

9. Normas de protección radiológica y funciones reguladoras

9.1 Aspectos generales

Para que los criterios de protección y seguridad radiológicas sean aplicados sistemáticamente en relación con las *fuentes* de radiación existentes en un país, es necesario establecer la obligatoriedad de cumplir con normas básicas específicas de protección radiológica mediante un instrumento legal apropiado (ley, decreto, etc.). Dicho instrumento legal debe asignar a un organismo regulador las facultades necesarias para otorgar *licencias* institucionales y personales para el desarrollo de *prácticas* con *fuentes* de radiación y para fiscalizar el cumplimiento de las normas por parte de las instituciones y personas *autorizadas* (26).

9.2 Reglamentación nacional o estatal

La responsabilidad de promover y fiscalizar el cumplimiento de las normas de radioprotección incumbe a las autoridades nacionales o estatales a través de una *autoridad reguladora*. Además, las autoridades nacionales suelen encargarse de ciertos servicios esenciales de seguridad radiológica y de las *intervenciones* que superen las posibilidades de las personas o instituciones autorizadas para la realización de las *prácticas*.

9.3 Infraestructuras nacionales

Los elementos esenciales de una infraestructura nacional son: legislación y reglamentos, una *autoridad reguladora* facultada para autorizar e inspeccionar las actividades reglamentadas y para hacer cumplir la legislación y los reglamentos, recursos económicos adecuados y personal capacitado en número suficiente. Esta infraestructura también debe controlar las *fuentes* de radiación de las que no sea responsable ninguna otra entidad, tales como la *exposición* provocada por *fuentes naturales* en circunstancias especiales y los *desechos radiactivos* resultantes de *prácticas* pasadas (26).

Las infraestructuras nacionales han de prever lo necesario para que las personas responsables en la materia tomen medidas adecuadas para la enseñanza y capacitación de especialistas en protección y seguridad radiológicas, así como para el intercambio de información entre los especialistas. Una responsabilidad conexas es la de disponer de recursos apropiados para informar al público, a sus representantes y a los medios de comunicación sobre las cuestiones de salud y seguridad ligadas a las actividades que implican *exposición* a la radiación y sobre los procesos de reglamentación.

Las infraestructuras nacionales han de prever, también, las instalaciones y servicios esenciales para la protección y seguridad radiológicas que excedan la capacidad exigible a las personas autorizadas para realizar las *prácticas*. Entre esas instalaciones y servicios, cabe señalar los necesarios para una *intervención*, la dosimetría personal, la vigilancia radiológica ambiental y la calibración e intercomparación de equipos de medición de radiaciones.

9.4 *Autoridad reguladora*

La plena y correcta aplicación de las NBS (26) exige que los gobiernos creen una *autoridad reguladora* encargada de regular la introducción y realización de toda *práctica* que implique el uso de diferentes *fuentes* de radiación. Dicha *autoridad reguladora* ha de estar dotada de atribuciones y recursos suficientes para una regulación efectiva y debe ser suficientemente independiente de todo departamento u organismo gubernamental encargado de la promoción y el desarrollo de las *prácticas* objeto de regulación. La *autoridad reguladora* ha de ser también independiente de las personas *autorizadas* por registro o *licencia* y de los diseñadores y fabricantes de las *fuentes* de radiación que se utilicen para dichas *prácticas*.

Las NBS (26) se han redactado suponiendo que una sola *autoridad reguladora* se encarga de todos los aspectos de la protección y seguridad radiológicas en un país. Es posible que, en algunos países, la función de reglamentación de diferentes *prácticas* o diferentes aspectos de la seguridad radiológica esté dividida entre diferentes autoridades. En consecuencia, en las NBS (26) se entiende en general por “*autoridad reguladora*” la autoridad competente para la reglamentación de la *fuentes* o de la cuestión de seguridad radiológica de que concretamente se trate.

