades sobre las nuevas recomendaciones de la ICRP y avances en los desarrollos sobre su aplicación".

El acto de inauguración del Seminario estuvo presidido por Dña Teresa Mendizábal, Directora del Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT, Dña Annie Sugier Presidenta del Comité 4, D. David Cancio en representación de la SEPR, y D. Jacques Lochard y D. Wolfgang Weiss, presidentes respectivamente de los dos grupos de trabajo del Comité 4 actualmente activos, sobre "Emergencias" y "Rehabilitación".

La Dra Annie Sugier centró su charla en las nuevas recomendaciones que la ICRP está próxima a publicar, describiendo también el trabajo actual y futuro desarrollado por el Comité 4 que preside.

La presentación comenzó resaltando que las nuevas recomendaciones de ICRP son necesarias, ya que desde que se publicaron las anteriores recomendaciones en 1991, ha aumentado mucho la información existente en relación a los efectos biológicos y la física de radiaciones, información que

ha de ser tenida en cuenta por la ICRP. También es importante para la ICRP considerar las tendencias en el establecimiento de los estándares de seguridad radiológica y la experiencia adquirida en su aplicación. Otro aspecto relevante es el interés de ICRP por mejorar y racionalizar

- la presentación de las recomendaciones y tratar de simplificar su contenido.
- Se recordó que uno de los principales objetivos de ICRP al dictar estas nuevas recomendaciones, es mantener en ellas tanta estabilidad como sea posible en base a la nueva información científica disponible. Durante el proceso de elaboración de las nuevas recomendaciones se ha insistido mucho en que se trata más de una continuidad que de un cambio (evolución en vez de revolución), respecto a las recomendaciones de 1991. La mayoría de las recomendaciones no sufrirán cambios, ya que funcionan y están claras. Sin embargo, algunas deben explicarse mejor y otras han de añadirse, ya que se habían eludido, o cambiarse, ya que el conocimiento ha evolucionado.
- La Dra Sugier insistió en que el objetivo de las nuevas recomendaciones continua siendo el de proporcionar unos estándares apropiados de protección para las personas y el medio ambiente, sin limitar de forma indebida las acciones beneficiosas que pueden dar lugar a la exposición a radiación.
- Los principales cambios en las recomendaciones se refieren a la actualización de los factores de ponderación y del detrimento

- a causa de la radiación, y a la extensión del concepto de restricción de dosis en la protección relacionada con la fuente, a todas las situaciones de exposición, que cambian de denominación, como se indica después.
- Se mantendrán los tres principios de la protección radiológica, clarificándose cómo se aplica cada uno de ellos a las fuentes y a los individuos, en cada una de las situaciones. Así mismo, se mantienen los límites de dosis para el público y para los trabajadores.

Como se ha anunciado, se van a sustituir los conceptos de "prácticas" e "intervenciones" por tres condiciones posibles de exposición, que abarcan todas las circunstancias y situaciones posibles: planificadas, existentes y de emergencia

Se resaltó que se utilizará la misma aproximación conceptual en la protección relacionada con las fuentes, independientemente de la situación. Esto significa que la optimización de la protección está siempre restringida por un nivel de dosis, variable para cada tipo de situación, por encima del cual serán prácticamente siempre necesarias las acciones de protección.

Se considera que la conformidad con el valor de la restricción no es suficiente en sí misma para la aplicación esperada del sistema. Sin embargo, la ICRP reconoce que habrá diferencias en la aplicación entre los tres tipos de situaciones. Por ejemplo, en el caso de situaciones planificadas las dosis esperadas pueden evaluarse con anterioridad, pudiéndose planificar la protección acorde con ellas. Por lo tanto, el proceso de optimización debe rechazar cualquier opción de protección que implique dosis por encima de las restricciones apropiadas. En situaciones de emergencia o de exposición existente, donde las exposiciones no son planificadas, los valores de las restricciones deben verse como el nivel de ambición mínima deseado.

Se recordaron los principios de protección relacionados tanto con la fuente como con el individuo. En relación con la fuente los principios son dos:

- Justificación. Cualquier decisión que suponga un cambio en la situación de exposición a radiación, por ejemplo al introducir una nueva fuente de radiación o porque se reduzca la exposición, debe hacer más bien que mal, es decir, debe rendir un beneficio individual o para la sociedad que es mayor que el detrimento que cause.

| RANGOS DE DOSIS PROYECTADAS | CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS |
|-----------------------------|---|
| 20 - 100 mSv | Situaciones excepcionales. Beneficio valorado en cada caso. Información, formación y monitorización individual de los trabajadores, evaluación de dosis al público. |
| 1 - 20 mSv | Beneficio individual directo o indirecto. Información, formación y bien monitorización o evaluación individual. |
| 0,01 - 1 mSv | Beneficio social (no individual). No necesaria la información, formación o monitorización individual. Evaluación de dosis para demostrar cumplimiento |

Tabla I.

- Optimización. El nivel de protección debe ser el mayor en las circunstancias existentes; es decir, se debe maximizar el margen de beneficio frente al perjuicio. Para evitar que se produzcan injusticias serias en el proceso de optimización, debe haber restricciones en los valores de dosis o riesgos a individuos derivados de una fuente particular (restricciones de dosis o riesgos). Así, la optimización implica mantener las exposiciones tan bajas como razonablemente sea posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, así como evitar cualquier distribución injusta de dosis y beneficios en aquellos que sufren la exposición.

En relación con el individuo, las magnitudes de protección esenciales son:

- Los límites de dosis. En situaciones planificadas, la dosis recibida por cualquier individuo, derivada de todas las fuentes reguladas, no debe exceder los límites apropiados especificados por la Comisión.

- Las restricciones de dosis:

o Suponen el nivel de protección más fundamental para la mayoría de los individuos expuestos a una única fuente dentro de un tipo de exposición.

o Aplican a todas las situaciones.

o Se usan de forma prospectiva como punto de partida del proceso de optimización.

o No son una forma de limitar la dosis retrospectivamente.

o En situaciones de exposición planificada, son siempre menores que los límites.

o En situaciones de emergencia o exposiciones existentes, representan el nivel de dosis/riesgo en el que las acciones de protección están casi siempre justificadas.

Los valores recomendados de las restricciones de dosis se presentan en la tabla I.

La Dra Sugier, finalizó su exposición describiendo las principales actividades llevadas a cabo por el Comité 4. Recordó que este Comité es el encargado de proporcionar asesoramiento sobre la aplicación del sis-

tema de protección recomendado en todas sus facetas para la exposición ocupacional y del público. También actúa como principal punto de contacto con otras organizaciones internacionales y sociedades profesionales relacionadas con la protección frente a radiaciones ionizantes. Entre estas organizaciones se encuentran la CE, OIEA, IRPA, ILO, ISO, NEA, OMS, UNSCEAR.

El Comité 4 durante los años 2005 y 2006 ha dado apoyo a la Comisión principal para la elaboración de las nuevas recomendaciones y documentos asociados. En 2007 y 2008 el Comité 4 también apoyará el trabajo de diversos grupos de trabajo de otros Comités de ICRP, como el grupo que trata el tema de los vuelos espaciales (Comité 2) o el grupo que trata temas "Médico-legales" (Comité 4 y Comité 3)

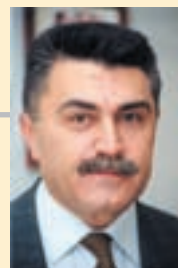
En 2005 se pusieron en marcha dos grupos de trabajo dentro del Comité 4: Emergencias y Rehabilitación. En ambos casos está previsto que para 2007 esté listo un primer borrador de los documentos correspondientes.

En otra noticia de este mismo número de Radioprotección (Sección Noticias de España), se describe con mayor detalle la situación actual de los trabajos de este Comité 4.

Comité de Redacción

Pedro Carboneras y Eugenio Gil reciben la Cruz Blanca al Mérito Policial

El pasado 2 de octubre, coincidiendo con la fiesta patronal de la Policía, el Secretario de Estado de Seguridad, Antonio Camacho, entregó la Cruz Blanca al Mérito Policial a Pedro Carboneras, jefe del departamento de Seguridad de Enresa y a Eugenio Gil, subdirector de Emergencias del Consejo de Seguridad Nuclear, en reconocimiento a la colaboración prestada por ambas instituciones en la



Pedro Carboneras.



Eugenio Gil.

- formación, asesoramiento y organización de algunos de sus cuerpos especiales.
- Las medallas fueron entregadas en el acto celebrado coincidiendo con la fiesta patronal de la Policía, en el complejo policial de Canillas, en Madrid.

La SEPR en Tarragona

- La Sociedad estuvo presente en la 32ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, celebrada del 4 al 6 de octubre en Tarragona.



- En el stand se brindó información sobre las actividades de la SEPR, haciendo especial incidencia en el XI Congreso, que tendrá lugar también en Tarragona, del 18 al 21 de septiembre de 2007. Con este evento, se cerraba el plan de acciones promovido por el Comité Organizador del XI Congreso para su promoción en diferentes eventos profesionales.

Reunión de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR

- El pasado 3 de noviembre tuvo lugar en Edicomplet, Sede de la SEPR, la Reunión de la Comisión de Actividades Científicas (CAC) de la SEPR. A dicha reunión asistieron: el actual Presidente de la SEPR y anterior Presidente de la CAC **Rafael Ruiz Cruces** (Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga); el Vicepresidente de la SEPR y actual Presidente de la CAC Pío Carmena (ENDESA); la Secretaria de la Comisión **M^a Isabel Villanueva** (CSN); y los miembros de la Comisión: **Natividad Ferrer** (Hospital Ramón y Cajal);

Eduardo Gallego (ETSII de la UPM); **Fernando Legarda** (UPV); **Marisa Marco** (CIEMAT); **Almudena Real** (CIEMAT) y **Rosa Villarroel** (CSN). Excusaron su asistencia Carmen Rueda, Alejandro Ubeda y Fernando González, miembros de la CAC.

Tras aprobar el Acta de la reunión anterior, el Presidente saliente de la CAC, Rafael Ruiz Cruces informó sobre los aspectos relacionados con esta Comisión que fueron tratados en la reunión de la Junta Directiva de la SEPR celebrada el 2 de noviembre de 2006. Destacar que una vez constituida la nueva Junta Directiva de la SEPR, Pío Carmena actual Vicepresidente de la Sociedad, pasa a ser el Presidente de la CAC.

También se indicó la necesidad de cerrar el Plan de Actividades para el año 2007 antes de diciembre de 2006, para lo cual habrá que elaborar un programa, incluyendo presupuesto, carga económica y plan de acción para cada jornada técnica prevista.

El actual Presidente de la CAC, Pío Carmena, comentó que es necesario adaptar la organización de la CAC al nuevo Reglamento de Funcionamiento de la SEPR, aprobado en la Asamblea General del pasado 2 de octubre. Así, se recordó que de acuerdo con lo actualmente establecido en el citado Reglamento cada Comisión de la SEPR estará formada por un Responsable y un número de socios que no será inferior a 5 ni superior a 10, los cuales que serán nombrados por la JD a propuesta del responsable de la Comisión para un mandato de dos años, que podría prorrogarse si la JD lo aprueba. Además los Grupos de Trabajo que dependan de cada Comisión deberán tener una persona responsable, que deberá ser miembro de la Comisión a la que está asignado el grupo o, en su caso, de la JD.

Teniendo en cuenta lo comentado anteriormente, la composición final de la nueva CAC se determinará después de la revisión de los actuales Grupos de trabajo que dependen de dicha Comisión. Las Áreas Temáticas de la SEPR actualmente existentes desaparecen como "grupos permanentes", de acuerdo al nuevo Reglamento, pasando a ser grupos *ad-hoc* que se crearán para una función concreta, y por un periodo de tiempo establecido.

A continuación, Pío Carmena informó sobre distintos temas propuestos por el anterior Presidente de la SEPR, Pepe Gutiérrez, que

| | |
|----------------------------|--|
| Marzo | Conferencia de la Comisión Principal de ICRP sobre nuevas recomendaciones. Celebrado en el CIEMAT el 24 de marzo |
| Abril | Jornada sobre avances en dosimetría y control de calidad en radiología intervencionista. El programa europeo Sentinel. Celebrado en Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos y Departamento de Radiología de UCM el 21-22 de abril (SEPR-SEFM-SRVI) Jornada sobre avances en Epidemiología. Celebrada en el Salón de Actos de CSN el 28 de abril |
| Junio | Jornada sobre protección radiológica en instalaciones radiactivas industriales. Celebrada en la ETSII de Madrid el 6 de junio Jornada sobre emergencias en el ámbito hospitalario. Celebrada en el Hospital Santa Creu i Sant Pau de Barcelona el 1-2 de junio |
| Septiembre | Seminario del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Celebrado en CIEMAT el 15 de septiembre de 2006 |
| Octubre | Simposium internacional sobre protección radiológica del paciente. Celebrado en Málaga el 2-4 de octubre |
| Noviembre-Diciembre | Workshop "Stakeholders engagement in RP". A Celebrar en Montbelliard (Francia) del 29 de noviembre al 1 de diciembre |

Tabla 1: Actividades realizadas por la SEPR en el año 2006

serán objeto de atención por parte de la CAC:

- Dedicar mayor atención a los aspectos de formación y a los temas relacionados con las radiaciones no ionizantes.
- Se evaluará por parte de los miembros de la CAC si es objeto dentro de las funciones de esta Comisión o de algún Grupo de Trabajo dependiente de la misma el estudio de acometer acciones en relación con "Aspectos de interés para la SEPR y la SEFM del contenido del "Plan de Calidad para el sistema nacional de salud", Ideas sobre Posible participación en sus calidades".

Se revisó el cumplimiento del Plan de Actividades del año 2006 (Tabla 1).

En relación con el Plan de Actividades del año 2007, se recordó que en 2007 se celebrará el XI Congreso anual de la SEPR en Tarragona, lo que va a requerir un esfuerzo importante por parte de la Sociedad.

Se hizo especial hincapié en que en el Plan de Actividades de la SEPR, sólo se incluirán aquellas actividades para las que se haya elaborado una ficha descriptiva conteniendo información sobre el objeto de la actividad (Problemática que pretende resolver, colectivo objeto de la Jornada, etc.); formato propuesto (Jornada, Curso, Publicación, etc.); posibles entidades interesadas (colaboradoras y/o financiadoras); propuesta de personas para su realización (Carga de trabajo que implica); fecha de celebración o plazo de realización y estimación de presupuesto.

En la siguiente reunión de la CAC se concretará el Plan de Actividades de la SEPR 2007, del que se informará a los socios a través de la web de la SEPR y la revista Radioprotección. La próxima reunión de la CAC está prevista para el día 11 de diciembre de 2006.

Isabel Villanueva
Secretaria de la Comisión de Actividades Científicas

Inscripciones gratuitas para el XI Congreso de la SEPR

Para celebrar la publicación del no 50 de la revista RADIOPROTECCIÓN, la Junta Directiva de la Sociedad ha aprobado la concesión de 3 inscripciones gratuitas al XI Congreso de la SEPR, que se celebrará en septiembre de 2007 en Tarragona.

El Comité Científico de Radioprotección seleccionará entre los trabajos que se hayan recibido entre el 1 de enero y el 30 de junio de 2007 y sean aceptados para su publicación en la revista, los tres premiados con una inscripción gratuita al congreso.

Los trabajos han de enviarse como se describe en las normas de publicación de la revista por correo electrónico a la dirección redaccionpr@gruposenda.net o por correo postal a SENDA Editorial.



XI CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

18 AL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2007

ÁREAS TEMÁTICAS

- Protección radiológica operacional.
- Protección radiológica del público y del medio ambiente.
- Protección radiológica de los pacientes.
- Dosimetría, metrología e instrumentación de la radiación.
- Protección ante las radiaciones no ionizantes.
- Residuos radiactivos.
- Efectos biológicos de las radiaciones. Epidemiología.
- Aspectos sociales, formación y difusión en protección radiológica.
- Normativa y regulación de la protección radiológica.

FECHAS PARA RECORDAR

- Fecha límite para la **presentación de los resúmenes:**
15 DE ENERO DE 2007
- Fecha límite para la comunicación de la **aceptación de los resúmenes:**
15 DE MARZO DE 2007
- Fecha límite para el **envío de trabajos completos:**
10 DE JUNIO DE 2007



Caracterización de suelos contaminados mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X

L.S. Qindós⁽¹⁾, I. Fuente⁽¹⁾, C. Sáinz⁽¹⁾ y I. Queralt⁽²⁾

(1) Cátedra de Física Médica, Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria.

(2) Laboratorio de Análisis de Rayos X, Instituto de Ciencias de la Tierra Jaime Almera, CSIC.

RESUMEN

Las medidas de la concentración de metales en productos derivados de la industria y/o suelos contaminados requieren de una instrumentación que nos proporcione valores de una forma rápida y fiable. El equipo que se presenta consiste en un dispositivo portátil que dispone de tres fuentes radiactivas de ²⁴¹Am, ¹⁰⁹Cd y ⁵⁵Fe a partir de las cuales se pueden llevar a cabo análisis de elementos por fluorescencia de rayos X. Datos acerca del empleo del equipo "in situ" y en el laboratorio se presentan en este artículo.

INTRODUCCIÓN

La espectrometría por fluorescencia de rayos X se basa en la detección de los rayos X característicos procedentes de las transiciones electrónicas que se producen en la corteza atómica cuando ésta pierde uno o varios electrones de las capas más internas. Este efecto puede provocarse irradiando la muestra que se desea analizar con un haz de rayos X o radiación γ de baja energía. La producción de este haz primario suele realizarse con tubos de rayos X o con fuentes radiactivas que contengan elementos emisores γ [1]. (Jenkins, 1999).

Por lo tanto, cuando una muestra es irradiada por el haz primario, las diferentes energías recogidas por el sistema de detección se corresponden con las energías características de los elementos que la componen. La observación del espectro obtenido permite realizar un análisis cualitativo

de la composición de dicha muestra. Para poder cuantificar la presencia de un determinado elemento a partir del área bajo su pico característico es necesario conocer factores tales como la posición relativa entre el haz primario, la muestra y el detector, la intensidad del haz primario, la autoabsorción de la muestra y de la matriz que la contiene, etc. Por esta razón es necesario realizar calibraciones específicas en función del tipo de material que se desea analizar.

Entre las ventajas que ofrece esta técnica, cabe destacar la posibilidad de llevar a cabo análisis no destructivos y en periodos cortos de tiempo. Además, al tratarse de un equipo portátil es posible llevar a cabo la realización de ensayos "in situ". Esta versatilidad hace que sus aplicaciones abarquen campos tan diversos como la caracterización de restos arqueológicos, obras de arte,

ABSTRACT

Fast and accurate material identification is required in many areas of the metal industry as well as surveillance of contaminated areas. The portable X-ray analyzer described in this paper consists of a hand-held probe and electronic unit. The system is configured with three excitation sources, such as ²⁴¹Am, ¹⁰⁹Cd and ⁵⁵Fe, which provides excellent performance for common elements to be controlled in contaminated soils. Data about measurements developed with this device in field as well as in the laboratory are shown in this paper.

muestras biológicas, minerales, así como el análisis de diferentes materiales empleados en las industrias del acero.

En este trabajo se presenta una descripción del equipo portátil de Fluorescencia de Rayos X con fuentes radiactivas disponible en la Cátedra de Física Médica de la Universidad de Cantabria, así como algunos resultados obtenidos del análisis de suelos. Se ha realizado la calibración y puesta a punto de dicho equipo para la determinación de la concentración de uranio en suelos contaminados. La reciente aparición del Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, BOE 15, de actividades potencialmente contaminantes del suelo establece que una empresa cuya actividad se encuadre dentro del Anexo I en el que se enumeran las actividades declaradas como potencialmente contaminadoras de suelo será obligatorio en el plazo de 2

años abordar la realización de un informe preliminar de situación que deberá remitir al órgano ambiental correspondiente de su Comunidad Autónoma que a su vez deberá desarrollar estudios relativos a determinar el contenido "natural" en metales pesados en su territorio por lo que, en un futuro próximo, el cumplimiento de esta normativa va a potenciar el empleo de equipos como el que se presenta en este artículo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo X-MET 2000 MetalMaster de Metorex, que se muestra en la Figura 1, está configurado y calibrado de serie para la determinación de concentraciones de diferentes metales e identificación de aleaciones estándar.

El equipo portátil emplea una fuente radiactiva para producir los rayos X primarios que excitan la emisión de radiación característica de los elementos contenidos en la muestra. Las fuentes radiactivas disponibles son ¹⁰⁹Cd, ²⁴¹Am y ⁵⁵Fe que se diferencian en la energía de los rayos X primarios que producen y por tanto, en el rango de elementos cuya fluorescencia puede excitar, mostrando la Tabla I las características fundamentales de las mismas.

El equipo es un analizador portátil que también puede ser empleado en red en el laboratorio, basado en la tecnología de medida de Fluorescencia de Rayos X por Dispersión de Energía que permite analizar elementos que van desde el Titanio hasta el Uranio, números atómicos del 22 al 92, con unas condiciones de funcionamiento del equipo que tienen un rango de temperatura ambiente 0 a +50 °C, una humedad relativa de entre el 20 y el 95 % y una presión de 0.3 a 2 atm.

Al margen de otro tipo de usos, para el análisis de contaminación de suelos,



Figura 1. Equipo X-MET 2000 MetalMaster de Metorex.

| FUENTE | VIDA MEDIA y ACTIVIDAD | RADIACIÓN PRIMARIA | RANGO DE USO | |
|-------------------|------------------------|--------------------------------|--------------|----------|
| | | | Líneas K | Líneas L |
| ⁵⁵ Fe | 2.7 Años 1480 MBq | 5.9 keV R.X. Mn K α | Al – V | Nb – Ba |
| ¹⁰⁹ Cd | 1.3 Años 740 MBq | 22.1 keV R.X. Ag K α | Cr – Mo | Tb – U |
| ²⁴¹ Am | 433 Años 1110 MBq | 59 keV Radiación Gamma | Zn – Ba | Ta – U |

Tabla I.

el equipo aplica una técnica de medida rápida, barata, versátil y no destructiva, proporcionando unos análisis de múltiples elementos simultáneamente, resultando muy útil para hacer un "screening" en campo de contaminantes peligrosos en suelos como el que nos muestra la Figura 2.

La Tabla II se muestra una comparativa de diferentes técnicas y su coste asociado, así como tiempos típicos y grado de precisión publicado por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.

Los límites de detección dependen del tiempo de las medidas y de la fuente que se utilice. A su vez, la fuente a utilizar se elegirá en función de los elementos que se desean determinar. En la Tabla III se observan valores típicos

de Límites de Detección según el fabricante para muestras de suelo y tiempos de medida de 10 minutos, pudiendo disminuir los mismos si, lógicamente, incrementamos los tiempos de medida, si bien es importante destacar que no es este el objetivo para el que el equipo ha sido diseñado como hemos indicado en otro apartado.

Dentro de las actividades de investigación desarrolladas por nuestro grupo de medidas de la radiactividad ambiental (www.elradon.com) hemos empleado el equipo para evaluar la concentración de uranio en suelos contaminados. Las muestras de suelo analizadas fueron recogidas en unas instalaciones mineras en fase de cierre a nivel de superficie y tratadas conve-

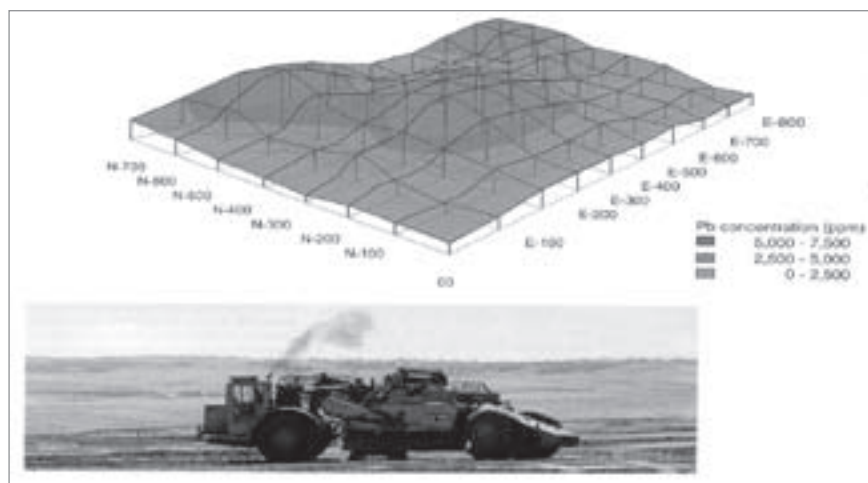


Figura 2

| MÉTODO | TIEMPO | COSTE/MUESTRA | PRECISIÓN |
|-------------------|--------------|---------------|-----------|
| CLP | 6 Semanas | 60 \$ | ppb |
| LABORATORIO LOCAL | 2-7 días | 80 \$ | ppb |
| ANÁLISIS ON-SITE | 2-24 horas | 8 \$ | ppm |
| ANÁLISIS IN-SITU | 100 segundos | 0.1 \$ | ppm |

Tabla II

nientemente en el laboratorio para su posterior análisis. La identificación del elemento uranio -análisis cualitativo- en las muestras de suelo es inmediata al observar los espectros, mientras que la cuantificación ha sido posible gracias a la calibración específica. Además, una parte de cada muestra se preparó para ser analizada por espectrometría gamma. El sistema está compuesto por un detector coaxial de Germanio de alta pureza (Canberra), de bajo fondo, con una eficiencia relativa del 20% y una resolución de 1.86 keV en el pico de 1.33 MeV de ^{60}Co , encerrado en un blindaje para reducir la influencia de la radiación de fondo.

