

IAEA BULLETIN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

La publicación emblemática del OIEA | Septiembre de 2019

En línea en
www.iaea.org/bulletin



El control del cáncer

Observar y destruir células cancerosas: teranóstica con fines de diagnóstico y tratamiento, pág. 8

Preservación de la seguridad y la eficacia de la radioterapia: entrevista a un experto destacado en dosimetría, pág. 14

Gestión de la creciente demanda de servicios oncológicos en el mundo en desarrollo, pág. 22

También contiene:
Noticias del OIEA



EL BOLETÍN DEL OIEA

es una publicación de la
Oficina de Información al Público
y Comunicación (OPIC)
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100, 1400 Viena, Austria
Teléfono: (43 1) 2600-0
iaeabulletin@iaea.org

Directora editorial: Nicole Jawerth

Editor: Miklos Gaspar

Diseño y producción: Ritu Kenn

El BOLETÍN DEL OIEA puede consultarse en línea en
www.iaea.org/bulletin

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el *Boletín del OIEA* siempre que se cite su fuente. En caso de que el material que quiera volverse a publicar no sea de la autoría de un miembro del personal del OIEA, deberá solicitarse permiso al autor o a la organización que lo haya redactado, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados que figuran en el *Boletín del OIEA* no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y este declina toda responsabilidad al respecto.

Portada:
Anna Schlosman

Síguenos en:



La misión del Organismo Internacional de Energía Atómica es evitar la proliferación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente del mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física.

El OIEA, creado en 1957 como organismo independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas especializada en tecnología nuclear. Por medio de sus laboratorios especializados, únicos en su clase, transfiere conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en esferas como la salud humana, la alimentación, el agua, la industria y el medio ambiente.

El OIEA, que, además, proporciona una plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear, ha creado la *Colección de Seguridad Física Nuclear*, cuyas publicaciones ofrecen orientaciones a ese respecto que gozan del consenso internacional. La labor del OIEA se centra igualmente en ayudar a reducir al mínimo el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas y criminales o de que las instalaciones nucleares sean objeto de actos dolosos.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan un sistema de principios fundamentales de seguridad y reflejan un consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a la población y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Esas normas han sido elaboradas pensando en que sean aplicables a cualquier tipo de instalación o actividad nuclear destinada a fines pacíficos, así como a las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

Mediante su sistema de inspecciones, el OIEA también verifica que los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares exclusivamente con fines pacíficos, conforme a los compromisos contraídos en virtud del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares y otros acuerdos de no proliferación.

La labor del OIEA es polifacética y se lleva adelante, con participación de muy diversos asociados, a escala nacional, regional e internacional. Los programas y presupuestos del OIEA se establecen mediante decisiones de sus órganos rectores: la Junta de Gobernadores, compuesta por 35 miembros, y la Conferencia General, que reúne a todos los Estados Miembros.

El OIEA tiene su sede en el Centro Internacional de Viena y cuenta con oficinas sobre el terreno y de enlace en Ginebra, Nueva York, Tokio y Toronto. Además, tiene laboratorios científicos en Mónaco, Seibersdorf y Viena. Por otra parte, proporciona apoyo y financiación al Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam", en Trieste (Italia).

Diez años de control del cáncer

Cornel Feruta, Director General Interino, OIEA

El cáncer causó la muerte de prácticamente 10 millones de personas el año pasado, y la cifra de defunciones relacionadas con esta enfermedad, que afecta especialmente a los países en desarrollo, va en aumento.

El OIEA lleva años trabajando para mejorar el acceso a la medicina nuclear —incluido el diagnóstico por imagen—, la radioterapia y la dosimetría en los países en desarrollo. Durante los últimos diez años, bajo el liderazgo del difunto Director General Yukiya Amano, una de las prioridades del Organismo ha sido ayudar a los países a hacer frente a la carga del cáncer. Prestar apoyo a los países en la tarea de ofrecer una atención oncológica integral y mejores servicios de radioterapia a un mayor número de pacientes se ha convertido en un objetivo estratégico fundamental del OIEA.

Si bien aún quedan cerca de 60 países en los que menos de una cuarta parte de los pacientes tiene acceso a la radioterapia, este acceso ha aumentado significativamente en al menos 20 países en desarrollo en los últimos 5 años.

Algunos de estos países se han beneficiado del apoyo del OIEA, que se centra en la transferencia de conocimientos de carácter general y especializado. Ofrecemos capacitación a radioncólogos, físicos médicos, radiólogos y otros profesionales, y asimismo prestamos apoyo a los países para la compra de equipo.

El OIEA contribuye a garantizar la seguridad de los pacientes por medio de servicios de control de la calidad. Hemos llevado a cabo más de 13 500 auditorías de dosimetría en los últimos 50 años, ayudando así a más de 2300 instituciones de todo el mundo a velar por que los pacientes reciban exactamente las dosis de radiación correctas.

En 2015, los líderes mundiales adoptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, entre cuyas metas principales figura reducir en un tercio para 2030 el número de muertes causadas por enfermedades no transmisibles, como el cáncer. La ciencia y la tecnología nucleares pueden contribuir de manera significativa a la consecución de este objetivo.

La presente edición del *Boletín del OIEA* ahonda en el uso de la radiación para luchar contra el cáncer en todo el mundo y en la labor del Organismo al respecto. Presenta una visión general del cáncer —su biología, diagnóstico y tratamiento (página 4)— y destaca algunos avances recientes importantes,

como la braquiterapia guiada por imágenes (página 10) y la teranóstica (página 8), incluida la producción de nuevos tipos de radiofármacos (página 6).

Si bien la radiación ha sido una pieza fundamental en la manera como combatimos el cáncer, la seguridad es de vital importancia para que su uso sea eficaz. El OIEA y la

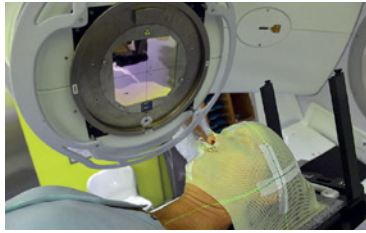
Organización Mundial de la Salud coordinan una red de laboratorios de dosimetría que está ayudando a los expertos a garantizar que las dosis de radiación cumplan de manera fiable las normas internacionales y sean seguras y eficaces (página 27). Las normas de seguridad del OIEA desempeñan un papel esencial en la tarea de ayudar a las autoridades sanitarias a establecer servicios de oncología (página 12). Gracias a distintos instrumentos educativos innovadores y rentables desarrollados por el OIEA, los países pueden vencer las limitaciones geográficas y financieras para crear un cuerpo nacional de especialistas altamente capacitados, como radioncólogos y físicos médicos (página 24).

El acceso al tratamiento oncológico requiere establecer sistemas nacionales de lucha contra el cáncer eficaces. Algunos países trabajan con el OIEA para adoptar leyes y reglamentos (página 16), mientras que otros solicitan asistencia para elaborar los denominados “documentos de proyectos financiados”, que les permiten obtener financiación de instituciones de crédito (página 18). Muchos países también acuden al OIEA en busca de capacitación, equipo y conocimientos especializados (página 22).

El Foro Científico de septiembre de 2019 hace balance de la contribución del OIEA a la lucha contra el cáncer durante la última década. En cuatro sesiones que se celebrarán a lo largo de dos días, científicos y expertos destacados de todo el mundo, así como expertos del OIEA, examinarán los éxitos y los desafíos relacionados con el establecimiento y la aplicación de programas de medicina nuclear y radiológica para combatir la creciente carga que representa el cáncer. Los invito a seguir las sesiones en línea en: www.iaea.org/scientific-forum.



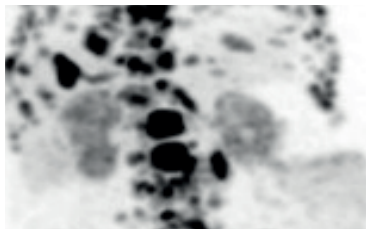
1 Diez años de control del cáncer



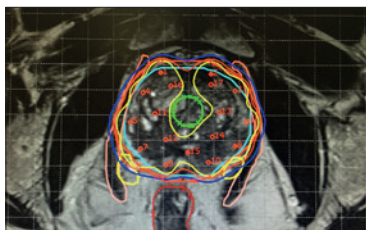
4 Cáncer, medicina nuclear, radioterapia y radiobiología: un panorama general



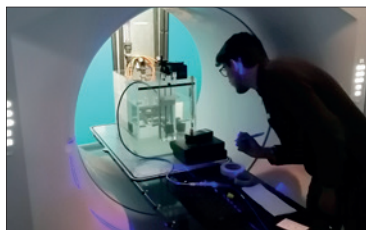
6 Los radiofármacos para tratar el cáncer ganan terreno en Asia gracias al OIEA



8 Observar y destruir células cancerosas: teranóstica con fines de diagnóstico y tratamiento



10 Una nueva alternativa para el tratamiento del cáncer: la braquiterapia guiada por imágenes



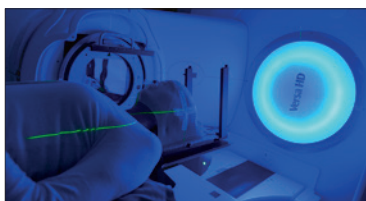
12 La importancia de la seguridad ante la eficacia cada vez mayor de la radioterapia



14 Preservación de la seguridad y la eficacia de la radioterapia: entrevista a un experto destacado en dosimetría



16 Las leyes que regulan el uso de la radiación para el tratamiento del cáncer: una oportunidad para la medicina



18 De los planes a la financiación: documentos de proyectos financiables y primera unidad de radioterapia del Níger



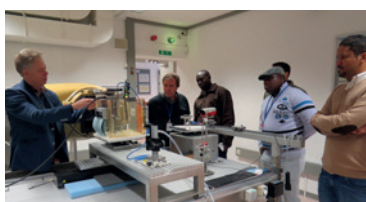
20 Gran impulso al control del cáncer en Bangladesh



22 Gestión de la creciente demanda de servicios oncológicos en el mundo en desarrollo



24 Aprovechar la tecnología móvil y en línea para cambiar la asistencia y la enseñanza oncológicas



27 Dosimetría exacta para una asistencia oncológica de calidad: la Red OIEA/OMS de Laboratorios Secundarios de Calibración Dosimétrica

Panorama mundial

29 La radiación debería tener una función más prominente en la lucha contra el cáncer

— *Mack Roach*

30 Diez años luchando contra el cáncer

— *Cary Adams*

Noticias del OIEA

32 Líderes de hoy y del mañana del ámbito de la energía nuclear hacen un llamamiento a favor de la innovación

33 Reducida satisfactoriamente en China una población de mosquitos mediante un estudio piloto que utiliza una técnica nuclear

34 Un instrumento en línea permite consultar a fondo las publicaciones del OIEA sobre seguridad tecnológica y seguridad física

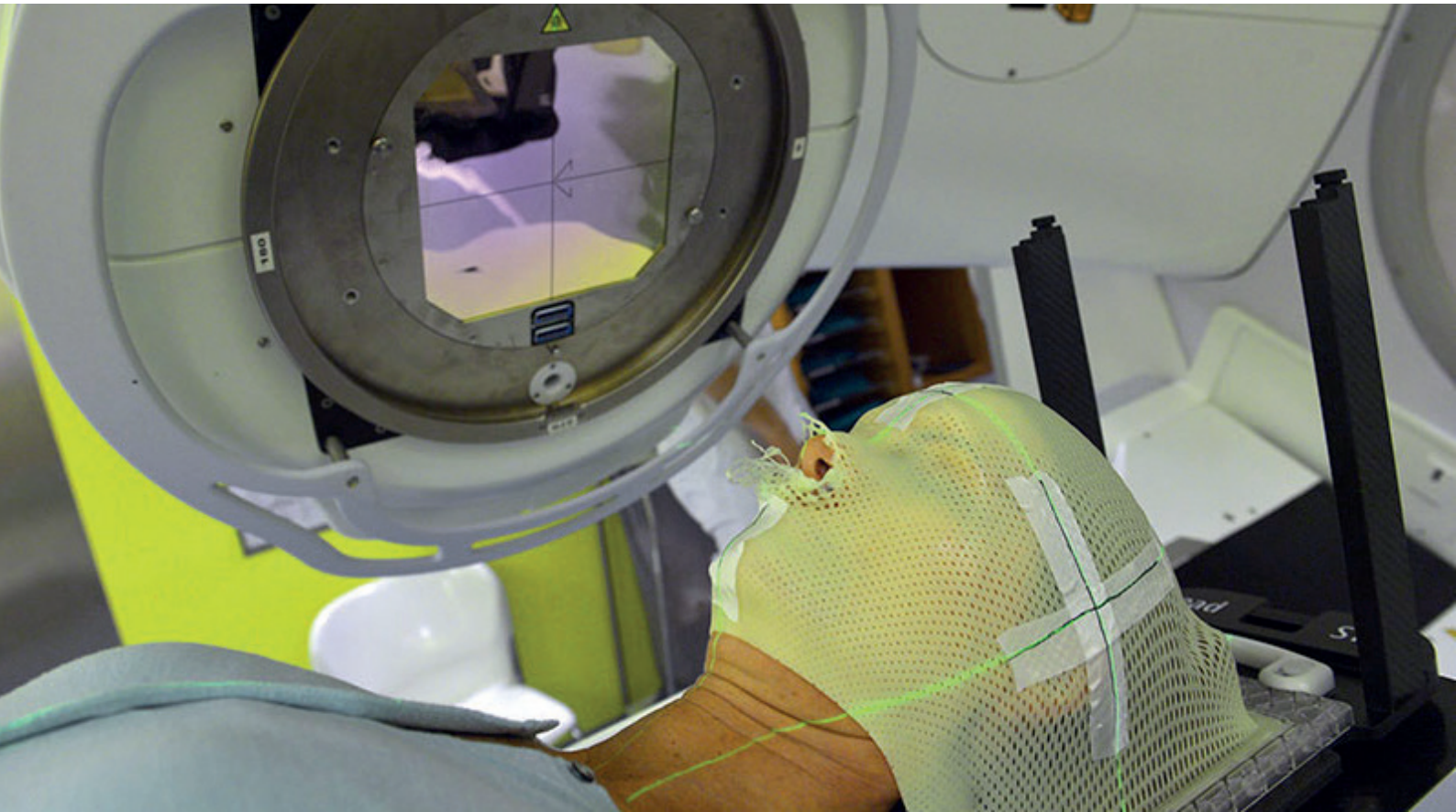
35 El Curso de Gestión de los Conocimientos Nucleares del OIEA ha capacitado a más de 700 profesionales

36 Publicaciones

Cáncer, medicina nuclear, radioterapia y radiobiología

Un panorama general

Nicole Jawerth



La máscara de radioterapia mantiene fija la cabeza del paciente a fin de que, durante el tratamiento, la radiación se concentre de manera sistemática y exacta en la zona afectada.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

Hoy, gracias a la medicina nuclear y a la radioterapia, podemos diagnosticar en un estadio más temprano y tratar de manera más eficaz cánceres que antaño se consideraban intratables y mortales, dando así a los pacientes una mejor calidad de vida y, en muchos casos, una posibilidad real de curarse. Este cambio puede atribuirse a los avances realizados en las esferas de la investigación y a las innovaciones en el campo de la tecnología, a las que es cada vez más fácil acceder.

No obstante, el número de casos de cáncer sigue aumentando en todo el mundo, y en 2018 la enfermedad se cobró la vida de 9,6 millones de personas. Esta cifra, que, según las estimaciones, irá en aumento, podría alcanzar los 16,3 millones de fallecimientos en 2040.

El cáncer es el resultado de un crecimiento y una división anómalos y descontrolados de las células del organismo, que forman a menudo masas conocidas como tumores. Estos pueden diagnosticarse mediante pequeñas cantidades de radiación y, posteriormente, tratarse con dosis más altas. Determinar el tipo de tumor, así como su tamaño, ubicación y grado de diseminación, es esencial para escoger el método de tratamiento adecuado, como la cirugía, la radioterapia, la quimioterapia o la inmunoterapia, que pueden emplearse de manera individual o combinada. En los casos en los que la radioterapia es el método adecuado, es preciso elegir cuidadosamente la dosis requerida y administrarla sobre el tumor empleando un equipo calibrado de manera exacta a fin de aumentar al máximo la eficacia del proceso y, al mismo tiempo, reducir al mínimo los daños. La ciencia que se ocupa de medir, calcular y evaluar las dosis de radiación absorbidas recibe el nombre de dosimetría (véase la página 14).

Medicina nuclear

La medicina nuclear es una rama de la medicina en la que se utilizan radiofármacos para diagnosticar y, en algunos casos, tratar enfermedades como el cáncer.

La selección de los radiofármacos se realiza teniendo en cuenta el tipo de cáncer que va a evaluarse y dónde se encuentra, así como qué uso se les dará, es decir, si se emplearán con fines de diagnóstico, de tratamiento o ambos. Los radiofármacos pueden inyectarse en el cuerpo de un paciente, inhalarse o administrarse por vía oral. Una vez dentro del organismo, buscan las células cancerosas y se concentran en ellas, lo que permite evaluar la ubicación del tumor o administrar la radiación de manera selectiva. Tras un periodo de tiempo conocido, el radiofármaco deja de ser radiactivo.

Para los diagnósticos, se introduce en el organismo un radiofármaco que contiene cantidades muy pequeñas de material radiactivo y que recibe el nombre de “trazador”. Una vez se ha concentrado en las células cancerosas, se emplea una cámara especializada para detectar la radiación emitida, que permite crear imágenes precisas de lo que está sucediendo en el organismo del paciente. Gracias a ellas, el equipo médico puede saber en qué estado se encuentra el paciente y planificar el tratamiento. Las imágenes pueden tomarse durante el proceso de atención oncológica para monitorizar la enfermedad y ajustar el tratamiento en función de las necesidades.

Cuando la finalidad es terapéutica, se opta por radiofármacos con mayores cantidades de material radiactivo. El trazador se concentra en las células cancerosas, y la radiación que emite las daña y las destruye.

En algunos casos, los radiofármacos se utilizan tanto con fines de diagnóstico como de tratamiento. Este enfoque, que recibe el nombre de teranóstica, es uno de los últimos avances en materia de diagnóstico y tratamiento del cáncer (véase la página 8).

Radioterapia

Un equipo de radioncólogos, físicos médicos y técnicos en radioterapia capacitados en la utilización de radiación ionizante para destruir células cancerosas son los encargados de administrar la radioterapia. Según el tipo de cáncer y su ubicación, pueden utilizar fuentes externas de radiación, como el cobalto 60, que se administra por medio de un aparato que emite radiación, o un acelerador lineal, que emite radiación fotónica gracias a la electricidad. También pueden colocar fuentes radiactivas cerca del tumor o en su interior, un procedimiento que recibe el nombre de braquiterapia. Uno de los últimos avances en radioterapia es la braquiterapia guiada por imágenes (véase la página 10).

En la radioterapia se utilizan dosis de radiación cuidadosamente seleccionadas que son lo suficientemente fuertes como para dañar de manera eficaz el ADN de las células cancerosas, reduciendo al mínimo al mismo tiempo el daño que se ocasiona a las células sanas. A menudo, tras

recibir pequeñas dosis de radiación, las células cancerosas no son capaces de reparar el daño causado a su ADN con la misma eficiencia con la que lo hacen las células sanas que se encuentran en la zona en la que se administra el tratamiento. A fin de sacar provecho de esta diferencia biológica entre células cancerosas y sanas, un ciclo de radioterapia puede constar de múltiples dosis pequeñas que se administran a lo largo de varias semanas, lo que aumenta las posibilidades de destruir el tumor sin que apenas haya efectos secundarios. Entender los parámetros a fin de determinar cuál es el mejor régimen de tratamiento para cada paciente es uno de los aspectos de los que se ocupa la ciencia conocida como radiobiología.

