

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL ÁMBITO SANITARIO

RADIOLOGICAL PROTECTION IN THE FIELD OF HEALTH CARE IN SPAIN

Miguel Canellas. Jefe del Servicio de Física y Protección Radiológica. Hospital "Clínico Lozano Blesa". Zaragoza. / *Head of the Physics and Radiological Protection Service. Hospital "Clínico Lozano Blesa", Zaragoza.*

M^a Luisa España. Jefe de Sección del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital de "La Princesa". Madrid. / *Head of the Radiophysics and Radiological Protection Division. Hospital "La Princesa", Madrid.*

Pedro Fernández. Jefe de Sección de Radiofísica del Hospital "Doce de Octubre". Madrid. / *Head of the Radiophysics Department. Hospital "Doce de Octubre", Madrid.*

Esther Millán. Facultativo del Servicio de Física y Protección Radiológica. Hospital Clínico "Lozano Blesa". Zaragoza. / *Physician, Physics and Radiological Protection Service. Hospital "Clínico Lozano Blesa", Zaragoza.*

Carlos Prieto. Facultativo del Servicio de Física Medica del Hospital "Clínico San Carlos". Madrid. / *Physician, Medical Physics Service. Hospital "Clínico San Carlos", Madrid.*

Radiological Protection (RP) in a health care setting is an activity intended to protect the professionals involved in Radiodiagnostic, Nuclear Medicine or Radiotherapeutic Oncology procedures, and also the population, against the risks resulting from the use of ionizing radiation because of the impact it could have on them. In our country, application of new regulations to these practices has not involved structural changes in the facilities. Both the technological innovations and the use of new techniques in these types of procedures create a need to reassess the associated risks and to establish specific training programs for these professionals. In our country, great efforts have been made to draw up and enact regulations that assure the quality of diagnostic and therapeutic procedures using ionizing radiation, including their justification.

INTRODUCTION

The radiation dose resulting from the use of ionizing radiation in a health care setting can be optimized and stabilized at values that represent a controllable health risk. This is the goal of radiological protection planning in medical applications, in which very diverse professionals, ranging from physicists and physicians to biologists and

La Protección Radiológica (PR) en el ámbito sanitario es una actividad destinada a preservar de los riesgos derivados de la utilización de las radiaciones ionizantes a los profesionales implicados en procedimientos de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear u Oncología Radioterápica, así como a la población por la incidencia que pueden tener en ella. En nuestro país la aplicación de nueva normativa a estas prácticas, no ha implicado cambios estructurales en las instalaciones. Tanto las innovaciones tecnológicas, como la aplicación de nuevas técnicas en estos tipos de procedimientos, llevan consigo la necesidad de reevaluar los riesgos asociados, y de establecer programas de formación específicos para estos profesionales. En nuestro país, se han hecho grandes esfuerzos para establecer una normativa que garantice la calidad de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos con radiaciones ionizantes, incluyendo su justificación.

INTRODUCCIÓN

La dosis de radiación, como consecuencia de la utilización de radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario, puede optimizarse y llegar a valores que supongan un riesgo controlable para la salud. Con este objetivo se planifica la protección

radiológica en las aplicaciones médicas, en la que trabajan profesionales tan diversos como físicos, médicos, biólogos, ingenieros, colaborando con sus conocimientos para que el desarrollo de las tecnologías médicas que utilizan radiaciones ionizantes sea lo más seguro posible.

Tabla I / Table I
Instalaciones radiactivas en el ámbito sanitario en España (año 2003).
Radioactive facilities in the field of health care in Spain (year 2003).

Instalaciones de Radioterapia	109
<i>Radiotherapy Facilities</i>	con un total de 137 aceleradores lineales with a total of 137 linear accelerators
Instalaciones de Medicina Nuclear	157
<i>Nuclear Medicine Facilities</i>	incluyendo 6 ciclotrones including 6 cyclotrons
Instalaciones de Radiodiagnóstico incluyendo Radiodiagnóstico dental	22.280
<i>Radiodiagnostic Facilities, including dental radiodiagnosis</i>	

Tanto la acción de los organismos implicados, como la legislación vigente en la materia, así como la formación de profesionales especialistas en esta área y las inversiones realizadas para llevar a cabo las actividades pertinentes, han permitido que en el momento actual la Protección Radiológica (PR) se encuentre en nuestro país en una situación óptima de desarrollo y control.