El contenido de uranio en las muestras se determina a partir de la actividad del ^{234}Th , en su pico de 63.3 keV, asumiendo que existe equilibrio radiactivo

con el ^{238}U y que los isótopos del uranio (^{238}U , ^{235}U y ^{234}U) están presentes en su proporción natural de 99.2745%, 0.7% y 0.0255% respectivamente [2, 3].

RESULTADOS

Para el elemento uranio obtenemos los resultados que se aprecian en la Tabla IV de las muestras intercomparadas con el Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera" (Barcelona), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el equipo portátil de la Universidad de Cantabria.

En la Tabla V se pueden apreciar los resultados de las medidas de un conjunto de 11 muestras mediante espectrometría gamma y con el equipo portátil de fluorescencia de rayos X.

En la Figura 3 se muestra la correlación de las medidas realizadas con

| Elemento | Nº Atómico | LLD (ppm) |
|----------|------------|-----------|
| V | 23 | 20 |
| Cr | 24 | 20 |
| Mn | 25 | 25 |
| Fe | 26 | 15 |
| Co | 27 | 15 |
| Ni | 28 | 15 |
| Cu | 29 | 9 |
| Zn | 30 | 6 |
| As | 33 | 7 |
| Se | 34 | 7 |
| Sr | 38 | 7 |
| Nb | 41 | 7 |
| Mo | 42 | 7 |
| Cd | 48 | 5 |
| Sn | 50 | 10 |
| Sb | 51 | 25 |
| Cs | 55 | 90 |
| Ba | 56 | 100 |
| Hg | 80 | 7 |
| Pb | 82 | 7 |
| Bi | 83 | 8 |
| U | 92 | 10 |

Tabla III

ambas técnicas para el conjunto de muestras, realizando un ajuste por mínimos cuadrados que da lugar a una recta con la siguiente ecuación $y = 0.7542 \cdot x + 2.7487$ y un factor de correlación $R^2 = 0.9679$

Con relación a la exposición debido a la presencia de las fuentes, la Tabla VI recoge los valores mas significativos, con la exclusión de la fuente de ^{59}Fe por su escaso impacto radiológico, de las tasas de dosis con las fuentes cerradas, a partir de los cuales podemos evaluar unas dosis a los usuarios del equipo inferiores a 1 mSv por año, teniendo en cuenta que su uso en ningún caso sobrepasa las 1000 horas anuales.

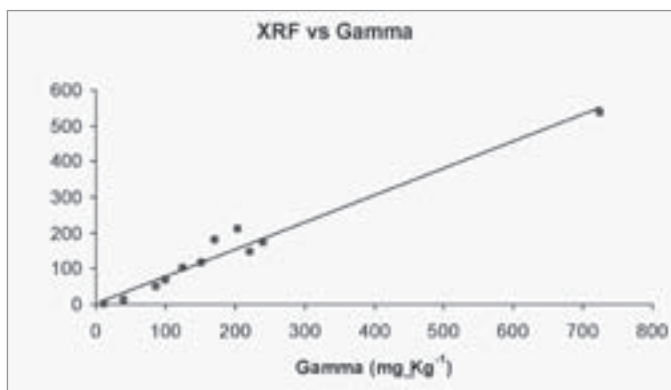


Figura 3.

| Muestra | Concentración (%) Equipo Fijo CSIC | Concentración (%) Equipo Portátil U.C. |
|------------|---------------------------------------|---|
| J-9 | 0.0062 ± 0.0021 | 0.0040 ± 0.0015 |
| P6-SM | 0.0330 ± 0.0027 | 0.0273 ± 0.0020 |
| P1-SM-15-3 | 0.1300 ± 0.0039 | 0.1392 ± 0.0050 |
| J-8 | 0.0390 ± 0.0027 | 0.0375 ± 0.0018 |
| N-5 | 0.0878 ± 0.0033 | 0.0923 ± 0.0041 |
| J-5 | 0.1150 ± 0.0037 | 0.1183 ± 0.0044 |
| P1-SM-13-3 | 0.1910 ± 0.0044 | 0.1855 ± 0.0060 |
| P1-SM-11-5 | 0.2070 ± 0.0047 | 0.2075 ± 0.0072 |
| P1-SM-6-6 | 0.3660 ± 0.0060 | 0.3633 ± 0.0085 |
| D-1 | 0.2880 ± 0.0053 | 0.2852 ± 0.0080 |

Tabla IV.

les. Sin embargo, cuando el equipo esta en uso y por tanto con las fuentes abiertas, las tasas de dosis anteriores se ven multiplicadas por un factor 10 en los mismos puntos reseñados en la Tabla VI y por otro superior a 100 en la dirección de salida del haz. Ambos hechos ponen de manifiesto la necesidad de la realización de un estudio de evaluación de dosis a los operarios que empleen este tipo de equipos que minimicen las mismas y hagan de su utilización un uso responsable.

CONCLUSIONES

Desde un primer análisis del equipo, podemos concluir que las ventajas apreciadas con el mismo son su ver-

satilidad para emplearlo tanto en el laboratorio como in situ, así como la posibilidad de realizar sondeos preliminares de grandes áreas con un coste reducido, lo cual resulta de gran interés sobre todo si tenemos en cuenta la importancia que están cobrando los residuos radiactivos de origen natural (NORM), cuya medida, sin duda, va a necesitar de especialistas en el campo de la medida y protección radiológica.

REFERENCIAS

- Jenkins, R. X-Ray Fluorescence Spectrometry. Editor J.D. Winefordner, John Wiley & Sons, Canada, 1999.
- Quindos, L.S., Fernández, P.L., Sainz, C., Gómez, J., Mataranz, J.L., Suarez Mahon, E., 2004. The Spanish experience on HBRA. Proceedings of the 6th International Conferen-

| Fuente | Distancia | Dosis (µSv/h) |
|------------------------------|-------------|---------------|
| ²⁴¹ Am (1110 MBq) | En contacto | 0.50 – 0.60 |
| | 5 cm | 0.20 – 0.30 |
| | 10 cm | 0.10 – 0.18 |
| ¹⁰⁹ Cd (740 MBq) | En contacto | 0.20 – 0.30 |
| | 5 cm | 0.10 – 0.15 |
| | 10 cm | 0.08 – 0.10 |

Tabla V.

| MUESTRA | U (mg·kg-1) | |
|---------|-------------------------|---------------------------------|
| | Espectrometría Gamma | Fluorescencia R. X. portátil |
| 1 | 12 ± 1 | L.D. |
| 2 | 40 ± 3 | L.D. |
| 3 | 86 ± 5 | 50 ± 7 |
| 4 | 100 ± 6 | 68 ± 7 |
| 5 | 125 ± 8 | 103 ± 8 |
| 6 | 152 ± 9 | 118 ± 8 |
| 7 | 171 ± 10 | 181 ± 9 |
| 8 | 205 ± 13 | 209 ± 9 |
| 9 | 221 ± 13 | 148 ± 8 |
| 10 | 240 ± 15 | 174 ± 8 |
| 11 | 725 ± 44 | 537 ± 13 |

Tabla V.

ce on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas, Osaka, Japan. Elsevier B.V. International Congress Series, 1276, 2004.

3. Browne, E., Firestone, R. B., Table of radioactive isotopes, Ed. V.S. Sherley, Wiley, New York, 1988.

AGRADECIMIENTOS

A la colaboración de la empresa ENUSA, especialmente, Dña. Maria Luisa Bordonoba Pérez y D. Javier Ruiz Sánchez Porro, por proporcionarnos la información y recogida de muestras en sus instalaciones de Saelices el Chico (Salamanca) y al Instituto Jaume Almera del CSIC en Barcelona por facilitar-nos la utilización de sus instalaciones para la caracterización de muestras y calibración del equipo portátil.

Nuevos retos para la protección radiológica: Dispositivos para la dispersión de la radiactividad

J.C. Mora, B. Robles y D. Cancio

CIEMAT

RESUMEN

En los últimos años los ataques terroristas producidos en varios países ha cambiado la mentalidad de los expertos en seguridad. Esto ha ocurrido también en los aspectos relacionados con la Protección Radiológica. Las nuevas características incluidas en los ataques terroristas han hecho que deban ser revisadas algunas de las consideraciones para la respuesta y preparación de las situaciones de emergencia y que haya debido hacerse un mayor énfasis en la seguridad física.

En el campo de la Protección Radiológica se ha introducido la definición de "terrorismo nuclear y radiológico". Prácticamente todos los organismos y centros de investigación relacionados con la Protección Radiológica están trabajando en la actualidad en ello. Ya se han definido los posibles escenarios de un ataque terrorista y ha sido especificado como más probable el uso de un explosivo para dispersar material radiactivo, conocido como Dispositivo de Dispersión Radiactiva (DDR).

Los estudios para prevenir la probabilidad y mitigar las posibles consecuencias de un ataque mediante un DDR son complejos, debido a las innovaciones que introduce. Por esto se necesita implementar algunas acciones inmediatas de protección y realizar un esfuerzo adicional en I+D.

Este documento presenta algunas consideraciones sobre el posible diseño y comportamiento de un DDR.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se analizan las posibles consecuencias que un ataque terrorista mediante un Dispositivo de Dispersión Radiactiva (DDR), podría causar a las personas desde el punto de vista de la Protección Radiológica y las medidas de prevención que podrían aplicarse para evitar ese ataque o minimizar las consecuencias si se produjera.

Prácticamente todos los expertos coinciden en afirmar que un DDR no tiene porqué ser peligroso si se está debidamente preparado. Pero precisamente esta es la cuestión que debe ser planteada:

¿Cómo se está debidamente preparado para afrontar un ataque terrorista mediante una bomba sucia?

Antes de analizar las posibles consecuencias y la preparación necesaria para minimizarlas, hay que entender

ABSTRACT

In recent years the terrorist attacks produced in several countries have changed the mind of the security experts. This has also included the Radiation Protection aspects. Newly considered features have required the update of emergency response and preparedness, as well as a greater emphasis on security.

Within the Radiation Protection field has been introduced the "radiological and nuclear terrorism" definition. Almost every organism and research centre involved in Radiation Protection is nowadays working on. The possible terrorist attack scenarios have already been defined and the use of an explosive to disperse radioactive material, known as a Radiation Dispersion Device (RDD), has been specified as the most probable one.

Studies to mitigate against the chance of attack and to mitigate the consequences of any attack with a RDD are complex, due to the innovation that introduce. This leads to a need to take some immediate preventative actions and to carry out additional R&D efforts.

This document presents some considerations on the possible RDD design and behaviour in order to prevent and prepare against a possible attack.

porqué ha debido revisarse la seguridad de las fuentes radiactivas.

Los expertos dedicados a la Protección Radiológica, al igual que otros expertos dedicados a la protección y a la seguridad, debieron considerar las nuevas características del terrorismo aparecidas en los ataques contra las Torres Gemelas y el Pentágono el 11 de septiembre de 2001 y los sucesivos en Madrid el 11 de marzo de 2004 y Londres el 7 de julio de 2005.

Esos atentados demostraron que los terroristas podían utilizar tecnologías avanzadas, que buscaban provocar el mayor daño posible y lo más importante, la variable suicida [1]. Debido a esta última no puede ya suponerse que el temor del propio terrorista a ser dañado por el atentado o en la preparación del mismo le haga desistir. Hasta que esos ataques tuvieron lugar los expertos en terrorismo habían supuesto que un atentado suicida no podía llevarse a cabo en occidente [2].

De la segunda de estas características, se pueden inferir otras dos que deben tenerse en cuenta, como el que los ataques no serán anunciados o que es probable que se produzcan varios ataques simultáneos.

Los organismos dedicados a la Protección Radiológica han revisado o están revisando todas aquellas recomendaciones en las que no se hubieran tenido en cuenta estas características. Así el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la International Commission on Radiological Protection (ICRP) entre otras, han revisado críticamente una parte de las guías de seguridad ya existentes y han preparado o están preparando nuevas guías en las que se recogen estas nuevas características (p.ej. "Guidance on the physical protection against sabotage" [3]).

Se ha debido definir el término "ataque terrorista radiológico o nuclear" y esta no es una definición trivial, estando el propio término "terrorismo" en discusión en los foros dedicados a ello, incluida la ONU. Intentando recoger la esencia de varias definiciones: lingüísticas, de la legislación española, de la Health Physics Society [4] y la propuesta que ha realizado la ONU [5], se ha considerado que podría definirse el terrorismo nuclear o radiológico como:

"El uso, o la amenaza de su uso, de una fuente productora de radiaciones,

de material radiactivo o de material nuclear, con el propósito de: dañar la salud del público, crear terror o desestabilizar la paz y el orden en una sociedad determinada e influir de este modo política o económicamente en dicha sociedad, en su gobierno o en una organización internacional."

DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Varias organizaciones han definido los posibles escenarios de ataques terroristas nucleares o radiológicos. Aquí se recogen los determinados por el OIEA y la ICRP, siendo las posibilidades previstas en la actualidad por el OIEA: el robo de un arma nuclear, el robo de material nuclear, el robo de material radiactivo y el sabotaje de instalaciones radiactivas o nucleares.

La ICRP, en su publicación 96 [6], ha detallado y ampliado esos escenarios siendo estos:

- *La amenaza del uso de un artefacto nuclear o radiológico, sin que ni siquiera sea necesaria su existencia;*
- *Los sucesos no anunciados, donde se detectará el ataque solo por la aparición de efectos deterministas severos;*
- *El uso de fuentes radiactivas ocultas, contra individuos o contra grupos de población, por ejemplo en parques o playas;*
- *El robo de material radiactivo, ya sea para su venta posterior o para un uso malintencionado;*
- *El uso de dispositivos de dispersión radiactiva (DDR), o "bombas sucias";*
- *La contaminación de un área específica, dispersando un radioisótopo mediante un mecanismo distinto a una explosión;*
- *La contaminación de alimentos y/o agua, por ejemplo pantanos, bebidas embotelladas u otros;*
- *Los ataques o sabotajes a instalaciones nucleares, ya sea mediante ataques externos o internos;*

• Y finalmente el uso de artefactos nucleares rudimentarios, escenario extremo que consiste en una bomba atómica de poca potencia (~10 kTon, similar a la utilizada en Hiroshima), pero considerado posible por la ICRP y otros organismos.

Aunque las dos primeras han sido especificadas por la ICRP como escenarios, pueden ser calificadas como características de cualquier ataque terrorista radiológico.

De entre todos los escenarios identificados el OIEA ha considerado que el que posee una mayor probabilidad de ocurrir es el uso de un DDR. Este ha sido el motivo por el que se han empezado a estudiar de una forma exhaustiva las posibles características de estos artefactos.

Se entiende por DDR cualquier artefacto explosivo que incluya en su composición una o varias fuentes radiactivas. Estos artefactos además podrían estar, y es muy probable que lo estén por el propio proceso de fabricación, en combinación con otros agresivos, químicos sobre todo [1].

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ANTE UN DDR

La información que se posee de experiencias con estos dispositivos proviene de fuentes militares. En 1994 se creó en Estados Unidos el Advisory Committee on Human Radiation Experiments (ACHRE) que desclasificó informes en los que se daba a conocer su programa (1948-1961) de armamento radiactivo donde se incluían los DDR. El programa fue abandonado cuando se tenía previsto construir y probar artefactos de actividades de 10^5 Ci y mayores. Existen documentos que citan experimentos realizados con bombas sucias en Irak (1980-1991) [7] y con mucha probabilidad también fueron investigadas por otras potencias nuclea-



| Radionucleido | Número de fuentes | Porcentaje respecto del total | Actividad en Bq | Porcentaje de la actividad total |
|---|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| ²⁴¹ Am/Be | 5222 | 48.33 | 4.31·10 ¹⁴ | 7.77 |
| ²³⁸ Pu | 1907 | 17.65 | 2.61·10 ¹⁴ | 4.7 |
| ²⁴¹ Am | 1900 | 17.58 | 1.72·10 ¹³ | 0.31 |
| ²⁴¹ Am/Be/ ¹³⁷ Cs | 552 | 5.11 | 9.80·10 ¹¹ | 0.02 |
| ¹³⁷ Cs | 363 | 3.36 | 6.00·10 ¹³ | 1.08 |
| ²³⁹ Pu/Be | 255 | 2.36 | 2.01·10 ¹³ | 0.36 |
| ⁶⁰ Co | 197 | 1.82 | 1.58·10 ¹⁵ | 28.41 |
| ²³⁸ Pu/Be | 169 | 1.56 | 8.09·10 ¹³ | 1.46 |
| ²³⁹ Pu | 99 | 0.92 | 2.03·10 ¹¹ | 0 |
| ²³⁷ Np | 25 | 0.23 | 3.70·10 ⁸ | 0 |
| ²⁴¹ Am/Ce | 24 | 0.22 | 1.89·10 ¹² | 0.03 |
| ²⁴¹ Am/Li | 22 | 0.20 | 1.62·10 ¹³ | 0.29 |
| ²⁴⁴ Cm | 18 | 0.17 | 2.78·10 ¹¹ | 0.01 |
| ²²⁶ Ra | 17 | 0.16 | 1.85·10 ⁹ | 0 |
| ²³⁸ Pu/Li | 16 | 0.15 | 9.45·10 ¹² | 0.17 |
| ⁹⁰ Sr | 10 | 0.09 | 3.07·10 ¹⁵ | 55.33 |
| ²³⁸ Pu/Li/ ¹³⁷ Cs | 7 | 0.06 | 2.45·10 ¹² | 0.05 |
| ²³⁵ U | 2 | 0.02 | 0 | 0 |
| ²⁴¹ Am/B | 1 | 0.01 | 5.55·10 ¹¹ | 0.01 |
| TOTAL | 10806 | 100% | 5.55·10¹⁵ | 100% |

Nota: En octubre de 2006 el número total de fuentes recuperadas en EE.UU. asciende a 13872 (6,26·10¹⁵ Bq).

Tabla I. Fuentes radiactivas selladas recuperadas por el DOE hasta junio de 2005. (DOE)

res. Esos experimentos ya indicaban su efectividad como arma psicológica.

La única ocasión en la que se poseen noticias [7-9] de que fuera utilizado un DDR en un acto terrorista fue en Moscú en 1995. La información divulgada fue que el artefacto estaba fabricado con 5 kg de explosivo y una fuente médica de ¹³⁷Cs (aproximadamente 1 g de ¹³⁷Cs). Posteriormente los informes de inteligencia indicaron que la fuente provenía de un almacén de residuos radiactivos, aspecto que también debe tenerse en cuenta porque pueden ser considerados fuente de radioisótopos para su uso malintencionado.

La NCRP (National Council for Radiation Protection) ha estudiado los ataques mediante DDR y artefactos nucleares en su report 138 [10]. En este analizan sus posibles efectos y los métodos para minimizarlos. De entre las conclusiones más importantes que pueden extraerse de este documento puede citarse su recomendación de que los vehículos de los primeros servicios de emergencia (ambulancias, policía local, bomberos, etc.) que acudan ante **cualquier** explosión, estén equipados con detectores de radiación de bajo coste y mantenimiento y de un uso lo más simple posible (p. ej. únicamente una señal luminosa si existiera

radiación). También se hace énfasis en el principio de la prevención y la necesidad de llevar a cabo investigaciones adicionales en varias áreas que se enumeran más tarde en este trabajo.

Los estudios están de acuerdo en afirmar varias características de un ataque mediante un DDR: que un ataque de este tipo se produciría en una zona urbana, con el objetivo de maximizar el daño producido; que las fuentes radiactivas podrían modificarse para producir un daño mayor, por ejemplo utilizando junto con el explosivo algún agresivo químico; que no tiene porqué ser advertida la existencia de material radiactivo en un primer momento; y que los principales daños que produciría un arma de este tipo serían económicos y psicológicos. Esto no significa que la explosión y las radiaciones no produjeran daños personales, sino que los efectos más importantes que produciría serían esos. Por esta razón se pone mucho énfasis en indicar que un DDR es muy diferente a un artefacto nuclear rudimentario, que sí produciría un gran número de víctimas. Lo que parece seguro es que los daños económicos producidos por un ataque como este podrían llegar a varios miles de millones de euros [7, 8].

La minimización de los efectos posibles pasa en cualquier caso por la preparación previa al ataque, y es aquí donde los expertos en Protección Radiológica pueden usar su experiencia, adquirida en el estudio durante décadas de las emergencias nucleares.

Acciones inmediatas

Las soluciones que se han propuesto para resolver algunos de los problemas que plantearía el uso de un DDR han sido:

1. Ante su característica de acto no anunciado: Instalación de detectores muy baratos y sencillos en todos los vehículos de las fuerzas de seguridad que

actuarían de forma inicial (ambulancias, policía local, bomberos, etc. los llamados primeros actuantes) [6, 10]. Los efectos se agravarían si se desconoce la existencia de material radiactivo.

2. Para la reducción del impacto psicológico: Elaboración a priori de la información detallada y precisa que se deberá dar a conocer al público en caso de producirse un ataque de estas características. Establecer la formación de los primeros actuantes para que reaccionen adecuadamente, ya que el miedo es consecuencia del desconocimiento, y estos serían los responsables de transmitir tranquilidad a la población [6].

3. Para reducir el número de fuentes con probabilidad de ser usadas en un DDR: Recuperación de fuentes huérfanas en la medida de lo posible a nivel nacional e internacional (en la tabla I se reflejan las fuentes recuperadas en EE.UU. dentro del programa *Off-Site Source Recovery Project (OSRP)* hasta junio de 2005). Instalación de detectores de fuentes radiactivas en las fronteras, puertos y aeropuertos [11] y aumento de la seguridad de las fuentes radiactivas intensas [12].

Acciones a medio y largo plazo

Además de estas acciones inmediatas, es necesario mejorar el conocimiento en un cierto número de áreas con el fin de poder abordar con eficacia un posible ataque terrorista radiológico.

Los puntos a estudiar serían los siguientes:

1. Combinaciones que podría presentar un DDR, tanto en cantidad y tipo de explosivo, como del isótopo utilizado y su forma físico-química. Una vez conocida la potencia explosiva, el isótopo utilizado y la forma de fabricación del artefacto se podría estudiar su comportamiento. Según la NCRP [10], a menos que se utilice combustible nuclear gastado, el material tendrá en

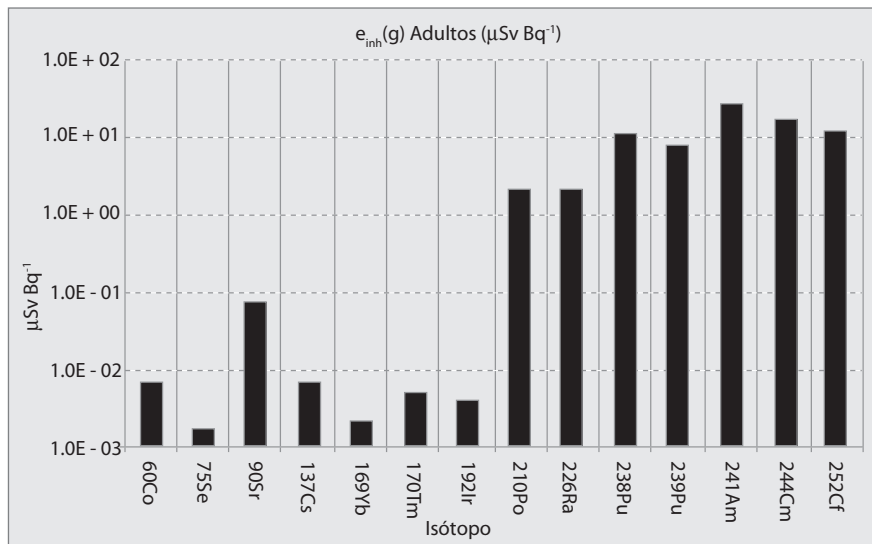


Figura 1. Dosis efectiva comprometida en 50 años por inhalación (5μm AMAD) para cada radionucleido probable.

