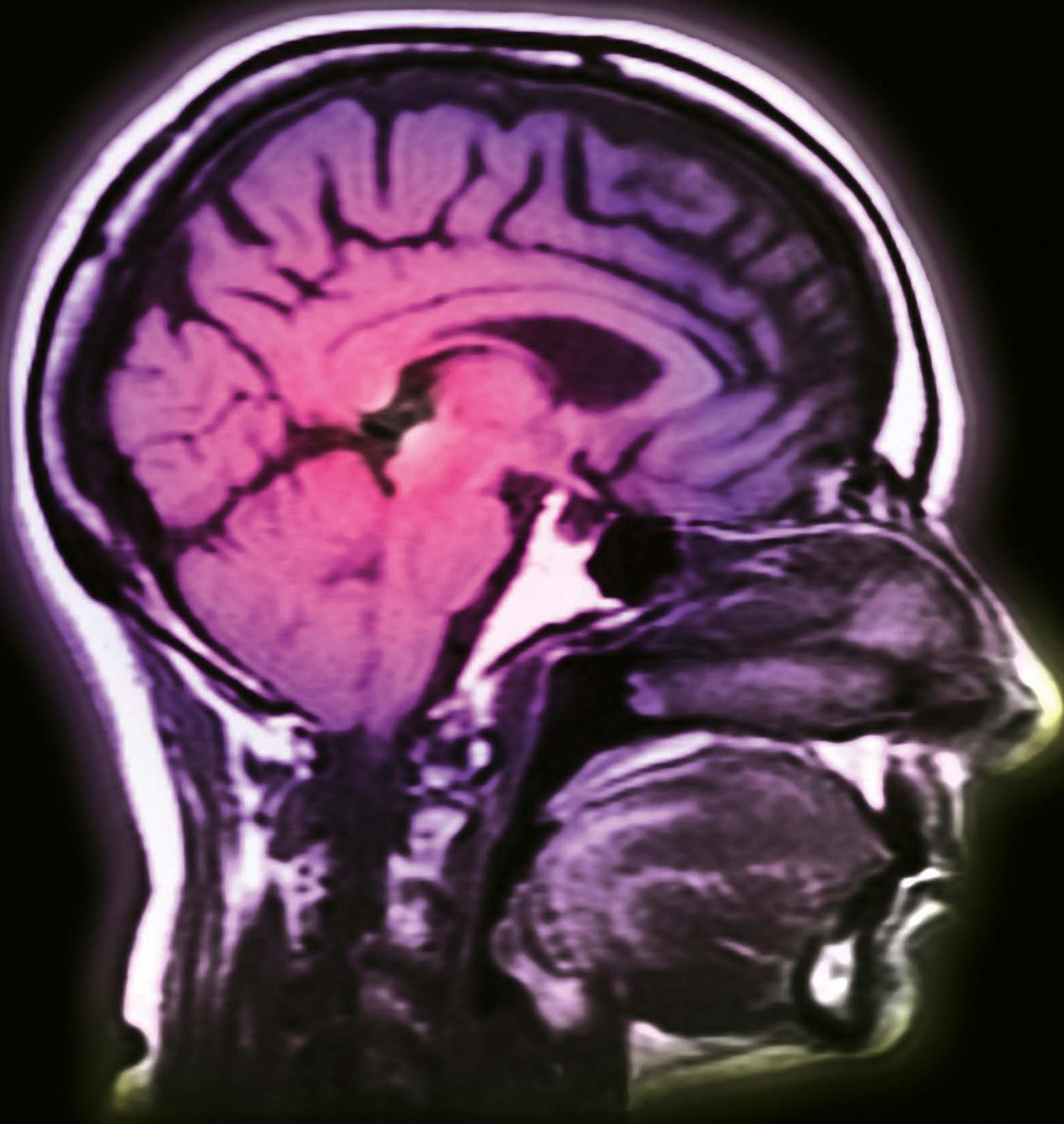




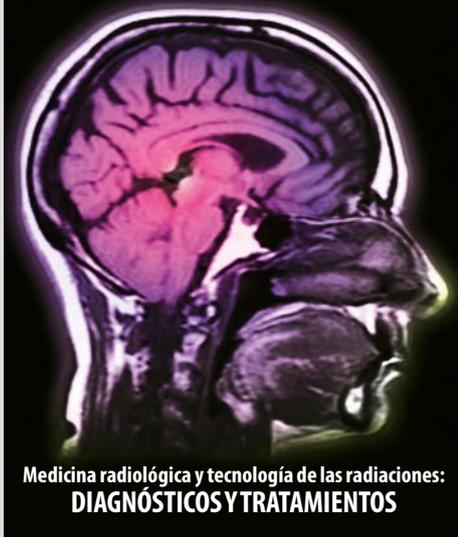
IAEA BULLETIN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

55-4/Diciembre de 2014 • www.iaea.org/bulletin



**Medicina radiológica y tecnología de las radiaciones:
DIAGNÓSTICOS Y TRATAMIENTOS**



EL BOLETÍN DEL OIEA

es elaborado por la

Oficina de Información al Público y Comunicación
Organismo Internacional de Energía Atómica
PO Box 100, 1400 Vienna, Austria
Phone: (43-1) 2600-21270
Fax: (43-1) 2600-29610
iaebulletin@iaea.org

Editor: Aabha Dixit

Diseño y producción: Ritu Kenn

EL BOLETÍN DEL OIEA está disponible

- › en línea, en el sitio www.iaea.org/bulletin
- › como aplicación móvil www.iaea.org/bulletinapp

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el Boletín del OIEA siempre que se reconozca su fuente. Si en la atribución de un artículo se indica que el autor no es funcionario del OIEA, deberá solicitarse permiso para volver a publicar el material al autor o a la organización de origen, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en cualesquiera de los artículos firmados que figuran en el Boletín del OIEA no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y el OIEA declina toda responsabilidad por ellas.

Portada:

La medicina radiológica y la tecnología de las radiaciones contribuyen al diagnóstico y el tratamiento de enfermedades y otras afecciones.

(Imagen: Photodisc)

Léalo en su iPad



La misión del Organismo Internacional de Energía Atómica es evitar la propagación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente en el mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos pacíficos y tecnológica y físicamente seguros de la ciencia y la tecnología nucleares.

El OIEA, establecido en 1957 como organización independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas que cuenta con conocimientos especializados en materia de tecnologías nucleares. El OIEA tiene laboratorios especializados de características singulares, que ayudan a transferir conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en esferas tales como la salud humana, la alimentación, los recursos hídricos y el medio ambiente.

El OIEA es también la plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear. El OIEA ha creado la Colección de Seguridad Física Nuclear, integrada por publicaciones donde se proporcionan orientaciones sobre seguridad física nuclear aprobadas por consenso internacional. Su labor se centra igualmente en ayudar a minimizar el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas 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 representa un alto grado de seguridad para proteger a la población y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Estas normas se han elaborado en relación con todos los tipos de instalaciones y actividades nucleares destinadas a fines pacíficos, así como con las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

El OIEA también verifica, mediante su sistema de inspecciones, que, conforme a los compromisos que han contraído en virtud del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares y de otros acuerdos de no proliferación, los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares para fines pacíficos exclusivamente.

Su labor es multifacética y se lleva a cabo con la participación de una gran variedad de asociados en los planos 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. También 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, presta apoyo y proporciona recursos financieros al Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam", en Trieste (Italia).

ÍNDICE

Boletín del OIEA 55-4/Diciembre de 2014

La medicina radiológica y la tecnología de las radiaciones al servicio de la salud pública Yukiya Amano, Director General del OIEA	3
La radiación y los radionucleidos en la medicina Una breve reseña de la medicina nuclear y la radioterapia Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	5
Siete cosas que hay que saber sobre los radioisótopos Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	8
Visto por dentro Uso de radiofármacos para detectar y combatir enfermedades ocultas en el cuerpo humano Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, en colaboración con la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación, Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	10
Una visión más clara de la imagenología médica Michael Amdi Madsen, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	14
Garantizar la seguridad y la precisión de la medicina radiológica La labor de los físicos médicos Aabha Dixit, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	16
Modernización del Laboratorio de Producción de Radioisótopos del Centro de Estudios Nucleares La Reina en Chile Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN)	18
Radiofármacos para el manejo eficaz del cáncer en función del costo Aabha Dixit, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, en colaboración con la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación, Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA	20
Una ayuda para el corazón: la imagenología nuclear Michael Amdi Madsen, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	21
Crear conciencia, forjar alianzas, movilizar recursos para el diagnóstico y el tratamiento del cáncer: la función de la División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA José Otárola-Silesky, División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA	24
Buena medicina, buena salud El OIEA promueve la protección radiológica de los pacientes y los profesionales de la salud Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	27
Reducir los riesgos de las fuentes radiactivas selladas en la medicina	29

Reproducido de la publicación Sealed Radioactive Sources —
Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over
sealed radioactive sources, OIEA, octubre de 2013

El OIEA mejora la capacidad de sus Estados Miembros en el campo de la ingeniería de tejidos	31
Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	
Uso de los mecanismos de garantía de la calidad para mejorar la atención del paciente	33
Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	
Capacitación transcontinental	
El OIEA pone en marcha su plataforma de capacitación a distancia en línea (DATOL)	34
Omar Yusuf, Departamento de Cooperación Técnica del OIEA	
Una mirada retrospectiva – Aspectos destacados de la quincuagésima octava reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA	36
Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA	

LA MEDICINA RADIOLÓGICA Y LA TECNOLOGÍA DE LAS RADIACIONES AL SERVICIO DE LA SALUD PÚBLICA

La prevalencia de algunas enfermedades no transmisibles, como el cáncer y los trastornos cardiovasculares, está creciendo en todo el mundo, incluso en los países de ingresos bajos y medios.

El aumento del número de personas con esas enfermedades está representando una enorme carga para los países en desarrollo, que en muchos casos carecen de los recursos necesarios para diagnosticarlas y tratarlas eficazmente. Muchas personas mueren por enfermedades que podrían tratarse si vivieran en países con sistemas de atención de salud avanzados. Esta es una gran tragedia humana.



El OIEA cumple un papel importante en la tarea de velar por que se mantengan los más altos niveles de seguridad al aplicar las técnicas de radiación. Ello supone proteger al personal que administra los procedimientos para evitar su exposición a la radiactividad, y asegurarse de que los pacientes reciban la dosis correcta.

En el presente número del Boletín del OIEA se da a conocer lo que el Organismo está haciendo para ayudar a este respecto.

En lo referente al cáncer, ayudamos a los países a establecer o modernizar sus centros de oncología y radioterapia, y a fortalecer su capacidad de diagnóstico mediante la medicina nuclear.

También ayudamos a que el personal médico y técnico reciba la capacitación que necesita para trabajar eficazmente. Y colaboramos con los países para asegurarnos de que los servicios de radioterapia se integren en un programa amplio y sostenible de lucha contra el cáncer.

Esta es una labor muy importante. La lucha contra el cáncer es una tarea urgente. Se estima que para 2020 morirán anualmente por esta enfermedad más de 10 millones de personas.

El OIEA ha estado trabajando para poner en marcha programas de radioterapia y medicina nuclear en unos 130 países de ingresos bajos y medios. Tan solo en los últimos ocho años, hemos enviado equipos de especialistas para evaluar la capacidad de lucha contra el cáncer a más de 65 Estados Miembros.

En los últimos decenios, muchos países en desarrollo han hecho progresos en el control del cáncer. Pero los retos siguen siendo enormes. Aún hacen falta alrededor de 5 000 aparatos de radioterapia para cubrir las necesidades de tratamiento curativo y paliativo de los pacientes con cáncer en los países de ingresos bajos y medios. Ese tratamiento es fundamental, tanto para lograr la curación, cuando es posible, como para aliviar el dolor. El OIEA ha desarrollado iniciativas para hacer frente a este problema.

A fin de asegurarse de que las instalaciones de radioterapia ya existentes ofrezcan el mejor tratamiento y la mejor atención posibles, nuestra División de Salud Humana realiza auditorías completas de las prácticas de radioterapia. Esas auditorías ayudan a dar a los Estados Miembros la seguridad de que sus instalaciones están proporcionando el mejor tratamiento posible. El OIEA ha ayudado también a los Estados Miembros a hacer frente al riesgo de escasez de los isótopos de uso médico que se ha planteado en los últimos años.

En el caso de otras enfermedades, como las cardiopatías, la medicina radiológica en general, y la radiología y la medicina nuclear en particular, desempeñan un papel sumamente importante en la atención del paciente.

La medicina radiológica permite a los médicos observar las funciones fisiológicas y la actividad metabólica en el cuerpo humano y adquirir un mejor conocimiento de la salud de los distintos órganos.

El OIEA cumple un papel importante en la tarea de velar por que se mantengan los más altos niveles de seguridad al aplicar las técnicas de radiación. Ello supone proteger al personal que administra los procedimientos para evitar su exposición a la radiactividad, y asegurarse de que los pacientes reciban la dosis correcta.

Durante una visita oficial a Costa Rica en 2013, el Director General Amano recibe información sobre el trabajo del Centro de Radioterapia del Hospital México.

(Fotografía: C. Brady/OIEA)



El OIEA colabora estrechamente con asociados tales como la Organización Mundial de la Salud para fortalecer la capacidad de los países en desarrollo de diagnosticar y tratar las enfermedades no transmisibles. Las redes de capacitación y mentoría y las asociaciones público-privadas innovadoras desempeñan una función importante a este respecto.

Apoyamos el enfoque holístico de la salud pública, con el objetivo de lograr que los países de ingresos bajos y medios, en particular, puedan establecer sistemas de atención integral de la salud, con personal cualificado y equipo adecuado, para ofrecer una detección precoz,

un diagnóstico oportuno y un tratamiento eficaz de las enfermedades no transmisibles, así como cuidados paliativos.

Como Director General del OIEA, el fortalecimiento de las actividades del Organismo que se relacionan con la salud humana reviste para mí una alta prioridad. Ahora como antes, el OIEA está resuelto a hacer cuanto esté en su poder para reducir el sufrimiento causado por el cáncer y por otras enfermedades no transmisibles.

Yukiya Amano, Director General del OIEA

El Director General Amano observa el equipo disponible en el Centro de Medicina Nuclear y Oncología del Hospital Bach Mai de Viet Nam durante una visita oficial realizada en 2014.

(Fotografía: C. Brady/OIEA)



LA RADIACIÓN Y LOS RADIONUCLEIDOS EN LA MEDICINA

Una breve reseña de la medicina nuclear y la radioterapia



Con el descubrimiento de los usos de la radiación y los radionucleidos en la medicina, los médicos pueden ahora ofrecer a sus pacientes opciones más variadas y eficaces para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades.

(Fotografía: R. Quevenco/OIEA)

En los últimos dos siglos, el campo de la medicina ha experimentado avances sin precedentes. Junto con descubrimientos tales como la vacuna antivariólica y los antibióticos, el descubrimiento de los usos médicos de la radiación y los radionucleidos ha creado opciones más variadas y eficaces para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de muchos procesos patológicos.

Enfermedades como el cáncer, que antes se consideraban intratables y mortales, pueden ahora diagnosticarse en una fase más temprana y tratarse de manera más eficaz con técnicas nucleares, lo que ofrece al paciente la posibilidad de luchar contra la enfermedad y, en muchos casos, una buena probabilidad de curación. Estos métodos se han vuelto ahora más importantes que nunca, ante el aumento de algunas enfermedades de alta mortalidad, como el cáncer o las cardiopatías, que figuran entre las principales amenazas para la salud a nivel mundial.

El OIEA trabaja desde hace 50 años en la promoción del uso de técnicas nucleares en la medicina, colaborando con sus Estados Miembros y otras organizaciones mediante proyectos, programas y acuerdos. El objetivo del Organismo es ayudar a fortalecer la capacidad de los Estados Miembros en esta esfera, a fin de apoyar la prestación de una atención de salud de alta calidad en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo. Desde que el OIEA comenzó a trabajar en la salud

humana, el uso de técnicas nucleares en la medicina se ha convertido en una de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica de más amplia difusión.

El número de diciembre del Boletín del OIEA está dedicado a los trabajos del Organismo en la esfera de la medicina radiológica y la tecnología de las radiaciones. Antes de entrar de lleno en esa esfera, presentamos aquí un panorama general de los dos temas principales de este número: la medicina nuclear y la radioterapia.

Medicina nuclear

La medicina nuclear es un campo de la medicina que utiliza una cantidad ínfima de sustancias radiactivas llamadas radioisótopos para el diagnóstico y tratamiento de numerosas enfermedades, como algunos tipos de cáncer y afecciones neurológicas y cardíacas.

Técnicas de diagnóstico en la medicina nuclear

En la medicina nuclear se emplean radionucleidos para obtener información diagnóstica sobre el cuerpo humano. Las técnicas utilizadas en esta esfera pueden dividirse en general en dos categorías: los procedimientos *in vitro* y los procedimientos *in vivo*.

Una cámara gamma rastrea y detecta radiofármacos en el cuerpo de un paciente para producir imágenes de diagnóstico.

(Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)



In vitro

Los procedimientos de diagnóstico in vitro se aplican fuera del cuerpo, por ejemplo en un tubo de ensayo o una placa de cultivo. En el campo de la medicina nuclear, algunos procedimientos, como el radioinmunoanálisis o el análisis inmunorradiométrico, se centran principalmente en determinar las predisposiciones a ciertas enfermedades y en hacer un diagnóstico precoz mediante el genotipado y el establecimiento del perfil molecular respecto de una serie de trastornos. Esto puede abarcar desde la detección de alteraciones en células cancerosas y marcadores tumorales, hasta la medición y el rastreo de hormonas, vitaminas y fármacos para detectar trastornos nutricionales y endocrinológicos, o infecciones bacterianas y parasitarias como la tuberculosis y el paludismo.

Un aparato de radioterapia emite un haz de radiación para tratar el cáncer de un paciente. (Fotografía: D. Calma/OIEA)



In vivo

Los procedimientos in vivo no invasivos se realizan dentro del cuerpo y constituyen la mayor parte de las intervenciones de la medicina nuclear. Estos métodos entrañan el uso de radiofármacos, es decir, de materiales radiactivos cuidadosamente seleccionados que se absorben en el organismo del paciente y que, debido a sus propiedades químicas particulares, actúan en tejidos y órganos específicos, como los pulmones o el corazón, sin perturbarlos ni causarles daño. El material radiactivo se identifica luego utilizando un detector especial situado fuera del cuerpo, por ejemplo una cámara gamma, capaz de detectar las pequeñas cantidades de radiación liberadas por el material. La cámara transforma esta información en imágenes bidimensionales o tridimensionales del tejido u órgano en cuestión.

Entre las técnicas de este tipo que más se conocen y que están experimentando la difusión más rápida figura la tomografía por emisión de positrones (PET). Los médicos utilizan instrumentos especiales, denominados tomógrafos por emisión de positrones, para producir imágenes de escaneo que permiten seguir de cerca la actividad química del organismo y la función de los órganos a nivel molecular, con el fin de detectar cambios más sutiles en la salud del paciente en una fase más temprana que la que es posible estudiar con muchas otras técnicas de diagnóstico. Las PET pueden combinarse con otras técnicas de escaneo, como la tomografía computarizada, para aumentar aún más la velocidad, exactitud y utilidad de la imagenología médica nuclear.

A diferencia de las imágenes de rayos X tradicionales, que representan detalles anatómicos, este tipo de técnicas de la medicina nuclear revelan el funcionamiento del organismo, al mostrar las cualidades fisiológicas o bioquímicas dinámicas importantes de la parte de cuerpo que se estudia. La información producida mediante estos procedimientos de diagnóstico complementa con frecuencia las imágenes estáticas de rayos X, ayudando al médico a determinar el estado y la función de diferentes órganos, lo que puede serle útil para adoptar decisiones fundamentales y ajustar el tratamiento a las necesidades del paciente.

