

Enfoque moderno de la metrología de las radiaciones

por H.H. Eisenlohr*

Como consecuencia de la creciente preocupación del público por las cuestiones de seguridad relacionadas con las radiaciones, hay ahora gran interés por contar con medios fiables y precisos para la medición de las dosis. Esta demanda de seguridad en cuanto a la protección contra las radiaciones no se circunscribe a la salvaguardia de los seres humanos sino que también comprende la de su medio ambiente, y se plantea en relación con todas las actividades en las cuales se utilizan intencionalmente las radiaciones ionizantes incluidas la radioterapia y los procesos industriales de irradiación.

Consciente de la importancia de la medición fiable de las dosis de radiación, el OIEA, ya a raíz de su creación, puso en marcha un activo programa de dosimetría. En 1960, en vista de que no existían, por aquel entonces, normas nacionales, ni internacionales, sobre dosis absorbidas, el Laboratorio del Organismo diseñó y construyó un calorímetro para la determinación de dosis absorbidas. Siete años después, el OIEA creó la Sección de Dosimetría, cuya principal tarea es la de asesorar a los Estados Miembros en cuanto a la utilización de técnicas y procedimientos ya bien conocidos para la medición de radiaciones ionizantes y la calibración de dosímetros. En los 23 años de su existencia, el Programa de Dosimetría del Organismo ha logrado que los radioterapeutas, y otras personas que utilizan las radiaciones, adviertan más claramente la necesidad de contar con una dosimetría adecuada; y ha coadyuvado eficazmente a mejorar la precisión dosimétrica en el mundo entero.

De unos pocos años a esta parte, viene ampliándose rápidamente las actividades nucleares de muchos países en desarrollo. Se utilizan técnicas nucleares en las esferas de la medicina (diagnóstico y terapéutica), la agricultura, las ciencias pecuarias, la hidrología y la industria. Todas estas actividades requieren servicios fiables que ofrezcan protección contra las radiaciones a quienes hayan de realizar el trabajo, y una instalación en que calibrar y contrastar los dosímetros. Tales instalaciones han de contar con fuentes de radiación adecuadamente calibradas, así como con dosímetros de referencia, y formar parte del sistema dosimétrico mundial, a fin de poder contrastar las mediciones por comparación con patrones primarios. La aparición de problemas de esta índole en muchos países en desarrollo ha conducido al establecimiento de la red OIEA/OMS de laboratorios secundarios de calibración dosimétrica (LSCD).

Aumentan las necesidades de dosimetría de precisión

Tal vez ya no sea posible individualizar la persona, o el grupo de personas, que formularon por primera vez el concepto de los laboratorios secundarios de calibración

dosimétrica. Lo que sí consta es que en 1967 los funcionarios de la Sección de Dosimetría del Organismo discutieron la idea de fomentar la creación de centros regionales de dosimetría en los países latinoamericanos y en la región del Lejano Oriente y Pacífico, así como la función que pudiera desempeñar el Organismo en cuanto a la creación de tales centros. Estas ideas se concretaron más durante la fase preparatoria de una reunión de expertos del OIEA sobre las necesidades en materia de dosimetría de los centros de radioterapia, así como en la propia reunión, que tuvo lugar en Caracas (Venezuela) en 1968. Se puso allí de manifiesto que, en América Latina, se trataba con radiaciones ionizantes a miles de pacientes de cáncer sin un control dosimétrico apropiado. Se observó igualmente que en esta región, así como en otras regiones del globo, no existía ningún laboratorio que estuviera calificado y equipado para efectuar calibraciones dosimétricas. Como resultado de esta reunión, la Organización Mundial de la Salud (OMS), que había sido invitada a enviar representantes a la reunión, se interesó por el problema. Por consiguiente, tanto el OIEA como la OMS tomaron la iniciativa en lo referente a propagar la idea de los centros regionales de dosimetría y asistir a los países en desarrollo para crear tales laboratorios.

Entre 1968 y 1975, la OMS designó siete laboratorios como Centros regionales de referencia para la calibración dosimétrica secundaria. Estos laboratorios se encuentran situados en la Argentina, el Irán, México, Nigeria, Rumania, Singapur y Tailandia. En el Brasil, el OIEA concedió a otro laboratorio el título de LSCD. Con todo, como la demanda de elementos dosimétricos más fiables y precisos aumentaba rápidamente en el mundo entero, se hizo evidente que el concepto de centros regionales de dosimetría de referencia —es decir, la idea de que media docena de tales laboratorios podrían atender a todos los países en desarrollo— no era suficiente. Es más: ya poco después de 1970 era evidente que otros diez países, por lo menos, estudiaban la posible conveniencia de establecer laboratorios dosimétricos para calibrar los dosímetros utilizados en radioterapia y en las actividades de protección contra las radiaciones.