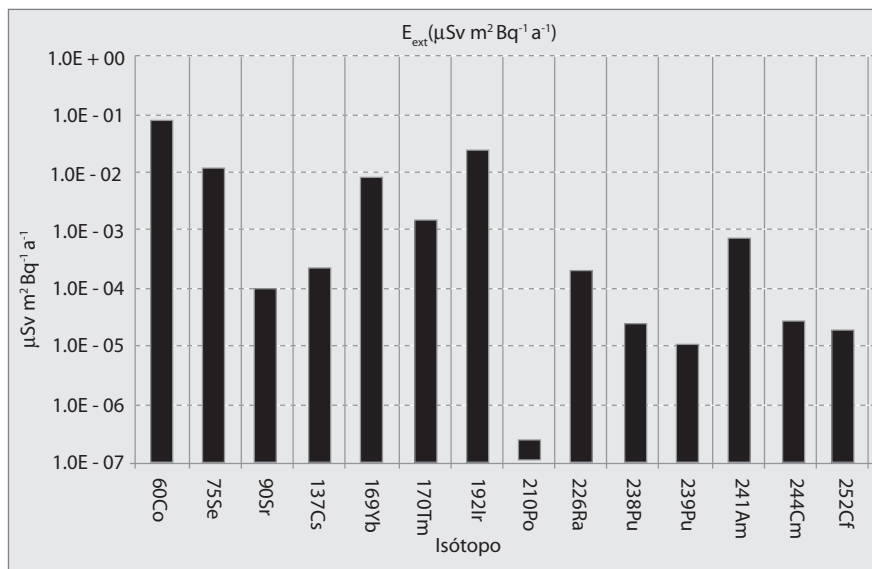


Figura 2. Tasa de dosis efectiva externa debida al depósito en un plano infinito para cada radionucleido probable.

su composición únicamente uno o unos pocos radionucleidos.

El OIEA [13] ha realizado una división de las fuentes en 5 categorías, basadas en un parámetro de peligrosidad D que se ha calculado a partir del potencial de una única fuente radiactiva de provocar efectos deterministas severos en varios escenarios y con unos criterios de dosis dados, incluida

la dispersión por un incendio o explosión, que es el aplicable a un ataque mediante un DDR. La relación entre la actividad de la fuente (A) y el valor D es lo que define las categorías, siendo las categorías 1, 2 y 3 las de fuentes con A/D>1, es decir, las que pueden causar esos efectos deterministas en un individuo para esos escenarios y con esos criterios dosimétricos. Aunque



las de categoría 3 producirían efectos deterministas severos ($A/D > 1$), las más peligrosas son las de categoría 1 y 2, donde entran fuentes con actividades muy importantes (llamadas en ocasiones fuentes intensas).

También un grupo de trabajo de la NRC y el DOE [14] ha estudiado de forma inicial los isótopos con que podrían construirse un DDR considerando aspectos de peligrosidad y disponibilidad de las fuentes.

Una recopilación de los resultados obtenidos por los diferentes grupos puede dar una respuesta preliminar a la pregunta de qué isótopos radiactivos serían los que, con mayor probabilidad, podrían ser usados en una bomba sucia. Estos serían ^{60}Co , ^{75}Se , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{169}Yb , ^{170}Tm , ^{192}Ir , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm y ^{252}Cf .

En las figuras 1 y 2 pueden observarse los niveles de dosis efectiva comprometida por unidad de actividad inhalada y los de la tasa de dosis efectiva externa por depósito superficial en suelo, bajo ciertas condiciones, para estos radionucleidos.

Según el criterio de peligrosidad, en su mayoría se situarían entre las categorías 1 y 2 de las definidas por el OIEA. Los usos entre los que pueden encontrarse estos isótopos son muy variados. En la tabla II se citan las prácticas donde podrían encontrarse estos isótopos, los rangos de actividades que se usan, así como el rango de A/D en el que pueden encontrarse. Las fuentes de categorías inferiores suelen tener menores medidas de seguridad, con lo cual aumenta la facilidad para su adquisición, y por tanto un DDR se podría fabricar con varias fuentes de ese tipo en lugar de una sola.

En cuanto a su forma físico-química podría variar mucho, pero debe tenerse en cuenta que se ha supuesto que se buscará un daño máximo. Una posibilidad sería la disolución de una fuente

metálica en un ácido fuerte añadido en exceso, consiguiendo en la explosión aerosoles que producirían un daño mayor debido a la inhalación del radioisótopo. Otra posibilidad sería la combinación de los miles de "pellets" [1] que constituyen una o varias fuentes radiactivas metálicas (de cobalto o iridio por ejemplo) con otros miles de pequeños trozos metálicos que actuarían como metralla, y que haría difícil reconocer la existencia de material radiactivo hasta la aparición de los primeros afectados por efectos deterministas severos a causa de las radiaciones.

Con respecto al explosivo que puede utilizarse, el rango es también muy amplio, desde unos cuantos kilogramos de dinamita que produciría relativamente poca dispersión del material radiactivo, y por tanto una mayor dosis en un menor número de personas afectadas, hasta varios miles de kilogramos de material explosivo (p. ej. en el atentado de Oklahoma se estimó el uso de un equivalente a 1800 kg de TNT de ANFO, mezcla de nitrato amónico y fuel-oil), que produciría una mayor dispersión del material radiactivo, es decir, una menor dosis en un número mayor de afectados.

2. Comportamiento inicial del artefacto. Se debería conocer si el explosivo tendría la capacidad de convertir la fuente en un aerosol, o por el contrario la fragmentaría. Si se diera el primero de los casos se debería conocer el tamaño de la nube inicial y la distribución del tamaño de partícula (habitualmente considerada con una función log-normal). Se han realizado algunos estudios sobre el tema [15, 16], que indican que es necesario realizar desarrollos sobre los modelos de explosiones utilizados habitualmente.

3. Desarrollo de modelos y herramientas que permitan conocer la dispersión y extensión de la contaminación en la zona urbana, tanto para la realización

de estudios preliminares para la preparación ante un ataque con DDR, como para realizar las estimaciones en tiempo real en la aplicación de los planes de emergencia si fuera necesario. Los modelos gaussianos aplicados tradicionalmente en las emergencias nucleares no son aplicables al caso de una zona urbana [6].

También se necesita investigar el comportamiento de los distintos isótopos, dependiendo de su forma físico-química, en los materiales urbanos: hormigones, ladrillos, granito, etc.

4. Posibles efectos que ocasionaría un DDR. Estos dependerían, además de las características de diseño del dispositivo y de su comportamiento, del lugar donde fuera usado (es probable que fuera una zona urbana densamente poblada) y de la meteorología del instante en que se produjera el ataque.

Los efectos se han clasificado en: personales, económicos, al patrimonio cultural o histórico, políticos, psicológicos, internacionales, sociológicos y producidos por la aplicación de las contramedidas tradicionales de forma espontánea por los posibles afectados, afirmando todos los estudios que los más importantes de entre todos ellos serían los psicológicos [6, 7, 10].

Para estudiar los efectos a la salud debidos a las radiaciones se necesitan modelos y herramientas para calcularlos, tanto para el corto como para el largo plazo.

También es importante conocer los posibles efectos que se producirían para poder categorizar los lugares con mayor probabilidad de que se produjera un ataque terrorista mediante un DDR. Esto está abordándose mediante técnicas similares a los análisis probabilistas de seguridad usados por la industria nuclear [EPA, CRTI-Defence R&D Canadá].

5. Una vez que se conozcan, desde el punto de vista radiológico, los daños

| Categoría | A/D | Radioisótopo | Prácticas donde se encuentra | Rango de actividades (Ci) |
|-----------|----------------------|-------------------|---|---|
| 1 | ≥ 1000 | ^{60}Co | Irradiadores médicos o industriales | $1000 - 1.5 \cdot 10^7$ |
| 1 | ≥ 1000 | ^{90}Sr | Generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG's) | $9 \cdot 10^3 - 6.8 \cdot 10^5$ |
| 1 | ≥ 1000 | ^{137}Cs | Irradiadores médicos o industriales | $500 - 5 \cdot 10^6$ |
| 1 | ≥ 1000 | ^{238}Pu | Generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG's) | $28 - >1.5 \cdot 10^5$ <small>(fuente, NASA/DoE - Sonda Cassini - 1997)</small> |
| 2 | $1000 > A/D \geq 10$ | ^{170}Tm | Radiografía industrial | 20 - 200 |
| 2 | $1000 > A/D \geq 10$ | ^{75}Se | Radiografía industrial | 80 |
| 2-3 | $1000 > A/D \geq 1$ | ^{241}Am | Fuentes de calibración, instrumentos de medida | 5-20 |
| 2 | $1000 > A/D \geq 10$ | ^{192}Ir | Irradiadores médicos o industriales | 3 - 12 |
| 2 | $1000 > A/D \geq 10$ | ^{169}Yb | Radiografía industrial | 2.5 - 10 |
| 3 | $10 > A/D \geq 1$ | ^{252}Cf | Sondas de cintas transportadoras, investigación | 0.037 |
| 3 | $10 > A/D \geq 1$ | ^{239}Pu | Fuentes de calibración, investigación | 2-10 |
| 4 | $1 > A/D \geq 0.01$ | ^{244}Cm | Medidas de espesores, investigación | 0.2-1 |
| 4 | $1 > A/D \geq 0.01$ | ^{210}Po | Eliminadores de electricidad estática | 0.03-0.11 |
| 4 | $1 > A/D \geq 0.01$ | ^{226}Ra | Braquiterapia de baja tasa de dosis, aplicaciones obsoletas | 0.005-0.05 |

Tabla II. Categorización de las fuentes susceptibles de ser usadas en una bomba sucia según su relación A/D y su actividad esperada.

que un DDR podría producir, es necesario preparar las posibles contramedidas que los paliarían. Este sería el último de los puntos, que estaría incluido en la elaboración de los planes de emergencia específicos para este tipo de ataque terrorista. Las contramedidas clásicas en emergencias son también aplicables a un DDR: evacuar temporalmente a los que pudieran verse afectados por la contaminación y/o recomendar la permanencia en interiores.

Por supuesto las primeras acciones a tomar en un ataque de este tipo serían la evacuación de heridos y las acciones de

rescate, sin que se apliquen límites para la dosis que podría recibir el personal de esos rescates. En este punto se suele dar una consideración especial a la actuación espontánea de las personas que se encontraran en el lugar en ese momento. Al llevar a cabo acciones de rescate de forma espontánea y desorganizada, estas personas causarían la dispersión no intencionada del material radiactivo antes de que las autoridades pudieran decidir acciones protectoras, recibiendo dosis en principio desconocidas, con lo que debería realizarse un seguimiento médico sobre ellas.

Es necesario estimar, de forma previa a la aplicación de esas contramedidas, la dosis que se evitaría a los individuos afectados, ya que cualquier medida tomada acarrea perjuicios. La ICRP [6] recomienda los valores de dosis evitada que aparecen en la tabla III como guía para su aplicación.

La ICRP [6] indica que es mucho más efectivo llevar a cabo acciones que estén dirigidas a evitar las dosis, que podrían reducirlas hasta en un factor 100, con respecto a la realización de tratamientos médicos a la población, que como máximo reduciría las dosis recibidas en un factor de aproximadamente 2 ó 3. La NCRP, sin embargo, considera que esta última opción debería ser también estudiada [10].

Sobre los fármacos, la profilaxis con yodo no es una contramedida aplicable en estas situaciones, ya que el yodo no es un isótopo de probable uso en un DDR. Otros tratamientos médicos, como el uso de agentes quelantes, está indicado solo para algunos isótopos. La NCRP apunta al uso de ciertos medicamentos que reducirían el daño producido por las radiaciones, aunque ninguno de los existentes se ha estudiado suficientemente para que fuera segura su utilización en humanos.

Debe tenerse presente que solo podrán recomendarse estas medidas si en el momento de producirse el ataque se hubiera detectado la existencia de un radioisótopo y se pudiera por tanto calcular, con herramientas adecuadas, la dosis evitada al público. En caso de que no se detectara el radioisótopo a tiempo, o no pudiera decidirse qué área sería la afectada, sería muy difícil recomendar las contramedidas sin causar un perjuicio mayor que el beneficio obtenido.

CONCLUSIONES

Contestando a la pregunta planteada inicialmente sobre cómo prepararse ante un ataque mediante un DDR, puede decirse que existen medidas que ya



| Contramedida | Dosis evitada |
|------------------------------------|--|
| Permanencia en interiores | ~10 mSv (dosis efectiva) en 2 días |
| Evacuación temporal | ~50 mSv (dosis efectiva) en 1 semana |
| Profilaxis con yodo (si existiera) | ~100 mSv (dosis equivalente a la tiroides) |

Tabla III. Contramedidas recomendadas y dosis evitada necesaria para que el beneficio obtenido sea mayor que el perjuicio producido por las mismas.

pueden ser implantadas, pero además se necesita realizar un esfuerzo importante en I+D para conocer los verdaderos efectos que podría alcanzar un artefacto así desde el punto de vista de la protección radiológica.

Según los distintos organismos implicados, las medidas de prevención que deberían adoptarse inmediatamente para afrontar un DDR serían:

- El aumento de la seguridad en las fuentes que tienen probabilidad de ser utilizadas en un DDR,
- La recuperación en lo posible de fuentes huérfanas,
- La instalación de detectores de fuentes radiactivas en las fronteras, puertos y aeropuertos,
- La formación del personal que actuaría en primer lugar, es decir, personal de hospitales, bomberos y policía,
- La instalación de detectores de muy bajo coste y mantenimiento y de muy fácil uso en los vehículos de los primeros actuantes y
- La elaboración a priori de información detallada y precisa para el público.

La mayoría de ellas ya están siendo llevadas a cabo [17], como por ejemplo los programas de recuperación de fuentes intensas promovidos por el OIEA, el aumento de la seguridad de las fuentes o la instalación de detectores en fronteras, puertos y aeropuertos.

Aplicando estas acciones se asegura la reducción de la probabilidad de un ataque terrorista mediante un DDR así como una minimización de los efectos que, llegado el caso, pudieran tener sobre la salud.

A medio plazo es necesario incrementar el conocimiento al menos en los siguientes puntos:

- Diseñar los escenarios más probables en los que se vería involucrada una bomba sucia, pero también, de forma responsable, definir el peor caso imaginable;
- Estudiar el comportamiento de un DDR mediante la experimentación y el desarrollo de modelos si fuera necesario;
- Desarrollar modelos de dispersión de aerosoles aplicables a las zonas urbanas;
- Desarrollar detectores de radiación que no necesiten formación para los usuarios o sea la mínima posible, si estos no existieran;
- Diseñar nuevos métodos y fármacos para el tratamiento de los afectados por las radiaciones;
- Desarrollar métodos para la descontaminación de las zonas afectadas y estudiar los niveles mínimos que deberían alcanzarse en el caso en que la demolición no sea una opción;
- Crear planes de emergencia específicos y herramientas de gestión que faciliten la tarea a los responsables.

En este momento hay grupos de investigación de todo el mundo desarrollando algunos de estos puntos en centros de I+D, relacionados con la Defensa y la Protección Radiológica en la mayoría de los casos.

REFERENCIAS

1. A. Gonzalez. Lauriston S. Taylor lecture: Radiation Protection in the aftermath of a terrorist attack involving exposure to ionizing radiation. Health Physics Volumen 89, N° 5. 2005.

2. Peter Lehr. Los atentados terroristas del 7 de julio en Londres: el extremismo islámico golpea de nuevo. Real Instituto Elcano. 2005.

3. OIEA. The physical protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities. INFCIRC/225/Rev. 4.

4. Health Physics Society: Guidance for protective actions following a radiological terrorist event. Position statement. 2004.

5. ONU. A more secure world. Our shared responsibility. Report of the Secretary-General's High-level Panel on Threats, Challenges and Change. 2004.

6. ICRP: Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack. ICRP 96. 2005.

7. Nicholson S.M., Medlin, D.D. Radiological weapons of terror. Air command and staff college air university. AU/ACSC/145/1999-04. 1999.

8. Lord Jopling. 167 CDS 05 E – Chemical, Biological, Radiological, or Nuclear (CBRN) detection: a technological overview. Sesión anual de la OTAN 2005.

9. Jeffrey M. Bale. The chechen resistance and radiological terrorism. Monterey Institute of International Studies (Center for Nonproliferation Studies). 2004

10. NCRP report n° 138 Management of terrorist events involving radioactive material. NCRP. Bethesda, Maryland. 2001.

11. OIEA. Detección de materiales radiactivos en las fronteras. OIEA Tecdoc 1312. 2004

12. OIEA. Strengthening control over radioactive sources in authorized use and regaining control over orphan sources. OIEA Tecdoc 1388. 2004.

13. OIEA. Categorization of radioactive sources. Revision of IAEA Tecdoc 1191. OIEA Tecdoc 1344. 2003.

14. DOE/NRC Interagency working group on radiological dispersal devices. An initial study to identify radioactive materials of greatest concern and approaches to their tracking, tagging and disposition. 2003.

15. Thielen, H., Schrödl, E. Blast experiments for the derivation of initial cloud dimensions after a "dirty bomb" event. Eurosafe 2004. 2004.

16. S.G. Homann: Hotspot 2.06. LLNL. 2005.

17. Eugenio Gil López. Orphan sources: Extending radiological protection outside the regulatory framework. 2nd European IRPA congress on Radiological Protection. 2006.

Estudio de la microdistribución renal del uranio empleando autorradiografía alfa de animal completo

D. Cebrián, M.A. Morcillo

Grupo de Radiobiología. Unidad de Dosimetría de Radiaciones Ionizantes. CIEMAT.

RESUMEN

La estimación de las dosis de radiación resultantes de una contaminación interna por un radionucleido, precisan de la utilización de modelos biocinéticos y dosimétricos que proporcionan las herramientas necesarias para su cálculo. La construcción de estos modelos requieren el conocimiento del comportamiento biocinético del correspondiente radionucleido, para lo cual se emplean animales de experimentación. En este contexto es de gran importancia el empleo de técnicas de medida de radiactividad adecuadas que permiten seguir la distribución del radioelemento en el organismo. En este trabajo se utiliza un modelo animal de rata tratada con citrato de uranio. Se obtienen secciones del animal completo a diferentes tiempos postadministración, y se realiza autorradiografía alfa de dichos cortes para el estudio detallado de la microdistribución del uranio en el riñón. De esta manera se muestra la utilidad de la técnica de autorradiografía alfa de cortes sagitales de animal completo para el estudio detallado de la distribución de emisores alfa en animales de experimentación.

ABSTRACT

The radiation dose estimation after an internal contamination by a radionuclide requires the use of biokinetic and dosimetric models, which provide the tools for its calculation. The detailed knowledge of the biokinetic behaviour of the corresponding radionuclide is needed in order to build these models. Laboratory animals are employed to get this knowledge. In this context, the use of appropriate radioactivity measurement techniques is important to follow the distribution of the radionuclide within the organism. In this study an animal model of rat treated with uranyl citrate has been used. Sections of the whole animal are made at different times post-administration, and alpha autoradiography is performed with the slices in order to study the microdistribution of the uranium in the kidney. The utility of the alpha autoradiography of whole body animal sections for the detailed study of the alpha emitters biodistribution is shown.

INTRODUCCIÓN

Un aspecto clave en el sistema de protección radiológica es la dosimetría, ya que sólo conociendo la dosis de radiación recibida se podrán predecir y cuando proceda prevenir los riesgos derivados para la salud. La dosis de radiación total recibida por una persona es la suma de la dosis externa

e interna. A diferencia de la dosis externa, que puede determinarse mediante dispositivos dosimétricos personales o de área, la dosis interna no puede ser medida directamente sino que ha de estimarse. La evaluación de dosis debida a contaminación interna es una de las cuestiones más complejas de la Protección Radiológica y es objeto de continua investigación.

La estimación de la actividad incorporada se realiza a partir de medidas de actividad en determinados órganos y en excretas, empleando métodos espectrométricos. Estos datos experimentales primarios permiten, mediante una serie de cálculos basados en un conjunto de modelos biocinéticos, estimar la actividad en el resto de órganos y tejidos del organismo. Los



datos de actividad, junto con la información disponible de la distribución geométrica de los órganos y tejidos dentro del organismo, se usan para construir modelos dosimétricos que permiten calcular las dosis en los diferentes órganos/tejidos. Estos modelos tienen en cuenta la dosis tanto en el tejido que contiene el radionucleido como en el resto de los tejidos, así como la localización de poblaciones celulares sensibles dentro del tejido. Los modelos biocinéticos están descritos en diferentes publicaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) [1-6].

Los modelos de muchos elementos se basan, en gran parte, en observaciones realizadas con animales de experimentación. El empleo de animales de laboratorio permite conocer en mejor medida cómo afectan la dosis y la forma química del elemento a la velocidad y grado de absorción, así como a la distribución y eliminación en el organismo, lo que contribuye a mejorar el conocimiento del comportamiento de los radionucleidos en el organismo.

Para optimizar los modelos biocinéticos y, por tanto, la estimación de dosis es necesario estudiar en profundidad la microdistribución de los radionucleidos en los diferentes órganos y tejidos del organismo. Para ello, en el caso de los emisores alfa con elevada energía y poco poder de penetración, se ha utilizado la técnica de autorradiografía alfa [7, 8, 9]. Dicha técnica consiste en la utilización de detectores sólidos de trazas nucleares que recogen los impactos producidos por la emisión alfa proveniente de la muestra biológica que contiene el radionucleido. Esos impactos, después de un proceso de revelado, se hacen visibles en lo que se denomina trazas,

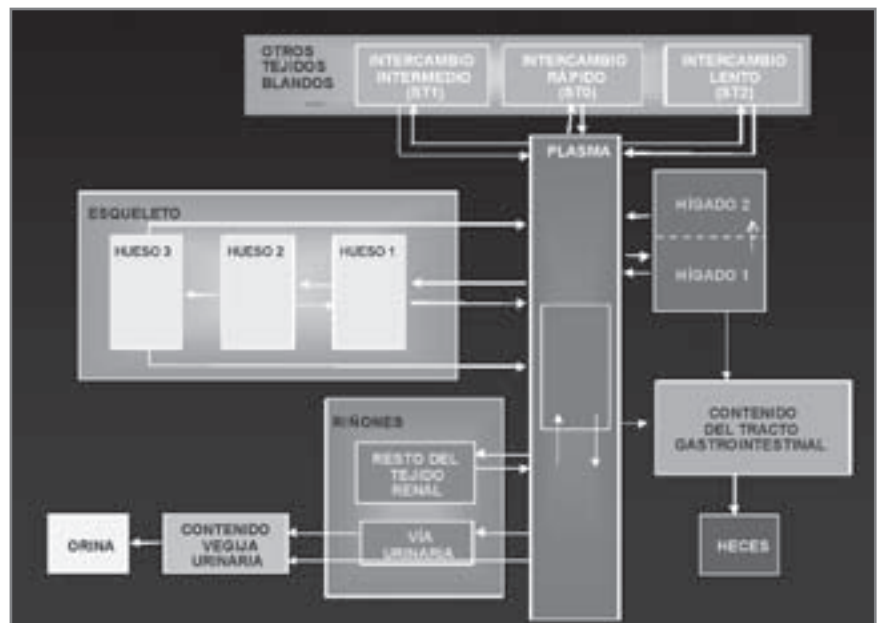
y mediante un equipo de análisis de imagen puede estudiarse su distribución en la muestra.

El método de detección de trazas se presenta como alternativa a otros métodos de medida alfa como la espectrometría alfa por centello líquido. Con este método se puede conseguir de forma rápida y económica el índice de radiactividad alfa total así como información cualitativa y cuantitativa de la mezcla de los isótopos empleando el mismo detector. Uno de los detectores sólidos de trazas más utilizados en la actualidad es el CR-39, el cual ha sido empleado en estudios de medida de actividad en muestras ambientales (en especial para radón), de caracterización de los radionucleidos presentes en una muestra, por ejemplo un residuo radiactivo, en base a la diferencia del tamaño de las trazas producidas en función de la energía de emisión del

elemento [10], y para la detección de emisores alfa en órganos o tejidos mediante la técnica de autorradiografía.

El presente trabajo tiene como objeto estudiar la potencial utilidad del método de autorradiografía alfa de animal completo para determinar la microdistribución de ^{233}U en riñón. El interés por el uranio radica en que es uno de los radionucleidos que con mayor frecuencia se pueden encontrar en las distintas fases del ciclo del combustible nuclear. Si bien está descrito que los tejidos diana del uranio son hueso y riñón, no se dispone de información suficiente sobre la microdistribución del uranio en el tejido renal. Además, el riñón es el órgano diana de la toxicidad química de este metal, la cual acontece antes que la toxicidad radiológica cuando los niveles del radionucleido en el organismo son bajos.

Figura 1. Estructura del modelo biocinético para el uranio en la rata, propuesto por Leggett y Pellmar [15].



MATERIAL Y MÉTODOS

Animales de experimentación.