DESARROLLO

La revisión de la reglamentación fundamental en materia de regulación de instalaciones radiactivas [1] y protección sanitaria contra radiaciones ionizantes [2], adapta nuestra legislación al marco de las exigencias normativas que implica nuestra pertenencia a las Comunidades Europeas [3], a la tendencia de organismos internacionales [4], sobre todo en lo relativo a los límites de dosis, más restrictivos tanto para trabajadores expuestos como para el público en general.

La creación de la figura del "Especialista en Radiofísica Hospitalaria (ERFH)" [5], especialista sanitario que tras una formación de 3 años, tiene a su cargo no sólo la dosimetría de pacientes y control de calidad de unidades de tratamiento o Diagnóstico por Imagen (Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear), sino también la PR con entidad propia dentro de su formación y trabajo, ha confirmado ya una actividad reglada

de esta especialidad en el ámbito sanitario. Los Servicios o Unidades hospitalarias de PR, reconocidos expresamente por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), están llevando a cabo en España una actividad adecuada, de forma que la PR de los trabajadores expuestos y de la población en general esté garantizada.

La continua evolución de las técnicas de diagnóstico y tratamiento por radiaciones obliga, sin embargo, a optimizar de forma sistemática las metodologías de actuación desde el punto de vista de PR.

Las instalaciones de Radioterapia en España disponen de aceleradores lineales de electrones, que han ido sustituyendo a las unidades de cobaltoterapia. Los modelos más avanzados permiten realizar tratamientos con modulación de intensidad, gracias a la utilización de haces conformados por colimadores "multihoja" que, a su vez, se segmentan en varios haces que pueden moverse alrededor del paciente, variando sus características en función de su posición. Estas operaciones se llevan a cabo a expensas de obturar el haz mediante el blindaje del sistema de colimación, y llevan consigo un aumento de las unidades de monitor y en consecuencia del tiempo de tratamiento.

Desde el punto de vista de PR, este desarrollo tecnológico puede conducir a un incremento de la carga de trabajo en la instalación, a tener en cuenta en el diseño de barreras estructurales. Si bien, la aplicación de los límites

engineers, work and collaborate with their expertise so that the development of medical technologies that use ionizing radiation will be as safe as possible.

Thanks to the actions of the organizations involved, current legislation in this field, training of professional specialists in this area and the investments made to undertake the pertinent activities RP in our country is currently in an optimum situation of development and control.

DEVELOPMENT

Fundamental regulations in matters of radioactive facility regulation [1] and health protection against ionizing radiation [2] have been revised to adapt our legislation to the framework of regulatory requirements that, as a member of the European Community, we must observe [3], and to the tendency of international organizations [4], especially with regard to the more restrictive dose limits for both exposed workers and the general public.

The figure of Medical Physicist (in Spain Specialist in Hospital Radiophysics, ERFH) [5] has been created; this is a health care specialist who, after a 3-year training period, is in charge of not only patient dosimetry and quality control of treatment or Diagnostic Imaging units (Radiodiagnosics and Nuclear Medicine), but also RP as a separate entity within the specialist's training and work. This has now become a regulated activity within this specialty in the area of health care. Hospital RP services or units in Spain, expressly recognized by the CSN, are carrying out their activities in a way that guarantees the RP of exposed workers and the general population.

However, the continuous evolution of radiation diagnosis and treatment techniques requires that the methodologies used be systematically optimized from the standpoint of RP.

The Radiotherapy facilities in Spain are equipped with linear electron accelerators that have gradually replaced the cobalt-therapy units. The most advanced models allow for treatments with intensity modulation thanks to the use of beams conformed by "multileaf" collimators

which in turn are segmented into several beams that can move around the patient and vary their characteristics depending on the position. These operations are done by obstructing the beam by means of the collimation system shielding, and they entail an increase in the monitoring units and consequently the treatment time.

From the point of view of RP, this technological development could lead to an increased workload in the facility that should be taken into account in the design of structural barriers. However, the application of current dose limits has not required any modifications to the structural barriers of the facilities already in operation, as the protection is oversized due to very restrictive assumptions.

In Brachytherapy (BT), in which encapsulated sources of different isotopes, in general gamma emitters, are used in different forms of physical presentation, the main radiological risk is irradiation due to the fact that radioactive sources are handled and implanted. For example, in the case of prostate cancer treatment with Iodine 125 seeds, the pellets must be manually handled and therefore, for purposes of RP, the personnel involved in the procedure must be very well trained.

At present, radioactive sources that provide high dose rates (HDR) are coming into general use. These are kept in self-shielding equipment that does not require manual preparation, and they are automatically implanted through applicators previously placed on the patient. The treatment is done in discrete sessions, and the patient only wears the source during each session. A small source is usually used that is programmed to automatically move through the applicator. It is a specific case of deferred automatic load, which was already being done with low dose rate sources, and does not require that the patient be hospitalized. The structure and safety systems of the rooms are similar to those of external radiotherapy rooms.

Thus, in the case of BT, the development of treatment techniques has helped to decrease the radiological risks to the personnel involved and to the general public.

Some techniques, e.g. intravascular BT, use beta sources with afterloaders, thus reducing the radiological risk and requiring shieldings similar to those used in a interventional cardiology or radiology room.

In the area of X-ray diagnosis, the RP of workers and the general public is guaranteed by adhering to existing regulations. However, special care should be taken in some cases, such as computer tomography, where there is an increasing demand for scans or extensions of scans. This could lead to a reassessment of the structural barrier calculations due to the increased workloads of these facilities.



Equipo de braquiterapia.
Brachytherapy equipment.

actuales de dosis no ha supuesto ninguna modificación en las barreras estructurales de las instalaciones ya en funcionamiento, ya que la protección estaba sobredimensionada debido a unos supuestos muy restrictivos.

En Braquiterapia (BT), al utilizarse fuentes encapsuladas de diferentes isótopos, en general emisores gamma, con diferentes formas de presentación física de las fuentes, el principal riesgo radiológico es de irradiación, debido a la manipulación e implantación de las fuentes radiactivas. En el caso, por ejemplo, del tratamiento con semillas de Yodo 125 para el tratamiento del cáncer de próstata, es necesaria la manipulación de las semillas de forma manual por lo que es preciso, desde el punto de vista de la PR, lograr un buen entrenamiento del personal que interviene en el procedimiento.

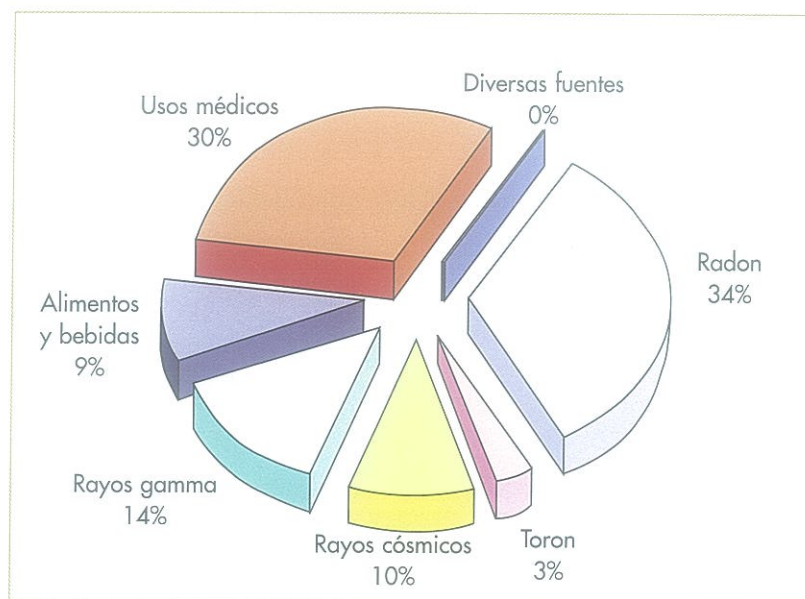
Actualmente se ha generalizado la utilización de fuentes radiactivas que proporcionan alta tasa de dosis (HDR), que se guardan en equipos autoblandados, que no requieren preparación manual, y que se implantan de forma diferida automática a través de aplicadores colocados previamente en el paciente. El

tratamiento se realiza en sesiones discretas, y el paciente sólo lleva la fuente durante cada sesión. Suele utilizarse una fuente pequeña que se desplaza por el aplicador de forma automática y programada. Es un caso particular de carga diferida automática, que ya venía realizándose con fuentes de baja tasa de dosis, que no necesita la hospitalización del paciente. Las salas tienen características similares a las de radioterapia externa en estructura y sistemas de seguridad.

Así pues, en el caso de la BT, el desarrollo de las técnicas de tratamiento ha supuesto una disminución de riesgos radiológicos para el personal implicado, y para el público en general.

Algunas técnicas como por ejemplo la BT intravascular utilizan fuentes beta con sistemas de carga diferida, por lo que se reduce el riesgo radiológico y requiere blindajes similares a los utilizados en una sala de radiología o cardiología intervencionista.

En el área del diagnóstico por rayos X, el cumplimiento de la reglamentación existente garantiza la PR de los trabajadores y público en general. Sin embargo, se debe prestar especial atención en algunos casos, como



Distribución de la dosis media recibida por una persona en España.
Distribution of average dose received by a person in Spain.

la tomografía computarizada, donde se ha producido un incremento de la demanda del número de exploraciones o de la extensión de las mismas, y podría conducir a un replanteamiento de los cálculos de las barreras estructurales por el aumento de las cargas de trabajo de las instalaciones.

La Radiología Intervencionista está teniendo un desarrollo cualitativo y cuantitativo muy significativo en los últimos años. Estos procedimientos pueden suponer dosis importantes tanto a pacientes como a los trabajadores expuestos, y en casos extremos puede haber un riesgo de que se produzcan efectos deterministas en la piel del paciente o en el cristalino del médico especialista, por el elevado tiempo de exposición. Se han dedicado grandes esfuerzos a la optimización de los equipos utilizados, a la medida de dosis, al establecimiento de niveles de referencia para este tipo de procedimientos y al uso de medios de protección adecuados para los trabajadores.

En el área de la Medicina Nuclear también se ha asistido a una diversificación de técnicas, y a un aumento en el número de radionucleidos (F-18, Sm-153, Y-

90, por citar sólo algunos) y de radiofármacos de interés diagnóstico o terapéutico. Esto ha supuesto el análisis de los riesgos asociados y de las posibles implicaciones para realizar estas técnicas en condiciones óptimas desde el punto de vista de la PR. Debe destacarse el gran desarrollo de la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en España, con un gran potencial dentro del diagnóstico por imagen. La multiplicación de instalaciones y de ciclotrones ha supuesto nuevas necesidades de PR, ya que las dosis medias anuales recibidas por los trabajadores expuestos son claramente superiores a los de la mayoría de los colectivos en el ámbito sanitario.

La optimización de aspectos de diseño de estas instalaciones, la necesidad de disponer de dispositivos de protección y los procedimientos de trabajo adecuados, han sido tratados en la bibliografía por diferentes autores [6].

En general, puede decirse que el esfuerzo de investigación en protección radiológica y los intercambios de experiencias han encontrado su vehículo de expresión en las revistas y en los congresos bienales de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)

Interventional Radiology has been undergoing a very significant qualitative and quantitative development in recent years. These procedures can involve significant doses to both patients and exposed workers, and in extreme cases there may be a risk of deterministic effects on the patient's skin or the medical specialist's crystalline lens due to the long exposure time. Great efforts have been made to optimize the equipment used, to measure the dose, to establish reference levels for this type of procedure, and to ensure that workers use adequate protective devices.

There has also been a diversification of techniques in the area of Nuclear Medicine, and an increase in the number of radionuclides (e.g., F-18, Sm-153 and Y-90, to name only a few) and radiopharmaceuticals of diagnostic or therapeutic interest. This has required an analysis of the associated risks and possible implications, so that these techniques will be performed under optimum conditions in terms of RP. Of note is the extensive development of Positron Emission Tomography (PET) in Spain, which has great potential in diagnostic imaging. The growing number of facilities and cyclotrons has created new RP needs, since the average annual doses received by exposed workers are clearly higher than for most collectives working in health care.

Optimization of the design of these facilities, the need to have protective devices and suitable work procedures have all been discussed in the bibliography by different authors [6].

In general, the vehicles for presenting research efforts in radiological protection and for exchanging experiences are the journals and biannual congresses of the Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) and the Sociedad Española de Física Médica (SEFM).

Management of the radioactive waste generated by the health care field has been optimized by clearance processes, and both the Administration [7] and the SEPR and the Empresa Nacional de Residuos (ENRESA) have worked towards the formulation of protocols for the safe, efficient management of this waste [8].

Personnel training procedures are an essential condition for a good practice, and in this respect the professionals involved in medical procedures using ionizing radiation have made notable efforts in RP training, both in regulated aspects and in continuous training. The use of protocols and practical guidelines is also important, as they ensure consensus and uniformity in the development of radiological protection and quality control of the equipment used. The collaboration of SEPR and SEFM with medical associations, under the auspices of the CSN and the Ministry of Health, has yielded good results in this respect [9,10].

What we call radiological protection of the patient is not in itself a separate entity, but rather a

methodology that should be an integral part of the quality sought in any medical treatment or diagnosis, whether or not ionizing radiation is used. Indirectly, in the case of diagnosis though not in therapy, it can be confused with the fact that one of the aspects involved in optimizing this quality is to decrease the doses received during the scan, which is merely an optimization of the techniques with a minimization of the risk to patients, whether or not it is caused by radiation.

As such, it implies a multi-disciplinary and multi-professional commitment in which radiophysicists are also involved through their work in the different areas of specialization, from appropriate planning of a treatment to proper control of radiation-emitting equipment depending on subsequent use and, in the case of diagnostic equipment, follow-up of the doses administered to patients with certain equipment and a comparison to reference levels for each type of examination.

It is also an area that encompasses the actions of other professionals not directly related to the medical services that use radiation (prescriber), in areas such as procedure justification.

In accordance with current legislation in Spain, scans and treatments with ionizing radiation must be duly justified before being carried out, and they must go hand in hand with dosimetric optimization and evaluation processes. Spanish regulations in this area [11,12,13,14] require the implementation of a quality assurance program (PGC) in health care units and facilities and, in relation to the patient, individualized dosimetry in accordance with the prescription of the medical specialist (in RT) or an estimated dose, if so required, in diagnoses with radiation. These quality assurance programs also cover aspects such as protection of especially sensitive groups of patients (pregnant women, children), volunteers working under research protocols, or volunteers or family members who collaborate in caring for and comforting the patient.

In addition, we must remember that adequate control of ionizing radiation-emitting equipment and a good quality assurance program also lead to better radiological protection of workers and the general public.

CONCLUSIONS

- Given the degree of development experienced by Radiological Protection in Spain, the application of new dose limits has not, in general, led to significant changes in the development of health care activities.

- The creation of the ERFH, and the increased provision of human and material resources in Radiophysics and Radiological Protection services, have resulted in greater development in this area.

y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM).

La gestión de los residuos radiactivos generados en el ámbito sanitario, se ha optimizado mediante procesos de desclasificación, para los que tanto desde la Administración [7] como de la SEPR y de Empresa Nacional de Residuos (ENRESA) se han realizado esfuerzos para protocolizar una gestión segura y eficaz de estos residuos [8].

En cuanto a los procedimientos de trabajo, la formación del personal es la condición indispensable para una buena práctica, y en este sentido se debe destacar el esfuerzo en formación en PR entre los profesionales implicados en los procedimientos médicos con radiaciones ionizantes, tanto en los aspectos regulados como en formación continuada.

Es importante, asimismo, el uso de protocolos y guías prácticas que garanticen el consenso y la homogeneidad en el desarrollo de las tareas de protección radiológica y control de calidad del equipamiento utilizado. La colaboración de la SEPR, y SEFM, con Sociedades médicas, bajo el auspicio del CSN y el Ministerio de Sanidad, ha dado buenos resultados en este sentido [9,10].

Lo que viene llamándose la protección radiológica al paciente no es un aspecto que tenga entidad independiente, sino que se trata de una metodología que debe encuadrarse en la calidad que debe seguirse en cualquier tratamiento o diagnóstico en medicina, se utilicen o no radiaciones ionizantes. Indirectamente, en el caso del diagnóstico, que no en el de terapia, puede confundirse por el hecho de que uno de los aspectos de optimización de esa calidad lleva consigo la disminución de las dosis recibidas en la exploración, lo que no es sino una optimización de las técnicas con una minimización de riesgo

a los pacientes sea o no producido por radiaciones.

Como tal, implica un compromiso multidisciplinar y multiprofesional para llevarlo a cabo, en el que los radiofísicos están también implicados por el trabajo en las diferentes áreas de la especialidad, desde el momento en que se realiza una adecuada planificación de un tratamiento, un correcto control de un equipo emisor de radiaciones en función de su utilización posterior o, en el caso de equipos diagnósticos, un seguimiento de las dosis impartidas a pacientes con un determinado equipo y una comparación con niveles de referencia para cada tipo de exploración.

Se trata también de un área en la que llegan a confluir acciones de otros profesionales no directamente relacionados con los servicios médicos que utilizan radiaciones (médicos prescriptores) en aspectos como la justificación de pruebas.

De acuerdo con la legislación actual, en España no se pueden realizar exploraciones ni tratamientos con radiaciones ionizantes que no estén debidamente justificados, y que deben llevar asociados procesos de evaluación y optimización dosimétrica. La normativa española en esta materia [11,12,13,14] exige la implantación de un programa de garantía de calidad (PGC) en las unidades asistenciales y sus instalaciones y, con relación al paciente, una dosimetría individualizada de acuerdo con la prescripción del médico especialista (en RT), o una estimación de dosis, si el caso lo requiere, en Diagnóstico con radiaciones. En estos programas de garantía de calidad también se contemplan aspectos como la protección de grupos de pacientes especialmente sensibles (embarazadas, niños), de voluntarios sometidos a protocolos de investigación, o

voluntarios o familiares que colaboran en el confort del paciente.

Además no debe olvidarse que un adecuado control de los equipos emisores de radiaciones ionizantes y un buen programa de garantía de calidad conduce también a una mejor protección radiológica de los trabajadores y del público en general.

CONCLUSIONES

- Dado el grado de desarrollo que la Protección Radiológica tenía en España, la aplicación de los nuevos límites de dosis no ha supuesto, en general, cambios significativos en el desarrollo de la actividad sanitaria.

- La creación de la especialidad en Radiofísica Hospitalaria y el incremento en la dotación de recursos humanos y materiales en los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica han supuesto un mayor desarrollo en este área.

- La Protección Radiológica del paciente sometido a diagnóstico o tratamiento con radiaciones ionizantes se debe contemplar dentro de un contexto de la calidad que debe condicionar cualquier actuación sanitaria.

- España posee una normativa de Protección Radiológica actualizada ante los últimos avances en el conocimiento científico de los efectos biológicos de las radiaciones, basada en el estricto cumplimiento de nuestros compromisos internacionales. Esta normativa garantiza la seguridad y protección radiológica del ciudadano, tanto como trabajador expuesto, como paciente o como persona ajena a la utilización de fuentes radiactivas en sus diversas aplicaciones.

REFERENCIAS

[1] Real Decreto 1836/1999 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas. BOE nº 313. 31/12/1999.

[2] Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE nº 178. 26/7/2001.

[3] Directiva 96/29/EURATOM del Consejo de la Unión Europea, de 13 de Mayo de 1996, por la que se establecen normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.

[4] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 21, 1-3, 1991

[5] Real Decreto 220/1997 por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria. BOE nº 52. 1/3/1997.

[6] J.A. Ruiz, C. Prieto, L. González, Protección radiológica en instalaciones de tomografía por emisión de positrones, Radioprotección nº 36, Vol X, 2003

[7] ORDEN ECO 1449/2003 sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones radiactivas de 2ª y 3ª categoría en la que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no encapsulados. BOE nº 134. 5/7/2003.

[8] Guía Técnica de gestión de materiales residuales con contenido radiactivo procedentes de instalaciones del ámbito sanitario. Publicación SEPR nº 6.

[9] Protocolo Nacional de control de calidad de la instrumentación en Medicina Nuclear. Sociedad Española de Física Médica, Sociedad Española de Protección Radiológica, y Sociedad Española de Medicina Nuclear. 1999.

[10] Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. Sociedad Española de Protección Radiológica, Sociedad Española de Física Médica. 2002.

[11] Real Decreto 1841/1997 por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear. BOE nº 303. 19/12/1997.

[12] Real Decreto 1566/1998 por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia. BOE nº 206. 28/08/1998.

[13] Real Decreto 1976/1999 de 23/12/1999 por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico. BOE nº 311 de 29/12/1999.

[14] Real Decreto 815/2001 sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. BOE nº 168. 14/7/2001.

- Radiological Protection of the patient undergoing diagnosis or treatment with ionizing radiation should be addressed within a context of quality that must be a condition of any health care action.

- Spain has Radiological Protection regulations updated with the latest breakthroughs in scientific understanding of the biological effects of radiation and based on strict adherence to our international commitments. These regulations ensure the safety and radiological protection of citizens, either as exposed workers, patients or persons who have nothing to do with the use of radioactive sources in their different applications.

REFERENCES

[1] Royal Decree 1836/1999 whereby the Regulation on nuclear and radioactive facilities is approved. BOE nº 313. 31/12/1999.

[2] Royal Decree 783/2001 whereby the Regulation on health protection against ionizing radiation is approved. BOE nº 178. 26/7/2001.

[3] Directive 96/29/EURATOM of the Council of the European Union dated May 13, 1996, which establishes basic rules regarding health protection of workers and the population against the risks resulting from ionizing radiation.

[4] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 21, 1-3, 1991.

[5] Royal Decree 220/1997 which creates and regulates obtaining of the official title of Specialist in Hospital Radiophysics. BOE nº 52. 1/3/1997.

[6] J.A. Ruiz, C. Prieto, L. González, Protección radiológica en instalaciones de tomografía por emisión de positrones, Radioprotección nº 36, Vol X, 2003.

[7] ORDEN ECO 1449/2003 on management of solid waste materials with radioactive content generated in 2nd and 3rd category radioactive facilities in which non-encapsulated radioactive isotopes are handled or stored. BOE nº 134. 5/7/2003.

[8] Technical Guideline on management of waste materials with radioactive content produced by health care facilities. SEPR Publication nº 6.

[9] National Protocol on quality control of instrumentation in Nuclear Medicine. Sociedad Española de Física Médica, Sociedad Española de Protección Radiológica, and Sociedad Española de Medicina Nuclear. 1999

[10] Spanish Protocol on Quality Control in Radiodiagnosis. Sociedad Española de Protección Radiológica, Sociedad Española de Física Médica. 2002

[11] Royal Decree 1841/1997 which establishes quality criteria in nuclear medicine. BOE nº 303. 19/12/1997.

[12] Royal Decree 1566/1998 which establishes quality criteria in radiotherapy. BOE nº 206. 28/08/1998.

[13] Royal Decree 1976/1999 de 23/12/1999 which establishes quality criteria in radiodiagnosis. BOE nº 311 de 29/12/1999.

[14] Royal Decree 815/2001 on justification of the use of ionizing radiation for radiological protection of people on occasion of medical exposures. BOE nº 168. 14/7/2001.