Las necesidades se hacen apremiantes

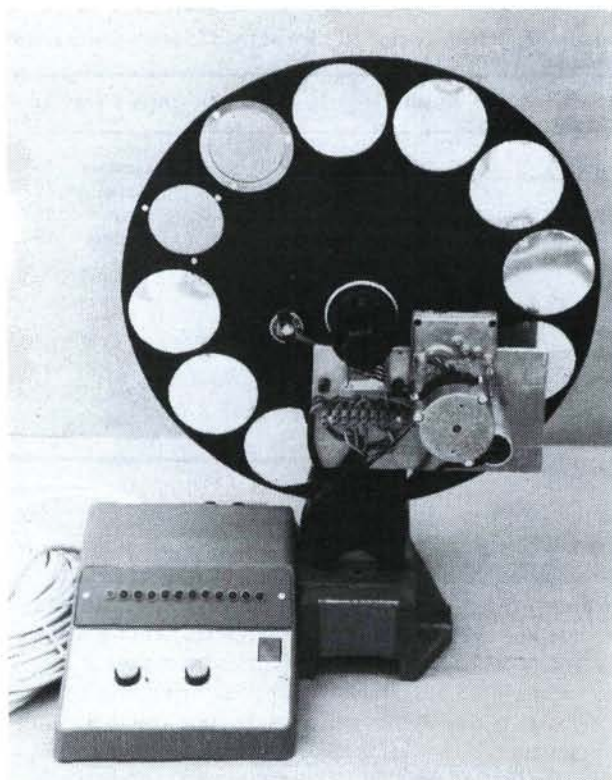
El Laboratorio de Dosimetría del Organismo había establecido estrechos contactos con algunos laboratorios primarios en relación con el establecimiento de un servicio postal de intercomparación de dosis para los centros radioterapéuticos de los países en desarrollo. En las conversaciones celebradas con representantes de estos laboratorios primarios se puso de manifiesto que había tres razones urgentes para establecer los LSCD:

* Jefe de la Sección de Dosimetría de la División de Ciencias Biológicas del Organismo.

- La falta completa de instalaciones de calibración en los países en desarrollo.
- Los laboratorios nacionales primarios de los países industrializados ya no daban abasto, pues el volumen de trabajo había aumentado rápidamente debido a la necesidad de efectuar las calibraciones exigidas en los reglamentos y de ensayar nuevos dosímetros.
- Tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, se consideraba conveniente salvar la laguna existente entre el sistema primario de mediciones y los usuarios de las radiaciones ionizantes, mediante laboratorios que pudieran atender a los problemas particulares de los usuarios y vincularlos a los patrones dosimétricos primarios.

Para que los LSCD pudieran desempeñar esta función metrológica, se propuso que se estableciera una red internacional de LSCD, cuya Secretría estaría a cargo del OIEA y de la OMS conjuntamente. Se invitó a varios laboratorios primarios de calibración dosimétrica a que se unieran a esta red como miembros afiliados para que prestaran el apoyo técnico necesario. Esta propuesta fue el punto central de las recomendaciones presentadas por un grupo de expertos a una reunión OIEA/OMS, celebrada en Río de Janeiro en 1975. Posteriormente, en noviembre de 1976, las dos organizaciones formaron la red de LSCD, y se formularon pautas para el establecimiento de laboratorios secundarios de calibración dosimétrica, que fueron comunicadas a los Estados Miembros del OIEA y de la OMS.

La mejor prueba de que la red era necesaria es que, a los pocos meses, se propusieron como miembros 25 laboratorios. Hasta la fecha, la red comprende 45 laboratorios miembros, 30 de los cuales se encuentran en países en desarrollo. La red cuenta con el apoyo de 12 laboratorios nacionales de calibración dosimétrica primaria afiliados y, además, con la colaboración de cinco organizaciones internacionales. Un Grupo Asesor integrado por once expertos presta asistencia a la Secretaría de la red en las cuestiones técnicas. El Laboratorio de Dosimetría del Organismo de Seibersdorf, equipado con instalaciones de calibración modernas, actúa como laboratorio central de la red.



Disco automático para posicionamiento rápido de filtros requerido para especificar la calidad de radiación de los rayos X.