Todos los experimentos se han realizado con ratas macho Sprague Dawley de la cepa CD (Charles River Laboratories), de 7 semanas de edad (peso de 125-150 g). Los animales se mantuvieron hasta su uso en el estabulario del CIEMAT a 22°C de temperatura y 50% de humedad, con fotoperiodos de luz-oscuridad de 12 horas, agua y pienso Sandermus (Sanders) "ad libitum". La manipulación de las ratas se llevó a cabo de acuerdo a las normas establecidas en el Convenio Europeo (Estrasburgo, 18-3-1986) y en el Real Decreto 1201/2005, de 10 de Octubre, sobre protección de animales vertebrados utilizados con fines experimentales y otros fines científicos.

Diseño experimental para el tratamiento de los animales con Uranio y su posterior análisis.

Con objeto de realizar un diseño experimental lo más eficaz posible, se empleó el programa de simulación BIOKMOD (disponible en <http://web.usal.es/~guillermo/biokmod/>) [16], el cual permite predecir el comportamiento del radionucleido en los animales de laboratorio tras implementar el modelo biocinético del uranio en la rata propuesto por Leggett y Pellmar [15]; el modelo se muestra en la figura 1 junto con los valores de los parámetros empleados (Tabla I). Con ello se optimiza el diseño experimental, ya que se pueden fijar las dosis a administrar para no producir daño renal, los tiempos de muestreo más relevantes y la selección de la técnica de medida más apropiada acorde a

| Vía | Tasa de transferencia (d ⁻¹) |
|---|--|
| Del plasma a: | |
| ST0 | 6,000 x 10 ⁻¹ |
| Eritrocitos | 2,800 x 10 ⁻¹ (0,2%)* |
| Contenido vejiga urinaria | 7,000 x 10 ⁻¹ (50%) |
| Riñón (vía urinaria) | 2,800 x 10 ⁻¹ (20%) |
| Resto del tejido renal | 7,000 x 10 ⁻¹ (0,5%) |
| Contenido tracto gastrointestinal | 7,000 x 10 ⁰ (5%) |
| Hígado 1 | 1,120 x 10 ⁰ (0,8%) |
| ST1 | 3,500 x 10 ⁰ (2,5%) |
| ST2 | 1,400 x 10 ⁰ (1%) |
| Hueso 1 | 2,800 x 10 ⁻¹ (20%) |
| Al plasma desde: | |
| ST0 | 8,320 x 10 ⁰ |
| Eritrocitos | 6,930 x 10 ⁻¹ |
| Contenido vejiga urinaria | 1,386 x 10 ⁻² |
| Resto del tejido renal | 9,603 x 10 ⁻² |
| Hígado 1 | 6,930 x 10 ⁻³ |
| Hígado 2 | 2,311 x 10 ⁻¹ |
| ST1 | 6,930 x 10 ⁻³ |
| ST2 | 6,930 x 10 ⁻² |
| Hueso 1 | 3,000 x 10 ⁻³ |
| Hueso 3 | |
| Desde el riñón al contenido de la vejiga urinaria | 1,733 x 10 ⁻¹ |
| Desde el hígado 1 al hígado 2 | 2,970 x 10 ⁻³ |
| Desde el hueso 1 al hueso 2 | 6,930 x 10 ⁻² |
| Desde el hueso 2 al hueso 1 | 1,730 x 10 ⁻² |
| Desde el hueso 2 al hueso 3 | 5,780 x 10 ⁻³ |

*El porcentaje entre paréntesis se corresponde con la fracción depositada, es decir, la fracción de U que deja la circulación y que se deposita en el compartimento indicado

Tabla I. Tasas de transferencia en el modelo biocinético para el uranio en la rata propuesto por Leggett y Pellmar [15]

los valores de actividad que se prevé obtener. Es importante resaltar que esta optimización, a su vez redonda en un menor número de animales a emplear durante la fase de experimentación.

En este trabajo se ha empleado el isótopo ²³³U, el cual posee una elevada actividad específica (3,57 x 10⁸ Bq/g), lo que permitirá una mejor

eficacia en su detección y medida en las muestras biológicas. El radionucleido se inyectó a los animales en forma de citrato de uranilo, administrando a cada rata 23 kBq de ²³³U por kg de peso corporal (10 µg de uranio por animal). Con estas dosis, según los resultados que arrojaba la simulación, la masa de uranio que recibiría el riñón estaría por debajo de



los 3 μg , cantidad a partir de la cual se produce daño renal [11].

Por otra parte se elaboraron una serie de muestras patrón de actividad conocida, que nos permitieran realizar una recta de calibrado en la cual interpolar los valores de número de trazas arrojados por las muestras problema. Se utilizó un homogeneizado de hígado de ratas control. Al homogeneizado del hígado se añadió un volumen determinado de la solución de citrato de uranio para tener finalmente siete patrones con actividades de 1, 2, 4, 8, 17, y 33 Bq/g, además de un patrón sin actividad que se utilizó como blanco.

Tras la inyección del ^{233}U y hasta su sacrificio, los animales fueron alojados en jaulas individuales. Los análisis se realizaron a las 24 horas de la administración del uranio, ya que a este tiempo BLOKMOD estima que el 17% del ^{233}U inyectado se encuentra en riñón, lo que daría una actividad suficiente para ser detectada y medida de forma fiable.

Preparación de las muestras objeto de estudio

Los animales sacrificados bajo anestesia con halotano se incluyeron en un bloque de carboximetilcelulosa con el fin de obtener cortes sagitales de animal completo. Para ello, a un molde en cuyo interior se encuentra el animal, o los patrones, se añadió una solución de carboximetilcelulosa (1,5% en agua). Para su congelación se utilizó una mezcla de hexano y nieve carbónica. Al entrar en contacto ambos componentes se da una reacción que permite a la solución alcanzar los -70°C en cuestión de segundos. Es muy importante que tras la congelación el bloque quede ho-

mogéneo y sin líneas de fractura que provoquen su ruptura por la fricción con la cuchilla al realizar los cortes.

Para realizar las muestras patrón se utilizó un homogeneizado de hígado de ratas sin tratar. Al homogeneizado del hígado se añadió un volumen determinado de la solución de citrato de uranio para tener finalmente siete patrones con actividades de 1, 2, 4, 8, 17, y 33 Bq/g, además de un patrón sin actividad que se utilizó como blanco. Dichos patrones se incluyeron en un bloque de carboximetilcelulosa, siguiendo el mismo procedimiento descrito para el caso del animal completo.

Con los bloques congelados conteniendo el animal completo o los patrones, se procedió a realizar los cortes con ayuda de un macrotomo, equipo que permite hacer cortes de forma automática y seriada, y seleccionar el espesor de corte deseado.

Para la preparación de muestras con emisiones alfa el espesor utiliza-

do debe ser extraordinariamente fino y homogéneo, de forma que la pérdida de energía por autoabsorción sea mínima y constante. Por otra parte, el espesor de corte es un parámetro limitante en la técnica de trazas con emisores alfa. Para poder ver diferencias entre muestras con distinta actividad, el espesor de corte debe estar por encima de la distancia que recorre la partícula alfa, que en tejidos biológicos es del orden de 30 μm . De esta manera la proporción de partículas alfa que llegará al detector al ponerlo en contacto con la muestra será uniforme y dependerá sólo de la actividad de la muestra y no del espesor de ésta. En este trabajo se seleccionó un espesor de corte de 100 μm , que supera ampliamente el espesor crítico.

En el caso de los animales, se obtuvieron varios cortes en los que se apreciaban las diferentes regiones del tejido renal, seleccionándose uno de los riñones para el análisis de las

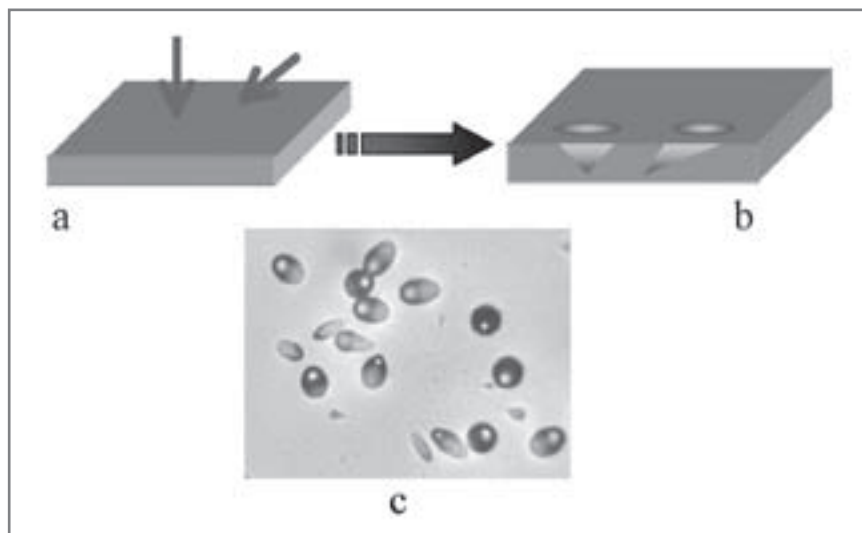


Figura 2. Proceso de formación de trazas. (a) impacto de partículas alfa; (b) trazas generadas tras el proceso de revelado; (c) visualización de las trazas en el detector. Imagen obtenida a 1000 aumentos con microscopio óptico.

trazas. De la tira de patrones de actividad conocida se seleccionaron dos cortes para el análisis de trazas.

Para que los cortes realizados se conserven en condiciones óptimas es necesario su liofilización, que consiste en una deshidratación mediante sublimación. Esta forma de secado conserva en condiciones óptimas las propiedades de la muestra, al no verse sometida a temperaturas muy elevadas.

Autorradiografía alfa.

La técnica se basa en la capacidad de las emisiones alfa, procedentes en este caso del ^{233}U , de impresionar un detector sólido de trazas nucleares. En este trabajo se empleó el detector CR-39 de Pershore Mouldings Limited, en hojas de 250 μm de espesor. El método se muestra esquematizado en la figura 2 [12].

Una vez se dispone del corte del animal completo, o de los patrones, éste se puso en contacto íntimo con el detector, utilizando un chasis de revelado fotográfico CawoX que tiene un cierre hermético que asegura por un lado que se mantenga dicho contacto, y por otro impide la entrada e interacción de la radiación ambiental con el detector.

Un parámetro crítico es el tiempo de exposición, ya que de él y de la actividad de la muestra dependerá el número de trazas resultante. Los tiempos de exposición utilizados para los patrones de actividad conocida, utilizados para confeccionar la recta de calibrado, fueron 1, 3, 5 y 15 días. Los tiempos de exposición de los cortes del animal completo van a depender del tiempo postadministración al que se sacrifique el animal y de la actividad esperada en la región

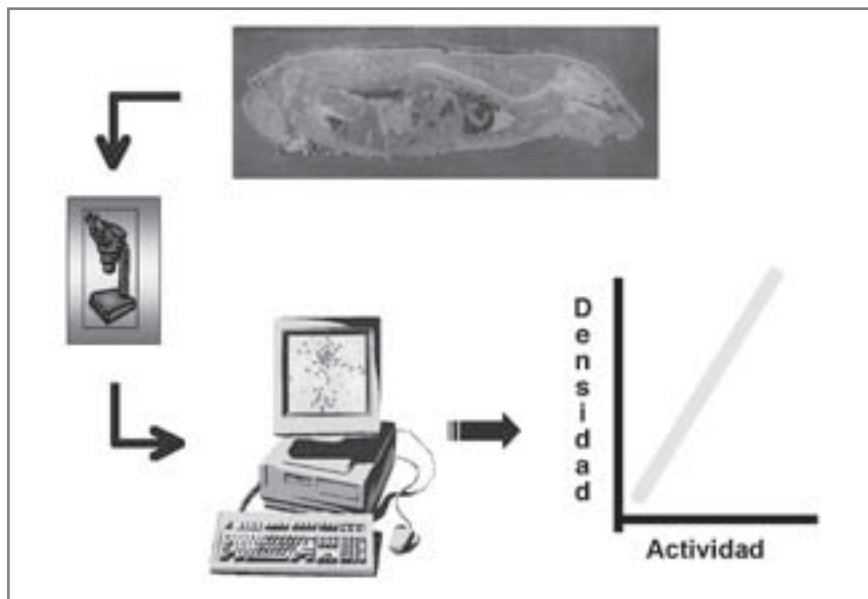


Figura 3. Esquema del proceso de la técnica de autorradiografía alfa.

del riñón a analizar. El tiempo de exposición para poder cuantificar la densidad de trazas en el túbulo proximal (la zona donde se localiza la mayor actividad en el tejido renal) sin saturar el detector fue de un día. En el caso del cortex y la médula renal, al tener menor actividad, el tiempo de exposición se incrementó hasta 3 días.

Una vez expuesto el detector se procedió a su revelado, que consiste en un ataque químico al polímero del que se compone el detector, que será preferencial en las zonas donde la partícula alfa causó el daño. Las condiciones en las que se lleva a cabo este proceso son determinantes para las características que muestren las trazas resultantes.

Para el revelado, se introdujo el detector en un recipiente y se cubrió por completo con el líquido de revelado (hidróxido sódico 6,25 N), disponiéndose en un baño a 75°C con agitación. Es especialmente importante

mantener constante la temperatura de revelado, dado que una variación de 1°C puede suponer una variación de la velocidad de revelado en un 7% [13].

El tiempo de revelado también es un parámetro crítico. Si el tiempo es excesivo se pueden perder trazas formadas en la superficie del detector y también pueden aparecer más trazas formadas en otros niveles. En base a resultados obtenidos por otros autores, se seleccionó un tiempo de revelado de 8 horas [10]. Pasado ese tiempo se cubrió por completo el detector con ácido acético al 10%, agitando manualmente durante 1-2 minutos, para detener la reacción de revelado. Para eliminar los restos de acético se efectuaron tres lavados rápidos con agua destilada.

Tras el revelado, las trazas microscópicas presentes (10-50 μm) se detectaron, caracterizaron y cuantificaron con ayuda de un microscopio óptico. El microscopio llevaba acopla-



do una cámara de video que permitió digitalizar la imagen obtenida del detector. La cámara pasa la imagen digitalizada a un ordenador, y mediante un programa de análisis de imagen (MIP4 e IMAGE TOOL) se automatiza el conteo de las trazas (Figura 3).

Para realizar el conteo de traza, el primer paso fue capturar la imagen mediante el programa de análisis de imagen MIP4, que al reconocer la cámara digital utilizada permite la captura de la imagen, archivándola. Posteriormente, dicha imagen es abierta en el programa IMAGE TOOL, que permite el conteo automatizado de las trazas.

Utilizando un archivo en el que previamente se ha determinado la calibración, se procedió a la calibración de la imagen. La determinación de calibración consistió en transformar en micras la medida de la imagen en pixels. Dicha transformación se hizo con la ayuda de una rejilla en la que se conoce la medida en micras de cada cuadro. En nuestro caso, la imagen generada medía 413 x 391 pixels, lo que corresponde a 0,5 x 0,45 mm, resultando un área de 0,225mm².

En el conteo de objetos se estableció una primera criba, desechando aquellos objetos con un tamaño menor de 50 pixels, originados por la manipulación del detector, suciedad en las lentes del microscopio o a radiación ambiental y que se consideran fondo. Tras aplicar esa criba, el programa proporcionó un resultado de número de trazas en el campo contado. Posteriormente fue necesario analizar los objetos contados, obteniéndose valores para los parámetros de geometría y de forma que los caracterizan. Dichos parámetros son los que luego permitieron hacer una criba mucho más detallada y discriminar

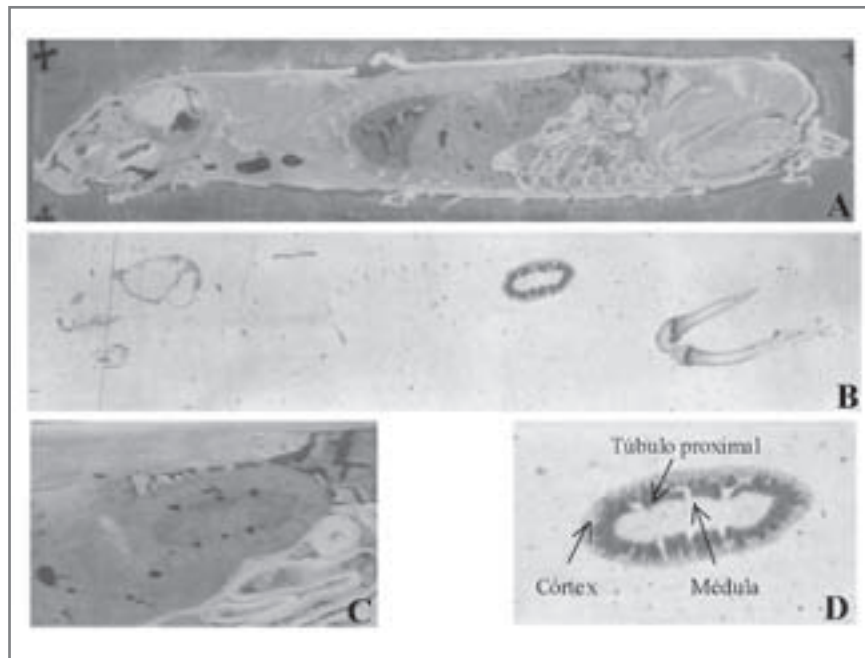


Figura 4. Corte sagital de un animal completo. B Detector CR-39 tras exposición a las emisiones alfa procedentes del uranio y posterior revelado. C Detalle del riñón en A. D Detalle del riñón en B.

entre lo que es traza y lo que no lo es [14]. Así, se obtuvieron valores del área, perímetro, longitud del eje mayor, ángulo del eje mayor, longitud del eje menor, ángulo del eje menor, redondez, compactación, elongación y diámetro Feret.

En el caso de las muestras patrón, se contaron dos cortes de 100 µm de espesor de cada patrón de actividad conocida. El conteo se realizó a diferentes tiempos de exposición (1, 3, 5 y 15 días), para reflejar en la recta de calibrado como varía el número de trazas respecto de dicho parámetro. Para cada patrón de actividad y por cada tiempo de exposición se obtuvieron datos de 20 campos. Las muestras problema correspondían a las tres regiones del riñón en las que se efectúa el conteo: cortex, túbulo proximal y médula, contándose 10 campos en cada región.

Análisis estadístico de los resultados

Una vez obtenidos los datos del recuento de las trazas, se realizó un proceso de cribado para diferenciar los objetos que pueden ser considerados como trazas generadas por la emisión alfa, de los que son generados por otras causas (radiación ambiental, fabricación o manipulación del detector). Para realizar el cribado mediante técnicas estadísticas se empleó el programa informático SPSS.

El proceso de cribado fue idéntico para los datos obtenidos en las muestras de riñón y en los patrones de actividad conocida. Los datos cribados de la densidad de trazas en las diferentes regiones del riñón se interpolaron en la recta de calibrado, obteniendo como resultado una actividad expresada en Bq por gramo de tejido.

| Animal | Región | | |
|--------|--------------|-------------|------------|
| | Túbulo | Cortex | Médula |
| 1 | 433,04 | 280,87 | 21,74 |
| 2 | 426,52 | 244,78 | 29,56 |
| 3 | 448,26 | 228,26 | 25,65 |
| Media | 435,94±11,16 | 251,30±26,9 | 25,65±3,91 |

Tabla II. Resultados de la densidad de trazas (expresada en trazas/mm² x día) en las diferentes regiones del riñón, 1 día después del tratamiento de los animales con uranio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El límite de detección de la técnica es de 3,09 trazas x día⁻¹ x mm⁻². Toda señal por encima de este valor fue considerada como detectada. En la figura 4 se observa como se distribuyen las trazas, y por tanto el uranio en el riñón de los animales tratados.

En A se observa el nivel del bloque seleccionado para efectuar el corte que se emplea para la técnica de trazas, en el que se observa con claridad el riñón. En la figura 4 C se pueden diferenciar tres regiones dentro del riñón. Una más externa que correspondería al cortex renal, una más interna y clara que correspondería a la parte interna de la médula (papila), y un cinturón más oscuro entre las otras dos regiones que correspondería a la banda externa de la médula exterior.

La figura 4 B pone de relieve los "puntos calientes" donde se acumula preferentemente el uranio, 1 día después de su administración. Las zonas más oscuras corresponden a cúmulos de trazas nucleares que ponen en evidencia la presencia del emisor. Esos cúmulos se observan principalmente en esqueleto y en riñón. Esto

concuera estudios anteriores que señalan tanto el esqueleto como el riñón como los principales sitios de acumulación de uranio en el organismo tras una contaminación [11, 15].

En la figura 4 D se observa la microdistribución del Uranio en el riñón a un día postadministración de una dosis de 23 kBq/kg de peso corporal de ²³³U. La microfotografía pone de manifiesto un cúmulo de trazas muy importante en un área que se corresponde con la banda externa de la médula exterior renal. En esa zona se dispone el segmento s3 o "pars recta" del túbulo proximal. Este resul-

tado estaría en concordancia con los obtenidos en estudios anteriores que señalan esa región del riñón como el principal sitio de acumulación de uranio en dicho órgano, al menos a tiempos cortos postadministración [8]. La acumulación del uranio en el segmento s3 del túbulo proximal, región muy activa en los procesos de reabsorción de sustancias a la sangre, puede alterar la función renal como consecuencia de la toxicidad química de este elemento.

En el cortex, la densidad de trazas parece ser bastante menor que en el segmento s3 del túbulo proximal como se aprecia por el color mucho más claro que presenta. Lo mismo ocurre con la médula más interna (Figura 4D).

En la tabla II se muestran los resultados de densidad de trazas, tras el cribado de los datos de contaje, en las tres regiones del riñón de los animales tratados con uranio.

El contaje de densidad de trazas, como era de esperar, corrobora lo observado en la distribución del Uranio en el riñón en la figura 4 D. Todos los valores obtenidos de densidad de

| Animal | Región | | |
|--------|--------|--------|--------|
| | Túbulo | Cortex | Médula |
| 1 | 150,24 | 97,22 | 6,93 |
| 2 | 147,97 | 84,64 | 9,65 |
| 3 | 155,54 | 78,89 | 8,29 |
| Media | 151,25 | 86,91 | 8,29 |

Tabla III. Actividad (Bq/g) en cada una de las regiones del riñón.



trazas superan el valor de límite de detección de 3,09 trazas/mm²xdía. La densidad de trazas es superior, prácticamente en dos órdenes de magnitud, en la región del segmento s3 del túbulo proximal respecto del cortex.

La diferencia es mucho más grande entre el segmento s3 y la médula; en ese caso, es unas 20 veces superior en la región del túbulo proximal.

Interpolando en la recta de calibrado se obtuvieron los valores de actividad medida en Bq/g de tejido para cada región del riñón de cada animal (Tabla III).

Dado que la densidad de trazas está directamente relacionada con la actividad presente en la muestra, los resultados sugieren que la dosis de radiación recibida en las diferentes zonas del tejido renal diferirán según lo comentado anteriormente, es decir, la dosis absorbida en el túbulo proximal será 2 y 20 veces superior a la absorbida en el cortex y médula renal, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir que la técnica de autorradiografía alfa de animal completo ha mostrado ser de utilidad para el estudio de la microdistribución del uranio en riñón de rata, mostrando ventajas tanto de procedimiento como económicas y de generación de residuos respecto de otras técnicas existentes.

Así pues, la utilización de esta técnica abre nuevas posibilidades en el estudio detallado de la distribución de radionucleidos emisores alfa, lo que contribuiría a optimizar los modelos biocinéticos y dosimétricos utilizados en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. ICRP Publication 54: Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation. *Annals of the ICRP* Vol. 19(1-3); 1989.
2. ICRP Publication 66: Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. *Annals of the ICRP* Vol. 24 (1-3); 1994.
3. ICRP Publication 67: Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2 Ingestion Dose Coefficients. *Annals of the ICRP* Vol. 23; 1994.
4. ICRP Publication 69: Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3 Ingestion Dose Coefficients. *Annals of the ICRP* Vol. 25; 1995.
5. ICRP Publication 71: Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients. *Annals of the ICRP* Vol.25; 1995.
6. ICRP Publication 78: Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers. *Annals of the ICRP* Vol. 27; 1998.
7. Austin AL, Ellender M, Haines JW, Harrison JD, Lord BI. Microdistribution and localized dosimetry of the alpha-emitting radionuclides ²³⁹Pu, ²⁴¹Am and ²³³U in mouse femoral shaft. *Int J Radiat Biol.* 76(1):101-11; 2000.
8. Jones E.S. Microscopic and autoradiographic studies of distribution of uranium in the rat kidney. *Health Phys* 12(10):1437-51; 1966.
9. Lord BI, Austin AL, Ellender M, Haines JW, Harrison JD. Tumorigenic target cell regions in bone marrow studied by localized dosimetry of ²³⁹Pu, ²⁴¹Am and ²³³U in the mouse femur. *Int J Radiat Biol.* 77(6): 665-78; 2001.
10. Suarez Navarro M.J. Caracterización radiológica de emisores alfa en residuos radiactivos de media y baja actividad procedentes de centrales nucleares, mediante la técnica alternativa de detección de trazas. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Madrid. E.T.S de ingenieros de caminos, canales y puertos. (2002).
11. Legget R.W. The behaviour and chemical toxicity of U in the kidney: a reassessment. *Health Phys* 57(3):365-83; 1989.
12. Morcillo M.A. Modelos biocinéticos de radionucleidos en animales de experimentación. *Radio protección* 35(10): 19-26; 2003.
13. Bondarenko O.A., Salmon P.L.. Performance of Alpha particle spectroscopy with TRASTACK plastic and its application to the measurement of hot particles. *Nucl. Instr. And Meth. In Phys.* 369: 582-587; 1996.
14. UTHSCA Image tool. University of Texas Health Science in San Francisco. 1996
15. Legget R.W., Pellmar T.C. The biokinetics of uranium migrating from embedded DU fragments. *J. Environ. Radioact.* 64(2-3): 205-25 ; 2003.
16. Sanchez G. Biokmod : A Mathematica toolbox for modeling Biokinetic Systems. *Mathematica in Education and Research* Vol.10 N°2. 2005.