Cada año se diagnostica cáncer a más de 14 millones de personas en todo el mundo. Alrededor de la mitad de todos los pacientes con cáncer reciben radioterapia en algún momento del tratamiento, por lo general en combinación con otros métodos, como la cirugía y la quimioterapia.

El OIEA lleva más de 60 años trabajando para fomentar el uso de la medicina radiológica y los avances en esta esfera a fin de luchar contra el cáncer. Presta apoyo a países de todo el mundo capacitando e impartiendo enseñanza a profesionales, equipando instalaciones y facilitando la transferencia de conocimientos especializados en materia científica entre expertos con el objetivo de que estos países desarrollen y mantengan sus servicios nacionales de atención oncológica (véase la página 22). Además, el OIEA presta asistencia en la planificación, la puesta en marcha y el examen de los planes nacionales de control del cáncer, incluida la movilización de recursos para proyectos (véase la página 18).

Los radiofármacos son medicamentos que contienen material radiactivo y pueden utilizarse con fines de diagnóstico o de tratamiento.

(Fotografía: S. Slavchev/OIEA)



Los radiofármacos para tratar el cáncer ganan terreno en Asia gracias al OIEA

Miklos Gaspar



Una especialista del INMOL, en Lahore (Pakistán), comprueba la calidad de los radiofármacos antes de que se administren a los pacientes.

(Fotografía: INMOL)

Si bien el uso de radiofármacos —medicamentos que contienen sustancias radiactivas— en el tratamiento del cáncer se ha afianzado en los sistemas de salud de muchas partes del mundo, ahora está empezando apenas a ganar terreno en los países en desarrollo. Gracias en parte a un proyecto de cooperación técnica del OIEA, estos fármacos, que pueden aumentar la esperanza de vida de los pacientes, están llegando a más países de Asia. Entre ellos cabe citar el lutecio 177 (Lu¹⁷⁷) DOTATATE, un radiofármaco utilizado en el tratamiento de tumores neuroendocrinos, que son un tipo letal de cáncer del aparato digestivo. Se ha logrado producir el fármaco y ya está utilizándose en el ámbito clínico, por conducto del proyecto, en el Irán, Jordania, el Pakistán y Tailandia.

Como parte de un proyecto de tres años de duración relativo a la producción de radiofármacos, que concluyó en diciembre de 2018, el OIEA brindó apoyo a radioquímicos, radiofarmacéuticos y técnicos de 20 países, que recibieron capacitación en la elaboración, el control de calidad y la utilización de radiofármacos con fines terapéuticos. De los países participantes, 4 utilizan ya estos radiofármacos en la práctica clínica, y más de 100 pacientes han recibido tratamiento.

“Este proyecto ha tenido una gran repercusión en la mejora de la atención a los pacientes con cáncer mediante la implantación de nuevas opciones de tratamiento que no estaban disponibles antes, debido sobre todo al escaso o nulo valor que otros tratamientos como la quimioterapia y la radioterapia, tienen en determinados casos”, dice

Amer Al Hourani, radiofarmacéutico del Instituto de Servicios Médicos Reales de Jordania, donde hasta el momento diez pacientes han sido tratados con los radiofármacos.

Radiofármacos selectivos

Los radiofármacos son medicamentos a base de radioisótopos que normalmente se unen a moléculas biológicas que pueden actuar en órganos, tejidos o células específicos del cuerpo humano. Desde principios de la década de 1950, su uso ha sido cada vez más habitual en el diagnóstico de diversas enfermedades y, en menor medida, en el tratamiento. Gracias a los avances recientes de la investigación en medicina nuclear, se han elaborado radionucleidos y radiofármacos nuevos más selectivos, lo que ha aumentado el abanico de posibilidades para personalizar y combinar las opciones de diagnóstico y de tratamiento que ofrecen los radiofármacos.

El principal fármaco que los participantes en el proyecto aprendieron a elaborar y utilizar es el Lu 177 DOTATATE. Los radiofármacos selectivos, como el Lu 177 DOTATATE, están compuestos principalmente por biomoléculas, como los péptidos (una secuencia específica de aminoácidos), los anticuerpos y las proteínas, que están radiomarcadas químicamente con radionucleidos emisores beta, como el Lu 177.

El Lu 177 es el radioisótopo preferido porque, tras producirse en un reactor de investigación, su vida media es lo suficientemente larga como para unirlo a la molécula biológica adecuada — es decir, marcarlo— transportarlo al hospital y, seguidamente, inyectarlo al paciente.

Una vez en el organismo, la molécula biológica transporta el Lu 177 rápida y directamente hasta el tumor, donde se concentra, y a continuación lo bombardea con radiación. Como la biomolécula ataca únicamente las células cancerosas, y dada la reducida vida del Lu 177, esta técnica maximiza el tratamiento del cáncer a la vez que reduce al mínimo el daño a las células sanas del organismo. Se usa habitualmente en el tratamiento de tumores de estómago, intestino, próstata y páncreas.

La capacidad selectiva de determinados radiofármacos, como el Lu 177 DOTATATE, los convierten en una alternativa útil para tratar cánceres que se han diseminado a varios órganos por vía linfática o hematológica. En esos casos, no basta con la extirpación quirúrgica del tumor primario, y la radioterapia conllevaría la exposición de considerables zonas del cuerpo a la radiación, lo que pondría en riesgo al paciente. Asimismo, es uno de los métodos preferidos para los pacientes con un sistema inmunitario demasiado débil para recibir quimioterapia, que es un tipo de tratamiento que afecta a todo el cuerpo.

Tratar a los pacientes y aumentar la esperanza de vida

Además de desarrollar y aprobar servicios de atención oncológica con Lu 177 DOTATATE, varios países que participaron en el proyecto han ampliado también sus capacidades terapéuticas. La terapéutica es un método de atención oncológica que combina el uso de radiofármacos para diagnóstico y para tratamiento (encontrará más información en la página 8).

En el Pakistán, por ejemplo, 15 médicos recibieron capacitación y equipo, en parte por conducto del OIEA, para contribuir a establecer los servicios de radiofarmacia con fines de terapéutica del país. Cada año hay más de 170 000 casos nuevos de cáncer en el Pakistán.

“La inauguración de las instalaciones de terapéutica en el INMOL, por primera vez en el Pakistán, es un logro histórico”, afirma Irfan Ullah Khan, Director Científico Adjunto del Instituto de Medicina Nuclear y Oncología de Lahore (INMOL), en el Pakistán. “Aunque el proyecto [del OIEA] ha concluido, [ahora] contamos con la tecnología en el Pakistán, por lo que seguimos tratando con resultados positivos a los pacientes. Esto de verdad ha cambiado la vida de los pacientes”.

Gracias a un proyecto de seguimiento del OIEA de tres años de duración, iniciado a principios de 2019 como una segunda fase de apoyo, los países que participaron en el proyecto inicial reciben ayuda para continuar y ultimar las solicitudes de licencia y la plena puesta en marcha del método, explica Mykola Kurylchuk, Oficial de Gestión de Proyectos del OIEA a cargo de esta iniciativa.

“Cualquier país con un reactor de investigación puede, en principio, producir estos isótopos, y el OIEA tiene la determinación de poner la tecnología a disposición de todos los países interesados”, continúa el Sr. Kurylchuk.

De beta a alfa

El proyecto del OIEA también tiene el objetivo de ayudar a los países a sentar las bases para usar emisores alfa como radiofármacos.

Los radiofármacos que utilizan sustancias radiactivas que, en vez de decaimiento beta, experimentan decaimiento alfa —es decir, que emiten el isótopo helio 4, compuesto por dos protones y dos neutrones— son más eficaces para el tratamiento del cáncer pero más difíciles de obtener. Las partículas alfa transfieren más energía y tienen un recorrido más corto, por lo que atraviesan con más facilidad las células cancerosas y son hasta diez veces más eficaces eliminándolas que las partículas beta.

“Una vez que los países han aprendido a producir y administrar emisores beta, la producción y la utilización de emisores alfa es uno de los siguientes pasos para un tratamiento aun más eficaz y selectivo”, señala Amir Jalilian, químico del OIEA especializado en radioisótopos y radiofármacos.

El OIEA ha ayudado a expertos de Kuwait y Tailandia para aprender esta técnica más avanzada, y dos hospitales, uno en cada país, ya la están utilizando en el tratamiento. Gracias al proyecto de cooperación técnica de seguimiento, los especialistas de algunos de los demás países participantes se proponen empezar a producir y utilizar emisores alfa de aquí a 2021.

Observar y destruir células cancerosas

Teranóstica con fines de diagnóstico y tratamiento

Elisa Mattar y Nicole Jawerth

Gracias al uso de moléculas, que ayudan a introducir sustancias radiactivas en el cuerpo humano de forma segura, los médicos pueden obtener imágenes más exactas de los tumores y acabar de forma más eficaz con las células cancerosas. Este método, denominado teranóstica, combina los usos terapéuticos y de diagnóstico de los radiofármacos. Se trata de uno de los últimos avances en asistencia oncológica y uno de los distintos métodos que el OIEA está ayudando a poner al alcance de pacientes de países de todo el mundo mediante la transferencia de tecnología y la creación de capacidad.

“La teranóstica puede transformar la idea de tratamiento oncológico”, afirma Mohamad Haidar, Profesor Asociado de Radiología Clínica en el Departamento de Radiología del Centro Médico de la Universidad Americana de Beirut, en el Líbano. “Es un enfoque muy eficaz que permite ver lo que se está tratando y tratar lo que se está viendo. El resultado es que la calidad y la esperanza de vida mejoran y se reducen al mínimo los efectos secundarios en comparación con otros tratamientos, como la quimioterapia”.

Aunque se utiliza desde hace más de 70 años para algunas enfermedades concretas, como el cáncer de tiroides, la teranóstica no ha empezado a despegar hasta hace unos años. Los avances en medicina y tecnología han dado lugar al desarrollo de radiofármacos y equipo médico nuevos, abriendo así las puertas a su utilización en la lucha contra el cáncer de próstata, de hígado, del aparato digestivo y del sistema nervioso, entre otros. Cabe citar, por ejemplo, el tratamiento de tumores neuroendocrinos con el radiofármaco lutecio 177 (Lu 177) DOTATATE (encontrará más información al respecto en la página 6).

Aunque ofrece la posibilidad de mejorar la evolución del paciente, la teranóstica no puede utilizarse aún de forma generalizada. Las capacidades e instalaciones que requiere este método son distintas de las disponibles para otros métodos de asistencia oncológica, como la radioterapia, la quimioterapia y la cirugía.

“Con el apoyo del OIEA, hay países de todo el mundo que están estableciendo instalaciones y recibiendo capacitación en medicina nuclear y radioterapia y que, llegado el momento, realizarán una transición segura hacia la medicina personalizada y los métodos avanzados como la teranóstica y la radioterapia estereotáctica corporal”, explica May Abdel Wahab, Directora de la División de Salud Humana del OIEA.

¿En qué consiste la teranóstica?

En cierto sentido, la teranóstica funciona igual que otros fármacos, a saber, interactúa con las moléculas de proteína, denominadas receptores, en las paredes de las células. Esos receptores pueden unirse a moléculas externas, como las hormonas y los medicamentos, que activan los receptores y generan una señal bioquímica o eléctrica que dice a las células lo que tienen que hacer, por ejemplo, dejar de producir las sustancias químicas que mandan la señal de dolor al cerebro.

Los distintos tipos de receptores atraen distintas moléculas. Si sabemos qué moléculas van con qué receptores, podemos fabricar medicamentos que unan las moléculas adecuadas a sustancias químicas inhibitoras del dolor, por ejemplo; esas moléculas, a su vez, llevan dichas sustancias a los receptores de la célula adecuada para, pongamos por caso, curar un dolor de cabeza.

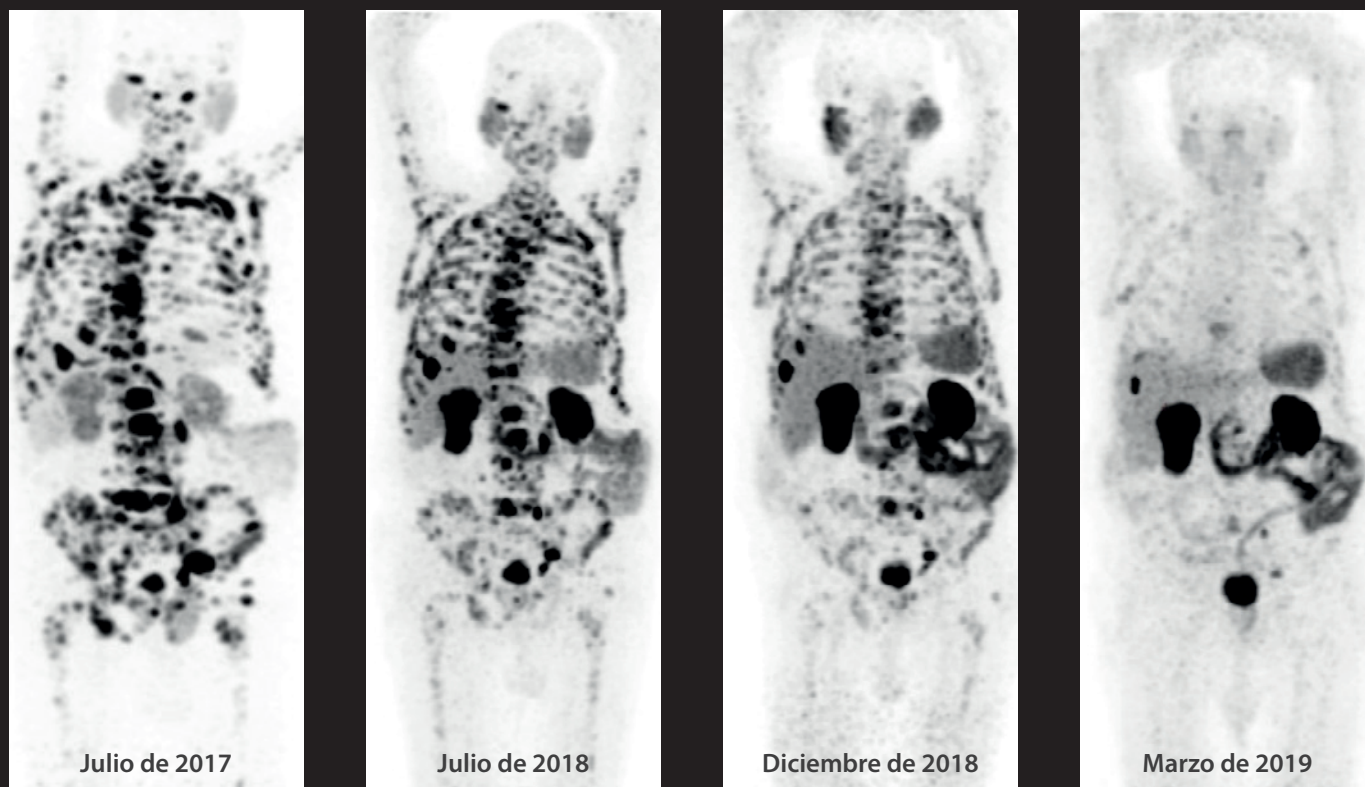
Lo mismo sucede con los radiofármacos. Las sustancias radiactivas se unen a moléculas seleccionadas teniendo en cuenta cómo interactúan con el organismo cuando se dan determinados casos de cáncer. A continuación, las moléculas transportan los materiales radiactivos al tumor con fines de diagnóstico por imagen o para su tratamiento. Puesto que las células sanas no tienen los mismos receptores que las células afectadas, los radiofármacos las evitan y no les ocasionan daños.

“Con un enfoque centrado en las necesidades específicas de cada paciente, la teranóstica permite pasar de la medicina convencional a la medicina personalizada y de precisión y, como resultado, es posible elegir la terapia indicada para el paciente adecuado”, afirma Diana Páez, Jefa de la Sección de Medicina Nuclear y de Diagnóstico por Imágenes del OIEA.

Primero se observa; luego, se trata

En el diagnóstico por imágenes, se inyectan, ingieren o inhalan radiofármacos con pequeñas cantidades de sustancias radiactivas que, luego, son transportadas por el organismo hasta llegar a la zona objetivo. Una vez que el medicamento se ha acumulado alrededor o en el interior de las células afectadas, una cámara especial explora y detecta la pequeña cantidad de radiación emitida por el radiofármaco. De esta forma se obtienen imágenes de esa parte del cuerpo.

Según los resultados del diagnóstico por imágenes, el médico determinará qué tratamiento es el más adecuado para el paciente. De ser apta la teranóstica, se selecciona un



Evolución mediante la teranóstica de un paciente de 82 años con cáncer de próstata diseminado a los ganglios linfáticos y los huesos. Estado al principio de aplicar la teranóstica (extremo izquierdo) y práctica remisión total de la enfermedad (extremo derecho).

(Fotografía: Centro Médico de la Universidad Americana de Beirut)

radiofármaco para ese paciente y se determina la cantidad exacta de radiación necesaria para el tratamiento (la dosis depende del tipo y el tamaño del tumor, así como de la edad y el sexo del paciente, la gravedad del caso y el órgano afectado). Una vez acumulado el radiofármaco alrededor o en el interior de las células cancerosas, la radiación que emite daña y destruye esas células, al tiempo que se reduce al mínimo el daño ocasionado a las células sanas circundantes. Los pacientes suelen someterse a varias sesiones de tratamiento y se toman nuevas imágenes de diagnóstico para controlar el progreso.

“Hemos visto respuestas a la teranóstica que eran prácticamente imposibles con otros tipos de tratamiento”, explica el Sr. Haidar. Aunque actualmente solo tratan a unos cuantos pacientes al año, el Sr. Haidar y el equipo de 15 especialistas con que cuenta en el Líbano han empezado a obtener importantes resultados.