Cooperación técnica

De 1979 a 1982, el programa de cooperación del Organismo prestó apoyo a 23 LSCD de países en desarrollo. Se espera que otros cinco laboratorios más reciban apoyo en 1983. La suma total gastada de 1979 a 1982 se eleva a 1 500 000 dólares EE.UU, aproximadamente (Cuadro 1). El Laboratorio de Dosimetría del Organismo, aunque solo cuenta con una plantilla de tres funcionarios, desempeña un papel sumamente activo y esencial en este programa de cooperación técnica. Organiza y lleva a cabo intercomparaciones de dosis anuales entre los laboratorios miembros de la red de

Cuadro 1. Países receptores de asistencia técnica para proyectos relativos a los LSCD (1979-1982)

Región	Africa	Asia y Pacífico	América Latina	Oriente Medio y Europa
Países	Argelia Ghana Sudán	Indonesia Malasia Pakistán República de Corea República Popular Democrática de Corea Tailandia	Bolivia Brasil Colombia Cuba Chile Ecuador Perú Uruguay Venezuela	Bulgaria Grecia Irán Israel Portugal Turquía
Gastos de asistencia técnica (en dólares de los EE.UU.)	77 828	526 207	554 664	234 623

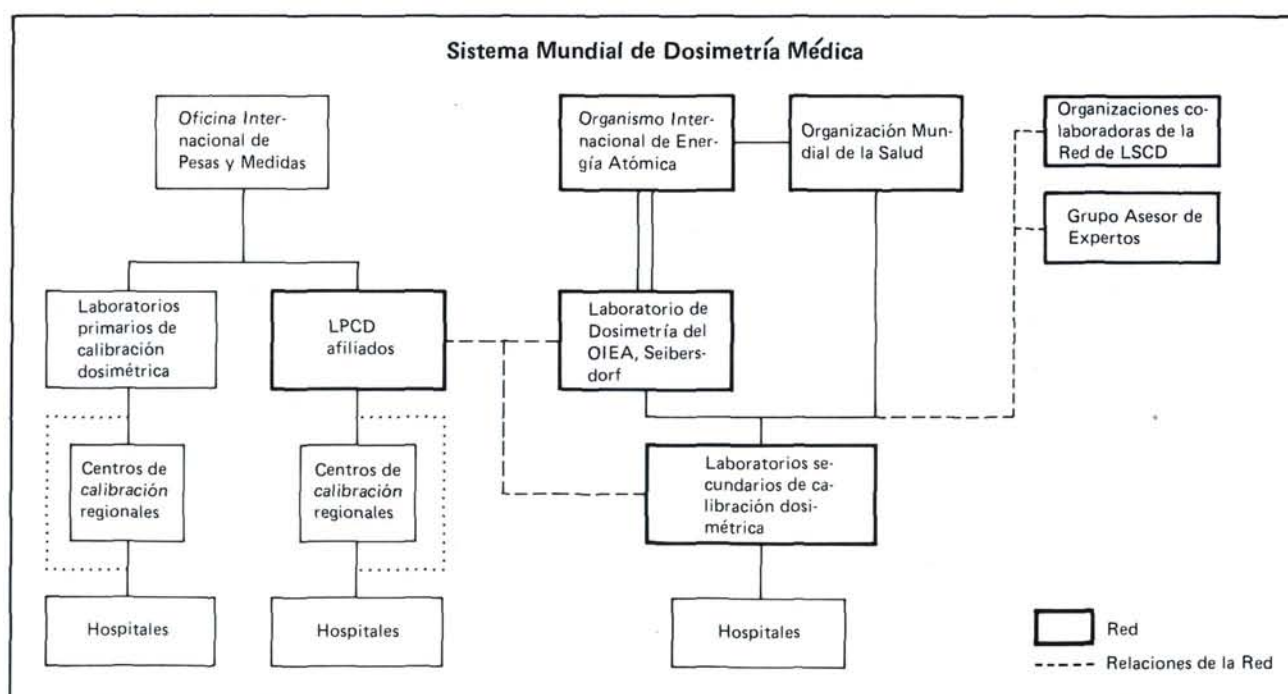
Cuadro 2. Países visitados para actividades de calibración dosimétrica