NOTICIAS

de ESPAÑA

Reunión en Madrid del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

Del 11 al 15 de septiembre ha tenido lugar en las instalaciones de CIEMAT, en Madrid, la reunión anual del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP-C4), bajo la presidencia de Annie Sugier. El día 15, aprovechando esta oportunidad, se organizó una jornada técnica, en colaboración con la SEPR, para presentar y debatir el borrador actual de lo que serán las próximas recomendaciones generales de la ICRP, cuya edición está prevista para principios de 2007 y a cuyo desarrollo está contribuyendo la SEPR, a través de un grupo de trabajo específico.

Conviene recordar que el Comité 4 tiene dos tareas concretas dentro de lo que es la estructura operativa de la ICRP.

a) Ocuparse de desarrollar guías para la aplicación de las recomendaciones.

b) Actuar como medio de enlace con los diversos Organismos Internacionales de interés en la materia (UNSCEAR, IAEA, NEA, CEC, ILO, WHO, PAHO, ISO, IRPA).

El Comité dedicó una atención preferente en esta reunión a hacer su aportación al proceso en curso para la elaboración de las futuras recomendaciones de la ICRP, en base al último borrador disponible, cuyo periodo de comentarios externos finalizó en el mes de septiembre. Se debatieron y acordaron diversos aspectos de relevancia sobre el mismo, sobre todo en el área de las "situaciones existentes" y en la definición y aplicación de las "restricciones de dosis" en las mismas, en el marco de la "optimización"; todos ellos fueron aportados por Annie Sugier al debate final que la Comisión Principal llevó a cabo en Rabat (Marruecos) el pasado mes de noviembre, donde se preparó un nuevo texto que será de nuevo abierto al escrutinio público, por un periodo reducido de tiempo. Si todo progresa como se espera, el texto final de las futuras recomendaciones quedaría "cerrado" y sería publicable en los primeros meses de 2007.

En este contexto, y durante la reunión del C4, se pidió el parecer de los miembros pre-

sentes de Organismos Internacionales sobre estas futuras recomendaciones:

- La NEA ha participado de forma especialmente activa en el proceso y por ejemplo en 2006 ha organizado tres seminarios (América, Asia y Europa), para promover la participación de sus Estados Miembros. Los comentarios recogidos serán transmitidos, como a lo largo del proceso, a la ICRP. De forma particular se propugna que las futuras recomendaciones sean un documento "autosuficiente"; se recuerda la conveniencia de tener en cuenta tanto las aplicaciones "prospectivas" como las "retrospectivas"; se cree conveniente ofrecer guías sobre la forma de establecer los valores de las "restricciones de dosis" y la utilización de los anteriores valores existentes en publicaciones anteriores; se cree necesaria la clasificación de los conceptos de "exclusión" y "exención", aunque quizás sin valores numéricos y los aspectos de exposición al radón (y en general a causa de los NORM's), y finalmente se pide la mayor prudencia a la hora de expresar las recomendaciones en lo que se refiere a la protección radiológica del medio ambiente.

- La CEC expuso sus desarrollos más actuales relativos a las exposiciones a causa de los NORM's que podrían ser de interés indudable para las recomendaciones; igualmente se hicieron aportaciones específicas respecto a su "alcance" y a la aplicación de los conceptos de "exclusión", "exención" y "dispensa", así como respecto a algunos aspectos de nomenclatura y léxico que se consideran relevantes. Se anunció que se aportarán próximamente comentarios de detalle que incluirán aspectos de estructura, calidad y terminología del documento, de la lógica en la fijación de las bandas de valores para las "restricciones de dosis", de nuevos resultados científicos sobre el riesgo de cataratas y el debido al radón, etc.

- Por la IAEA se anunció también el envío próximo de comentarios preparados por profesionales del Organismo y se adelantaron algunos aspectos que formarán parte de los mismos, tales como el uso de las restricciones en situaciones existentes y en particular en exposiciones al radón.

- Finalmente también IRPA anunció que está compilando el parecer de sus Societades, para hacerlo llegar a ICRP.

En resumen, el Comité 4 consideró que la actual "dirección" del documento es adecuada, pero que aún es necesario un esfuerzo apreciable para la optimización de su estructura y contenido y para asegurar su plena coherencia, tanto interna, como con otras publicaciones. De modo particular, el esfuerzo adicional es más necesario en el área de las situaciones existentes y las de emergencia, por cuanto que es ahí donde se ha producido la variación más apreciable en el "paradigma" a aplicar del sistema de protección.

El Comité debatió finalmente una propuesta para la potencial preparación de un documento de carácter explicativo sobre la aplicación de las recomendaciones (tipo "preguntas y respuestas") y lo consideró adecuado, aunque quizás prematuro, y desde luego, como materia para la Comisión Principal.

Pero también se cubrieron en la reunión otra serie de temas de responsabilidad del Comité 4, en diversas etapas de desarrollo, como se describe a continuación de forma sucinta:

- El documento sobre "Optimización de la protección" ya está aprobado y en curso de edición. Igualmente lo está el relativo a la definición del "Individuo expuesto representativo" (que reemplaza al concepto de "grupo crítico"), aunque existen algunos detalles menores a resolver para asegurar su plena consistencia con otra publicación existente del Comité 2. Estos dos documentos forman "building blocks" de las futuras recomendaciones y se publicarán de forma independiente de aquellas, en un próximo número de los "Annals of the ICRP".

- Está también aprobado el documento técnico sobre "Valores numéricos de referencia", que trata de presentar, de un modo operativo y claro, la fundamentación de los diversos valores numéricos que están recomendados en la actualidad por ICRP para diversas aplicaciones y usos. Su publicación deberá ser decidida por la Comisión Principal.

- Se encuentran en proceso los trabajos de los dos "Task Groups" actualmente activos del Comité 4, con la misión esencial de actuar como "prueba" de la aplicabilidad de las futuras recomendaciones en el contexto de una situación emergencia. El primero cubre las primeras fases de la respuesta, hasta que puedan ser eliminadas las principales contramedidas adoptadas y la situación existente en el área



El Comité 4 en las instalaciones del CIEMAT, donde celebró la reunión anual de 2006.

afectada sea compatible con el retorno de la actividad humana básica. El segundo, por su parte, cubre la fase final de la situación, cuando la contaminación residual existente es limitada y los esfuerzos deben concentrarse en mejorar la situación radiológica y recuperar la mayor normalidad posible en la actividad social y económica.

El desarrollo del trabajo de estos dos Grupos se considera de gran importancia como mecanismo de "prueba" de la aplicabilidad de las futuras recomendaciones, precisamente en un área donde los cambios que estas introducen son más básicos respecto de las anteriores recogidas en la publicación ICRP-60 y las ulteriores que la desarrollaron.

- Se han producido asimismo avances, aunque aún limitados, en las actividades de dos de los "Working Parties" del Comité 4 actualmente activos. Los "Working Parties" (WP), tienen un nivel menor de formalidad que los "Task Groups" (TG) en el marco de ICRP; normalmente se crean para explorar si un determinado tema tiene una situación tal que requeriría un desarrollo formal de ICRP, a través de un TG. El primer WP se refiere a la aplicación de las futuras recomendaciones a la "Exposición Ocupacional", y trataría de analizar si las publicaciones existentes de ICRP en la materia (75, 84, etc.), resultan suficientes o se requeriría su actualización, reemplazo o simplemente clarificación; de forma específica trataría de considerar en su análisis algunos aspectos de mayor actualidad, tales

- finalmente apruebe la Comisión Principal, tanto para las futuras recomendaciones, como para el documento preparado por ella misma sobre el "Scope of the Radiative Protection System"; también lo tienen los importantes desarrollos realizados o en curso en el seno del OIEA y de la Comisión Europea.

- El tercer WP de este Comité 4 tiene un carácter "permanente", y se constituyó para establecer y mantener relaciones estables y fluidas con los otros cuatro Comités de ICRP, con vistas a facilitar la aplicabilidad de sus desarrollos y de aportar esta visión a los mismos. El proceso tiene algunas dificultades operativas que deben ser corregidas en el próximo futuro con el esfuerzo de todos.

En este marco, se consideró particularmente conveniente reforzar el trabajo conjunto con el Comité 5, de reciente constitución, que trata de desarrollar guías para cubrir los aspectos relativos a la protección radiológica del medio ambiente en el marco de las futuras recomendaciones. Se acordó proponer la constitución de un WP conjunto de los dos Comités para facilitar esta tarea.

- En la reunión se cubrieron también interfaces del Comité 4 con otros dos "Working Parties" que lideran otros Comités, con los resultados que se indican:

- WP sobre aspectos "médico-legales" (C-3). Se consideró poco afortunado el título actualmente asignado a este Grupo, en relación con los aspectos que se desean cubrir, que básicamente se refieren a exposiciones

- como la atribución del riesgo, la exposición al radón en el desarrollo del trabajo, la exposición de mujeres embarazadas, etc. El segundo WP se refiere a la aplicación de las recomendaciones a la exposición a causa de los "Naturally Occurring Radioactive Materials" (NORM's), tratando de cubrir un espectro lo más amplio posible de situaciones; en los desarrollos de este Grupo tiene importancia capital el texto que

- deliberadas que se producen por razones no-médicas, utilizando técnicas y equipos similares a los usados en el ámbito sanitario (Rayos X principalmente). Se concluyó plantear al Comité 3 que el trabajo del Grupo pasara a ser liderado por el Comité 4, dado que es más lógico su encaje en el marco de responsabilidades del mismo.
- WP sobre la protección radiológica de tripulaciones de vuelos espaciales en órbitas terrestres (C-2). Se considera conveniente tener muy en cuenta el trabajo ya realizado o en curso por otros Organismos nacionales e internacionales, y que la primera prioridad sería en las áreas de competencia del C-2, en cuanto a identificar los aspectos dosimétricos de la situación, y que la intervención del Comité 4 sería más eficaz en una etapa posterior.

En este contexto, se identificó la conveniencia de que la Comisión Principal ofreciera, bien en las futuras recomendaciones o de otro modo, su posición lo más operativa posible, sobre la exposiciones de las tripulaciones de vuelos comerciales.

Como nota resumen se puede decir que el programa actual de trabajo de los dos TG's de este Comité 4 sigue su curso y se estima que los dos WP's relativos a la exposición ocupacional y a los NORM's, podrán concluir sus tareas a lo largo del año próximo, de modo que en la próxima reunión, en Octubre de 2007 en Berlín, se pueda decidir si procede o no organizar "Task Groups" en esos temas. El resto de las tareas descritas seguirán su desarrollo indicado.

Pedro Carboneras
Miembro del Comité 4 de ICRP

La PR en la 32ª Reunión Anual de la SNE

La protección radiológica ha tenido una presencia destacada en la 32ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, celebrada en octubre en Tarragona. Un total de 21 ponencias, distribuidas en tres sesiones, abordaron esta materia.

Por primera vez, en esta Reunión los propios congresistas han seleccionado el mejor trabajo en cada una de las áreas temáticas. En protección radiológica fue seleccionada la ponencia "Control radiológico ambiental de un depósito de residuos de producción de fertilizantes en Flix (Tarragona)" de Xavier

Ortega, Ma Amor Duch, Isabel Vallés, Arturo Vargas, Natalia López de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Comité de Redacción

Cambios en el CSN

El Consejo de Ministros del 17 de noviembre ha acordado comunicar al Congreso de los Diputados la propuesta de nombramiento de Presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear de CARMEN MARTÍNEZ TEN y de los Consejeros del Consejo de Seguridad Nuclear de ANTONIO COLINO MARTÍNEZ, FRANCISCO FERNÁNDEZ MORENO y LUIS GÁMIR CASARES.

CARMEN MARTÍNEZ TEN es licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad Complutense de Madrid y pertenece a la Escala Técnica Superior de la Administración Local.

Ha desempeñado diversos puestos relacionados con la gestión sanitaria en el Ayuntamiento de Madrid. En 1998 fue nombrada Directora General del Instituto de la Mujer en el Ministerio de Asuntos Sociales y, posteriormente, fue Asesora del Gabinete del Ministro de Sanidad y Consumo. En 1995 pasó a ocupar el puesto de Jefa del Gabinete de la Presidencia del Consejo de Seguridad Nuclear y desde 2001 era Consejera del Consejo de Seguridad Nuclear.

ANTONIO COLINO MARTÍNEZ es Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Ha prestado sus servicios en las empresas Bechtel Power Corporation, ENDESA e INI, donde fue Director de los Proyectos de Centrales Nucleares Avanzadas. En 1996 fue nombrado Presidente de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, cargo que ocupó hasta 2004, fecha desde la que, como Académico de Número en la Real Academia de Ingeniería, dirige el Diccionario Español de la Ingeniería.

FRANCISCO FERNÁNDEZ MORENO es licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla y es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Desde 1993 es Catedrático del Departamento de Física, Área de Física Atómica, Nuclear y Molecular, de la Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad en la que desde 1992 dirige el Grupo de Física de las Radiaciones. Es miembro de la Sociedad Nuclear Española y de la Sociedad Española de Radioprotección.

LUIS GÁMIR CASARES es licenciado en Derecho y licenciado y Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid, y pertenece al Cuerpo de Técnicos Comerciales y Economistas del Estado.

Ha sido Director del Gabinete de Política Arancelaria e Importación, Subdirector General del Instituto de Reforma de Estructuras Comerciales, Secretario General Técnico de Ministerio de Agricultura, Presidente del Banco Hipotecario de España, Secretario de Estado para la Seguridad Social y Ministro de Comercio y Turismo y de Transportes, Turismo y Comunicaciones. En 1996 fue nombrado Presidente del Consejo Consultivo de Privatizaciones, cargo que ocupó hasta diciembre de 2004. Ha sido Diputado en el Congreso de los Diputados desde 1977 a 1982 y desde 1993 hasta la actualidad.

Comité de Redacción

VI Plan General de Residuos Radiactivos

El Consejo de Ministros aprobó el 23 de junio el Sexto Plan General de Residuos Radiactivos (VI PGRR), en sustitución del Plan anterior, en vigencia desde 1999.

Este documento elaborado por ENRESA, constituye el documento básico de referencia que recoge todas las estrategias y actuaciones a llevar a cabo en España respecto a la gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento de instalaciones, junto con el correspondiente estudio económico-financiero.

Los aspectos principales de este VI Plan son el cierre de la central nuclear Jose Cabrera, la creación de una instalación complementaria en el Cabril para los residuos de muy baja actividad que comenzará a funcionar en el 2007, la necesidad prioritaria de construir un Almacén Temporal Centralizado (ATC) antes del 2011 para la gestión del combustible gastado y residuos de alta actividad de las centrales nucleares y la tasa de descuento utilizada en los cálculos económicos-financieros (1,5%).

Estos residuos de muy baja actividad que empezarán a almacenarse en el Cabril son la mayoría los generados en el desmantelamiento de las centrales nucleares y en las intervenciones especiales de recuperación de terrenos o instalaciones contaminadas.

Respecto al ATC, se ha creado una Comisión Interministerial encargada del establecimiento de los criterios que deberá cumplir

este emplazamiento y su centro tecnológico asociado, en consonancia con la estrategia contemplada en el VI PGRR. Además, deberá elaborar una propuesta de posibles emplazamientos candidatos seleccionados entre los municipios interesados, en base a las evaluaciones técnicas realizadas sobre su idoneidad.

Otras actuaciones que figuran en este documento son el protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de materiales metálicos, el apoyo a la respuesta en casos de emergencia, la gestión de los cabezales radiactivos de pararrayos, la gestión de detectores iónicos de humo y la gestión de otros materiales aparecidos fuera del sistema regulador. En la estrategia a seguir no se incluye el reprocesamiento de combustible gastado y se apuesta por el desmantelamiento total de centrales tres años después de su parada definitiva.

Este Plan permite también la adaptación de las actividades que desarrolla ENRESA al nuevo sistema de financiación de la empresa, debido a la internalización de los costes y el cambio de ENRESA de Sociedad Anónima Estatal a Entidad Pública Empresarial.

Comité de Redacción

IBERINCO se adjudica otro proyecto en el JRC - ISPRA (Italia)

IBERINCO se ha adjudicado el segundo proyecto en las instalaciones del Centro Europeo de Investigación, JRC-ISPRA (Italia).

El emplazamiento del JRC-ISPRA es uno de los mayores centros de investigación de la Comisión Europea. Cubre un área de 160 hectáreas y cuenta con más de 140 instalaciones.

En este proyecto IBERINCO realizará el inventario físico y radiológico de las instalaciones nucleares experimentales, actualmente paradas, como fase previa a la planificación del desmantelamiento de las mismas.

El alcance de los trabajos incluye un total de 6 instalaciones nucleares:

- INE, Reactor de investigación de 25 MW (ESSOR),
- ISPRA1, reactor de investigación de agua pesada de 5 MW,
- RCHL Laboratorio de radioquímica,
- FARO, Instalación de ensayos de fusión de simul-fuel de uranio empobrecido. Antes ocupada por un Conjunto crítico de 1 KW,

- STRRL Planta de tratamiento de residuos líquidos y

- LCSR, Conjunto de celdas calientes.

En cada una de las instalaciones se realizarán las siguientes actividades:

- Planificación general de la caracterización física y radiológica de las instalaciones

- Revisión de información histórica y datos existentes

- Cálculos de activación en los reactores y estimaciones de contaminación interna en los equipos

- Inspecciones in-situ físicas y radiológicas (radiación y contaminación alfa y beta)

- Supervisión de las medidas de Gamma visión - 3D y de espectrometrías gamma "in situ " con detectores de centelleo y HPGE y evaluación de los datos obtenidos

- Supervisión de las tomas de muestras y evaluación de datos de análisis radioquímicos de muestras de frotis y de materiales activados y/o contaminados

- Análisis integrado de los resultados aplicando técnicas estadísticas no paramétricas para la elaboración de inventarios físico-radiológicos de las seis instalaciones

- IBERINCO en Europa en actividades directamente relacionadas con el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Comité de Redacción

Recordando a CAJAL Premio Nobel de Medicina 1906

Don Santiago Ramón y Cajal, representa el máximo exponente de la ciencia española contemporánea. El doce de diciembre de 2006, se cumple el centenario de la solemne recepción en Estocolmo, con ocasión de la entrega del premio Nobel de Medicina otorgado a don Santiago.

Nació el primero de mayo de 1852 en Petilla de Aragón, humilde lugar de Navarra, enclavado en plena provincia de Zaragoza, próximo a Sos del Rey Católico y Uncastillo. En 1854, su padre D. Justo Ramón Casasús, modesto cirujano de segunda, se estableció en Larrés (Huesca), donde nació su hermano Pedro. Posteriormente la familia se traslada a las localidades zaragozanas de Luna, Monlora y Valpalmas, siguiendo la trayectoria de don Justo. En Valpalmas, nacerán sus hermanas, Paula y Jorja, y permanecerá la familia hasta 1860.

A los ocho años de edad, su padre obtuvo el partido médico de Ayerbe, con un nuevo traslado familiar. Estudia el bachillerato en los PP Escolapios y en el Instituto de Huesca, demostrando una gran habilidad para la observación de la naturaleza y el dibujo artístico. En este período, su padre tomó la decisión de emplearlo temporalmente como barbero y zapatero, con el fin de doblegar su orgullo y favorecer el verdadero objetivo paterno, su destino tenía que ser la medicina.

En 1869, Ramón y Cajal, inició sus estudios en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza. Acabada la licenciatura, consiguió plaza de médico militar y estuvo destinado en Cuba, de donde regresó con la salud muy deteriorada con diagnóstico de caquexia palúdica, en 1875.

Su vocación universitaria se inicia en la asignatura de Anatomía de la Facultad de Medicina de Zaragoza, obteniendo la plaza de profesor ayudante interino en 1876, realizando al mismo tiempo el doctorado en la Universidad Central de Madrid.

Tras dos oposiciones fallidas a cátedras, don Santiago obtuvo la cátedra de Anatomía

- de la Universidad de Valencia, en diciembre de 1883. En 1885, colaboró desde Valencia y Zaragoza, sobre el estudio del microbio vírgula del cólera, para la Diputación Provincial de Zaragoza. Esta incursión en la bacteriología, tuvo recompensa en un magnífico microscopio Zeiss, dotado de la mejor óptica de su tiempo, regalado por la institución provincial zaragozana, que siempre agradeció don Santiago.

- En 1888, su deseo insaciable de perfeccionar su formación histológica, le dirige hacia la obtención de la cátedra de Histología de la Universidad de Barcelona, que consigue brillantemente. En 1892, obtiene por oposición la cátedra de Histología e Histoquímica normales y Anatomía Patológica de la Universidad Central de Madrid, sustituyendo al recordado profesor Maestre de San Juan. En Madrid permanecerá en su cátedra hasta su jubilación en 1922.

- La ingente obra y trayectoria investigadora de Ramón y Cajal, iba a tener un reconocimiento científico, pero como ha sucedido con otros sabios españoles, su prestigio vendría desde el exterior. Don Santiago y Roentgen tuvieron por casualidad, un descubridor común, el insigne profesor de Anatomía e Histología Albert von Kölliker, catedrático de la Universidad de Wurzburg (Alemania), que avaló con su extraordinaria categoría científica a estos dos grandes sabios que se verían recompensados con el premio Nobel. Kölliker conoce la obra de Cajal en 1889, cuando éste insiste al famoso histólogo alemán a comprobar en el microscopio las preparaciones que Cajal había aportado en el Congreso celebrado en Berlín de la Sociedad Anatómica Alemana. Cajal era catedrático de la Universidad de Barcelona y había efectuado sus aportaciones a la teoría neuronal en el año 1888, opuestas a la teoría reticularista defendida por Golgi.

- En 1894, como consolidación del renombre internacional que Cajal había alcanzado, fue invitado por la Royal Society de Londres a dictar la "Croonian Lecture"; discurso que se encargaba a un relevante especialista mundial. La conferencia, leída en francés, fue publicada con el título "**La fine structure des centres nerveux**".

- La fama de nuestro sabio estaba tan respetada en Europa, que el propio Virchow en una visita a Alemania de uno de los miembros de la Academia de Ciencias de España en 1897 preguntó sobre Cajal. Nuestro



Reactor de investigación de 25 MW (ESSOR).



Reactor de investigación de agua pesada de 5 MW (ISPRA 1)

Durante un periodo de 2 años, IBERINCO aportará su experiencia, tanto en la fase operativa de las instalaciones nucleares como en el desmantelamiento, en este tipo de trabajos. El contrato constituye una inmejorable oportunidad para incrementar la presencia de

Académico no supo contestar y a su regreso se interesó por su trabajo, proponiendo que la vacante existente en la Academia de Ciencias la ocupara Cajal.

Su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, celebrado en sesión solemne, el día 5 de diciembre de 1897, con el título **“Fundamentos racionales y condiciones técnicas de la investigación biológica”**. Su discurso tuvo tal repercusión, que de él se hicieron numerosas ediciones, las primeras costeadas por la generosidad del doctor Iluria. La lectura de esta obra magistral sobre el fomento y cultivo de investigación científica sigue siendo obligada y útil en este siglo XXI. Esta publicación, traducida al inglés, alemán, portugués, magiar y rumano; se conoce como **“Reglas y Consejos para la investigación científica”** y con el sugestivo subtítulo de **“Los tónicos de la voluntad”**. La obra está dividida en varios capítulos donde se glosan las cualidades que debe impregnar la investigación científica. Para Ramón y Cajal **“todo hombre puede ser, si se lo propone, escultor de su propio cerebro”**.

Este discurso y sus consejos revolucionaron la política científica de las tres primeras décadas del siglo XX, cuya iniciativa más notable fue la creación de la Junta de Ampliación de Estudios en 1907, que presidió el propio Cajal hasta su fallecimiento en 1934.

Después de acabar en 1904, su obra maestra **“Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados”** y de haber obtenido en 1900 el premio Moscú, llegaron los galardones académicos más prestigiosos. A principios de 1905, la Real Academia de Ciencias de Berlín, le concedió la *Medalla de Oro de Helmholtz*. Este premio que se concedía cada dos años, tenía una notoriedad mundial, y contaban con este reconocimiento científicos excepcionales, como Bunsen, lord Kelvin, Virchow, etc...

En el cenit de su carrera, en 1906, se le concede el *premio Nobel de Fisiología y Medicina*, compartido con Camilo Golgi. El Instituto Carolino premió a ambos científicos por su contribución al conocimiento de la estructura del sistema nervioso. Cajal se trasladó a Estocolmo para recibir el diploma y la medalla de mano del Rey de Suecia y pronunciar una conferencia en francés sobre sus investigaciones con el título **“Estructura y conexiones de las neuronas”**. El día 12 de diciembre, don Santiago, asistió con estupor, al discurso de su colega Golgi, que no reconoció el triunfo de la teoría neuronal. Afirma Cajal: *“Cruel ironía*

de la suerte, emparejar, a modo de hermanos siameses unidos por la espalda...”

La concesión del premio Nobel, vino acompañada de una serie de homenajes sociales y académicos, convirtiendo a nuestro investigador en un personaje popular, que ha sido mitificado. Pero antes de recibir el premio Nobel, su actividad literaria, con su prosa y estilo personal fueron reconocidos por la Real Academia Española nombrándole Académico.

La Real Academia Nacional de Medicina, después de la concesión del Nobel y diez años más tarde que la Real Academia de Ciencias, acoge en su seno a nuestro sabio. El 30 de junio de 1907 pronunció el discurso de ingreso, versando sobre el tema: **“Regeneración de los nervios”**. El discurso de contestación de la Corporación, corrió a cargo de su amigo y académico, el profesor Federico Olóriz. Don Santiago ocuparía el sillón número 38, hasta su fallecimiento.

Fue miembro de honor de doce reales academias mundiales, académico correspondiente extranjero de otras tantas y doctor “honoris causa” por trece universidades. Con motivo de su jubilación, acaecida en 1922, la Real Academia de Ciencias le tributó un merecido homenaje y le concedió la *Medalla Echegaray* (máxima distinción de esta Academia), en una sesión solemne presidida por S.M. el Rey Alfonso XIII.

Como afirma nuestro Pedro Laín Entralgo «Los médicos españoles estamos en deuda con Cajal». Y yo añadiría «España está en deuda con Cajal». Como afirman el propio

Nobel don Severo Ochoa y los académicos Solsona y Sánchez Ron, comparable a Cajal, solamente Galileo, Newton, Darwin, Pasteur y pocos más.

Cajal es el único científico que ha merecido el premio Nobel representando a España. Cito una frase del último Nobel español, fallecido no hace mucho, Camilo José Cela, que afirma **“De usted, don Santiago, tenemos mucho que aprender los españoles, y pienso que todos los motivos son buenos para recordar su ejemplo”**.

Cajal es considerado el padre de las Neurociencias, y sigue siendo citado en numerosas publicaciones científicas y médicas. Su nieto, D. Santiago Ramón y Cajal Junquera, catedrático de Anatomía Patológica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza, glosó la figura de su abuelo en un acto entrañable, celebrado en el aula Magna de la Facultad de Medicina de Zaragoza, con ocasión de la comunicación recibida hace cien años de la concesión del premio Nobel.

Desde esta modesta tribuna, que me brinda nuestra revista Radioprotección, quiero expresar mi reconocimiento a la figura gigantesca, científica y humanística de don Santiago. El centenario de su premio Nobel es una excelente oportunidad para el recuerdo de esta figura imperecedera.

Luis M. Tobajas
de la Real Academia de Medicina de Zaragoza
Presidente del Comité Científico de Radioprotección

NOTICIAS del MUNDO

Workshop de Dosimetría Interna celebrado en Montpellier

Durante la primera semana del mes de octubre tuvo lugar en Montpellier (Francia) el Workshop *“Internal Dosimetry of Radionuclides, Occupational, Public and Medical Exposure”* organizado por el *Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaires (IRSN)* y por *National Radiological Protection Board (NRPB)* al que asistieron cerca de 180 representantes de varios países. Se presentaron numerosos trabajos científicos entre ponencias y posters,

en los que se mostraban las últimas recomendaciones, tendencias y aplicaciones de la dosimetría interna en el mundo.

La representación española contó con la asistencia de un nutrido grupo de dosimetristas pertenecientes a distintas organizaciones como el CSN, Ciemat, Tecnatom, CN Cofrentes, Enresa y Geocisa, siendo M^o Antonia López Ponte (Ciemat) miembro del comité organizador participando activamente en la organización del Workshop

Las sesiones comenzaron con la presentación de los principales cambios de las nuevas recomendaciones de ICRP como son el cambio de los factores de ponderación de los



de dosis interna ya que los modelos y coeficientes calculados están sujetos a las mismas incertidumbres. De los códigos actualmente en el mercado, IMBA desarrollado por el HSE en el Reino Unido es capaz de calcular estas incertidumbres.

Se presentaron estudios de casos reales de contaminación, así como estudios de investigación realizados sobre diferentes modelos para el Molibdeno, Americio y Plutonio. Se presentaron también desarrollos y aplicaciones del modelo de heridas que permiten describir las propiedades biocinéticas, aunque parece que ICRP va a oficializar un modelo de heridas desarrollado por la NRCP que valora el riesgo producido por las partículas pero todavía no tiene desarrollada su dosimetría es decir no tiene calculados los factores de dosis,

Cabe destacar la ponencia presentada por M^a Antonia López (Ciemat) como coordinadora de grupo EURADOS quien expuso el trabajo de EURADOS y las distintas actividades de los cinco grupos de trabajo en dosimetría interna, así como las actividades llevadas a cabo por el grupo CONRAD.

tejidos, la nueva complicación de los modelos biocinéticos como por ejemplo, el modelo de heridas y el modelo gastrointestinal, la nueva revisión de los factores de paso a dosis pues las herramientas hasta ahora utilizadas dejan de ser válidas y esto supone el cambio del actual maniquí matemático utilizado para el cálculo, por el nuevo maniquí voxel que utiliza los códigos de Montecarlo para recalcular las fracciones de energía específica (SEE), esto conlleva a la revisión de los coeficientes de conversión de dosis. Sobre este tema y sobre la utilización del voxel-phantom para la estimación de dosis por exposición interna baso su ponencia José M. Gomes Ros (Ciemat).

Un mensaje importante fue que se utilicen los modelos estándar para los cálculos y que no se adapten a las características particulares de cada persona, aunque esto entraba en contraposición con la opinión de otro ponente que sostenía que el modelo pulmonar se podía adaptar a cualquier situación particular. También en otra de las sesiones se comparaba los modelos biocinéticos de pulmón con las medidas experimentales a personas y con datos de autopsias concluyendo que el modelo actual para pulmón de ICRP va a ser revisado ya que parece que subestima los valores de dosis.

Una de las últimas ponencias presentaba las incertidumbres asociadas a la asignación

presentada por M^a Antonia López (Ciemat) como coordinadora de grupo EURADOS quien expuso el trabajo de EURADOS y las distintas actividades de los cinco grupos de trabajo en dosimetría interna, así como las actividades llevadas a cabo por el grupo CONRAD.

Muy interesante fue también la presentación del proyecto IDEAS ya en la fase final de publicación definitiva, con el fin de armonizar las medidas en dosimetría interna. En esta ponencia se presentó una Guía Práctica para la estimación de las dosis cuya filosofía básica está basada en que el esfuerzo en el cálculo de la dosis debe ser proporcional a la magnitud de las dosis potenciales, por ejemplo, para dosis menores a 0,1 mSv la guía recomienda que la dosis sea igual a cero. Para dosis entre 0,1 y 1 mSv recomienda emplear los modelos estándar y para dosis superiores a 1 mSv recomienda hacer ajustes del modelo al individuo particular. La Guía está en forma de diagrama de flujo que es fácil de seguir y proporciona una buena herramienta para las estimaciones de dosis. Se puede descargar en: <http://www.bologna.enea.it/attivita/ideas.html>

Una parte importante de la jornada se dedicó a los aspectos de Chernobyl y los terrenos contaminados por los efluentes radiactivos vertidos a los ríos Mayak y Techa

Se presentó un programa de dosimetría interna actualmente en marcha de medidas

• “in vivo” e “in vitro” para los cerca de 3500 trabajadores que ahora están en la reconstrucción del sarcófago donde el riesgo principal son los transuránidos. También se habló de la “reconstrucción de la dosis” por S⁹⁰ para los trabajadores y público afectados por los efluentes del río Techa (1951) del cálculo de la exposición de los niños también para S⁹⁰ y la dosis a útero de las madres expuestas de la misma zona. Aquí se mencionaron dos puntos muy novedosos como son el contador de dientes para S⁹⁰ “in vivo” y el contador de cuerpo entero también para S⁹⁰

• Por último una de las sesiones hizo una llamada de atención para la unión entre los epidemiólogos y los dosimetristas pues para los estudios epidemiológicos sobre dosimetría se necesita una estrecha colaboración para los datos e interpretación de las estimaciones de dosis.

Comité de Redaccion

Reunión anual del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. San Francisco 24-28 Septiembre 2006

Se discutieron los 9 documentos que están actualmente en fase de elaboración (se ha mantenido el título original de los documentos en inglés). Se indica el miembro del Comité responsable de cada uno de los documentos.

1. Building Block “Radiological Protection in Medicine” (M. Rosenstein).
2. Radiation Protection (RP) for cardiologists using fluoroscopically-guided procedures (C. Cousins).
3. Radiation protection issues of modern radiotherapy techniques (nuevo título) (JM Cosset)
4. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals (S. Mattsson)
5. Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (M Rehani)
6. Doses to the hands of radiopharmacists (J Liniecki)
7. Radiation protection training for diagnostic and interventional procedures (E. Vano)
8. Radiation protection on paediatric radiology (H. Ringertz)
9. Justification of intended individual (non-occupational) exposures to ionising radiation without sole medical benefit (C3+C4) (pendiente).

New Recommendations of the ICRP: El Comité discutió el último borrador de septiembre de 2006 y consideró que los aspectos médicos están dispersos en esa versión y se ha sugerido que se unifican en un único capítulo.

Nuevos documentos a abordar en los próximos años: Se analizaron los temas de potencial interés que podrían requerir la elaboración de documentos por parte del Comité 3 durante los próximos años, planteando las siguientes prioridades (1 indica la mayor prioridad y 3 la menor):

a. Prevention of accidents in new radiotherapy systems (P Ortiz) **prioridad 1.**

b. Screening with ionising radiation in asymptomatic individuals (nuevo miembro del grupo) **prioridad 1.**

c. Occupational protection in Brachytherapy (JM Cosset) **prioridad 2.**

d. Protection in PET (PET/CT) and cyclotrons (M. Rehani) **prioridad 2.**

e. Information on RP for patients (M Rehani) **prioridad 2.**

f. Occupational RP and staff dosimetry in interventional radiology, correlation with patient protection (C Cousins) **prioridad 2.**

g. Widening the use of reference levels for digital radiology and new technology (E Vano) **prioridad 2.**

h. Follow up of persons accidentally exposed (I. Gusev) **prioridad 2.**

i. Protection in therapy with protons and heavy ions (Y Yonekura) **prioridad 3.**

j. Benefits of the non-ionising radiation alternatives and justification of medical exposures (H. Ringertz) **prioridad 3.**

Prof. E. Vañó
Secretario del Comité
(Resumen elaborado a partir
del acta de la reunión)

Reunión del Grupo de Expertos para la Aplicación del Art.31-tratado EURATOM

Luxemburgo 16-18 de Octubre de 2006

En esta oportunidad la reunión ha incluido un Seminario científico sobre "Nuevas evidencias de los riesgos radiológicos y su posible repercusión en las Normas Básicas de Seguridad Europeas".

Desarrollo del Seminario:

a. El primer conferenciante M. Little, presentó una ponencia sobre los nuevos modelos

para la evaluación del riesgo de cáncer inducido por radiación.

b. E. Cardis presentó los datos epidemiológicos más recientes sobre los efectos de las radiaciones en los trabajadores de la industria nuclear y en Techa River, destacando los aspectos del DDREF y de la edad y sexo de los trabajadores. Concluye que sí, existe un incremento de cáncer incluso a bajas dosis.

c. M. Timarche presentó los datos de los estudios de radón. Se concluye una clara evidencia de asociación entre el cáncer de pulmón y la exposición acumulada al radón.

d. W.U. Muller se refirió a los aspectos biológicos relacionados con las diferentes radiosensibilidades en función de la edad y del sexo y sus potenciales implicaciones en la normativa. Una de sus conclusiones más importantes fue que la "dosis efectiva" no es aplicable al feto y que los factores de ponderación de órganos y tejidos establecidos para adultos no deberían utilizarse en pediatría.

e. D. Averbeck presentó el punto de vista de la Academia Francesa sobre los efectos a bajas dosis de radiación. Su planteamiento es que a bajas dosis, las células mueren o no se dañan y que únicamente a altas dosis se puede hablar de inducción de cáncer.

f. C. Streffer y A. Flury-Herald (representante de Francia en UNSCEAR) presentaron sus puntos de vista sobre las primeras ponencias tal y como estaba previsto en el programa.

g. Sobre los efectos genéticos de las radiaciones ionizantes presentaron sus ponencias: K. Sankaranarayanan y J. Angulo. El primero de los ponentes destacó que en los años 60-70 los genetistas matemáticos hicieron un ejercicio interesante de extrapolación del riesgo a todas las generaciones, pero que ello no es biológicamente demostrable.

h. N. Kleiman de la Universidad de Columbia presentó una ponencia sobre las nuevas evidencias de las cataratas radioinducidas, sugiriendo que podría tratarse de un efecto estocástico sin umbral de dosis. En Chernobil se constató que 250 mGy producían cataratas y en la Universidad de Columbia han visto que 100 mGy pueden provocar cataratas en ratas.

i. C. Streffer presentó sus comentarios a los efectos genéticos y E. Vañó al tema de las cataratas radioinducidas.

Aspectos de mayor interés del Seminario

1) Una de las ponencias con más relevancia ha sido la de N. Kleiman de la Universidad de Columbia, sobre las nuevas

evidencias de las cataratas radioinducidas, sugiriendo que podría tratarse de un efecto estocástico sin umbral de dosis.

2) El Grupo de Exposiciones Médicas ha informado que no se debería modificar el texto de la Directiva actual de Exposiciones Médicas aunque se incorpore de forma unificada en una nueva directiva de Normas Básicas de Seguridad, indicando que probablemente sea conveniente reforzar en la parte general de la nueva directiva, los aspectos de formación y acreditación en protección radiológica para los profesionales sanitarios.

3) Sobre el riesgo radiológico durante el embarazo, se ha considerado que no parece aceptable utilizar la cifra de 100 mGy como cifra de primera alarma. Puede derivarse un mensaje incorrecto para valorar el incremento de riesgo de cáncer. Se considera que puede ser peligroso que los 100 mGy se tomen como un umbral absoluto en el campo médico y que la ICRP tiene la responsabilidad de alertar sobre esta potencial mala interpretación.

4) Sobre el riesgo genético existe acuerdo general en que no se limite a dos generaciones. Las razones que llevan a ICRP a esa decisión debería reformularse y dar una explicación detallada sobre la misma.

5) Valor del DDREF: En las evidencias que fueron mostradas existen valores menores que el valor de 2 aceptado en el presente. Tal vez la media sería de 1,7 y, para las dosis más altas de las aplicaciones médicas pudiera considerarse como aceptable incluso un valor menor.

6) Existen evidencias nuevas sobre el riesgo de las concentraciones del radón especialmente en viviendas. Una sugerencia es que tal vez convenga establecer acciones a partir de concentraciones del orden de 100 Bq/m³.

Resumen de la reunión del Grupo de Expertos

Se solicitan aclaraciones sobre las competencias del GdeE debido a que durante los días 16 al 18 de octubre se está celebrando en Bruselas otra reunión con otro Grupo (de "Cuestiones Atómicas") para tratar temas similares. A. Janssens recuerda que los expertos presentes deben actuar como "independientes" y no representando los intereses de un país determinado y que en el Art. 31 se debe aconsejar a la Comisión básicamente, en temas de repercusión en salud pública.

• Se aprueba el acta de la reunión del 7-8 de junio con pequeñas correcciones (un experto de Alemania presenta reservas a la aprobación). Se recuerda que se están quitando

do los nombres de los expertos en las actas de las reuniones con objeto de que puedan ser públicos (en la web). Se acuerda que puedan incluirse anexos al acta que no serían públicos, con opiniones particulares de algunos expertos, si procediera.

- Se discute el documento preparado por el Grupo de Trabajo sobre Radiactividad Natural (WP-NORM "Naturally occurring radioactive materials"). Se produce una larga discusión sobre el contenido de radiactividad decidido por el WP como exención genérica aceptando el consenso obtenido en el OIEA y publicado en la Guía de seguridad RS-G-1.7. Queda claro que en materiales de construcción los valores deberán ser menores y los países tendrán la posibilidad de contemplar situaciones específicas. No hubo acuerdo sobre la posibilidad de dilución voluntaria, cosa no permitida con los efluentes artificiales.

- Mr. Brownless presenta un resumen de las actividades de la OCDE/NEA.

- Se discuten los informes del grupo de trabajo sobre NORM. A. Janssens comenta el contenido del informe final. En la parte referente al programa preparado para acometer por el grupo la problemática del Radón, varios expertos de diferentes países solicitan ser incluidos como miembros del grupo de trabajo (como "corresponding members").

- Se presenta el informe del grupo de Trabajo sobre exención y dispensa (clearance).

- Janssens informa de los comentarios al último borrador de Recomendaciones de la ICRP, mandados desde la Comisión.

- Janssens resume el resultado del grupo de trabajo sobre las normas básicas de seguridad (BSS) internacionales cuya secretaría la ostenta el OIEA y la CE actúa como observador.

- Se comenta el borrador de ICRP sobre objetivos del control regulador preparado por la Comisión Principal coordinado por Abel González. Asimismo se presentan los comentarios preparados por la CE sobre los temas de "definiciones" y "restricciones" (constraints). Se sugiere mejorar algunas definiciones (p.e. "endeavour"), para facilitar su uso en otras lenguas diferentes del inglés. Se destaca que es más importante que los términos sean correctos en las BSS ya que ello implicará posibles cambios en la legislación (antes que buscar acuerdos con ICRP). A Janssens destaca la necesidad de buscar una coherencia en la utilización del término "constraint". Se comenta que las bandas de "constraints" pueden ser mal utilizadas. Se sugiere tomar un único valor en vez de bandas de valores. Se concluye que ICRP debería explicar mejor cómo utilizar

- los "dose constraints". El delegado del OIEA comenta que ese Organismo ha hecho comentarios similares al tema de los rangos de valores y a la posible confusión en el uso del término "constraint".

- Se informa sobre el grupo de trabajo de Exposiciones Médicas. Se indica que el WP opina que no se debería modificar el texto de la Directiva actual de Exposiciones Médicas aunque se incorpore de forma unificada en una nueva directiva de Normas Básicas de Seguridad. Probablemente sea conveniente reforzar en la parte general de la nueva Directiva que se elabore, los aspectos de formación y acreditación en protección radiológica para los profesionales sanitarios. El WP deberá seguir trabajando en la elaboración de Guías para ayudar en la implementación de la Directiva de exposiciones médicas. Con relación al tema de las cataratas radioinducidas, se indica que considerando lo presentado en el seminario científico, el WP abordará este tema en su próxima reunión. La segunda conferencia sobre el tema de exposiciones médico legales se espera realizar en 2007.

- Se discute la conveniencia de crear un grupo de trabajo sobre "Graded Approach" o sea de "Aproximación Gradual" (término tomado del WVP NORM) para su aplicación general a toda la Directiva. En otros términos significa que las medidas de control y regulación deben estar en proporción al riesgo del cual que se trata. No están todavía definidos los términos de referencia. Procedería discutir la conveniencia de algunas autorizaciones previas para algunas prácticas con NORM.

- Se comenta que la radiología intervencionista podría precisar una autorización previa en el futuro. Se cree que el "graded approach" podría ser necesaria en la revisión de las BSS. Los expertos del Reino Unido citan que la filosofía de la implementación gradual podría también aplicarse a las inspecciones.

- Denis Wymer (de la Division of Radiation, Transport and Waste Safety del OIEA), informa sobre las actividades relevantes del Organismo en los últimos meses.

- Eliseo Vañó informa sobre los documentos en los que está trabajando el Comité 3 de ICRP (Protección en Medicina).

- Algunos puntos del Orden del día (información de la Comisión sobre iniciativas legales, directiva del agua potable, verificaciones del Art. 31, exportaciones de materiales radiactivos, recomendaciones del Art. 37, "ex - post evaluación", programa indicativo nuclear común, informe 2004-05, 50 años de Euratom, publicaciones, conferencias, etc)

- no se llegan a tratar en el tiempo normal de la reunión y se supone que quedarán pendientes o figurará un detalle informativo en las actas de la reunión.

- Las fechas anunciadas para las reuniones en 2007 son: 12 y 13 de junio y 13 y 14 de noviembre.

*Eliseo Vañó y David Cancio
Miembros del Grupo de Expertos
Aplicación Art. 31 EURATOM*

3^{er} Forum NEA (OECD) en colaboración con ICRP sobre "El Desarrollo Futuro de la Protección Radiológica"

Praga 24-25 de Octubre 2006

- La primera parte del Forum estuvo capitalizada por las presentaciones de ICRP, en las que intervinieron Lars-Erik Holm, John Cooper (situaciones planificadas), Annie Surgier (situaciones existentes) y Carl Weiss (situaciones de emergencia).

- La segunda parte del Forum se centró en la constitución de grupos de trabajo para discutir por separado la aplicación del sistema de protección en cada una de las tres situaciones indicadas:

- El Grupo de trabajo 1 cubría las situaciones planificadas y estaba presidido por John Cooper, actuando André Oudiz como moderador.

- El Grupo de trabajo 2 cubría las situaciones existentes y estaba presidido por Annie Suggier actuando Gerald Kichner como moderador.

- El Grupo de trabajo 3 cubría las situaciones de emergencia y estaba presidido por Carl Weiss actuando Barbara Rafferty como moderadora.

- Las conclusiones de los grupos de trabajo fueron posteriormente presentadas en sesión plenaria siendo motivo de largas discusiones y comentarios.

- A modo de resumen de lo tratado en los distintos grupos de trabajo y de las discusiones mantenidas al respecto, Henri Metivier (consultor de la NEA) realizó una breve presentación con los aspectos más relevantes que había identificado y que son las siguientes:

- Hay un sentir general de que el nuevo borrador de las recomendaciones de ICRP ha mejorado notablemente con respecto a la versión previa y que la mayor parte de

los problemas inicialmente identificados han quedado razonablemente resueltos.

- El tema de las restricciones de dosis, tanto en su aplicación a situaciones planificadas como a las existentes y emergencias, requiere de aclaraciones y explicaciones adicionales por parte de ICRP, en línea con lo indicado por los grupos de trabajo.

- El tema de la participación de los stakeholders se considera de gran relevancia para alcanzar los objetivos de la radioprotección, y por ello algunos incluso plantean la posibilidad de contemplarlo como un 4º principio.

- La protección radiológica no solo tiene que tener en cuenta las consideraciones científicas, sino también las valoraciones sociales.

- No hay discusiones relevantes en cuanto a los nuevos factores de ponderación tisular propuestos en las nuevas recomendaciones de ICRP.

- ICRP debería revisar cuidadosamente todas las evidencias científicas existentes en relación con enfermedades distintas del cáncer atribuibles a la radiación.

- ICRP debería explicar más ampliamente las bases que conducen a la selección de valores promediados por género (hombres+mujeres) para los factores de ponderación tisular y los estimadores numéricos del riesgo.

- ICRP debería explicar de forma más clara los aspectos relativos a la protección del feto y los límites aplicables al embarazo.

- ICRP debería cuidar la redacción del texto de recomendaciones (y la terminología) con objeto de que resulte más fácilmente comprensible para el público en general.

La tercera parte del Forum se centró en las presentaciones realizadas por diversas autoridades reguladoras y stakeholders (WISE) y por las organizaciones internacionales.