Las funciones de la *autoridad reguladora* incluyen: identificación de las *fuentes* y las *prácticas* con radiaciones existentes en el país, evaluación de las solicitudes de permiso para la realización de *prácticas* que impliquen o puedan

implicar la *exposición* a radiaciones, *autorización* de esas *prácticas* y de las *fuentes* a ellas vinculadas cuando se cumplen las condiciones requeridas, realización de inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de dichas condiciones y la aplicación de toda medida necesaria para garantizar el cumplimiento de los reglamentos y normas.

9.5 Estructura básica de una legislación nacional

Los países deben contar con legislación en el área de protección radiológica antes de promover la utilización de dispositivos médicos que usan radiaciones.

Esta legislación debería comprender tres niveles distintos:

- Leyes que provean la base jurídico-legal para la regulación y control, definan el organismo competente y los grandes objetivos de la protección radiológica.
- Normas y reglamentaciones que establezcan requerimientos en distintos aspectos de la protección radiológica y que puedan adecuarse en el tiempo según el desarrollo de los conocimientos científicos y tecnológicos.
- Protocolos o códigos de *práctica* que proporcionen instrucciones precisas para la instalación y uso de *radiaciones ionizantes* en cada una de las aplicaciones médicas posibles. También deben ser flexibles y actualizarse permanentemente conforme al avance de la tecnología médica.

La *autorización* de un servicio de radiología puede involucrar dos tipos de *licencia*:

- *Licencia* de los profesionales y técnicos autorizados para el uso del servicio.
- *Licencia* de la instalación, que comprenderá a los equipos y los espacios físicos que los alojan.

En el primer caso (*licencia* personal), se deben cumplir requisitos de formación profesional o técnica básica, formación especializada y períodos de entrenamiento práctico de acuerdo con las necesidades de las distintas

aplicaciones. Debido al rápido avance de tecnologías y procedimientos, es también importante establecer un mecanismo periódico de reválida.

En cuanto al segundo (*licencia* de los equipos e instalaciones), se deben evaluar las condiciones de seguridad radiológica mediante el análisis de la documentación de diseño e inspecciones de verificación.

El conjunto de las dos *licencias* constituye una habilitación autorizante para la instalación y funcionamiento de cada instalación específica.

9.6 Organización de los servicios de protección radiológica

Un servicio de protección radiológica debe cumplir las siguientes funciones:

Registro de *fuentes* y usuarios

- Organizar encuestas y censos para contar con información sobre *fuentes* y usuarios
- Mantener actualizados los registros de *fuentes* y usuarios

Evaluaciones radiosanitarias

- Elaborar y desarrollar programas de evaluación de las condiciones de radioprotección en instalaciones de *fuentes* emisoras de radiaciones.
- Ejecutar las acciones que promuevan el cumplimiento de las normas:
 - Inspecciones de las instalaciones
 - Análisis de la información y evaluaciones de radioprotección
 - Información a los responsables y emplazamiento para la ejecución de mejoras
 - Seguimiento a través de inspecciones sucesivas
- Brindar asesoramiento sobre las medidas de radioprotección a adoptarse en la instalación y empleo de *fuentes* de radiaciones, cumpliendo una acción educativa.

-
- Verificar las necesidades en materia de *blindaje* estructural y sobre otros elementos de protección y seguridad en instalaciones que empleen *fuentes* de radiación.
 - Investigar nuevos procedimientos de evaluación así como técnicas radiológicas que posibiliten reducir las *dosis* recibidas por pacientes sometidos a estudios radiológicos (72-75).

Dosimetría personal

- Elaborar o promover programas de prestación del servicio de dosimetría personal.
- Ejecutar o promover las acciones que posibiliten el cumplimiento de los programas a saber:
 - Preparación de dosímetros
 - Calibraciones
 - Distribución a los usuarios
 - Recambio periódico de material sensible a la radiación
 - Procesado y lectura e interpretación de *dosis*
 - Registro de *dosis* parciales y acumuladas
 - Comunicación a responsables de las instalaciones y usuarios
- Brindar asesoramiento sobre la correcta utilización del servicio de dosimetría cumpliendo una permanente acción educativa al respecto.
- Informar al área de evaluaciones radiosanitarias sobre los casos de *sobreexposición* detectados.
- Investigar sobre nuevas técnicas de dosimetría personal.
- Mantener los archivos correspondientes al registro de las *dosis* individuales por el período que establecen las normas.