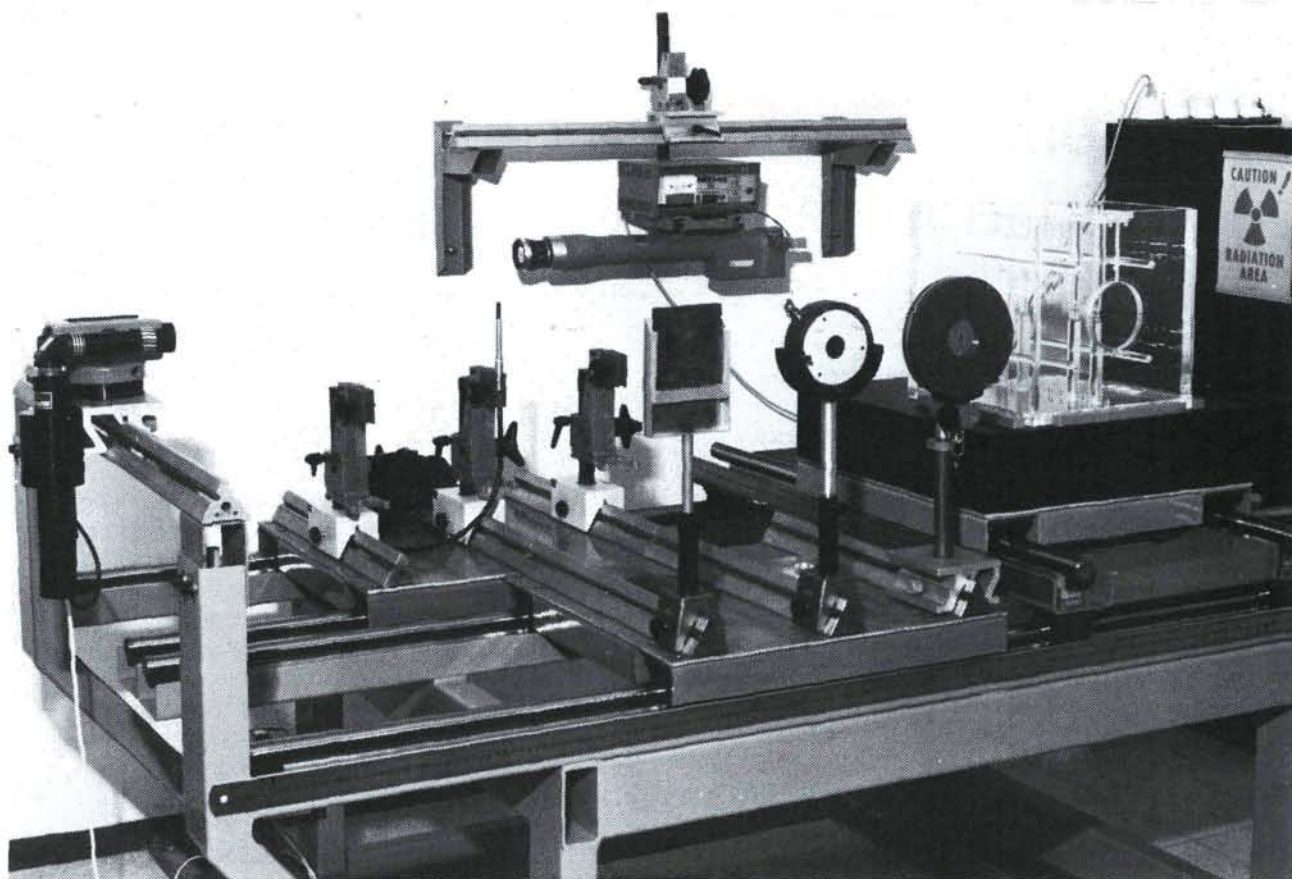
Región	África		Asia y Pacífico		América Latina		Oriente Medio y Europa	
Países	Egipto	1980	Indonesia	1979	Argentina	1979, 1982	Bulgaria	1981
	Ghana	1980	Malasia	1979	Bolivia	1979, 1982	Chipre	1981
	Liberia	1980	Singapur	1979	Brasil	1979, 1982	Rumania	1981
	Nigeria	1980	Tailandia	1979	Colombia	1982	Turquía	1981
	Sierra Leona	1980			Cuba	1982	Yugoslavia	1981
					Chile	1982		
					Ecuador	1982		
					Guatemala	1982		
					México	1979, 1982		
					Perú	1982		
					Uruguay	1982		
					Venezuela	1979, 1982		