Hay que indicar que en la mayor parte de los casos estas presentaciones se centraron en explicar la opinión que las nuevas recomendaciones de ICRP merecían a las organizaciones de los ponentes (opinión que ya había sido plasmada en los comentarios remitidos a ICRP y que están disponibles en su website). Como tema destacable de estas presentaciones hay que indicar:

- Que el representante de la autoridad reguladora francesa (Jean-Luc Lachaume, Deputy Director General de la ASN) puso especial énfasis en señalar que para Francia la temática del "stakeholders involvement" constituye un elemento clave, no sólo en el proceso de optimización sino también en el de justifica-

- ción, y que sólo con esa participación los reguladores pueden tener garantías de éxito.

- Que el representante de la autoridad reguladora francesa indicó asimismo que para su país la adaptación a las nuevas recomendaciones de ICRP (una vez aprobadas) no constituía una prioridad de primer nivel puesto que han aprobado en los últimos años diversas normas en esta materia y consideran que lo que surja de ICRP no va a contribuir a mejorar en nivel de protección que de dichas normas se desprende.

- Que la representante del OIEA (Eliana Amaral, Directora de la División de Seguridad Radiológica) puso especial énfasis en recomendar a ICRP que se mantenga en su papel doctrinal y científico estableciendo los principios fundamentales y objetivos generales de la protección radiológica, pero que deje a las organizaciones internacionales y las autoridades nacionales flexibilidad suficiente a la hora de establecer las pautas prácticas para alcanzar esos objetivos (manifestándose así claramente en contra de que las recomendaciones proporcionen orientaciones numéricas de constraints, de exclusión, de intervención, etc.).

- En el cierre del Forum, Jacques Lochard y Lars-Erik Holm expresaron su opinión en cuanto al desarrollo y conclusiones alcanzadas en el mismo:

- Jacques Lochard indicó que como aspectos más relevantes merecían destacarse:

- ICRP debe aclarar tanto los aspectos conceptuales como los aspectos prácticos de las restricciones de dosis.

- ICRP debe aclarar mejor el papel de los elementos científicos y de los elementos de juicio social en su sistema.

- ICRP pasa evolución de un sistema basado en procesos (prácticas e intervenciones) a un proceso basado en situaciones (planificadas, existentes, emergencias).

- La optimización constituye el elemento clave del sistema de protección, independientemente de la situación que se trate.

- En las decisiones en materia de optimización los stakeholders deben jugar un papel fundamental.

- En la aplicación práctica de las restricciones de dosis la experiencia operativa debe jugar un papel relevante.

- Lars-Erik Holm indicó que como aspectos más relevantes merecen destacarse:

- Que se ha evidenciado mayor convergencia (que en anteriores encuentros) entre ICRP y las organizaciones internacionales y autoridades nacionales.

- Que más que discutirse los planteamientos científicos de las nuevas recomendaciones de ICRP lo que se discuten son aspectos de su aplicación práctica.

- Que ICRP analizará la posibilidad de reconsiderar el término dose constraint (al menos para situaciones planificadas).

- Que ICRP tratará de explicar que hay que enfocar más en la optimización como proceso global que en las restricciones de dosis.

- Que ICRP tiene claro que es el límite de dosis (y no la restricción) el nivel fundamental de protección.

- Que ICRP hará una reestructuración del documento, explicando en un capítulo el sistema global de protección y en tres capítulos diferentes la aplicación del mismo a los distintos tipos de situaciones.

Ignacio Amor Calvo

Resolución de Benevento

El 19 de septiembre la Comisión Internacional para la Seguridad Electromagnética o ICEMS hizo público los resultados de una conferencia internacional mantenida en la ciudad de Benevento (Italia). La declaración de posición emitida, llamada Resolución de Benevento, (<http://www.icems.eu/docs/BeneventoResolution.pdf>) está firmada por el comité ICEMS y 31 científicos de 13 países.

Dicha resolución está dirigida a la promoción de políticas cautelares ante exposiciones a campos electromagnéticos (CEM) y de investigación para resolver incertidumbres sobre riesgos potenciales para la salud. La Resolución de Benevento de 2006 respalda la Resolución de Catania, adoptada en 2002, que expresaba una posición científica similar. Estas resoluciones invocan al Principio Precautorio 1 para potenciar más medidas de seguridad en el diseño, fabricación, y proceso / aplicación estándar para todas las tecnologías de emisión de CEM, pidiendo evaluaciones sobre la salud ante exposiciones de CEM típicas para el público general y para los trabajadores.

La Comisión Internacional para la Seguridad Electromagnética es una organización no lucrativa que promueve la investigación para proteger la salud pública ante potenciales efectos adversos de los CEM y desarrolla la base científica y las estrategias para evaluación, prevención, dirección y comunicación del riesgo, basado en el Principio de Precaución. Uno de los objetivos a

largo plazo de ICEMS es presentarse como una alternativa a ICNIRP, la Comisión Internacional de Protección ante Radiaciones No Ionizantes. ICEMS también ha publicado un comunicado de prensa en la página Web: http://www.icems.eu/docs/Benevento_press_release.pdf.

Comité de Redacción

Acción 281 del COST: Conclusiones finales en Bruselas

17 de noviembre de 2006

El COST (Cooperación Europea en el Campo de la Ciencia y la Tecnología) tiene su inicio en 1971 y en la actualidad es uno de los más amplios marcos de cooperación europea en tareas investigadoras. En él participan 34 países incluyendo los 25 países miembros de la UE. Puede obtenerse más información sobre el COST en la página Web: <http://www.cost.esf.org/>

La Acción COST-281 con el título de "Implicaciones Potenciales sobre la Salud de los Sistemas Móviles de Comunicación" comenzó en 2001 dentro del COST -Telecomunicación e Información Científica y Tecnológica (TIST). Todos los miembros del COST 281 han hecho contribuciones valiosas al aún continuo debate sobre campos electromagnéticos. La Acción 281 del COST actuó además como autoridad neutral e imparcial en el área de campos electromagnéticos (CEM) y ha servido como plataforma para intercambiar resultados y experiencia científicos.

En su reunión final la Acción COST-281 presentará sus conclusiones definitivas ante los representantes nacionales de sus 26 Estados miembros, representantes de la UE y stakeholders en el área de CEM. Los expertos darán una descripción sobre las materias tratadas en el COST 281 así como una perspectiva para el futuro. La reunión final tendrá lugar en Bruselas el 17 de noviembre de 2006, ver agenda preliminar en la página web <http://www.cost281.org/index.php>.

Comité de Redacción

Reunión anual del Comité 5 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)

La reunión anual del Comité 5 de la ICRP se celebró del 15 al 18 de agosto en Cor-

vallis, Oregon (EE.UU.). A ella asistieron C.M. Larsson (Suecia); K. Higley (EE.UU.); F. Brechignac (Francia); A. Real (España); G. Proehl (Alemania) y P. Strand (Noruega). También estuvo presente en la reunión, en calidad de observador G. Brownless (representante de la NEA/OECD).

No pudieron asistir a la reunión J. Pentreath (Presidente del Comité) ni A. Johnston (Australia), ya que los acontecimientos de Londres en esas fechas llevaron a que un gran número de vuelos a EE.UU. fueran suspendidos.

Tras la bienvenida por parte de C.M. Larsson, se guardó un minuto de silencio en memoria del Dr. Masahiro Doi, miembro del Comité 5 que falleció el pasado mes de julio a los 46 años de edad. Masahiro que era el jefe del grupo Regulatory Sciences Research del Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas de Japón, se había convertido en poco tiempo en un miembro clave del Comité 5 de ICRP, no sólo por sus enormes conocimientos científicos en el tema de la protección del medio ambiente frente a radiaciones ionizantes, sino también por su entrañable personalidad.

Gran parte de la reunión se dedicó a revisar el trabajo que los miembros del Comité habían realizado durante el último año por trabajo dirigido fundamentalmente a recopilar la información base para el documento ICRP que está preparando este Comité en relación con la protección del medio ambiente frente a radiaciones ionizantes: Animales y plantas de referencia (RAPs). En este sentido se realizaron presentaciones relacionadas con la dosimetría (G. Proehl), efectos biológicos (A. Real), factores de transferencia (P. Strand), biología de los RAPs (C.M. Larsson). Así mismo, se discutió sobre la estructura, contenido y tamaño del documento. Está previsto que se disponga de un primer borrador del documento para finales de 2006, por lo que podría estar publicado en el año 2007.

Otros aspectos tratados en la reunión fueron:

- **Novedades en otras organizaciones o proyectos relacionados con la protección del medio ambiente.** Se discutieron las iniciativas de varias organizaciones como OIEA o UNSCEAR en el tema de la protección radiológica del medio ambiente. Destacar que UNSCEAR está elaborando un nuevo documento sobre el tema. También se comentó el informe de la IUR sobre "Radiological Protection of the Environment – IUR Web Based Questionnaire Results – Research Facilities and Scientific Priorities", solicitándose a los miembros del Comité que animaran a

- los colegas de sus respectivos países a enviar comentarios a dicho documento. Por último se informó de la reciente aprobación por parte de la UE de dos nuevos proyectos relacionados con la protección del medio ambiente: PROTECT y FUTURA.

- **Factores de ponderación de la radiación para especies no humanas.** Los miembros del C5 discutieron la necesidad de crear un grupo de trabajo que se centre en el tema de los factores de ponderación de la radiación. El objetivo del grupo de trabajo será recopilar, revisar y resumir los estudios que permitan determinar los factores de ponderación para radiación alfa y beta que puedan aplicarse en la evaluación de dosis de los RAPs. Se determinará la incertidumbre asociada con los factores de ponderación de la radiación, teniendo en cuenta diferentes efectos biológicos relevantes para la dosimetría de la biota (mortalidad, morbilidad, fertilidad, mutación).

- **Grupo de trabajo sobre "Análisis de aproximaciones paralelas".** El objetivo de este grupo es considerar qué aspectos de la aproximación ICRP para la protección del medio ambiente son comunes y cuales son diferentes respecto a otras aproximaciones empleadas no sólo para radiaciones ionizantes por parte de diferentes países o proyectos europeos de investigación (por ejemplo ERF-CA), sino también para otros agentes, como son los productos químicos.

Una vez finalizada la reunión del Comité 5, el día 18 de agosto tuvo lugar una Jornada abierta con grupos interesados de EE.UU. Entre los asistentes se encontraban representantes del Gobierno y de la Universidad de Oregón, de los Departamentos de Energía (DOE-RL), de Ecología y de Salud, así como del Nacional Radiation Council (NRC) de EE.UU.

La jornada abierta fue inaugurada por C.M. Larsson, Vicepresidente del Comité, que hizo una breve presentación sobre la historia de la ICRP, centrándose posteriormente en la presentación de los objetivos del Comité 5. A continuación los asistentes tuvieron la oportunidad de plantear a los miembros del Comité 5 diversas cuestiones de su interés, entre las que destacaron:

- **Estimación de riesgos en especies no humanas.** A la pregunta sobre la posibilidad de calcular riesgos para especies no humanas, el Comité explicó que la información analizada hasta el momento para especies no humanas no apoya la necesidad de estimar riesgos a partir de los valores de inducción de cáncer tras exposición a radiación. Efectos sobre la

reproducción o la supervivencia parecen ser parámetros más apropiados.

- **Límites de dosis.** Se planteó la cuestión de si ICRP acabaría recomendando un "límite de dosis" para individuos de especies no humanas. El Comité fue contundente al afirmar que no se van a recomendar límites de dosis, ya que éste no es el cometido del C5. El Comité analizará todos los datos relevantes existentes con objeto de tratar de establecer rangos de tasas de dosis para los cuales no exista preocupación por la aparición de efectos radiobiológicos significativos.

- **Sobre los animales y plantas de referencia (RAPs)** los participantes mostraron curiosidad por conocer cómo se podrán extrapolar los resultados obtenidos en los RAPs a otras especies. El C5 hizo notar que está trabajando en el desarrollo de guías para poder extrapolar los datos de los RAPs a otras especies y ecosistemas.

- **La ICRP y la protección del medio ambiente.** Se planteó la cuestión de hasta que punto se ha demostrado que la presunción hecha en el pasado por ICRP de que si el hombre estaba bien protegido también lo estaba el medio ambiente, es errónea. Los miembros del C5 destacaron que no existen evidencias sólidas ni a favor ni en contra de esta presunción. Sin embargo, las reacciones de diversos grupos interesados han mostrado que esta antigua presunción con frecuencia no es aceptada como una evidencia adecuada para la protección del medio ambiente. También se reiteró que el objetivo del C5 no es "inventar" nuevos problemas en el medio ambiente, sino determinar si esta cuestión puede ser contestada de una manera más rigurosa.

- **Elección de parámetros para evaluar el impacto.** Hubo una interesante discusión sobre cómo evaluar el(los) impacto(s) de los radionucleidos en el medio ambiente, la elección de las herramientas adecuadas y la selección de los parámetros a medir. En relación a los parámetros más adecuados, ya se había tratado anteriormente durante la Jornada que los efectos sobre la reproducción y la supervivencia representan los datos más amplios y probablemente son los más adecuados con los que trabajar.

Finalmente, los asistentes mostraron interés por saber si el documento que está elaborando el C5 de ICRP sobre animales y plantas de referencia (RAPs) podrá ser utilizado como un documento guía. Los miembros del Comité resaltaron que uno de los objetivos es proporcionar niveles de consideración

para los RAPs, es decir concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente para los que se considere poco probable que tengan un impacto, por lo que es de esperar que el documento que se está preparando sirva de guía.

El Comité 5 celebrará su próxima reunión anual en octubre de 2007 en Berlín.

Almudena Real
Miembro del Comité 5 de ICRP

Noticias del Congreso IRPA-12

Recientemente, la página web del Congreso IRPA12 (www.irpa12.org.ar) que se celebrará en Buenos Aires, del 19 al 24 de octubre de 2008, ha sido actualizada con diversas informaciones de interés, acerca de la sede del Congreso, una actualización de las fechas importantes del Congreso, y la posibilidad de realizar desde ahora la inscripción anticipada a precio especial.

Las fechas de interés son las siguientes:

| |
|--|
| Inscripción anticipada (a precio reducido de 450 \$ USA) hasta 1 abril 2007 |
| Envío de resúmenes hasta 31 octubre 2007 |
| Notificación de aceptación 31 marzo 2008 |
| Contratación de stands exposición Técnica hasta 1 julio 2008 |
| Envío de trabajos completos hasta 31 julio 2008 |
| Inscripción intermedia (a precio de 500 \$ USA) hasta 31 agosto 2008 |
| Inicio del Congreso 19 octubre 2008 |
| Inscripción <i>In-Situ</i> (a precio de 650 \$ USA) hasta 24 octubre 2008 |

Ha de destacarse muy especialmente el reconocimiento y el apoyo que ha recibido el Congreso por parte de la última Conferencia General del OIEA, el pasado 22 de septiembre de 2006. Los 142 estados participantes en la Conferencia animaron a la Secretaría General del OIEA a apoyar la difusión de la información sobre el Congreso y a apoyar la participación de los países en vías de desarrollo en el mismo. Ello supone un hito histórico para la IRPA, ya que es la primera vez que se produce una declaración similar,

a la vez que un reto para la organización del Congreso. Sin duda el apoyo oficial del OIEA y de sus Estados Miembros ha de contribuir a conseguir que el lema del Congreso "**Reforzando la Protección Radiológica en todo el Mundo**" sea realidad.

En la próxima primavera está prevista la publicación del Segundo Anuncio y petición de resúmenes, con muchos más detalles acerca del Programa Científico y Social, de lo que mantendremos informados a nuestros lectores.

Eduardo Gallego
Presidente del Comité de Programa

50ª Conferencia General del OIEA ÁTOMOS PARA LA PAZ (1957-2007)

18-22 de septiembre. Austria Center. Viena.

La exposición española en el Organismo Internacional de Energía Atómica

ASISTENCIA Y PAÍSES EXPOSITORES CONFERENCIA OIEA

La 50ª Conferencia General del OIEA ha reunido del 18 al 22 de septiembre en Viena a más de 1.500 congresistas.

Los países que han expuesto a través de un stand la situación de la energía nuclear en sus países han sido: **China, Estados Unidos, Rumanía, Rusia, India, Indonesia, Japón, Korea, Argentina y España.**

El propio OIEA también ha participado en la exposición para informar sobre sus actividades a través de carteles, folletos...

EL STAND ESPAÑOL

España dispone de un stand de 6 m².

Diseña para la ocasión varios carteles que coloca en la exposición con el fin de informar sobre la situación nuclear en España:

- *Nuclear energy in Spain Today; Mission of the CSN; Spanish Nuclear Sector; History of the nuclear energy in Spain and its relations with the IAEA, Mission of the Ciemat.*

Se entrega material divulgativo en formato impreso, videos, cd's a quienes visitan el stand. Los asistentes se muestran interesados y aprecian la calidad de las publicaciones de UNESA, ENRESA, CIEMAT, CSN, ENUSA... y la información que contienen.



- Entre otro material se entrega información sobre las centrales nucleares en España, el transporte de material radiactivo, el ciclo de combustible, las actividades del Consejo de Seguridad Nuclear y del Ciemat...
- En la organización del stand español ha participado el grupo "ad hoc" de comunicación en crisis del Ceiden: CSN, CIEMAT, ENRESA, ENUSA y FORO NUCLEAR.

Comité de Redacción

los equipos existentes al que se le había instalado la nueva metodología ALEDIN desarrollada en el proyecto y que había sido calibrado con el nuevo maniquí adquirido. De acuerdo con las directrices del Organismo Regulador se definieron los límites aceptables de exactitud y precisión de las medidas que han sido obtenidas en esta validación final.

Paloma Marchena / Tecnatom

'A Future for Radioecology in Europe' (FUTURAE)

La financiación europea y nacional para las actividades relacionadas con la radioecología fue notable tras el accidente de Chernobil, pero ha decrecido sustancialmente desde entonces. En la última década el número de radioecólogos ha disminuido paulatinamente, dándose el caso de una reducción significativa en el número de expertos que son necesarios para cubrir las diferentes facetas en radioecología. Informes recientes de la OECD/NEA y del GRS, 2003 han identificado la necesidad de asegurar que esta disciplina que es estratégica y de importancia en la economía europea, se mantendrá en el futuro.

Con el fin de resolver esta necesidad, la Acción Coordinada FUTURAE del Sexto Programa Marco ha comenzado su andadura el pasado 1 de octubre. El presupuesto total del proyecto (dos años de duración) asciende a 760.884. De los cuales, la Comisión Europea financiará 434.358.

El objetivo principal es evaluar la viabilidad de creación de una "Network" para mantener y aumentar la competencia en radioecología en el campo de la evaluación y gestión del impacto de los radionucleidos en el ser humano y en el medio ambiente, a escala europea.

FUTURAE está siendo coordinada por el *Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety (IRSN)*. Los participantes son 9 y pertenecen a 8 países europeos: *Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety (IRSN)* de Francia; *Swedish Radiation Protection Authority (SSI)* de Suecia; *Natural Environment research Council, Centre for Ecology and Hydrology (NERC)* del Reino Unido; *Studiecentrum voor Kernenergie/Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire (SCK/CEN)* y *University of Antwerp (UA)* de Bélgica; Centro de



Proyecto investigación PCI PR - 13

PLAN COORDINADO DE INVESTIGACIÓN CSN-UNESA EN MATERIA DE SEGURIDAD NUCLEAR Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El pasado mes de septiembre finalizó el proyecto "Mejora del sistema nacional de dosimetría interna con contadores de INa. Desarrollo de metodologías de calibración y determinación de actividad en los contadores de radiactividad corporal".

Este proyecto tenía dos objetivos fundamentales. El primero era el desarrollo y aplicación de una nueva metodología de calibración de los contadores de radiactividad corporal que utilicen detectores de INa, adaptado a la utilización de un maniquí de calibración humanoide antropomórfico tipo BOMAB con una distribución homogénea de fuentes radiactivas que permita una calibración en energías y en actividad para diferentes geometrías de contaje cubriendo un amplio espectro energético desde las bajas energías ≈ 100 keV hasta las altas energías $\approx 1500 - 2000$ keV.

El segundo consistía en el desarrollo de un procedimiento para la determinación de la actividad isotópica coherente con los

- procedimientos de calibración adoptados. Este procedimiento se implantaría en una nueva metodología de adquisición y análisis de datos, en entorno Windows, que se instalaría en los contadores actuales con detectores de INa, enlazándolo con la aplicación INDAC de cálculo de dosis por exposición interna a partir de la actividad incorporada, ya desarrollada en el marco del PCI.

En un trabajo conjunto de las empresas contratadas para el desarrollo del proyecto como han sido IBERINCO, HELGESON Y TECNATOM se ha desarrollado una nueva herramienta de trabajo integrada y práctica llamada ALEDIN que ha conseguido una armonización de la metodología de adquisición, análisis de datos y calibración de los contadores y en un entorno Windows amigable. El conocimiento de esta metodología, al ser un desarrollo propio del proyecto, facilita a los usuarios de la misma y al Organismo Regulador una mejor comprensión de todo el proceso de determinación de la actividad interna permitiendo identificar y corregir errores lo cual redundará en una mejora global del proceso de la dosimetría interna,

Como finalización del proyecto se ha realizado una validación final de la metodología desarrollada de calibración y análisis de espectros contrastando sus resultados con el maniquí BOMAB del Ciemat. Esta validación ha consistido en el contaje y reproducción de la actividad del maniquí del Ciemat utilizando uno de

Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) de España; *Säteilyturvakeskus/Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)* de Finlandia; *Jozef Stefan Institute (JSI)* de Eslovenia y *Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA)* de Noruega.

El impacto principal del proyecto FUTURAE será proponer mecanismos tales como el establecimiento de una red de excelencia europea "Network of Excellence" u otros posibles, que asegurarán que Europa, en la próxima década, conservará un nivel adecuado en las capacidades en radioecología, considerando necesidades presentes y futuras. La colaboración a escala europea contribuirá, además, a la armonización de las regulaciones y gestiones nacionales y por tanto a la mejora en la aceptación por la industria y la sociedad de temas relacionados con la protección contra las radiaciones ionizantes. Otro resultado de éste proyecto será proporcionar recomendaciones sobre la forma mejor de asegurar que Europa conservará e incluso reforzará su posición de liderazgo mundial en el campo de la radioecología.

El proyecto producirá 4 documentos principales: D1 - Evaluación de la situación actual de la investigación en radioecología en Europa D2 - Expectativas sociales sobre la capacidad de las evaluaciones de impacto radiológico - un estudio sobre las opiniones de los usuarios finales sobre iniciativas europeas e internacionales seleccionadas. D3 - Racionalización de capacidades en radioecología con requisitos de los usuarios. D4 - Establecimiento de una red: una manera de mantener y realzar la capacidad radioecológica en Europa.

El anexo técnico, que detalla el proyecto FUTURAE, así como todos los documentos que se producirán, estará disponible en el website de FUTURAE: www.futurae.org.

Almudena Agüero (CIEMAT)

Sistemas de Dosimetría Neutrónica de aplicación en Instalaciones Nucleares

El estudio de la dosimetría neutrónica en centrales nucleares es un proyecto coordinado llevado a cabo por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y la Uni-

versidad Autónoma de Barcelona (UAB), financiado en el marco de la Convocatoria 2004 de Subvención de Proyectos de Investigación por parte del CSN y la colaboración de UNESA. El proyecto se inició en septiembre de 2004 y finalizó en julio de 2006. Los objetivos principales se han centrado en comprobar las prácticas actuales de determinación de dosis neutrónicas en campos mixtos neutrones-gamma en diversos países europeos y en las centrales nucleares españolas y realizar medidas experimentales *in situ* mediante diversos sistemas de medida con la finalidad de proponer algunas recomendaciones de mejora de la fiabilidad de las determinaciones operativas de dichas dosis.

En general, las centrales nucleares españolas evalúan la contribución de la radiación neutrónica en la dosis individual de los trabajadores utilizando un monitor de área. Este procedimiento consiste en una caracterización de los lugares de trabajo y posterior asignación de dosis equivalente individual a partir de la vigilancia de área. En diversos países europeos consultados, se emplean monitores de área con detector de gas, dotado de moderador, similares a los utilizados en España para la vigilancia radiológica ambiental de la dosis neutrónica. Sin embargo, la estimación de la dosis neutrónica personal se efectúa mediante la asignación de un dosímetro personal sensible a este tipo de radiación, en general, dosímetros individuales termoluminiscentes de tipo albedo.

Las magnitudes operacionales para radiación externa neutrónica son la dosis equivalente ambiental, $H^*(10)$, y la dosis equivalente personal, $H_p(10)$. Ninguna de estas magnitudes puede medirse directamente y su estimación se lleva a cabo a partir de la determinación de una magnitud física básica, habitualmente la fluencia de neutrones, multiplicada por los correspondientes coeficientes de conversión. En este sentido, en el proyecto se utilizó como sistema de referencia para la caracterización de los campos neutrónicos de interés en el interior del recinto de contención de una central nuclear, un sistema de espectrometría multiesfera (esferas Bonner), puesto a punto por el grupo de física de las radiaciones de la UAB.