“Por ejemplo, tuve un paciente de 82 años con cáncer de próstata diseminado a los ganglios linfáticos y los huesos. Después de que otros métodos de tratamiento fracasaran, probamos con la teranóstica. Tras dos dosis de antígeno

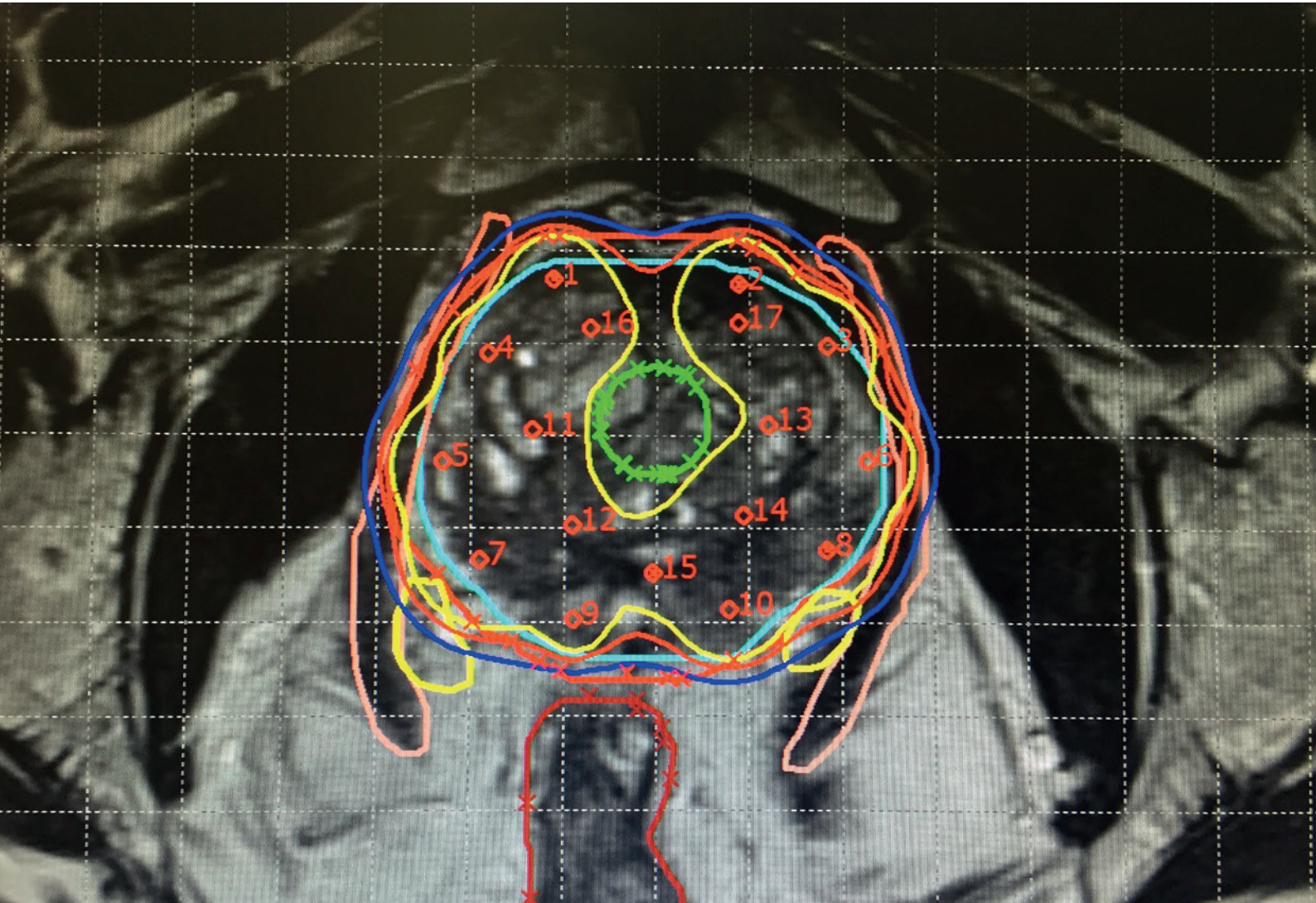
prostático específico de membrana (PSMA) lutecio 177, observamos una importante disminución de las lesiones tumorales y, después de una dosis más de PSMA actinio 225, otro radiofármaco, una remisión casi total”.

Como explica el Sr. Haidar, estas son conclusiones preliminares y queda aún mucho por hacer en el campo de la teranóstica para conocer mejor su efecto y sus posibilidades. Tanto él como su equipo prevén seguir colaborando con el OIEA para avanzar en sus investigaciones, mejorar sus capacidades y ayudar a capacitar a otras personas en la región. El OIEA, por conducto de su programa de cooperación técnica, ha impartido capacitación y ha donado equipo al Líbano para contribuir al desarrollo de sus servicios de asistencia oncológica.

“En el futuro, podríamos presenciar un aumento del uso de la teranóstica en casos de cáncer de mama y de pulmón”, señala el Sr. Haidar. “Si somos capaces de encontrar una molécula que funcione específicamente con estos tipos de cáncer muy comunes, eso podría repercutir de manera significativa en el índice de supervivencia de la enfermedad y en la calidad de vida”.

Una nueva alternativa para el tratamiento del cáncer: la braquiterapia guiada por imágenes

Elisa Mattar



Por medio de imágenes médicas detalladas, los profesionales de la salud pueden distinguir entre tumores y tejidos y órganos sanos, lo que garantiza que las fuentes radiactivas se apliquen correctamente.

(Fotografía: Auna Oncosalud)

Los avances tecnológicos han ayudado a allanar el camino para técnicas como la braquiterapia guiada por imágenes (IGBT), que llevan a mejores desenlaces clínicos y ofrecen una mejor calidad de vida a los pacientes.

“La IGBT es un método muy personalizado y específico para tratar el cáncer que puede ayudar a mejorar la tasa de supervivencia de muchos tipos de carcinomas y disminuir el riesgo de complicaciones”, afirma Gustavo Sarria Bardales, Director Médico del Departamento de Radioterapia del hospital Oncosalud-Auna, en el Perú. “Frente al aumento de los casos de cáncer en todo el mundo, la IGBT ofrece un tratamiento seguro, eficaz y de calidad contra algunos carcinomas frecuentes,

como el de mama, el de próstata y el cervicouterino. Los nuevos avances y la aplicación de esta tecnología suponen una gran oportunidad para ponerlo a disposición de más pacientes y brindarles un tratamiento eficaz”.

Si bien la braquiterapia, un tipo de radioterapia interna que utiliza fuentes radiactivas, ha sido frecuentemente utilizada como tratamiento para muchos cánceres durante más de un siglo, apenas hace 15 años que contamos con la IGBT gracias a los avances en las esferas de la imagenología médica, la planificación del tratamiento y la administración de la dosis.

La finalidad de la IGBT es potenciar la dosis de radiación que se aplica a las células cancerosas para destruirlas y,

a la vez, reducir al mínimo la exposición de las células sanas adyacentes. Este procedimiento utiliza imágenes médicas tridimensionales detalladas para registrar los cambios de volumen de los órganos a fin de ajustar y optimizar la braquiterapia a las necesidades de los pacientes. Las imágenes muestran el tamaño y la localización exactos de los tumores y los órganos conexos, por lo que el equipo de atención de salud puede planificar y colocar de manera segura las fuentes radiactivas para el tratamiento directamente junto a la neoplasia o en su interior. Las fuentes pueden colocarse de manera temporal, por medio de aplicadores extraíbles que las contienen, o permanente, gracias a las fuentes llamadas “semillas” que permanecen dentro del cuerpo indefinidamente; con el paso del tiempo, las semillas dejan de ser radiactivas y se vuelven inocuas.

Para tratar determinados tipos de cáncer, como el cervicouterino, la IGBT se combina con radioterapia externa; sin embargo, en el caso de otras neoplasias, como el cáncer de mama o de próstata, la IGBT se puede utilizar como tratamiento único. Gracias a la IGBT es posible utilizar dosis de radiación más altas para tratar directamente un tumor, lo que significa que los tejidos sanos reciben una menor dosis de radiación, ya que las fuentes se colocan directamente dentro del tumor o junto a él.

Sin embargo, para colocar las fuentes dentro del cuerpo de un paciente es necesario contar con conocimientos especializados en numerosas disciplinas, como la cirugía, la imagenología y la delimitación, y la planificación del tratamiento, explica Alfredo Polo Rubio, radioncólogo del OIEA. “No se trata de un procedimiento único que funcione igual en todos los casos, ya que el cuerpo de cada paciente y cada tumor son distintos, y la braquiterapia es un tipo de tratamiento personalizado. La combinación de braquiterapia e imagenología permite que el equipo de atención de salud tenga una mejor idea de la situación del tumor y los órganos circundantes, lo que facilita la colocación de las fuentes radiactivas, la valoración de la respuesta del tumor y un ajuste más exacto de las dosis de radiación”.

Aunque se considera que la IGBT es rentable debido a su alta tasa de éxito, sigue siendo una alternativa costosa. La técnica requiere equipo y programas informáticos caros para llevar a cabo el plan de tratamiento personalizado, además de un equipo de especialistas altamente cualificados integrado por oncólogos, dosimetrías y radioterapeutas, y, en algunos casos, cirujanos, que ayuden a colocar los aplicadores en el cuerpo del paciente.

Muchos países de todo el mundo están colaborando con el OIEA para desarrollar sus servicios de tratamiento oncológico y, cuando estén listos, ofrecer métodos innovadores como la IGBT. Por medio de proyectos coordinados de investigación y de cooperación técnica del OIEA, los expertos reciben capacitación y equipo, así como acceso a redes profesionales para ampliar sus conocimientos especializados. Además, el OIEA ha elaborado directrices y documentos técnicos para apoyar la aplicación de la IGBT y orientar a los profesionales para que pasen de aplicar técnicas simples a aplicar otras más complejas.

Algunos países, como el Perú, están adoptando la IGBT a fin de gestionar la creciente carga del cáncer.

“El cáncer se está convirtiendo rápidamente en la primera causa de muerte en el Perú y las defunciones siguen aumentando”, afirma el Sr. Sarria Bardales. Cada año se diagnostica cáncer a alrededor de 66 000 personas en el Perú. “El sistema de salud no está preparado para una transición epidemiológica de este tipo, por lo que es necesario aplicar soluciones novedosas, como la IGBT”.

El Perú ha colaborado con el OIEA durante más de 30 años para desarrollar sus servicios de oncología. En los últimos cinco años, esta colaboración ha incluido ampliar la capacidad de recursos humanos del Perú en la esfera de la IGBT y poner en contacto a los profesionales peruanos con redes internacionales y expertos en la materia.

“Solíamos estar limitados a la braquiterapia convencional con imágenes bidimensionales y tridimensionales. Ahora hemos comenzado a utilizar la IGBT y habrá que esperar para descubrir el pleno efecto de su uso”, dice el Sr. Sarria Bardales. “Esperamos que, durante el próximo decenio, la IGBT se convierta en un tratamiento habitual para los pacientes con cáncer, ya que es más personalizada y tiene una mayor tasa de éxito, lo que la convierte en una alternativa rentable y conveniente para tratar diversos tipos de neoplasias”.

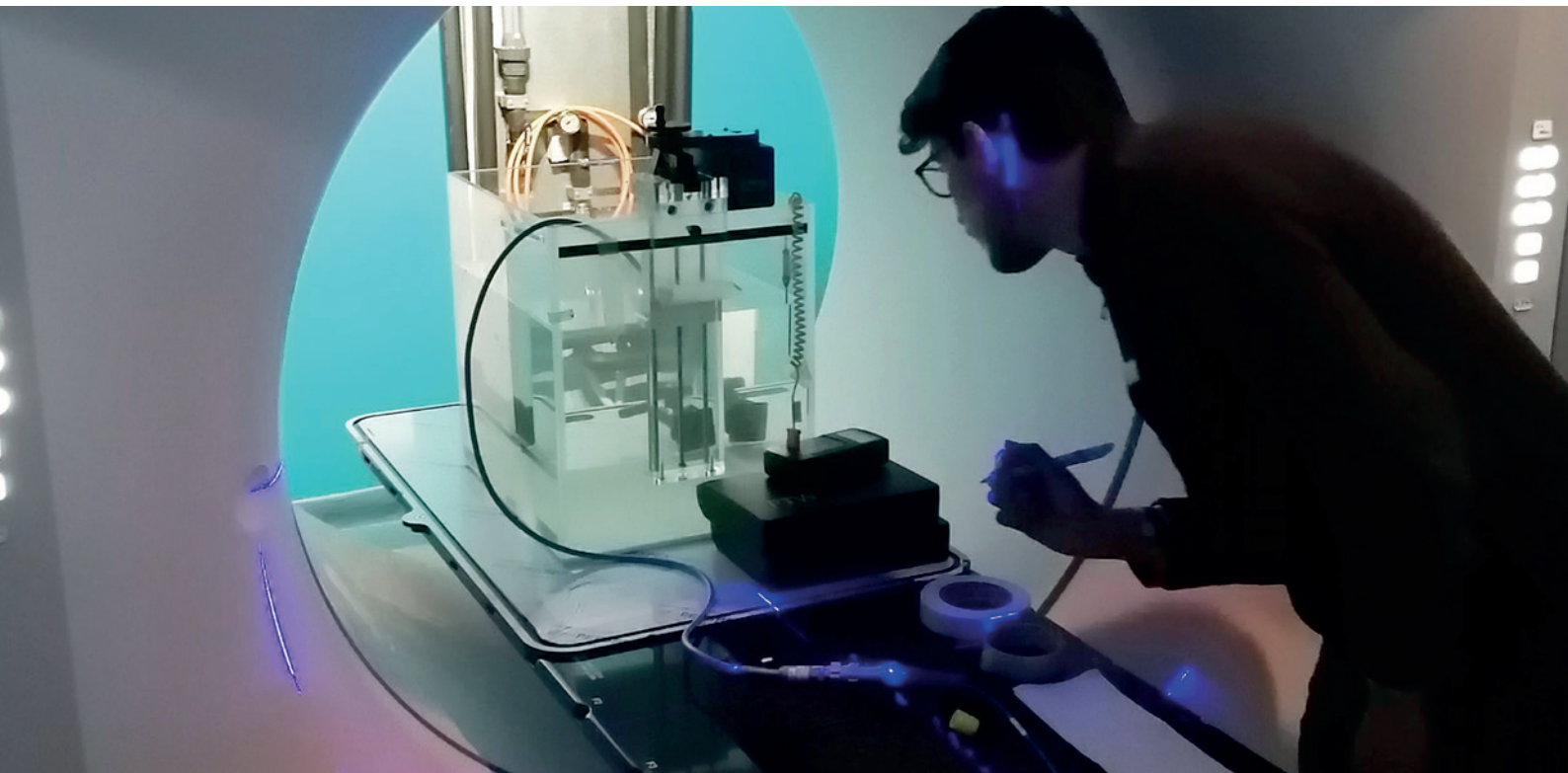
La braquiterapia consiste en colocar fuentes radiactivas dentro del cuerpo por medio de instrumentos como cables, sondas o agujas.

(Fotografía: Auna Oncosalud)



La importancia de la seguridad ante la eficacia cada vez mayor de la radioterapia

Nathalie Mikhailova



Un especialista prepara una calibración dosimétrica para garantizar que las dosis de radiación sean seguras y exactas.

(Fotografía: Hospital de Tygerberg)

Gracias a los avances en la tecnología de la radioterapia, el tratamiento del cáncer está ganando en eficacia y precisión y resulta más fácil de administrar. Este hecho no solo comporta nuevos beneficios a los pacientes, sino que también abre las puertas a nuevos desafíos relacionados con la seguridad.

“Introducir nueva tecnología conlleva riesgos. El problema que se plantea con cada nuevo aparato es la posibilidad de cometer errores, ya que los profesionales especializados en radioterapia todavía están aprendiendo cómo funciona realmente el equipo en cuestión. No pueden confiar sin más en que vaya a hacer lo que debería; tienen que verificarlo, idealmente llevando a cabo ensayos minuciosos”, explica Christoph Trauernicht, Jefe de la División de Física Médica del Hospital de Tygerberg y Catedrático en la Universidad de Stellenbosch, en Ciudad del Cabo.

Desde principios del siglo XX, la radiación ha desempeñado un papel cada vez más importante e indispensable en el tratamiento del cáncer. La terapia con radiaciones, o radioterapia, consiste en aplicar dosis muy precisas de radiación a los tumores para matar las células cancerosas. Este procedimiento puede hacerse utilizando radioterapia externa

mediante haces de radiación, como los rayos X, rayos gamma o electrones, o colocando fuentes radiactivas en el paciente o en su interior.

En la actualidad, el aparato más utilizado para tratar con radiación el cáncer es el acelerador lineal, o linac. Hay más de 12 000 linacs en funcionamiento en hospitales de todo el mundo, y se prevé que esta cifra aumente.

“Conforme avanza la tecnología, es más importante, si cabe, que la radioterapia se administre de forma segura. Aunque la nueva tecnología permite una mayor automatización y una optimización compleja de las dosis de radiación, también requiere más capacitación profesional y diferentes sistemas de seguridad a fin de garantizar que los pacientes reciban el tratamiento correcto”, aclara Debbie Gilley, especialista en protección radiológica del OIEA.

Alrededor del 50 % de los pacientes con cáncer recibe radioterapia en algún momento del tratamiento. Dado que el número de nuevos casos de cáncer no deja de aumentar, también lo hace la necesidad de administrar radioterapia. Esto significa, además, que los físicos médicos y los recursos para capacitarlos en la esfera de la protección radiológica seguirán

desempeñando un papel cada vez más importante en la tarea de garantizar que la radiación se utilice de manera segura y eficaz en la medicina.

El OIEA presta apoyo a países de todo el mundo para que se adapten a unas tecnologías y unas necesidades en materia de seguridad cambiantes. Varias iniciativas en curso, como la publicación de directrices y de notas informativas, la organización de seminarios para profesionales y encargados de la toma de decisiones del ámbito de la salud y la colaboración con sociedades profesionales, tienen como objetivo fortalecer la esfera de la física médica.

Esta labor se enmarca en los esfuerzos globales del OIEA por mejorar el acceso a unos servicios de radioterapia de calidad, iniciativas que incluyen, entre otras cosas, ayuda a los países para que apliquen las normas de seguridad del Organismo sobre seguridad radiológica. Estas normas han sido elaboradas en estrecha colaboración con gobiernos y organizaciones de todo el mundo, y distintos expertos se encargan periódicamente de revisarlas y actualizarlas para adaptarlas a los adelantos tecnológicos y a los nuevos conocimientos.

El OIEA ha promovido en África la capacitación de profesionales de la salud que utilizan la radiación a fin de que puedan usar de forma segura y eficaz nuevos aparatos con el objetivo de ampliar los servicios de imagenología y de radioterapia y reducir la brecha en el acceso a los cuidados.

“Sudáfrica es un escenario heterogéneo en lo que se refiere al acceso de los pacientes a los servicios de radioterapia. Existe una gran disparidad entre el sector privado y el público, algunos de cuyos pacientes tienen que esperar varios meses para recibir tratamiento. Esto es algo que estamos tratando de cambiar”, señala el Sr. Trauernicht.

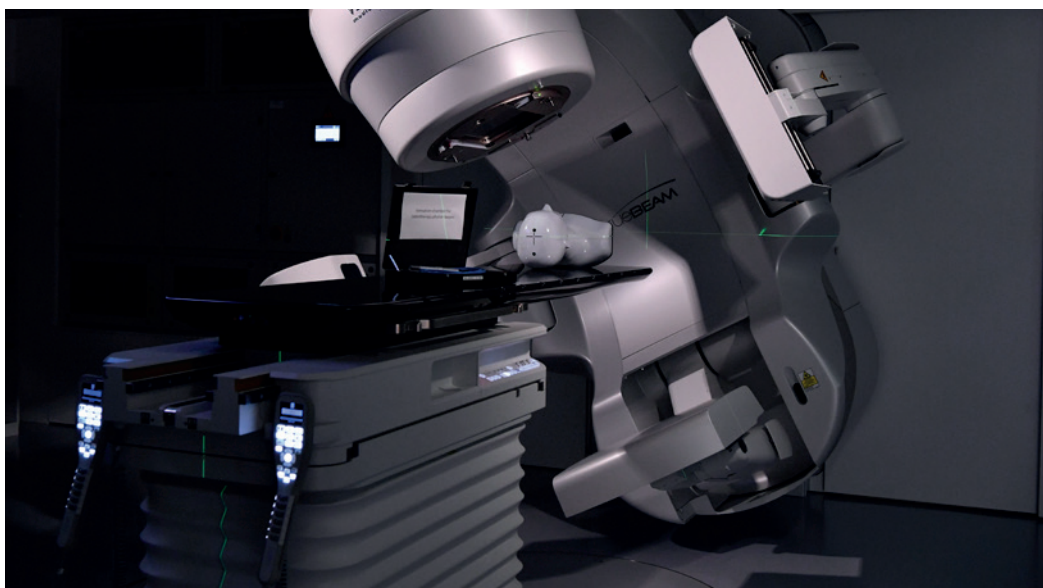
El Hospital de Tygerberg, uno de los mayores hospitales especializados de Sudáfrica, administra cada año radioterapia

a unos 1600 pacientes. En 2019, adquirió su cuarto linac. De acuerdo con los reglamentos de seguridad, cada linac que llega a la instalación tiene que pasar por un proceso de pruebas de aceptación, puesta en servicio y concesión de licencia antes de poder ser utilizado con los pacientes. Este proceso incluye la instalación del aparato en una sala especialmente diseñada, la puesta en servicio del sistema de planificación del tratamiento y la capacitación del personal.

“Con la adquisición de nuevos aparatos de radioterapia, entre otros cambios en nuestros servicios, confiamos en poder acortar los tiempos de espera, reducir posiblemente la duración del tratamiento y, por lo tanto, atender a un mayor número de pacientes. Por supuesto, también necesitamos disponer de personal suficiente”, puntualiza el Sr. Trauernicht.

No obstante, promover la radioterapia no es el único aspecto de la seguridad radiológica, añade el Sr. Trauernicht. “Un órgano nacional de reglamentación sólido es fundamental para introducir medidas relacionadas con la seguridad a nivel institucional. Sudáfrica cuenta con colegios nacionales de médicos especialistas en física médica, radiografía, oncología, radiología y medicina nuclear, y todos ellos desempeñan una función muy importante en la tarea de garantizar la seguridad. Están tratando de seguir creando conciencia acerca de los reglamentos correspondientes a nivel nacional”.

Sudáfrica continúa perfeccionando su marco regulador para garantizar el cumplimiento estricto de las normas de seguridad del OIEA. En los reglamentos vigentes se establece que los físicos médicos deben participar en los procedimientos de radioterapia y que deberían diseñarse y ejecutarse programas de seguridad. Paralelamente, las actividades regionales están cobrando impulso gracias a iniciativas como la campaña AFROSAFE para ampliar la enseñanza en materia de protección radiológica y los esfuerzos de la Federación de Organizaciones Africanas de Física Médica para la acreditación de programas de capacitación en física médica.



Un acelerador lineal, o linac, es un aparato que produce radiación a partir de la electricidad.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

Preservación de la seguridad y la eficacia de la radioterapia

Entrevista a un experto destacado en dosimetría

Nathalie Mikhailova

La radiación es fundamental en la lucha contra el cáncer; puesto que ayuda a salvar innumerables vidas en todo el mundo. No obstante, recibir muy poca radiación puede conllevar que el tratamiento no sea eficaz y recibir demasiada puede ser perjudicial. Es ahí donde entra en juego la dosimetría.

La dosimetría es la ciencia que mide, calcula y evalúa las dosis absorbidas de radiación. Los físicos médicos recurren a ella para garantizar que las máquinas que suministran radiación a los pacientes son precisas y están debidamente calibradas. Es fundamental para la seguridad de los pacientes.

Así pues, ¿en qué consiste la dosimetría? ¿Cómo se garantiza su fiabilidad? Para saber más sobre este tema, conversamos con David Followill, Director del Núcleo de Imagenología y Radioncología (IROC) del Centro de Garantía de la Calidad de Houston del MD Anderson Cancer Center de la Universidad de Texas (Estados Unidos). El IROC Houston es la sede del mayor centro de garantía de la calidad dosimétrica del mundo, que ha prestado asistencia a 2200 centros de radioterapia de 58 países. El Sr. Followill, Director del IROC Houston con más de 20 años de experiencia en dosimetría, ha dedicado su carrera a garantizar que se suministra radioterapia a los pacientes de cáncer de manera precisa, conforme y segura.

P: La dosimetría se utiliza para que la radioterapia sea segura y eficaz, pero ¿cómo se garantiza la fiabilidad de la dosimetría?

R: Las personas cometen errores, ya sea un error concreto, en un rayo X o un haz de electrones, o un error sistémico que afecta a todos los haces que se suministran en la radiación. Ese tipo de errores pueden pasar desapercibidos a menos que alguien compruebe las dosis. Las auditorías de dosimetría que realizamos en el IROC Houston, y las que realizan el OIEA y otras instituciones de todo el mundo, son esenciales para asegurar dosis conformes y sistemáticas.

Las auditorías son exámenes por homólogos independientes de los tratamientos de radioterapia de un hospital. El hospital recibe dosímetros pasivos (dispositivos diseñados para medir una dosis de radiación absorbida), los irradia y los devuelve al programa de auditoría para su evaluación. Los resultados de la auditoría confirman si el hospital está midiendo las dosis correctamente y le ayudan a detectar y corregir los posibles errores. Gracias a esa verificación, los hospitales pueden estar seguros de la precisión de sus mediciones dosimétricas.

P: ¿Qué elementos considera que son necesarios para establecer y mantener un programa de dosimetría sólido en una institución?

R: El programa de dosimetría de cualquier hospital debería comenzar por una capacitación sólida de los físicos médicos. Los físicos médicos no solo deben saber cómo se utiliza el equipo de dosimetría, sino también comprender realmente su funcionamiento para poder determinar si los valores son correctos. Tienen que tener siempre una actitud crítica, revisar de forma constante su información y estar dispuestos a admitir un error si lo cometen.



“Debido al creciente número de máquinas de radioterapia en todo el mundo, siempre estamos buscando maneras de aumentar nuestra eficiencia y mejorar el proceso del flujo de trabajo”.

—David Followill, Director del Núcleo de Imagenología y Radioncología (IROC) del Centro de Garantía de la Calidad de Houston de la Universidad de Texas

El hospital también necesita equipos fiables que se calibren continuamente y que estén sujetos a revisiones de garantía de la calidad, para que los valores que miden sean precisos y conformes. Con la ayuda de cursos formativos adicionales y de publicaciones revisadas por homólogos, los profesionales de la salud tienen la posibilidad de seguir entendiendo y superando las limitaciones de recursos. Solo de esa forma los hospitales pueden estar seguros de que los pacientes reciben una dosis lo más precisa posible.

P: ¿En qué medida la cooperación internacional, por ejemplo, entre el OIEA y el IROC Houston, mejora la dosimetría a nivel mundial?

R: El IROC Houston y el OIEA colaboran desde principios de la década de 1980 y probablemente son las dos entidades auditoras de mayor tamaño. De manera colectiva, supervisamos muchas instituciones de todo el mundo, elaboramos programas para hospitales locales e intercambiamos técnicas y conocimientos sobre la mejor manera de realizar auditorías.

También comparamos las mediciones dosimétricas; ambos irradiamos los mismos dosímetros de los programas de la otra entidad para verificar que estamos recibiendo las mismas mediciones de dosis. Además de aprender el uno del otro, también extraemos enseñanzas de los resultados que recibimos de los hospitales locales.

Esos intercambios nos infunden confianza en nuestro sistema y en el hecho de que estamos obteniendo valores correctos y precisos. También nos permiten descubrir problemas que tal vez no hayan detectado los propios hospitales. De esa

manera, mejoramos nuestra capacidad de realizar auditorías, entendemos los motivos por los que las personas cometen errores y aumentamos la eficiencia de nuestra labor. Debido al creciente número de máquinas de radioterapia en todo el mundo, siempre estamos buscando maneras de aumentar nuestra eficiencia y mejorar el proceso del flujo de trabajo.

P: ¿Qué avances se están produciendo en la dosimetría? ¿Qué cree que deparará el futuro en este ámbito?

R: Los avances son continuos, pero una innovación cada vez más común es la de los dispositivos que nos ofrecen una visión global de la administración del tratamiento. Eso nos permite utilizar diferentes equipos de medición de dosis que miden una parte o la totalidad del tratamiento inmediatamente antes de que este se administre al paciente. Con esa comprobación íntegra de la garantía de la calidad dosimétrica se verifica todo el proceso, desde la obtención de imágenes hasta la administración de la radioterapia. De esa manera podemos comprobar allí mismo la dosis real que va a administrar el sistema antes de exponer a un paciente.

Ahora bien, siempre hay que asegurarse de que los componentes básicos de cualquier programa de radioterapia se ejecutan correctamente. Todavía confiamos mucho en algo tan sencillo como el maniquí de agua (modelo físico que se utiliza para las calibraciones), la cámara de ionización y el sistema de electrómetros para efectuar las mediciones. En cuanto a las auditorías, seguimos aplicando un método básico porque necesitamos instrumentos portátiles que se puedan transportar entre los centros. Se trata de un tipo de dosimetría que existe desde hace decenios. Es la norma y se utiliza de manera generalizada.

Una física médica prepara el equipo en una auditoría en un centro de terapia con protones.

(Fotografía: J. Montgomery/MD Anderson Cancer Center)



Las leyes que regulan el uso de la radiación para el tratamiento del cáncer: una oportunidad para la medicina

Laura Gil



Cuando escuchamos las palabras “tratamiento del cáncer”, inmediatamente pensamos en médicos, hospitales y máquinas. Sin embargo, antes de instalar la primera máquina o de tratar al primer paciente, deben existir las leyes y los reglamentos adecuados. Aunque este proceso puede llevar años de preparación, los países no tienen por qué hacerlo solos, ya que el OIEA presta asistencia a fin de crear la infraestructura jurídica necesaria, incluida la legislación nuclear, que les permita utilizar la radiación para tratar el cáncer en condiciones de seguridad tecnológica y física.

“Si no disponemos de legislación nuclear, no podemos contar con una autoridad reguladora”, señala Nyane Moeti, Oficial Jurídico del Ministerio de Relaciones Exteriores y Relaciones Internacionales de Lesotho. “Y si no contamos con una autoridad reguladora, no podemos proporcionar servicios de medicina nuclear ni de radioterapia, por lo que no podemos salvar la vida de los pacientes con cáncer”.

Lesotho promulgó su primera ley nuclear en 2018, con apoyo del OIEA. Este pequeño país de 2,4 millones de habitantes deriva a Sudáfrica aproximadamente 100 pacientes con cáncer al año para que reciban tratamiento. Con la entrada en vigor de la nueva ley y la puesta en funcionamiento de un órgano regulador, prevista antes del final de 2019, los esfuerzos de los expertos se centran actualmente en construir un centro de radioterapia, que debería estar terminado y en funcionamiento dentro de tres o cuatro años, lo que permitirá que los pacientes reciban tratamiento en el país.

“La legislación beneficiará a Lesotho de muchas maneras”, afirma el Sr. Moeti. “Nos permitirá abarcar todos los reglamentos en materia de radioterapia y nos dará la posibilidad de brindar servicios de radioterapia que se ajusten a las prácticas óptimas internacionales. Además, una vez promulgada la ley, ya podemos regular el uso de fuentes de radiación en el ámbito de la salud y en otras industrias, como la minera o la de la construcción, lo que garantizará la seguridad de los usuarios y de las regiones en las que se llevan a cabo esas actividades”.

Carecer de un marco jurídico y regulador nacional para proteger a las personas y al medio ambiente restringe la venta de fuentes radiactivas por los suministradores mundiales a un país.

“Se necesita un marco jurídico y regulador adecuado para garantizar la utilización segura de la radioterapia y en beneficio de los pacientes, a la vez que se protege a los trabajadores”, apunta Fanny Tonos Paniagua, Oficial Jurídica del OIEA.

Los países deben formular o revisar su legislación nacional si el marco vigente no está en consonancia con las normas internacionales para la protección de las personas y el medio ambiente. En estos casos, el primer paso es redactar y aprobar una ley nuclear que establezca un sistema de control reglamentario del uso de la tecnología nuclear. Una vez promulgada la ley, el segundo paso es crear un

marco regulador nacional, incluido un órgano regulador para garantizar que se elaboren reglamentos de carácter general y técnico y, por medio de la concesión de licencias, la realización de inspecciones y la adopción de medidas coercitivas, verificar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas pertinentes cada vez que se utilicen fuentes radiactivas en el país.

El OIEA presta asistencia legislativa para evaluar, revisar y redactar legislación nacional. “Basándonos en nuestra experiencia fruto del trabajo con los países, el proceso de redacción de la legislación necesaria debería comenzar cuanto antes para evitar retrasos en la aplicación de proyectos nacionales relacionados con el tratamiento del cáncer u otras esferas de interés”, indica la Sra. Tonos Paniagua.

La asistencia del OIEA

Durante la última década, el OIEA ha prestado asistencia legislativa bilateral a 82 países para que redactaran o revisaran su legislación nuclear; de estos, 29 ya han concluido el proceso y muchos más están ultimándolo. En el caso de Jamaica, por ejemplo, el OIEA lleva prestando apoyo jurídico al país desde 2011.

“Necesitamos contar con la legislación adecuada para, en primer lugar, mantener y aplicar las normas de seguridad y, en segundo lugar, reducir al mínimo el riesgo para los trabajadores, los pacientes y el medio ambiente”, señala Erica Boswell Munroe, ex Directora Adjunta del Servicio de Asesoría Jurídica Parlamentaria de Jamaica.

En marzo de 2013, en respuesta a una solicitud del Ministerio de Salud de Jamaica, el OIEA envió un grupo de expertos en la lucha contra el cáncer para que realizaran una evaluación exhaustiva de la capacidad y de las necesidades del país en

materia de lucha contra el cáncer. Los resultados de esta misión, llamada evaluación imPACT, son el pilar sobre el que se sustentan los esfuerzos nacionales encaminados a elaborar un programa nacional integral de lucha contra el cáncer que incluya leyes y reglamentos.

El Ministerio de Salud de Jamaica tiene el objetivo de continuar mejorando su programa nacional de lucha contra el cáncer. “Somos conscientes de la necesidad tanto de ampliar nuestros servicios de atención oncológica como de ultimar las leyes y los reglamentos a esos efectos”, apunta la Sra. Boswell Munroe. “En más de una ocasión, no hemos podido importar fuentes de radiación porque, al carecer de la legislación correspondiente, no pudimos otorgar las autorizaciones necesarias”.

En 2015, con el apoyo del OIEA, Jamaica aprobó la Ley de Seguridad Tecnológica Nuclear y de Protección Radiológica, que, entre otras cosas, tiene como objetivo proteger a las personas de la exposición a la radiación ionizante y supervisar las instalaciones en las que se utiliza radiación ionizante y tecnología nuclear, además de facilitar que Jamaica cumpla con sus obligaciones internacionales.

La Ley prevé la creación de un órgano regulador nacional encargado de otorgar las autorizaciones y de formular las normas operacionales, así como de regular y vigilar las actividades, las prácticas y las instalaciones en las que se utiliza radiación ionizante y tecnología nuclear.

Actualmente, Jamaica está mejorando el Centro de Medicina Nuclear del Hospital Universitario de las Indias Occidentales con ayuda del programa de cooperación técnica del OIEA. Las mejoras, que está previsto que concluyan en 2021, deberían permitir al centro convertirse en la única instalación pública de medicina nuclear del país.

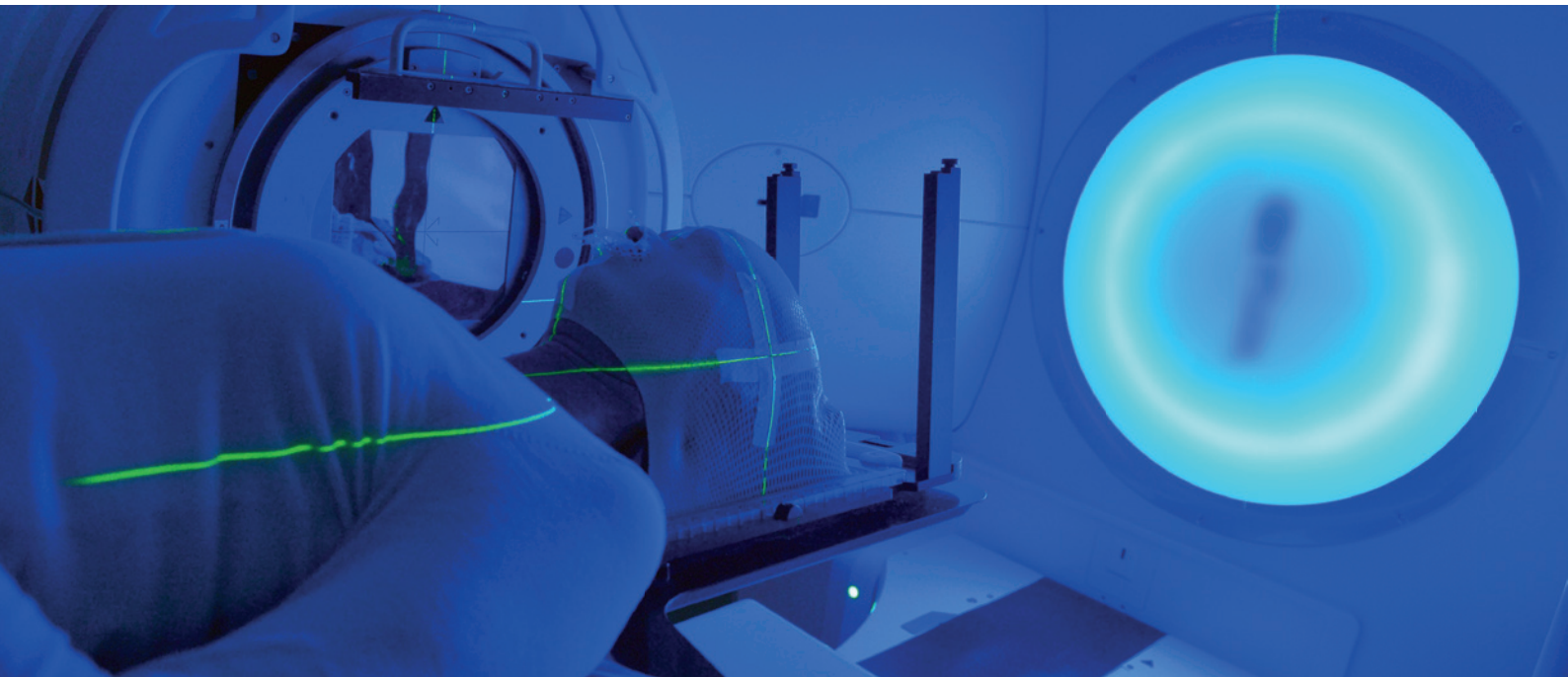


Delegados de Lesotho se reunieron durante tres días con expertos del OIEA para abordar la construcción del primer centro oncológico del país. De izquierda a derecha: Mamasiane Tieho, Secretario Principal del Ministerio de Turismo, Medio Ambiente y Cultura de Lesotho, y Shaukat Abdulrazak, Director de la División para África del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA.

(Fotografía: J. Howlett/OIEA)

De los planes a la financiación: documentos de proyectos financiados y primera unidad de radioterapia del Níger

James Howlett



La radioterapia es una importante opción de tratamiento para los pacientes. El Níger prevé prestar servicios de radioterapia a más de 600 pacientes al año.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

El Níger está dando los últimos toques a su primera unidad de radioterapia, que se inaugurará en el Centro Nacional del Cáncer en la capital del país, Niamey. Ha sido un largo camino para el Níger y sus asociados, entre los que se encuentran el OIEA y el Banco Islámico de Desarrollo (BIsD); construir una nueva instalación de radioterapia es una tarea importante y compleja para cualquier país desde el punto de vista de los recursos humanos y financieros. Para obtener los fondos y el apoyo necesarios de los donantes hay que elaborar documentos de viabilidad detallados —frecuentemente denominados “documentos de proyectos financiados”— en los que se exponen las necesidades de infraestructura, capacitación y equipo de una instalación de tratamiento oncológico.

“Para los Estados Miembros, estos documentos de proyectos financiados dan una imagen completa de lo que se necesita y de los gastos correspondientes; para los donantes, presentan la justificación y la garantía de viabilidad y sostenibilidad de estas instalaciones que tanto se necesitan”, explica Lisa Stevens, Directora de la División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA.

El OIEA colabora estrechamente con los gobiernos, incluido el del Níger, para elaborar los documentos de proyectos financiados. Cuando están listos, pueden usarse para establecer contacto con posibles donantes e instituciones de financiación.

Los países se enfrentan a muchas dificultades al dar respuesta a sus necesidades en materia de salud y de desarrollo, y el OIEA tiene el compromiso de respaldar las iniciativas destinadas a mejorar el acceso a servicios de oncología eficaces en los países de ingresos medianos y bajos. Para ello, es importante colaborar con una amplia variedad de asociados internacionales, comprendidas instituciones financieras, con el objetivo de poner en práctica soluciones innovadoras, movilizar recursos e intercambiar competencias y nuevas tecnologías a fin de promover de la mejor manera posible el uso de la tecnología nuclear en la lucha contra el cáncer.