LSCD. En una reciente intercomparación en la que participaron 22 laboratorios miembros, la desviación media entre la dosis comunicada por el laboratorio y la medida por el Laboratorio de Dosimetría del OIEA fue de 1,6% y 16 LSCD tenían diferencias inferiores al 2%. Tales intercomparaciones de dosis brindan a los LSCD una excelente oportunidad de comprobar si están funcionando bien y les hacen sentirse miembros de una gran familia. Además, el Laboratorio de Dosimetría admite personal de los LSCD interesado en capacitarse en el Laboratorio central. En 1982, se impartió capacitación, por un total de 11 meses-hombre, a cinco funcionarios de laboratorios de Indonesia, el Pakistán, la República Democrática Popular de Corea y Tailandia. Además, el personal del Laboratorio de Dosimetría ha cumplido misiones de cooperación técnica (9 meses-hombre en 1982) y efectuado viajes para visitar LSCD en relación con trabajos de calibración dosimétrica, al amparo del programa interregional de dosimetría (Cuadro 2). Estas visitas —efectuadas a la mayoría de

los LSCD existentes— han resultado sumamente valiosas. No solo aportan a los laboratorios visitados una calibración directa de sus patrones, sino que también brindan la posibilidad de discutir los problemas particulares de cada laboratorio. Todas estas actividades tienen por finalidad integrar a los laboratorios miembros de la red de LSCD en el sistema mundial de dosimetría y consolidar su situación profesional.

Hay todavía otra modalidad de asistencia técnica del Laboratorio de Dosimetría del Organismo a los LSCD: Como el trabajo de calibración dosimétrica exige equipo especializado de laboratorio que no se encuentra disponible en el mercado o que, de encontrarse, es sumamente costoso, el personal del Laboratorio de Dosimetría ha concebido cierto número de dispositivos especialmente destinados a su utilización en los LSCD. Figuran entre ellos un sistema de carritos dotados de bancos de posicionamiento que permite desplazar los dosímetros en tres dimensiones para su emplazamiento exacto en el haz de





Carrito de posicionamiento exacto diseñado por funcionarios del Organismo utilizado en el Laboratorio de Seibersdorf. Los dosímetros pueden desplazarse en tres dimensiones para su emplazamiento exacto en el haz de calibración. En la parte derecha de la foto se ve el tanque patrón de agua, de Perspex, para mediciones en maniquí.

calibración; un tanque patrón de agua, de Perspex, para mediciones en maniquí; y un disco automático de filtros para posicionar rápidamente una serie de filtros necesarios para especificar la calidad de radiación de los rayos X. Estos dispositivos han sido fabricados en el taller mecánico del Laboratorio del Organismo, de Seibersdorf, o por firmas locales, y se pueden obtener, por conducto del OIEA, a un precio razonable.

Los LSCD, institución acreditada

Las tareas y funciones de los LSCD pueden diferir de un país a otro, pero hay algo que les es común: todos son laboratorios nacionales o regionales autorizados por un Gobierno para efectuar mediciones de calibración dosimétrica al nivel de patrones secundarios. También pueden llevar a cabo mediciones de radiactividad y trabajos relacionados con la garantía de calidad dosimétrica. La mayoría de los LSCD calibran dosímetros utilizados en radioterapia y en protección radiológica, y algunos facilitan un servicio de vigilancia dosimétrica individual, así como un programa de garantía de calidad, en cuanto a las radiaciones, para las instalaciones de radioterapia y de diagnóstico con rayos X. Un contado número de LSCD avanzados llevan a cabo investigaciones en materia de dosimetría y prestan un servicio de intercomparación de dosis por correo para los hospitales que en sus respectivos países aplican tratamientos radioterapéuticos. El OIEA espera que dentro de algunos años habrán organi-

zando dichos servicios en muchos LSCD, con lo que descargarán al Laboratorio de Dosimetría del Organismo de la mayor parte de este trabajo.

Los LSCD fueron creados con la finalidad de colmar la brecha entre los laboratorios de dosimetría primarios y los usuarios últimos de las radiaciones ionizantes. En un momento de transición en que se pasa a utilizar el nuevo sistema de unidades para la medición de las radiaciones (el sistema SI), los LSCD desempeñan un papel todavía más importante, prestando asistencia a los radioterapeutas para el logro de dosis precisas.

A los seis años de su fundación, la red OIEA/OMS de LSCD es una institución bien acreditada. Muchos laboratorios nacionales, asociaciones profesionales y órganos internacionales han tomado buena nota de su existencia. Por ejemplo, la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) ha establecido una secretaría piloto que se ocupa de las cuestiones relacionadas con los LSCD y tiene en preparación un documento sobre la calibración, en laboratorios secundarios de calibración dosimétrica, de dosímetros utilizados en radioterapia y esferas afines. La red también se encuentra representada por su secretario en las reuniones ordinarias de la Sección I (mediciones de rayos X y rayos gamma, electrones) del Comité Consultivo para Patrones de Medición de Radiaciones Ionizantes, creado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM).