

## Las nuevas tecnologías: necesidades y retos en radioterapia en América Latina

María Esperanza Castellanos<sup>1</sup>

**Forma de citar:** Castellanos ME. Las nuevas tecnologías: necesidades y retos en radioterapia en América Latina. Rev Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3):143–50.

**Palabras clave:** radioterapia, garantía de la calidad, necesidades y demandas de servicios de salud, América Latina.

<sup>1</sup> Área de Física Médica, Centro Javeriano de Oncología, Hospital Universitario San Ignacio—Universidad Javeriana, Carrera 7 No. 40-62, Santa Fe de Bogotá, Colombia. Correo electrónico: esperanza.castellanos@javeriana.edu.co

### SINOPSIS

*La experiencia acumulada en más de un siglo de práctica de radioterapia ha puesto de manifiesto su importancia no solamente para la atención paliativa de una parte de los casos de cáncer, sino principalmente para la curación de una proporción aun mayor de esos pacientes. Teniendo en cuenta la evolución tecnológica, el acceso cada vez mayor que tienen los países en desarrollo a estos métodos y la cobertura actual en América Latina, los esfuerzos en esta área se deben dirigir a mejorar la calidad de los servicios y de los centros de radioterapia ya instalados. Para ello se debe completar su parque tecnológico, ampliar los servicios que prestan y cumplir los requerimientos mínimos de calidad establecidos para instalaciones del nivel 2. Cada centro debe estar en condiciones de realizar todas las etapas del proceso de radioterapia—desde la simulación hasta la verificación del tratamiento y el seguimiento de los pacientes— con una calidad adecuada (nivel 2). Para ello deben contar con la tecnología necesaria y con el personal debidamente capacitado. Los esfuerzos cooperativos en la Región deben tener también como prioridad contribuir a que los países adopten guías nacionales de tratamiento que contemplen todas las etapas del proceso de radioterapia y fomentar la puesta en marcha de programas validados de garantía de la calidad.*

La radioterapia es un método de tratamiento de lesiones malignas en el que se utilizan principalmente radiaciones ionizantes. El método exige una infraestructura tecnológica compleja, personal especializado—tanto de médicos como de otros profesionales— y la aplicación de procedimientos y protocolos orientados a garantizar no solamente la eficacia del tratamiento antitumoral, sino también la adecuada protección de los tejidos y órganos adyacentes contra los efectos nocivos de la radiación.

El nacimiento de la terapia con radiaciones ionizantes está directamente relacionado con tres descubrimientos que ocurrieron hace más de un siglo y que tuvieron una gran repercusión en el desarrollo de la ciencia. En 1895, Wilhelm Conrad Roentgen informó del descubrimiento de “un nuevo tipo de radiación” que posteriormente se denominó rayos X; en 1896, Antoine Henri Becquerel descubrió la radiactividad natural; y en 1898, Marie y Pierre Curie produjeron por primera vez el polonio, y más tarde, el radio puro.

Esos descubrimientos tuvieron un efecto revolucionario inmediato en la concepción que la humanidad tenía acerca del mundo. Además, dieron inicio a un intenso desarrollo científico que permitió

comprender más profundamente la estructura submicroscópica de la materia y crear nuevas herramientas para el estudio del universo. Los rayos X también dieron origen al campo de la observación del interior del cuerpo humano y fueron reconocidos espontánea e inmediatamente por la comunidad médica como una nueva tecnología diagnóstica.

Inmediatamente se comprobó que estos novedosos rayos también tenían efectos biológicos (aparecieron zonas eritematosas y ulceraciones en la piel de los operadores de los aparatos de rayos X y de los pacientes) y surgió la idea de usarlos para tratar lesiones cancerosas. En enero de 1896, dos pacientes comenzaron a recibir tratamiento en Chicago, Illinois, Estados Unidos de América, uno de ellos por cáncer de mama; en febrero de ese año se trató a un paciente con cáncer nasofaríngeo en Hamburgo, Alemania, y en julio otro paciente con cáncer de estómago comenzó a recibir tratamiento en Lyon, Francia. Así, en un mismo año nacieron el radiodiagnóstico y la radioterapia. Posiblemente la primera curación documentada de un caso de cáncer por medio de rayos X fue el de una mujer con una lesión cutánea nasal, que fue tratada por Stenbeck en Estocolmo, Suecia, en 1899 (1).

La aparición de lesiones provocadas por la radiación aplicada a pacientes con fines diagnósticos y los resultados contradictorios obtenidos durante los primeros años en que los rayos X se usaron con fines terapéuticos llevaron a tomar algunas precauciones. La necesidad de caracterizar la cantidad y la calidad de la radiación empleada dio origen en 1896 a una nueva disciplina: la dosimetría. Gracias al estrecho trabajo de cooperación entre físicos y médicos, entre 1896 y 1904 se elaboraron técnicas dosimétricas suficientemente precisas para garantizar la reproducibilidad de las exposiciones a la radiación y evaluar la relación entre la dosis y su efecto. Esos conocimientos facilitaron el ulterior desarrollo no solo de la radioterapia, sino también de la radiología y de la medicina nuclear.

Aunque Becquerel y los esposos Curie ya habían observado en sí mismos efectos biológicos similares a los de los rayos X, el uso terapéutico de fuentes radiactivas demoró algún tiempo. En 1901, los esposos Curie prestaron fuentes de radio a algunos dermatólogos para que las emplearan con fines terapéuticos (2). Los primeros resultados fueron poco promisorios, ya que la irradiación era heterogénea, el efecto terapéutico no era suficiente y ocurrían accidentes a menudo. Los primeros resultados favorables en el tratamiento de tumores se obtuvieron en 1905 en algunos pacientes con cáncer de piel y de cuello uterino.

Esa técnica de rayos X evolucionó hasta convertirse en una subdisciplina de la radioterapia denominada teleterapia. La introducción en la prác-

tica clínica de los haces de alta energía implicó una considerable mejoría en los resultados clínicos, mientras que la teleterapia con cobalto-60 —utilizada por primera vez en octubre de 1951— y los aceleradores de megavoltaje —introducidos en la década de 1960— se hicieron cada vez más confiables para la producción de rayos X de alta energía (2). Paralelamente se desarrollaron varias aplicaciones del radio hasta formar una nueva subdisciplina denominada braquiterapia, basada en la inserción de material radiactivo sellado en cavidades directamente adyacentes a los tumores. Esta técnica evolucionó con la introducción de diferentes materiales radiactivos, de nuevas técnicas de aplicación del material en el paciente y de métodos dosimétricos más confiables y reproducibles.

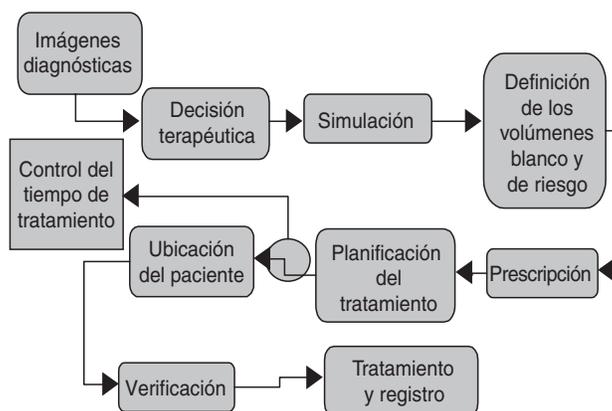
Durante los noventa años que siguieron al descubrimiento de los rayos X se observó un gran desarrollo en diversos aspectos relacionados con la radioterapia, como la radiobiología, la dosimetría, la búsqueda de materiales radiactivos adecuados para la braquiterapia y la aparición y el desarrollo, para uso médico, de los aceleradores lineales de partículas. Como consecuencia, la radioterapia ganó rápidamente aceptación a escala mundial y actualmente se la reconoce como una de las técnicas indispensables para la atención médica de los pacientes con cáncer.

El objetivo de este artículo es identificar, a partir de los datos publicados, las necesidades más importantes e inmediatas en el campo de la radioterapia en América Latina y proponer metas concretas que ayuden a que los esfuerzos cooperativos realizados por los países y los organismos internacionales redunden en una mejoría de la calidad integral de los procedimientos radioterapéuticos.

## EL PAPEL DE LA RADIOTERAPIA

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cáncer constituye una parte importante de la carga global de enfermedad en la presente década (3). Se estima que los casos nuevos de cáncer aumentarán en el mundo de 10 millones en el año 2000 a 15 millones en 2020. En los países desarrollados, el cáncer es la segunda causa más frecuente de muerte y según las pruebas epidemiológicas, la tendencia es similar en los países en desarrollo. Aproximadamente 60% de los nuevos casos de cáncer se producirán en los países de menor desarrollo en los próximos años.

Sin embargo, al menos una tercera parte de los casos nuevos de cáncer se puede prevenir mediante el control del consumo del tabaco y el alcohol, la adopción de una alimentación equilibrada y la vacunación contra la hepatitis B, entre otras medidas (3). Otra tercera parte de los casos se puede curar si se

**FIGURA 1. Etapas del proceso de radioterapia moderna**

logra detectar la enfermedad tempranamente y se aplica el tratamiento adecuado de manera inmediata. Cuando la enfermedad está más avanzada, se pueden aplicar técnicas eficaces, como la radioterapia, que permiten brindar un cuidado paliativo integral. El éxito de los programas de detección temprana de la enfermedad depende del uso eficaz de las diversas opciones terapéuticas.

Entre las modalidades terapéuticas más empleadas en el tratamiento del cáncer se encuentran la cirugía, la radioterapia, la quimioterapia, la terapia hormonal y la combinación de algunas de ellas. Se calcula que más de la mitad de los pacientes con cáncer necesitan tratamiento con radioterapia, ya sea sola o en combinación con la cirugía o la quimioterapia (3).

## LAS NECESIDADES

La radioterapia es un proceso complejo. La experiencia acumulada en más de un siglo ha permitido establecer procedimientos y desarrollar una infraestructura tecnológica sin los cuales no es posible brindar una atención de calidad. En efecto, una vez tomada la decisión terapéutica de tratar a un paciente mediante radioterapia, se deben seguir seis etapas: la simulación, la planificación, la verificación del tiempo (o unidades de monitor), la verificación de los campos de radiación previstos, la administración de la dosis y el registro del tratamiento (figura 1).

En su informe sobre la determinación de la dosis absorbida en pacientes irradiados con rayos X o radiaciones gamma durante los procedimientos de radioterapia (4), la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (CIUR) concluyó que, según los estudios disponibles para ciertos tipos de tumores, es necesario aplicar la dosis al volumen que se ha de tratar con una exactitud de  $\pm 5\%$  si se desea erradicar un tumor primario. Se debe tener en cuenta

que esa tolerancia corresponde a una incertidumbre estimada aplicando intervalos de confianza de 95%, lo que corresponde a una exactitud de  $\pm 2,5\%$  en la expresión de estos conceptos. Este criterio es demasiado estricto si se toma en cuenta la complejidad del proceso de la radioterapia (5). Sin embargo, los resultados de la radiobiología y la radioterapia modernas han confirmado la necesidad de administrar dosis con una gran exactitud, sobre todo cuando se aplican técnicas con escalamiento de dosis, es decir, dosis superiores a las definidas como estándares en la radioterapia convencional.

Por ello debe procurarse por todos los medios evitar errores sistemáticos en las diferentes etapas del proceso de radioterapia y reducir los errores aleatorios mediante buenas técnicas y procedimientos. Cada etapa desempeña un papel fundamental en el proceso completo y cualquier deficiencia en alguna de ellas puede dar origen a fallas en el resultado final.

La etapa de simulación requiere de sistemas de captura de imágenes del paciente en la posición y con los sistemas de inmovilización idénticos a los que se usarán durante el tratamiento. Para ello se debe contar con un simulador convencional o un simulador con posibilidad de realizar cortes mediante tomografía axial, o con una unidad de tomografía computarizada adaptada para simular el proceso de radioterapia. De esa manera se pueden obtener los datos anatómicos necesarios y las imágenes radiográficas o tomográficas sobre las que el médico dibuja el volumen que debe tratarse y los órganos en riesgo, para posteriormente definir las dosis necesarias en ese volumen y la máxima en dichos órganos. El resultado de esta etapa debe ser la prescripción de un tratamiento acorde con las recomendaciones de la CIUR.

La planificación del tratamiento, a cargo del físico médico, se lleva a cabo en los llamados sistemas computarizados de planificación, que modelan previamente las fuentes y los haces de radiación. Una vez definidos los campos y los haces de radiación, se

calcula la distribución de la dosis en el paciente con la ayuda de un modelo tridimensional creado con los datos del paciente. La exactitud de la distribución calculada depende de la exactitud con que se hayan modelado los haces de radiación y la anatomía del paciente y de la comprensión que el físico médico tenga del algoritmo y del programa de cálculo. Como resultado de esta etapa se debe contar con un plan de tratamiento validado por el médico especialista en radioterapia (radioncólogo) responsable del paciente, de acuerdo con su prescripción inicial.

La administración del tratamiento está a cargo del tecnólogo de radioterapia en unidades especializadas, ya sean unidades de cobalto, aceleradores lineales de partículas o sistemas de carga diferida automática para braquiterapia. En todos los casos, el tecnólogo debe reproducir los parámetros registrados en la hoja de simulación y el plan de tratamiento. Además, debe comprobar la identificación del paciente, para lo cual se recomienda que en el plan de tratamiento aparezca la fotografía de este (6).

Dados los múltiples parámetros geométricos, físicos, de posicionamiento y de accesorios que contienen el plan de tratamiento y la hoja de simulación y, en consecuencia, las múltiples fuentes de posibles errores que inciden en el proceso de administración del tratamiento, es necesario verificar los campos de irradiación antes de aplicar la dosis. Esta verificación se realiza principalmente mediante películas radiográficas y portapelículas diseñados para haces de radiación de alta energía y los llamados sistemas electrónicos de imagen portal. Estos últimos se encuentran ligados al brazo de la unidad de tratamiento y brindan una imagen en tiempo real del campo de radiación y de las estructuras abarcadas en él. Las imágenes de verificación son evaluadas por el médico radioncólogo, que propone las correcciones pertinentes y autoriza la aplicación del tratamiento. Esta verificación se debe realizar una vez por semana mientras dure el tratamiento.

La exactitud de la dosis administrada depende en gran medida de la exactitud con la que se determine la tasa de dosis de referencia del haz de radiación (resultado de la calibración) y de su constancia en el tiempo. El físico médico es el responsable tanto de la calibración como del control diario de los haces de radiación.

Por lo tanto, la radioterapia es una modalidad de tratamiento que requiere de una infraestructura tecnológica de alta complejidad, compuesta por sistemas dosimétricos que permitan caracterizar y calibrar los haces de radiación, sistemas de simulación (convencional, por tomografía computarizada o virtual), sistemas computarizados de planificación, unidades de tratamiento (de megavoltaje y de braquiterapia) y sistemas de verificación. Adicionalmente, los servicios modernos de radioterapia

cuentan con una red que controla toda la información, desde la generada por los sistemas de simulación y de planificación, hasta la utilizada en las unidades de tratamiento y de verificación.

Debido a la complejidad tecnológica y a los riesgos asociados con la irradiación de los pacientes (6), la radioterapia exige un equipo de especialistas en el que deben participar radioncólogos, físicos médicos, tecnólogos de radioterapia y personal de enfermería. Es indispensable también contar con el apoyo de un servicio técnico de mantenimiento capaz de garantizar el buen funcionamiento de los equipos. Estos especialistas deben tener la competencia académica y técnica indispensable para utilizar correctamente la tecnología a su disposición, comprender a cabalidad los procedimientos en cada una de las etapas y contar con la capacidad necesaria para tomar decisiones en caso de incidentes o de situaciones críticas. Adicionalmente, como la calidad del tratamiento con radiaciones depende estrechamente de determinados factores clínicos (diagnóstico, localización del tumor, estrategia de tratamiento, verificación continua y control del paciente) y físicos (incertidumbre en el cálculo de la dosis, su optimización y verificación, y la idoneidad de los equipos dosimétricos, de cálculo y de administración del tratamiento, entre otros), todo el equipo debe trabajar de forma conjunta. Los conocimientos y la experiencia de cada uno de los miembros del equipo influirán decisivamente en la calidad del tratamiento (5) y en la seguridad del paciente (6).

### Requisitos mínimos

Todos los servicios de radioterapia deben cumplir determinados requisitos mínimos para alcanzar un nivel aceptable de calidad. Cada institución debe tomar sus propias decisiones con relación al personal, los equipos, los procedimientos y las políticas, en función del número de pacientes y del tipo de enfermedades que atienda y de su organización interna, pero hay requisitos básicos propuestos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (7) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (5) que deben cumplir todas las instituciones.

Hasta finales de la década de 1990 se daba mayor prioridad a incrementar el número de unidades de tratamiento a fin de aumentar la cobertura de la atención de los pacientes con cáncer. Las recomendaciones recientes (5, 8) tienen en cuenta todas las etapas del proceso de radioterapia y, en consecuencia, son más exigentes en cuanto a la cantidad y la calidad del personal y de la infraestructura técnica necesaria.

En la actualidad se considera que todos los servicios de radioterapia deben contar con los siguientes elementos (5, 8):

- sistema de simulación del tratamiento y de inmovilización del paciente
- sistema computarizado de planificación de los tratamientos
- sistemas de alineamiento y localización del paciente
- unidades de tratamiento que cumplan con las especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI)
- accesorios modificadores del haz de radiación
- protecciones personalizadas
- equipos de dosimetría absoluta y relativa para la calibración y el control de la calidad de las fuentes de radiación.

Las unidades de tratamiento deben ser las adecuadas para el tipo de tratamiento ofrecido por la institución y contar con un programa eficiente de mantenimiento y reparación. Estas unidades, al igual que los sistemas computarizados de planificación de los tratamientos, deben haber pasado satisfactoriamente las pruebas de aceptación y de puesta en servicio.

En cuanto al personal, todos los centros de radioterapia, independientemente de su tamaño, deben contar con radioncólogos, físicos médicos, tecnólogos de radioterapia y, en el caso de los centros de alta complejidad tecnológica, tecnólogos dosimetrías que apoyen las actividades de dosimetría clínica.

## Los equipos

En 1997, la OPS propuso un esquema para calcular la necesidad de equipos de teleterapia en el mundo (7). Según este esquema, hacen falta 4 400 equipos para atender a una población de 4 400 millones de personas en la cual la incidencia de cáncer es de 75 a 150 por 100 000 habitantes, asumiendo 4,4 millones de casos nuevos de cáncer por año (de los cuales 50% requieren radioterapia) y que una máquina puede atender a 500 de esos casos. Esto significa que se debe contar aproximadamente con 1 unidad de megavoltaje por cada millón de habitantes.

Según un estudio realizado por el OIEA en 2004 (9), en 19 países de América Latina que tienen una población total de 516,7 millones de habitantes hay 710 unidades de teleterapia, es decir, 1,37 unidades de megavoltaje por millón de habitantes (entre 0 y 3,32). De estos datos se puede concluir que en América Latina existe una buena cobertura con unidades de teleterapia (superior al mínimo estimado de 1 unidad de megavoltaje por millón de habitantes), pero que su distribución es muy heterogénea. En la mayoría de los países más poblados

(Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Venezuela) hay más de una unidad de teleterapia por cada millón de habitantes.

Sin embargo, según esa misma fuente, más de 21% de los 470 centros estudiados son de nivel 0 (centros equipados únicamente con una unidad de teleterapia), 51% de nivel 1 (centros que cuentan con unidades de teleterapia, braquiterapia, sistemas de planificación de tratamiento y de inmovilización de pacientes, un radioncólogo y al menos un físico médico a tiempo parcial); 25% son de nivel 2 (centros que cuentan también con sistemas de simulación, posibilidades de construcción de protecciones personalizadas —protecciones con formas adaptadas a los volúmenes de interés en cada paciente— y un físico médico a tiempo completo), y solamente 3% son de nivel 3 (con capacidad de ofrecer al paciente técnicas especiales, como radioterapia por intensidad modulada, radiocirugía o radioterapia intraoperatoria) (figura 2).

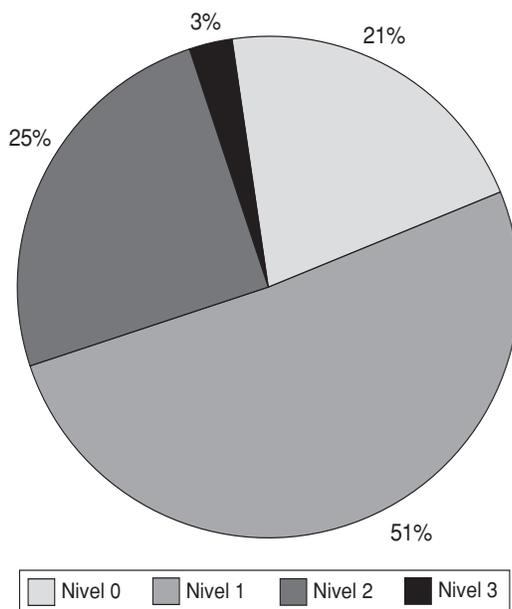
Esto indica que más de la quinta parte de los centros de radioterapia en América Latina ofrecen servicios sin el mínimo de calidad requerido y que otro 51% debe completar su equipo con sistemas de simulación y la posibilidad de protecciones personalizadas para poder ofrecer un servicio de radioterapia de buena calidad (5). En total, 72% de los centros de radioterapia de los países estudiados deben mejorar sustancialmente sus condiciones de funcionamiento.

Las llamadas nuevas tecnologías de radioterapia son los aceleradores lineales equipados con colimadores multihojas y sistemas electrónicos de imagen portal con detectores sólidos; los sistemas de simulación virtual; los sistemas de cálculo tridimensional para la distribución de las dosis; las redes de radioterapia; los sistemas de registro y verificación de los parámetros; los sistemas de seguimiento de los órganos en movimiento, y los módulos para radioterapia por intensidad modulada, entre otros.

En particular, las unidades equipadas con colimadores multihojas permiten administrar, mediante muchos haces, dosis distribuidas según la forma del volumen que se va a tratar, lo que reduce la posibilidad de que se afecten órganos críticos. La forma de los campos se transfiere por la red desde el sistema de planificación al acelerador.

De igual manera, las redes de radioterapia son indispensables para la planificación y la aplicación eficiente y exacta de un tratamiento bien conformado. Por medio de ellas, las imágenes del paciente se exportan directamente a los sistemas de planificación del tratamiento y las radiografías reconstruidas digitalmente (con la imagen de los campos conformados) se transfieren a la unidad de tratamiento. Esto facilita el control rápido y confia-

**FIGURA 2. Clasificación de 470 centros de radioterapia de 19 países de América Latina según su nivel de calidad, 2004**



Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica (9).

ble de los muchos parámetros implicados en la planificación del tratamiento y su administración.

La presencia de aceleradores con colimadores multihojas y de una red interna en los centros de radioterapia constituye la base para organizar un servicio moderno. De acuerdo con los informes presentados por los representantes de diversos países en eventos científicos regionales, solamente una pequeña parte de los centros latinoamericanos cuenta con esos elementos. A manera de ejemplo, de los 39 centros de radioterapia que funcionan en Colombia, solamente 8 tienen aceleradores con colimadores multihojas y solo 4 (alrededor de 10%) cuentan con una red informática para la radioterapia. La falta de un colimador multihojas se puede compensar con la elaboración de protecciones personalizadas hechas de una aleación denominada "cerrobend". Sin embargo, debido a la dificultad para transportarlas (por su gran peso) y a la necesidad de elaborar una protección para cada campo, por lo general no se planifica el número de campos de radiación necesarios para un tratamiento óptimo.

De manera similar, los sistemas electrónicos de imagen portal con detectores sólidos todavía son poco frecuentes en los servicios de radioterapia de América Latina debido al alto costo de esta tecnología. Siguiendo el mismo ejemplo de Colombia, solamente uno de los 20 aceleradores lineales que funcionan en ese país dispone de un sistema de imagen portal con detectores sólidos. Aunque es posible hacer una verificación adecuada del tratamiento

mediante películas, es necesario esperar su revelado antes de iniciar el tratamiento.

### El personal

La mayoría de los autores coinciden en que un radioncólogo puede tratar 250 casos nuevos por año (5, 7, 8). Sin embargo, según las guías nacionales europeas para la infraestructura y el personal de los servicios de radioterapia, en el Reino Unido esta cifra asciende a 350 y en Luxemburgo a 300, mientras que en Francia se recomienda que haya un radioncólogo por cada 200 a 250 pacientes en hospitales universitarios y uno por cada 300 a 400 pacientes en hospitales no universitarios (10). Por lo tanto, la referencia de contar con un radioncólogo por cada 250 pacientes se debe tomar con cautela y es preciso tener en cuenta la complejidad de la tecnología y los procedimientos establecidos en un servicio de radioterapia específico, así como las otras funciones diferentes de la atención de pacientes asignadas al personal médico.

Igualmente se recomienda la vinculación de un físico médico especialista en radioterapia por cada 400 pacientes nuevos al año (7, 8). Aunque esta recomendación está aceptada en general y se emplea al planear un nuevo servicio de radioterapia, las guías nacionales vigentes actualmente en Europa varían notablemente en este sentido: en Holanda se recomienda tener un físico médico por cada acelera-

dor lineal y uno por cada 650 pacientes nuevos al año, mientras que en Luxemburgo se debe contar con un físico médico por cada 600 y en Bélgica con uno por cada 750 pacientes nuevos al año (10).

En cuanto al personal técnico, hay consenso internacional y se recomienda contar con dos tecnólogos por cada 25 pacientes tratados diariamente por unidad de megavoltaje y con dos tecnólogos de simulación por cada 500 pacientes simulados en un año. Está aceptado que siempre deben trabajar dos tecnólogos simultáneamente en cada unidad de tratamiento (6–8) para poder garantizar la ubicación precisa del paciente (control simultáneo de los indicadores laterales de láser), su seguridad (vigilancia permanente mediante cámaras de video), el control de diferentes registros que el tecnólogo debe interpretar y diligenciar (hoja de simulación, plan de tratamiento, registro del tratamiento, imágenes portales) y la atención que necesita el paciente con cáncer.

Uno de los problemas más discutidos en reuniones y eventos regionales sobre la radioterapia es la deficiencia que se observa en el número y el nivel de formación de los físicos médicos en algunos países, particularmente en Centroamérica. De acuerdo con los datos publicados por el OIEA en 2004, de 357 físicos médicos en 19 países de América Latina, 241 habían obtenido un grado específico en física médica, en su mayor parte en Argentina y Brasil (9). Esto indica que la mayoría de los físicos vinculados a la práctica médica en el resto de los países se han formado empíricamente en los hospitales. Esta tendencia está cambiando gracias a la creación de programas de posgrado en la física de la radioterapia o la física médica (Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela) y al fortalecimiento de las legislaciones nacionales relacionadas con la acreditación de los servicios de radioterapia.

### Los programas de garantía de la calidad

Cada centro de radioterapia debe contar con los medios necesarios para que la calidad de los servicios que ofrece a los pacientes siempre se mantenga dentro de los límites admitidos internacionalmente y disponer de los mecanismos necesarios para corregir desviaciones que puedan afectar al paciente (5, 7, 8). Además, debe contar con mecanismos adecuados de retroalimentación de manera que la experiencia adquirida pueda utilizarse para corregir las deficiencias y mejorar las diversas etapas del proceso. Estos elementos constituyen la base de los programas de garantía de la calidad en los servicios de radioterapia y son responsabilidad de cada institución, en particular de los administradores, los jefes de servicio, los médicos y los profesionales de las distintas áreas.

Los casos recientes de sobreexposición grave de pacientes (6) se han producido debido a la falta de programas de garantía de la calidad debidamente estructurados y funcionales. El análisis de esos accidentes demuestra que existían fallas en la aplicación de los procedimientos (particularmente el no hacer la doble verificación del tiempo de tratamiento); fallas en los mecanismos de comunicación de la información entre los miembros del equipo de trabajo; la formación insuficiente del personal (especialmente en física médica); la falta de seguimiento de los pacientes, y el incumplimiento de los protocolos de aceptación y puesta en servicio de los equipos y sistemas de planificación de tratamientos.

Para acercarse a las tasas del curación del cáncer logradas en los países desarrollados es preciso mantener servicios de radioterapia con un alto grado de precisión y fiabilidad. Tanto los aspectos clínicos (diagnóstico, toma de decisiones, indicación del tratamiento y seguimiento) como los procedimientos relacionados con los elementos físicos y técnicos del tratamiento del paciente deben controlarse minuciosamente y planificarse de manera adecuada (6, 8). En la actualidad se da una gran importancia a los aspectos físicos de la garantía de la calidad (5–8), lo que ha llevado a la OPS y al OIEA a apoyar programas de formación continuada de físicos médicos y radioncólogos en esa área y de adquisición de equipos de dosimetría y control de la calidad. Aunque se ha avanzado notablemente en la aplicación de procedimientos de garantía de la calidad de los aspectos físicos de la radioterapia, aún es necesario alcanzar un enfoque sistemático de la garantía de la calidad en todas las etapas del proceso, principalmente en sus aspectos clínicos, si se desea lograr un mejoramiento global de la calidad del tratamiento.

### LOS RETOS

En la mayoría de los países de América Latina que cuentan con servicios de radioterapia desde hace muchos años, el nivel de cobertura, la organización y la estructura de los servicios disponibles actualmente indican que los esfuerzos cooperativos internacionales deben dirigirse a mejorar la calidad general de cada servicio (7, 9).

Como primera meta se debe lograr que los centros de nivel 0 y 1 (aproximadamente 72% del total) alcancen el nivel 2, de manera que puedan ofrecer servicios de radioterapia de mejor calidad. Los organismos internacionales que apoyan proyectos de cooperación entre los países deben orientar sus esfuerzos hacia el logro de esa meta antes de apoyar la creación de nuevos centros o el paso de centros del nivel 2 al nivel 3. La prioridad debe ser lograr que 90% de los centros se encuentren en el nivel 2.

En cuanto al equipamiento, otra meta prioritaria debería consistir en reemplazar los aceleradores (una vez cumplida su vida útil) por nuevas unidades de tratamiento con colimadores multihojas y redes de transferencia de datos desde el sistema de planificación del tratamiento. Esto permitiría generalizar la aplicación de la radioterapia conformacional, lo que beneficiaría a un mayor número de pacientes y aumentaría la capacidad de cada servicio. Igualmente, los equipos para instalaciones nuevas deben contar con colimadores multihojas.

Una tercera prioridad regional es la elaboración y adopción de guías nacionales de tratamiento, lo que permitiría establecer un estándar mínimo de atención, comparable entre diferentes centros. Esas guías deben normar no solamente los esquemas de fraccionamiento y de dosis, sino también la forma de simular, planificar, administrar y verificar los tratamientos, así como los métodos de seguimiento de los pacientes tratados. Esto debe hacerse tomando como base una estructura de nivel 2, ya que es la que cumple los requisitos mínimos. Las organizaciones internacionales y regionales podrían desempeñar un papel muy importante en este sentido mediante la propuesta de códigos de práctica de referencia a los ministerios de salud. Igualmente, esas organizaciones deben influir en la adopción de reglamentos nacionales que respalden el cumplimiento de esas guías o códigos de práctica.

Finalmente, los esfuerzos cooperativos deben orientarse hacia la consolidación en cada país de uno o varios (en función de la población) centros de referencia, es decir, centros que cumplan con los requisitos mínimos, que tengan y apliquen guías específicas, que cuenten con programas consolidados

de garantía de la calidad y cuyo personal (médicos, físicos médicos, técnicos y de enfermería) se encuentre debidamente capacitado para la radioterapia. Estos centros serán una referencia nacional y su existencia ayudará a mejorar la calidad de los demás servicios de radioterapia.

#### SYNOPSIS

#### New technologies: needs and challenges in radiotherapy in Latin America

*The cumulative experience gathered over more than a century of practice of radiotherapy has demonstrated the latter's importance not only for the palliative treatment of a fraction of cancer cases, but mainly for the curative treatment of an even greater proportion of such cases. In light of the changes in technology, the ever-increasing access developing countries to such technology, and its current coverage in Latin America, any efforts in this area should be aimed at improving the quality of the radiotherapy services and centers that are already in place. This involves developing their technological assets to the fullest, expanding their services, and complying with the minimum quality requirements established for second-level facilities. Each center should be equipped to carry out all stages of the radiotherapy process, from simulation through treatment verification and patient follow-up, with a high level of quality (level 2). To achieve this, it should possess the necessary technology and properly-trained staff that are required for the purpose. Collaborative efforts in the Region should also prioritize helping countries implement national treatment standards for all stages of the radiotherapy process and promoting the implementation of validated quality assurance programs.*

**Key words:** radiotherapy, quality assurance, health services needs and demand, Latin America.

#### REFERENCIAS

1. Waltsman R. A historical review on radiotherapeutic applications. En: Bernier J, ed. Radiation oncology: a century of progress and achievement. Brussels: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO); 1995.
2. Tubiana M. Les rayonnements en médecine. *Pour la Science*. 1996;124-30. (Dossier hors série: centenaire de la découverte de la radioactivité).
3. World Health Organization. National cancer control programmes: policies and managerial guidelines. Geneva: WHO; 2002.
4. International Commission on Radiation Units and Measurements. Determination of absorbed dose in a patient irradiated by beams of X or gamma rays in radiotherapy procedures. Bethesda, MD: ICRU; 1976. (ICRU Report No. 24).
5. Organismo Internacional de Energía Atómica. Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: protocolo de control de calidad. Viena: OIEA; 2000. (IAEA-TECDOC-1151).
6. International Commission on Radiological Protection. Prevention of accidents to patients undergoing radiation therapy. *Ann ICRP*. 2002;30(3). (ICRP Publication No. 86).
7. Borrás C, ed. Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección de los servicios de radiología: imaginología y radioterapia. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 1997.
8. International Atomic Energy Agency. Design and implementation of a radiotherapy programme: clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects. Vienna: IAEA; 2005. (IAEA-TECDOC-1040).
9. Zubizarreta EH, Poitevin A, Levin CV. Overview of radiotherapy resources in Latin America: a survey by the International Atomic Energy Agency (IAEA). *Radiother Oncol*. 2004;73:97-100.
10. Slotman BJ, Cottier B, Bentzen SM, Heeren G, Lievens Y, Van den Bogaert W. Overview of national guidelines for infrastructure and staffing of radiotherapy. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology—Quantification of Radiation Therapy Infrastructure and Staffing Needs (ESTRO-QUARTS): Work package 1. *Radiother Oncol*. 2005; 75:349e1-349e6.

Manuscrito recibido el 10 de noviembre de 2005. Aceptado para publicación, tras revisión, el 15 de febrero de 2006.