

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



▲ **Entrevista:**

Francisco Martínez Córcoles

*Presidente de la SNE
y Director General
de Iberdrola Generación*

▲ **Formación en Protección
Radiológica**

▲ **Control de calidad
en radiología dental intraoral**

▲ **Riesgo de radiación
y obtención de imágenes
pediátricas por tomografía
computerizada**

▲ **Gestión individualizada
de la orina en el tratamiento
con ¹⁵³Sm-EDTMP**

Nº 41 • Vol. XI • 2004



Junta Directiva

Presidente: *Pedro Carboneras.*
Vicepresidente: *José Gutiérrez.*
Secretario General: *Ramón Almuquera.*
Tesorero: *Eduardo Gallego.*
Vocales: *Francisco Carrera, Belén Fernández, Eugenio Gil, Pablo Gómez, Paloma Marchena.*
Vicepresidente para el Congreso IRPA 11: *Leopoldo Arranz.*

Comisión de Asuntos Institucionales

Leopoldo Arranz, David Cancio, Pío Cármena, Manuel Fernández Bordes, Ignacio Hernando, M^a Teresa Macías, Xavier Ortega, Juan José Pena, Manuel Rodríguez, Eduardo Sollet.
Responsable: *Pedro Carboneras.*

Comisión de Actividades Científicas

Josep Baró, Cristina Correa, Natividad Ferrer, Fernando González, Fernando Legarda, M^a Teresa Macías, Patricio O'Donell, Pilar Olivares, Rafael Ruiz, José Carlos Saez.
Responsable: *José Gutiérrez.*

Comisión de Normativa

M^a Luisa Chapel, M^a Luisa España, Mercè Ginjaume, Isabel Gutiérrez, Araceli Hernández, M^a Jesús Muñoz, M^a Teresa Ortiz, Turiano Picazo, Eduardo Sollet.
Responsable: *Ramón Almuquera.*

Comisión de Comunicación y Publicaciones

Luis Corpas, Beatriz Gómez-Argüello, José Gutiérrez, Olvido Guzmán, Pilar López Franco, M^a Teresa Macías, Carlos Prieto, Almudena Real, Eduardo Sollet.
Responsable: *Paloma Marchena.*

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Mercedes Bezares, Pío Carmena, Jesús de Frutos, Marisa Marco, Patricio O'Donell, María Teresa Ortiz.
Responsable: *Eduardo Gallego.*

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora: *Pilar López Franco*

Coordinadora: *Almudena Real*

Comité de Redacción

Agustín Alonso, Beatriz Gómez-Argüello, Paloma Marchena, Matilde Pelegrí, Carlos Prieto, Carmen Roig, Ángeles Sánchez, y Marina Tellez de Cepeda.

Comité Científico

Presidente: *Agustín Alonso*
D. Cancio, L. Corpas, F. Cortés, A. Delgado, L. Domínguez, E. Gil, L. González, A. Hernández, I. Hernando, R. Herranz, I. Lequerica, M^a T. Macías, L. Martín, X. Ortega, P. Ortiz, T. Ortiz, T. Picazo, R. Puchal, L. Quindos, R. Ruiz, G. Sánchez, V. Serradell, E. Sollet, L. Tobajas, A. Úbeda, E. Vaño

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: senda@gruposenda.net

Imprime: Publiequipo.

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



Foto de portada:
Momento del relevo de la sede de IRPA a la ciudad de Buenos Aires, en donde se celebrará IRPA 12 en 2008. La decisión fue tomada en la Asamblea General de IRPA.

S U M A R I O

• Editorial	3
• Entrevista	4
<i>Francisco Martínez Córcoles</i> <i>Presidente de la Sociedad Nuclear Española</i> <i>y Director General de Iberdrola Generación</i>	
• Noticias	7
- de la SEPR	7
- de España	48
- del Mundo	52
• Colaboraciones	17
- Formación en Protección Radiológica	17
<i>M. Marco, R. Ruiz-Cruces, A. Alonso</i>	
- Control de Calidad en radiología dental intraoral: Anomalías en el funcionamiento de los equipos radiológicos	22
<i>M. Alcaraz, Y. Martínez - Beneyto, S. Jodar, E. Velasco, M.C. García - Vera</i>	
- Actualización de temas relacionados con el riesgo de radiación y la obtención de imágenes pediátricas por tomografía computerizada	31
<i>L.F. Donnelly MD</i>	
- Gestión individualizada de la orina en el tratamiento con ¹⁵³ Sm-EDTMP (QUADRAMET®)	39
<i>A. Delgado, J.P. Díaz, J.L. Carrasco, J.M. Jiménez-Hoyuela, M.D. Martínez del Valle, S.J. Ortega</i>	
• Proyectos de Investigación	44
• Publicaciones	53
• Convocatorias	56

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 comparta necesariamente.

Editorial

Cuando este número de la revista llegue a sus lectores, estará ya nombrada y actuando como tal la nueva Junta Directiva elegida en la Asamblea General del pasado 27 de septiembre. Vaya en primer lugar la felicitación más cordial a todos sus componentes, el deseo de que logren el mayor de los éxitos en su labor y el ofrecimiento, compartido por todos, de apoyo y colaboración.

Este editorial no puede dejar de destacar el inequívoco éxito que la SEPR ha logrado con el Congreso IRPA 11, como ha sido unánimemente reconocido. Este evento marcará un "antes" y un "después" de esta Sociedad, y sus conclusiones y repercusiones, analizadas de forma específica para el caso español en una Jornada Técnica reciente, constituirán una base muy importante de las actividades en protección radiológica en los próximos años. El agradecimiento más sincero de la Junta Directiva a todos aquellos que lo han hecho posible.

Este número de la revista dedica una parte de su contenido a presentar, de forma esquemática, las conclusiones más significativas del Congreso IRPA 11 en algunas áreas temáticas.

Pero la tarea continúa tras tomar el aliento necesario en estos últimos meses, y como prueba, ahí está el conjunto de actividades que la SEPR tiene programadas hasta fin de año, que han sido divulgadas en la Asamblea General reciente y de las que todos pueden tener la información precisa en la página electrónica de la Sociedad.

También en estos últimos meses se ha realizado un inventario actualizado de material y documentación disponibles en la SEPR y se ha establecido un mecanismo controlado para que los socios puedan acceder a su adquisición, cuando ello sea posible, a través de la Secretaría. La información está disponible en la página electrónica.

Además de la información, ya indicada, sobre las conclusiones de IRPA 11, el presente número de Radioprotección contiene otros artículos de indudable interés para los socios:

- En el primero, preparado por profesionales de la docencia universitaria y del área especializada del CIEMAT, se recogen las conclusiones básicas de la 2ª Conferencia internacional sobre formación en protección radiológica, celebrada en Madrid el otoño pasado. Quedó claro el papel central y básico que tiene la formación en esta disciplina, y se constató la necesidad de extender su aplicación fuera del entorno de los profesionales especialistas a varios niveles, y de armonizar y sistematizar en lo posible los contenidos y alcances para los especialistas, con atención específica en el ámbito de la Unión Europea.

- En el segundo, preparado por compañeros del entorno docente sanitario y de una UTPR especializada, se reflejan los resultados de un análisis realizado sobre más de 7.000 informes oficiales, de controles de calidad realizados entre 1996 y 2001 en

instalaciones de radiodiagnóstico dental, que cubren el 25% de todas las existentes y abarcan de forma notable la geografía nacional. Se observa una tendencia clara a la mejora, pero todavía se constata una situación insuficiente en el cumplimiento de la normativa específica aplicable. Habida cuenta de la incidencia social del tema (más de cinco millones de radiografías dentales al año), se concluye que debe trabajarse aún más para el logro del objetivo de calidad deseado.

- En el tercero, un colaborador de la SEPR, radiólogo de un centro hospitalario infantil de Estados Unidos, constata el incremento espectacular de los últimos años en aquel país en la aplicación de técnicas de Tomografía Computerizada (TC) para obtención de imágenes, y a partir de una preocupación directa por sus eventuales efectos no deseados en la población infantil, se mencionan y describen una serie de medidas, que se consideran posibles, para tratar de racionalizar el uso de este tipo de técnicas y en todo caso, para reducir sus eventuales efectos no deseados en dicha población.

- Finalmente en el cuarto artículo, enviado por un grupo de compañeros del Hospital Virgen de la Victoria, se establece y evalúa un protocolo de tratamiento individualizado, para una mejor gestión de las orinas de pacientes a los cuales se les ha suministrado ¹⁵³Sm-EDMP, indicado en el tratamiento del dolor causado por metástasis óseas en casos refractarios a los analgésicos convencionales

La Junta Directiva que acaba de ser parcialmente relevada de sus tareas, desea aprovechar este foro para agradecer a todos el apoyo prestado para el cumplimiento de los objetivos propuestos. En el informe que presentó el presidente saliente en la Asamblea General, se dio un repaso a lo que se entendía que eran los logros de este periodo, y se esbozaron una serie de recomendaciones y actividades de deseable realización en un futuro próximo.

Quizás destacar aquí y ahora dos mensajes que ya fueron tratados en la Asamblea.

- La SEPR es lo que básicamente sus socios deseen y aporten, y lograr su participación creciente y entusiasta en las tareas de la Sociedad seguirá siendo una ilusión y un reto para todos los que ocupen, uno u otro día, sus cargos representativos.

- El momento parece especialmente significativo para trabajar de forma intensa e imaginativa, en el establecimiento y potenciación de cauces fluidos de relación con las Autoridades Sanitarias, con especial atención a la organización de responsabilidades del Estado en la materia. En este esfuerzo, habrá que cooperar, en lo posible, con otras Sociedades afines.

Gracias a todos por el apoyo continuo a esta Sociedad, ánimo para seguir en esa línea y, si es posible, incrementar vuestra participación en sus actividades.





Entrevista con **Francisco Martínez Córcoles**

Presidente de la Sociedad Nuclear Española y Director General de Iberdrola Generación

Este año se celebra el 30º Aniversario de la Sociedad Nuclear Española, cuya proyección internacional –vocacional y patente desde el comienzo- se ha acrecentado con el transcurso de tres décadas de jornadas, congresos, publicaciones y reuniones anuales del máximo interés. Francisco Martínez Córcoles se asoma a estas páginas incidiendo en que nada de esto hubiera sido posible sin el esfuerzo, la ilusión y el trabajo desinteresado de los socios, que han hecho de la SNE un verdadero foro de encuentro e intercambio de experiencias y conocimiento.

Martínez Córcoles, experto en negocios energéticos y, en particular, en explotación de sistemas eléctricos, es Director General de Iberdrola Generación S.A. desde 2001 y miembro de los comités Directivo y Operativo. A su responsabilidad global sobre actividades de producción y compraventa de electricidad suma la presidencia del Comité de Energía Nuclear de UNESA.

Es vocal de la Junta de Administradores de Almaraz-Trillo y Ascó-Vandellós y Consejero de Nuclenor, S.A.

Es presidente de la Sociedad Nuclear Española desde febrero de 2003.

“Las empresas compiten, pero los profesionales compartimos”, asegura Francisco Martínez Córcoles al volver la mirada sobre los principios que han marcado la evolución de la Sociedad Nuclear Española a lo largo de sus treinta años de historia. Esta asociación de profesionales, ligada a eventos claves para el sector nuclear dentro y fuera de nuestras fronteras, “nació cuando se fraguaba la Sociedad Nuclear Europea y de la que somos miembro fundador. Además, en aquellos momentos España necesitaba la unión de los profesionales del sector para afrontar el plan inversor que suponía la segunda generación de centrales nucleares”, añade Martínez Córcoles, recordando al tiempo el impulso vital que los profesionales espa-

ñoles han otorgado desde entonces, en numerosas ocasiones, a la actividad de la Sociedad Nuclear Europea.

La proyección internacional de la SNE, que se puso de manifiesto desde su creación, se ha mantenido a través de la organización conjunta -con sociedades hermanas como la Europea o la Americana- de diversos congresos y encuentros a lo largo de tres intensas décadas de actividad. “No en vano aquellos pioneros encabezados por Carlos Sánchez del Río –primer presidente de la SNE- pusieron las bases de una asociación profesional dinámica y con gran proyección internacional”.

Desde entonces, la vida de la Sociedad ha transcurrido marcada por un ritmo creciente en la coordinación de actividades, el intercambio de



experiencias y la unificación de criterios. "La Sociedad ha facilitado las relaciones entre los profesionales contribuyendo a consolidar una serie de actuaciones que son referencia para todo el sector", concluye el presidente de la SNE.

La Reunión Anual: la cita reina

El presidente de la SNE destaca la relevancia que ha cobrado a lo largo de estas décadas la Reunión Anual, cuya trigésima cita acaba de clausurarse en Alicante, donde se han reunido, un año más, numerosos profesionales del ámbito nuclear y otros sectores afines. El objetivo es claro: proporcionar en cada edición el marco más apropiado para llevar a efecto una completa puesta en común de conocimientos y promover un intercambio de información al máximo nivel entre los profesionales. "Cuidamos de la Reunión durante todo el año, procurando que su organización incluya siempre nuevos elementos y temáticas de interés. Sin ir más lejos, este año hemos abordado áreas tan relevantes como el cambio climático o la energía nuclear en la Europa de los 25, temas que han sido desarrollados en sendas sesiones plenarias", resume Martínez Córcoles.

Entre otras novedades que ha incorporado la Reunión Anual, destaca la introducción de una nueva jornada para que los profesionales de operación y mantenimiento de las centrales intercambien sus experiencias "porque es muy positivo contar con el punto de vista de quienes trabajan directamente en la operación de las instalaciones".

Un prestigio ganado a pulso

No olvida el presidente de la SNE otras citas de referencia para el sector promovidas desde la Sociedad, como la reunión de invierno (que se celebra puntualmente desde 1990 y analiza

“ La colaboración con la SEPR forma parte de la esencia de la Sociedad Nuclear ”

cada año la operación de las centrales con la presencia de los directores de las distintas plantas) o la reunión de primavera, que aborda diversas áreas temáticas.

El trabajo ha dado sus frutos despertando un interés permanente en los socios respecto al calendario que depara el programa de la Sociedad. En ocasiones, éste trasciende de lo nuclear, "como es el caso de los Jueves Nucleares que, una vez más, han deparado magníficas sesiones este año". En opinión de Martínez Córcoles, estos alicientes dan buena cuenta del ánimo con que la Sociedad gesta iniciativas para promover, en definitiva, la relación y el intercambio de opiniones entre profesionales.

"En muchas ocasiones, lo difícil no es cómo hacer las cosas, sino tomar la determinación de hacerlas. Esto se ha conseguido y, por ello, nuestra sociedad transmite agilidad y juventud, pese a sus treinta años de historia". Lo cierto es que la vitalidad que desprende la SNE y su labor por favorecer la comunicación no ha pasado desapercibida en empresas e instituciones. "Las empresas valoran las actividades de la Sociedad y las apoyan, no sólo en el aspecto económico, sino también promoviendo la participación de sus profesionales en nuestro ámbito". En esta línea, destaca el papel de las instituciones, como el CIEMAT, el Consejo de Seguridad Nuclear y los centros universitarios, así como el de las empresas eléctricas, ENUSA, ENRESA, ingenierías y empresas colaboradoras, a

la hora de alentar más, si cabe, la actividad en el seno de la Sociedad.

La revista, foro del sector

Un importante vehículo de información y comunicación al servicio de los profesionales del sector ha sido y es la Revista Nuclear España, "todo un referente para las sociedades profesionales, teniendo en cuenta que llevamos 22 años de publicación ininterrumpida, lo que supone un éxito para una revista técnica". Tal y como afirma el presidente de la SNE, la revista demuestra, una vez más, el entusiasmo de los socios, empeñados en conocer, innovar y actualizar.

Prueba de ello es la iniciativa conjunta que, recientemente, han puesto en marcha las Sociedades Nucleares de España, Francia y Alemania: la edición –en sus respectivas publicaciones de separatas, elaboradas por cada una de sus revistas, en las que se presenta a los socios de estas asociaciones a través de sus revistas, y a todos los miembros de la Sociedad Nuclear Europea en su página electrónica, la actualidad de las sociedades promotoras. "Una muestra más del espíritu internacional de la SNE".

Vínculos con la SEPR

El presidente de la SNE hace hincapié en lo que ha sido y es la filosofía de la Sociedad y su gran baza: promover la participación de los profesionales. "En estos treinta años, centenares de socios han hecho posible las actividades de la Sociedad; hoy, cerca de cien profesionales están integrados en las comisiones de trabajo que articulan la historia viva de esta Sociedad".

En esta misma línea se apuesta por una creciente colaboración con otras sociedades profesionales, como es el caso de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR). "Tratamos

de compartir y de avanzar juntos en distintas materias”.

En lo que respecta a las relaciones entre la SNE y la SEPR es evidente cómo, de un tiempo a esta parte, se ha incrementado la colaboración entre ambas. Sin ir más lejos, la 30ª Reunión Anual que se ha celebrado hace pocos días en Alicante ha contado con tres sesiones técnicas sobre Protección Radiológica. “También debo citar, como ejemplo, las jornadas de protección ambiental celebradas el pasado año y, sobre todo, la magnífica experiencia obtenida con la conferencia IR-PA’11”. Con ella se alcanzó un acuerdo que involucró a la Sociedad Española de Física Médica para editar un número conjunto y monográfico entre las revistas de las tres sociedades.

Según Martínez Córcoles, “la colaboración con la SEPR es un referente permanente y un magnífico ejemplo de colaboración” asegura, haciendo hincapié en el elevado grado de entendimiento y la fluidez de las relaciones entre ambas sociedades (baste señalar la presencia en la Junta Directiva de la SNE de sendos vocales que, a su vez, son miembros de la SEPR).

“También se ha dado cabida en la Reunión Anual al mundo de la medicina nuclear” recuerda el presidente de la SNE, haciendo referencia a una sesión plenaria sobre la técnica PET que acaparó el interés de los asistentes y obtuvo una máxima audiencia y valoración. “Del mismo modo, hemos llevado puntualmente a nuestra revista la actualidad de la Industria y la Medicina Nuclear”, añade.

En opinión de Francisco Martínez Córcoles, la clave de la buena relación con la Sociedad Española de Protección Radiológica radica en la amplitud de miras y en la búsqueda de puntos de entendimiento, “evitando que una parte mediatice a la otra, pues no podemos olvidar que la labor de ambas sociedades está determina-

“
La energía nuclear responde a los retos exigibles a la energía en el futuro: cantidad, calidad y sostenibilidad

”

da por circunstancias y áreas de actuación distintas”. Por todo ello, el presidente de la SNE concluye: “Es esencial que nos comprendamos, porque hay importantes líneas comunes y porque el servicio de protección radiológica es un tema prioritario en nuestras centrales nucleares”.

Energía nuclear, garantía de futuro

Según Francisco Martínez Córcoles, tres son las palabras clave que determinan las grandes necesidades a las que pretende responder una energía de futuro: cantidad, calidad y sostenibilidad. “Habrá que atender una demanda de energía creciente; procurar que no se produzcan incidentes en su distribución y contribuir a disminuir de forma significativa las emisiones de CO₂ a la atmósfera”. Por todo ello, Martínez Córcoles expresa su férrea convicción de que “la energía nuclear está llamada a responder a estas necesidades en virtud de su seguridad, disponibilidad, eficiencia, economía y capacidad de producción segura y libre de emisiones de CO₂”.

En palabras del Director General de Iberdrola Generación, la realidad ha demostrado que el índice de incidentes en la producción de energía nuclear es muy bajo y, por consiguiente, las medidas de seguridad están siendo adecuadas. “Las centrales son muy seguras y ya proporcionan un tercio de

la energía que se produce en España. Si se sustituyeran por producción térmica, tendríamos en nuestro país 60 millones de toneladas más de emisiones de CO₂, aproximadamente un 60 por ciento adicional a lo que emite todo el sector eléctrico español al año”.

En definitiva, Martínez Córcoles está convencido de que las centrales nucleares “contribuyen notablemente a la sostenibilidad de nuestro actual modelo de consumo” y asegura que, hoy en día, las instalaciones están construidas “de manera que permiten una operación con seguridad y a largo plazo, por encima de los 60 años”. Según el presidente de la SNE, Europa está sufriendo cierta ralentización en la construcción de instalaciones. “En España ya hemos pasado por un déficit de generación en el año 2001 y por eso ahora se ha acelerado la construcción de centrales que usan el gas y las energías renovables. En cuanto a las centrales nucleares, se debe abrir un debate que debe llegar a toda la población, para que tome decisiones basadas en la información”.

Retos: Más allá de la producción

Es mucho el trabajo por hacer, según afirma el presidente de la SNE, “pero la misión principal es seguir gestionando magníficamente lo que tenemos, hacerlo a largo plazo y consolidar la producción de energía nuclear como una opción de fuerte inversión”, algo ligado –en palabras del presidente de la SNE– a la resolución de algunas incógnitas de tipo financiero: las asociadas al marco regulatorio. “Éste habrá de ofrecer mayor seguridad a los inversores, pues la realidad es que una central nuclear es rentable, y debe formar parte del mix de producción”.



CARTAS AL DIRECTOR

Querida Directora:

En seguida se dará cuenta de que lo que sigue no es estrictamente una carta a la directora, sino más bien una reflexión de un colectivo grande de socios, entre los que se encuentra el comité de redacción de Radioprotección al completo, que nos gustaría compartir con los lectores de la revista.

El pasado mes de mayo tuvo lugar en Madrid un gran acontecimiento para la protección radiológica mundial y sin lugar a dudas para la PR en España: El 11º Congreso de la IRPA, al que asistimos un elevado número de socios de la SEPR.

Desde que en el año 2000 se aprobó la candidatura de Madrid para organizar dicho Congreso, ha sido mucho el trabajo que la SEPR ha tenido que hacer y muchos los problemas que ha habido que solucionar, pero creo que todos estaremos de acuerdo en que ha merecido la pena. Y ha merecido la pena no sólo por el alto nivel científico alcanzado en el congreso de la mano de Eduardo Gallego, profesional incansable y persona excepcional, sino también por la oportunidad que nos ha brindado para compartir esos días con colegas españoles y extranjeros comprometidos para que la protección radiológica sea cada día un poco mejor y más cercana. El lema del congreso elegido por los organizadores "Ampliando el mundo de la Protección Radiológica", se cumplió al cien por cien.

Han sido muchas, muchísimas, las personas que han hecho posible que el congreso IRPA-11 sea un éxito rotundo, pero sin lugar a dudas este congreso ha estado íntimamente ligado a un nombre propio, Leopoldo Arranz, que ha sabido transmitir su entusiasmo a todos los socios de la SEPR. Muchas gracias.

Un grupo de Socios de la SEPR

Reunión del Foro CSN-SEPR-SEFM Sobre "Protección radiológica en el medio sanitario"

El pasado día 9 de junio de 2004, se celebró en el Hospital Central de Asturias (Oviedo) la reunión del Foro CSN-SEPR-SEFM sobre "Protección radiológica en el medio sanitario". A dicha reunión asistieron por parte del CSN Juan Carlos Lentijo, Manuel Rodríguez, Manuel Malavé, Ignacio Amor, Carmen Álvarez y Rosa Villarroel, por parte de la SEFM Pedro Galán y por parte de la SEPR Pedro Carboneras, Belén Fernández, Francisco Carrera e Ignacio Hernando.

Durante la reunión se revisó el contenido de la nota de la reunión anterior, que se aprobó sin modificaciones.

Se realizó un seguimiento de las actividades en curso:

- Efluentes radiactivos líquidos. Propuesta de procedimiento para gestión en las II RR.

Se había acordado elaborar un procedimiento tipo para gestión de los efluentes líquidos en las instalaciones hospitalarias, a partir del documento elaborado por el grupo de trabajo correspondiente y aprobado por el Foro. Aunque ha habido intercambio de comunicaciones, no se ha llevado aún a cabo tal acción, que permanece pendiente.

Por parte del CSN se insiste en la importancia del tema, dado que podría tener incidencia positiva en sus procesos de revisión de las especificaciones de vertidos de las instalaciones.

Se acuerda que: "Por parte de las Sociedades se tomarán las medidas para que el grupo previsto aborde la elaboración de un borrador del procedimiento tipo para residuos líquidos a presentar en la próxima reunión".

En cuanto al grupo creado para hacer un trabajo similar relativo a residuos sólidos, los trabajos siguen en curso. La idea es conseguir un procedimiento que aplique las premisas de la Guía publicada por ENRESA y la SEPR.

En este contexto se debatió el carácter que tiene cualquiera de los documentos producidos o promovidos desde el foro, que

X Congreso Nacional de la SEPR

El X Congreso Nacional de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) se celebrará en Huelva entre los días 21-23 de septiembre de 2005.

- La sede del Congreso será la Universidad de Huelva, cuyo campus de El Carmen cuenta con una serie de edificios, que serán reconvertidos, arquitectónicamente hablando, para la ocasión.

- En este Congreso se celebra el 25 aniversario de la SEPR, las "Bodas de plata", de la fundación de la Sociedad, lo que ocupará un lugar destacado en los actos del mismo. Además, SEPR 10 es el Congreso Nacional que sigue a la celebración en Madrid del 11º Congreso Internacional IRPA, organizado también por la SEPR.

Más información en la página electrónica de la Sociedad:

www.sepr.es



Vista general de la Facultad de Derecho de la Universidad de Huelva.

son simplemente recomendaciones o guías de buena práctica que pueden ser adoptados o no por las instalaciones, a su criterio. Se apunta la conveniencia de incluir en cada documento una frase aclaratoria de esta condición.

Se acuerda que: *"El grupo continúe trabajando para la producción de un borrador" y que "Se redacte una frase aclaratoria del carácter de los documentos".*

- Metrología. Escritos remitidos por el CSN. Reunión CSN con Ministerios de Sanidad y Consumo y de Ciencia y Tecnología. En lo referente al aspecto concreto de la dosimetría neutrónica, existe ya una propuesta específica de CIEMAT para implantar una instalación para neutrones, que contaría con la participación del laboratorio ya existente en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

Se presentó al CSN el procedimiento de calibración de activímetros preparado por las Sociedades. El CSN va a estudiar qué acciones podrían tomarse para promover su uso.

Sobre el resto de los temas, relativos a esta cuestión, que el CSN promovió en cartas enviadas meses atrás, habrá que esperar un tiempo por los nuevos equipos ministeriales, para volver a activar los planteamientos realizados.

Se acuerda que: *"El CSN reactivará sus contactos con los Ministerios citados y con el Centro Español de Metrología para impulsar la solución a los problemas detectados en metrología".*

Durante la reunión también se trataron las actividades de los Grupos de Trabajo constituidos:

- Protocolo para dosimetría de área. RPSCRI artículo 31. Se presenta el borrador del Protocolo a grandes rasgos, destacándose que aún requiere el estudio de situaciones problemáticas como la de estudios especiales o rayos X en cuidados intensivos y quirófanos, y el registro de datos durante el dosímetro de "puesto de trabajo".

Se felicita el trabajo del grupo para la confección del borrador, cuya gestación ha sido compleja, y que recoge el nivel de consenso posible hasta ahora. Se ofrecen diversos comentarios de alcance sobre el objetivo final del documento y sobre la utilización de su contenido. En este sentido, se comenta el potencial problema que podría surgir con los agentes sociales o con otros entes representa-

tivos en el sector hospitalario. El documento debe asegurar que se define con claridad su objetivo último, sea el de "garantizar" las "dosis cero" a amplios colectivos, o el de "asignar dosis" a ciertos colectivos.

Se plantea hacer una campaña de unos seis meses de duración en dos hospitales, para contrastar los datos que aportaría la dosimetría de área y la personal.

Se acuerda que: *"El Grupo tendrá una reunión próxima y el borrador del documento que resulte, debería pasar a comentarios de los miembros del Foro".*

- Control de contaminación interna de trabajadores expuestos en instalaciones radiactivas con material no encapsulado. Se constató que los trabajos del grupo han sufrido cierto retraso con respecto a las previsiones iniciales y se comentaron las dificultades que presenta la participación activa en estos grupos de trabajo debido, por una parte, a la carga de trabajo que sus componentes tienen en su actividad profesional habitual, que les impide contar con el tiempo adicional necesario para abordar las tareas del grupo, y por otra, a que los coordinadores de los grupos no tienen capacidad para fijar las prioridades de trabajo de sus integrantes.

Las previsiones actuales del grupo de trabajo es que la totalidad de las aportaciones de sus integrantes estén disponibles para el 15 de julio.

Se acuerda que: *"Si se cumple el plazo de entrega de aportaciones, para la próxima reunión del Foro se podría disponer de un nuevo borrador del documento final".*

- Criterios de alta y medidas para protección radiológica del público en el tratamiento de pacientes con radiofármacos. Se informa que el grupo ha mantenido contacto por correo electrónico y tuvo una primera reunión en marzo de 2004. Se decidió incluir radionucleidos usados con fines terapéuticos, tanto en enfermos ingresados como ambulatorios, y algunos casos de usos diagnósticos, tratados individualmente (por ejemplo, el uso del Ga-67 en madres lactantes, o el rastreo óseo con I-131).

Se indica que la introducción del documento está redactada, y el resto a la espera de la próxima reunión.

Se acuerda que: *"El grupo tendrá un borrador para presentar en la próxima reunión del Foro".*

Nuevos grupos de trabajo. Se acuerda que: *"No es conveniente crear nuevos grupos hasta que los que están actualmente en marcha alcancen resultados" y que "Se deben proponer nuevas ideas en la próxima reunión".*

Finalmente también se trataron en la reunión los siguientes temas:

- El CSN pasará los ficheros pdf de los documentos preparados sobre la protección de la embarazada, para sustituir a los que actualmente están incorporados a las páginas electrónicas.

- En las próximas semanas, el CSN dará comentarios a la propuesta de Acuerdo de Colaboración que le remitieron las Sociedades, sobre actividades de formación-información en materia de protección radiológica en el ámbito sanitario. Con ellos se tratará de producir una versión final del mismo.

- Se plantean posibles acciones que este "Foro" pudiera realizar para impulsar la utilización del protocolo de control de calidad en radiodiagnóstico y contribuir a su optimización. El CSN menciona algunas posibles acciones que tienen que ver con la "divulgación" de su existencia a Autoridades Autonómicas (se pone el ejemplo de unos folletos producidos por la CAM), a UTPR's y a otras Sociedades implicadas.

- El CSN informa de sus planes y actuaciones ya en curso para preparar e incorporar a su página electrónica el contenido didáctico de cursos de formación reglamentada de los que corresponden a la materia de su competencia.

- Por la SEFM se comenta el hecho de que el CSN viene requiriendo a los Radiofísicos Hospitalarios que dispongan de licencia de Supervisión de IIRR. El CSN clarifica que por el momento se restringe a los Radiofísicos de servicios de Radioterapia, aunque puede extenderse a otros servicios. Asimismo el CSN clarifica que la petición se restringe a los Radiofísicos que operan los equipos y que podría ser una simple licencia de Operador. El tema deberá seguir siendo analizado y debatido.

- El CSN plantea la conveniencia de clarificar la definición precisa de "paciente" a efectos de protección radiológica, debido a la situación creada a causa de un incidente ocurrido en un hospital español.

Se acuerda: *"Convocar la próxima reunión para una fecha a determinar, en la segunda quincena de noviembre de 2004".*

Reunión de la Comisión de Asuntos Institucionales de la SEPR

El pasado 23 de junio se celebró en la Sede de ENRESA en Madrid la reunión de la Comisión de Asuntos Institucionales de la SEPR. A ella asistieron Pedro Carboneras (responsable), M^a Teresa Macías, Manuel Rodríguez, David Cancio, Pío Carmena y Leopoldo Arranz (asistencia parcial). Excusaron su asistencia: Eduardo Sollet, Juan José Peña; Manuel Fernández Bordes; Ramón Almoguera; Xavier Ortega e Ignacio Her- nando.

En el desarrollo de la reunión se trataron los siguientes temas:

Revisión de acciones acordadas en la reunión anterior celebrada el 16 de septiembre de 2003. Todas las acciones acordadas están realizadas, aunque alguna de ellas ha puesto en marcha actuaciones de la SEPR que aún se encuentran en proceso de desarrollo (de la reunión anterior ya se informó a los socios a través de la revista y la página electrónica).

Desarrollo y resultados del Congreso IRPA11. Implicaciones para la SEPR. Se está ultimando un informe final, para informar a todos los socios en la Asamblea General de la Sociedad de septiembre 2004. No obstante se adelantan algunos datos sobre el desarrollo del Congreso (p.e., más de 1.500 participantes de 82 países y más de 50 "stands" en la exposición técnica), que dan una indicación del éxito del mismo.

Se anunció que el día 27 de septiembre de 2004 se celebrará en el CIEMAT, por la mañana, una Jornada Técnica para presentar y debatir las conclusiones de IRPA 11, en cuanto a sus repercusiones para la protección radiológica en España. Esa misma tarde tendrá lugar la Asamblea General de la SEPR.

Relaciones Institucionales de la SEPR.

Con el Consejo de Seguridad Nuclear. Las relaciones actuales pueden catalogarse como claramente satisfactorias y operativas. Se destaca de forma particular la existencia del "Foro" entre dicho Organismo y las Sociedades (SEFM y SEPR), que mantiene su nivel de actividad y sigue ofreciendo una posibilidad de diálogo y trabajo conjunto para

acometer acciones de interés común en el ámbito sanitario. En este punto se coincide en la necesidad de seguir apoyando a los socios que están participando activamente en los trabajos del "Foro", y de animar e impulsar la participación de más socios en los mismos, puesto que se trata de resolver necesidades reales de los profesionales para lo cual basta con contactar con cualquiera de los representantes de la SEPR en dicho "Foro" (de la actividad del "Foro" se informa sistemáticamente a los socios, tanto en la revista como en la página electrónica).

En el momento actual se mencionan tres temas adicionales de colaboración futura, en proceso de elaboración.

- Realización por parte de las dos Sociedades de actividades de formación-información en el ámbito sanitario, en base a un Acuerdo Específico, cuyo texto se está ultimando. Se sugiere la conveniencia de una aproximación específica a la Presidencia del CSN para ultimar este tema.

- Realización por la SEPR, en base a un acuerdo de largo plazo con el CSN, de la traducción oficial al idioma "español" de documentos del OIEA. Para ello se está también ultimando el alcance y las condiciones, y su formalización se espera para septiembre de 2004.

- Posible participación de la SEPR en la iniciativa en curso para crear una "red iberoamericana", en materia de protección radiológica (entre otras), impulsada por el CSN y con la participación y uso del cauce del OIEA. También en este punto sería conveniente una aproximación específica a la Presidencia del CSN.

Finalmente se comentó la posibilidad de incluir en el Plan de Actividades de la SEPR para el 2005, una jornada sobre los desarrollos más recientes relativos a la protección radiológica del medio ambiente, que podría contar con el apoyo del CSN.

Con las Autoridades Sanitarias. Desde la SEPR se han realizado diversas acciones para retomar los contactos que eran habituales, con los nuevos responsables del Ministerio de Sanidad y Consumo. No obstante parece claro debe realizarse una acción decidida para establecer contactos estables con las Autoridades de las diversas Comunidades Autónomas, empleando, como proceda en cada caso, a aquellos Socios que tengan acceso a las mismas por razones profesionales.

Con otras Sociedades Nacionales e

Internacionales. Se comentó la relación fluida de la SEPR con la SNE, en base al trabajo de un grupo mixto estable. Con la SEFM la relación se mantiene en los aspectos científicos y técnicos y están planteadas diversas propuestas de actuaciones conjuntas, incluyendo la posibilidad de establecer un grupo de trabajo conjunto, para explorar la viabilidad y en su caso el modo de coordinar de forma complementaria las actividades.

Se sugiere que la SEPR podría acometer contactos institucionales adicionales con la SEMN y con la AERO.

Participación en la Conferencia de Sociedades Científicas de España (COSCE). Se informa de la participación de la SEPR en dicha Confederación y de la celebración reciente de la primera Asamblea de las Sociedades miembros, en la que se han aprobado los Estatutos, las cuotas y otros aspectos operativos básicos. (De todo ello se viene informando a los socios a través de la revista y de la página electrónica).

Se recuerda que el objetivo básico de la COSCE es el de promover la participación de las Sociedades Científicas y de sus profesionales, en el debate y la definición de la política científica nacional.

Organización y funcionamiento de la SEPR.

Se comenta la decisión adoptada por la Junta Directiva, por la que se han fijado las condiciones para nombrar "Socios Honorarios" de la SEPR y también para poder aceptar condiciones particulares en las cuotas de socios en situación especial. El planteamiento deberá ser ratificado por la Asamblea General.

Desde la Junta Directiva y respondiendo también a las sugerencias recibidas de esta Comisión, se ha puesto en marcha una acción para establecer, en la página electrónica de la Sociedad, unos mecanismos ágiles que permitan a los socios debatir experiencias, problemas y necesidades comunes. Con este mecanismo se pretende complementar y facilitar las actuaciones perseguidas con el establecimiento de los "Grupos Temáticos", cuya realidad actual es muy limitada; se entiende que la actividad de tales "Grupos" se facilitará si existen necesidades concretas identificadas.

En el mismo sentido de facilitar e impulsar la participación activa de los socios en la actividad de la SEPR, se recuerda el planteamiento ya hecho en la reunión anterior, para

la creación de una "red temática" sobre temas de investigación en la SEPR, que también está en fase de estudio por la Junta Directiva. Se presenta una idea muy similar en proceso de implantación por parte del "Comité Estratégico de I+D en Energía Nuclear" (CEIDEN), desde el Ministerio de Industria, que podría servir como "marco de referencia" de la acción de la SEPR en curso.

A raíz del trabajo realizado por la Comisión de Actividades Científicas, la Junta Directiva ha hecho suyo un esquema de las actividades que la SEPR podría acometer en el área de la formación en materia de protección radiológica, considerando tanto el tipo de formación, como sus destinatarios. Se han tenido en cuenta las ideas aportadas por esta Comisión y ahora procede ya el lanzamiento de actuaciones concretas, según vaya resultando aconsejable y posible.

Se comenta la situación de operatividad de la revista de la Sociedad y de su página electrónica, que se consideran satisfactorias. Se recuerda que la nueva Junta Directiva que resulte elegida en la Asamblea General, tendrá que proceder a la renovación de los responsables de ambos temas y en la reunión se plantearon algunos posibles nombres para sugerirlos a la nueva Junta Directiva.

Preparación de la Asamblea General de septiembre 2004.

Se comentó el planteamiento general actual para la citada Asamblea General, que incorpora, entre otros aspectos, la posible adopción del "Código de Ética" aprobado por IRPA.

Se debate sobre las formalidades a cubrir para su convocatoria y para la recepción y notificación de candidaturas a la renovación de la Junta Directiva. Se sugiere que aunque la convocatoria sea en Julio, el envío de la información relevante se produzca en septiembre, junto con las candidaturas recibidas.

*Pedro Carboneras
Responsable de la Comisión de
Asuntos Institucionales de la SEPR*

AL CIERRE

El pasado 27 de septiembre se celebró la Asamblea General de la SEPR en la que se eligió la nueva Junta Directiva. En el próximo número de PR ampliaremos la información sobre el currículum de los miembros. La Junta Directiva está compuesta por el presidente, José Gutiérrez López; el vicepresidente, Rafael Ruiz Cruces; el secretario general, Ramón Almuquera García; la tesorera, Cristina Correa Sainz y el presidente de la Comisión IRPA, Francisco Carrera Magariño. Los vocales son: Eugenio Gil López, Pablo Gómez Llorente, Manuel Alonso Díaz, José Miguel Fernández Soto.

La Asociación Internacional de Protección Radiológica, IRPA, celebra en Madrid su XI Congreso mundial

Del 23 al 28 de mayo de 2004 se celebró, en el Palacio de Congresos de Madrid, el 11º Congreso mundial de la IRPA. Dicho congreso, organizado por la Sociedad Española de Protección Radiológica, contó con la Presidencia de Honor de S. M. Juan Carlos I.

El objetivo del Congreso IRPA-11 estaba implícito en el lema elegido: "Ampliando el mundo de la Protección Radiológica". Con ello se deseaba abrir las puertas, participar abiertamente en todos los debates con el resto de agentes sociales para que se entienda bien el alcance de las bases científicas y de los aspectos técnicos de nuestra disciplina, logrando humanizar nuestra ciencia sin mitificar nuestros principios.

Más de 1.400 expertos de 78 países, entre los que se encontraban los máximos especialistas mundiales, debatieron durante 5 días la situación actual y las perspectivas de futuro de la Protección Radiológica, desde diferentes puntos de vista y en las diferentes áreas relacionadas con esta disciplina: la investigación de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, las implicaciones de protección en sus diversas aplicaciones (diagnóstico y tratamientos médicos, industria, producción energética, tratamiento de residuos radiactivos, etc.), tanto en relación con los trabajadores y la población como con el medio ambiente, sus aspectos reguladores, etc.

Dentro de un esquema organizativo basado en 5 sesiones plenarias, entre las que ca-



be destacar la presentación oficial de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) de sus nuevas recomendaciones que marcarán las normativas nacionales en los próximos 15 años, se planificaron 16 cursos de refresco y 15 conferencias magistrales. Es de destacar que los participantes en el Congreso presentaron más de 1.200 trabajos, de los que más de 60 fueron seleccionados para su presentación oral. En paralelo al programa científico, se organizó la mayor exposición técnica de protección radiológica habida en la IRPA, con más de 50 expositores.

A continuación se presenta un resumen de los aspectos más relevantes tratados en cada una de las áreas temáticas del congreso IRPA-11 de Madrid.

ÁREA 1: Efectos biológicos y sanitarios causados por la radiación

La caracterización y cuantificación de efectos biológicos producidos por dosis bajas de radiación es uno de los temas de máximo interés en el ámbito de la protección radiológica y así se puso de manifiesto tanto en la conferencia Sievert, pronunciada por Abel González, como en la primera mesa redonda del Congreso, presidida por Elaine Ron (National Cancer Institute, EE.UU.). En dicha mesa redonda, que contó con la participación de expertos de prestigio internacional en el tema, se discutieron en detalle las múltiples facetas del conocimiento actual acerca de los efectos biológicos de dosis bajas de radiación.

Así mismo, se pudo asistir a dos excelentes cursos de refresco: "Epidemiología: Puntos





El Palacio de Congresos de Madrid, sede de IRPA 11



Miembros del Comité Organizador del Congreso



Entrada de las autoridades a la Sesión de Apertura



Sesión de Apertura con la presencia de la Excm. Sra. Dña. Elena Salgado

fuertes, limitaciones e interpretaciones" impartido por el Dr Tirmarche de Francia e "Influencia del género y la edad en el momento de la exposición en el riesgo del cáncer inducido por radiación" impartido por el Dr Preston de Japón.

El Dr. Little de EE.UU impartió la conferencia magistral "Efectos no-dirigidos de las radiaciones ionizantes: Implicaciones para la protección radiológica", y se pudo disfrutar de dos sesiones con siete ponencias orales, y un total de 121 pósteres.

Dentro de esta área se trataron los temas: Radiobiología (24 ponencias); epidemiología (29 P); estudios genéticos (12 P); estudios experimentales (20 P); efectos en la salud de las personas (21 P); evaluación de factores de riesgo (6 P).

Cabe resaltar el gran esfuerzo que los expertos en diversas disciplinas (epidemio-

gía, radiobiología, genética, etc.) están realizando para poder responder a la demanda social de un conocimiento más profundo acerca de los efectos biológicos que pueden producir las exposiciones a dosis bajas de radiación.

Una mención especial merecen los nuevos conceptos que han aparecido en los últimos tiempos, entre los que destacan los efectos circunstantes ("bystander"), la inestabilidad genómica y la respuesta adaptativa, no sólo porque pueden resultar de gran importancia a la hora de entender los mecanismos biológicos del daño causado por la radiación, sino también porque están cambiando el paradigma clásico que identificaba al ADN como único blanco de los daños causados por la radiación.

ÁREA 2: El sistema de protección radiológica y la reglamentación

Esta área incluyó un curso de refresco dedicado a exponer los procesos de ayuda a la toma de decisiones y a la justificación de las prácticas, que corrió a cargo de P.H. Jensen, del laboratorio nacional de Roskilde (Dinamarca), así como dos conferencias magistrales a cargo de Larks-Erik Holm, sobre la protección de las especies no humanas, como no podía ser de otra forma, y de Ches Mason sobre el proceso de desarrollo de las recomendaciones de la ICRP.

El área se subdividió en diez grupos como sigue: 1) la implementación e impacto de los estándares actuales (26 ponencias); 2) las técnicas de ayuda a la optimización y toma de decisiones (6 P); 3) las exposiciones potenciales (3 P); 4) los sistemas de infor-

mación y registros dosimétricos (13 P); 5) la seguridad y protección física de las fuentes de radiación (15 P); 6) los conceptos de exclusión, exención y desregulación (7 P); 7) la regulación de los materiales radioactivos naturales (6 P); 8) la protección del medio ambiente y las especies no humanas (15 P); 9) la evolución del sistema de protección radiológica(17 P) y, 10) la capacitación y la educación(23 P), si bien un número muy limitado se presentó de forma oral.

Destaca el interés por explicar la experiencia adquirida y las dificultades asociadas a las aplicaciones prácticas de la normativa actual y su evolución, así como el gran número de actividades relacionadas con la capacitación y educación en protección radiológica. Por otro lado, sorprende la gran actividad que se desarrolla entorno a la protección del medio ambiente y las especies no humanas.

Se registran quince contribuciones españolas, con especial significado en el área de la capacitación y la educación. Investigadores de la Universidad de Murcia, contando con una UTPR local, han demostrado las reducciones que se pueden conseguir en las dosis de la radiología dental al aplicar los controles de calidad en el diagnóstico radiológico requeridos en nuestro país.

De acuerdo con los nuevos requisitos del Reglamento sobre protección sanitaria, el registro dosimétrico y la información han progresado considerablemente. Iberdrola ha desarrollado sistemas informáticos avanzados para registrar las dosis recibidas por los trabajadores externos, mientras que el Departamento de Física del Hospital Universitario Carlos Haya de Málaga tiene en desarrollo un sistema avanzado de información dosimétrica. La protección del medio ambiente está siendo motivo de consideración por parte de



Ilustración de Jorge Arranz.



Asistentes a los cursos de refresco

Sesión Plenaria I "What is Known About Radiation Effects at Low Doses?"

Participación de los asistentes

Vista general de las Sesiones Póster

CIEMAT, quien ha descrito su contribución al proyecto FASSET de la CE, especialmente en el campo de los ecosistemas agrícolas. Sin embargo, ha sido en el campo de la capacitación y la educación donde la participación española ha sido más numerosa (8P/23P), especialmente en el campo médico, utilizando tanto herramientas clásicas como procedimientos informáticos avanzados.

Se concluye que los temas normativos y legales recibieron en IRPA-11 la debida atención, tanto desde el punto de vista clásico como avanzado, y que la participación española resultó satisfactoria e incluso pionera en el campo de la capacitación.

ÁREA 3: Dosimetría de las radiaciones e instrumentación

El área de la dosimetría es la que tradicionalmente reúne un número mayor de trabajos, y en esta ocasión no fue una excepción, ya que se presentaron alrededor de 240 comunicaciones, además de dos cursos de refresco y dos ponencias invitadas. Un rápido análisis de las mismas muestra el interés demostrado por los temas presentados sobre dosimetría de las radiaciones que hacen referencia a desarrollos recientes en los que se han producido innovaciones destacables en los últimos años.

Temas tratados como la estandarización, la armonización y trazabilidad, así como las intercomparaciones entre laboratorios de dosimetría personal, tanto externa como interna, resumen alguna de las problemáticas que presenta la dosimetría.

La dosimetría de fotones, sobre la que aún se producen muchos desarrollos novedosos,

así como la de neutrones o la de campos mixtos, los nuevos desarrollos técnicos y la experiencia adquirida en el uso de dosímetros personales electrónicos y mejoras en dosímetros por termoluminiscencia, fueron otros temas que despertaron la atención por su reciente desarrollo.

También se trataron temas como la situación de las técnicas actuales y los métodos para dosimetría interna *in vivo*, *in vitro*, los modelos biocinéticos, así como los programas de seguimiento y vigilancia radiológica individual, destacando estudios de armonización europeos auspiciados por EURADOS y el software para cálculo de dosis, las propiedades dosimétricas de materiales naturales y muestras biológicas, potencialmente interesantes para su utilización en dosimetría retrospectiva. Presentándose por último las posibles limitaciones o problemas al emplear las magnitudes operacionales bajo ciertas circunstancias y su controversia.

A partir de los trabajos citados se pueden identificar algunos avances significativos y ciertas tendencias para el futuro de la dosimetría. Resulta espectacular el avance y la creciente importancia de los métodos numéricos en dosimetría, tanto interna como externa destacando la capacidad de los métodos de Monte Carlo para simular la respuesta de los detectores, para simplificar las calibraciones o para calcular con fiabilidad las dosis a órganos en diferentes situaciones y geometrías, siendo igualmente notable su capacidad para calcular las magnitudes limitantes a partir de otras cuya medida sea relativamente sencilla.

Por otro lado hay que destacar los avances en la dosimetría de neutrones, en la que se han desarrollado nuevos sistemas activos para dosimetría personal, todavía no perfec-

tos, pero tremendamente mejores que los existentes no hace muchos años. Con respecto a las líneas prometedoras para el futuro, cabe destacar la dosimetría biológica, con técnicas como la FISH (*Fluorescence In Situ Hybridization*) de la que se ha presentado un nuevo método con capacidad retrospectiva para identificar aberraciones cromosómicas estables, junto con la dosimetría retrospectiva, a partir de EPR (*Electron Paramagnetic Resonance*) y métodos por luminiscencia, con los que parece ya viable la determinación de dosis absorbidas inferiores a los 100 mGy, lo que resulta excelente para abordar estudios epidemiológicos con menor incertidumbre en la determinación de la dosis.

ÁREA 4: Protección radiológica de los pacientes

La importancia de la protección radiológica del paciente se ha puesto de manifiesto una vez más en IRPA -11, con un número total de trabajos presentados de 136. Los diferentes temas tratados han sido: conceptos generales (9 P), radiodiagnóstico (68 P), radiología intervencionista (11 P), medicina nuclear (13 P), radioterapia (30 P), nuevas técnicas (5 P), y por último la dedicada a la protección de familiares y voluntarios que colaboran en el confort del paciente, que aunque no específica de protección del paciente se considera también exposición médica. Además se impartieron dos cursos de refresco: "Cribado mamográfico" (incluyendo garantía de calidad), "Protección radiológica en procedimientos cardíacos e intervencionistas", y una conferencia magistral sobre la formación de los profesionales en exposiciones



Eduardo Gallego recibió el reconocimiento de los participantes del Congreso



El Premio Stevert recayó en Abel González



Entrega de la Medalla de Oro 2004 de la Real Academia Sueca de Ciencias a Sir Richard Doll



Geoff Webb entregó a Annie Sugier un diploma de agradecimiento por los servicios prestados en IRPA 11

médicas, incluyendo radioterapia y medicina nuclear.

Especial interés se ha puesto de manifiesto en este congreso por la protección radiológica en el área de radiología intervencionista. La búsqueda de niveles de referencia para el tiempo de fluoroscopia, el número de imágenes y el producto dosis-área para cada tipo de procedimiento intervencionista ha sido estudiada por diferentes grupos. Además se han presentado revisiones de los procesos de optimización de la protección radiológica mediante: reducción del número de imágenes, utilización de modos de baja dosis, variación del ángulo del tubo para tiempos muy prolongados de escopia, etc.

Con respecto a los niveles de referencia en intervencionismo, se puso en relieve la gran variación de los valores obtenidos de los diferentes parámetros para un mismo tipo de exploración en función del país, por lo que este hecho debe ser estudiado más detenidamente.

Se hizo especial hincapié en el buen conocimiento por parte de los usuarios del equipamiento que se utiliza (diferentes modos de imagen, utilización de magnificación), así como la preocupación existente de una buena formación en protección radiológica por parte del médico y del personal técnico como base para una protección correcta del paciente. También en este sentido se vio la necesidad de motivar al personal sanitario implicado en temas de protección radiológica y de implicar a la industria para los cursos de formación tras la adquisición de un nuevo equipo, con objeto de que se preste especial atención a los mecanismos de reducción de dosis disponibles en el equipamiento. Ante el aumento del número de exploraciones tomográficas en general, y en algunos países en

particular, se destacó la necesidad de evitar el cribado en este tipo de técnicas, y se puso de manifiesto la necesidad de una correcta prescripción por parte del médico, dada la elevada dosis que se imparte en este tipo de exploraciones en comparación con otras técnicas de exploración radiológicas.

ÁREA 5: Protección radiológica Ocupacional

Dentro de esta área se celebraron dos conferencias magistrales. La primera trató sobre la protección ocupacional en la Unión Europea, sus logros, oportunidades y retos, prestando especial atención a la integración de la PR dentro de la seguridad laboral de los trabajadores en su sentido más global. La segunda versó sobre las necesidades de educación y formación en este campo tanto a nivel europeo como a nivel mundial y sobre los esfuerzos de armonización que se están llevando a cabo en organismos internacionales como la OIEA y la UE.

Dentro de las ponencias presentadas cabe destacar aquellos temas tratados que han despertado gran interés, tales como, la implementación práctica de la cultura de seguridad, analizando el significado de dicho concepto, su relación con la percepción del riesgo, su papel dentro del sistema de calidad, las estrategias para su implementación y la manera de estimular la participación y motivación del trabajador.

La experiencia de la industria farmacéutica en la descontaminación y desmantelamiento de instalaciones radiactivas desde una perspectiva no nuclear abre un campo de nuevas relaciones entre las especialidades radiológicas. El estudio del campo neutrónico en el entorno del PET, a partir del método de

Monte Carlo y de medidas con dosímetros TLD también ofrece nuevas posibilidades.

Se trataron así mismo temas relacionados con niveles de actividad, medidas de protección y dosis ocupacionales en la industria del gas y del petróleo en Noruega debido a los materiales radiactivos naturales (NORM).

El estudio de la exposición de las tripulaciones aéreas al ciclo solar, basada en espectrometría de neutrones provenientes de rayos cósmicos, comparando datos experimentales con los obtenidos a partir de modelos teóricos, es una de las últimas líneas novedosas, así como el estudio llevado a cabo en 180 entornos de trabajo analizando la relación entre 10 distintos dosímetros de neutrones y los campos de calibración.

También fueron temas a destacar en lo que respecta al riesgo profesional, la red europea ALARA, que intenta promover una mayor participación de todos los grupos involucrados en el trabajo con fuentes de radiación ionizante. De igual modo que la evolución de la PR ocupacional en la industria eléctrica francesa, analizando las dosis individuales y colectivas de las centrales PWR francesas, indicando la política seguida y la futura para continuar con la reducción de las dosis.

Por último se trataron temas relacionados con los requisitos y recomendaciones sobre la incorporación de la protección radiológica en el desmantelamiento de instalaciones nucleares alemanas y los proyectos conjuntos de colaboración ente EE.UU. y Rusia para encontrar soluciones a los residuos radiactivos.

ÁREA 6: Protección radiológica del público

Dentro de esta área temática se presentaron 206 trabajos, divididos en 8 subtemas:



La recepción del Ayuntamiento de Madrid tuvo lugar en el Palacio de Cristal de la Arganzuela

Imágenes del Ballet Español que se representó en el Palacio de Congresos de Madrid

Radón y otras exposiciones naturales (74 P); exposiciones naturales aumentadas (14 P); medidas y vigilancia medioambiental (47 P); evaluación de dosis incluyendo modelización de caminos de exposición (22 P); restauración de emplazamientos y limpieza de áreas contaminadas (8 P); descargas líquidas y gaseosas (20 P); eliminación de residuos sólidos (6 P); desmantelamiento de instalaciones (8 P), y prácticas recientes (7 P).

Los cursos de refresco fueron impartidos por Lourdes Romero (CIEMAT) y Anthony D. Wrixon (IAEA). Los temas presentados fueron "Garantía de calidad e incertidumbres en la medidas medioambientales" y "Aplicaciones prácticas de excepciones", respectivamente.

Las conferencias magistrales, que reflejaron las tendencias actuales sobre la protección radiológica del público, fueron: "Evaluación de dosis realista retrospectiva" impartida por Jean Simmonds (NRPB) y "Restauración de emplazamientos y limpieza de áreas contaminadas" impartida por Gordon Linsley (IAEA).

Los trabajos elegidos para las presentaciones orales y que representaron todos los subtemas en los que fue dividida el área temática fueron los siguientes:

- Estudios sobre el uranio empobrecido en los Balcanes.
- MARSSIM PLUS: Métodos de limpieza de radiactividad en superficies equipos y materiales.
- Aplicación del análisis multiatributo para buscar estrategias óptimas de recuperación de lagos contaminados con Sistema MOIRA.
- Criterios de rehabilitación de territorios contaminados por el hombre.
- Programa nacional sobre el radón: 20 años de experiencia en la República Checa.
- Análisis de los sistemas de protección a

- largo plazo en la perspectiva de la gestión de residuos radiactivos.
- - El impacto de las descargas de residuos radiactivos líquidos desde Sellafuels al mar de Irlanda en los últimos años.
- - Control de dosis y efluentes en las industrias NORM europeas.
- - Código para evaluación de transferencia de radionucleidos en radioecología terrestre.
- - Una aproximación de algunos aspectos de los nuevos modelos del ICRP para cinco radionucleidos importantes usando el hombre asiático de referencia.

Estos trabajos fueron presentados por participantes de países europeos (España, Francia, Inglaterra, Suecia, República Checa y Luxemburgo), asiáticos (Korea, Japón, Rusia) y de EE.UU.

ÁREA 7: Incidentes y accidentes

En este campo se presentaron un total de 91 comunicaciones: 9 orales y 82 pósteres. Las subáreas fueron las siguientes: la planificación de emergencias (29 P), la gestión de la post-emergencia (7 P), las consecuencias de accidentes e incidentes del pasado (22 P), las lecciones aprendidas y la prevención de nuevos sucesos (5 P), las fuentes "huérfanas" (9 P), la prevención y las consecuencias de la utilización de fuentes radiactivas con fines terroristas (4 P) y el tratamiento clínico para las personas sobreexpuestas (15 P).

Los cursos de refresco en esta área estuvieron relacionados; uno, con el tratamiento clínico de pacientes que hayan sufrido un accidente radiológico y, otro, con la gestión de la post-emergencia. Las principales conclusiones de estos cursos, así como de las comunicaciones y pósteres presentados fue

● que se debe de incrementar la cooperación internacional y aumentar las capacidades en los tratamientos de los pacientes que hayan sufrido accidentes, así como la necesidad de protocolos y equipos especializados, siendo necesario para realizarlo un incremento de la optimización y costes para su correcta implementación.

● En cuanto a los accidentes ocurridos en aceleradores para la radioterapia, por el mal uso o por fallos en los sistemas de seguridad, fue gráficamente expuesto en el accidente ocurrido en Polonia. Las lecciones aprendidas indican que tiene que incrementarse la seguridad y cooperación entre fabricante, mantenimiento y operadores de estos equipos.

● En la gestión de las emergencias, aparte del curso de refresco, se presentaron numerosas comunicaciones, relacionadas con aspectos técnicos y normativos. Las autoridades y los organismos implicados, como la NEA/OCDE, llevan organizando ejercicios como el INEX desde el año 1993. Existe por parte del OIEA un programa de preparación de emergencias a largo plazo (2002-2009). Es preciso el establecimiento de bases de datos relativas a la documentación precisa de los incidentes/accidentes ocurridos, con el fin de que sirvan de modelo para la prevención de posibles accidentes en otras áreas. Además del beneficio en todas las áreas implicadas, el desarrollo de estos modelos pueden suponer una respuesta eficaz y menos costosa en el tratamiento y evaluación de los accidentes radiológicos.

● Las conferencias magistrales trataron sobre las lecciones a aprender de los incidentes y accidentes con fuentes radiactivas y de la seguridad y protección física de éstas. Las fuentes "huérfanas" suponen un problema: no



Sesiones Plenarias II y III tituladas "The ICRP Proposals for the 21st Century" y "Electromagnetic Fields and Cancer", respectivamente

La SEPR contó con un stand en la exposición de IRPA, donde se informó sobre el X Congreso de la Sociedad que se celebrará en Huelva el próximo septiembre

obstante, se tiene que realizar un esfuerzo para su identificación, siendo necesaria una infraestructura adecuada, medidas de seguridad y personal formado además de la cooperación entre las autoridades industriales o comerciales, los organismos reguladores de la Protección Radiológica, y las industrias implicadas, teniendo en cuenta a los responsables de gestionar los residuos generados.

En cuanto a la segunda conferencia invitada relacionada con la seguridad, se destacó que la prevención debe de encaminarse hacia un control eficaz por parte de los profesionales, reforzando y evaluando periódicamente las medidas y procedimientos aplicados. Con respecto a la utilización con fines terroristas de los llamados dispositivos de dispersión radiológica (RDD) o más coloquialmente "bombas sucias", se indicó que la preparación de una posible emergencia nuclear tiene aspectos comunes con las emergencias radiológicas, pero también diferencias importantes. Como pueden afectar a cualquier área densamente poblada, no se dispondría de tiempo antes de que se produjera la contaminación, y en los momentos iniciales se desconocería la magnitud de la fuente

radiativa. Así mismo puede haber personas heridas por la explosión y la reacción de la población puede ser difícil de controlar dado lo extremo de la situación. La cooperación internacional en la intervención de todas las partes implicadas es fundamental en estas circunstancias.

ÁREA 8: Protección contra radiaciones no ionizantes

Esta temática contó para su organización con el decidido apoyo de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). Con un número de comunicaciones cercano a las 50; en esta área temática se abordaron todas las cuestiones referidas a las radiaciones no ionizantes, tanto la dosimetría e instrumentación de medida, como los estudios sobre efectos biológicos y las medidas de protección requeridas.

En el campo de las radiaciones ópticas, se impartió un curso de refresco sobre seguridad en el empleo del láser y hubo una interesante presentación sobre los efectos y la protección frente a la radiación ultravioleta solar: mientras que la radiación solar presenta innegables beneficios y resulta esencial para la salud, su exceso puede causar daños graves como eritema y quemaduras, cáncer de piel, daños en los ojos, inmunosupresión, etc. Parece demostrado no obstante, que exposiciones limitadas protegen la piel y elevan el umbral de aparición de los daños. Por consiguiente, y en especial para trabajadores al aire libre, se deben desarrollar recomendaciones prácticas que tomen en cuenta todos estos efectos (dados los efectos beneficiosos a bajas dosis, el criterio ALARA no es aplicable).

Con respecto a los campos electromagnéticos y el cáncer, se celebró una mesa redonda plenaria, en la que se revisaron los estudios científicos en curso tanto dosimétricos, teóricos y de medidas de campo en viviendas y lugares de trabajo; en laboratorio con células *in vitro* o con animales, para tratar de examinar los mecanismos de inducción, junto con estudios epidemiológicos destinados a reducir las incertidumbres y ampliar el conocimiento para poder responder a la inquietud pública sobre el impacto de dichos campos en la salud. Salvo una débil conexión observada en estudios epidemiológicos, entre los campos electromagnéticos (por encima de los 0.4 μ T) causados por líneas de alta tensión y la aparición de leucemia infantil, no se ha llegado a conclusiones claras en ningún caso.

Con respecto al tema candente en la actualidad, la telefonía móvil y la salud, las conclusiones fueron que existe una gran actividad investigadora y se han publicado recientemente muchos informes de grupos de expertos nacionales e internacionales, sin que la evidencia científica hasta el momento indique la existencia de riesgos para la salud si se hace un uso normal de los teléfonos móviles. Existe aún la cuestión abierta de la posible mayor sensibilidad infantil, lo que está siendo estudiado por la OMS como parte de su proyecto internacional sobre campos electromagnéticos. Los huecos existentes en el conocimiento se han de ir cerrando mediante las investigaciones en curso: destaca el proyecto INTERPHONE, sobre el uso de los teléfonos móviles y el cáncer cerebral y de garganta, coordinado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) en el cual participan 13 centros de investigación.





Entrega del Bonsái a Abel González durante la cena oficial



Asamblea General de IRPA en la que se designó Buenos Aires como la sede de IRPA 12 en 2008



La Tuna amenizó la velada a los asistentes a la cena oficial



La Clausura puso fin a cinco días de trabajo en los que los profesionales pudieron intercambiar sus experiencias

ÁREA 9: Influencias sociales en la protección radiológica

En esta área temática se analizó ampliamente la panorámica de los aspectos sociales así como la implicación del público en protección radiológica.

En los dos cursos de refresco: *"Lecciones aprendidas sobre la implicación de los grupos interesados"* (J. Patterson) y *"Necesidad de informar al público"* (A. Prades y R. Martínez Arias), se estudiaron varias herramientas, ya probadas, para iniciar e integrar a dichos colectivos en los aspectos y toma de decisiones relativas a PR.

J. Lochard, en su conferencia invitada *"Viviendo en territorios contaminados, una lección para la implicación de los interesados"*, trató de la interacción de los profesionales con las comunidades afectadas para encontrar un camino sostenible de vuelta a la normalidad.

J. Matsubara expuso, en su ponencia, las necesidades de los reguladores frente a los profesionales.

En las siete ponencias orales y en los más de veinte pósteres se pusieron de manifiesto de nuevo la participación del público en la toma de decisiones, la percepción del riesgo y manejo del riesgo integrado, la comunicación de los expertos con el público y los medios de comunicación y otros aspectos éticos y legales.

La última mesa redonda plenaria, bajo el lema *"Aspectos sociales e implicación del público en PR"* presidida por J. Repussard, contó con la intervención de representantes de diversos colectivos que discutieron cómo la profesión atiende sus necesidades y satisfice sus expectativas y como en las aportaciones anteriores, la necesidad de la participación en aspectos de PR, de una sociedad debida-

mente informada por expertos, dentro de un marco científico, de transparencia, credibilidad y confianza.

Como resumen de las conclusiones más relevantes se destaca la constatación de que la sociedad actual tiene un creciente interés en la participación activa en la toma de decisiones que competen a la salud pública sin olvidar el peso específico que unos conocedores del tema desde el punto de vista científico, independientes de la política y a su vez sensibles a la cultura social, deben tener.

Como bien ilustró la Consejera Paloma Sendín, los tiempos de la aproximación tradicional para establecer las políticas y las operaciones mediante un proceso de decisión anuncio y defensa (DAD), deben evolucionar a través de la línea, reunión, comprensión y cambio (MUM), hacia la nueva filosofía basada en compartir, abrir y negociar (SON) las decisiones. Se camina hacia una nueva filosofía y un cambio cultural en el que las decisiones se basan no sólo en la ciencia sino en una justificación y aceptación social del riesgo que integre a los afectados dentro de un clima de confianza mutua. La ICRP debe abrir el diálogo en este sentido y ha de hacerse un estudio integral y comparado de riesgos. Venimos de un *antes* donde las autoridades paternalistas decidían y anunciaban, a un *ahora* en el que es preciso comunicar y probablemente, en un futuro, sea la sociedad quien diga.

Una mirada plural y basada en debates abiertos entre profesionales, afectados o interesados y políticos evitará la imposición ciega y no consensuada de decisiones. En el caso de daños graves e irreversibles y como apoyo a una mayor efectividad/costo: los expertos evaluarán riesgos y la sociedad debe conocer la situación para que los regula-

dores puedan manejarla dentro de un consenso. Por tanto es preciso: Informar, educar, entrenar, reforzar la cultura de la seguridad en la industria y crear confianza en las instituciones aprendiendo la lección de Chernobil (ACRO), donde se produjo una significativa dosis de ansiedad y sentimiento de pérdida.

Joana Díaz habló de unos medios de comunicación, con el soporte de una información de calidad y libres de presiones políticas, como intermediarios entre los expertos y el público dentro del marco de la ética. Las asociaciones profesionales deberían mantenerse siempre abiertas para participar en los debates y dar respuesta a las preguntas del público con el consiguiente aumento de la credibilidad y de la aceptación de recomendaciones y normas. Es preciso ganar la confianza del público y sustituir las actitudes reactivas, por las anticipativas y proactivas así se evitarán acciones "contra" por parte de la opinión pública, como es el caso de la energía nuclear o el almacenamiento de los residuos radiactivos.

Nota: Parte del contenido de esta reseña ha sido extraído del trabajo *"El Congreso IRPA11: Actualidad y perspectivas de la protección radiológica"* presentado por L. Arranz, P. Carboneras, D. Cancio, E. Gallego y P. Carmena en la 30 Reunión Anual de la SNE.

El Comité de Redacción

IRPA 11

Toda la información relacionada con IRPA 11, incluyendo las Conferencias Magistrales, Ponencias y fotografías se pueden encontrar en la página web:

www.irpa11.com

Formación en Protección Radiológica

M. Marco¹, R. Ruiz-Cruces², A. Alonso³

¹ CIEMAT. Madrid.

² Grupo de Investigación PRUMA Facultad de Medicina. Universidad de Málaga.

³ Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

Se reconoce la creciente importancia e interés por la formación en protección radiológica en consonancia con la variedad y refinamiento de las distintas prácticas y de las actividades y recomendaciones del OIEA y de la UE, en especial la creación de la titulación: experto cualificado en protección radiológica. La primera conferencia internacional sobre formación tuvo lugar en Saclay (Francia) en 1999 y se dedicó a analizar las necesidades del futuro. La segunda conferencia internacional, continuación de la primera, se celebró en el año 2003 en Madrid con el objetivo de analizar y objetivar las futuras estrategias de formación en protección radiológica. Entre las conclusiones destacan la necesidad de establecer un sistema armónico de formación en protección radiológica, al menos en el ámbito europeo, bajo la tutela de los organismos implicados y con la participación de las asociaciones profesionales.

ABSTRACT

The growing importance and interest in radiological protection training is recognised, in consonance with the variety and refinement of the different practices and the activities and recommendations of the IAEA and the EU, in particular the creation of the qualified expert in radiological protection. The first international conference on training took place in Saclay (France) in 1999, it was dedicated to analyse the future necessities. The second international conference took place in 2003 in Madrid with the objective of analysing and attaining objectivity in future strategies on training in radiological protection. Among the conclusions there can be highlighted the necessity of establishing an harmonic system of radiological protection training, at least in the European context, under the guidance of the organizations involved and with the participation of the professional organizations.

INTRODUCCIÓN

La **Formación en Protección Radiológica** (FPR) ha alcanzado un nivel global sumamente aceptable en los últimos años y se ha ido afianzando como uno de los aspectos más influyentes y fácilmente alcanzables en la mejora de la implantación del *Sistema de Protección Radiológica* nacional. En este sentido, los organismos internacionales (UE y OIEA) reconocen la formación y capacitación en **Protección Radiológica** (PR) como uno de los pilares de las aplicaciones de las Normas Básicas de Seguridad (BSS) del OIEA y la mejor forma de promover la cultura de la seguridad y mejorar la

competencia de los trabajadores expuestos [1, 2]. El progreso en la enseñanza y la capacitación en PR, como parte de la transferencia de tecnología y de conocimientos especializados, son temas en continuo movimiento.

Si bien la necesidad de la formación y capacitación en PR de los profesionales no resulta novedosa, ya que en el tratado de EURATOM del año 57 se recogían las necesidades y la importancia de la educación en PR, en los últimos años se ha evolucionado hacia la especialización en diversos campos de aplicación. Esta especialización alcanza también la información al público, al menos en aquellos aspectos que

podieran dar lugar a la exposición de la población.

La seguridad en el uso de las radiaciones ionizantes y la protección ante los riesgos potenciales, a causa de la exposición a fuentes de radiación, no son conceptos estáticos, su evolución corre paralela con un mejor conocimiento de las tecnologías empleadas y de los fenómenos básicos.

La educación y capacitación, unida sustancialmente a la investigación, transmite los avances alcanzados al grupo de científicos y profesionales que utilizan radiaciones ionizantes, y así se ha reconocido en el VI Programa Marco de la UE en el que se potencian todos los aspectos relacionados

con la enseñanza. En el ámbito de las políticas comunitarias, la educación y formación en PR en los campos de la salud, la energía y el medio ambiente se contemplan como un área integral, y como tal, contribuirán a la creación del espacio europeo de la investigación.

Para alcanzar estos objetivos en el marco de una dimensión europea, se ha realizado un interesante trabajo sobre la situación del *experto cualificado en PR* en los diferentes países miembro. Este trabajo supone un avance importante en las tareas de armonización de la protección radiológica.

Asimismo se han realizado avances en la incorporación de nuevas tecnologías y herramientas didácticas en el desarrollo de cursos especializados y en la preparación de material docente audiovisual. Sin embargo, estas aplicaciones son muy costosas en recursos, por lo que será necesario optimizar esfuerzos, trabajar en grupo y potenciar la aparición de redes nacionales y supranacionales en las que los esfuerzos se sumen.

La primera conferencia de profesionales [3] celebrada bajo el lema de analizar las necesidades, constituyó un foro de discusión e intercambio de ideas dentro del marco global de los problemas asociados a la formación en protección radiológica. El eje principal lo constituyó la implementación de las normas básicas de seguridad en los programas mencionados.

El análisis del desarrollo de este evento científico sirvió para sentar las bases sobre las líneas de educación y capacitación en PR en los distintos países, según las necesidades existentes en el momento relacionadas con el establecimiento de responsabilidades y

competencias en función de los riesgos asociados a las prácticas.

Los grupos de trabajo establecieron diferentes prioridades en las tareas detectadas, destacando la necesidad e importancia de la armonización de los programas de formación y, para su análisis, se vio la necesidad de explorar la situación en los países europeos. Este debate precedía al análisis del reconocimiento de esta formación en el ámbito europeo tomando como base la directiva y la situación real en los países de la Unión.

Promovidos por este objetivo se ha desarrollado la segunda reunión en Madrid para objetivar y analizar las estrategias de futuro en materia de formación en protección radiológica, algunos de los resultados se exponen en esta presentación.

DESARROLLO DE LA CONFERENCIA DE MADRID

El conocimiento del estado actual pasa por revisar los resultados obtenidos en el trabajo desarrollado por la CE y analizar el problema existente en Europa sobre temas de FPR y **Seguridad Nuclear** (SN). Es claro que existe una pérdida de interés entre los jóvenes al no sentirse atraídos por el sector nuclear; entre las causas se podría destacar la pobre percepción de perspectivas en el sector de la investigación nuclear, que hace injustificable en algunos casos mantener sistemas de educación e infraestructuras en el ámbito nacional. Estos aspectos fueron tratados con detalle en una conferencia impartida por el **Dr. H. Forström** (*European Radiation Protection Education and Training*; CE) [4].

Esta situación ocurre en otras áreas científicas, ya que el desarrollo de la

educación superior de calidad está, en la mayor parte de los casos, fuertemente ligada a la investigación. Por tanto, es necesario revitalizar el interés en las áreas científicas. El *VI Programa Marco* aborda esta situación de modo que los aspectos relacionados con la educación en todos los ámbitos son destacados y reforzados, especialmente los asociados a la protección radiológica y la seguridad nuclear.

Los profesionales de la educación en universidades y centros de investigación deben promover que la educación y formación participen en todos los proyectos de investigación (proyectos integrados o redes de excelencia). También deben incentivar nuevas acciones educativas, incluso para permitir una rápida diseminación de los resultados de la investigación, así como potenciar la movilidad de los investigadores y mejorar la formación continuada en el puesto de trabajo, facilitando su acreditación en el ámbito europeo.

Necesidades y requisitos de formación.

Este amplio campo hay que enfocarlo en dos vertientes distintas: el área médica y el área industrial y de investigación.

Las necesidades de la FPR en el campo médico deben partir desde las facultades de medicina y odontología. En la adaptación al nuevo *Espacio Europeo de Enseñanza Superior*, la PR estará, de forma obligatoria o troncal, representada en asignaturas de 2 a 4 créditos en las facultades de medicina europeas [5].

Sin embargo, esto no será fácil ponerlo en práctica, a causa de las dificultades por conseguir una armonización en los programas universitarios.



Actualmente existe una dispersión en número de créditos, temarios y en la elección de la protección radiológica como asignatura troncal u obligatoria en las 27 Facultades de Medicina españolas. En el caso de las Facultades de Odontología, sólo en 4 de las 9 existentes se forma a los futuros dentistas en materia de PR. Este será un reto en el futuro: la armonización de los programas docentes [6].

Por otro lado, la experiencia de las actividades de formación en la respuesta radiológica en caso de emergencias en países sudamericanos y europeos, y la experiencia en las actividades educativas llevadas a cabo por la GRIAPRA (1998-2003) en el marco de las asociaciones profesionales de la PR, ponen de manifiesto el interés general por recibir formación en estos campos específicos, permitiendo la formación de profesionales y mejorando la cualificación para el desarrollo de prácticas e intervenciones. Este tipo de colaboración no sólo debe continuar, sino que se debe fomentar en el futuro apoyada por la Sociedad Española de Protección Radiológica.

La experiencia de un país con amplio desarrollo nuclear como Francia [7] aporta una visión interesante para los otros países en la formación en el campo industrial y de investigación. En el sector nuclear, y teniendo en cuenta su amplia aportación a los temas de PR, deben continuar los esfuerzos en los aspectos educativos y, en el marco de la liberación del sector eléctrico, se deben contemplar todos los aspectos docentes y de investigación.

Por otra parte, la problemática detectada en los centros de investigación, como el Centro Superior de Investigaciones Científicas, se refiere a los graduados jóvenes que van al Centro a

realizar investigaciones que requieren el uso de fuentes radiactivas y no tienen los conocimientos adecuados, y menos la formación en PR, para realizar su trabajo con la protección y seguridad necesarias. La importancia de una formación adecuada para llevar a cabo sus tareas profesionales, como usuarios de equipos homologados generadores de radiaciones ionizantes o personal de laboratorio, que debe actuar ante posibles accidentes con sustancias radiactivas, es un problema de información, que se debe resolver al incorporar a los jóvenes en los proyectos.

SITUACIÓN ACTUAL

Los desarrollos actuales de la FPR se analizan conjuntamente en dos fases muy diferentes y de gran interés para todos los profesionales de la protección radiológica. La primera de ellas incluye los aspectos relacionados con la formación de los profesionales de la PR, los expertos cualificados en PR y las fases de acreditación y armonización. Si bien se considera que existe un acuerdo general entre profesionales y expertos expuestos a las radiaciones sobre la necesidad de una formación aceptable sobre los principios y prácticas de la protección radiológica, también es imprescindible el reconocimiento de esa formación en el ámbito de los países europeos. Este tema es de especial interés para un país como el nuestro en el que la formación universitaria es de calidad y la formación ocupacional regulada.

Entre los desarrollos realizados en el ámbito internacional, cabe destacar el programa de formación en protección radiológica y seguridad del OIEA, al que tal Organismo ha dado máxima

relevancia para garantizar la implementación de las normas básicas de seguridad.

En los últimos años, el OIEA ha realizado un gran esfuerzo en el citado proyecto basado en la mejora de la formación básica y especializada principalmente enfocada a la *formación de formadores* y en la promoción de programas sostenibles de formación en protección radiológica. El proyecto está previsto que se complete en el año 2010. Hasta el momento, se ha realizado un ejercicio piloto en radiografía industrial con éxito, pero deben realizarse más cursos de este tipo y se deben evaluar los resultados de forma apropiada para dotar de validez al sistema.

Otro de los aspectos que contribuyen a la mejora de los sistemas educativos, e incluso a la optimización de la educación y de la información, es la estandarización de los materiales didácticos de calidad y muy especializados propios de los diferentes grupos de trabajo.

Es de interés mencionar en este apartado la presentación exhaustiva de los materiales educativos elaborados por el OIEA, que se encuentran en fase de aprobación final y serán difundidos mediante una red de centros educativos de los diferentes países promovida asimismo por el Organismo [8].

Los materiales y herramientas educativas suponen hoy una cantidad de esfuerzos y recursos aparentemente dispersos; por ello será de interés difundir las diferentes posibilidades y facilitar mediante material de calidad el aprendizaje de la protección radiológica. En la conferencia de Madrid se han mostrado diversas experiencias educativas, cursos y proyectos educativos en PR basados en el uso de las nuevas

tecnologías, redes de formación, proyectos de educación a distancia, realidad virtual, etc. En el contexto nacional, el desarrollo de herramientas educativas de PR está teniendo un gran auge, portales con material didáctico comienzan a aparecer en las distintas áreas de trabajo y las plataformas de teleformación que soportan distintas actividades comienzan a hacer su aparición tanto en el entorno nacional como internacional.

Estas actividades son una facilidad para los alumnos por su flexibilidad para desarrollar los correspondientes entrenamientos. Sin embargo, la calidad de la materia, la evaluación, los trabajos prácticos y la acreditación por los organismos reguladores no son problemas resueltos todavía.

ESTRATEGIAS DE FUTURO

El análisis de las estrategias de futuro constituye uno de los temas de mayor significado e interés, ya que representan las actividades previstas en este campo por las organizaciones internacionales entre las que destaca, como ya se ha comentado, el compromiso de arrancar una red europea de formación en PR. El estudio reciente sobre el nivel de los expertos en PR realizado, en su mayor parte, a través de las Sociedades de Protección Radiológica, ha mostrado una amplia variedad en los sistemas de enseñanza y formación. El estudio concluye que es necesario alcanzar acuerdos internacionales sobre los criterios y cualificación de los expertos en PR de acuerdo con la Directiva y promover una estrecha cooperación con otras organizaciones y redes internacionales existentes.

Igualmente resultan de gran interés las iniciativas del OIEA para establecer una red entre centros educativos en temas de protección radiológica, con especial énfasis en la mejora de la calidad y la estandarización de materiales, supone un fuelle a la armonización. La colaboración que mantiene en estos momentos, en el campo de la educación, con los profesionales relacionados con las diferentes prácticas a través del IRPA, constituye un importante recurso para alcanzar los mismos objetivos. Es muy gratificante este importante esfuerzo de los Organismos Internacionales para abordar la implantación de las normas de seguridad y coordinar los esfuerzos en el campo de la FPR, principalmente a través de las sociedades de protección radiológica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe un acuerdo general sobre la necesidad de mejorar los niveles de educación de nuestra sociedad en el marco de los países miembros de la UE, por lo que se deben discutir las estrategias de cara al futuro, dentro del contexto europeo, y teniendo en cuenta la próxima incorporación de países que deben incorporarse a esos estándares de calidad en la educación.

Se deben estimular y promover para el futuro, dentro del contexto europeo, las iniciativas que contribuyan a armonizar y aumentar una cultura de PR común en Europa y fomenten su difusión. Se recomienda contribuir y ayudar en el proceso de armonización. Pero armonizar implica una buena circulación de la información entre todas las partes concertadas, incluyendo los organismos reguladores. La Plataforma edu-

cativa de formación, abordada a lo largo de este año por la UE, pretende realizar una aproximación de criterios y cualificaciones entre los diferentes países [9, 10].

Entre las prioridades debe figurar el desarrollo de una estrategia común para mejorar los programas educativos y prestar una especial atención a los conocimientos que favorezcan la seguridad y el control radiológico de las fuentes promoviendo siempre los aspectos prácticos.

Los organismos internacionales, en especial el OIEA, deben mantener su actitud de promoción de las iniciativas en formación en PR y ayudar a crear centros interconectados de formación de excelencia y material de formación de buena calidad en todos los idiomas oficiales de la Agencia.

Las asociaciones profesionales, principalmente la SEPR y el IRPA, están fomentando la función de sus grupos más directamente involucrados en las necesidades de enseñanza y formación de los profesionales de la PR, organizado a través de los Socios de IRPA. El grupo de trabajo recibe con agrado sugerencias sobre otras acciones que puedan realizarse para cuidar los intereses de los profesionales en PR en cuanto a conocimientos y formación. Asimismo, reconociendo el riesgo asociado a la radiación natural y a materiales radiactivos que se producen de forma natural, se recomienda que dichos aspectos también sean tratados en cursos de formación de la manera que se considere apropiada.

La acreditación, no sólo la específica para el experto cualificado, sino en general la de todos los tipos de entrenamiento y formación, es un tema que preocupa y debe desarrollarse en un futuro breve, la CE debe fomentar



iniciativas al respecto. También existe la necesidad de aclarar las funciones del experto cualificado. Se recomienda que las regulaciones posteriores a Directiva 96/29/EURATOM distingan de forma más clara entre experto cualificado y físico médico

El primer paso para el reconocimiento general de las cualificaciones dadas en cada país, será evaluar la eficacia de la formación proporcionada.

REFERENCIAS

1. Council Directive 96/29/ BSS for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionisation radiation. L 159/1.
2. OIEA. Normas Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación. Colección Seguridad; N° 115; 1997.
3. Radiation Protection: What are the future

training needs? Proceedings of the international conference. Radioprotection V-35. Saclay, 6-9; September, 1999.

4. European Radiation Protection Education and Training; H. Forsström, DG Research, Stephen Kaiser, DG Transport and Energy. European Commission. Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

5. Undergraduate teaching on radiation protection in medicine and dentistry: a proposal to Spanish universities; V. Pedraza Muriel; Professor of Radiology, University of Granada. Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

6. Análisis de la docencia pre-grado de la protección radiológica en la licenciatura de medicina en España. R. Ruiz-Cruces, M. Pérez Martínez, E. Vañó, J. Hernández Armas y A. Díez de los Ríos. Universidades de Málaga, Complutense y Tenerife. Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

7. Needs and requirements in industrial and research field; Juhel T. CEA. Saclay. INSTN. France. Lirsac. P.N.I. DIGITIP 2, Ministère à l'Industrie. Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

8. IAEA activities on education and training in radiation and waste safety: strategic approach for a sustainable system. K. Mrabit and G. Sadagopan; International Atomic Energy Agency. Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

9. Radiation Protection training and education Platform; J. Naegele, K. Schnuer; E.C. Radiation Protection Unit; L-2920; Libro de ponencias de la II Conferencia Internacional sobre Formación en Protección Radiológica. 17-19 septiembre; 2003 Editorial CIEMAT ISBN 84-7834; 2003.

10. Activities of the working party on education and training of the expert group according to article 31 of the EURATOM Treaty; J. van der Steen, NRG; S.A. Harbison, Winnats, United Kingdom; 2002.



**Sociedad Española
de Protección Radiológica**

huelva

**X CONGRESO NACIONAL
DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

SEPR 2005

21, 22 y 23 de SEPTIEMBRE

Control de Calidad en radiología dental intraoral: anomalías en el funcionamiento de los equipos radiológicos

M. Alcaraz¹, Y. Martínez-Beneyto², S. Jodar², E. Velasco³, M.C. García-Vera²

¹ Área de Radiología y Medicina Física. Facultad de Medicina/Odontología, Universidad de Murcia.

² Área de Estomatología, Facultad de Medicina/Odontología, Universidad de Murcia.

³ U.T.P.R. Asigma S.A.L.

RESUMEN

Se estudian 7.176 informes oficiales de control de calidad en radiodiagnóstico dental pertenecientes a clínicas dentales ubicadas en 37 provincias españolas y que corresponden a 16 Comunidades Autónomas diferentes, como consecuencia de la entrada en vigor del Real Decreto 2071/1995 sobre criterios de calidad en instalaciones de radiodiagnóstico, decreto posteriormente derogado y sustituido por el R.D 1976/1999 de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.

Los informes han sido elaborados por la U.T.P.R. Asigma S.A.L., empresa homologada por el Consejo de Seguridad Nuclear, y se han llevado a cabo desde 1996, tras la instauración de la nueva legislación, hasta el año 2001. Ello ha permitido realizar un seguimiento a lo largo de estos 5 años, pudiéndose observar las repercusiones de la instauración de esta legislación sobre el control de calidad en las instalaciones de radiodiagnóstico dental.

Los resultados han puesto de manifiesto que un 72,79 % de los informes revisados en el año 2001, cumplirían con las recomendaciones indicadas en la Guía Europea Radiation Protection 136, cuando se utilizan equipos que funcionen a 70 kVp, 8 mA, 2,5 mm de Al de filtración y 20 cm de longitud de colimador. Se han detectado anomalías en un tercio (30,59 %) de los equipos radiológicos revisados en el año 2001: en alcanzar el kilovoltaje descrito por el fabricante, en el tiempo de exposición, en el rendimiento y en la linealidad de algunos de los parámetros medidos en los equipos dentales.

Se han puesto de manifiesto averías en el funcionamiento correcto de la señal acústica-luminosa (6,86%), e incluso en algunos equipos está ausente. Estas alteraciones han ido descendiendo, estableciéndose para el año 2001 un 1,11%.

La dosis DSE media recibida en la exposición de un molar superior en el año 2001 fue de 3,12 mGy, valor que ha descendido un 18% tras cinco años de estudio.

Se han detectado mejorías a lo largo de los cinco años estudiados en algunos de los parámetros cuantificados aunque estas resultan insuficientes. Solamente el 72,79% de los informes revisados cumplirían las Recomendaciones recogidas en la Guía Europea anteriormente indicada que permite evitar un aumento significativo e innecesario en las dosis de radiación administradas.

ABSTRACT

7,176 official quality control reports on dental diagnostic radiology were studied, relating to dental clinics located in 37 Spanish provinces covering 16 different Autonomous Regions. The reports were issued as a result of the entry into force of Royal Decree 2071/1995 on quality control in General Diagnostic Radiology facilities, this Royal Decree was replaced by R.D 1976/1999.

The reports were written by the UTPR [Technical Unit of Radiological Protection] Asigma S.A.L., a company approved by the Nuclear Safety Council, and they correspond with the official reports issued during 1996-2001. This means that a 5-year period has been monitored in order to observe the impacts of the establishment of this legislation on quality control in intraoral dental diagnostic radiology facilities.

The results show that 72.79% of the reports checked in 2001 would comply with the European Union's official recommendations (70 kVp, 8 mA, >1.5 mm of Al and 20 cm collimator length). Significant alterations have been detected in a third (30.59%) of the



radiological equipment (alterations in kVp, time, performance and linearity of the equipment).

Defects in the acoustic-light signal have become apparent (6.86%), even some reports mentioned a total absence of the acoustic-light signal.

The average radiation dose used in the exposure of the upper molar in the last year is 3.12 mGy, a value that has decreased by 18% in the five years after the establishment of these regulations.

A slow and progressive improvement was detected in the period analysed. However, only the 72,79% of equipments perform the European Union's Official Recommendations on Dental Radiological Protection and this situation could avoid a significant and unnecessary increase in the radiation dose administered to the patient.

INTRODUCCIÓN

Desde que se decide formar la imagen de una estructura anatómica o patológica hasta que se realiza el diagnóstico sobre ella, se realiza una compleja actividad en la que están implicados diferentes procesos físicos, equipos y especialistas. A cada posible fallo en alguno de estos elementos cabe asociar un detrimento en la calidad de la imagen final, un aumento en la dosis de radiación que recibe el paciente, o ambos efectos [1].

La Organización Mundial de la Salud [2], establece la necesidad de realizar un Programa de Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico dental para asegurar tanto al paciente como al propio profesional una mínima protección radiológica frente a radiaciones ionizantes.

La Comunidad Económica Europea, de acuerdo con las directrices de la Comisión Internacional de Protección Radiológica y de la Comisión Internacional de Unidades Radiológicas a través de EURATOM ha establecido una serie de Directivas específicas [3-5] referentes a la protección radiológica que son de obligado cumplimiento en todos los Estados miembros previa trasposición a su legislación. En España, en 1996 entró en vigor el Real Decreto 2071/1995 [6], en el que con carácter de Norma Básica Sanitaria, se esta-

blece que todas las clínicas dentales con equipos de radiología dental intraoral, han de seguir anualmente un control obligado de calidad.

Posteriormente, el Real Decreto 1976/1999 [7], derogó al anterior realizando pocos cambios siendo algunos de estos la incorporación de unos criterios mínimos de calidad en radiodiagnóstico que debe de contemplar un programa de garantía de calidad. Entre estos criterios se encuentran las medidas de control de calidad del equipamiento radiológico. Para ello es necesario disponer de un estado de referencia inicial que sirva para comprobar periódicamente la estabilidad del equipo a lo largo de su vida útil, o hasta que se establezca un nuevo estado de referencia con el que se compararán los controles sucesivos. Además, este mismo Real Decreto alude a un sistema de auditoria que la autoridad competente establecerá para determinar si el programa de calidad se adecua a los objetivos previstos, cumple con las disposiciones reglamentarias que le sean de aplicación, y si se está implantando de forma efectiva, a efectos de su certificación.

En los programas de garantía de calidad (GC) se plantean dos tipos de auditorias: Auditoria interna, realizada por el personal de la propia unidad asistencial de radiodiagnóstico; y la auditoria externa, realizada por la Ad-

ministración Sanitaria u otra entidad con competencias sobre el nivel de calidad de la unidad asistencial de radiodiagnóstico. Estas auditorias externas son realizadas fundamentalmente por Unidades Técnica de Protección Radiológica, empresas que han de estar homologadas por el Consejo de Seguridad Nuclear para la realización de las mismas.

La base legal para el control de calidad de las instalaciones afectadas fueron reguladas inicialmente mediante el R.D. 1891/1991 [8], de 30 de diciembre, sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico, y es éste texto el que regula la función de las UTPR.

Los resultados de estas auditorias externas deben documentarse en informes que serán parte de los programas de garantía de calidad [1].

Nuestro estudio ha permitido el análisis de forma individualizada de un total de 7.176 informes oficiales de control de calidad pertenecientes a instalaciones radiológicas dentales distribuidas en 16 Comunidades Autónomas. Esto ha supuesto la obtención, por una parte, de la situación inicial en la que se encontraba la radiología dental intraoral en España (1996), y posteriormente las modificaciones observadas tras los 4 años de estudio posteriores (1998-2001).

MATERIAL Y MÉTODO

Se ha realizado un estudio de 7.176 informes oficiales de control de calidad en radiodiagnóstico pertenecientes a clínicas odontológicas durante las cinco primeras revisiones efectuadas tras la instauración del la entrada en vigor del Real Decreto 2071/1995, en la que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.

La auditoria externa realizada a las instalaciones radiológicas dentales ha sido llevada a cabo por la Unidad Técnica de Protección Radiológica ASIG-MA, S.A.L., empresa homologada por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Las clínicas dentales son instalaciones fundamentalmente de carácter privado y se encuentran ubicadas en 37 provincias españolas que corresponden a 16 Comunidades Autónomas diferentes. Todas las instalaciones estaban previamente autorizadas como Instalaciones de Rayos X por el Consejo de Seguridad Nuclear, lo cual pone de manifiesto que, previamente, ya habían sido verificadas por diversas Unidades Técnicas de Protección Radiológica.

De dichos informes se han obtenido las variables referentes a alteraciones descritas en el funcionamiento del aparato de radiología intraoral. Se ha recogido la marca y el modelo de la instalación así como el valor del kilovoltaje, miliamperaje y filtración a la que funcionan cada uno de los equipos radiológicos intraorales.

Los informes de control de calidad describen alteraciones en el funcionamiento de los equipos de rayos X cuando los valores obtenidos durante cinco exposiciones consecutivas muestran variaciones superiores al $\pm 10\%$ en el kV y en el mA determinado respecto al descrito por el fabricante, o cuando el tiempo seleccionado presenta diferen-

cias superiores al $\pm 10\%$. De igual forma, los informes oficiales emitidos describen las anomalías encontradas en el rendimiento, la reproducibilidad y la linealidad de los equipos cuando se encuentran diferencias superiores al $\pm 10\%$ entre los valores determinados.

Además se han estudiado las variables referentes a la existencia o no del disparador y el tipo de disparador del aparato de rayos X, así como alteraciones en el funcionamiento correcto de la señal acústica-luminosa, siendo estas cuando no se oye el disparo o la señal luminosa no se ve reflejada.

Se ha determinado la dosis media de radiación (en mGy) establecida para obtener una imagen radiográfica del segundo molar superior y en las condiciones habituales en las que se trabaja en cada sala. Para ello se ha utilizado un detector de semiconductor (PMX, España) y en ocasiones se ha controlado la medida con dosímetro de termoluminiscencia (TDL) (GR-200r, Conqueror Electronics Technology Co, China) suministrados y leídos por el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas del Ministerio de Ciencia y Tecnología). No se ha tenido en cuenta el efecto de la retrodispersión en el valor numérico de dosis obtenido en los informes de control de calidad, situación que no hemos modificado para mantener una estricta fidelidad con los datos incluidos en los informes oficiales analizados.

Posteriormente se ha realizado una comparación de grupos mediante un análisis de varianza complementado con contrastes de igualdad de medias con el método de la mínima diferencia significativa, considerándose estadísticamente significativo cuando los valores de p son inferiores a 0,05

($p < 0,05$). La relación entre variables cuantitativas se ha realizado mediante Análisis de Regresión y Correlación Lineal.

RESULTADOS

El número de modelos de equipos radiológicos se ha ido incrementado considerablemente durante las cinco revisiones efectuadas, alcanzando 63 modelos diferentes de equipos pertenecientes a 23 marcas o casas comerciales. Sin embargo, en el año 2001, el 65,88% (1.882/1.240) de las instalaciones revisadas dispone de aparatos de la casa Trophy, seguida de Gendex-Philips con un 10,73% (1.882/202) (Tabla I).

a) Características de los aparatos de radiología intraoral

Las características físicas de los aparatos de radiología intraoral encontrados oscilan entre los 50 kVp y los 70 kVp, pudiéndose observar que a lo largo de los cinco años, se ha puesto de manifiesto un descenso de los que funcionan a valores pequeños y un aumento del número de equipos que cumpliría con las recomendaciones oficiales de utilizar aparatos que funcionen a 70 kVp. En este sentido destacar que para el año 1996-97, un 61,67% (1.370/845) de los equipos funcionaba a 70 kVp, valor que se establece en un 72,79% (1.882/1.370) para el año 2001; es decir, la mejoría observada es del 11,12% tras cinco años de estudio (Figura 1).

Algo similar ha sucedido con los valores de miliamperaje a los que funcionan las instalaciones, ya que el 79,8% (1.882/1.502) de los aparatos revisados para el año 2001 funciona a



Tabla I: Relación de marcas de aparatos de radiología intraoral determinadas en el estudio pertenecientes a la quinta revisión (2001)

MARCA DEL EQUIPO	NÚMERO DE APARATOS	PORCENTAJE (%)
TROPHY	1.240	65,88
GENDEX-PHILIPS	202	10,73
SATELEC	119	6,32
ARDET	81	4,30
TAKARA-BELMONT	70	3,71
SIEMENS	44	2,33
CASTELLINI	31	1,64
VILLA	18	0,95
SIN IDENTIFICAR	14	0,74
FIAD	13	0,69
CIAS	12	0,63
OTROS	38	2,01
TOTAL	1.882	100 (%)

valores de 8 mA, valor recomendado por la Unión Europea, siendo aquí la mejoría observada ligeramente inferior (4,11%) a la descrita para el kilovoltaje.

Durante la primera revisión que ha servido como punto de partida para este estudio, se ha puesto de manifies-

to que la filtración del haz primario de radiación recogida en los informes ha sido muy dispersa, ésta ha variado desde los 0 mm de Al hasta 3,4 mm de Al, siendo el valor recomendado el de 1,5 mm de Al para equipos que funcionen hasta 70 kVp y de 2,5 mm de Al para instalaciones con valores

superiores de kVp. En esta primera revisión se ha mostrado que un 98,97% (1.370/1.356) de los equipos incorpora valores de filtración de 1,5 mm de Al. En el año 2001, un 62,16% (1.882/1.170) de los equipos dispone de 2,5 mm de Al, valor muy superior al 36,49% (1.370/500) observado en el año 1996-97; sin embargo, se han descrito 3 instalaciones donde no existe ningún tipo de filtración.

El 88,02% (1.370/1.206) de las instalaciones revisadas en el año 1996 disponen de colimadores de 20 cm de longitud, situación que sería la ideal y que en el año 2001 supone el 90,11% (1.882/1.696) de la muestra. Cabe destacar que se han observado valores que varían desde la inexistencia del mismo hasta 70 cm de longitud.

El 14,05% (1.252/176) de las instalaciones revisadas durante el primer año de estudio utiliza un sistema disparador fijo instalado fuera de la sala de exploración, aunque el 84,66% (1.252/1.060) de las instalaciones cumpliría las recomendaciones oficiales de la Unión Europea al disponer de un cable alargador de una longitud mayor de 2 metros. La evolución observada pone de manifiesto que durante los cuatro años consecutivos de estudio se ha producido un descenso en el número de instalaciones que disponían de cables alargadores de al menos 2 metros de longitud (62,22%: 1.882/1.171), aumentando las instalaciones con pulsadores fuera de la sala de exploración (22,55%). Además se han encontrado situaciones como la utilización de cables alargadores de menos de 1 metro de longitud, disparadores fijos situados dentro de la propia sala donde se realiza el disparo y pulsadores retardados, situaciones que no cumplirían con la legislación actual.

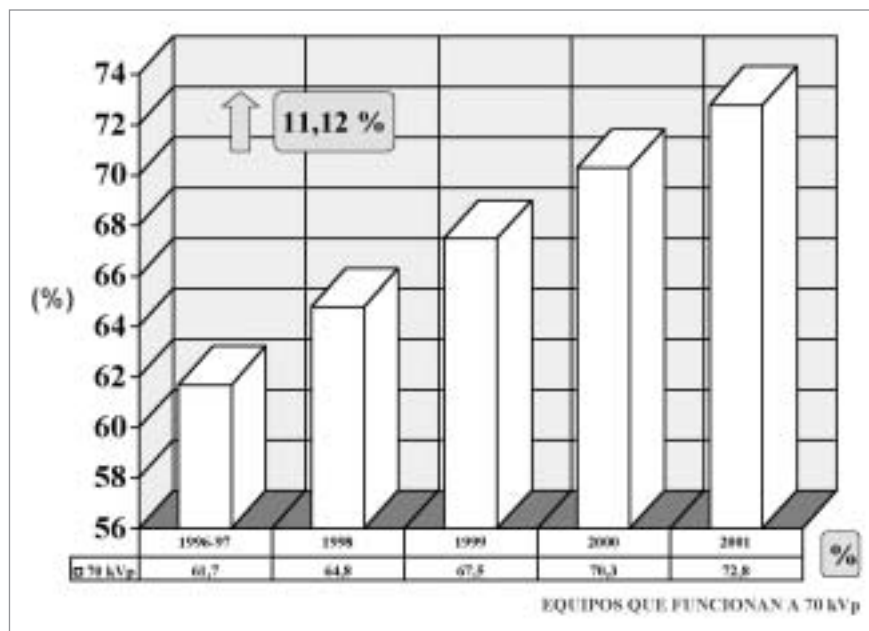


Figura 1: Evolución del número de equipos radiológicos que funcionan a 70 kVp.

En el primer año de estudio (1996-97) se ha observado que en el 93% (1.370/1.274) de los informes revisados disponen de una señal acústica-luminosa que funciona correctamente; sin embargo, en el resto de las instalaciones o no funciona por avería o carecen de ella. En el último año de estudio (2001) solamente un 1,11% (1.882/21) de las instalaciones funcionan incorrectamente.

b) Anomalías encontradas

El 9,92% (1.370/136) de las instalaciones revisadas durante los años 1996-1997 presentaban alteraciones superiores al 10 % en alcanzar el kVp descrito por el fabricante del aparato. Cerca del 6,7% (1.370/92) de los equipos presentaban alteraciones en el tiempo de exposición marcado por el cronómetro del aparato. Hasta un 9,4% (1.370/129) de los equipos revisados mostraba desviaciones superiores al 20% en el rendimiento del tubo de rayos X (dosis de radiación por unidad de tiempo). Otras alteraciones importantes se han detectado con una frecuencia mucho menor: desviaciones en la reproducibilidad de la dosis (0,68%: 1.370/3); desviaciones en la reproducibilidad del tiempo (0,68%: 1.370/3); o alteraciones en la linealidad del tubo de rayos X (3,94%: 1.370/54).

Los resultados obtenidos del estudio de los informes oficiales pertenecientes al año 2001 han puesto de manifiesto que el 8,92% (1.882/168) de las instalaciones presentaban alteraciones en alcanzar el kVp descrito por el fabricante, un 14,24% (1.882/268) alteraciones en cuanto al tiempo de exposición, cerca del 4,09% (1.882/77) presentaba alteraciones en el rendimiento

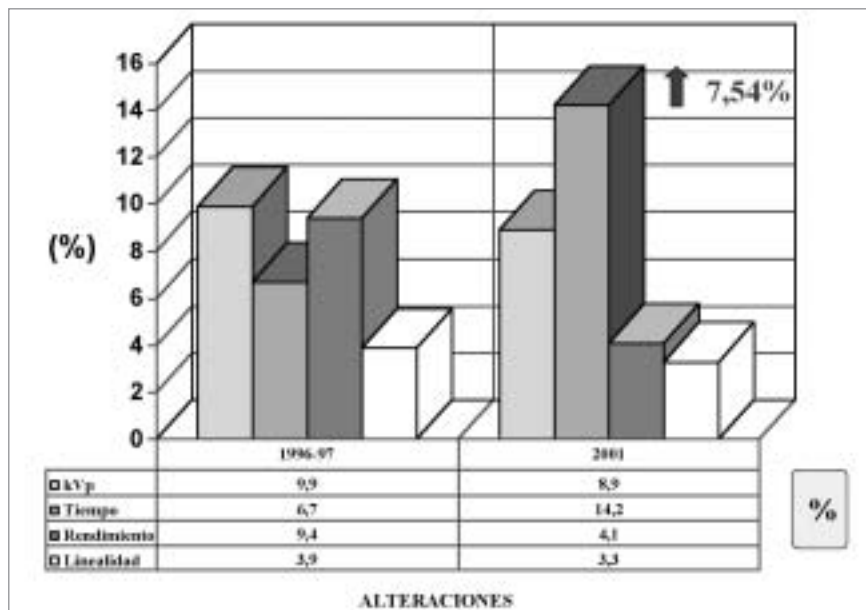


Figura 2: Evolución en el número de equipos con alteraciones en su funcionamiento.

miento del tubo de rayos X y un 3,34% (1.882/63) de las instalaciones alteraciones en la linealidad del tubo de rayos X (Figura 2).

c) Dosis media de radiación

La dosis de radiación estimada para la exposición del segundo molar superior y en las condiciones habituales de cada instalación revisada ha puesto de manifiesto que una dosis inferior a 5 mGy es la empleada en el 79,62% (1.345/1.071) de las instalaciones odontológicas para el año 1996-97, y alcanzaría hasta el 97,84% de las mismas (1.345/1.316) si se establece en 10 mGy la dosis máxima empleada para obtener dicha imagen radiológica. Dosis superiores se han determinado en el 2,15% (1.345/29) de las clínicas, llegando a alcanzar como valor máximo individual los 42,5 mGy en sólo una de las instalaciones revisadas. La dosis media empleada en dicha exploración es de 3,84 mGy. En

nuestro estudio, ya durante la primera revisión efectuada en el año 1996-97 se ha puesto de manifiesto que el 92% (1.370/1.260) de las instalaciones cumpliría con las recomendaciones oficiales de la Unión Europea de utilizar dosis máximas de radiación inferiores o iguales a los 7 mGy (Figura 3).

En la revisión correspondiente al año 2001, prácticamente la totalidad de las instalaciones emplearían dosis medias inferiores a los 10 mGy (99,57%: 1.882/1.878) y un 97,98% (1.882/1.848) cumpliría con las recomendaciones oficiales de la Unión Europea de utilizar dosis inferiores a los 7 mGy. Los valores máximos encontrados de radiación son 27,6 mGy y 45 mGy y la dosis media administrada es de 3,123 mGy (Figura 4). La instauración de esta legislación de control de calidad ha supuesto una disminución en las dosis medias empleadas del 18,75 % en tan sólo cinco años de estudio.

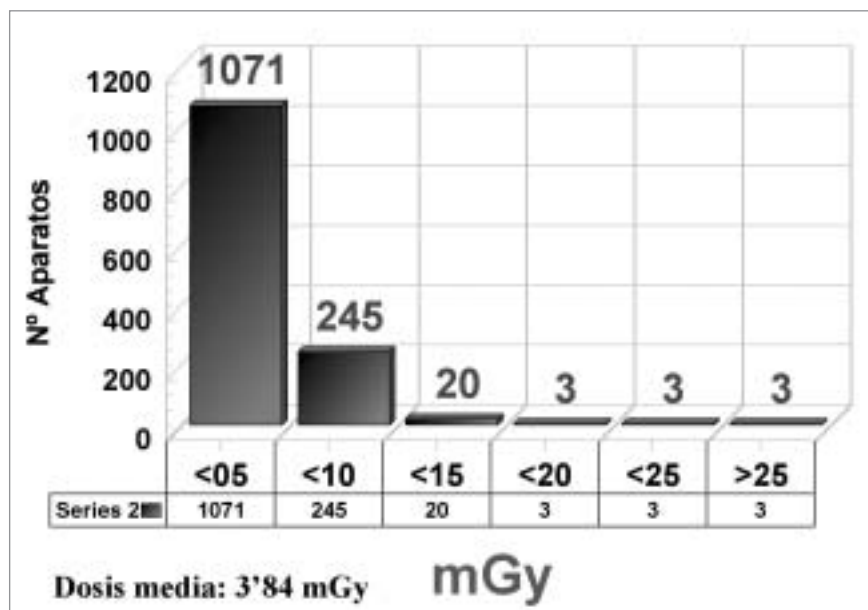


Figura 3: Dosis administrada en las clínicas dentales: Año 1996-97.

Los resultados del análisis estadístico realizado ponen de manifiesto que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las dosis administradas por diferentes equipos

radiológicos; es decir, existen ciertas marcas (Castellini y Villa) que ante las mismas condiciones están irradiando más que el resto de instalaciones radiológicas dentales.

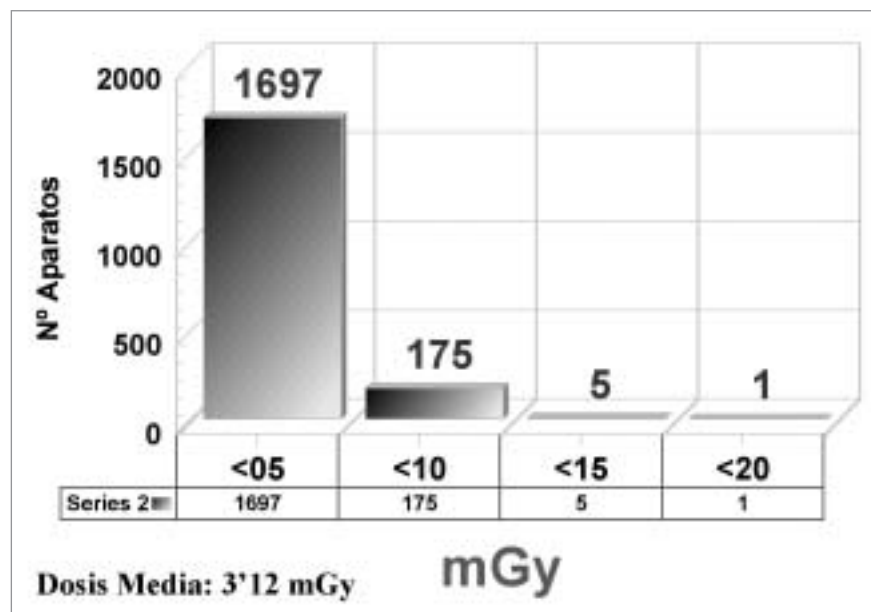


Figura 4: Dosis administrada en las clínicas dentales: Año 2001.

La utilización de equipos radiológicos dentales que cumplan con las recomendaciones oficiales de la Unión Europea (70 kVp, 2,5 mm de Al, 20 cm de longitud de colimador) [9] disminuye significativamente ($p < 0,05$) las dosis de radiación emitidas frente al resto de instalaciones radiológicas.

Averías en la señal acústica-luminosa de los equipos radiológicos provoca un aumento significativo ($p < 0,05$) en la dosis de radiación ionizante administrada a los pacientes.

DISCUSIÓN

En la actualidad, el número de exámenes radiológicos médicos realizados anualmente en España se ha establecido en **25.058.622**; es decir, se realizan **629** exámenes radiológicos por cada **1.000** habitantes [10, 11] y aproximadamente un **20,85 %** de estos (**5.226.823**) pertenecen a exámenes radiológicos dentales.

La tasa de exposiciones dentales anual española (**131 exámenes/1.000 habitantes**: 5.226.823) es inferior a la de la mayoría de países de la Unión Europea [11]. Así, en el Reino Unido, el número de instalaciones dentales se sitúa en 39 consultas/100.000 habitantes, con un total de 16 millones de exploraciones radiográficas dentales anuales para el año 1994 [12]. Este valor se ha visto incrementado en otros 2 millones más de exploraciones para el año 2001 [13].

Debido a este aumento progresivo en el número de exploraciones radiológicas dentales de los últimos años se está realizando un especial esfuerzo en intentar reducir las dosis de radiación administradas en las mismas [12, 14-18]. La entrada en vigor del R.D. 2071/1995 (1995) [6] por el cual

toda instalación radiológica dental ha de realizar obligatoriamente controles de calidad anuales, ha permitido cuantificar datos que ponen de manifiesto la situación en la que se encuentra la radiología dental de nuestro país [19]. Esta información constituye un punto de partida que era desconocido hasta ahora, y que en estos momentos permite evaluar la actuación de los profesionales en nuestro entorno cercano. De este modo, el conocimiento del funcionamiento de los equipos radiológicos y de las medidas llevadas a cabo durante el proceso de obtención de la imagen permitirán reducir considerablemente los riesgos de exposición al paciente y al trabajador expuesto a radiación ionizante [20-22].

Según el censo de instalaciones radiológicas dentales proporcionado en el informe UNSCEAR para el año 2000 [10, 11] que establece en 7.327 las instalaciones dentales en territorio español, se puede determinar que nuestro estudio analiza las características referentes al 25,68% del total de las instalaciones dentales con radiología intraoral de nuestro país.

En nuestro estudio, las características de la radiología dental intraoral española quedan recogidas por primera vez tras el análisis realizado a los informes elaborados por la U.T.P.R. Asigma S.A.L, durante el año 1996-97; año en que entró en vigor el Real Decreto aprobado en Diciembre de 1995. Dicha legislación incorporó la referencia a las dosis de los pacientes, que no venía recogida en su antecesora, el R.D. 1891/1991 de 30.12.1991, mediante la cual se regulaba la instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico, desarrollado en el anexo I, especificación Técnica 4ª. Es-

tas leyes han quedado derogadas actualmente por el R.D. 1976/1999.

Aunque la entrada en vigor de dicha legislación fue lenta, progresiva y sólo un pequeño número de instalaciones dentales se incorporaron a su cumplimiento durante los primeros momentos, esta información oficial constituye la primera aproximación cuantitativa a la realidad radiológica dental. Por ello, se han podido observar algunas carencias en la recogida de datos con respecto a años posteriores, en los que posiblemente el protocolo de actuación fue modificándose, ampliándose y adaptándose a la realidad social ante situaciones nuevas de las que se carecía de cualquier experiencia previa. Cabe destacar que teniendo en cuenta los datos de partida referentes al año 1996-97 y comparándolos con el año 1998, los resultados obtenidos muestran una situación peor que la obtenida durante el año inicial porque en los años siguientes se pone de manifiesto una mejoría significativa con respecto a estos años de partida.

Los equipos radiológicos dentales para radiología intraoral usados en nuestro país presentan características físicas (kVp, mA y filtración) similares a las utilizadas en el resto del mundo industrializado, ya que son fabricados generalmente por empresas multinacionales [23, 24]. Se puede apreciar una ligera mejoría respecto a los resultados descritos por otros autores que reflejan aparatos que funcionan con valores extremos de 45 kVp y 90 kVp [25, 26], que no son atribuibles sólo a los años de diferencia respecto de nuestro estudio, ya que siguen describiéndose estos tipos de aparatos recientemente, e incluso entre las escuelas y Facultades de Odontología de Estados Unidos [27]. Otros estudios como el de SALT

y WHAITES [28], describen que el 45% de los odontólogos sirios siguen utilizando aparatos que funcionan con kilovoltajes de menos de 50 kVp.

Nuestro estudio pone de manifiesto que el 96% de las clínicas odontológicas utilizan aparatos intraorales con kilovoltajes comprendidos entre 60 y 70 kVp. Situación significativamente mejor que la descrita en Dinamarca hace casi 10 años, en donde sólo el 40% de las instalaciones dentales funcionarían con aparatos de estas características. En nuestro estudio y para el año 2001 sólo el 72,79% de los equipos dentales revisados en nuestro estudio funcionarían con los valores recomendados por la Unión Europea (70 kVp), aunque se pone de manifiesto una evolución positiva, ya que un 11,12% de los profesionales han cambiado sus equipos antiguos durante estos cinco años de estudio. Países más industrializados como Estados Unidos y Canadá describen que el 88% de las instalaciones radiológicas dentales dependientes de Facultades de Odontología funcionan con 70 kVp actualmente [27].

Con respecto al miliamperaje de los equipos, los valores determinados en nuestro medio oscilan entre los 7 mA y los 12 mA, destacando que sólo el 79,8% de los equipos revisados funcionan con 8 mA, valor recomendado por la Unión Europea. Estos resultados se han incrementado en un 4,11% durante los cinco años de estudio, por lo que la evolución ha sido lenta pero positiva. Son muy escasos los estudios publicados que recogen éste parámetro en otros países. En Finlandia, la situación es más flexible oscilando los parámetros encontrados entre los 5 y 15 mA; aunque estos resultados están referenciados al año 1988 [9] [25] y



necesariamente se deben considerar desfasados en la realidad en estos momentos.

Sin embargo, la existencia de equipos anticuados y desfasados no sólo se observa en los países menos desarrollados como es la situación de Siria en donde cerca del 16% de los equipos que funcionan tienen más de 20 años [28]; sino que en países desarrollados como Australia, se han publicado estudios en hospitales que ponen de manifiesto que el 25% de los equipos de radiodiagnóstico médico (incluidos los dentales) se consideran que funcionan incorrectamente, bien por incumplimiento de las recomendaciones oficiales de la legislación sobre el empleo de aparatos con ciertas características físicas o porque se trataba de equipos antiguos y desfasados que presentaban limitaciones tecnológicas [29].

A pesar de todo, los aparatos de radiología intraoral son fabricados por grandes marcas o multinacionales que ofertan un tipo característico de equipo, tradicionalmente considerado como el más sencillo de todo el radiodiagnóstico médico, aunque suficiente para la odontología. Sin embargo, existe un escaso servicio de mantenimiento aportado por las marcas comerciales que posibilita la perdurabilidad de las averías que pudieran producirse en los mismos. Las alteraciones de los parámetros físicos detectados en los aparatos intraorales muestra que aproximadamente un tercio de los equipos revisados anualmente (31,7%) presentan alteraciones significativas (kVp, tiempo exposición, rendimiento, linealidad, señal acústica) en el momento de las revisiones de control de calidad en el año 2001; incidencia que ha mejorado respecto a la primera

revisión (1996-97), en donde alcanzaba un 38,18%. Quizás, la frecuencia constante obtenida en este estudio pueda también poner de manifiesto que un tercio de todos los aparatos de radiología intraoral sufren una avería significativa cada año.

Actualmente se acepta que el empleo de equipos de radiología dental con un potencial constante de las unidades de rayos X (recomendación de 70 kVp, 8 mA), la distancia foco-piel recomendada (20 cm) y una filtración correcta del haz igual o superior a 1,5 mm de Al, permiten reducir considerablemente la dosis de exposición al paciente [12, 14, 20]. Estos parámetros son detectados mediante los actuales informes de control de calidad, por lo que puede considerarse que sólo el 72,79% de las instalaciones revisadas durante el último año podrían cumplir con dichas recomendaciones oficiales, observándose una mejoría del 11,12% con respecto a la situación de inicio. En un estudio realizado por ZHANG y col. [30], se pone de manifiesto que la utilización de un colimador rectangular, junto a una distancia de longitud de cono de 20 cm y un valor de filtración de 2 mm de Al de espesor reducen las dosis absorbidas en el paciente en un 90%.

Nuestros resultados ponen de manifiesto que la dosis media de radiación estimada para la exposición de un molar superior en nuestro medio es de 3,84 mGy para el año 1996-97, valor que se sitúa en 3,123 mGy tras los cuatro años posteriores. En Europa se han publicado diferentes estudios con dosis medias similares o ligeramente superiores a las determinadas en nuestro estudio: 3,8 mGy en Grecia [24], valor que difiere al descrito por SYRIOPOULOS y cols. [31] también en Gre-

cia (6,9 mGy); 3,9 mGy en Reino Unido [32]; y a valores ligeramente superiores de 4,2 mGy en Alemania [33]. Estudios similares realizados en distintas Universidades españolas ponen de manifiesto dosis medias de 3,5 mGy, aunque se debe reseñar que la mayoría de las instalaciones en las que se realizó el estudio utilizaba películas de sensibilidad E [17], circunstancia casi excepcional en nuestro estudio, ya que solamente se ha detectado un 10,24% de clínicas dentales que emplee este tipo de películas radiográficas más sensibles en el año 2001.

En nuestro país el 92% de las instalaciones radiológicas empleaban dosis de radiación inferiores a los 7 mGy (considerada como la dosis de referencia para obtener una imagen radiológica de un segundo molar superior hasta el año pasado) en el año 1996-97 [18, 34] y que han ido aumentando hasta el 97,98% durante el año 2001 [34]. Tras las últimas recomendaciones oficiales de la Unión Europea para radiología dental [9], esta dosis de referencia se ha reducido hasta 4 mGy (recomendación 5f), siendo el 73,39% de las instalaciones dentales españolas las que alcanzan a cumplir dicha recomendación en el año 2002 [35], ya que hemos determinado que el 75% de las instalaciones radiológicas dentales españolas (tercer percentil) emplean dosis de radiación inferiores a 4,8 mGy [36].

CONCLUSIONES

Pese a la incorporación progresiva durante estos cinco años de estudio de equipos radiológicos modernos, eliminándose los más antiguos, solamente el 72,79% de las instalaciones revisadas en el año 2001 cumplirían

las recomendaciones oficiales de la Unión Europea (70 kVp, 8 mA y 1,5 mm de Al).

La incorporación de la nueva legislación ha supuesto un descenso importante en las dosis medias de radiación empleadas a lo largo del estudio. Por el contrario, se ha mantenido constante a lo largo de los cinco años de estudio el número de instalaciones que presentan anomalías físicas en el funcionamiento correcto de los equipos radiológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. SEFM y SEPR. Revisión 1 del Protocolo español de control de calidad y radiodiagnóstico - Aspectos técnicos; 2002.
2. OMS (Organización Mundial de la Salud). Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico. OMS y OPS (Organización Panamericana de Salud). Publicación Científica nº 469. Ginebra; 1984.
3. European Union. Council Directive 84/466 Euratom, laying down the basic measures for the radiation protection of persons undergoing medical examination or treatment. Official Journal of the European Communities No L 265, 5th October 1984: 1-3.
4. European Union. Council Directive 96/29 Euratom, on health protection of sanitary persona and persons undergoing ionizing radiation. Official Journal of the European Communities No L 159, 29th June pág: 1-114; 1996.
5. European Union. Council Directive 97/43 Euratom, on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466 Euratom. Official Journal of the European Communities No L 180, 9th July 1997: 22-7.
6. BOE. Real Decreto 2071/1995, del Ministerio de Sanidad y Consumo por el que establecen los criterios de control de calidad en radiodiagnóstico.
7. BOE. Real Decreto 1976/1999, del Ministerio de Sanidad y Consumo, Reglamento sobre el establecimiento de los criterios de calidad en radiodiagnóstico. En: Boletín Oficial del Estado, 29 de Enero 1999: 45891-900.
8. BOE. Real Decreto 1891/1991, del Ministerio de Industria y Energía, Sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. En: Boletín Oficial del Estado, 3 de Enero 1992: 138-48.
9. European Commission. European Guideli-

- nes on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practices. Rad. Prot. 136; 2004.
10. Vaño E., Tobarra B., Bezares M. Los datos de las exposiciones médicas en España para el informe UNSCEAR 2000. Revista de Física Médica 1: 51-60; 2000.
11. Vaño E. Las exposiciones médicas en UNSCEAR 2000 y los datos del Comité Español. Radioprotección 30(9): 14-19; 2001.
12. Horner K. Review article: radiation protection in dental radiology. Br. J. Radiol. 67: 1041-1049; 1994.
13. Brown J. E. Advances in dental imaging. Prim. Dent. Care. 8(2): 59-62; 2001.
14. Horner K., Hirschmann P. N. Dose reduction in dental radiography. J. Dent. 18: 171-184; 1990. Alcaraz M., Martínez-Beneyto Y., Velasco E. Control de calidad en instalaciones de radiodiagnóstico dental. Revista Europea de Odontostomatología 11: 265-274; 1999.
15. Stelt, Van der P.F. Radiation protection and quality assurance in dental radiography. A treatise from of European Community. Rev. Belge. Med. Dent. 51: 111-122; 1996.
16. Alcaraz M., Martínez-Beneyto Y., Velasco E. Control de calidad en instalaciones de radiodiagnóstico dental. I Jornadas Universitarias de Protección Radiológica en Radiodiagnóstico. Málaga. Libro de resúmenes p. 54; 1999.
17. González L., Vaño E., Fernández R. References doses in dental radiodiagnostic facilities. Br. J. Radiol. 74(878): 153-6; 2001.
18. Alcaraz M., Martínez-Beneyto Y., Pérez L., Jódar S., Velasco E. Canteras M. The status of Spain's dental practices following the European Union directive concerning radiological installations. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. (aceptado, en prensa).
19. Martínez-Beneyto Y., Alcaraz M., Velasco E. La radiología dental intraoral en la práctica privada. XXI Congreso Nacional y VIII Internacional de la SEÖEPC, Murcia, p. 18; 1999.
20. Alcaraz M., Jódar-Portlán S., Martínez-Beneyto Y., Velasco E., Chiva-García F. La radiología panorámica en el radiodiagnóstico dental. Revista Europea de Odontostomatología 12 (5): 263-270; 2000.
21. Alcaraz M. Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico. Murcia: Universidad de Murcia; 2001.
22. Martínez-Beneyto Y., Alcaraz M., Pérez L., Jodar S., Velasco E. Modificación en la actuación radiológica dental: valoración tras cuatro años de estudio. Archivos de Odontostomatología 19 (5): 296-307; 2003.
23. Hintze H. Radiographic screening examination: frequency, equipment, and film in general dental practice in Denmark. Scand. J. Res. 101 (1): 52-56; 1993.

24. Yakoumakis E.N., Tierris C.E., Stefanou E.P., Phanourakis I.G., Oroukakis C.C. Image quality assessment and radiation doses in intraoral radiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 91: 362-8; 2001.
25. Havukainen R. Survey of dental radiographic equipment and radiation doses in Finland. Acta Radiol. 29: 481-485; 1988.
26. Nakfoor C. A., Brooks S. L. Compliance of Michigan dentists with radiographic safety recommendations. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 73 (4): 510-513; 1992.
27. Geist J. R., Katz J. O. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 93 (4): 496-505; 2002.
28. Salti L., Whaites E. J. Survey of dental radiographic services in private dental clinics in Damascus, Syria. Dentomaxillofac. Radiol. 31 (2): 100-5; 2002.
29. Tuchyna T., Wilkinson S., Jacob C.S. Compliance testing of medical diagnostic x-ray equipment: three years' experience at a major teaching hospital in Western Australia. Australas. Phys. Eng. Sci. Med. 25 (1): 22-30; 2002.
30. Zhang G., Yasuhiko O., Hidegiko Y. Absorbed doses to critical organs from full mouth dental radiography. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 34 (1): 5-8; 1999.
31. Syriopoulos K., Velders X.L., Sanderink G.C., Van Der Spelt P.F., Van Ginkel F.C., Tsi-klak K. Mail survey of dental radiographic techniques and radiation doses in Greece. Dentomaxillofac. Radiol. 27 (6): 321-8; 1998.
32. Napier I. D. Reference doses for dental radiography. Br. Dent. J. 186 (8): 392-396; 1999.
33. Cohnen M., Kemper J., Mobes O., Pawelzik J., Modder U. Radiation dose in dental radiology. Eur. Radiol. 12 (3): 634-7; 2002.
34. Martínez-Beneyto Y., Alcaraz M., Pérez L., Jodar-Portlán S., Saura-Iniesta A.M. Radiation protection and quality assurance in dental radiology in Spain: I. Intraoral Radiography. In: International Atomic Energy Agency, editors. International Conference of Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy. Vienna; 2001. p. 110-3.
35. Alcaraz M., Martínez-Beneyto Y., Jódar S., Saura-Iniesta A.M., Velasco E. Development of intraoral dental radiology after the establishment of new quality control legislation in Spain. In: 11th International Congress of the International Radiation Protection Association, May 23-28; Madrid: IRPA, 2004: 56 (2a2): 1-10).
36. Alcaraz M., Velasco E., Canteras M. Dose reduction of intra-oral dental radiography in Spain. Br. J. Radiol. (en prensa).

Actualización de temas relacionados con el riesgo de radiación y la obtención de imágenes pediátricas por tomografía computerizada

Lane F. Donnelly MD

Departamento de Radiología, Centro Médico del Hospital Infantil de Cincinnati, Cincinnati OH

RESUMEN

El uso de la tomografía computerizada en pediatría aumenta rápidamente y con ello la dosis recibidas por los enfermos. Artículos recientes demuestran que se abusa innecesariamente de la nueva técnica y con ello aumenta el riesgo de cáncer en los enfermos afectados. El artículo discute las estrategias al uso para reducir las dosis de radiación sin disminuir las ventajas de tal técnica. Las dosis pediátricas se pueden reducir ajustando el haz fotónico a la densidad y dimensiones del paciente; en algunos equipos, modulando automáticamente la corriente y la tensión del tubo hasta valores idóneos sin perjudicar la calidad de la imagen. También se reducen las dosis aumentando la velocidad de rotación y de avance de la máquina, limitando la exploración a la zona de interés y utilizando blindajes que protejan los tejidos más sensibles. Sin embargo, el artículo defiende el uso prudente de la tomografía computerizada y recomienda, siempre que sea posible, la utilización de técnicas de exploración complementarias no radiactivas.

ABSTRACT

The use of computerized tomography in paediatrics is rapidly increasing and with that the dose received by the patients. Recent publications show that the new technique is overused and therefore the cancer risk is increasing in paediatric patients. The article discusses the strategies in use to reduce the radiation doses without losing the advantages of the new technique. Paediatric doses can be reduced adjusting the photon beam to the density and dimensions of the paediatric patient, in new equipment modulating automatically the current and the tension in the cathodic tube to the optimum values without impairing the quality of the image. Doses can also be reduced increasing the rotation velocity and the pitch of the gantry, limiting the exploration to the region of interest and using shielding to protect the most sensitive tissues. Nevertheless, the article defends the prudent use of computerized tomography and recommends, whenever possible, the use of complementary non ionizing radiation techniques

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas se ha producido un marcado aumento en la frecuencia de uso de la tomografía computerizada (TC) para la obtención de imágenes médicas. Las últimas estimaciones apuntan a que, en los Estados Unidos, el 15% de las exploraciones se realiza mediante esta técnica, a la cual se le atribuye el 70% de las dosis de radiación recibidas por los pacientes para la obtención de imágenes [1]. Se ha estimado que durante el año 2000 se realizaron en los Estados Uni-

dos alrededor de 57 millones de TCs, de las cuales al menos 2,7 millones fueron a niños menores de 15 años [1, 2]. Aunque uno de los objetivos del Hospital Infantil de Cincinnati es minimizar las dosis de radiación infantiles atribuible a la TC mediante diversos mecanismos, entre otros el de una correcta utilización, también hemos observado tendencias hacia un pronunciado aumento en el número de TCs realizadas. De 1997 a 2002, el número de TCs abdominales aumentó en un 212% en esta institución.

¿A qué se debe este aumento de TCs para la obtención de imágenes médicas? Parte de la respuesta está en el notable avance de la tecnología. Con la adquisición volumétrica de imágenes y la rapidez con la que se pueden obtener ahora las imágenes por TC, ha aumentado considerablemente el número de indicaciones y de TCs. Además, la TC se ha convertido durante las últimas décadas en la forma más aceptada de obtención de imágenes y ha pasado a estar mucho más inmersa en la cultura médica. No

obstante, dentro de la comunidad de la radiología pediátrica, existe la opinión generalizada de que la realización de TCs pediátricas innecesarias es un problema. Hay diversos factores sociales que contribuyen a que se lleven a cabo este tipo de exploraciones. Entre las posibles razones figuran: aquellas TCs solicitadas por los médicos prescriptores por temor a posibles pleitos por mala práctica profesional, el pacto de incentivos económicos por la realización de un mayor número de TCs y la presión ejercida por el público americano que demanda exploraciones con la más avanzada tecnología. Aunque el temor a un posible pleito no se considera razón justificada para realizar este tipo de estudios, la amenaza de tales procesos es algo muy real y presente en los Estados Unidos. Por ejemplo, si un facultativo del servicio de urgencias opta por el seguimiento clínico de un niño con dolores abdominales en vez de por la obtención de imágenes mediante técnicas avanzadas como la TC, se está exponiendo a un mayor riesgo de pleitos si posteriormente resulta que el paciente tiene perforado el apéndice. Además, si se les diera a elegir, muchos padres americanos probablemente optarían por realizar una TC a su hijo, debido a sus resultados inmediatos, más que por someterlo a un periodo de observación y visitar de nuevo al especialista. La gestión de su tiempo es uno de los factores más problemáticos para muchas familias, y a esto hay que sumarle el que éstas se muestran cada vez más reticentes a cualquier propuesta que implique gran dedicación de tiempo. En resumen, las razones que conducen a una mayor utilización de la TC son complejas.

En este artículo se analizan algunas de las estrategias que se pueden adoptar para reducir la dosis de radiación al paciente pediátrico debida a la obtención de imágenes por TC. Se desarrollarán los siguientes temas: radiobiología, estrategias que se pueden adoptar en la actualidad y nuevos y futuros avances tecnológicos desarrollados por los fabricantes de aparatos de TC para reducir la dosis.

RADIOBIOLOGÍA: BIBLIOGRAFÍA RECIENTE SOBRE EL RIESGO DE CÁNCER Y SOBRE LA DOSIS DE RADIACIÓN DEBIDA A LA TC PEDIÁTRICA

En los Estados Unidos, la inquietud generada por la publicación de tres artículos en la edición de febrero del American Journal of Radiology [3-5], y por la cobertura dada a éstos por la prensa no especializada americana, en relación con la dosis de radiación derivada de una TC pediátrica, atrajo la atención del público. Uno de estos artículos demostraba que actualmente no se cuenta con suficiente práctica en el ajuste de parámetros TC para niños para poder reducir la dosis [5]; otro describía un programa para minimizar la dosis de radiación en aplicaciones pediátricas del cuerpo [4]; y el tercero era un artículo en el que se analizaban los riesgos estimados de cáncer mortal inducido por radiación en TCs pediátricas [3]. En este artículo de Brenner [3] se analizaban los datos de Hiroshima y Nagasaki, según los cuales los niños que se encontraban en la periferia de la zona afectada por la explosión recibieron una dosis de radiación comparable a la recibida en una exploración por TC.

Se habían analizado los datos de los 50 años posteriores a su irradiación para determinar si se había producido un aumento del riesgo de cáncer mortal comparado con las tasas de cáncer espontáneo. No había extrapolaciones, ni hipótesis ni teorías. Brenner describía un pequeño pero definible y estadísticamente significativo aumento de la incidencia de cáncer en comparación con los índices de cáncer de referencia [3]. Se estimaba que los riesgos de mortalidad por cáncer en la vida de un niño de un año de edad a causa de radiaciones por TC eran del 0,18% en los casos de exploraciones abdominales, lo que, de nuevo, representa un pequeño aumento en la incidencia de mortalidad por cáncer comparado con la tasa de cáncer espontáneo. Asimismo se establecía que en los Estados Unidos, y en relación con las 600.000 TCs abdominales y de cabeza realizadas al año a niños menores de 15 años, unos 500 de esos niños aproximadamente podrían finalmente morir de cáncer a causa de las radiaciones de TC. [3]. Son muchos los que consideran que un riesgo estimado de muerte por cáncer a consecuencia de TCs abdominales del orden de 1 entre 1.000 es un riesgo significativo [6]. Otra información interesante del artículo de Brenner es el hecho de que el riesgo de cáncer asociado con una TC abdominal es notablemente mayor que el de una TC de la cabeza [6]. Esto es importante en la medida en que mientras que la relación entre TC de la cabeza y TC abdominal ha sido históricamente mayor de 1, esa tendencia se ha invertido, y actualmente se realizan más TC abdominales que de cabeza [1]. Además se señalaba que cuando se tenía en cuenta el riesgo de



desarrollo de todo tipo de neoplasias, las niñas son mucho más sensibles a la radiación que los niños [3].

No obstante, el tópico del riesgo de cáncer por bajas dosis de radiación sigue siendo tremendamente controvertido. Hay quienes argumentan que no existe evidencia de un incremento en el riesgo de cáncer por debajo de los 30mSv [7]. Algunos incluso defienden el concepto de la hormesis, según el cual los bajos niveles de radiación tendrían un efecto de protección contra el cáncer y otras enfermedades como la autoinmunidad [7]. Hay una cierta evidencia que plantea algunas preguntas en relación con el riesgo de cáncer por lo que se refiere a las radiaciones de baja intensidad [8]. En un estudio realizado sobre más del 90% de la población de 1729 condados estadounidenses se halló una relación inversa entre el nivel medio de radón en los hogares americanos y los índices de cáncer de pulmón. Esto es lo contrario de lo que se podría esperar si el bajo nivel de radiación asociado con el radón estuviera relacionado con un mayor riesgo de cáncer de pulmón [8]. Por otra parte, en un estudio realizado con casi 100.000 trabajadores del sector nuclear no se halló ningún aumento en la incidencia de leucemia por encima de los índices esperados excepto con exposiciones superiores a 40mSv. A niveles inferiores a este valor, el número de cánceres observado fue de hecho inferior al esperado para esa población [9].

Por otro lado, un artículo reciente en el que se evalúa el efecto de una dosis baja de radiación en la cabeza durante la infancia y el nivel de función cognitiva en la edad adulta sugiere que dicha radiación tiene un

efecto adverso sobre el desarrollo cognitivo [10]. En un estudio de 3094 varones que durante su infancia - concretamente entre los años 1930 y 1959 - habían recibido terapia de radiación cuando aún no habían cumplido los 18 meses de edad para el tratamiento de un hemangioma cutáneo, se analizaron los tests de capacidad cognitiva que realizaron durante sus años de enseñanza media y entre los 18 y 19 años de edad para compararlos con los de la población de referencia [10]. Según los resultados de estos tests, la asistencia al instituto descendía en un 32% en los controles de la población de referencia, frente al 70% en el caso de la que había recibido radiación. También encontraron una relación entre la dosis de radiación y los tests cognitivos sobre la capacidad de aprendizaje. Sus conclusiones fueron que la irradiación del cerebro durante la infancia dificultaba el desarrollo cognitivo. [10].

Así pues, si la relación entre un mayor riesgo de carcinogénesis y una dosis baja de radiación es controvertida y tal vez no clara, ¿qué es lo que sabemos? Sabemos a ciencia cierta que el riesgo de cáncer aumenta con dosis inferiores a lo que se creía antes, y sabemos que este umbral se puede alcanzar si se realiza la TC repetidas veces o con unos parámetros no ajustados a aplicaciones pediátricas. Sabemos que los niños son mucho más sensibles a la radiación que los adultos y también que hay una tendencia en algunos países a un abuso de la TC en niños. Es importante, pues, que se ajusten los protocolos y los parámetros para minimizar la radiación que reciben los niños.

¿QUÉ PODEMOS HACER AHORA?

Se van a revisar las siguientes estrategias de reducción de dosis: ajuste de los parámetros en los protocolos TC, uso razonable de la TC, limitación de las TCs a la zona de interés, indicaciones específicas y utilización de blindajes.

Ajustes en los parámetros de la TC

El principio básico detrás de toda reducción de dosis de TC pediátrica es simple. Para el paciente de menor tamaño se requiere una menor cantidad de rayos X para generar una imagen con una relación señal-ruido aceptable comparando con la que sería precisa para un paciente de mayor tamaño. Por consiguiente, en la TC pediátrica se puede utilizar una menor dosis de radiación. Estos conceptos no son nuevos [11-15]. En general, los parámetros se pueden plantear como la reducción del tiempo que el paciente está expuesto al haz de rayos X y de la cantidad de radiación aplicada. En las Tablas 1 y 2 se ofrece un resumen de los parámetros utilizados en la TC tórax y del abdomen. Los resultados vienen ilustrados en la Figura 1.

Corriente del tubo

Quizá la forma más simple de reducir la dosis de radiación a un paciente sea disminuyendo la corriente en el tubo. La dosis de radiación a un paciente está directamente relacionada con la corriente en el tubo (mAs). Por lo tanto, si se reduce en un 50% esa corriente se está reduciendo a la mitad la dosis de radiación. Se han sugerido varios esquemas en función del peso y

Tabla 1: Recomendaciones de parámetros TC para la obtención de imágenes de tórax en pediatría

Peso (libras) (kilogramos)	kVp	mAs		Espesor (mm)	Pitch:			Configur. Detector (mm)		Incremento (mm)
		SDCT	MDCT		Número de filas de detectores			4-	8-	
					Unico	4-	8-			
10-19 (4,5-8,9)	120	40	30	2,5 - 5	1,5	0,75	0.875	2,5	1,25	5
20-39 (9,0-17,9)	120	50	40	5	1,5	0,75	0.875	2,5	1,25	5
40-59 (18,0-26,9)	120	60	50	5	1,5	0,75	0.875	2,5	1,25	5
60-79 (27,0-35,9)	120	70	50	5	1,5	0,75-1,5	1.35	2,5	1,25	5
80-99 (36,0-44,9)	120	80	60	5	1,5	1,5	1.35	3,75	2,5	5-7
100-150 (45,0-68,0)	120	100-120	70-90	5	1,5	1,5	1.35	3,75	2,5	5-7
>150 (> 68,0)	120	120-140	≥110	5	1,5	1,5	1.35	3,75	2,5	5-7

**parámetros basados en escáneres de GE multidetectores (MDCT) o de un solo detector. (SDCT):
Nota: Los valores del peso en Kg han sido "redondeados". 1 Kg = 2,2046 libras.*

tamaño del paciente como método para reducir la dosis [4, 16, 17]. A menor peso o tamaño del niño, menor será la corriente necesaria. Por ejemplo, para un paciente del tamaño de un niño la corriente necesaria para una TC de tórax sería de 40mA [4, 17] mientras que en el caso de un adulto de gran tamaño se podría sugerir una corriente de 200mA. Utilizar una corriente en función del peso se traduce en una reducción por un factor de cinco de la dosis de radiación. Dado que la geometría del escáner varía dependiendo de los distintos proveedores de aparatos de TC, podría ser complicado traducir exactamente los protocolos recomendados para distintos aparatos

de TC, por lo que podrían ser necesarios ajustes individuales.

Tensión del tubo (Tensión máxima - kVp)

Mientras que la intensidad en el tubo determina el número de fotones generados en el haz de rayos X, la tensión del tubo determina la energía del haz de rayos X incidente, y la variación de dicha tensión origina un cambio sustancial en la dosis de TC [16]. No obstante, el efecto de la manipulación de la tensión del tubo sobre la calidad de la imagen es complejo, ya que afecta al ruido de la imagen y al contraste del tejido. La variación en la dosis es proporcional al cuadrado de la varia-

ción de la tensión [16, 18]. En otras palabras, la relación entre las dosis está más o menos relacionada con el cuadrado de la relación entre las tensiones inicial y final que se están comparando. Por el contrario, el ruido es inversamente proporcional a la variación de la tensión en el tubo [16, 18]. La investigación sobre la influencia de la tensión en el tubo sobre la calidad de la imagen y la dosis de radiación es escasa. La tensión estándar más utilizada en la actualidad para una TC es de 120kVp. Sin embargo, aumentar el potencial del tubo por encima de este nivel puede tener un gran impacto sobre la dosis de radiación. Cambiar la tensión de 120 kVp a 140 kVp puede dar como resultado un incremento



Tabla 2: Recomendaciones de parámetros TC para la obtención de imágenes Abdominales en pediatría

Peso (libras) (kilogramos)	kVp	mAs		Espesor (mm)	Pitch:			Configur. Detector (mm)		Incremento (mm)
		SDCT	MDCT		Número de filas de detectores			4-	8-	
					Unico	4-	8-			
10-19 (4,5-8,9)	120	60	50	5	1,5	0,75	0,875	2,5	1,25	5
20-39 (9,0-17,9)	120	70	55	5	1,5	0,75	0,875	2,5	1,25	5
40-59 (18,0-26,9)	120	80	60	5	1,5	0,75	0,875	2,5	1,25	5
60-79 (27,0-35,9)	120	100	80	5	1,5	0,75-1,5	1,35	2,5	1,25	5
80-99 (36,0-44,9)	120	120	100	5	1,5	1,5	1,35	3,75	2,5	5-7
100-150 (45,0-68,0)	120	140-150	110-120	5	1,5	1,5	1,35	3,75	2,5	5-7
>150 (> 68,0)	120	≥170	≥135	5	1,5	1,5	1,35	3,75	2,5	5-7

*parámetros basados en escáneres de GE multidetectores (MDCT) o de un solo detector. (SDCT):

Nota: Los valores del peso en Kg han sido "redondeados". 1 Kg = 2,2046 libras.

del 40% en la dosis que recibe el paciente [16, 19].

Velocidad de la mesa, tiempo de rotación del "gantry" y del "pitch"

Cuanto menos tiempo esté el paciente expuesto al haz de radiación menor será la dosis que reciba [14, 16]. Por consiguiente, la dosis de radiación se podrá reducir en la medida que aumente la velocidad de la mesa o la velocidad de rotación del gantry, siempre que todos los demás parámetros se mantengan constantes. Se ha producido un avance técnico en la velocidad de rotación del gantry. Tiempos de rotación tan reducidos como 0,5 s son ahora comunes en muchos de los nue-

vos escáneres TC multidetectores. El *pitch* se define como la relación entre el desplazamiento de la mesa por cada rotación del gantry y la anchura nominal del haz de rayos X [16]. Con la complejidad de los modernos escáneres multidetectores, el concepto de *pitch* pierde valor frente a los escáneres TC de un solo detector.

Modos de exploración y colimación

La eficiencia en términos de dosis de radiación de algunos escáneres TC multidetectores es menor que en los escáneres de un único detector [16, 20-23]. Esto se relaciona con el hecho de que en el caso de los escáneres TC multidetectores, al contrario que en los

de detector único, se produce una radiación no útil que se extiende más allá de los límites de la región de interés. El grado de "sobredimensionado del haz" de los escáneres TC multidetectores está en función de la colimación empleada. Por regla general, una colimación más ancha del haz resulta en una exploración más eficaz desde el punto de vista de la dosis [16, 20-23].

USO RAZONABLE DE LA TC

Una de las principales funciones de los radiólogos encargados de controlar las TCs es analizar las solicitudes de exploraciones para establecer si

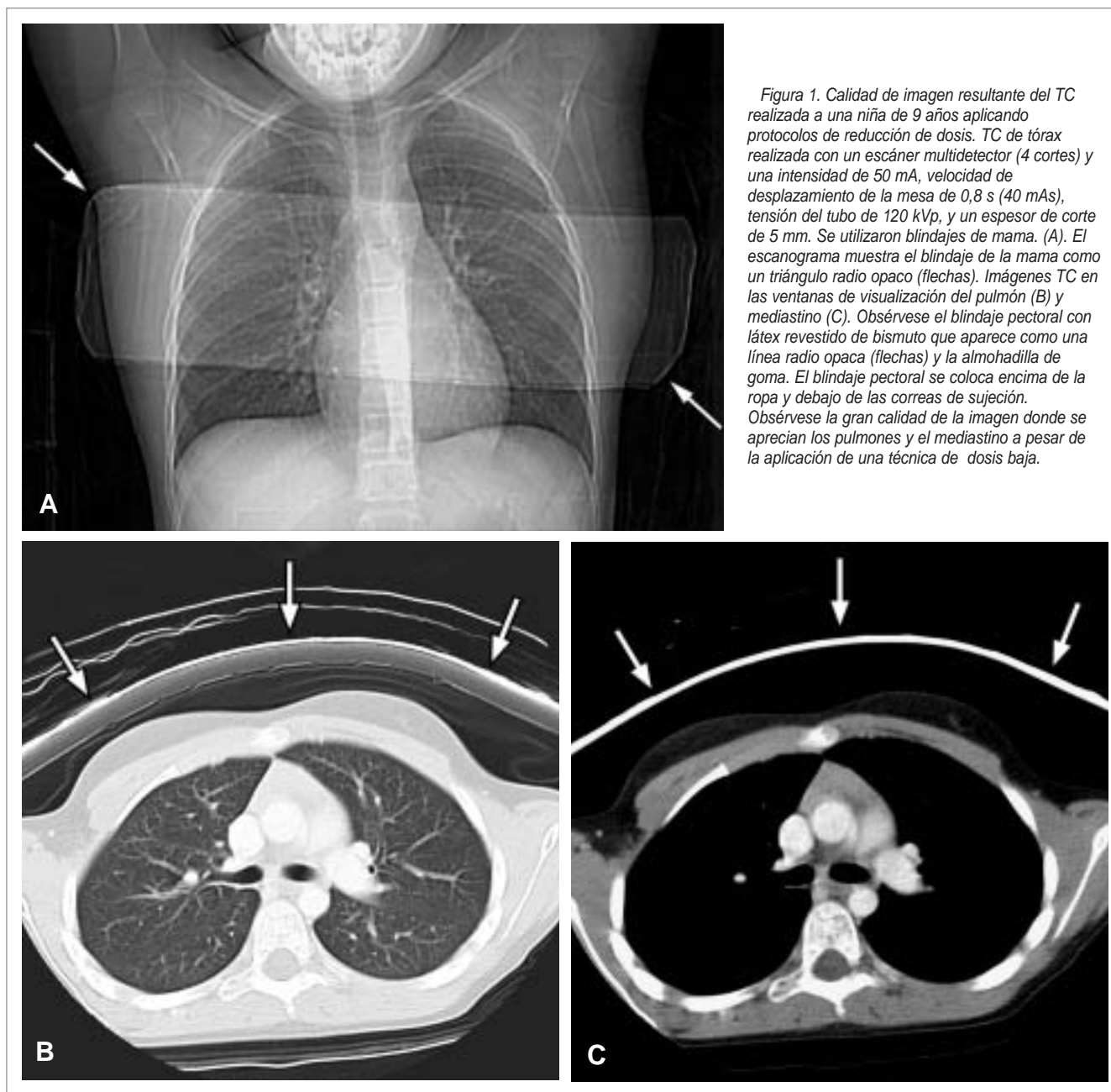


Figura 1. Calidad de imagen resultante del TC realizada a una niña de 9 años aplicando protocolos de reducción de dosis. TC de tórax realizada con un escáner multidetector (4 cortes) y una intensidad de 50 mA, velocidad de desplazamiento de la mesa de 0,8 s (40 mAs), tensión del tubo de 120 kVp, y un espesor de corte de 5 mm. Se utilizaron blindajes de mama. (A). El escanograma muestra el blindaje de la mama como un triángulo radio opaco (flechas). Imágenes TC en las ventanas de visualización del pulmón (B) y mediastino (C). Obsérvese el blindaje pectoral con látex revestido de bismuto que aparece como una línea radio opaca (flechas) y la almohadilla de goma. El blindaje pectoral se coloca encima de la ropa y debajo de las correas de sujeción. Obsérvese la gran calidad de la imagen donde se aprecian los pulmones y el mediastino a pesar de la aplicación de una técnica de dosis baja.

están justificadas. La TC se debería emplear de forma razonable. Las guías de prácticas clínicas pueden ser útiles para reducir el número de TCs solicitadas. Para la obtención de imágenes existen otras modalidades que no utili-

zan radiaciones ionizantes, como pueden ser la exploración ecográfica y la resonancia magnética (RM), que deberían utilizarse siempre que fuera posible.