“Satisfacer la creciente necesidad de servicios de oncología es una tarea muy compleja para los países, especialmente en África, donde la atención ya es sumamente limitada, pero puede lograrse”, afirma Shaukat Abdulrazak, Director de la División para África del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA. “El compromiso

y la colaboración a los niveles gubernamentales más altos son un requisito para garantizar que los nuevos servicios de radioterapia estén bien planificados, sean sostenibles y cuenten con una financiación adecuada”.

Uno de los primeros pasos en la elaboración de un documento de proyectos financiables para establecer nuevos servicios de tratamiento oncológico es examinar la infraestructura y las capacidades de control del cáncer del país. A petición del Ministerio de Salud Pública del Níger, el OIEA llevó a cabo en 2010 una evaluación imPACT en colaboración con la Organización Mundial de la Salud y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. Una evaluación imPACT es una evaluación exhaustiva del sistema de control del cáncer de un país que ayuda a los funcionarios locales a conocer mejor la situación del cáncer. Las recomendaciones formuladas por las evaluaciones imPACT, que incluyen prioridades e intervenciones basadas en pruebas, apoyan la planificación y la ejecución de los proyectos de cooperación técnica del OIEA relacionados con el cáncer.

La evaluación imPACT realizada en el Níger puso de manifiesto la necesidad de elaborar un plan de capacitación para oncólogos y de establecer servicios de radioterapia, que, preferentemente, deberían estar integrados y coordinados en un programa nacional amplio de control del cáncer.

El Níger ha estado colaborando con el OIEA, la Organización de la Conferencia Islámica (OCI) y el BIsD para recaudar fondos destinados a la ampliación de sus servicios de oncología. Esta colaboración se ha dado en el marco de una alianza más amplia puesta en marcha por las tres organizaciones en 2012, que también incluyó la celebración de un seminario de alto nivel con ocho países, entre ellos el Níger, dedicado al examen de sus necesidades de financiación en relación con el cáncer. Expertos del OIEA participaron en el seminario y trabajaron estrechamente con el grupo de planificación nacional de cada país para elaborar los documentos de proyectos financiables.

“Gracias al apoyo del OIEA, el Níger pudo presentar al BIsD una solicitud de financiación sólida y basada en pruebas por la que se le concedieron 3,46 millones de euros de financiación en noviembre de 2014. La financiación estaba destinada a adquirir un acelerador lineal (linac), así como a impartir capacitación a oncólogos médicos, radioterapeutas y radiofísicos en Marruecos y Túnez sobre la puesta en funcionamiento de la unidad de radioterapia establecida por el Gobierno del Níger con ayuda del OIEA”, explica Mamadou Alpha Bah, Jefe del Grupo de Operaciones (Salud) en el Centro Nodal Regional del BIsD en Abuja (Nigeria).

En mayo de 2019, funcionarios superiores del Ministerio de Salud Pública del Níger, la Alta Autoridad de Energía Atómica del Níger, el BIsD y el Centro Nacional del Cáncer se reunieron con un grupo de expertos en el OIEA al objeto de analizar los pasos finales para ultimar el centro de radioterapia y planificar medidas coordinadas en apoyo de la puesta en marcha del tratamiento con radioterapia en el país, de acuerdo con las normas de seguridad del OIEA.



Participantes de grupos nacionales de planificación de toda África trabajan con expertos del OIEA para desarrollar sus servicios de control del cáncer.

(Fotografía: J. Howlett/OIEA)

Sito en el Centro Nacional del Cáncer, el nuevo centro contará con un grupo de especialistas altamente capacitados y dispondrá de dos nuevos búnkers de radioterapia que albergarán un aparato de radioterapia de cobalto 60 y un linac avanzado para el tratamiento del cáncer. También tendrá, entre otras cosas, un simulador de tomografía computarizada — o CT—, dosímetros y un sistema de planificación del tratamiento. Se prevé que el centro preste cada año servicios de radioterapia a aproximadamente 600 pacientes del Centro Nacional del Cáncer del Níger y sus países vecinos.

El OIEA y sus asociados, como el OCI y el BIsD, seguirán prestando asistencia al Níger en la tarea de establecer procedimientos de control de calidad y de gestión, así como para iniciar las operaciones clínicas, con el objetivo de garantizar que los pacientes puedan beneficiarse de los servicios por muchos años, dice la Sra. Stevens. En el marco de esta asistencia figuran actividades como una iniciativa mundial conjunta sobre los tipos de cáncer que afectan a las mujeres, en la que participan el OIEA, el BIsD y otros asociados, y cuya finalidad es contribuir al esfuerzo mundial por salvar la vida de millones de mujeres. Está previsto que más de un tercio de las actividades de la iniciativa tengan lugar en África, y el Níger también se beneficiará de ellas. Hayat Sindi, Asesora Principal del Presidente del BIsD en materia de ciencia, tecnología e innovación, puso de relieve que “dado que las mujeres necesitan cada vez más atención oncológica de calidad, trabajaremos juntos para garantizar que todas las pacientes, en todos los países, tengan acceso a servicios que salven vidas. Todas las mujeres del planeta tienen derecho a acceder a servicios de diagnóstico del cáncer, y estamos orgullosos de participar en este importante proyecto que se lleva a cabo en toda África y el mundo en desarrollo”.

Gran impulso al control del cáncer en Bangladesh

Laura Gil

En la actualidad, la cifra de pacientes que accederán a exámenes médicos esenciales superará los 500 al año gracias a un nuevo aparato de imagenología nuclear que se ha puesto en funcionamiento en Bangladesh por conducto del apoyo del OIEA. Este aparato es fundamental para ofrecer diagnósticos médicos avanzados por medios nucleares de enfermedades como el cáncer.

“Tres meses, que es el tiempo de espera de algunos pacientes que no pueden permitirse una atención médica privada, puede en algunos casos suponer la diferencia entre la vida y la muerte”, explica Kamal Uddin, radioncólogo y contraparte de diversos proyectos de cooperación técnica del OIEA en Bangladesh.

El nuevo aparato de tomografía por emisión de positrones-tomografía computarizada (PET TC) ayudará a ampliar la asistencia sanitaria en el país. La PET TC permite a los médicos obtener imágenes de lo que sucede en el organismo para diagnosticar enfermedades como el cáncer y supervisar los progresos de los pacientes durante el tratamiento.

Marcar la diferencia, salvar vidas

En 2015 una PET TC le cambió la vida a Mahbub Murad, cuando, con tres años, los médicos del Instituto Nacional de Medicina Nuclear y Ciencias Afines (NINMAS) de Bangladesh le diagnosticaron un linfoma maligno. Preocupados por el avanzado estadio de la enfermedad, empezaron a tratarlo con

Mahbub Murad y su padre, Mohamad, en una consulta de seguimiento del linfoma del que se ha curado.

(Fotografía: L. Gil/OIEA)



quimioterapia. Tras dos sesiones, realizaron otra PET TC para valorar su respuesta al tratamiento.

Como afirma Shamim Momtaz Ferdousi Begum, Jefa de la Unidad de PET TC del NINMAS, afortunadamente la recuperación de Mahbub fue tan rápida que los oncólogos suspendieron la quimioterapia. “En vez de las seis sesiones de quimioterapia a las que lo hubiéramos sometido, solo recibió cuatro”, continúa la Sra. Begum. “Hoy día está curado y se encuentra en seguimiento”.

“Estábamos muy angustiados porque sabíamos que no podíamos costearnos el tratamiento”, dice Mohamad Murad, padre de Mahbub. “Ahora venimos al NINMAS a que le hagan todos los reconocimientos médicos y no tenemos que esperar tanto tiempo ni que pagar. No podemos creerlo”.

La PET TC es un tipo de procedimiento de medicina nuclear que precisa del uso de radiofármacos o medicamentos que contienen radioisótopos de uso médico (véase la página 4). Muchos radioisótopos se producen en ciclotrones, que son un tipo de acelerador de partículas.

Actualmente, en Bangladesh hay un ciclotrón, en un hospital privado, que se pone en funcionamiento dos veces por semana. Se trata de la única fuente de radiofármacos a nivel nacional para centros públicos y privados que realizan PET TC. Está previsto que a finales de 2019 haya una nueva instalación de ciclotrón en funcionamiento en el NINMAS que producirá radiofármacos cuatro o cinco días a la semana.

“El nuevo ciclotrón no solo permitirá mejorar la productividad de los aparatos de PET TC existentes, sino también abrir nuevas instalaciones de PET TC y contribuir al manejo del cáncer a nivel nacional”, afirma Enrique Estrada Lobato, médico especialista en medicina nuclear del OIEA.

Mejora de los servicios de radioncología

Además de en medicina nuclear, Bangladesh está llevando a cabo importantes mejoras en radioncología gracias a un contingente de personal que lleva años recibiendo capacitación de un modo discreto. Por conducto de 20 programas nacionales de capacitación respaldados por el programa de cooperación técnica del OIEA, varios radioncólogos, físicos médicos y técnicos en radiaciones de los sectores público y privado han asistido a cursos de capacitación avanzada desde 2012.

“Ayuda saber que estamos haciendo las cosas bien”, señala Nazmun Naher Shanta, residente de radioncología en el Hospital e Instituto Nacional de Investigaciones Oncológicas (NICRH). “El hecho de tener a expertos superiores de la región confirma que lo que estamos haciendo está bien, nos



(Imagen: L. Gil y F. Nessim/OIEA)

hace confiar en nuestros métodos y aumenta la calidad de los tratamientos que ofrecemos”.

El OIEA lleva más de 20 años ayudando a Bangladesh a fortalecer el control del cáncer. Esta ayuda, que se suma a la capacitación de especialistas, consta de orientaciones sobre protección radiológica y regulación, así como del suministro de instalaciones y equipo.

Una dura realidad

Las dificultades a las que se enfrentan los profesionales de este campo tienen dos caras. Por un lado, la escasez de personal capacitado y, por el otro, el crecimiento demográfico. A pesar de que las normas internacionales recomiendan utilizar un aparato de radioterapia por cada millón de habitantes, Bangladesh sigue teniendo únicamente 24 aparatos para una población de 166 millones de personas.

Además, la mayoría de los pacientes va a los hospitales y los centros de salud en estadios tan avanzados de la enfermedad que, con frecuencia, el único tratamiento al que pueden recurrir son los cuidados paliativos para aliviar el dolor. Esto, además de a la falta de instalaciones, se debe también a la falta de concienciación: por lo general, los pacientes no acuden a los centros de salud ni siquiera cuando tienen síntomas.

“Si hacemos frente a estos problemas, es decir, mediante la accesibilidad, la concienciación y un mayor número de personal médico bien capacitado, en diez años las cosas habrán cambiado notablemente”, indica el Sr. Uddin, que, como muchas otras personas de este campo, está convencido de que lo que hay que hacer es establecer centros fuera de la capital.

“Bangladesh tiene profesionales motivados y especializados, y está recibiendo más equipo”, explica Syahril Syahril, gestor de proyectos del OIEA encargado de la cooperación técnica con el país. “Aunque sigue habiendo dificultades, estamos trabajando para que el país siga recibiendo la asistencia que necesita por medio de la cooperación técnica del OIEA”.

Gestión de la creciente demanda de servicios oncológicos en el mundo en desarrollo

James Howlett



Nicaragua ha recibido e instalado su primer acelerador lineal gracias al apoyo del Japón y el OIEA.

(Fotografía: Centro Nacional de Radioterapia de Nicaragua)

El cáncer, además de un grave problema de salud para las personas, es un desafío cada vez mayor para el desarrollo, que tiene graves consecuencias en el bienestar nacional y los presupuestos sanitarios de los gobiernos. Según el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud, en 2010 el costo económico anual total del cáncer se estimó en 1,16 billones de dólares de los Estados Unidos. Se prevé que esta cifra siga subiendo, ya que cada año aumenta el número de personas que padecen cáncer: a nivel mundial, en 2018, los casos de cáncer superaron los 18 millones y se registraron 9,6 millones de fallecimientos. De aquí a 2030 se prevé que estas cifras anuales aumenten hasta alcanzar los 24 millones de casos y 13 millones de fallecimientos.

Muchos países de ingresos medianos y bajos no pueden ofrecer suficientes servicios de diagnóstico y tratamiento del cáncer y se ven obligados a enviar a los pacientes al extranjero para recibir asistencia, lo que resulta costoso y puede ser una carga para los pacientes y sus familias. El establecimiento de servicios nacionales de atención oncológica, comprendidas las instalaciones de radioterapia y unidades de medicina nuclear, es una tarea compleja que exige una cuidadosa planificación para contar con infraestructuras, equipos y capacitaciones muy especializados, así como para movilizar fondos.

El OIEA apoya desde hace mucho tiempo a los países para utilizar la tecnología nuclear en la salud. En lo que respecta al cáncer, ha estado transfiriendo tecnología y creando capacidades humanas e institucionales para el diagnóstico y el tratamiento de esta enfermedad mediante el uso de tecnologías de la radiación. Por conducto de su

programa de cooperación técnica, el OIEA ha capacitado a más de 2000 profesionales sanitarios y, desde 2011, ha proporcionado más de 172 millones de euros para ayudar a los países a desarrollar los servicios nacionales de atención oncológica. Solo en 2019, respaldó más de 125 proyectos relacionados con el cáncer a nivel mundial.

“Nuestro objetivo es colaborar con los Estados Miembros, en particular, con los países de ingresos medianos y bajos, para fomentar y consolidar sus capacidades de lucha contra el cáncer y así poder tratar de forma segura y eficaz a un mayor número de pacientes”, afirma Dazhu Yang, Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA.

El apoyo del OIEA en este ámbito incluye capacitación especializada para desarrollar los recursos humanos y asesoramiento especializado en todas las fases del proceso, así como los recursos, los materiales y el equipo necesarios para tener instalaciones operativas y para poder ofrecer servicios.

Los efectos de este apoyo pueden verse en países como Sri Lanka, que lleva más de 40 años colaborando con el OIEA para desarrollar los servicios de atención oncológica del país. En los últimos ocho años, por ejemplo, esta colaboración ha dado lugar a mejoras de las capacidades de imagenología en medicina nuclear y a que haya especialistas muy capacitados para prestar servicios de diagnóstico en Sri Lanka.

En la ciudad de Kandy, en la zona central de Sri Lanka, se ha establecido una unidad de medicina nuclear completamente equipada para complementar a una instalación similar en

Galle, ciudad al sur del país. Asimismo, se está construyendo una nueva instalación en el norte, cerca de Jaffna. Está previsto que en octubre de 2019 Sri Lanka reciba una misión de evaluación imPACT del OIEA, en la que los expertos analizarán los progresos del país y ayudarán a definir planes para avances futuros en lo que respecta al control del cáncer.

Planificación, financiación, colaboración

Muchos países trabajan con el OIEA a fin de obtener ayuda para la planificación, la recaudación de fondos y el fomento de las colaboraciones para las prioridades en materia de control del cáncer. El OIEA ayuda a organizar y facilitar conversaciones con donantes, bancos de desarrollo e instituciones financieras.

En Nicaragua, por ejemplo, gracias a la estrecha colaboración con el Ministerio de Salud y a la financiación bilateral del Japón, en mayo de 2019 se inauguró en el Centro Nacional de Radioterapia el primer acelerador lineal del país, un aparato avanzado de radioterapia. El OIEA respaldó la capacitación especializada de personal sobre el nuevo sistema para lograr una transición eficaz de la práctica clínica existente a lo último en radioterapia tridimensional, lo que hace posible que el tratamiento sea más seguro y de mejor calidad. Esto es un importante hito para los servicios de tratamiento oncológico del país y permitirá aplicar técnicas de radioterapia muy especializadas.

Asimismo, se han mejorado los servicios de radioterapia en Mongolia y en junio de 2019 entraron en funcionamiento dos aceleradores lineares. Se mejoraron los sistemas de garantía de calidad que hacen que los pacientes reciban la dosis de radiación adecuada y se implantaron también nuevas tecnologías y un sistema de seguridad radiológica para los servicios de radioterapia. Además, en 2016 los donantes prestaron apoyo para un sistema de vanguardia de diagnóstico y tratamiento del cáncer, y la capacitación impartida gracias a la ayuda del OIEA permitió implantar la radioterapia tridimensional de gran exactitud y otras tecnologías modernas en el país.

Mientras los países se preparan para inaugurar sus nuevas instalaciones, el OIEA, en asociación con las principales instituciones médicas internacionales, ofrece capacitación especializada y becas que ayudan a garantizar que los servicios de tratamiento oncológico cuenten con suficiente personal bien capacitado, como oncólogos, radiólogos y físicos médicos.

Capacitar a los profesionales

La creación de un grupo nacional de profesionales médicos cualificados, capacitados y preparados para hacer funcionar las nuevas instalaciones requiere un apoyo cuidadosamente planificado, que a menudo se inicia años antes, explica Fatima Hagggar, Oncóloga Médica en el Hospital Materno infantil (*Hôpital de la mère et de l'enfant*) de Yamena, la capital del Chad. “Nuestro nuevo centro abrirá sus puertas en unos tres años y llevará tiempo formar a todo el personal que necesitamos”.

El Chad ha elaborado recientemente un documento de planificación y financiación para crear su primera instalación de radioterapia como parte de su Plan Nacional de Control del Cáncer 2017–2021. El OIEA ayuda al país con la capacitación del personal necesaria participando en la financiación de las becas de larga y corta duración con el Gobierno y prestando asesoramiento y evaluaciones por expertos.

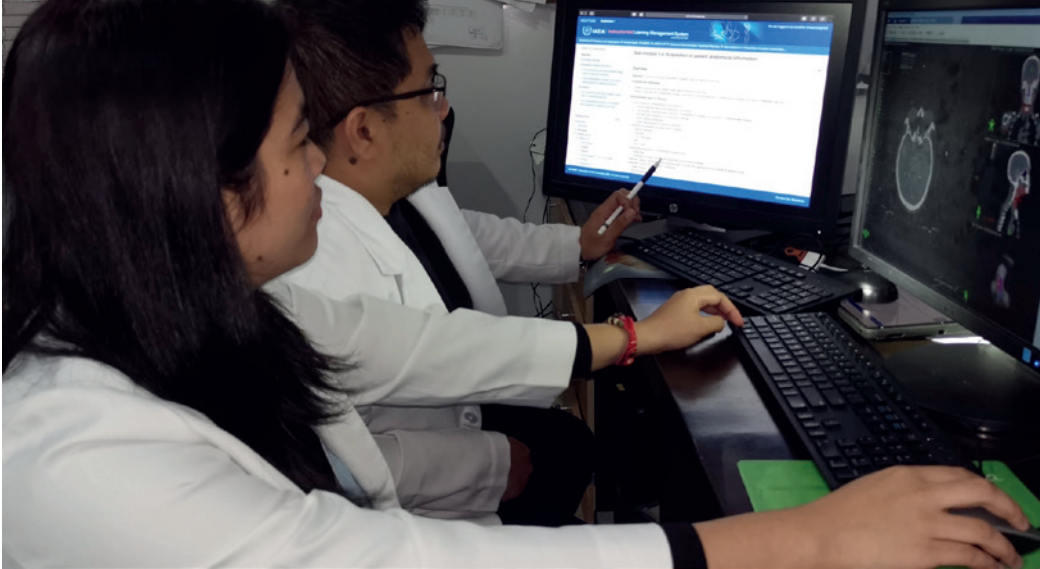
Dadas las dimensiones y la complejidad de las instalaciones de tratamiento oncológico, solo es posible avanzar con la estrecha participación de los gobiernos nacionales y con la cooperación de una amplia gama de partes interesadas. Los gobiernos han de reconocer el cáncer como una prioridad de salud nacional a fin de que se tomen medidas a todos los niveles para abordar la carga nacional que este supone: en los planes nacionales de salud, la elaboración de presupuestos sanitarios, el desarrollo de infraestructuras, la recaudación de fondos y la creación de capacidad.