Control de calidad

- Mantener el instrumental del servicio permanentemente calibrado interrelacionándose a tal efecto con la red de LSCD del OEIA y de la OMS o con centros regionales de referencia para radiodosimetría con patrones primarios o secundarios.

-
- Planificar y organizar encuestas o censos tendientes a evaluar la situación de instalaciones radioterapéuticas en materia de dosimetría clínica.

Adiestramiento y promoción

- Organizar periódicamente cursos de capacitación.
- Organizar la preparación y publicación de manuales sobre los cursos dictados y folletos divulgativos sobre normas de protección y actividades del servicio.

10. Coordinación de los organismos involucrados en la organización y prestación de los servicios de radiología

10.1 Función del gobierno central

Mientras que la planificación y la operación de los servicios de salud, incluyendo los servicios de radiología, deben estar supeditadas a los criterios de la gerencia del *SILOS*, el gobierno central, dentro del proceso de reforma del sector público, debe asumir la responsabilidad de proporcionar orientación en lo referente a la organización y la operación de los servicios de radiología. Esta función debe ser independiente de —pero compatible con— las actividades reguladoras en lo referente a la radioprotección y la seguridad, que también afectarán las instalaciones radiológicas. Según han ilustrado los capítulos anteriores, la orientación necesaria requiere un cierto nivel de pericia científica y tecnológica, ya sea por los aspectos técnicos del equipo radiológico mismo o por los *riesgos* asociados a las *radiaciones ionizantes*, si el equipo las emite, o por ambas cosas. Esta pericia no sólo es necesaria para desarrollar estándares y normas sino, también, en la operación cotidiana de las instalaciones radiológicas, algunas de las cuales estaban bajo la jurisdicción directa del gobierno, como las de los hospitales del ministerio de salud y del seguro social, pero que ahora o han sido privatizadas o dependen de un gobierno municipal.

Los profesionales clave que pueden cubrir ambos aspectos, el normativo y el orientado hacia el servicio, son los físicos médicos. Sin embargo, la disponibilidad de este tipo de profesionales es limitada, en el área de imaginología en particular. En la Región de las Américas, el número estimado de físicos médicos en cada país se presenta en el cuadro 10.1.

Dada esta situación, será difícil para el gobierno contratar físicos médicos bien capacitados, tal como hizo los Estados Unidos en 1994 para ejecutar la Ley de Norma de Calidad de Mamografía (ver apéndice II-B) que requiere que físicos médicos aprobados por el gobierno evalúen todas las unidades existentes de mamografía para asegurar el funcionamiento óptimo del equipo y la *dosis* de radiación mínima. No sólo el número de personas disponible es bajo,

también sus requisitos de sueldo son altos (en los Estados Unidos, los físicos médicos bien entrenados ganan más de US\$ 100.000 por año). A menos que los físicos —de forma similar a como lo hacen muchos médicos empleados por el gobierno— puedan encontrar una fuente separada de ingresos —por ejemplo, del sector privado— la probabilidad de que permanezcan en el gobierno es baja. Lo más probable es que después de que el gobierno haya gastado una considerable cantidad de dinero y tiempo en su adiestramiento, emigren a los Estados Unidos o a Europa, se asocien a una organización internacional como el OIEA en Viena o salgan del campo. Tiene que encontrarse una solución diferente.

Cuadro 10.1
Número estimado de físicos médicos en los países
de la Región de las Américas, 1994

País	Físicos médicos
Argentina	108
Barbados	1
Bolivia	3
Brasil	700
Chile	5
Colombia	17
Costa Rica	3
Cuba	20
Ecuador	4
Honduras	1
Jamaica	1
México	30
Panamá	2
Paraguay	1
Perú	6
Trinidad y Tabago	4
Uruguay	2
Venezuela	14

El mismo problema ocurre en lo referente a equipo de prueba, por ejemplo, el tipo requerido para evaluar las unidades de diagnóstico. En algunos casos, los LSCDs tendrán instrumentos del tipo necesario para la evaluación —en cuyo caso se puede hacer un convenio para compartir el equipo entre dos instituciones gubernamentales— pero, en la mayoría de los casos, las necesidades excederán el inventario disponible. Mientras el gobierno tiene que poseer un conjunto mínimo de instrumental para las inspecciones, los equipos

más complejos, como los sistemas de dosimetría termoluminiscente, pueden ser contratados afuera.

10.2 Función de las universidades

Parecería que el primer lugar para buscar físicos es el Departamento de Física en una universidad. Aunque hay escasos físicos médicos trabajando en las universidades de América Latina y el Caribe, se les puede consultar para que proporcionan orientación en lo referente al desarrollo de normas, pero será difícil comprometerles en la prestación de servicios directos como las evaluaciones de equipo. Sin embargo, si tienen estudiantes de posgrado, pueden "prestarlos" para darles la oportunidad de ampliar su experiencia profesional y, también, para aumentar sus ingresos.

Aun cuando la universidad no tenga físicos médicos en su personal, se pueden contratar algunos servicios si se proporciona algún adiestramiento y el equipo necesario. Ejemplos de tales servicios son la dosimetría termoluminiscente, según se indicó antes, y los cálculos de *blindaje* estructural.

El papel más importante que debe jugar la universidad es educativo. La universidad debe ayudar a la gerencia médica del *SILOS* a brindar adiestramiento —incluyendo cursos de educación continua a los médicos, los físicos, los ingenieros y los técnicos.

En ningún caso, la universidad misma debe desempeñar una función reguladora.

10.3 Función de las organizaciones científicas y profesionales

Aunque en la Región hay sólo sociedades de física médica en Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Cuba, Estados Unidos, México, Panamá, Trinidad y Tabago, y Venezuela, casi todos los países tienen sociedades de radiólogos y de tecnólogos o técnicos radiológicos. La cooperación de estas entidades es esencial en la confección de protocolos clínicos; también, puede resultar inestimable en la evaluación de equipo y los criterios de *garantía de calidad*. Su ayuda debe buscarse mediante la creación de comités asesores de radiología y salud radiológica del gobierno. Con respecto a los físicos médicos, el gobierno puede considerar contratarlos individualmente como "inspectores estatales" en condiciones *ad hoc* una vez que su pericia se considere

satisfactoria. Para realizar tal evaluación profesional, el gobierno puede considerar solicitar la asistencia de un panel de expertos extranjeros.

10.4 Función de las industrias

Las empresas de fabricación y de servicio también pueden ayudar en la provisión de expertos y equipos en calidad de préstamo. En algunos países, estas empresas pueden estar al día con los últimos acontecimientos tecnológicos y pueden proporcionar asistencia técnica. No se les debe pedir que suministren información sobre el funcionamiento del producto de un competidor. En muchos países, los principales fabricantes de equipo son una fuente buena de subvenciones y becas para clínicos, técnicos, físicos e ingenieros de mantenimiento y, generalmente, proporcionan apoyo para la organización de las actividades de educación continua tales como cursos de actualización.

10.5 Función de los organismos internacionales

La función de los organismos internacionales consiste en asesorar a los gobiernos e instituciones sobre radiomedicina y protección y seguridad radiológica; visitar los países para evaluar las políticas y los recursos existentes en los servicios de salud y programas de radioprotección; desarrollar normas y pautas; promover programas de adiestramiento en *garantía de calidad* y producir publicaciones pertinentes; coordinar actividades interregionales; distribuir bibliografía y equipos; promover la comercialización de productos autóctonos relacionados con radiología y proporcionar la ayuda técnica directa en el caso de las emergencias radiológicas.