Educar a los facultativos y a la comunidad radiológica es otra manera importante de controlar las indicaciones no justificadas de TC. En relación con la atención prestada por la comunidad radiológica a los protocolos y la TC



pediátrica, el número de prácticas que utilizan ajustes específicos para sus protocolos TC pediátricos ha aumentado desde aproximadamente cero en 2001 a casi un 50% registrado en 2003 [1]. Aunque esto deja un amplio margen para la optimización, supone, no obstante, un cambio significativo en un periodo de tiempo tan corto. Por otra parte, hemos hallado que las campañas para concienciar a nuestros facultativos sobre las consecuencias de un abuso de la TC y el riesgo potencial de la radiación han sido positivas para limitar el aumento en el índice de utilización de TC. Comparando las solicitudes de TCs abdominales por nuestro servicio de urgencias desde el año anterior y hasta el año posterior al lanzamiento de nuestro programa de educación e información sobre su uso, hallamos que la utilización de TCs abdominales descendió desde una cifra inicial de crecimiento del 65% anual a un intervalo de disminución en la utilización del 6%.

TCS LIMITADAS A LA ZONA DE INTERÉS

Es importante que las TCs se limiten estrictamente a la zona de interés y que eviten áreas anatómicas radiosensibles como son el pecho, las gónadas y la tiroides. La tendencia a ampliar el área de examen de la TC a zonas más allá del área anatómica de interés aumenta la dosis de radiación efectiva al paciente [16].

Asimismo es importante evaluar el nivel de ruido que se consideraría aceptable en la imagen clínica en cuestión. En algunas indicaciones clínicas como, por ejemplo, la evaluación de una visibilidad muy baja o de lesiones de ba-

ja atenuación en el hígado, en el caso de pacientes de trasplante de médula ósea, un aumento en el nivel de ruido podría impedir la detección de estas lesiones y, por consiguiente, que la calidad de la exploración fuera inaceptable [4]. No obstante, en otras indicaciones en las que el interés principal se centra en una visión anatómica más general, no sería tan importante, por tanto, la falta de detalle, y se podría reducir la corriente del tubo algo más de lo recomendado típicamente en una tabla de intensidades en función del peso.

UTILIZACIÓN DE BLINDAJES

En 1997, se describieron blindajes de látex con revestimiento de bismuto para la protección de la mama, la córnea y la tiroides en la obtención de imágenes de adultos [24]. Para nuestro servicio clínico estamos utilizando actualmente un programa de blindaje para la mama [25]. Aun con la utilización de blindajes, la dosis sigue siendo suficiente como para poder generar una imagen TC, y se reduce la dosis aplicada al órgano radiosensible en cuestión. Para cubrir las necesidades de nuestra población pediátrica, hemos desarrollado unos blindajes de distintos tamaños. Estos consisten en unas capas dobles superpuestas de $1,7\text{gm/cm}^2$ de látex revestido de bismuto colocadas sobre una almohadilla de goma de 1cm. Los blindajes se envuelven con cinta protectora y se les pone una etiqueta en su parte superior de modo que quede orientada hacia fuera. Luego se colocan para que queden encima de la ropa del paciente y por debajo de las correas de sujeción del aparato de TC (Figura 1). En una

revisión de esta práctica clínica hallamos que no había ninguna diferencia en la calidad de la imagen del interior de los pulmones justo debajo de los blindajes comparada con la que se obtiene a otros niveles. Tampoco había ninguna diferencia cuantitativa en el ruido al comparar ambas áreas [25]. Además, mediante una maqueta antropomórfica, se pudo demostrar una reducción de dosis del 30% al tejido glandular mamario al utilizar esta tecnología [25].

TECNOLOGÍAS NUEVAS Y FUTURAS

Los fabricantes de aparatos de TC se están concentrando en una serie de estrategias con el fin de reducir la dosis. Entre ellas figuran: la mejora de la eficiencia geométrica, la reducción de errores técnicos, el control automático de la exposición, la mejora del filtrado de la imagen, el uso de la sincronización de la fuente de rayos X con el latido cardiaco y la investigación en simulación de ruidos [20-23].

SISTEMAS DE MODULACIÓN DE INTENSIDAD DEL HAZ

Muchos proveedores han sacado programas de software para sus nuevos aparatos de TC para la modulación de la intensidad del haz. Estos programas ajustan la corriente del tubo automáticamente de acuerdo con los niveles de atenuación de la parte del cuerpo que se está explorando. Asimismo, pueden ajustar el grado de exposición tanto en el eje Z (de arriba a abajo) como en el plano XY,

dependiendo del tamaño del paciente. La mayoría de las personas son más anchas en la proyección lateral que en la proyección anteroposterior, y la corriente se puede modular de manera que se utilice el nivel adecuado dependiendo del espesor del paciente [20-23]. El sistema de modulación de intensidad del haz es una nueva y prometedora forma de reducir la dosis de radiación a pacientes pediátricos. La utilización de este tipo de sistema eliminará la necesidad de mucho de lo antes expuesto, como la escala de valores de la corriente en el tubo en función del peso y el blindaje de mamas. En realidad, el blindaje de la mama no se debería nunca emplear si se está utilizando el sistema de modulación de intensidad del haz. Este blindaje tendría como resultado una mayor exposición de la mama, relacionada con la detección de una mayor radioatenuación.

Sin embargo, el sistema de modulación de intensidad del haz no responde a la pregunta de cuánto ruido se considera aceptable o de cuál es la corriente que se debería utilizar a la vista de la atenuación del paciente. Estos parámetros los tienen que determinar actualmente los usuarios de TC o se establecen por recomendación de los fabricantes de los equipos. Hay investigaciones de reducción simulada de dosis de TC en las que se pone ruido en las imágenes electrónicamente para simular el nivel de corriente del tubo [26]. De esta forma sería posible evaluar el nivel de ruido con el que se impediría la identificación de una lesión específica. Una herramienta así podría ser muy útil para determinar la corriente adecuada y otros parámetros técnicos utilizados para algunas indicaciones clínicas concretas.

CONCLUSIONES

La tomografía computerizada es una herramienta de incalculable valor para la evaluación de muchas enfermedades pediátricas. Si se utiliza adecuadamente, los beneficios de la TC superan con creces sus riesgos. No obstante, la TC sin justificación y la TC pediátrica siguiendo unos protocolos mal definidos sigue siendo tema de preocupación. Sería muy beneficioso que se siguiera avanzando en nuevos desarrollos técnicos, en investigaciones y en los esfuerzos de educación en esta área.

REFERENCIAS

1. Linton O.W., Mettler F.A. Jr. National conference on dose reduction in CT, with an emphasis on pediatric patients. *Am. J. Radiol.* 181: 321-329; 2003.
2. Mettler F.A., Wiest P.W., Locken J.A. et al. CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot.* 20: 353-359; 2000.
3. Brenner D.J., Elliston C.D., Hall E.J., et al. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am. J. Radiol.* 176: 289-296; 2001.
4. Donnelly L.F., Emery K.H., Brody A.S., et al. Minimizing radiation dose for pediatric body applications of single-detector helical CT. Strategies at a large children's hospital. *Am. J. Radiol.* 176: 303-306; 2001.
5. Paterson A., Frush D.P., Donnelly L.F. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *Am. J. Radiol.* 176: 297-301; 2001.
6. Hall E.J. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr. Radiol.* 32: 700-706; 2002.
7. Cohen B.C. Cancer risk from low level radiation. *Am. J. Radiol.* 179:1137-1143; 2002.
8. Cohen B.C. Test of the linear-no threshold theory of radiation carcinogenesis for inhaled radon decay products. *Health Phys.* 68: 157-174; 1995.
9. Cardis E., Gilbert E.S., Carpenter L., et al. Effects of low dose rates of external ionizing radiation: cancer mortality among nuclear industry workers in three countries. *Rad. Res.* 142:117-132; 1995.
10. Hall P., Adami H.O., Trichopoulos D., et al. Effect of low doses of ionizing radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *Br.*

- Med. J.* 328: 19; 2004.
11. Rogalla P., Stover B., Scheer I., Juran R., Gaedicke G., Hamm B. Low-dose spiral CT: applicability to paediatric chest imaging. *Pediatr. Radiol.* 29: 565-569; 1999.
12. Robinson A.E., Hill E.P., Harpen M.D. Radiation dose reduction in pediatric CT. *Pediatr. Radiol.* 16: 53-54; 1986.
13. Kamel I.R., Hernandez R.J., Martin J.E., Schlesinger A.E., Niklason L.T., Guire K.E. Radiation dose reduction in CT of the pediatric pelvis. *Radiology* 190: 683-687; 1994.
14. Ambrosino M.M., Genieser N.B., Roche K.J., Kaul A., Lawrence R.M.. Feasibility of high-resolution, low-dose chest CT in evaluating the pediatric chest. *Pediatr. Radiol.* 24: 6-10; 1994.
15. Lucaya J., Piqueras J., Garcia-Peña P., et al. Low-dose high-resolution CT of the chest in children and young adults: dose, cooperation, artifact incidence, and image quality. *Am. J. Radiol.* 175: 985-992; 2000.
16. Kalra M.K., Maher M.M., Toth T.L., et al. Strategies for CT Radiation Dose Optimization. *Radiology* 230: 619-628; 2004.
17. Donnelly L.F., Frush D.P. Pediatric multi-detector body CT. *Radiol. Clin. North. Am.* 41: 637-655; 2003.
18. Rehani M.M., Bongartz G., Kalender W., et al. Managing x-ray dose in computed tomography: ICRP Special Task Force report. *Ann. ICRP* 30: 7-45; 2000.
19. Kopp A.F., Heuschmid M., Claussen C.T. Multidetector helical CT of the liver for tumor detection and characterization. *Eur. Radiol.* 12: 745-752; 2002.
20. Fox S.H., Toth T. Dose reduction on GE CT scanners. *Pediatr. Radiol.* 32: 718-723; 2002.
21. Morgan H.T. Dose reduction for CT pediatric imaging. *Pediatr. Radiol.* 32: 724-728; 2002.
22. Suess C., Chen X. Dose optimization in pediatric CT: current technology and future innovations. *Pediatr. Radiol.* 32: 729-734; 2002.
23. Westerman B.R. Radiation dose from Toshiba CT scanners. *Pediatr. Radiol.* 32: 735-737; 2002.
24. Hopper K.D., King S.H., Lobell M.E., TenHave T.R., Weaver J.S. The breast: in-plane X-ray protection during diagnostic thoracic CT shielding with bismuth radioprotective garments. *Radiology* 205: 853-858; 1997.
25. Fricke B.L., Donnelly L.F., Frush D.P., et al. In-plane bismuth breast shields for pediatric CT: effects on dose and image quality using experimental and clinical data. *Am. J. Radiol.* 180: 407-411; 2003.
26. Frush D.P., Slack C.C., Hollingsworth C.L., et al. Computer simulated radiation dose reduction for abdominal multidetector CT of pediatric patients. *Am. J. Radiol.* 179(5): 1107-1113; 2002.

Gestión de la orina en el tratamiento con ^{153}Sm -EDTMP (QUADRAMET[®])

A. Delgado¹, J.P. Díaz¹, J.L. Carrasco²,
J.M. Jiménez-Hoyuela¹, A.C. Rebollo¹, M.D. Martínez del Valle¹, S.J. Ortega¹

¹ Servicio de Medicina Nuclear.

² Unidad de Radiofísica.

Hospital Universitario Virgen de la Victoria. MÁLAGA

RESUMEN

Objetivo: El objetivo principal del trabajo es establecer y evaluar un protocolo de tratamiento individualizado de la orina del paciente tras la inyección de ^{153}Sm -EDTMP, gestionando los residuos de forma más eficiente. **Material y métodos:** La orina excretada se recoge en un contenedor apropiado del que, previo a su sellado, se obtiene una alícuota que sirve como testigo de la desintegración del ^{153}Sm . Mediante una hoja de cálculo se determina experimentalmente el periodo de semidesintegración ($t^{1/2}$) del isótopo, y se calcula el tiempo mínimo de enfriamiento necesario para eliminar el residuo como basura convencional.

Resultados: el periodo de semidesintegración medido se ajustó bien al valor teórico del isótopo. El tiempo de almacenamiento estimado osciló entre 19 y 26 días, en función de la actividad excretada por cada paciente. **Discusión:** La idea fundamental es la consideración del conjunto contenedor-orina como residuo sólido: la evaluación del tiempo mínimo de almacenamiento necesario para proceder a su eliminación se realiza en términos de la limitación legal de la actividad específica por unidad de masa. Las ventajas inmediatas son: la eliminación de olores desagradables por el almacenamiento de la orina, que no se hace necesario un sistema de evacuación de residuos líquidos para eliminarla, y un conocimiento más preciso de la actividad específica en el momento de la eliminación (no se hace uso de un factor de dilución).

INTRODUCCIÓN

La administración sistémica de radiofármacos emisores de radiación beta es un método alternativo, efectivo y costo-eficiente, para el tratamiento paliativo del dolor óseo metastásico refractario a los analgésicos convencionales (1). Es una terapia dirigida y de

baja toxicidad, donde los radiofármacos se localizan interna y específicamente en las metástasis, ejerciendo su efecto terapéutico con baja irradiación de los tejidos sanos. Aunque en las últimas fases de la enfermedad la terapia con radiofármacos es sólo paliativa, el tratamiento precoz parece además capaz de estabilizar las metástasis, me-

rando el estado funcional del paciente (2).

Entre los radiofármacos con aplicación terapéutica se encuentra el ^{153}Sm -EDTMP (etilendiaminotetrametileno-fosfónico), también denominado ^{153}Sm -ledroxinam. Éste es un complejo de samario con un agente quelante de alta afinidad por el tejido óseo, que se

ABSTRACT

Objective: The main purpose was to establish and to evaluate a new protocol of individualized treatment of patient urine after ^{153}Sm -EDTMP injection, with a more efficient management of the wastes. **Material and methods:** Excreted urine was collected in an appropriate container from which, previous to sealing it, an aliquot of 10 ml was obtained. Experimental half-life ($t^{1/2}$) of the isotope was then determined by measuring the activity at different times, besides the minimum time necessary for disposing of the radioactive wastes as regular trash.

Results: The measured half-life adjusted well to the theoretical value of the isotope. The time of considered storage oscillated between 19 and 26 days, based on the activity excreted by each patient. **Discussion:** The main idea is the consideration of the set container-urine as solid waste: the evaluation of the minimum storage time necessary to its elimination is made in terms of legal limitation of specific activity by mass unit. The immediate advantages are: the elimination of disagreeable scents by the storage of urine, it is not necessary a liquid waste disposal to eliminate it, and a more accurate knowledge of the specific activity at the moment of the elimination (dilution factor is not used).

concentra en áreas con aumento de actividad osteoblástica (3). Su cinética se caracteriza además por una baja captación en tejidos blandos y una rápida excreción renal sin metabolización previa (4). La actividad inyectada al paciente como tratamiento es del orden de 1 mCi/kg peso corporal, aunque se ha descrito la administración de cantidades más elevadas (del orden de 30 mCi/kg) como terapia agresiva de sarcoma no operable (5).

La elevada actividad excretada por vía renal por el paciente en los tratamientos con $^{153}\text{Sm-EDTMP}$, origina un problema de gestión de la orina contaminada. De acuerdo con la legislación vigente, toda evacuación al medio ambiente de efluentes y residuos sólidos radiactivos debe ajustarse a unos límites establecidos (6). La orina debe mantenerse un tiempo determinado en el almacén de residuos, en función del periodo de semidesintegración del isótopo y la clasificación de éste, hasta asegurar que su eliminación se lleva a cabo cumpliendo la normativa vigente.

El objetivo principal del presente trabajo es establecer un protocolo de tratamiento de la orina del paciente tras la inyección de $^{153}\text{Sm-EDTMP}$, de tal forma que se realice la gestión de los residuos de forma más eficiente, individualizando el tratamiento del residuo en función de la actividad excretada por cada paciente, ajustando con precisión el tiempo mínimo de almacenamiento y garantizando al mismo tiempo un cumplimiento estricto de la normativa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo propuesto se ha desarrollado con cinco pacientes, tratados entre abril de 2003 y enero de 2004, a los que se les había prescrito la admi-

nistración de $^{153}\text{Sm-Quadramet}$. Fueron citados en el Servicio de medicina nuclear, indicándoles que no abandonarían el mismo hasta transcurridas seis horas tras la inyección del radiofármaco.

Material: Para el almacenamiento de la orina se dispuso de dos contenedores: uno de plástico con 2 litros de capacidad y 99 g. de peso, provisto de dos tapas, una de ellas a presión y otra a rosca, y un tubo de vacío BD Vacutainer, de 10 ml y 11 g. de peso (Figura 1). Ambos fueron pesados mediante báscula Philips Mod. 4R 2388 N/S: 99242. El activímetro utilizado en las medidas fue un Capintec-CRC-15R certificado en origen, con factor de calibración para ^{153}Sm obtenido in situ, y sometido a controles de calidad de periodicidad semanal mediante un



Figura 1. Contenedores utilizados para la recogida de orina total y el establecimiento de la alícuota de 10 ml.

kit de fuentes certificadas. La recogida de datos y el cálculo se realizó mediante una Hoja de Control confeccionada con el programa Excel[®] (Microsoft Office 2000).

Administración de la dosis: La actividad a inyectar, a razón de 1mCi por Kg de peso del paciente, se midió con un activímetro y quedó consignada en la hoja de control de tratamiento (Figura 2). Durante el transporte de gammateca a sala de inyección, así como durante su administración, la jeringa permaneció blindada por el protector plomado correspondiente (1 mm Pb equivalente).

Recogida de la orina: Durante las seis horas siguientes a la administración, se mantuvo bien hidratados a los pacientes para favorecer la micción, y se les proporcionó el contenedor de plástico para que recogiesen en él toda su orina. Transcurridas las 6 horas, el operador transportó el contenedor hasta el almacén de residuos en condiciones de máxima seguridad: tapones perfectamente cerrados para evitar derrame en caso de caída, utilización de guantes y mandil plomado. En la sala de la gammateca (sobre la bancada de trabajo), se procedió a la anotación del volumen de orina recogido, y tras la mezcla homogénea de la orina, se extrajeron 10 ml que se introdujeron en el tubo de vacío Vacutainer. La actividad contenida en el tubo se midió con el activímetro y se anotaron el valor, la hora y fecha de la medida (consignándose en el apartado correspondiente de la hoja de control). Una vez tapado y sellado con silicona el contenedor grande de orina, se adhirieron a dicho contenedor y al tubo de vacío sendas pegatinas haciendo constar la

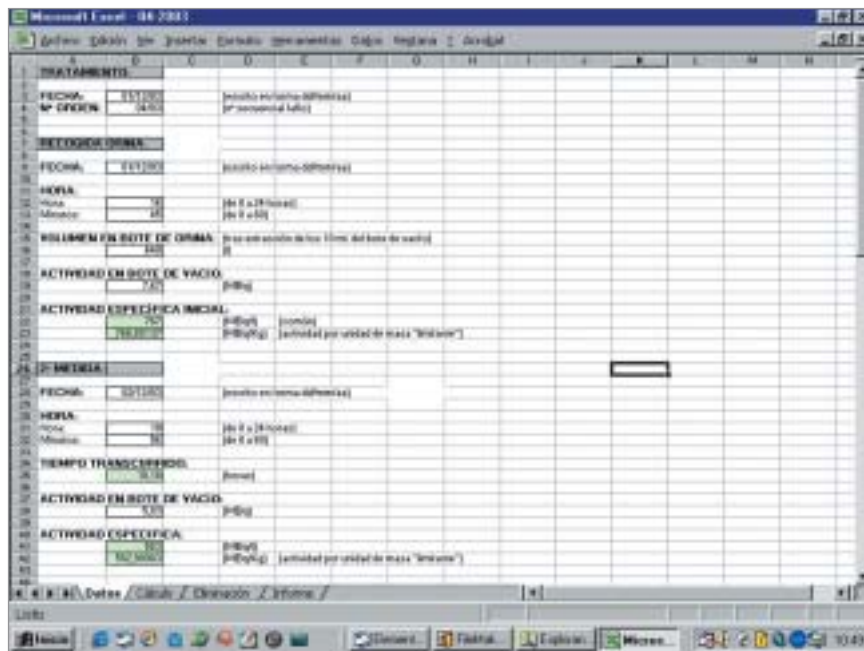


Figura 2. Hoja del Libro de Excel correspondiente a la recogida de datos de volumen y actividad de la orina.

fecha y hora de cierre, el isótopo de que se trata, y en el caso de la correspondiente al tubo de vacío, la actividad medida. Ambos permanecieron juntos el tiempo de desintegración necesario en uno de los pozos de residuos sólidos y mixtos del almacén de residuos. Durante este tiempo, sólo se extrajo del pozo el tubo de vacío las veces necesarias para completar los datos de la hoja de control: 5 medidas más de actividad en los días sucesivos.

Todos los materiales utilizados en el procedimiento de administración del radiofármaco y manipulación de la orina que pudieran contener trazas de ¹⁵³Sm (jeringas, vía residual, aguja) se mantuvieron confinados en el pozo de residuos del grupo II (según clasificación establecida en la memoria de la instalación).

Cálculos: En la hoja de cálculo en Excel, quedaron consignados los valores

de actividad del tubo Vacutainer, junto a la fecha y hora de la medida. Con

estos 6 valores, se calcula la recta de regresión que relaciona el logaritmo de la actividad específica por unidad de masa frente al tiempo:

$$\ln(A_e) = (a * t) + b,$$

donde a es, en valor absoluto, igual a la constante de desintegración, y b es el logaritmo neperiano de la actividad inicial.

A partir de la recta experimental se obtiene el valor de t^{1/2} del isótopo por interpolación. Con este dato, y con la actividad calculada para el total de la orina en el momento de la recogida, la hoja de cálculo ofrece la fecha más cercana en la que el residuo contiene una actividad por peso inferior al límite impuesto en la legislación relativo al ¹⁵³Sm, y por tanto a partir de la cual puede eliminarse como basura convencional. (Figura 3).

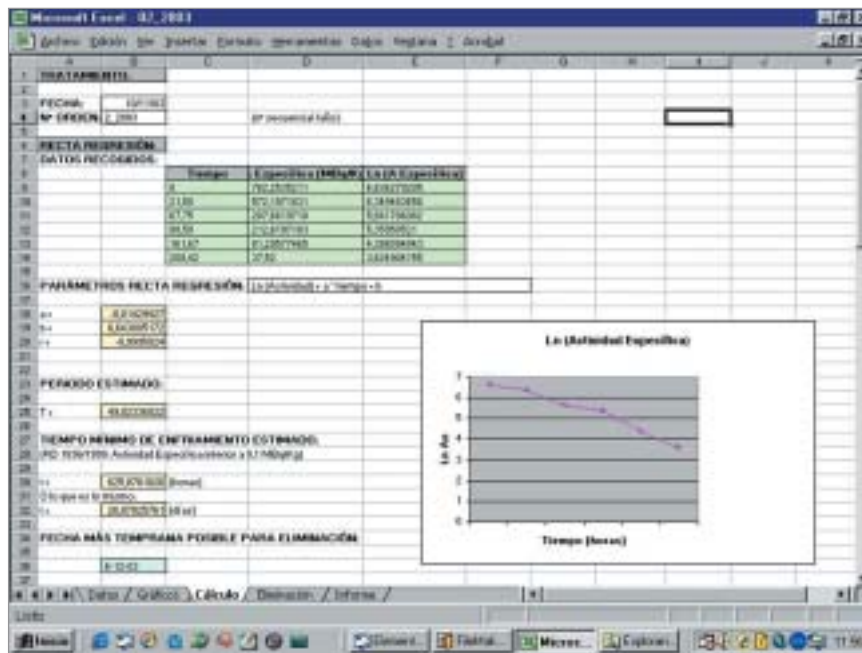


Figura 3. Hoja del libro de Excel correspondiente al cálculo de la recta de regresión, t^{1/2} y fecha de eliminación de los residuos.

Tabla I. Valores de actividad inyectada y excretada (MBq) en los 5 pacientes sometidos a tratamiento con ¹⁵³Sm-EDTMP de nuestro estudio.

Nº	A administrada (MBq)	Volumen orina recogido (l)	A tubo de vacío (MBq)	A total en orina (MBq)	% dosis administrada
1	2849	0,20	20,42	408,4	14,33
2	2590	0,55	9,02	496,1	19,15
3	2960	0,54	4,45	240,3	8,11
4	2923	0,64	7,67	490,9	16,79
5	2627	0,50	4,514	225,7	8,59

RESULTADOS

En la tabla I se han consignado los valores de actividad inyectados a cada paciente, así como el volumen de orina excretado y la actividad presente en el mismo. La media y desviación estándar de cada una de las variables fue la siguiente: media de actividad administrada $2789,8 \pm 170,7$ MBq; la media de la actividad excretada en orina fue de $372,2 \pm 131,9$ MBq, lo que supone un porcentaje de la actividad inicial del $12,8 \% \pm 4,9 \%$.

La segunda tabla muestra los valores obtenidos para la recta de regresión que permitió calcular experimentalmente el periodo de semidesintegración del isótopo. En todos los casos el coeficiente de correlación (r) es muy alto, y la media para el valor final calculado fue de 46,83 h, siendo el valor teórico de 46,3 h. Atribuimos las diferencias a errores de medida y a la posible contaminación de la orina con otros isótopos, por ejemplo ^{99m}Tc procedente de una gammagrafía previa. La columna siguiente en la tabla refleja el número de días que, según la hoja de cálculo, debían transcurrir desde la recogida de la orina hasta que el residuo presenta una actividad de 0,1 MBq/Kg (7)(8), y por tanto en el límite para su eliminación. En todos los casos, para mayor seguridad, la eliminación se demoró algunos días: se presentan los valores de actividad experimentales que la hoja

de cálculo estimó para los residuos en la fecha real de eliminación, y el porcentaje que representan con respecto al límite citado.

DISCUSIÓN

La idea fundamental del tratamiento propuesto de la orina, es su consideración como residuo sólido, en lugar de líquido, haciendo uso de la definición que de aquéllos hace la orden ECO/1449/2003, de 21 de mayo, sobre gestión de materiales residuales sólidos radiactivos (7): *“cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionúclidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los valores expresados en el Anexo de la presente Orden”*; la evaluación de la actividad mínima necesaria para proceder a su eliminación como basura convencional, pasa a realizarse en este caso en términos de actividad/masa, y no actividad/volumen; para el caso del ¹⁵³Sm y de acuerdo con el Anexo I del Real Decreto 1836/1999, sobre instalaciones nucleares y radioactivas (8), el límite de actividad por unidad de masa para considerar a un sólido como radiactivo es 0,1 MBq / kg. Las consecuencias que se derivan de este tratamiento son:

- No se hace necesario un sistema de evacuación de residuos líquidos para

eliminar la orina tras el tratamiento con ¹⁵³Sm-ledroxinam.

- Se reduce de forma importante la posibilidad de contaminación externa por contacto con líquidos radiactivos.

- Se permite un estudio más preciso de la actividad eliminada, evitando la dilución de la orina en un volumen mayor, lo que introduce un error en el cálculo por dilución.

- El sistema de dilución en líquido puede conllevar contaminación por vertido, y en nuestro caso los residuos son incinerados, al tratarse como residuo biológico.

Por otro lado, las características físicas de ambos contenedores, uno con doble cierre y sellado con silicona, y un tubo de vacío, permiten mantener la orina en la sala de residuos durante un tiempo prolongado, eliminando la producción de olores desagradables y asegurando una mayor limpieza. Debido a que durante este tiempo el operador sólo manipula el tubo más pequeño (con actividad total entre uno y dos órdenes de magnitud respecto al contenedor de orina), se reduce el riesgo por irradiación.

Un examen de los valores de volumen y actividad excretada por los pacientes permite hacer varias consideraciones: en primer lugar, la variabilidad tanto en el volumen excretado como en la actividad presente en la orina. De acuerdo con los estudios cinéticos realizados, la excreción a las 6 horas es de aproximadamente el 35% de la actividad inyectada (9); el porcentaje medio de actividad eliminada tras 6 horas en los 5 pacientes citados fue del $12,8 \% \pm 4,9 \%$, sensiblemente inferior a la esperada. No obstante, según la ficha técnica del medicamento (10), se ha observado



Tabla II. Valores estimados mediante la hoja de cálculo para el $t^{1/2}$ del ^{153}Sm y el tiempo mínimo de desactivación de los residuos.

Parámetros de la recta de regresión			$T^{1/2}$ estimado (horas)	Tiempo mínimo estimado de desactivación (días)	Ae total estimada en fecha real de eliminación (MBq/Kg).	% límite RD 1836/1999
a	b	r				
- 0,0155	7,2479	0,9997	46,38	25,55	0,0068	6,82
- 0,0142	6,6438	0,9995	47,02	24,06	0,0405	40,57
- 0,0141	5,8966	0,9949	49,02	26,07	0,0186	18,63
- 0,0145	6,4842	0,9999	46,73	25,20	$7,34 \times 10^5$	0,07
- 0,0179	6,0454	0,9963	45,01	19,38	0,0766	76,62

una menor eliminación en pacientes con metástasis óseas extensas, lo que podría concordar con nuestra experiencia. A título práctico, y de acuerdo con el objetivo que se proponía en la introducción, constatamos que dada la variabilidad en los valores de actividad excretados por cada paciente, según sus circunstancias, se justifica el tratamiento individualizado de la orina en cada caso, estimando específicamente tras cada tratamiento el tiempo necesario para su eliminación. De esta forma se minimiza el tiempo que se mantienen los residuos en la sala.

Al comienzo de la discusión se ha incidido en la mayor precisión de las medidas de actividad eliminada. El problema de cómo estimar la actividad de ^{153}Sm presente realmente en la orina se resuelve mediante el establecimiento de la alícuota de 10 ml. Esto permite la cuantificación de una forma sencilla del ^{153}Sm excretado mediante medida con el activímetro asumiendo que la actividad específica (Ae)/volumen es igual en ambos recipientes, por lo que el tubo actúa como testigo de la desintegración del residuo líquido.

De acuerdo con el peso de contenedor de orina (99 g) y del tubo de vacío (11 g), a igualdad de actividades específicas por unidad de volumen, la actividad específica por unidad de masa será mayor en el contenedor cuando el volumen total excretado sea

mayor que 90 ml, lo que en general (y en particular en todos los casos analizados) es la circunstancia más habitual. En caso contrario, sería superior la actividad específica por unidad de masa del tubo de vacío. Ambas posibilidades son tomadas en cuenta de forma automática por la hoja de cálculo, de forma que la fecha mínima de eliminación se establece garantizando que la actividad específica mayor (sea la del contenedor de orina, sea la del bote de vacío) es inferior a 0,1 MBq/Kg. El porcentaje listado en la Tabla 2, última columna, es, en cada caso, el correspondiente a la relación entre esta actividad específica mayor (estimada en el momento de la evacuación) y el límite de 0,1 MBq/Kg.

CONCLUSIÓN

Se puede afirmar que el protocolo establecido y experimentado permite realizar en nuestro Servicio de Medicina Nuclear el tratamiento metabólico con ^{153}Sm -EDTMP, optimizando la gestión de la orina contaminada. La consideración de la orina junto con su contenedor como residuo sólido facilita la manipulación del residuo y la determinación de la actividad residual, minimizando los riesgos por contaminación e irradiación del personal operador, al tiempo que se eliminan las incomodidades por malos olores y se

garantiza el estricto cumplimiento de la legislación vigente en materia de residuos radiactivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Lewington VJ. Symposium of interventional nuclear medicine. A practical guide to targeted therapy for bone pain palliation. Nucl Med Commun. 23: 833-836. 2002.
- K Weiss, HH Köck, K Atefie, H Sinzinger. Regresión completa de la lesión en la gammagrafía después de una simple terapia con ^{153}Sm -EDTMP en cáncer de próstata. Rev Esp Med Nucl. 20 (4): 311-312. 2001.
- Brenner W, Kampen WU, Kampen AM, Henze E. ^{186}Re -HEDP and ^{153}Sm -EDTMP in patients with metastatic bone disease. J Nucl Med. 42(2): 230-236. 2001.
- MICROMEDEX®. Healthcare Series. DRUGDEX DRUG EVALUATIONS
- Anderson PM, Wiseman GA, Dispenzieri A, Arndt AS, Hartmann LC, Smithson WA, Mullan BP, Bruland OS. High dose Samarium- 153 Ethylen diamine tetramethylene phosphonate: low toxicity skeletal irradiation in patients with osteosarcoma and bone metastases. J Clin Oncol. 20: 189-196. 2001.
- Real Decreto 783/2001 de 6 de Julio, por el que se reaprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Orden ECO/1449/2003 sobre gestión de materiales de residuos sólidos en instalaciones radiactivas de 2ª y 3ª categoría en las que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no encapsulados.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
- Goeckeler WF, Stoneburner LK, Kasi LP, Fossella FV, Price DR, Fordyce WA. Analysis of urine sample from metastatic bone cancer patients administered ^{153}Sm -EDTMP. Nucl Med Biol. 20 (5): 657-661. 1993.
- Ficha Técnica Quadramet® inyección de (^{153}Sm) Samario Ledroxinam. Schering.



PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS RELACIONADAS CON LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El Instituto de Técnicas Energéticas (INTE) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), ubicado en Barcelona, dirigido por el Prof. Xavier Ortega y en el que colaboran cerca de 30 personas, desarrolla sus actividades de I+D principalmente en el campo de los estudios energéticos, de las radiaciones, y de la física y tecnología de detectores y de aceleradores de partículas.

Entre sus líneas de trabajo relacionadas con la protección radiológica destacan las siguientes:

- Radioquímica y control de la radiactividad ambiental (Dra. Isabel Vallés)
- Dosimetría de las radiaciones (Dra. Mercè Ginjaume)
- Estudios radiológicos atmosféricos (Dr. Arturo Vargas)
- Radiofísica médica (Dr. Josep Sempau)

En el ámbito de la **radioquímica y del control de la radiactividad ambiental**, sus objetivos se centran en el desarrollo de nuevas metodologías radioquímicas para la determinación de bajos niveles de radiactividad y en la realización de estudios de radiactividad ambiental. Dispone de un Laboratorio de Análisis de Radiactividad, acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), conforme a la norma ISO 17025, por la Dirección General de Salud Pública y la Dirección General de Industrias y Calidad Agroalimentarias de la Generalitat de Catalunya para la realización de ensayos de radiactividad en

aguas potables y alimentos.

Este Laboratorio colabora desde el año 1985 con el Consejo de Seguridad Nuclear

en la realización de determinaciones radiológicas relacionadas con los Planes de vigilancia ambientales de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós y, más recientemente, cubriendo la zona geográfica Nordeste española, en el programa de vigilancia radiológica ambiental de ámbito nacional "Red espaciada", que incluye 5 laboratorios españoles especializados que realizan la vigilancia de las vías primarias de transferencia radiológica con medidas de gran sensibilidad.

En el campo de la **dosimetría de las radiaciones**, el INTE cuenta con el Laboratorio de Calibración y Dosimetría y el Laboratorio de Dosimetría Termoluminiscente, ambos acreditados por ENAC. Los objetivos en esta línea de trabajo son los de proporcionar un servicio de calibración eficaz y optimizar técnicas de medida en dosimetría personal, ambiental y clínica. Entre los proyectos más recientes pueden señalarse la colaboración en las campañas de intercomparación de servicios de dosimetría personal externa organizadas por el CSN, la participación en el grupo europeo de dosimetría de las radiaciones EURADOS, especialmente en los estudios de la armonización de la dosimetría personal en Europa. En esta línea se han llevado a cabo diversos trabajos para la caracterización dosimétrica de los principales sistemas de dosimetría personal de lectura directa y su valoración para su uso en dosimetría legal. En la actualidad, se ha iniciado, con la colaboración del grupo de física de las radiaciones de la Universidad Autónoma de



Figura 1. Laboratorio de Análisis de Radiactividad



Figura 2. Laboratorio de Calibración y Dosimetría

Barcelona, un proyecto de investigación coordinado sobre sistemas de dosimetría de neutrones de aplicación en instalaciones nucleares en el marco de los Programas de Investigación y Desarrollo del Consejo de Seguridad Nuclear.

El INTE tiene también entre sus actividades la realización de **estudios radiológicos atmosféricos**, con el objeto de estudiar los procesos físicos, químicos y meteorológicos responsables de las variaciones espaciales y temporales de las concentraciones de radionucleidos naturales en el aire y del nivel de radiación ambiental. Para ello, dispone del Laboratorio de Estudios del Radón y de dos estaciones de vigilancia radiológica, una ubicada en el Campus Norte de Barcelona y otra en el Campus del Baix Llobregat en Castelldefels.

El Laboratorio de Estudios del Radón es reconocido, tanto en el ámbito nacional por parte del CSN, como internacional, mediante intercomparaciones en el marco europeo (Proyecto EUROMET 657), para la realización de estudios de la respuesta de equipos de medida de la concentración de radón en distintas condiciones ambientales y su calibración. En este sentido, se está llevando a cabo con el CSN un estudio sobre los sistemas de medida activos de radón y torón existentes en España. En cuanto a las estaciones de vigilancia radiológica, los datos de las variables medidas se pueden consultar 'on-line', así como los históricos, en la página web del Instituto (www.upc.edu/inte). En este campo, cabe destacar el estudio que se está realizando, con la utilización del modelo meteorológico MM5, para explicar el comportamiento del radón y sus descendientes en diversas áreas geográficas del territorio español.



Figura 3. Laboratorio de Estudios del Radón

En el ámbito de la **física médica**, el INTE tiene líneas de investigación dirigidas a desarrollar programas de simulación Monte Carlo para ser aplicados en el transporte de electrones y fotones en aplicaciones clínicas. Pueden destacarse los estudios de simulación de las respuestas dosimétricas de las cámaras de ionización patrón empleadas en radioterapia, la optimización de algoritmos para la reconstrucción de imágenes de medicina nuclear, el desarrollo de técnicas de dosimetría *in vivo* para tratamientos terapéuticos y la propuesta de mejoras para los sistemas de planificación comercial en radioterapia.

Finalmente, el INTE cuenta con un Servicio de Protección Radiológica, que participó activamente en el desmantelamiento del reactor nuclear experimental ARGOS, y que atiende a las diversas instalaciones radiactivas de la Universidad.

Xavier Ortega
Director del INTE

EL PROGRAMA DE SUBVENCIONES DE PROYECTOS DE I+D DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

En junio de 2004, el CSN aprobó el Programa de Subvenciones de Proyectos de I+D sobre seguridad nuclear y protección radiológica.

El CSN inició este Programa mediante dos Resoluciones previas. En la primera se regulaba el procedimiento de concesión, en régimen de publicidad, transparencia, objetividad, concurrencia,

PROGRAMA 5: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LAS PERSONAS

TÍTULO DEL PROYECTO	ENTIDAD
Evaluación citogenética de la EBR a baja energía	Univ. Autom. de Barcelona
Dosimetría de neutrones	Univ. Polít. de Cataluña
Desarrollos en dosimetría biológica	Hospital Greg. Marañón
Daño electrones secundarios en s. moleculares	UNED
Estudios experimentales in vitro sobre la EBR	CIEMAT
Ciclotrón emisión positrones	Univ. Autom. de Barcelona
Interacción de electrones secundarios materia	CSIC
Radiología intervencionista	Univ. Compl. de Madrid

PROGRAMA 6: EVALUACIÓN DEL IMPACTO RADIOLÓGICO

TÍTULO DEL PROYECTO	ENTIDAD
Radiología en cerámica y auxiliares	Univ. Politec. de Valencia
Medidas de remedio radón en viviendas	Instituto E. Torroja
Calidad en medidas de radiactividad ambiental	Fund. Univ. de Barcelona
Radiología en centrales térmicas de carbón	CIEMAT
Radioceso y radioestroncio en suelos	CIEMAT
Impacto radiológico en especies no humanas	CIEMAT
Imp. Rad. Soldaduras varillas tungsteno-torio	Univ. del País Vasco
Técnicas avanzadas RA	CIEMAT
Imp. Rad. Industrias de Fosfatos y Pigmentos	Univ. de Sevilla

PROGRAMA 10: DIFUSIÓN Y FORMACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO	ENTIDAD
Curso Superior de Protección Radiológica	CIEMAT
Curso "Actividades formativas de la generac. nuclear del Master en Tecnologías para la Generac. de Energ. Eléctrica"	Fomento I.I.
"Actividad mínima detectable en medidas de vigilancia radiológica ambiental"	Univ. Málaga
III Workshop "Radón y Medioambiente"	Univ. Cantabria
Divulgación y utilización de recursos sobre PR a través de un centro de recursos basados en internet	ETSI Minas UPM
Desarrollo de la infraestructura de la Cátedra Empresa /CSN en la ETSI Minas	Fundac. Gómez Pardo
Seminario "Centrales Nucleares y PR"	Univ. Extremadura
Curso "Seguridad nuclear, protección radiológica y opinión pública"	Univ. Europea de Madrid
"22nd International Conference on Nuclear Tracks in Solids"	Univ. de Barcelona
Jornada "Los modelos de simulación computacional en la ingeniería y la investigación de incendios"	Univ. de Cantabria
Proyecto "Evolución de la Protección Radiológica y Control de calidad en la radiología dental española"	Univ. de Murcia
Curso "Sostenibilidad de las fuentes energéticas: Tecnología, economía, impacto social y seguridad"	Univ. Compl. de Madrid
Jornada "Radiaciones ionizantes y cáncer: Nuevas perspectivas"	Fundac. Genes y Gentes
Revista de la Sociedad Española de Física Médica	SEFM

igualdad y no discriminación, se establecía el perfil de los beneficiarios y el régimen general de seguimiento y aprovechamiento de los resultados de los proyectos. En la segunda, Convocatoria para el año 2004, se hacía referencia a los diez programas que componen el Plan de Investigación y Desarrollo del CSN, como marco general al que debían atenderse las solicitudes de los proyectos presentados.

Se recibieron 103 solicitudes, lo que indica que la convocatoria ha tenido una amplia respuesta, haciendo aflorar entidades y organizaciones no conocidas de modo habitual en los trabajos del CSN. Asimismo es de notar que los proyectos presentados superan notablemente las expectativas de la convocatoria, en el sentido de que se han presentado proyectos con temas originales, lo que supone realmente una ampliación muy positiva en la perspectiva de la seguridad nuclear y la protección radiológica.

Los programas 4º, (APS y Factores Humanos), 5º (Protección Radiológica de las Personas) y 6º (Protección Radiológica de Medio Ambiente) son los que más atención han recibido, mientras que, por el contrario, los programas sobre Reducción del Impacto Radiológico (núm. 7) y Centrales Avanzadas (núm. 9), son los que menos se han solicitado.

En cuanto a las entidades solicitantes, las Universidades Públicas han realizado 46 solicitudes, un 45 % del total; los centros relacionados con el sector energético (ingenierías) han realizado 23 solicitudes (22 %), y los centros privados han realizado 15 solicitudes, en este caso, en relación con el programa 10, de actividades de difusión y formación de seguridad nuclear y protección radiológica. El CIEMAT ha realizado 10 solicitudes.

Las solicitudes de las Universidades Públicas se han centrado en los programas de protección radiológica, con un número menor en el programa 10, sobre difusión y formación y un número escaso en el resto de programas. Por el contrario, los centros relacionados con el sector energético se han centrado en los programas 3 (Accidentes severos) y 4 (APS y Factores humanos) con un número menor en el resto de programas.

Estos análisis pueden dar una idea de la distribución de capacidades de I+D

en España. Se concluye que hay un tejido investigador suficiente en materias de protección radiológica y algo menor en temas de mayor especialidad, como pueda ser el combustible, el comportamiento de los materiales para conservar su integridad y los residuos radiactivos, tanto de baja y media actividad como de alta actividad.

En relación con los presupuestos presentados, se acercan a los 16 millones de €, con una media de duración de los proyectos de unos tres años, y una media de peticiones por programa y año de unos 670.000€.

La selección de solicitudes ha sido realizada por la Comisión de Valoración y sus decisiones, atendiendo a la valoración conseguida por cada petición y al presupuesto disponible, ha resultado en seleccionar 13 solicitudes relacionadas con la seguridad nuclear y 17 solicitudes sobre protección radiológica. En relación con las subvenciones de difusión y formación se han seleccionado 16 solicitudes.

En lo que se refiere a la protección radiológica, la Tabla muestra los programas seleccionados y la entidad ejecutora.

José Luis Butragueño
Jefe de la Oficina de Investigación del CSN

INFORMACIÓN SOBRE EL PLAN COORDINADO DE INVESTIGACIÓN (PCI) CSN-UNESA

Continúan en fase de ejecución los proyectos PR-10 "Términos fuentes en emergencia" y PR-13 "Mejora del sistema de dosimetría interna".

Se ha incorporado al PCI el proyecto PR-15 "Dosimetría de neutrones en instalaciones nucleares". El objetivo del mismo es el estudio con profundidad de la problemática asociada a la dosimetría de neutrones en campos mixtos de radiación típicos de las centrales nucleares y sobre la sistemática general utilizada en la práctica para llevar a cabo esta dosimetría. Con el desarrollo del proyecto se pretenden alcanzar los siguientes resultados:

- Informe sobre el estado del arte y la sistemática utilizada en relación con la dosimetría neutrónica.

- Informe de valoración inicial de las prácticas utilizadas para la medida de la tasa de dosis neutrónica en centrales nucleares.

- Informe con la justificación de la selección de los puntos de medida en las centrales y de los equipos dosimétricos escogidos para su ensayo.

- Informe con los resultados de las campañas de medida de flujo neutrónico programadas en las C.C.N.N. de Ascó y Cofrentes.

- Propuesta de metodología y procedimientos para la determinación de la dosis neutrónica mediante los diferentes sistemas de medida estudiados.

- Informe final con las conclusiones del proyecto.

Jesús Incinillas Martínez
Gestor del PCI

LA INVESTIGACIÓN SOBRE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

En la Universidad Politécnica de Valencia existen dos grupos de investigación que tienen una actividad importante en temas relacionados con la protección radiológica:

Dentro del grupo de investigación SE-NUBIO, Seguridad Nuclear y Bioingeniería de las Radiaciones Ionizantes, cabe destacar como línea de I+D prioritaria la ingeniería físico médica aplicada a las radiaciones ionizantes, y es por ello que el grupo es socio fundador del Centro en Red de Ingeniería Biomédica (CRIB) de la Universidad Politécnica de Valencia, el cual recientemente ha recibido ayudas por parte de la Agencia Valenciana de Ciencia y Tecnología y del Ministerio de Ciencia y Tecnología. El grupo participa en esta iniciativa en los temas de ingeniería físico médica relativo a las radiaciones ionizantes. Ha participado en los siguientes proyectos de investigación, entre otros, relacionados con el tema:

- *Asistencia Técnica para el Cálculo del Detrimento Radiológico y Parámetros IQI en el Programa de Prevención del Cáncer de Mama*. Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana

- *Assessment of radiological detriment versus image quality and technical-physic aspects in breast cancer screening programme*. European Network of Reference Centers for Breast Cancer Screening.

- *Radiological risk assessment in a breast cancer screening programme*. European Network of Reference Centers for Breast Cancer Screening

- *Validación de un sistema de diagnóstico asistido por ordenador para mamografías. Aplicación al programa de cáncer de mama de la Comunidad Valenciana*. UPV Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación.

- *Desarrollo de nuevas técnicas radiofísicas para el control de equipos de rayos X (TERACOR-X)*. Conselleria d'Educació. Generalitat Valenciana

Los resultados de los proyectos de investigación anteriores han quedado reflejados en recientes publicaciones científicas de prestigio, algunas de las cuales se relacionan seguidamente:

- P. Mayo, F. Rodenas, G. Verdú, J.I. Villaescusa, J.M. Campayo. *Automatic evaluation of the image quality of a mammographic phantom*. Computer Methods and Programs in Biomedicine (ISSN:0169-2607), 73/2 pp 115-128, 2004

- S. Gallardo, J. Ródenas, G. Verdú. *Monte Carlo simulation of the Compton scattering technique applied to characterise diagnostic X-ray spectra*. Medical Physics ,31, 7, 2082-2090, 2004

- S. Gallardo, J. Ródenas, G. Verdú. *Application of unfolding techniques to obtain an X-ray primary spectrum*. IRPA-11. Madrid 2004

- S. Gallardo, M.C. Burgos, V. Puchades, G. Verdú, J. Ródenas, J.I. Villaescusa. *X-ray spectrum determination using Compton scattering techniques*, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Sydney (Australia) 2003, (ISBN: 1877040-14-2)

- M. Ramos, S. Ferrer, J.I. Villaescusa, G. Verdú, MD. Salas, MD Cuevas. *Analysis of technical-physic parameters*

and excess risk in the Galician Breast Cancer Screening Programme, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Sydney (Australia) 2003, (ISBN: 1877040-14-2)

- P. Mayo, F. Rodenas, G. Verdú, J.I. Villaescusa, J.M. Campayo. *Quality control of mammographic phantom images*. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Sydney (Australia) 2003, (ISBN: 1877040-14-2)

- P. Mayo, F. Rodenas, G. Verdú, J.I. Villaescusa, J.M. Campayo. *Evaluation of the Index Quality Image analysing microcalcifications in digitized mammographic images*. 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, Birmingham (Gran Bretaña) 2003, (ISBN: 0-7803-7668-4).

También relacionado con estas líneas de I+D+I se ha leído una tesis y hay 6 en desarrollo. Por último, cabe añadir que en noviembre del año 2003, el grupo de investigación organizó conjuntamente con la *Conselleria de Sanidad*, las Jornadas Internacionales "New Technologies applied to the Mammography".

El grupo de investigación MEDASEGI. Medio Ambiente y Seguridad Industrial, incluye una línea de actividad importante dirigida al control radiológico del medio ambiente, interesándose tanto en la realización de las medidas sobre las muestras incluidas en los distintos programas como en la mejora de los procedimientos, así como el análisis del impacto medioambiental que las sustancias identificadas provocan.

Los siguientes programas están activos en la actualidad:

- *Vigilancia radiológica ambiental (Red de estaciones de muestreo)*. Consejo de Seguridad Nuclear.

- *Control de calidad del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en torno a la CN de Cofrentes*. Consejo de Seguridad Nuclear y Generalitat Valenciana. Conselleria de Interior.

- *Contraste de medidas de actividad sobre muestras de vertidos de la CN de Cofrentes*. Consejo de Seguridad Nuclear.

- *Estudio de radiactividad sobre alimentos vegetales frescos de la Comuni-*



Laboratorio de Medida de la Radiactividad Ambiental de la Universidad Politécnica de Valencia

dad Valenciana. Conselleria de Agricultura de la Generalidad Valenciana.

- *Niveles de radiactividad en aguas residuales en conducciones urbanas y estaciones depuradoras. Metodología y valoración del impacto radiológico ambiental*. Consejo de Seguridad Nuclear.

- *Estudio radiológico de la Industria cerámica y auxiliares*. Consejo de Seguridad Nuclear.

Correspondió a este grupo el honor de organizar en la Universidad Politécnica de Valencia las "III Jornadas de Calidad en las Medidas de Radiactividad Ambiental". Valencia, febrero 2003.

Entre las últimas publicaciones internacionales relativas a la radiactividad medioambiental, cabe citar:

- J. Rodenas; I. Zarza; V. Serradell; J. Ortiz; L. Ballesteros. *Análisis of the influence of germanium dead layer on detector calibration simulation for environmental radioactive samples using Monte Carlo method*. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A-Accelerators sp. Vol496/2 pgs 390-399.2003.

- J. Ortiz; L. Ballesteros; I. Zarza; V. Serradell. *Radioactivity Study in a Sewage Treatment Plant. Radilological impact evaluation*. IRPA11. Madrid. 2004.

- J. Rodenas; J. Ortiz; L. Ballesteros; V. Serradell. *Anáyisis of the simulation of Ge-Detector calibration for environmental radioactive samples in a marinelli beaker source using the Monte Carlo method*. CIEMAT (ISBN 8478343946) pgs 249-252. 2001

Prof. Vicente Serradell
Universidad Politécnica de Valencia

La SNE celebra su 30 Reunión Anual



La Sociedad Nuclear Española (SNE) celebró entre el 29 de septiembre y el 1 de octubre su 30 Reunión Anual en Alicante. La cita coincidió con la celebración del

30 Aniversario de la Sociedad, por lo que acudieron reconocidos profesionales de ámbito nacional e internacional.

Las dos Sesiones Plenarias- "Protocolo de Kyoto. Estrategia de emisiones y cambio climático" y "Unión Europea 2004 y la energía nuclear"- analizaron la actualidad que determina la agenda del sector. Se contó también con dos sesiones especiales, la "Sesión póster" y la de "Evolución y perspectivas de nuestras instalaciones nucleares". El formato póster de las sesiones técnicas ofreció la posibilidad de conocer los mejores, seleccionados por el Comité Técnico del Comité



El póster de la SEPR fue uno de los 4 galardonados como finalistas en la 30 Reunión.



Representantes de la SEPR en la 30 Reunión Anual de la SNE.

Organizador. Por otro lado, el personal de operación y mantenimiento de las centrales nucleares españolas fue el protagonista de la "Evolución y perspectivas de nuestras instalaciones nucleares".

Protección Radiológica

El programa de Sesiones Técnicas contó con tres específicas dedicadas a la Protección Radiológica, que recibieron el nombre de "Protección Radiológica y Mediambiental I, II y III", respectivamente.

Asimismo, la SEPR estuvo presente en la exposición comercial de la Reunión Anual en un stand en el que se ofreció información sobre la décima edición del Congreso Nacional de la SEPR, que se celebrará en Huelva en septiembre de 2005.

El póster de la SEPR titulado "El congreso IRPA 11: Actualidad y perspectivas de la Protección Radiológica" -cuyos autores son: Leopoldo Arranz, Pedro Carboneras, David Cancio y Eduardo



Vista del stand de SEPR en la exposición comercial de la 30 Reunión Anual.

Gallego- fue uno de los cuatro finalistas en la 30 Reunión Anual. Los galardonados tuvieron la oportunidad de exponer oralmente su póster en una sesión especial.

Comité de Redacción

El Foro de la Industria Nuclear Española reúne a más de 600 profesores en sus XXI Jornadas sobre Energía y Educación

Los días 17 y 18 de septiembre, Foro Nuclear celebró su XXI edición de las Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación, bajo el título "El Debate Energético". La convocatoria reunió a más de 600 profesores procedentes de toda España, que participaron en varias visitas a instalaciones energéticas y a las ponencias posteriores celebradas en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense.

Un año más las Jornadas de Foro Nuclear contaron con numerosos profesionales del sector energético. La conferencia inaugural corrió a cargo de Juan Irazo, Director del Instituto de Estudios Económicos (IEE), que se mostró convencido de que el precio del petróleo continuará subiendo e instó a reducir "la excesiva dependencia" española de fuentes de energía procedentes de otros países, situación que hace "mucho más vulnerable" a variaciones y posibles crisis energéticas al país.

A continuación se analizaron las diferentes fuentes energéticas en una mesa redonda compuesta por representantes de empresas energéticas españolas como



Eduardo González (izquierda) y Juan Irazo, durante la conferencia inaugural.

Carbunión, Gas Natural, IDAE, Nuclenor y Repsol YPF.

Uno de los temas que despertó mayor interés fue el de Cambio Climático, a cargo de Luis Balairón Ruiz, Jefe del Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima del Instituto Nacional de Meteorología. Otra de las ponencias fue la ofrecida por Pedro Meroño Vélez, Presidente de la Comisión Nacional de Energía, que ante la preocupación del abastecimiento energético declaró que "salvo problemas en el suministro de gas, que estimo que habrá en la siguiente punta de demanda, entre el próximo enero y febrero, no existen problemas de falta de suministro eléctrico en los próximos meses", a su vez, añadió que "desde el sector eléctrico no se están tomando unas medidas especiales para paliar la falta de suministro, lo que se está haciendo es cumplir con los compromisos que tenían las compañías en generación, transporte y distribución de energía".

Antes de la clausura se presentó la publicación "El Recorrido de la Energía". Este proyecto, en el que Foro Nuclear ha colaborado junto a otras empresas, pretende dotar a los profesores de la información y material audiovisual necesario para facilitar la enseñanza de temas energéticos a los alumnos, y así concienciar a la sociedad sobre la importancia de un mejor uso de la energía y la necesidad de ahorro energético.

Piluca Núñez
Foro Nuclear

Nuevo Plan Básico de Emergencia Nuclear

El 14 de julio del 2004 se ha publicado en el BOE num. 169 el "REAL DECRETO 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear" (<http://www.boe.es/boe/dias/2004-07-14/pdfs/A25691-25721.pdf>). Este Plan Básico de Emergencia Nuclear revisa al que fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros, de 3 de marzo de 1989. Las circunstancias que han justificado su revisión son:

a) La creciente consolidación del Sistema Nacional de Protección Civil, a

través del progresivo proceso de asunción de sus competencias por las comunidades autónomas.

b) La publicación de la Directiva 89/618/ EURATOM del Consejo, de 27 de noviembre de 1989, relativa a la información a la población sobre medidas sanitarias aplicables y sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica, incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el correspondiente Acuerdo del Consejo de Ministros, de 1 de octubre de 1999.

c) La publicación de la Directiva 96/29/ EURATOM del Consejo, de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes, incorporada así mismo a nuestro ordenamiento jurídico mediante el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

d) La experiencia adquirida en las actividades de implantación y mantenimiento de la eficacia de los vigentes planes de emergencia nuclear.

Comité de Redacción

Se crea la Cátedra "Federico Goded" en la ETSII de la Universidad Politécnica de Madrid

El pasado nueve de septiembre, tras una solemne sesión académica, se suscribió un convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Universidad Politécnica de Madrid por el que se crea la Cátedra "Federico Goded" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. La Cátedra tendrá como objetivos fundamentales el cultivo de la seguridad nuclear desde la investigación y la enseñanza.

La sesión académica, que fue pública y se celebró en la sede de la Escuela, es



De izquierda a derecha: J. M. Martínez-Val, M^a Teresa Estevan, E. Uceda, C. Vera y A. Alonso.

tuvo presidida por el rector de la Universidad, J. Uceda, y por la presidenta del Consejo, M^a Teresa Estevan y en ella participaron el director de la Escuela, C. Vera y J. M^a Martínez-Val, director de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, y Agustín Alonso, ex-consejero del Consejo de Seguridad Nuclear.

El profesor Martínez-Val, director de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial evocó la figura del profesor Goded, ya fallecido, quien fue el primer catedrático de tecnología nuclear de la Escuela y Consejero del primer Consejo de Seguridad Nuclear. El profesor Alonso explicó el contenido fundamental del convenio que se iba a firmar. El director de la Escuela expuso la importancia del convenio para el mejor desarrollo de la investigación y la enseñanza del amplio abanico de las ciencias y técnicas sobre las que se basa la seguridad nuclear. Firmado el convenio, tanto la presidenta del Consejo como el rector de la Universidad, en sendos parlamentos, expresaron su satisfacción por el convenio que habían suscrito y expresaron su confianza en el buen desarrollo de las actividades de la Cátedra.

El convenio, a través de un Comité de Coordinación paritario de seis miembros, establecerá anualmente el programa de trabajo, que cubrirá los aspectos actuales y futuros de la seguridad nuclear en las áreas tecnológicas en las que la Escuela es competente, incluyendo no sólo la tecnología nuclear sino también la mecánica, eléctrica y electrónica, así como la termotecnia, la fluidodinámica y la ciencia de los materiales, entre otros aspectos. Se concederán becas de investigación y se celebrarán cursos específicos, todo ello dentro del contexto internacional que ofrecen los programas de EURATOM. Aunque el énfasis del convenio está en los aspectos más tecnológicos de la seguridad nuclear, también se incluyen

aspectos de protección radiológica, especialmente ligados con la prevención, mitigación y cuantificación de las consecuencias de los accidentes radiológicos.

Comité de Redacción

XV Congreso Nacional de Física Médica



El próximo Congreso de la Sociedad de Física Médica tendrá lugar en Navarra del 28 de junio al 1 de julio de 2005. Información sobre el programa, inscripción, alojamientos, cursos de actualización, normas para la presentación de trabajos, etc puede

consultarse en la página electrónica del congreso: <http://www.congresosnavarra.com/XV.fisicamedica/>

Comité de Redacción

Jornada sobre resultados del Plan de Investigación del CSN

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su colección de documentos I+D, ha publicado el informe 5.2003, en el que se da cuenta de la Jornada, celebrada el 12 de diciembre de 2003, en la que se discutieron los resultados del Plan de Investigación de dicha institución, que incluye tanto los aspectos de seguridad nuclear como los relativos a la gestión de residuos radiactivos y a la protección radiológica. En esta glosa sólo se contemplan los últimos. El documento se encuentra en la página electrónica del CSN www.csn.es y puede obtenerse a través de peticiones@csn.es.

Las jornadas de investigación que organiza el CSN tradicionalmente incluyen una presentación de la Dirección Técnica correspondiente, seguida de presentaciones monográficas sobre temas elegidos que hayan alcanzado un avance notorio

o sean de particular importancia. En esta ocasión, en el campo que nos ocupa, el informe introductorio corrió a cargo de J. C. Lentijo, Director Técnico de Protección Radiológica, y se incluyeron tres presentaciones monográficas: *Estudios de dosis internas en técnicas radioisotópicas in vitro e in vivo utilizadas en estudios de biología celular y molecular*, a cargo de T. Navarro et. Al. del Ciemat y M.T. Macias y A. Lavara, del CSIC; *Adaptación de la Cámara de radón del INTE/UPC a la norma ISO-13466 e intercomparación de sistemas de medida de centros españoles*, a cargo de X. Ortega y A. Vargas del INTE/UPC y *Desarrollo de una nueva técnica para la detección y evaluación in situ de roturas radioinducidas a nivel de secuencias específicas del ADN*, a cargo de J. L. Fernández, del centro Oncológico de Galicia.

En su conferencia introductoria, J. C. Lentijo explicó las líneas básicas del Plan de Investigación y Desarrollo del CSN en el área de la protección radiológica, para el cuatrienio 2002-2006, donde destacan el mejor conocimiento de la relación dosis-efecto, el desarrollo dosimétrico y el impacto radiológico, que a su vez se desarrollan en proyectos concretos en distintos estados de realización.

Se reconoce que la cuantificación de las dosis a causa de contaminaciones internas requiere manipulaciones estrictas de excretas o medidas en contadores de radiactividad corporal, en todo caso complicadas y onerosas. Se hacen esfuerzos para limitar tales controles a los casos estrictamente necesarios. Los autores han tomado una muestra significativa (300 personas) de trabajadores que se dedican a la investigación en biología celular y molecular y que utilizan isótopos marcadores característicos, ^3H , ^{14}C , ^{32}P y ^{35}S en técnicas convencionales, tanto *in vitro* como *in vivo*, y han podido determinar en qué condiciones y circunstancias se deben realizar controles dosimétricos internos. También han desarrollado técnicas novedosas para realizar tales controles.

La medida de la radiactividad asociada al radón y sus descendientes es un requisito contemplado indirectamente en el nuevo Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. El Instituto de Técnicas Energéticas de la UPC ha desarrollado una cámara de ra-

dón bien cualificada a través de interesantes comparaciones internacionales. La cámara se ha sometido a la norma de calidad ISO-13466, convirtiéndose en una cámara nacional de referencia, y se ha utilizado para realizar intercomparaciones de 14 sistemas de medida del radón de siete instituciones nacionales.

El análisis de las roturas del ADN inducidas por radiación es esencial para conocer los efectos de la radiación, pero ello requiere de técnicas particularmente delicadas y difíciles. El Centro Oncológico de Galicia tiene una larga tradición en tales estudios, de cuyos resultados el Consejo ha estado muy interesado. En la presentación que se glosa se describe una nueva técnica que permite, por vez primera, analizar el daño global, en secuencias específicas del ADN, célula a célula, y detectar variaciones en la radiosensibilidad.

Comité de Redacción

Clausura del reactor nuclear ARGOS

El día 27 de abril de 2004, tras una solemne sesión académica, se declaró clausurado el reactor nuclear ARGOS, que había recibido la declaración oficial de clausura por Orden del Ministerio de Economía del 23 de diciembre de 2003, previo el informe vinculante y preceptivo del Consejo de Seguridad Nuclear. Esta ha sido la primera declaración de clausura emitida de acuerdo con las prescripciones del vigente Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas de 1999. En la ceremonia académica, presidida por el rector de la Universidad Politécnica de Cataluña, el profesor Josep Ferrer, el profesor Xavier Ortega, responsable de las operaciones de desmantelamiento, glosó la vida del reactor desde su concepción hasta su desmantelamiento y clausura; el director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad, profesor Ferran Puerta, se refirió a los estudios nucleares que se realizan en la Escuela, mientras que la presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, María Teresa Estevan Bolea, declaró clausurada la instalación.



De izquierda a derecha: X. Ortega, director del INTE; R. Vilaseca, director General de Universidades de la Generalitat de Catalunya; J. Ferrer, rector de la UPC; F. Puerta, director de la ETSIB; X. Dies, jefe de la Sección de Ingeniería Nuclear.

1987 se inició el proceso de desmantelamiento y declaración de clausura, que se completa en el acto que se glosa. El largo periodo de desactivación y desmantelamiento se debe a la falta de legislación específica- hasta el año 1999 no aparecen estos conceptos en el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y la Empresa Nacional de Residuos no se crea hasta 1986- y al carácter pionero de las actividades y operaciones a realizar, que han sido enteramente llevadas a cabo por los propios responsables del reactor.

La clausura del reactor, que supone poder utilizar su emplazamiento y edificios para otras actividades, no ha supuesto perder la capacidad de enseñanza adquirida, de hecho en parte de sus instalaciones ya se ha instalado un moderno simulador conceptual de una central nuclear con reactor de agua a presión, que ofrece significativas posibilidades en la enseñanza de la operación de las centrales nucleares y una unidad de dosimetría beta.

Comité de Redacción

N O M B R A M I E N T O S

José Alejandro Pina, nuevo presidente de ENRESA



José Alejandro Pina Barrio fue nombrado el pasado 20 de septiembre presidente de ENRESA, cargo en el que sustituye a Antonio Colino Martínez, que llevaba en este puesto desde su nombramiento en diciembre de 1996. José Alejandro Pina ya ocupó la

presidencia de ENRESA entre 1994 a 1996. Pina Barrio (Segovia, 1950) es licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desarrolló gran parte de su actividad profesional en el Ministerio de Industria y Energía, hasta que fue nombrado subdirector General Jefe de la Oficina Presupuestaria. Desde 1984 a 1986 formó parte del equipo de Joaquín Leguina como director general de Planificación Económica, Financiera y tesorero General.

Entre 1986 y 1988 trabajó en el entonces Instituto Nacional de Industria (INI) como director general de gabinete de Presidencia y miembro de la Comisión Ejecutiva del Organismo. Desde 1988 a 1994 fue director general del Gabinete del Ministerio de Industria y Energía. Después de su paso por la presidencia de ENRESA, se incorporó al Ministerio de Industria en 1997 como vocal asesor del subsecretario. En 1999 fue consejero director de la empresa ECA y director de proyectos de la consultora industrial PROAS Internacional.

Juan Antonio Rubio, director general del CIEMAT



Juan Antonio Rubio Rodríguez tomó posesión de su puesto como director general del CIEMAT el pasado 7 de julio en presencia del secretario de Estado de Educa-

ción y Ciencia, Salvador Ordóñez, y de distintas personalidades. Rubio Rodríguez es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. En la Junta de Energía Nuclear ocupó los puestos de investigador, jefe del Grupo de Altas Energías y jefe de la División de Física Nuclear y de Altas Energías.

Posteriormente, fue nombrado director del Departamento de Investigación Básica y director Científico del CIEMAT. En 1987 se incorporó al CERN, donde fue jefe de Grupo de Investigación y asesor Científico del director general. Antes de esta incorporación ha sido director de la Unidad de Educación y Transferencia de Tecnología del CERN, así como coordinador para Latinoamérica y Comisario para el 50 Aniversario de la Organización. Ha publicado más de 350 artículos científicos.

El reactor ARGOS, de 10 kilovatios de potencia máxima, se ubicó en un edificio singular asociado a la Escuela de Ingenieros Industriales en la Avda. Diagonal, 647 de Barcelona. El reactor fue el fruto del enorme entusiasmo que había despertado el uso de la energía nuclear con fines pacíficos después de la celebre propuesta "Átomos para la paz" que formulara el Presidente Eisenhower en 1954. El reactor fue financiado por la Cámara Oficial de la Industria de Barcelona y construido por la Junta de Energía Nuclear siguiendo el diseño del reactor Argonaut del Laboratorio Nacional de Argonne (EE.UU.), especialmente concebido para la enseñanza. El reactor fue solemnemente inaugurado en 1963 en presencia del Ministro de Industria, Planell, de las más altas autoridades académicas y locales, los más altos representantes de la Junta de Energía Nuclear y de la Cámara de Industria, entre otras personalidades del momento.

El reactor había funcionado desde 1963 hasta 1977. Durante este tiempo, más de 800 alumnos de la Escuela pudieron completar el plan de prácticas establecido, hasta 50 becarios pudieron realizar diversos trabajos específicos y 50 futuros operadores de las centrales nucleares catalanas pudieron recibir información básica sobre operación. En 1977 se decidió su cierre definitivo por falta de recursos para poder satisfacer plenamente los requisitos establecidos en el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, que no contemplaban las circunstancias específicas de estas pequeñas instalaciones. En el año

NOTICIAS

d e l

MUNDO

Interesante artículo de la revista "Radiology"

La realización de un escáner corporal de rastreo como medida de detección precoz de enfermedades como el cáncer de pulmón, cáncer de colon, enfermedades coronarias y otras patologías, es una técnica cuya efectividad es motivo de controversia. En la actualidad no existe ningún estudio que demuestre claramente los beneficios, en términos de supervivencia, del uso del escáner corporal como técnica orientada al diagnóstico precoz.

Aunque los potenciales beneficios y riesgos se han debatido en términos de detección de la enfermedad versus falsos positivos, se ha prestado menos atención a los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, teniendo en cuenta que los órganos irradiados en este procedimiento reciben dosis superiores a las recibidas con radiología convencional.

El objetivo del artículo "Estimated Radiation Risks Potentially Associated with Full-Body CT Screening", publicado en Radiology 2004; 232:735 - 738 es estimar cuál es el riesgo de cáncer mortal asociado a un único y a múltiples escáneres corporales de rastreo. Para ello se estima en primer lugar cuál es la dosis recibida por cada órgano en un escáner corporal que se realiza desde la tercera vértebra cervical hasta la sínfisis del pubis, en un TC multicorte con Volume Zoom Scanner (Siemens), asumiendo una longitud de 0,76 m. El protocolo establecía 110-150 mAs efectivos, con una rotación de 0,5s, una anchura de corte de 10 mm y un pitch basado en el ancho total del haz de 1.75. Todos los cálculos se han realizado con 230 mAs. Las dosis estimadas en diferentes órganos han sido 24,7 mGy en tiroides, 15,5 mGy para pul-

món, 12,2 mGy en gónadas en mujeres y 2,6 mGy en hombres. Los valores estimados de dosis efectivas han sido de 13,5 mSv en mujeres y 11,6 mSv en hombres. Asumiendo una dosis efectiva de 12 mSv por procedimiento, en caso de la realización de 10 escáneres la dosis efectiva total sería de 120 mSv.

Puesto que los valores de dosis efectiva obtenidos son comparables a los recibidos por algunos supervivientes de bombas atómicas en Japón, los autores han usado los factores de riesgo relativo de padecer cáncer en función de la dosis efectiva, evaluados para aquellos afectados que fueron expuestos a dosis inferiores a 500 mSv. Tanto los estudios en animales como epidemiológicos sugieren que a bajas dosis el riesgo es independiente del fraccionamiento de dosis. Este efecto, así como el transferir los datos de la población japonesa a la población de EE.UU. se han tenido en cuenta como fuentes de incertidumbre.

Como resultado, los autores estiman que para una persona adulta de 45 años, el riesgo de desarrollar un cáncer mortal a lo largo de su vida como consecuencia de la radiación recibida en un escáner corporal es 8×10^{-4} . Se estima que con un 95% de grado de confianza, hay un factor 3,2 por encima y por debajo de este valor, es decir el riesgo puede ser tan bajo como 2.5×10^{-4} , o tan alto como 2.5×10^{-3} . El riesgo, lógicamente, se incrementa cuando la exploración se realiza anualmente, alcanzando un valor de 1,9% para una persona adulta de 45 años suponiendo que va a someterse anualmente a un escáner corporal de rastreo hasta los 75 años (30 exámenes). Se debe destacar que las dosis estimadas pueden variar significativamente al utilizar distintos equipos aunque se utilice el mismo protocolo, y en un mismo equipo utilizando distintos protocolos.

La conclusión de este artículo es que las dosis efectivas estimadas son lo suficientemente importantes como para considerar los riesgos radiológicos potenciales asociados al escáner corporal de rastreo, como un factor a tener en cuenta en la evaluación de la utilidad de esta exploración, tanto desde una perspectiva individual como de salud pública.

*Cristina Mínguez Aguilar.
Residente de Radiofísica del Hospital de la Princesa.*

Últimos borradores de la ICRP

En la página electrónica de ICRP (<http://www.icrp.org>), Sección "News & Drafts" se pueden consultar dos interesantes borradores para envío de comentarios:

- **Recomendaciones 2005.** El periodo de envío de comentarios finalizará el 31 de diciembre de 2004.

- **Modelo tracto alimentario humano para protección radiológica.** El periodo de envío de comentarios finalizará el 15 de Noviembre de 2004.

Los comentarios deben emitirse a través de un formulario que permite además de enviar comentarios al borrador seleccionado, visualizar los comentarios realizados por otros.

Los borradores para los que ha finalizado el periodo de consulta y que ya están en proceso de edición son:

- Protección de la población contra la exposición a la radiación como consecuencia de un ataque terrorista (abril 2004).

- Aspectos de seguridad en braquiterapia de cáncer de próstata mediante implantes permanentes de fuentes (Borrador nº 5, enero 2004).

Comité de Redacción

PUBLICACIONES

Current Trends in Radiation Protection

Edited by H. Métivier, L. Arranz, E. Gallego and A. Sugier
EDP SCIENCES



"Ensanchando el mundo de la protección radiológica" fue el lema elegido por los organizadores de IRPA-11. Con ello querían señalar que la protección radiológica es ya parte de la vida de la sociedad y como tal debe ser explicada universalmente y recogida en documentos disponibles. A tal fin, IRPA ha creado una nueva colección de libros con el título genérico de "Tendencias en protección radiológica", a la que pertenece el libro que se glosa, que fue dado a conocer durante IRPA-11. Incluye los textos completos de las conferencias especiales pronunciadas durante el congreso, que fueron escritas y editadas con especial cuidado por expertos reconocidos.

El libro contempla diecisiete artículos que cubren los aspectos de preocupación y estudio de mayor interés en el momento actual, entre los que se encuentran temas tales como: la radiobiología y los efectos de las dosis y de las tasas de dosis pequeñas, la protección radiológica de especies no humanas, las activi-

dades de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, la dosimetría y cuantificación de la dosis, la garantía de la calidad y análisis de incertidumbres, la utilización de la radiación en medicina, la educación y capacitación en protección radiológica, el análisis de incidentes y restauración de terrenos no contaminados y los riesgos de las radiaciones no ionizantes, entre otros. El libro es muy instructivo por la variedad y actualidad de los temas que trata y por el cuidado puesto en su confección y edición.

La contribución española en "Current Trends in Radiation Protection" es muy significativa. Incluye dos de los cuatro editores, el Dr. L. Arranz, Presidente de IRPA-11 y el Prof. E. Gallego, Secretario Científico del Congreso, y dos autores, la Doctora L. Romero, Investigadora del CIEMAT, y el Prof. A. Alonso, de la Universidad Politécnica de Madrid.

La Doctora L. Romero, conocida experta en la medida de la radiactividad ambiental, ha aportado una memoria excelente a lo que llama el "dominio conflictivo" de la radiactividad ambiental, cuya medida es un requisito legal y ético, pero que incluye las enormes dificultades propias de establecer la relación adecuada entre los niveles de decisión y de detección y la necesidad de incorporar las incertidumbres de las medidas, sin contar la variedad de criterios, terminología y formulación que requieren una armonización, que propone en sus conclusiones.

El Prof. A. Alonso, por su parte, discute los requisitos y modos para la cualificación de expertos en protección radiológica en una variedad de campos tales como la regulación, explotación y desmantelamiento de instalaciones nucleares, prácticas médicas y protección del medio ambiente, entre otras. También presenta la situación actual y previsible de la educación sobre protección radiológica en el ámbito universitario, sin olvidar la información pública.

Comité de Redacción.

IAEA-Technical Reports Series

Remediation of Sites with Dispersed Radioactive Contamination. IAEA. Technical Reports Series No. 424. 2004

El OIEA ha iniciado un programa de trabajo específico para cubrir todos los aspectos de la recuperación medioambiental.



- Los factores técnicos y no técnicos que influyen en la puesta en marcha de la recuperación;
- Técnicas de caracterización de lugares y estrategias;
- La evaluación de las técnicas de recuperación;
- La evaluación y las técnicas opcionales para limpieza de áreas contaminadas;
- Control posterior en la recuperación;
- Evaluación de los costes de las medidas de recuperación.

La baja contaminación dispersa supone un cambio particular en aquellos encargados de la recuperación.

Algunas técnicas no son eficientes por debajo de ciertas concentraciones o provocan severos impactos en ciertas áreas del medioambiente que la contaminación por ella misma. En ambos casos la justificación para la recuperación puede que no sea debida a la protección radiológica pero la recuperación puede estar ampliamente reclamada por el público.

Este informe examina todas las posibilidades tecnológicas en la contaminación dispersa de bajo nivel.

Se han agrupado en: No intervención, contención y recuperación. Las técnicas descritas deben ser utilizadas conjuntamente en algunos lugares con el fin de alcanzar soluciones suficientes a largo plazo. Estas técnicas son novedosas y deben ser evaluadas sus ventajas y limitaciones.

Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment. Technical Reports Series No. 422. 2004



En 1985 el OIEA publicó en Technical Reports Series No. 247 (TRS 247), los factores de sedimento *K_d* y los factores de concentración para radionúclidos en el medio marino, que son los coeficientes de distribución en el sedimento (*K_d*) y los factores

de concentración (CF) para materiales biológicos marinos que puedan ser utilizados en modelos para simular la dispersión de los residuos radiactivos que fueron depositados en el mar. El TRS 247 describe un acercamiento para calcular el sedimento en el agua, *K_d*, utilizando elementos geológicos estables desarrollados por J.M. Bewers, a través de la utilización de los límites derivados cuando esto es posible.

A través de los años, el TRS 247 ha sido evaluado y ha servido de referencia para los radioecologistas en los modelos marino y por otros científicos implicados en la evaluación del impacto de los radionúclidos en el medio. En el año 2000 se realizó una revisión con los últimos datos y aplicaciones desde el año 1985.

En este informe se relatan los nuevos valores. Esta revisión ha sido realizada después de la celebración de tres Seminarios en Monaco y Viena entre abril de 2000 y diciembre de 2002.

IAEA Safety Standar Series

Evaluación de la exposición ocupacional debida a fuentes externas de radiación. Guía de seguridad. Colección de Normas de Seguridad N° RS-G-1.3 ISBN 92-0-300704-0. Abril 2004

Esta Guía de Seguridad indica la evaluación de la exposición de los trabajadores a fuentes externas de radiación y el

control en el trabajo en ambas situaciones. También refleja los cambios ocurridos en la pasada década en la asignación y evaluación de la exposición externa. Indica que es necesaria una guía para seguir los requerimientos indicados en la publicación Series de Seguridad n° 115, Normas internacionales de seguridad para protección de las radiaciones ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación (1996).

Contenidos: 1. Introducción; 2. Dosimetría; 3. Programas de medidas; 4. Dosimetría, especificaciones; 5. Tipo de controles; 6. Uso previo y control periódico; 7. Controles de las medidas; 8. Registro de dosis y archivos; 9. Control de calidad; Apéndice: Controles de contaminación en piel y evaluación de dosis en piel; Referencias; Anexo I: Sumario de lo valores Q-L y relación entre ellos; Anexo II: Instrumentación en la dosimetría personal; Anexo III: Instrumentación para medidas en área de trabajo; Anexo IV: Condiciones de referencia y normas estándar; Annex V: Datos relevantes sobre medidas y dosímetros personales y monitores de área en los términos de cantidades; Anexo VI: Ejemplos de normas IEC en los equipos de medida de radiación.

IAEA TECDOC Series

Calibración de fuentes de fotones y rayos beta usadas en braquiterapia. IAEA TECDOC Series No. 1274. 2004



IAEA Practical Radiation Technical Manual

Los trabajadores expuestos necesitan conocer los riesgos debidos a la exposición a la radiación y las medidas para gestionar dichos riesgos. Para ayudar a las personas que tienen que proporcionar la formación a dichos trabajadores se han creado las series de Manuales Técnicos de Protección Radiológica (Practical Radiation Technical Manuals, PRTM).

Personal Protective Equipment. Practical Radiation Technical Manual No. 5. IAEA_PRTM-5. Abril 2004



Los trabajadores expuestos necesitan tener una información básica para comprender el riesgo debido a la exposición a la radiación y las medidas para gestionar este riesgo. Con el fin de ayudar a estas

personas que tienen la responsabilidad de información e formación de estos trabajadores, se han creado las series de los Manuales técnicos de protección radiológica (PRTMS). Los equipos de protección personal son utilizados cuando no es posible proporcionar la protección adecuada por otros medios. La adecuada protección depende de que el equipo de protección sea adecuado, seleccionado y mantenido. Es necesaria la formación de los trabajadores en el manejo de estos

equipos para asegurar que cumplen el grado de protección. Este manual indica los principales tipos de equipos de protección personal, incluyendo protección corporal protección respiratoria y describe como utilizar los equipos con un sistema de seguridad en el trabajo.

Técnicas de cuarto de moldes para teleterapia. Manual técnico-práctico de radiación N° 4. IAEA_PRTM-4. Abril 2004



Las técnicas del cuarto de moldes son necesarias para obtener el mayor beneficio posible del tratamiento con teleterapia. La finalidad de esas técnicas es:

- Asegurar que la parte del paciente que se está tratando permanece en la misma posición desde el inicio hasta el final de cada fracción de radioterapia.
- Asegurar que los campos inicialmente planificados y documentados en imágenes puedan reproducirse con exactitud para cada fracción.
- Asegurar que si ha de tratarse más de un volumen de planificación estos volúmenes mantendrán una posición relativa constante y reproducible entre cada uno.
- Obtener contornos para planificar la teleterapia.
- Facilitar la exactitud del ajuste de los campos individuales con respecto a la posición en el paciente y la unidad de tratamiento.
- Fabricar y montar bloques o protecciones dentro de cualquier campo que protejan adecuadamente y en forma reproducible el tejido sano o los órganos críticos.
- Fabricar y montar compensadores y material de bolus dentro de cualquier campo que modifiquen el haz adecuadamente y en forma reproducible según se requiera.

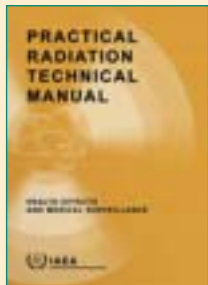
La inmovilización se aborda inicialmente estudiando una región anatómica, la enfermedad y el aparato de tratamiento

seleccionado. Se señala la versatilidad de cada técnica para llevar a cabo la inmovilización para varios propósitos.

Uno de los retos más grandes de un cuarto de moldes es la inmovilización. Las técnicas han evolucionado a lo largo de los años de manera independiente en muchos centros, y se han desarrollado muchos métodos diferentes para alcanzar los mismos objetivos.

La selección de una u otra técnica para cualquier centro depende de las aptitudes existentes, el número de personas disponible y un equilibrio entre los métodos más rápidos o más exactos y el costo y la disponibilidad de materiales.

Health Effects and Medical Surveillance. Practical Radiation Technical Manual No. 3 (Rev. 1) IAEA_PRTM-3. Abril 2004



Las fuentes de radiación tienen muchas aplicaciones en el trabajo. Habitualmente, aunque el trabajo se desarrolla con las medidas de seguridad, los trabajadores implicados inevitable-

mente reciben dosis bajas en la exposición habitual a las radiaciones, aunque no sean peligrosas. Este manual expone como la radiación ionizante puede interactuar y afectar a los tejidos humanos, y el detrimento para la salud que puede suponer. Se describe la vigilancia médica indicada para aquellos que trabajan con fuentes radiactivas, dependiendo del riesgo en el trabajo realizado.

Individual Monitoring. Practical Radiation Technical Manual No. 2 (Rev. 1) IAEA-PRTM-2, Mayo 2004

Las fuentes de radiación tienen un gran número de aplicaciones en los puestos de trabajo. La exposiciones a la radiación de los trabajadores involucrados puede necesitar vigilancia rutinaria y

mantenimiento de registros con su dosis acumulada. Este manual explica la terminología asociada con la vigilancia individual y describe los principales tipos de dosímetros y otras técnicas relacionadas y su aplicación en el puesto de trabajo.



Workplace Monitoring for Radiation and Contamination. Practical Radiation Technical Manual No. 1 (Rev. 1). IAEA-PRTM-1, Mayo 2004

Los equipos de medida de la radiación son necesarios para detectar la presencia de radiación ionizante y evitar la exposición excesiva. El uso de equipos apropiados y eficientes permite controlar las exposiciones y las dosis recibidas tan bajo como sea razonablemente posible. Este manual explica la terminología básica asociada a los equipos de medida y describe los principales tipos de equipos, su construcción y la aplicación en el puesto de trabajo. Proporciona información para asegurar que la vigilancia de los equipos es apropiada y que el usuario realiza interpretaciones correctas de los resultados obtenidos.

NRPB

NRPB-W56. Assessment of Internal Doses to Workers Potentially Exposed to Enriched Uranyl Fluoride and Uranium Tetrafluoride. T P Fell, A W Phipps and G N Stradling. Mayo 2004.

Este informe trata sobre la dosis interna de trabajadores expuestos a hexafluor de uranio (UF₆/UO₂F₂), y tetrafluor de uranio (UF₄) recibida como resultado de incorporación accidental o de procesos rutinarios y que pueda exceder de 6mSv/año. Esto puede influenciar la decisión del empresario para clasificar a dichos trabajadores bajo la normativa sobre radiaciones ionizantes (Ionising Radiations Regulations

1999, regulation 20). El informe analiza brevemente las características de estos compuestos (solubles en fluidos y potencialmente tóxicos) y presenta estudios para enriquecimientos del 5%, 20% y 93% en uranio-235 y exposición por inhalación, ingestión y contaminación.

NRPB-W55. In Vitro Dissolution of Tritium Loaded Carbon Particles from the JET Tokamak. A Hodgson, E R Rance, P G D Pellow and G N Stradling. Abril 2004.

Este documento presenta un estudio sobre la metodología "in vitro" desarrollada para caracterización de la partículas de carbón cargadas de tritio producidas durante la operación experimental del JET Tokamak. En el proceso de fusión los niveles de tritio pueden aumentar así como la exposición al hombre. El estudio utiliza la información obtenida en la caracterización para proporcionar coeficientes de dosis y límites para procedimientos de vigilancia.

NRPB-W54. A Methodology for Assessing Doses from Short-Term Planned Discharges to Atmosphere. J G Smith, P Bedwell, C Walsh and S M Haywood. Mayo 2004.

Para evaluar el impacto radiológico de una descarga a la atmósfera en un emplazamiento se supone que dicha descarga ocurre continua y uniformemente a lo largo del año. Sin embargo, en operación normal es posible que tengan lugar descargas a corto plazo debidas a operaciones de mantenimiento. Estas descargas pueden dar lugar a dosis más altas, o más bajas de las esperadas que si se considerara una descarga continua durante todo el año. Este informe presenta una metodología genérica de evaluación para descargas planificadas a corto plazo que pueden ser aplicadas a una variedad de condiciones de emisión. Asigna esta variabilidad de condiciones en los parámetros de entrada del modelo y discute como pueden influenciar en las dosis recibidas por el grupo crítico. El objetivo de la metodología es proporcionar predicciones realistas de dosis a los miembros del grupo crítico.

CONVOCATORIAS

NOVIEMBRE:

- **Curso "Radiología digital hoy"**. Del 10 al 12 de noviembre de 2004. Hospital Universitario de La Princesa. Salón de actos. C/ Diego de León, 62. 28006 – Madrid. Curso acreditado por la Agencia Pedro Laín Entralgo con 3,8 créditos. Para más información llamar a los teléfonos 91-520 22 94 ó 91 520 22 94, o enviar un correo electrónico a la dirección: plopez.hlpr@salud.madrid.org

- **Curso de métodos de Monte Carlo aplicados a dosimetría de fotones y electrones**. Del 22 al 26 de noviembre de 2004. CIEMAT. Madrid. Para más información contactar con Ana Calle: ana.calle@ciemat.es, Teléfono: 91 346 62 94/67 48. Fax: 91 346 62 97 de la Unidad de Formación del CIEMAT, o consultar la dirección electrónica http://www.ciemat.es/convocatorias/cursos/ind_cur.htm

- **I Foro Internacional de la salud de los ciudadanos. FISALUD '04**. Del 25 al 28 de noviembre de 2004. Madrid. Más información en la dirección electrónica www.fisalud.net

DICIEMBRE:

- **International Symposium on Disposal of Low Activity Radioactive Waste**. Del 13 al 17 de diciembre. Córdoba, España. Organizado por el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). El Gobierno de España será el anfitrión, a través de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (ENRESA) y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Más información en la dirección: <http://www.pub.iaea.org/MTCD/Meetings/Announcements.asp?ConfID=124>

- **Curso de acceso a la acreditación para operar instalaciones de radiodiagnóstico**. Del 13 al 20 de diciembre de 2004. Hospital La Paz. Madrid. Organizado por

el hospital La Paz y la Sociedad Médica de RadioFísica Hospitalaria (SMRFH). El plazo de inscripción para ambos cursos está abierto en la secretaría del Servicio de Radioprotección del Hospital La Paz; teléfono: 91 727 72 06.

2005

ABRIL:

- **European Workshop on Individual Monitoring of Ionising Radiation**. Del 11 al 15 de abril de 2005. Viena. Austria. Organizado por ARC Seibersdorf research GmbH Health Physics División en colaboración con EURADOS y el OIEA. Más información en la dirección electrónica: <http://im2005.healthphysics.at>

JUNIO:

- **Seventh International Symposium on Change and Consistency in Radiation Protection**. Del 13 al 17 de junio de 2005. Cardiff, Reino Unido. Organizado por la Society for Radiological Protection, con la colaboración de IRPA, SFRP, NVS y la SEPR. Para más información consultar la página electrónica: <http://www.srp-uk.org/events/cardiff2005/index.html>

OCTUBRE:

- **3rd International Symposium Chronic Radiation Exposure: Biological and Health Effects**. Del 24 al 26 de octubre de 2005. Chelyabinsk, Rusia. Organizado por el Urals Research Center for Radiation Medicine, con la colaboración del Federal Department Medbiotrem of the RF Ministry of Health, Comisión Europea, Organización mundial de la salud, Chelyabinsk Oblast Administration, Russian Federation Ministry for Emergencies y el Southern-Urals Research Center, RAMS.