Para un país como Sierra Leona, por ejemplo, que en los más altos niveles del Gobierno se reconozcan las dificultades que plantea el cáncer quiere decir que el país se halla en buena situación para avanzar en la lucha nacional contra la enfermedad.

“Nuestro presidente reconoce que el cáncer está ocasionando una enorme carga para el país”, afirma Frank Kosia, radiólogo y punto focal del Ministerio de Salud e Higiene de Sierra Leona. “Su proyecto insignia busca que para 2023 haya acceso público a la radioterapia”, añade el Sr. Kosia. El OIEA trabaja con el Gobierno de Sierra Leona para hacer realidad este objetivo, ayudando al establecimiento de instalaciones de radioterapia y medicina nuclear en el hospital de Lakka, que se ampliará para dar cabida a estos servicios.

Aprovechar la tecnología móvil y en línea para cambiar la asistencia y la enseñanza oncológicas

Joanne Liou



(Fotografía: J. Corpuz/Centro Médico del Sur de Filipinas)

La ubicuidad de los teléfonos móviles y del acceso a Internet ha mejorado la capacidad de obtener información, concentrando una gran cantidad de esta en un pequeño aparato fácilmente accesible. Durante más de diez años, las aplicaciones móviles han simplificado eficazmente la vida cotidiana, y ahora han llegado al mundo de la asistencia oncológica.

“El OIEA utiliza cada vez más tecnologías móviles y de la información para ofrecer oportunidades de enseñanza innovadoras y rentables a personas de todo el mundo”, explica May Abdel Wahab, Directora de la División de Salud Humana del OIEA. “Al elaborar instrumentos y servicios que economizan recursos, las oportunidades no se ven limitadas por la geografía, la disponibilidad de recursos y las restricciones financieras, por lo que podemos seguir ayudando a los países a ampliar el desarrollo profesional en asistencia oncológica a nivel mundial”.

A medida que las tecnologías siguen transformando la vida y la sociedad, el uso cada vez mayor de las aplicaciones móviles, las plataformas de aprendizaje electrónico y los recursos tecnológicos de información y comunicación influye en la asistencia oncológica, en aspectos que van desde ayudar a interpretar el diagnóstico por la imagen y capacitar a los médicos hasta orientar las decisiones terapéuticas. En este artículo destacamos algunas de las aplicaciones y los cursos de aprendizaje electrónico gratuitos del OIEA.

Aplicaciones para la estadificación de tumores: TNM y FIGO

TNM Cancer Staging es una aplicación móvil que ofrece información navegable para ayudar a los médicos a determinar el tratamiento y el pronóstico de los pacientes con cáncer, según el alcance del tumor (T), la diseminación a los ganglios linfáticos (N) y la presencia de metástasis (M) o propagación del tumor primario. El TNM es un conocido sistema de estadificación que se utiliza para consignar el alcance anatómico de la enfermedad. El sistema de clasificación, que se actualiza periódicamente, fue concebido por la Unión Internacional contra el Cáncer (UICC), aunque también lo utilizan el Comité Conjunto Estadounidense sobre el Cáncer (AJCC) y la Federación Internacional de Obstetricia y Ginecología (FIGO).

En la aplicación, creada por el OIEA en cooperación con el Centro Memorial Tata de la India y el Instituto de Ciencias Médicas de la India (AIIMS), se enumeran 65 tipos de cáncer y figuran más de 100 tipos distintos de tumores. Como señala Diana Páez, Jefa de la Sección de Medicina Nuclear y de Diagnóstico por Imágenes del OIEA, “en la aplicación se condensa un libro de mil páginas, que se pone así al alcance de pacientes, médicos y profesionales sanitarios”. Los usuarios pueden introducir datos sobre los pacientes, como el tamaño de la masa tumoral o la presencia o ausencia de ganglios, para ayudarlos a determinar un tratamiento específico.

“Los libros que contienen esa información son caros y no siempre los tenemos a nuestro alcance cuando estamos en el consultorio con el paciente”, indica Palak Bhavesh Popat, radiólogo en el Centro Memorial Tata de la India. “Tener en el teléfono una aplicación gratuita que no requiera conexión a Internet, ni siquiera en zonas remotas, hace que sea todavía más útil”.

Desde que se presentó, en 2015, la aplicación se ha descargado más de 52 000 veces.

En 2016, el OIEA presentó una aplicación similar, denominada FIGO Gyn Cancer Management, que se centra sobre todo en los cánceres ginecológicos y que creó en asociación con el Centro Memorial Tata y el AIIMS, y en colaboración con la FIGO. Esta, que ha alcanzado prácticamente las 10 000 descargas, valora el alcance del cáncer en los órganos genitales femeninos con fines de estadificación y manejo de los cánceres ginecológicos. En abril de 2019 se actualizaron los gráficos de la aplicación relativos a la estadificación y el manejo en el caso del cáncer cervicouterino.

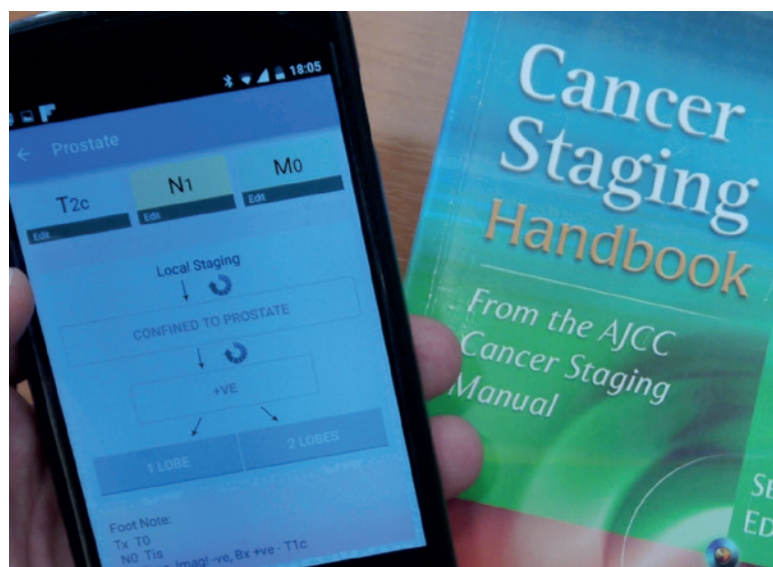
Está previsto que en octubre de 2020 se publiquen nuevas versiones de las aplicaciones TNM y FIGO que tendrán en cuenta las actualizaciones clínicas. Los países donde más se han descargado estas dos aplicaciones, disponibles para Android y Apple, son el Brasil, la India, el Japón, México, Tailandia y los Estados Unidos.

“Estas aplicaciones plasman la cooperación entre el OIEA y las organizaciones profesionales, y son un modo de permitir el acceso gratuito a contenido científico de elevado nivel”, afirma la Sra. Páez. “A pesar del limitado presupuesto, hemos podido aumentar el efecto y el alcance gracias a estos recursos móviles”.

Educación a distancia y recursos de aprendizaje electrónico

Antes de las aplicaciones, el OIEA acometió un amplio proyecto destinado a crear módulos de capacitación para el aprendizaje a distancia en medicina nuclear. El desarrollo del aprendizaje a distancia del OIEA comenzó en la década de 1990 y ha pasado de utilizar CD y DVD a utilizar la Plataforma de Capacitación a Distancia en Línea (DATOL), a la que puede accederse en línea desde 2009. Su contenido se actualiza periódicamente para seguir siendo pertinente y hacerse eco de los avances en la materia.

El plan de estudios de la DATOL consta de 39 materias que suponen aproximadamente 900 horas de estudio, además de una evaluación y una certificación oficiales. Si se cursa a tiempo parcial, puede acabarse en dos o tres años. Si el programa de la DATOL se realiza a nivel local con los materiales didácticos elaborados por los expertos del OIEA y con el apoyo y la supervisión del OIEA, se obtiene una acreditación otorgada por un organismo reconocido en el país.



Aplicación TNM Cancer Staging

(Fotografía: V. Fournier/OIEA)

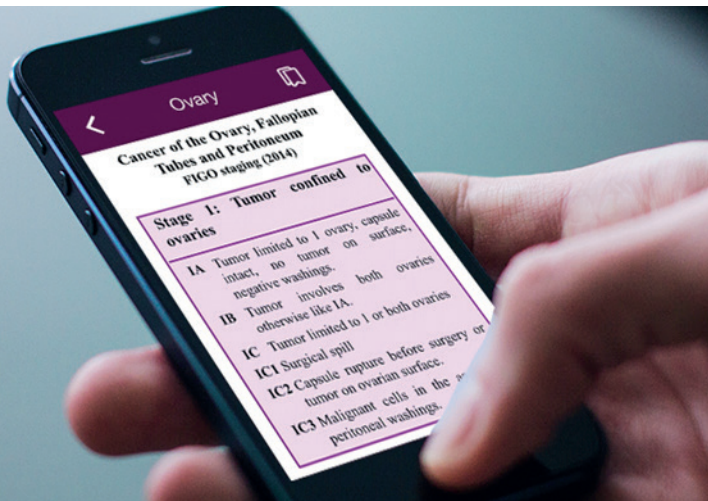
“Antes, los auxiliares técnicos de medicina nuclear no recibían formación académica, sino que se les formaba en el puesto de trabajo”, explica la Sra. Páez. “Gracias a la DATOL es posible concluir programas de capacitación estructurados y tener acceso a tutores locales, presentaciones, estudios de caso y evaluaciones”.

Alrededor de 700 profesionales de más de 30 países de África, Asia, Europa y América Latina han completado el programa. Este, disponible en español y en inglés, ha sido adoptado en la Argentina, Colombia y Tailandia como recurso oficial de capacitación para auxiliares técnicos de medicina nuclear.

Ampliar los recursos en línea

El OIEA ha seguido ampliando su oferta en línea mediante herramientas de aprendizaje electrónico que contribuyen a promocionar sus publicaciones y recursos. “Son la continuación y el complemento de nuestra labor; nuestro método consiste en empezar por las directrices publicadas del OIEA y difundirlas mediante cursos de capacitación, durante los cuales elaboramos el material que se utilizará en el aprendizaje electrónico”, dice Giorgia Loreti, Oficial de Capacitación en Física Médica del OIEA. El OIEA elabora cursos en línea para facilitar el acceso a las prácticas óptimas en las aplicaciones clínicas de la medicina radiológica, por ejemplo, en el ámbito de la física médica.

“Pasamos mucho tiempo probando los módulos de aprendizaje electrónico y realizando controles de calidad exhaustivos antes de su publicación”, explica la Sra. Loreti. “El aprendizaje electrónico es un recurso flexible que permite un aprendizaje accesible, estructurado y al ritmo de cada uno. Al hacer del aprendizaje una experiencia interactiva, le añade valor”.



Aplicación FIGO Gyn Cancer Management

(Fotografía: V. Fournier/OIEA)

Por ejemplo, para complementar la publicación del OIEA titulada *Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice*, editada en 2019, se elaboró un curso de aprendizaje electrónico partiendo de un curso de capacitación que se impartió junto con el Centro Internacional de Física Teórica (CIFT). El curso, dirigido a estudiantes de posgrado de física médica y a profesionales, consta de ocho módulos que cuentan con vídeos, diapositivas y exámenes de autoevaluación que ofrecen un panorama general de la física y las tecnologías de radioterapia guiada por imágenes.

“Sabemos que puede que los estudiantes de los cursos de aprendizaje electrónico no tengan acceso a las sesiones prácticas de un curso típico de física médica ni a la interacción

con los docentes”, indica la Sra. Loreti. “Hemos diseñado autoevaluaciones específicas para hacer lo posible por que los temas se comprendan en profundidad antes de que los estudiantes puedan pasar al siguiente módulo”.

Un complemento a la capacitación

Tras el éxito del AMPLÉ —el Entorno de Aprendizaje Avanzado de Física Médica para Asia y el Pacífico— el OIEA está trabajando en un recurso similar para radioncólogos. La Plataforma de Enseñanza Avanzada para Radioncólogos (AROLE), cuyo lanzamiento está previsto en 2020, se utilizará para complementar la capacitación de los residentes en lugares donde hay un acceso limitado a expertos y recursos educativos.

“Somos conscientes de que estamos ante una escasez de radioncólogos, sobre todo en países de ingresos bajos. Actualmente hay muy poca capacidad para formar a radioncólogos y los conocimientos especializados son limitados, por lo que la capacitación de los estudiantes tiene que ser más eficaz y los expertos tienen que ayudarlos sin necesidad de hacer grandes desplazamientos”, dice Ben Prajogi, Oficial de Capacitación Adjunto de la Sección de Radiobiología Aplicada y Radioterapia del OIEA. “En colaboración con instituciones académicas y asociaciones profesionales, ofreceremos acceso a recursos de aprendizaje de gran calidad para apoyar la aplicación de un plan de estudios mundial basado en las competencias”.

Para acceder a los cursos de aprendizaje electrónico gratuitos del OIEA, los usuarios necesitan tener acceso a Internet, un navegador web y una cuenta Nucleus, que puede crearse en la dirección nucleus.iaea.org.

Primera conferencia virtual del OIEA

Encontrar nuevas formas de aprovechar el poder de las tecnologías de la información y las comunicaciones contribuye a ampliar el alcance de las ciencias y las aplicaciones nucleares. En septiembre de 2019, el OIEA celebró su primera conferencia virtual: la Conferencia Virtual Internacional sobre Teranóstica (iViCT 2019). La teranóstica es una rama de la medicina que combina los usos diagnósticos y terapéuticos de los radiofármacos para diagnosticar y tratar el cáncer (para más información consulte la página 8).

La conferencia se sirvió de numerosas plataformas en línea para conectar a expertos en medicina nuclear con un público mundial. A las presentaciones interactivas de cuadros clínicos y al grupo de expertos internacionales, se sumaron conferencias en que se trataron el cáncer de próstata, los tumores neuroendocrinos y el cáncer diferenciado de tiroides. Los participantes pudieron interactuar a través de la aplicación del OIEA, la etiqueta oficial de la conferencia #iViCT y WhatsApp, y se realizaron sesiones de preguntas y respuestas en WebEx.

“La conferencia virtual es una plataforma y un medio que nos ofrece la posibilidad de aumentar considerablemente el alcance de las ciencias y las aplicaciones nucleares, permitiéndonos así apoyar el proceso de la formación médica continua y ayudándonos a optimizar los recursos disponibles”, afirma la Sra. Páez. La conferencia se retransmitió en directo en dos horarios distintos para adecuarse a diferentes usos horarios y, una vez concluida, las grabaciones se pusieron a disposición en línea.



Dosimetría exacta para una asistencia oncológica de calidad

La Red OIEA/OMS de Laboratorios Secundarios de Calibración Dosimétrica

Aabha Dixit



El Laboratorio de Dosimetría del OIEA imparte capacitación práctica sobre la manera de realizar calibraciones dosimétricas exactas. (Fotografía: P. Toroi/OIEA)

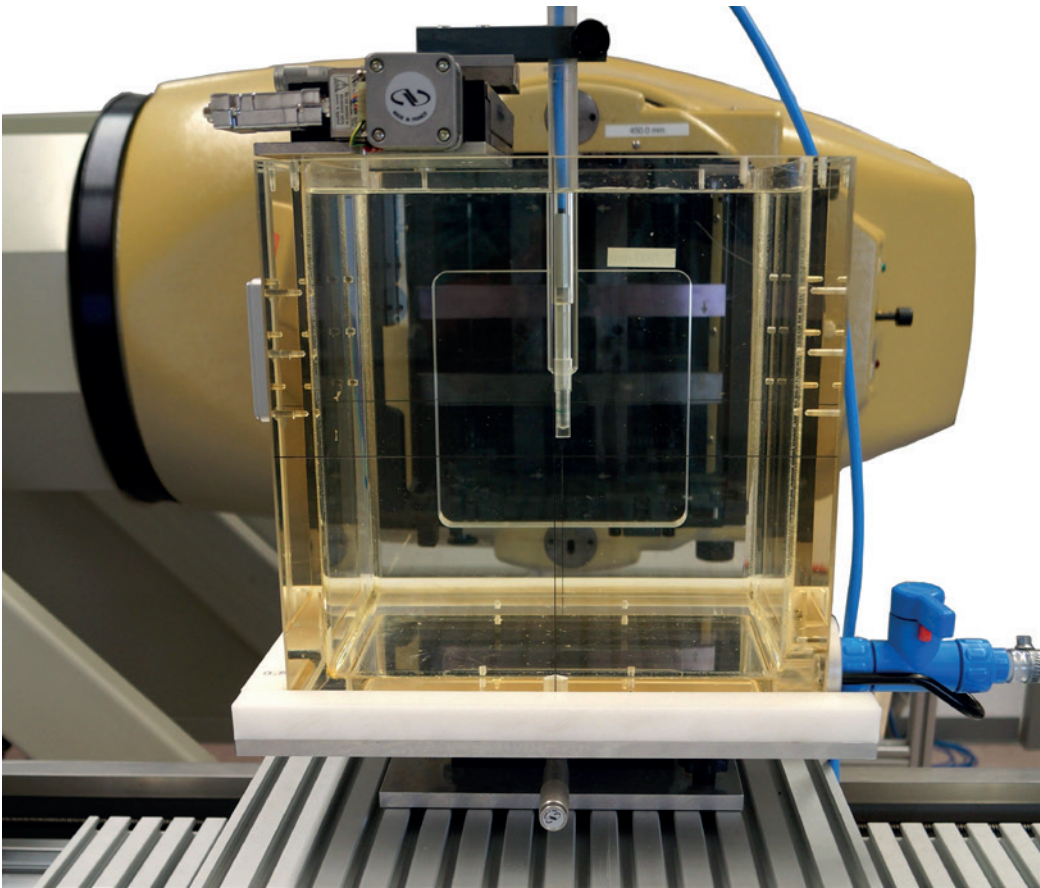
Más de la mitad de los pacientes con cáncer necesitan radioterapia en algún momento del tratamiento. El resultado del tratamiento puede variar considerablemente si la cantidad de radiación difiere tan solo en un 5 % de la dosis de radiación deseada. Para administrar a los pacientes dosis muy exactas de radiación, es fundamental que el equipo de medición esté instalado y funcione adecuadamente.

“La exactitud en dosimetría es una pieza clave de la radioterapia”, dice Zakithi LM Msimang, Directora de la Unidad de Radiación Ionizante en el Instituto Nacional de Metrología de Sudáfrica. “Si la dosis de radiación es muy baja, es posible que el cáncer no se cure y si, por el contrario, es muy elevada, puede tener efectos secundarios perjudiciales”.

La dosis de radiación se mide con equipos de medición especiales denominados dosímetros. Estos aparatos son fundamentales para lograr la exactitud de la dosimetría, que es la ciencia que determina, calcula y evalúa la dosis de radiación. Para garantizar la exactitud en dosimetría,

los equipos de medición han de calibrarse con regularidad. Para ello, se coteja el funcionamiento de los aparatos con los patrones nacionales de referencia mantenidos por los laboratorios nacionales de calibración, como los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica (LSCD). Esos patrones de referencia han sido convenidos y guardan relación con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

“La radiación no puede verse, por lo que tenemos que asegurarnos de que el equipo de medición funciona correctamente”, dice Paula Toroi, Radiofísica Médica y Oficial del LSCD en el OIEA. “Los niveles de dosis prescritos en radioterapia suelen basarse en estudios y recomendaciones internacionales. Para confirmar que las dosis utilizadas en esas recomendaciones y posteriormente medidas en los hospitales son equiparables, es preciso calibrar el equipo de dosimetría y armonizar los métodos de medición. Los LSCD realizan esas calibraciones del equipo de dosimetría y relacionan también las mediciones con las normas de dosimetría internacionales armonizadas”.



Sistema de calibración instalado para un dosímetro de radioterapia.

(Fotografía: OIEA)

El OIEA y la Organización Mundial de la Salud (OMS) crearon la Red LSCD con el objetivo de ayudar a los países a mejorar la exactitud en dosimetría. Consta de 86 LSCD, ubicados en 73 países, que prestan servicios de calibración de dosímetros. El objetivo de la Red OIEA/OMS de LSCD es mejorar la exactitud y la uniformidad de la dosimetría y promover la cooperación entre los países.

“La capacitación y el intercambio de competencias son esenciales en este ámbito, dada la gran rapidez con que evoluciona la tecnología”, afirma la Sra. Msimang, que añade que “algunos países en desarrollo apenas acaban de empezar a establecer sus propios laboratorios nacionales de calibración, y la Red LSCD presta el apoyo concreto necesario”.

El Laboratorio de Dosimetría del OIEA, sito en Seibersdorf (Austria), es el laboratorio central de la Red LSCD. Los patrones de medición de los países se calibran, de manera gratuita, en el laboratorio especialmente en el caso de los países que no tienen acceso directo a laboratorios primarios de calibración dosimétrica, que son los que establecen las cantidades que se utilizan para medir la dosis de radiación.

En junio de 2019, el Laboratorio de Dosimetría del OIEA inauguró una nueva instalación que alberga un acelerador lineal (linac) para seguir fortaleciendo los servicios de

dosimetría y la seguridad radiológica a escala mundial, y para apoyar la investigación de nuevos códigos de prácticas dosimétricas. Los aceleradores lineales son aparatos que usan la electricidad para crear haces de rayos X de alta energía o electrones. Suelen utilizarse en el tratamiento del cáncer.

“Con el nuevo acelerador lineal, el OIEA podrá satisfacer la mayor demanda de sus Estados Miembros, entre otras cosas, la calibración directa de dosímetros de LSCD”, explica May Abdel Wahab, Directora de la División de Salud Humana del OIEA. “Eso contribuirá también a mejorar los servicios de auditoría de más de 3400 aceleradores lineales médicos de hospitales de países de ingresos medianos y bajos”.

Además de los servicios de calibración, el Laboratorio de Dosimetría del OIEA participa en otras actividades que respaldan la exactitud de la dosimetría en todo el mundo, por ejemplo, las comparaciones y verificaciones de dosis que permiten a los LSCD y los hospitales comprobar que están realizando correctamente las calibraciones y las mediciones. El laboratorio también imparte capacitación y lleva a cabo actividades de investigación y desarrollo en dosimetría y radiofísica médica.

La radiación debería tener una función más prominente en la lucha contra el cáncer

Mack Roach III

Gran parte de la investigación relativa a la oncología y al cáncer está financiada por organismos gubernamentales, como el Instituto Nacional del Cáncer que forma parte de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos, y por empresas farmacéuticas y de biotecnología. Muchas de estas investigaciones se centran en el desarrollo de nuevos fármacos de quimioterapia. La quimioterapia se aplica por lo general a cánceres de localización específica, como es el caso del cisplatino, fármaco para los cánceres de cabeza, cuello y pulmón, y diversas formas de tratamientos hormonales para el cáncer de próstata, y el caso del temozolomide, fármaco para los tumores cerebrales. Con la radiación, por el contrario, pueden tratarse la mayor parte de los tumores sólidos.

La radioterapia posee el mayor espectro de actividad contra la más amplia variedad de cánceres. Se utiliza desde hace más de 100 años para tratar el cáncer y ha demostrado ser sumamente eficaz en función de los costos. Esto se debe a que, una vez adquirido, el equipo de radiación puede generar prácticamente toda la radiación necesaria, siendo la electricidad y el mantenimiento sus únicos costos principales. Ello, a su vez, significa que cuanto más se utilice el aparato, más económico será el tratamiento por paciente. A diferencia de los fármacos específicos para cada paciente que no pueden ser reutilizados, el haz de radiación puede emplearse una y otra vez. Además, la radioterapia puede ser una alternativa a las intervenciones quirúrgicas, en particular, en los casos en que esta última tendría consecuencias muy negativas en la calidad de vida, como puede suceder, por ejemplo, con el cáncer de laringe y de ano. El amplio espectro de actividad, la posibilidad de generar existencias constantes de tratamientos y la prolongada duración de los aparatos de radiación, que supera los diez años, explican por qué la radioterapia es una modalidad tan eficaz en función de los costos.

Como complemento de la versatilidad terapéutica de la medicina radiológica, la medicina nuclear facilita la detección de depósitos muy pequeños de células cancerosas, lo que permite estadificar el cáncer y tratar los tumores de mejor manera. Estas características de la medicina radiológica y nuclear hacen de ellas componentes fundamentales para lograr una asistencia oncológica de calidad. Varias organizaciones internacionales, como el OIEA y la Organización Mundial de

la Salud, desempeñan un papel crucial para facilitar la incorporación de estas modalidades en el catálogo de prestaciones oncológicas habituales a escala mundial, lo que, a su vez, contribuye también a que los pacientes de países en desarrollo tengan acceso a tratamientos eficaces que pueden aumentar la esperanza de vida y salvar vidas.



Mack Roach III, licenciado en Medicina, miembro de la Sociedad Americana de Radioncología y del Colegio Americano de Radiología, centro Helen Diller Family Comprehensive Cancer Center de la Universidad de California (San Francisco)

Opciones futuras de tratamiento con radiación

Numerosos estudios realizados tanto en animales como en personas han demostrado la capacidad de la radiación de estimular el sistema inmunológico de maneras únicas y específicas. Asimismo, existen datos nuevos y fascinantes que indican que hay grandes posibilidades de seguir realizando avances sumamente prometedores en cuanto a “matices” de la aplicación convencional de la radiación que se están investigando activamente. Estos métodos “matizados”, como la radiación “instantánea”, de microhaces, de minihaces y de partículas, pueden dar lugar a tratamientos menos perjudiciales, no tan costosos y más eficaces para los pacientes con cáncer, e incidir profundamente en la asistencia oncológica a nivel mundial, sobre todo en los países en desarrollo.

Aunque la medicina radiológica y nuclear son ya modalidades muy económicas y fundamentales para tratar los cánceres más comunes actualmente, creo que su papel seguirá ampliándose. Su utilización apunta a un futuro muy optimista y su ‘invisibilidad’ y eficacia a distancia posiblemente las conviertan en lo más parecido a ‘algo mágico’ que veremos en nuestras vidas.

Diez años luchando contra el cáncer

Cary Adams

En el futuro, recordaremos la década anterior como el decenio en el que se admitió que el cáncer y el resto de enfermedades no transmisibles (ENT) constituían un problema de salud y de desarrollo a escala mundial: se celebraron tres reuniones de alto nivel; se presentó un nuevo Plan de acción mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la prevención y el control de las ENT; todos los países acordaron una serie de metas a fin de ayudar a reducir la mortalidad prematura en un 25 % para 2025; la Asamblea Mundial de la Salud aprobó en 2017 una nueva resolución sobre el cáncer, y se incluyeron las ENT en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Han sido diez años de acuerdos y de compromisos.



Cary Adams, Director Ejecutivo, Unión Internacional contra el Cáncer (UICC)

Nada de esto ha ocurrido por casualidad. La UICC ha desempeñado un papel decisivo para situar el cáncer en el centro de un movimiento que se proponía convertir las ENT en una prioridad mundial. Ha trabajado en colaboración con el OIEA y otros asociados clave para liderar y promover esta campaña internacional. En 2009, la UICC, la Federación Mundial del Corazón y la Federación Internacional de la Diabetes formaron la Alianza de ENT. Sus objetivos eran sencillos: lograr que se celebrara una reunión de alto nivel de las Naciones Unidas sobre ENT y garantizar que se incluyeran estas enfermedades en los ODS. Hubo quien, en un primer momento, miró con recelo a la Alianza, pues

consideraban que agrupar las ENT a partir de un conjunto de factores de riesgo comunes apenas daba rédito político. No obstante, la Alianza de ENT ganó credibilidad en el sistema de las Naciones Unidas y, trabajando con un grupo de países comprometidos, presionó para que se celebrara una reunión de alto nivel, que tuvo lugar en 2011 y que desembocó en el Plan de acción mundial para la prevención y el control de las ENT y en las nueve metas a las que aspiramos en 2025. En 2014 y en 2018 se celebraron nuevas reuniones de alto nivel, en las que los países se comprometieron a formular y aplicar planes de acción. Las ENT forman parte del ODS 3, que incluye el compromiso de reducir en más de un tercio las muertes prematuras provocadas por las ENT para 2030. Ha sido un período sin precedentes de compromiso, liderado por las Naciones Unidas, para enfrentarse a una serie de enfermedades que afectan a todo el mundo.

Paralelamente, la UICC y sus miembros y asociados han insistido para que se adoptaran medidas concretas contra el cáncer y sus factores de riesgo singulares. En 2017, se llevó a cabo una actualización exhaustiva de la Lista Modelo de Medicamentos Esenciales de la OMS y se presentó, además, una nueva publicación de la OMS titulada *WHO list of priority medical devices for cancer management*, en la que se destacan las tecnologías básicas que todos los países deberían poseer para combatir eficazmente esta enfermedad.

Para la UICC, el OIEA es, además, un asociado fundamental; el compromiso del Organismo con la lucha contra el cáncer ha servido para que se entienda mejor la necesidad de alcanzar un equilibrio entre la inversión en prevención y el acceso a tratamientos y a cuidados paliativos, así como que el papel fundamental de los servicios y la atención multidisciplinarios en los planes de lucha contra el cáncer. Esto también incluye ayudar a los responsables de adoptar decisiones a nivel nacional a ver los costos iniciales asociados que el desarrollo de servicios de radioterapia supone en términos de los réditos de dicha inversión.

A medida que se acerca el final de esta década, es natural preguntarse si los acuerdos y los compromisos alcanzados a nivel mundial han tenido un efecto importante en la vida de las personas con cáncer en todo el mundo.

La respuesta es que sí, de acuerdo con una evaluación a escala mundial de los planes nacionales de lucha contra el cáncer y las ENT llevada a cabo por la UICC en colaboración con la International Cancer Control Partnership¹. Durante la última década, el número de planes nacionales de lucha contra el cáncer ha aumentado, pasando de un 66 % en 2013 a un 81 % en 2017. Es cierto que muchos planes todavía no disponen de plena financiación y que es cuestionable en qué medida se aplican. No obstante, dado que la UICC considera que la existencia de voluntad política y de un plan son requisitos previos para luchar contra el cáncer en cualquier país, las pruebas que indican que estamos realizando progresos significativos deberían servirnos de consuelo. Los países en los que existe apoyo político y un plan nacional de lucha contra el cáncer publicado y financiado están tomando medidas para reducir la exposición de su población a factores de riesgo, por ejemplo, aplicando leyes antitabaco más estrictas, poniendo al alcance de toda la población servicios de detección de cánceres comunes o protegiendo a las niñas del virus del papiloma humano mediante campañas de vacunación. La existencia de más planes es, por lo tanto, un buen indicador de que hoy nos tomamos el cáncer más en serio que hace diez años.

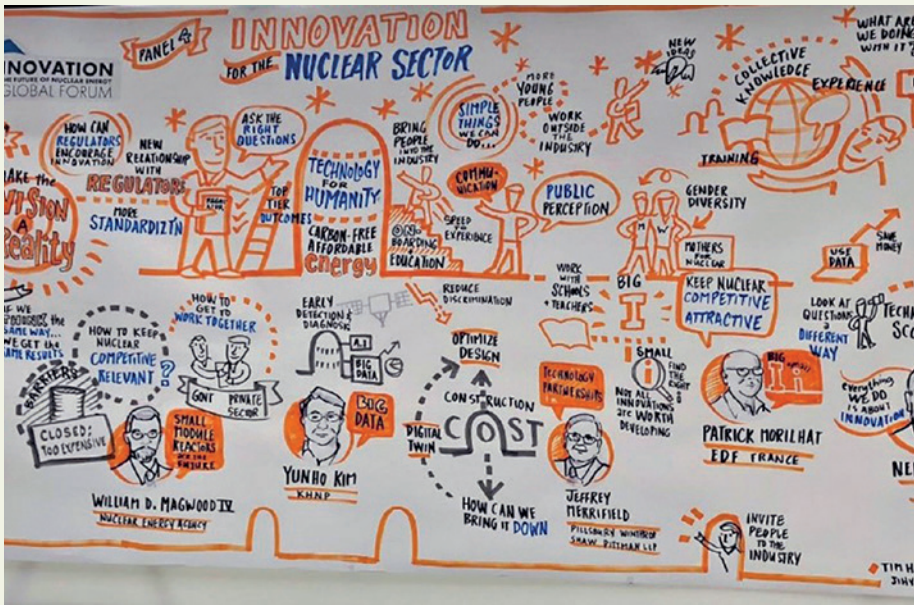
Sin embargo, aún queda mucho por hacer para que la lucha contra el cáncer esté más presente en la salud pública mundial. Muchos países que han firmado el Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco todavía deben aumentar considerablemente el precio de los paquetes de cigarrillos. El cáncer cervicouterino sigue siendo una de las principales causas de mortalidad entre las mujeres de los países de ingresos medianos y bajos. Por este motivo, la UICC se ha unido a la OMS en un renovado impulso para librar a futuras

generaciones de niñas y mujeres de este cáncer específico. Y, a pesar de que la lista de medicamentos esenciales de la OMS sigue actualizándose constantemente, muchos países carecen de los recursos adecuados para garantizar que medicamentos de calidad estén disponibles de forma habitual para quienes los necesiten. Además, todavía se aprecia una enorme y evitable disparidad a nivel mundial en el acceso a tratamientos de alivio del dolor, y millones de pacientes con cáncer aquejados de dolores que pueden ser moderados o incluso agudos no tienen acceso a analgésicos opioides. Son grandes retos, pero no están fuera de nuestro alcance.

Conforme entramos en la próxima década, todo lo que se ha logrado en los últimos diez años debería reconfortarnos y servir como aliciente para ayudar y animar a todos los países a que mejoren sus capacidades para combatir la creciente carga del cáncer. Para aprovechar el impulso actual, los paladines de la lucha contra esta enfermedad deben actuar sin demora para movilizar a otros grupos y organizaciones de la sociedad civil, tanto públicos como privados, a fin de propiciar y mantener unos cambios que puedan repercutir positivamente en la salud y el bienestar de comunidades de todo el mundo.

¹Romero Y, Trapani D, Johnson S, Tittenbrun Z, Given L, Hohman K, Stevens L, Torode JS, Boniol M, Ilbawi AM. 2018. 'National cancer control plans: a global analysis.' *Lancet Oncology* 19(10): e546–e555.

Líderes de hoy y del mañana del ámbito de la energía nuclear hacen un llamamiento a favor de la innovación



Más de 250 líderes de la industria nuclear, reguladores, investigadores, representantes gubernamentales y proveedores de tecnología han hecho un “llamamiento a la acción” para acelerar el uso de soluciones innovadoras a fin de mantener y hacer progresar el parque de centrales nucleares actualmente operacionales en todo el mundo. Este “llamamiento a la acción” hace hincapié en las cuatro innovaciones que señalaron los participantes en el Foro Mundial de Innovación para el Futuro de la Energía Nuclear, una reunión de tres días de duración organizada conjuntamente con el OIEA y que se celebró del 10 al 12 de junio en Gyeongju (República de Corea).

El objetivo fundamental del foro era abordar los desafíos más apremiantes a los que se enfrenta el sector nuclear y analizar los obstáculos y las oportunidades para la puesta en práctica de soluciones innovadoras, tanto desde un punto de vista tecnológico como de los procesos, que permitan mantener o incluso mejorar la seguridad nuclear reduciendo al mismo tiempo los costos. Con ese fin, los participantes señalaron 28 innovaciones relacionadas con diversos aspectos de la explotación del parque actual de centrales nucleares, y en particular las siguientes cuatro:

1. el hermanamiento digital (a saber, la recreación virtual de un proceso en un modelo informático) a fin de mejorar el rendimiento de una central nuclear y disminuir los costos;

2. técnicas avanzadas de fabricación, como la impresión tridimensional, para hacer frente a problemas en la cadena de suministro;
3. el aprendizaje automático, a fin de aprovechar mejor los macrodatos ya disponibles en el sector de la energía nucleoelectrica con miras a optimizar el mantenimiento, y
4. la utilización de marcos más innovadores para el intercambio de información, a fin de compartir datos sobre actividades de investigación y desarrollo, operaciones y mantenimiento.

El “llamamiento a la acción” sienta las bases para diseñar medidas que puedan llevarse a la práctica tras el evento.

La organización del foro corrió a cargo del OIEA, el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI), el Laboratorio Nuclear Nacional del Reino Unido, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN de la OCDE) y la Compañía Hidroeléctrica y Nucleoelectrica de Corea (KHNP), que lo acogió.

“La industria nuclear es una parte fundamental de la canasta energética global, en particular en la tarea de hacer frente al cambio climático, ya que es una fuente de energía que no produce emisiones de carbono”, señaló Neil Wilmshurst, Vicepresidente y Oficial Jefe de Asuntos Nucleares del EPRI. “En este foro único se

concedió prioridad a las innovaciones esenciales que necesita la industria nuclear, se comprendió a qué obstáculos nos enfrentamos y se alcanzó un compromiso para trabajar conjuntamente a fin de eliminarlos”, añadió.

El espíritu que animó a los participantes en el foro, desde jóvenes profesionales hasta líderes de la industria fue el deseo de colaborar, fomentar el cambio, transformar y dejar huella en sus respectivas organizaciones, así como en el sector nuclear. Las sesiones se centraron en temas como los desafíos a los que se enfrenta actualmente la innovación en el sector nuclear y ejemplos de éxito en esta esfera. En una mesa redonda con reguladores moderada por William D. Magwood IV, Director General de la AEN de la OCDE, los líderes del sector expusieron sus puntos de vista.

“El apoyo eficaz de la generación más joven de profesionales del sector nuclear, que trabajan en colaboración con la administración, es un signo alentador de que lo que impulsará la innovación será la mezcla de dinamismo y de compromiso de los líderes de hoy y del mañana”, manifestó Ed Bradley, Jefe de Grupo para la Explotación de Centrales Nucleares y el Apoyo de Ingeniería del Departamento de Energía Nuclear del OIEA.

Joan Knight, Directora de Innovación de Exelon y Presidenta de una sesión de debate durante el foro, añadió: “Me alegra formar parte de una iniciativa que fomenta unas prácticas de innovación más vigorosas en todo el sector nuclear y contribuir a unas actitudes que apoyan las actividades en este terreno”.

El foro, el primero de este tipo entre las instituciones coorganizadoras, fue el resultado, en gran medida, de las reuniones sobre innovación que se celebraron en Viena en 2018 y 2019. Se espera que en el futuro tengan lugar foros similares que sirvan de plataforma para compartir los progresos realizados sobre acciones relevantes, responder a nuevos retos, fortalecer la colaboración y promover nuevas alianzas.

“Nos complace acoger el próximo Foro Mundial, que tendrá lugar en 2020”, anunció Rob Whittleston, Vicepresidente del Laboratorio Nuclear Nacional del Reino Unido, durante la ceremonia de clausura.

— Marianne Nari Fisher y Vincent Roué

Reducida satisfactoriamente en China una población de mosquitos mediante un estudio piloto que utiliza una técnica nuclear



El *Aedes albopictus* es la especie de mosquito más invasiva del mundo. Recientemente concluyó con éxito un ensayo piloto para controlar esta plaga de insectos, cuyos resultados se publicaron en *Nature* el 17 de julio de 2019.

(Fotografía: N. Culbert/OIEA)

Por primera vez, una combinación de la técnica de los insectos estériles (TIE) y la técnica de los insectos incompatibles (TII) ha conseguido reducir con éxito poblaciones de mosquitos, un prometedor paso adelante en el control de los mosquitos que transmiten el dengue, el virus del Zika y muchas otras enfermedades devastadoras. Los resultados del ensayo piloto, realizado recientemente en Guangzhou (China) con el apoyo del OIEA en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se publicaron en *Nature* el 17 de julio de 2019.

La TIE es un método de control de plagas de insectos respetuoso con el medio ambiente que implica la cría en masa y la esterilización, por medio de la radiación, de los insectos causantes de una plaga concreta. Una vez esterilizados, se procede a la suelta zonal sistemática de los machos desde el aire en unas zonas definidas. Los machos estériles se aparean con hembras silvestres sin que haya descendencia, con lo que la población causante de la plaga se reduce paulatinamente. La TII implica la exposición de los mosquitos a la bacteria *Wolbachia*, que los esteriliza parcialmente, lo que significa que se necesita menos radiación para esterilizarlos completamente. Esto, a su vez, preserva mejor la competitividad de apareamiento de los machos esterilizados.

Aunque la TIE se ha utilizado con éxito como parte de las estrategias de gestión zonal de insectos para controlar una serie de plagas que afectan a las plantas y al

ganado, tales como la mosca de la fruta y las polillas, aún ha de demostrarse su eficacia para controlar a los mosquitos.

El principal obstáculo al ampliar el uso de la TIE para combatir distintas especies de mosquitos ha sido superar varios desafíos técnicos relacionados con la producción y la suelta de machos estériles en cantidad suficiente para abrumar a toda la población fértil silvestre. Investigadores de la Universidad Sun Yat sen y sus asociados, en China, han afrontado con éxito estos desafíos, gracias al apoyo de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, que dirige y coordina la investigación mundial sobre la TIE.

Por ejemplo, para criar cada semana a más de 500 000 mosquitos, los investigadores usaron unos bastidores fabricados a partir de modelos elaborados por los laboratorios de la División Mixta FAO/OIEA, situados cerca de Viena (Austria). La División Mixta y los investigadores también trabajaron en estrecha colaboración para desarrollar y probar con éxito un irradiador especializado para tratar lotes de 150 000 pupas de mosquito.

Los resultados del ensayo piloto, que combina la TIE y la TII, demuestran que se lograron suprimir casi completamente las poblaciones de la especie de mosquito más invasiva del mundo, el *Aedes albopictus* o mosquito tigre asiático. El ensayo, que se llevó a cabo en 2016 y 2017, abarcó una superficie de 32,5 hectáreas de dos islas relativamente aisladas del Río de las Perlas en Guangzhou, y comportó la

suelta de alrededor de 200 millones de mosquitos macho adultos criados en masa e irradiados que habían sido expuestos a la bacteria *Wolbachia*.

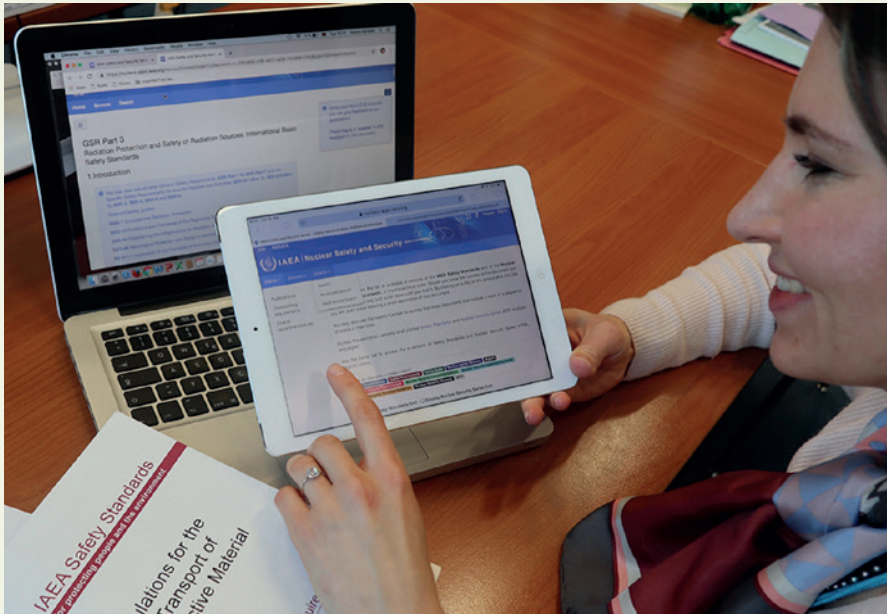
El estudio también ha mostrado la importancia de los aspectos socioeconómicos en el uso con éxito del enfoque combinado TIE TII. Por ejemplo, la aceptación social aumentó durante el estudio, al igual que el apoyo de la comunidad local tras las sueltas de los mosquitos y la consiguiente disminución de las molestias causadas por las picaduras. Para que el enfoque combinado TIE TII dé resultados satisfactorios, la comunidad local ha de involucrarse y trabajar conjuntamente para garantizar el uso coherente e integrado de este enfoque en toda la zona a fin de contrarrestar y controlar de manera eficaz el movimiento de los insectos. Otro aspecto importante es la rentabilidad: según las estimaciones, los futuros costos globales de una intervención operacional completa van de los 108 a los 163 dólares de los Estados Unidos por hectárea y año, una cifra considerada rentable en comparación con otras estrategias de control.

Distintos expertos en China tienen previsto probar la tecnología en zonas urbanas más extensas en el futuro próximo, para lo cual utilizarán mosquitos macho estériles procedentes de una instalación de cría en masa ubicada en Guangzhou, explica Zhiyong Xi, Director del Centro Conjunto de Control de Vectores para Enfermedades Tropicales de la Universidad Sun Yat sen y de la Universidad del Estado de Michigan y Profesor de la Universidad del Estado de Michigan, en los Estados Unidos de América. La empresa que explota la instalación utiliza equipo avanzado para la cría en masa y la irradiación de mosquitos, desarrollado en colaboración con la División Mixta FAO/OIEA.

La cooperación global relacionada con el desarrollo de la TIE para el control de los mosquitos se intensificó tras la epidemia de zika de 2015 y 2016. La incidencia del dengue va en aumento, y el número de casos notificados a la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha pasado de 2,2 millones en 2010 a más de 3,3 millones en 2016. La incidencia real es mucho mayor, y la OMS señala que, según una estimación, se prevén 390 millones de infecciones nuevas cada año.

— Miklos Gaspar

Un instrumento en línea permite consultar a fondo las publicaciones del OIEA sobre seguridad tecnológica y seguridad física



(Fotografía: P. Shaw/OIEA)

La *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* y la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* constan de más de 150 títulos, todos ellos con múltiples referencias cruzadas. Muchas esferas importantes se abordan en más de una publicación. Para facilitar la búsqueda de información exhaustiva en este vasto recurso, el OIEA ha desarrollado una herramienta de búsqueda avanzada, la Interfaz de Usuario en Línea sobre Seguridad Nuclear Tecnológica y Física (NSS OUI), que ofrece a los usuarios múltiples maneras de examinar estos textos y realizar búsquedas sistemáticas.

La *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* y la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* proporcionan orientación a las autoridades y a otras partes interesadas pertinentes sobre la manera de mejorar la seguridad tecnológica y la seguridad física de las tecnologías nucleares. Se ocupan de actividades relacionadas con instalaciones nucleares y la aplicación de fuentes de radiación en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación. El OIEA elabora el contenido en estrecha colaboración con Gobiernos y organizaciones en todo el mundo, y los volúmenes se revisan y se actualizan periódicamente. Los dos conjuntos de publicaciones se organizan en función de una jerarquía, según la cual las Nociones Fundamentales de Seguridad y las Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear se aplican a todas las actividades y las

publicaciones de rango menor ofrecen recomendaciones más específicas.

Según Gustavo Caruso, Director de la Oficina de Coordinación de la Seguridad Tecnológica y Física del OIEA, “la NSS OUI es un elemento clave de la labor del OIEA para prestar apoyo a los países en la aplicación de estas publicaciones. Es la única plataforma que permite acceder al conjunto de esas publicaciones. También muestra los vínculos entre publicaciones de rango superior, que establecen las condiciones que han de cumplirse, y publicaciones más prácticas, que explican cómo hacerlo”.

La NSS OUI permite a los usuarios buscar palabras clave o un fragmento de texto específicos, y ofrece además una herramienta de búsqueda semántica avanzada. De esta manera, los usuarios pueden encontrar rápidamente requisitos, recomendaciones y orientaciones específicos relacionados con los ámbitos temáticos o los conceptos seleccionados.

En palabras del Sr. Caruso, la interfaz también permite a los expertos revisar más eficazmente el contenido de las publicaciones. “Es la única manera de garantizar la coherencia durante el establecimiento de nuevas normas y la revisión de las vigentes”, señala. “La herramienta incluye un mecanismo para recopilar retroinformación de usuarios autorizados, lo que nos ayuda a vincular los conocimientos nuevos con el contenido existente y permite una revisión eficaz por temas más que por publicaciones individuales”.

La plataforma cuenta con varios cientos de usuarios frecuentes, incluidos miembros de los comités sobre normas de seguridad, de la Comisión sobre Normas de Seguridad y de los Comités de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear. En lo que va de año, más de 1500 usuarios nuevos han comenzado a utilizar la NSS OUI, después de los cursos de capacitación que se han impartido en varios países.

Fiona Charalambous, Directora Asistente y Científica Superior de Evaluación y Asesoramiento en la Agencia Australiana de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, afirma que “esta interfaz es un recurso que permite ahorrar mucho tiempo. Se trata de un motor de búsqueda único concebido específicamente para acceder con facilidad al contenido de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* y la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*. Me ayuda a determinar las esferas clave de interés, desde las normas hasta los informes técnicos y mucho más, y a encontrar de forma eficiente referencias cruzadas que pueden resultarme útiles. Por ejemplo, puedo utilizar términos clave de búsqueda y compararlos entre normas, guías, recomendaciones e informes técnicos en un contexto concreto”.

La NSS OUI proporciona información actualizada sobre publicaciones conexas y sobre referencias que han quedado obsoletas. También incluye referencias y enlaces a otras publicaciones pertinentes del OIEA, como la *Colección de Documentos Técnicos del OIEA*. Las normas recientemente añadidas contendrán enlaces a las definiciones del *Glosario de seguridad tecnológica del OIEA* para ayudar a garantizar la correcta comprensión de cualquier término especializado que se utilice en ellas.

“Sin esta interfaz uno se perdería entre todo el contenido de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* y de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*. Gracias a ella, se puede encontrar la información que se necesita”, declara el Sr. Caruso. “De esta manera, la NSS OUI contribuye a la seguridad nuclear tecnológica y física a escala mundial”.

— Nathalie Mikhailova

El Curso de Gestión de los Conocimientos Nucleares del OIEA ha capacitado a más de 700 profesionales



La enseñanza y la capacitación son actividades necesarias para garantizar que la próxima generación de profesionales de la industria nuclear esté preparada para gestionar programas nucleoelectrónicos complejos. Ayudar a las autoridades nacionales, especialmente en los países en desarrollo, a adquirir y gestionar estos conocimientos es fundamental para la sostenibilidad de la energía nucleoelectrónica. Con la clausura, el 9 de agosto, de la 15ª edición del Curso Conjunto OIEA ICTP de Gestión de los Conocimientos Nucleares, el número de jóvenes profesionales que han recibido capacitación desde la puesta en marcha de este programa en 2004 supera los 700, todo un hito que el Organismo ha conmemorado.

Hasta la fecha, el Curso de Gestión de los Conocimientos Nucleares, organizado conjuntamente por el Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam" (ICTP) y el OIEA, ha capacitado a profesionales de más de 80 países, a los que imparte enseñanza y capacitación especializadas sobre la formulación y la ejecución de programas de gestión de los conocimientos nucleares en organizaciones del ámbito de la ciencia y la tecnología nucleares. El curso aborda, entre otros temas, el desarrollo de los recursos humanos, la formulación de políticas y estrategias para la gestión de los conocimientos nucleares, la gestión de los recursos de información nuclear, el riesgo de la pérdida de conocimientos y la transferencia de conocimientos.

Wei Huang, Director de la División de Planificación, Información y Gestión de los Conocimientos, afirma que "la tecnología nuclear es compleja y multidisciplinaria. Para garantizar la seguridad, cada país es responsable no solo de dotar a sus organizaciones nucleares de unos conocimientos técnicos y especializados adecuados, sino también de mantener esos conocimientos y de asegurar su disponibilidad. Por ello, a principios del siglo XXI el OIEA atendió a los llamamientos de sus Estados Miembros para crear un programa de gestión de los conocimientos".

En los últimos años, la gestión de los conocimientos nucleares se ha convertido en un elemento cada vez más importante para el sector nuclear, no solo por los desafíos que plantean las necesidades en materia de creación de capacidad, envejecimiento de la fuerza laboral o disminución del número de estudiantes que se matriculan en programas de ciencia e ingeniería, sino también porque contar con un programa eficaz de gestión de los conocimientos es fundamental para el desarrollo de una cultura de la seguridad sostenible.

"Hemos ayudado a nuestra organización a determinar, transferir, preservar y difundir conocimientos críticos, en particular en vista del problema que supone la jubilación de una fuerza de trabajo que envejece", indica Bélgica Villalobos, Jefa del Departamento de Desarrollo Organizacional en Recursos Humanos de la Comisión Chilena de Energía Nuclear

(CChEN). "Con las herramientas que aprendí a utilizar en el curso en 2011, he podido implantar un sistema interno de gestión de los conocimientos nucleares en la Comisión Chilena de Energía Nuclear".

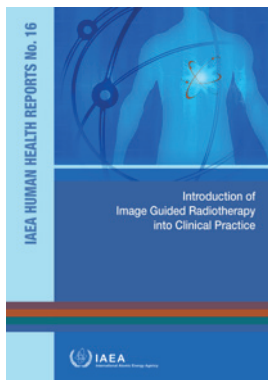
En palabras del Sr. Huang, es fundamental crear capacidad por medio de la capacitación y la enseñanza y mejorar el acceso a los conocimientos existentes a través de métodos de intercambio y de puesta en común de estos saberes. La gestión de los conocimientos nucleares no solo afecta directamente a los recursos humanos, sino también a la tecnología de la información y las comunicaciones, los procesos y los sistemas de gestión de la documentación. La capacidad de gestionar los conocimientos ahora y en el futuro puede influir notablemente en las estrategias nacionales e institucionales relacionadas con la seguridad nuclear.

Lesego Moloko, Científico Superior de la South African Nuclear Energy Corporation (NECSA), destaca la importancia del curso: "Recomendaría sin duda alguna a científicos, gerentes y profesionales de recursos humanos que sigan el curso a fin de garantizar que existen los mecanismos necesarios de transferencia de competencias. Desde que regresé del curso, NECSA ha creado una oficina especial que vela por la puesta en marcha dentro de la institución de los programas de gestión de los conocimientos en materia de ciencia y tecnología nucleares".

Según María Elena Urso, especialista en gestión del conocimiento en el OIEA y Secretaria Científica del curso, "dado que estamos abiertos a la posibilidad de organizar más ediciones del curso de gestión de los conocimientos nucleares el próximo año, en respuesta al aumento en las solicitudes de los Estados Miembros, hemos elaborado un nuevo programa de estudios y un modelo normalizados". Este programa incluye un componente digital en línea y métodos tradicionales de educación en el aula.

La Sra. Urso también afirma que "todos nuestros cursos tienen por objeto motivar a los participantes a que reflexionen sobre el futuro y apliquen directamente en su lugar de trabajo la teoría sobre gestión del conocimiento que han aprendido".

— Shant Krikorian

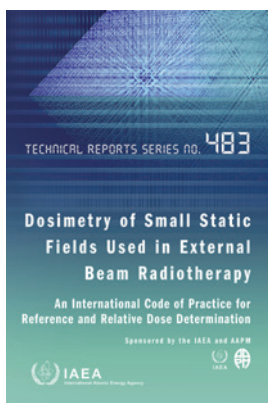


Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice

En esta publicación se proporcionan directrices y se destacan los hitos que han de alcanzar los departamentos de radioterapia en la introducción eficaz y segura de la radioterapia guiada por imágenes. Los últimos adelantos en materia de radioterapia externa incluyen la tecnología que permite obtener imágenes de los pacientes que están en la posición de tratamiento y en la sala de tratamiento en el momento de recibirlo. Dado que se considera que esta tecnología y las técnicas de imagen conexas —denominadas radioterapia guiada por imágenes— están a la vanguardia del desarrollo en el ámbito de la radioterapia, en esta publicación se abordan los motivos de preocupación del personal de los departamentos de radioterapia en cuanto a las condiciones preparatorias y los recursos necesarios para su aplicación. También se presenta información sobre la situación actual de las pruebas que respaldan el uso de la radioterapia guiada por imágenes en términos de los resultados en los pacientes.

Informes sobre Salud Humana del OIEA N° 16, ISBN: 978-92-0-103218-8; edición en inglés; 31,00 euros; 2019

www.iaea.org/publications/12264/image-guided-radiotherapy

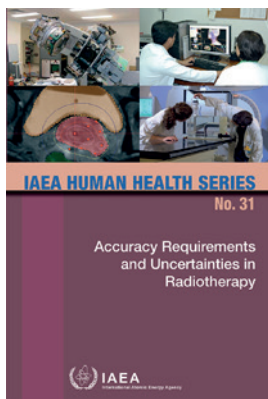


Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy

Esta publicación, que proporciona una dosimetría de referencia coherente que parte de los patrones metrológicos primarios, permite llevar a cabo procedimientos comunes en un país. En el volumen se presenta un panorama general de la física, seguido de un formalismo general para la dosimetría de referencia en campos pequeños. Se proporcionan directrices para su aplicación práctica utilizando detectores y métodos adecuados para determinar los factores de intensidad para máquinas clínicas específicas que utilizan campos estáticos pequeños. Un grupo de trabajo internacional, creado de manera conjunta con la Asociación Americana de Físicos en Medicina, se ha encargado de elaborar este código de práctica. Las directrices armonizadas a escala internacional en este campo garantizarán la coherencia a escala mundial en la administración de dosis a los pacientes de radioterapia y contribuirán a la normalización de las dosis en los estudios de ensayos clínicos internacionales, comparando los resultados de las diversas modalidades de tratamiento de radioterapia que utilizan campos pequeños.

Colección de Informes Técnicos N° 483; ISBN: 978-92-0-105916-1; edición en inglés; 52,00 euros; 2017

www.iaea.org/publications/11075/dosimetry-of-small-static-fields



Accuracy Requirements and Uncertainties in Radiotherapy

Esta publicación es un documento de consenso internacional sobre los requisitos de exactitud y las incertidumbres en la radioterapia con la finalidad de promover tratamientos más seguros y más eficaces para los pacientes. En este volumen se abordan cuestiones de exactitud e incertidumbre relacionadas con la amplia mayoría de los departamentos de radioterapia, incluidas la radioterapia externa y la braquiterapia, así como aspectos clínicos, radiobiológicos, dosimétricos, técnicos y físicos.

Informes sobre Salud Humana del OIEA N° 31; ISBN: 978-92-0-100815-2; edición en inglés; 76,00 euros; 2016

www.iaea.org/publications/10668/accuracy-requirements-and-uncertainties-in-radiotherapy

Si necesita información adicional o desea encargar un libro, póngase en contacto con:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)
Correo electrónico: sales.publications@iaea.org

Conferencia Internacional sobre Reactores de Investigación:

Examen de los Desafíos y las Oportunidades para Garantizar la Eficacia y la Sostenibilidad

25 a 29 de noviembre de 2019, Buenos Aires (Argentina)



Organizada por el



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Actúa como anfitrión
el Gobierno de la Argentina



por medio de la
Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

CN-277

Lea este y otros números del Boletín del OIEA en línea en
www.iaea.org/bulletin

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite
www.iaea.org

o síganos en