Se llevaron a cabo tres campañas de medida en C.N. ASCÓ I, C.N. ASCÓ II y C.N. COFRENTES. Las dos primeras cen-

trales del tipo PWR y la tercera BWR. En cada instalación se seleccionaron diversos puestos de trabajo y se determinó $H^*(10)$ y $H_p(10)$ a partir de la distribución espectral en fluencia neutrónica medida. Dichos valores de referencia se compararon con las estimaciones dosimétricas obtenidas con diversos monitores de área y dosímetros personales. Los monitores de área ensayados corresponden a los más habituales en las instalaciones nucleares españolas, Canberra Dineutron y Alnor-Studsvik 2202, junto con dos equipos de comercialización más reciente Berthold LB 6411 y ThermoEberline FHT762G. Los dosímetros personales seleccionados corresponden a los dos tipos de dosímetros pasivos de termoluminiscencia disponibles en las centrales nucleares españolas y a dos dosímetros electrónicos de lectura directa de reciente desarrollo: Saphymo modelo Saphydose-n y MGP modelo DMC 2000 GN.

El estudio realizado ha puesto de manifiesto que desde un punto de vista de la protección radiológica de los trabajadores, la contribución de la radiación neutrónica a la dosis equivalente personal puede estimarse de manera satisfactoria a partir de medidas de dosimetría de área o mediante el uso de dosímetros personales de tipo pasivo. A pesar de las limitaciones técnicas de los distintos sistemas de medida, se obtienen incertidumbres aceptables si se utiliza una calibración adecuada al correspondiente campo de radiación. Sin embargo, por su envergadura y peso, los monitores de área pueden resultar menos operativos para la determinación de las dosis personales en tareas de mantenimiento en la contención. Los nuevos desarrollos para dosimetría personal de lectura directa todavía no mejoran los resultados de la dosimetría pasiva en la medida de dosis neutrónica, pero pueden ser una herramienta de interés para la implantación de criterios ALARA.

Xavier Ortega, Francisco Fernández y Mercè Ginjaume

Investigadores responsables del Proyecto

Programa EMRAS

Entre los años 2003 y 2007 se viene desarrollando el Programa EMRAS (*Environmental Modelling for Radiation Safety*) aspi-

ciado por el OIEA (Organismo Internacional de la Energía Atómica). Este programa da continuidad a otros programas internacionales desarrollados previamente por este organismo, en el campo de la modelización aplicada a la seguridad y protección radiológica, con el objetivo de refinar la información y mejorar los modelos y su aplicación a la protección radiológica del público y el medio ambiente. Estos programas anteriores fueron BIOMOVIS (BIOspheric Model Validation Study) y BIOMOVIS II, iniciado por la autoridad sueca en 1985 y los programas patrocinados por el OIEA como VAMP (Validation of Model Predictions, 1988-1996) y BIOMASS (BIOsphere Modelling and Assessment, 1996-2001).

El objetivo general del programa del EMRAS es incrementar las capacidades de los países miembros en la modelización de la transferencia de radionucleidos en el medio ambiente y evaluar los niveles de exposición de los miembros del público y la biota, con el objetivo de asegurar un adecuado nivel de protección sobre los efectos de las radiaciones ionizantes. Para dar cumplimiento a sus objetivos, el programa consta de 7 grupos de trabajo enmarcados en tres temas generales:

Tema 1: Evaluación de las liberaciones radioactivas

- Revisión del documento IAEA Technical Report Series No. 364 "Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environments".
- Modelización de la transferencia de tritio y Carbono-14 al hombre y a la biota.
- Liberaciones de Yodo-131 en Chernobyl: Validación de modelos y evaluación de la efectividad de las contramedidas aplicadas.
- Validación de modelos para el transporte de radionucleidos en sistemas acuáticos.

Tema 2: Medidas de remedio en emplazamientos con residuos radioactivos.

- Modelización de la liberación de residuos NORM y recuperación de sitios contaminados por industrias extractivas (Minería del Uranio y del Thorio, industria de gas y petróleo, industria de fosfatos, etc.).
- Evaluación de medidas de remedio en áreas urbanas contaminadas por la dispersión de radionucleidos.

Tema 3: Protección del Medio Ambiente.

- Validación de modelos para la evaluación de la dosis a la biota.
- La estructura de trabajo del programa se basa en dos tipos de reuniones organiza-

das anualmente como parte del programa EMRAS. Una reunión general que se desarrollara en Viena a finales de año en la sede del OIEA y otra reunión organizada por cada grupo de trabajo de manera independiente, durante el primer semestre del año.

Para consultar cualquier información relativa al programa EMRAS del OIEA se puede visitar el sitio web: <http://www-ns.iaea.org/projects/emras/>

Danyl Pérez-Sánchez
CIEMAT

Proyecto Europeo "Efectos Biológicos de la Radiofrecuencia"

Se ha concedido el Proyecto Europeo "Efectos Biológicos de la Radiofrecuencia", a tres grupos españoles. Este proyecto se desarrolla bajo el ERG (European Research Grouping) N°1 del Memorando de Entendimiento EUROPA (European Understandings for Research Organisation, Programmes and Activities), dentro del programa EUCLID de "Tecnología de Radar y de Sistemas de Radiofrecuencia. El programa EUCLID está promovido por la Unión Europea Occi-

dental para "fortalecer la cooperación industrial, tecnológica y científica en el sector europeo de defensa". En este Proyecto Europeo intervienen 8 países. La coordinación de los grupos españoles es responsabilidad de la Subdirección General de Tecnología y Centros del Ministerio de Defensa, siendo el Director Técnico el Dr. Javier Abad, Jefe de Servicio de Protección Radiológica y Dosimetría (Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa). Los tres grupos españoles que forman parte de este Proyecto son: El Departamento de Ciencias Morfológicas del Instituto de Bioelectromagnetismo (Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza), investigadora responsable la Dra. María Jesús Azanza, el Departamento de Electromagnetismo y teoría de Circuitos, (ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid), investigador responsable el Prof. Juan-Enrique Page y el Departamento de Investigación-Bioelectromagnetismo (Hospital Ramón y Cajal de Madrid), investigador responsable y coordinador científico de los grupos españoles, el Dr. Alejandro Ubeda.

Ángeles Trillo
Hospital Ramón y Cajal

PUBLICACIONES

Publicaciones OIEA

Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities *Safety Reports Series N° 47*

Este informe proporciona una guía práctica respecto al diseño y blindaje de una instalación de radioterapia. Se describen los métodos para determinar los blindajes estructurales necesarios para unidades de haces externos (cobaltoterapia, aceleradores lineales, unidades de terapia superficial y ortovoltaje y simuladores), así como para unidades de braquiterapia. Se exponen los datos usados en la determinación de



blindajes para todos los tipos de instalaciones y se dan ejemplos de cálculo para cada uno de ellos. Además se discuten características especiales de diseño que podrían ser incorporadas en las instalaciones, incluyendo aquellas relacionadas con la seguridad de las fuentes radiactivas. Está previsto que este informe se use principalmente por radiofísicos en la planificación y diseño de nuevas instalaciones y en la remodelación de las ya existentes. Parte de este informe será también de interés para arquitectos, ingenieros civiles, gestores de hospitales y otros a quienes competa el diseño de las instalaciones de radioterapia. Igualmente esta guía será útil para el personal responsable de la regulación para el licenciamiento e inspección de estas instalaciones.

ISBN 92-0-100505-9, English. Publicado el 18 de octubre de 2006. Tamaño del documento 1285 KB

Documento descargable en:
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1223_web.pdf

Manual de derecho nuclear

Esta publicación es un nuevo recurso para evaluar la adecuación del marco legal nacional que controla el uso pacífico de la energía nuclear. Aportando orientaciones prácticas para los gobiernos para la mejora de sus leyes y regulaciones armonizando estas con los estándares internacionales. Este manual contiene información concisa y autorizada para profesores (legisladores, científicos, salud, trabajadores de protección radiológica y de las administraciones de los gobiernos), sobre los elementos de base y el marco para gestionar y regular la energía nuclear.



ISBN 92-0-304306-3, Spanish. Publicado el 21 de agosto de 2006. Tamaño del documento 943 KB

Documento descargable en:
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1160s_web.pdf

Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays

Safety Reports Series No. 39



Las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de la Radiación (The International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, BSS), patrocinadas en común, entre otros, por la AIEA, la OIT, el WHO y el PAHO, establecen requisitos de las personas responsables del diseño, el funcionamiento y el desmantelamiento que rodean las prácticas con radiación ionizante. Estos requisitos tienen

una naturaleza básica y general. El presente informe esta pensado para servir de ayuda a los reguladores y a los usuarios de las fuentes de la radiación en procedimientos de la radiología de diagnóstico e intervencionista que usan rayos X para la aplicación del BSS en estas prácticas. Los reguladores lo encontrarán útil para ser aplicado en la autorización y la inspección de la práctica. Los usuarios de la radiación en radiología pueden seguir las directrices proporcionadas para cumplir con los requisitos de la BSS o los requisitos nacionales equivalentes. Se espera que los expertos reclutados por la OIEA para asesorar en la implementación de los BSS en las prácticas de radiología de diagnóstico e intervencionista con rayos X utilicen este informe regulador y guía más que sus propias regulaciones y guías nacionales.

una naturaleza básica y general. El presente informe esta pensado para servir de ayuda a los reguladores y a los usuarios de las fuentes de la radiación en procedimientos de la radiología de diagnóstico e intervencionista que usan rayos X para la aplicación del BSS en estas prácticas. Los reguladores lo encontrarán útil para ser aplicado en la autorización y la inspección de la práctica. Los usuarios de la radiación en radiología pueden seguir las directrices proporcionadas para cumplir con los requisitos de la BSS o los requisitos nacionales equivalentes. Se espera que los expertos reclutados por la OIEA para asesorar en la implementación de los BSS en las prácticas de radiología de diagnóstico e intervencionista con rayos X utilicen este informe regulador y guía más que sus propias regulaciones y guías nacionales.

ISBN 92-0-111004-9, English. Publicado en octubre de 2006. Tamaño del documento 859 KB

Documento descargable en:
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1206_web.pdf

Control de Calidad en Mamografía
IAEA TECDOC Series No. 1517

En la región de Hispanoamérica, el cáncer de mama representa la segunda causa de muerte por cáncer en la población femenina en riesgo, llegando a ser en algunos países hasta la primera causa. Muchos países de la región carecen de un censo nacional de los equipos de rayos X empleados en la práctica mamográfica, capacitación de médicos radiólogos, físicos médicos, técnicos o tecnólogos e ingenieros de mantenimiento en lo que a un programa de aseguramiento de la calidad mamográfica compete, a pesar de que la región cuenta con programas de formación en física médica. También se observa la ausencia de programas de aseguramiento de la calidad en los servicios de mamografía, de campañas de detección precoz del cáncer de mama. Con este documento se intenta contribuir a reducir algunas de las carencias expuestas y contribuir a que se pueda planificar, organizar y llevar



a cabo un programa de control de calidad en los servicios mamográficos.

ISBN 92-0-310306-6, Spanish. Publicado en octubre de 2006. Tamaño del documento 1939 KB

Documento descargable en:
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1517s_web.pdf

Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency - Training Materials. Emergency Preparedness and Response



Este material está diseñado para cursos de entrenamiento sobre ejercicios de preparación de respuesta a la emergencia nuclear y radiológica. Contiene

información sobre: 1) concepto de los ejercicios de emergencia, terminología, proceso de preparación, actuación y evaluación; 2) conocimientos prácticos y capacidad para preparar, llevar a cabo y evaluar un ejercicio prueba nacional de la preparación de una emergencia nuclear o radiológica; 3) ejemplos de escenarios para los ejercicios y nociones de cómo mejorar y adecuar los ejercicios estándar, y cómo organizar y llevar a cabo ésta adecuación a nivel nacional.

EPR-EXERCISE-T-2006/CD, 2006, English, CD-ROM. Fecha de publicación 9 de junio de 2006. Tamaño del documento 108 KB

Documento descargable en:
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epexert/Start.pdf>

NEA

Nuclear Power Plant Operating Experiences from the IAEA/NEA Incident Reporting System 2002-2005

El Sistema de Divulgación de Incidentes (Incident Reporting System, IRS) es un elemento esencial del sistema de retroalimentación

de experiencias operativas internacionales para plantas de potencia nucleares. El IRS funciona y es administrado en común por la Agencia de Energía Nuclear (*Nuclear Energy Agency, NEA*), un cuerpo semi-autónomo que pertenece a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (*Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*), y la Organización Internacional de Energía Atómica (*IAEA*), una agencia especializada dentro del Sistema de Naciones Unidas.

ISBN: 92-64-02294-5. Publicado el 17 de mayo de 2006. Tamaño del documento 1182 KB

Documento descargable en:

http://www.nea.fr/html/nsd/reports/2006/nea6150_nea6150-irs.pdf

Otras Publicaciones

Revista *Contrôle*: "Mejorando la protección radiológica del paciente en prácticas médicas"

El último número de la revista *Contrôle* (Nº172), publicado por la Autorité de Sûreté Nucléaire de Francia (ASN) en septiembre de 2006, está dedicado de forma monográfica a la protección radiológica del paciente.

La prioridad que la ASN da a temas relacionados con la protección radiológica del paciente se debe a que en los últimos meses se han producido en Francia diversos accidentes en departamentos de radioterapia lo que ha dado lugar al desarrollo de patologías severas en los pacientes expuestos, provocando la muerte de una persona. A estos accidentes hay que sumar el hecho de que el uso de radiaciones ionizantes para fines médicos es la principal fuente de exposición de las personas.

Además, hay que tener en cuenta que el rápido desarrollo en los últimos años de nuevas tecnologías de imagen médicas, ya sean asociadas o no con técnicas de radioterapia o medicina nuclear, hace necesario prestar especial atención a la protección radiológica del paciente, al poder producirse un aumento en las dosis de radiación ionizante administrada a los pacientes. Por tanto sigue siendo necesario mejorar la protección radiológica del paciente. Los temas tratados en este número monográfico son: (1) Acciones de la ASN en el ámbito de la protección radiológica del paciente. (2)

- Supervisión y evaluación de la protección radiológica del paciente en Bélgica: organización, retos y perspectivas para el futuro. (3) Notificación de eventos severos adversos ligados al cuidado de la salud: una experiencia compartiendo herramientas para ayudar a mejorar la seguridad del paciente. (4) Accidentes severos de radioterapia en el mundo y las principales lecciones para la ASN. (5) Protección radiológica y radiología. (6) Las nuevas tareas de los físico médicos, personas especializadas en física médica en los sistemas de salud. (7) El papel de los radiofarmacéuticos en la protección radiológica del paciente. (8) Alta de pacientes tratados con yodo 131 como terapia de cáncer de tiroides. (9) Información a los pacientes durante los exámenes que impliquen uso de radiaciones ionizantes. (10) Papel actual y futuro de las imágenes en la medicina moderna. (11) Nuevas técnicas de radioterapia. (12) Visión de "Afsaps" en garantía de calidad. (13) Exposición médica a radiaciones ionizantes de la población francesa: del inventario a la implementación de un sistema de información a largo plazo. (14) Niveles de referencia en diagnóstico. (15) Estrategia suiza para establecer niveles de referencia en diagnóstico y radiología intervencionista.
- Un resumen más amplio del monográfico está disponible, en inglés y francés, en la página web de la ASN (<http://www.asn.gov.fr/>)

ICRP

ICRP Publication 100: Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection

By International Commission on Radiological Protection

- La Publicación 100 de ICRP proporciona un modelo del Tracto Digestivo Humano (HATM) para complementar el Modelo del Tracto Respiratorio Humano (HRTM) dado en la Publicación 66 (1994). Ambos modelos reemplazan a los dados en la Publicación 30 (1979), que se desarrollaron específicamente para el cálculo de dosis procedentes de las exposiciones profesionales a radionucleidos. Un aspecto importante de ambos es el tratamiento de la ingesta por niños así como en hombres y mujeres adultos y por tanto su aplicabilidad al medio ambiente y a las exposiciones ocupacionales. Otro importante desarrollo de ambos modelos es el cálculo específico de dosis a los órganos y tejidos diana

- que contienen células consideradas susceptibles a la inducción de cáncer.

ISBN-13: 9780080450636

ICRP Publication 99 Low - Dose Extrapolation of Radiation Related Cancer Risk

By International Commission on Radiological Protection

- Este informe considera la evidencia relacionada con el riesgo de cáncer asociado con la exposición a bajas dosis de radiación de bajo LET, y particularmente dosis por debajo de los límites actualmente recomendados para la protección de trabajadores y público en general. Estudia la posibilidad de establecer un umbral universal de dosis por debajo del cual no hubiera riesgo de cáncer relacionado con la radiación. El objetivo queda en evidencia al observar la linealidad a bajas dosis de la curva dosis-respuesta para todos los cánceres considerados como un grupo único, y no necesariamente de forma individualizada, - la llamada hipótesis lineal sin umbral (LNT). El informe concluye que mientras la existencia de un umbral de dosis no parece improbable para los cánceres relacionados con la radiación, no se puede estar a favor de la existencia de un umbral universal. La hipótesis LNT, combinada con un factor de valor incierto de efectividad de la tasa de dosis (DDREF) por extrapolación desde altas dosis, constituye una base conservadora para la protección radiológica a bajas dosis y bajas tasas de dosis.

ISBN-13: 9780080449586

ICRU

Sampling of Radionuclides in the Environment

ICRU Report 75

- Este informe proporciona una guía conceptual para el diseño estadístico basado en técnicas de muestreo para el análisis de los radionucleidos en el medio ambiente, por ejemplo, suelo, sedimentos, agua, plantas, organismos acuáticos y animales. Se proporcionan algunas causas y ejemplos de la magnitud de la variabilidad de





muestreo observada. Los conceptos y los principios generales del muestreo estadístico se describen brevemente de manera cualitativa, incluyendo diseños de muestreo estándares con su

error aleatorio y sistemático. Se sigue a esto, la presentación de las ecuaciones y ejemplos prácticos para la estimación de magnitudes estadísticas tales como la media y distintos ratios (proporciones o cocientes de dos cantidades). Se describe brevemente el muestreo en la estimación de patrones espaciales, tendencias temporales, y variaciones espacio-temporales. Así, este informe es útil como recurso literario estadístico. No procura proporcionar las pautas paso a paso para el diseño de protocolos de muestreo específicos, ni proporciona detalles para el análisis de datos. Para estas tareas, las recomendaciones y las recetas se encuentran en la literatura citada.

Sampling of Radionuclides in the Environment (2006), Journal of the ICRU, vol.6 nº.1

Measurement Quality Assurance for Ionizing Radiation Dosimetry (2006) ICRU Report 76

El informe describe los métodos que son necesarios en la gestión de la calidad de las medidas y calibraciones de la radiación ionizante. Estos métodos son aplicables a todos los tipos de radiación que son habitualmente usados en física médica, protección radiológica, aplicaciones industriales y medidas en el medio ambiente. Los tipos de radiación cubiertos incluyen fotones, electrones, neutrones y partículas cargadas. Las magnitudes consideradas incluyen la dosis absorbida, el kerma en aire, la fluencia y la dosis equivalente. El informe va dirigido para el personal y las organizaciones responsables de la calibración y las medidas de la radiación ionizante. También puede ser de interés para las agencias responsables de regular actividades radiológicas. La información y guía proporcionadas deben

- ser útiles al personal que realiza las medidas de la radiación así como a los usuarios de servicios de la calibración. El informe discute los métodos para establecer y man-

- tener un programa de garantía de calidad de medidas.

- Measurement Quality Assurance for Ionizing Radiation Dosimetry (2006), Journal of the ICRU, vol.6 nº.2

CONVOCATORIAS

“más información en www.sepre.es”

FEBRERO

• Training Course “Treatment Initiatives After Radiological Accidents”

Los días 5 y 6 de febrero de 2007. Fontenay-aux-Roses. Francia.

• The Bioelectromagnetics Society Winter Workshop and Board of Directors Meeting

Días 9 y 10 de febrero de 2007. Washington DC, EE.UU.

• Symposium on Radiation Effects of Biomedical Interest

Del 22 al 25 de febrero de 2007. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid

• IEEE ICES TC95 Winter meeting

Del 28 de febrero al 2 de marzo de 2007. Londres, Reino Unido.

MARZO

• International Workshop on Monte Carlo Codes

Los días 26 y 27 de marzo de 2007. Teddington. Reino Unido.

• PIERS2007 Progress in Electromagnetics Research Symposium.

Del 26 al 30 de marzo de 2006. Pekín, China.

ABRIL

• BES 2007, The Bioelectrochemistry Society's XIXth International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics.

Del 1 al 4 de abril de 2007. Toulouse, Francia.

• European BioElectromagnetics Association (EBEA) Congress.

Del 10 al 13 de abril de 2007. Universidad de Burdeos, Francia.

• International Conference on Environmental Radioactivity: From Measurements and Assessments to Regulation

Del 23 al 27 de abril de 2007. Viena, Austria.

• The Second All African IRPA Regional Radiation Protection Congress.

Del 23 al 27 de abril de 2007. Cairo, Egipto.

JUNIO

• The Bioelectromagnetics Society 29th Annual Meeting.

Del 10 al 15 de junio de 2007. Bunka Hall, Kanazawa, Japón.

JULIO

• The 13th International Congress of Radiation Research

Del 7 al 12 de Julio de 2007. San Francisco. California. EE.UU. Fecha límite para el envío de resúmenes el 5 de marzo de 2007.

• The 52nd Annual Meeting of the Health Physics Society

Del 8 al 12 de Julio de 2007. Portland, Oregón. EE.UU. Fecha límite para el envío de resúmenes el 26 de enero de 2007.

SEPTIEMBRE

• The 11th International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management.

Del 2 al 6 de septiembre de 2007. Brujas, Bélgica.

Índice de RADIOPROTECCIÓN 2006

Artículos

| AUTORES | TITULO ARTICULO | EDICION |
|--|--|---------------------|
| TRAPERO, M.A. ; GONZÁLEZ, S.; ALBILLOS, J.C. ; MARTEL, J. y REBOLLO, M. | Ventajas de la imagen digital para el diagnóstico radiológico | Nº 47 Vol XIII 2006 |
| TORRES, R. y HERNANDO, I. | Sistemas digitales de adquisición de imágenes radiográficas. Características y Control de Calidad | Nº 47 Vol XIII 2006 |
| FERNÁNDEZ, J.M. ; VAÑÓ, E.; TEN, J.I.; PRIETO, C. y MARTÍNEZ, D. | Auditoría en tiempo real de dosis a los pacientes y calidad de imagen en radiología digital | Nº 47 Vol XIII 2006 |
| MORÁN, P.; ESPAÑA, M.L. y CHEVALIER, M. | Mamografía digital: Detectores y Control de Calidad | Nº 47 Vol XIII 2006 |
| GRACIA, M.A.; OJEDA, C. y SANTÍN, J. | Imagen dinámica en fluoroscopia con detector digital | Nº 47 Vol XIII 2006 |
| PADRÓN, A.; SÁNCHEZ, A.; MARTÍNEZ, V. y D'ALESSANDRO, A. | Evaluación del funcionamiento de un servicio de radiología en un hospital venezolano | Nº 48 Vol XIII 2006 |
| FERNÁNDEZ, S.; RUIZ, P.; RIVAS, M.A.; CANELLAS, M.; FONT, J.A.; GARCÍA, A. y SÁNCHEZ, J. | Cálculo de blindajes para equipos de radiodiagnóstico: NRCP Report Nº. 147 frente a la Guía de Seguridad 5.11 del CSN | Nº 48 Vol XIII 2006 |
| QUINDÓS, L.S.; FUENTE, I.; SÁINZ, C. y QUERALT, I. | Caracterización de suelos contaminados mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X | Nº 50 Vol XIII 2006 |
| MORA, J.C.; ROBLES, B. y CANCIO, D | Nuevos retos para la protección radiológica: Dispositivos para la dispersión de la radiactividad | Nº 50 Vol XIII 2006 |
| CEBRIÁN, D. y MORCILLO, M.A. | Estudio de la microdistribución renal del uranio empleando autorradiografía alfa de animal completo. | Nº 50 Vol XIII 2006 |

Notas Técnicas

| AUTOR | TÍTULO | EDICION |
|--------------------------|---|---------------------|
| FERNÁNDEZ REGALADO, L.A. | Comentarios a la regulación de la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos | Nº 48 Vol XIII 2006 |

Entrevistas

| ENTREVISTADO | CARGO | EDICION |
|------------------------------|--|---------------------|
| DAVID CANCIO | Responsable de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente del CIEMAT | Nº 48 Vol XIII 2006 |
| JOSÉ GUTIÉRREZ y RAFAEL RUIZ | Presidentes saliente y entrante de la SEPR | Nº 50 Vol XIII 2006 |