Ejemplos de consultas en radiomedicina:

- Planificación de servicios radiológicos
- Especificación, selección, pruebas de aceptación, mantenimiento y reparación de equipo
- Revisión de procedimientos imaginológicos y radioterapéuticos
- Calibración de *fuentes* de radiación
- Dosimetría física y clínica

Ejemplos de consultas en radioprotección:

- Implementación de las *NBS* (26)
- Determinación de los niveles de radiación ambiental
- Evaluación de las *exposiciones ocupacionales, médicas y públicas*
- Especificaciones del *blindaje*
- Evaluación de problemas de *contaminación*
- Gestión de *desechos radiactivos*
- Recomendación de *límites* y restricciones de *dosis*
- Determinación de *riesgos* de *radiaciones* no *ionizantes*

Referencias bibliográficas

1. Organización Panamericana de la Salud. *Orientaciones estratégicas y programáticas 1995-1998*. Washington, DC: OPS; 1995. (Documento oficial 269).
2. Organización Panamericana de la Salud, Consejo Directivo; Organización Mundial de la Salud, Comité Regional. Reforma del sector salud. En: Organización Panamericana de la Salud. *Colección completa de las Resoluciones de la XXXVIII Reunión del Consejo Directivo de la OPS; XLVII Reunión del Comité Regional de la OMS*. Washington, DC: OPS; 1995. (Resolución CD38.R14).
3. Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. *Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas locales de salud*. Washington, DC: OPS; 1989.
4. Castellanos Robayo J. Situaciones de cobertura, niveles de atención y atención primaria. *Bol Oficina Sanit Panam* 1977;82(6).
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and effects of ionizing radiation*. New York: UN; 1993. (UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly).
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources, effects and risks of ionizing radiation*. New York: UN; 1988. (1988 Report to the General Assembly).
7. Organización Mundial de la Salud. *Empleo futuro de nuevas técnicas de diagnóstico por imagen en países en desarrollo: informe de un grupo científico de la OMS*. Ginebra: OMS; 1985. (Serie de informes técnicos 723).
8. Organización Mundial de la Salud. *Criterios aplicables a las exploraciones de radiodiagnóstico: informe de un grupo científico de la OMS sobre Indicaciones y limitaciones de las Principales Exploraciones de Radiodiagnóstico*. Ginebra: OMS; 1983. (Serie de informes técnicos 689).

-
9. Organización Mundial de la Salud. *Empleo racional del diagnóstico por imagen en pediatría: informe de un grupo de estudio de la OMS*. Ginebra: OMS; 1987. (Serie de informes técnicos 757).
 10. Organización Mundial de la Salud. *Elección apropiada de técnicas de diagnóstico por imagen en la práctica clínica: informe de un grupo científico de la OMS*. Ginebra: OMS; 1990. (Serie de informes técnicos 795).
 11. World Health Organization. *National cancer control programmes: policies and managerial guidelines*. Geneva: WHO; 1995.
 12. Borrás C, Stovall J, eds. *Design Requirements for Megavoltage X-Ray Machines for Cancer Treatment in Developing Countries: Report of an Advisory Group Consultation. Washington, D.C., 6-10 December 1993*. Los Álamos: Los Alamos National Laboratory; 1995. (LA-UR-95-4528).
 13. Hanson G, Stjernsward J, Nofal M, Durosini-Etti F. An overview of the situation in radiotherapy with emphasis on developing countries. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990;19:1257-1261.
 14. Organización Panamericana de la Salud. Vol I: *Las condiciones de salud en las Américas*. Washington, DC: OPS; 1994. (Publicación científica 549).
 15. Palmer PES. *La radiología y la atención médica primaria*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1978. (Publicación científica 357).
 16. Palmer PES, Cockshott, WP, Hegedüs V, Samuel E. *Sistema radiológico básico de la Organización Mundial de la Salud. Manual de interpretación radiográfica para el médico general*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud-Organización Panamericana de la Salud; 1985.
 17. Holm T, Palmer PES, Lehtinen E. *Sistema radiológico básico de la Organización Mundial de la Salud. Manual de técnica radiográfica*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud-Organización Panamericana de la Salud; 1986.
 18. Palmer PES. *Sistema radiológico básico de la Organización Mundial de la Salud. Manual de técnica de cámara oscura*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud-Organización Panamericana de la Salud; 1985.

-
19. World Health Organization. *Report from the Consultation Meeting on the WHO Basic Radiological Systems held at the WHO Collaborating Centre for General and Continuing Radiological Education, University Hospital, Lund Sweden, 7-11 June 1993, including the Technical Specifications for the World Health Imaging System for Radiography, the WHIS-RAD*. Geneva: WHO; 1994. (RAD/94.1).
 20. Organización Panamericana de la Salud. *Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas locales de salud en la transformación de los sistemas nacionales de salud. La administración estratégica*. Washington, DC: OPS; 1992. (Serie HSP/SILOS 2).
 21. Organización Panamericana de la Salud. *Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas locales de salud en la transformación de los sistemas nacionales de salud. Resolución XV-XXXIII Consejo Directivo. Informe de progreso. 1988-1994*. Washington, DC: OPS; 1995. (Serie HSP/SILOS 28).
 22. Castellanos Robayo J. *El concepto de niveles de atención médica*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1976. (AS/AMRO-5200).
 23. Castellanos Robayo J. *La importancia del nivel primario de atención en la prestación de servicios de salud*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1978. (AS/AMRO-5200).
 24. Radiological Society of North America. *Syllabus: a categorical course in physics. Physical and technical aspects of angiography and interventional radiology*. Oak Brook: S. Balter, ed.; 1995.
 25. Palmer PES, ed. *Manual of diagnostic ultrasound*. Geneva: World Health Organization; 1995.
 26. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica; 1997. (Colección seguridad 115).

-
27. Inter-Society Council for Radiation Oncology. *Radiation oncology in integrated cancer management. Report of the Inter-Society Council for Radiation Oncology*. Philadelphia: ISCRO; 1991. (Blue book 5).
 28. American Association of Physicists in Medicine. *The role of the clinical medical physicist in diagnostic radiology. Description of the role of the clinical medical physicist in diagnostic imaging. Report of Task Group 2 Professional Information and Clinical Relations Committee*. Woodbury: American Institute of Physics; 1994. (AAPM Report 42).
 29. American Association of Physicists in Medicine. *Staffing levels and responsibilities of physicists in diagnostic radiology. Report of Task Group 5 Diagnostic X-Ray Imaging Committee*. New York: American Institute of Physics; 1991. (AAPM Report 33).
 30. American Association of Physicists in Medicine. *Academic program for Master of Science Degree in Medical Physics. A report of the Education and Training of Medical Physicist Committee, American Association of Physicists in Medicine*. New York: American Institute of Physics; 1993. (AAPM Report 44).
 31. American Association of Physicists in Medicine. *Essentials and guidelines for hospital based medical physics residency training programs. A report of the AAPM Presidential Ad Hoc Committee on The Clinical Training of Radiological Physicists. Revised and approved July 1990*. New York: American Institute of Physics; 1992. (AAPM Report 36).
 32. American Association of Physicists in Medicine. *The role of the physicist in radiation oncology*. New York: American Institute of Physics; 1993. (AAPM Report 38).
 33. Rostenberg B. *The architecture of imaging*. Chicago: American Hospital Publishing; 1995.
 34. American Association of Physicists in Medicine. *Specification and acceptance testing of computed tomography scanners. Report of Task Group 2 Diagnostic X-Ray Imaging Committee*. New York: American Institute of Physics; 1993. (AAPM Report 39).
 35. Emergency Care Research Institute. *Health devices inspection and preventive maintenance system*. 3rd ed. Plymouth Meeting: ECRI; 1995.

-
36. International Organization for Standardization. *Quality management and quality assurance standards*. Geneva: ISO; 1994. (ISO 9000:1994).
 37. Bronzino JD, ed. *The biomedical engineering handbook*. Hartford: CRC Press; 1995. (The electrical engineering handbook series).
 38. American College of Radiology. *Standards*. Reston: ACR; 1997.
 39. Paganini JM, Novaes HM, eds. *Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas locales de salud. La garantía de calidad. Acreditación de hospitales para América Latina y el Caribe*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1992. (Serie HSD/SILOS 13).
 40. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Quality assurance for diagnostic imaging. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements*. Bethesda: NCRP; 1988. (NCRP Report 99).
 41. American Association of Physicists in Medicine. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 40. *Med Phys* 1994;21(4);581-618.
 42. Atomic Energy Canada Limited. Carta de alerta de seguridad a todos los usuarios de las Unidades de Cobaltoterapia El Dorado. Ottawa: Atomic Energy Canada Limited; 29 mayo, 1987.
 43. Organismo Internacional de Energía Atómica. *Determinación de la dosis absorbida en haces de fotones y electrones. Código de Práctica Internacional*. Viena: OIEA; 1990. (Colección de informes técnicos 277).
 44. American Association of Physicists in Medicine. Code of practice for brachytherapy physics: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 56. *Med Phys* 1997; 24(10); 1557-1598.
 45. Frier M, Hardy JG, Hesslewood SR, Lawrence R. *Hospital radiopharmacy principles and practice*. York: The Institute of Physical Sciences in Medicine; 1988. (Report 56).
 46. American Association of Physicists in Medicine. *Equipment requirements and quality control for mammography. Report of Task Group 7 Diagnostic X-Ray Imaging*. New York: American Institute of Physics; 1990. (AAPM Report 29).

-
47. Curry III TS, Dowdey JE, Murry RC. *Christensen's physics of diagnostic radiology*. 4th ed. Malvern: Lea and Febiger; 1990.
 48. Hendee WR, Ritenour ER. *Medical imaging physics*. 3rd ed. St. Louis: Mosby- Year Book; 1992.
 49. Richardson RE, ed. *Guidelines for the routine performance checking of medical ultrasound equipment. A report prepared by the Ultrasound Topic Group of The Institute of Physical Sciences in Medicine*. York: The Institute of Physical Sciences in Medicine; 1988. (Report 58).
 50. American Association of Physicists in Medicine. *Performance evaluation and quality assurance in digital subtraction angiography. A report of the Digital Radiography/Fluorography Task Group Diagnostic X-Ray Imaging Committee American Association of Physicists in Medicine*. New York: American Institute of Physics; 1985. (AAPM Report 15).
 51. American Association of Physicists in Medicine. *Evaluation of radiation exposure levels in cine cardiac catheterization laboratories. A report of the Cine Task Force Diagnostic Radiology Committee American Association of Physicists in Medicine*. New York: American Institute of Physics; 1984. (AAPM Report 12).
 52. American Association of Physicists in Medicine. *Quality assurance methods and phantoms for magnetic resonance imaging*. Report of Task Group No. 1 Nuclear Magnetic Resonance Committee AAPM. New York: American Institute of Physics; 1990. (AAPM Report 28).
 53. American Association of Physicists in Medicine, Nuclear Medicine Committee. *Scintillation camera acceptance testing and performance evaluation*. New York: American Institute of Physics; 1980. (AAPM Report 6).
 54. American Association of Physicists in Medicine, Task Group of the Nuclear Medicine Committee. *Computer-aided scintillation camera acceptance testing*. New York: American Institute of Physics; 1981. (AAPM Report 9).
 55. International Commission on Radiation Units and Measurements. *Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy*. Bethesda: ICRU; 1993. (ICRU Report 50).

-
56. International Commission on Radiation Units and Measurements. *Dose and volume specifications for reporting intracavitary therapy in gynecology*. Bethesda: ICRU; 1985. (ICRU Report 38).
 57. British Institute of Radiology. *Treatment simulators*. London: British Institute of Radiology; 1989. (Supplement 23).
 58. Sociedad Española de Física Médica. *Informe del accidente ocurrido con el acelerador lineal de electrones del Hospital Clínico de Zaragoza entre los días 7 a 20 de diciembre de 1990*. Madrid: SEFM; 1991.
 59. Nath R, Biggs PJ, Bova FJ, Ling CC, Purdy JA, Geijn J, Weinhaus MS. AAPM code of practice for radiotherapy accelerators: Report of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 45. *Med Phys* 1994;21(7):1093-1120.
 60. European Commission. *European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images*. Luxembourg: EUR; 1996. (EUR 16260-EN).
 61. European Commission. *European guidelines for quality criteria of diagnostic radiographic images in paediatrics*. Luxembourg: EUR; 1996. (EUR 16261-EN).
 62. European Commission. *Quality criteria for computed tomography*. Working document. Luxembourg: EUR; 1997. (EUR 16262-EN).
 63. Organización Mundial de la Salud, comp; Organización Panamericana de la Salud, trad. *Garantía de la calidad en radiodiagnóstico. Una guía preparada como consecuencia del Taller celebrado en Neuherberg, República Federal de Alemania, del 20 al 24 de octubre de 1980, y organizado conjuntamente por el Instituto de Higiene de las Radiaciones, la Sociedad de Investigaciones Radiológicas y Ambientales y la Organización Mundial de la Salud*. Washington, DC: OPS; 1984. (Publicación científica 469).
 64. Organización Mundial de la Salud, comp; Organización Panamericana de la Salud, trad. *Garantía de la calidad en medicina nuclear. Una guía preparada como consecuencia del Taller celebrado en Heidelberg, República Federal de Alemania, del 17 al 21 de noviembre de 1980, y organizado conjuntamente por el Instituto de Medicina Nuclear, el Instituto de Higiene de las Radiaciones, la Sociedad de Investigaciones Radiológicas y Ambientales y la Organización Mundial de la Salud*. Washington, DC: OPS; 1984. (Publicación científica 470).

-
65. World Health Organization, comp. *Quality assurance in radiotherapy. A guide prepared following a workshop held at Schloss Reisenburg, Federal Republic of Germany, 3-7 December 1984, and organized jointly by Institute of Radiation Hygiene and World Health Organization*. Geneva: WHO; 1988.
 66. Organización Panamericana de la Salud, trad. *Control de calidad en radioterapia. Aspectos clínicos y físicos. Actas del Primer Simposio Internacional sobre el Control de la Calidad de la Radioterapia: Aspectos Clínicos y Físicos*. Washington, D.C., 8-10 de junio de 1983. Washington, DC: OPS; 1986. (Publicación científica 499).
 67. Sociedad Española de Protección Radiológica, trad. *ICRP-60. Recomendaciones 1990. Comisión Internacional de Protección Radiológica*. Madrid: SEPR; 1995.
 68. Organismo Internacional de Energía Atómica. *El accidente radiológico de Goiânia*. Viena: OIEA; 1989
 69. México. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. *Accidente por contaminación con cobalto-60*. México, DF: CNSNS; 1984. (CNSNS-IT-001).
 70. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Structural shielding design and evaluation for medical use of X rays and gamma rays of energies up to 10 MeV*. Bethesda: NCRP; 1976. (NCRP Report 49).
 71. Comisión Internacional de Protección Radiológica, Organización Panamericana de la Salud, trad. *Protección contra la radiación ionizante de fuentes externas utilizadas en medicina. Informe del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, adoptado por la Comisión en marzo de 1981*. Publicación 33 de la CIPR. Washington, DC: OPS; 1988. (Cuaderno técnico 15).
 72. Comisión Internacional de Protección Radiológica, Organización Panamericana de la Salud, trad. *Protección del paciente en radiodiagnóstico. Informe del Comité 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, adoptado por la Comisión en mayo de 1982*. Publicación 34 de la CIPR. Washington, DC: OPS; 1987. (Cuaderno técnico 3).

-
73. International Commission on Radiological Protection. Protection of the patient in radiation therapy. A report of Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection adopted by the Commission in May 1984. ICRP Publication 44. *Ann ICRP* 1985 15(2).
 74. International Commission on Radiological Protection. Protection of the patient in nuclear medicine. A report of Task Group of Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection adopted by the Commission in March 1987. ICRP Publication 52. *Ann ICRP* 1987 17(4).
 75. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73. *Ann ICRP* 1996 26(2).