Radioterapia

La radioterapia es una rama de la medicina que utiliza la radiación para tratar el cáncer. Su objetivo es emplear la radiación para llegar a determinadas células y destruirlas. En el caso del cáncer, en que la radiación se aplica a un tumor canceroso, o a una masa de células malignas, las células blanco sufren daños y mueren, lo que da lugar a un reducción del tamaño del tumor o, en algunos casos, a la desaparición de la masa.

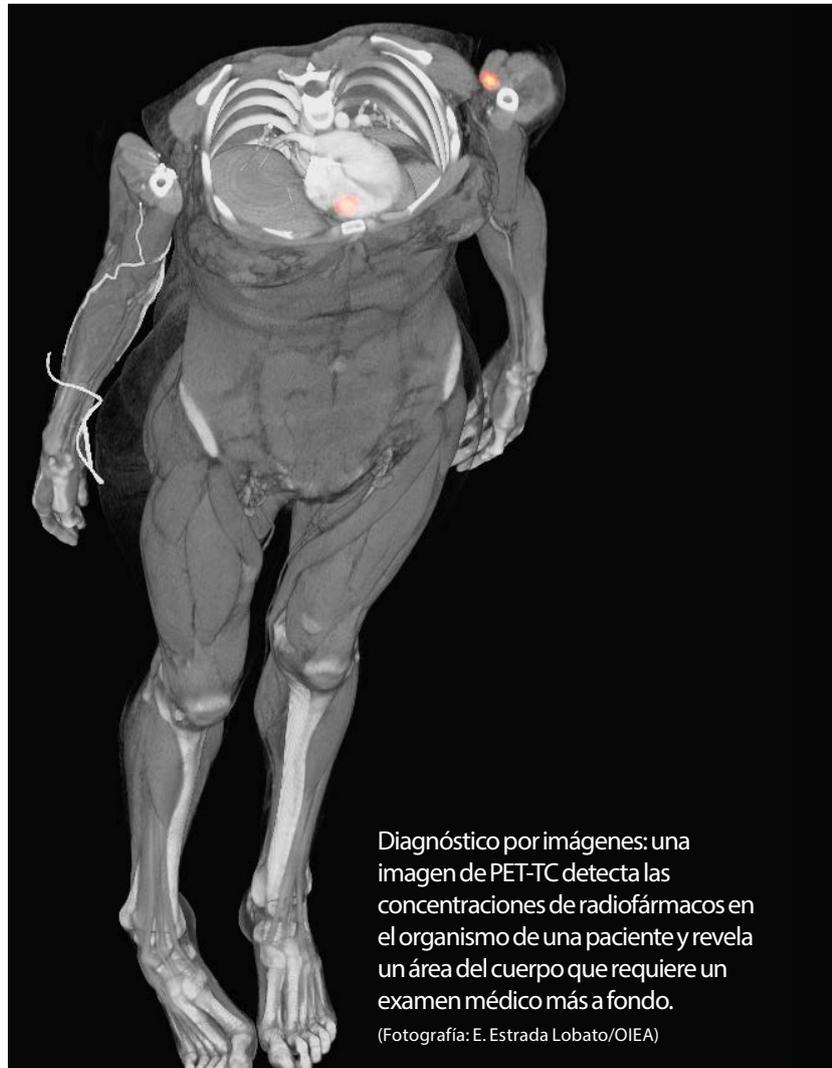
Hay esencialmente tres tipos de opciones para el tratamiento con radioterapia: la radioterapia externa, la braquiterapia y la terapia sistémica con radioisótopos.

La radioterapia externa se aplica dirigiendo uno o varios haces de radiación a una zona específica del cuerpo del paciente. Los haces están diseñados para controlar o matar las células cancerosas, con una exposición mínima de las células sanas a la radiación. Los haces pueden consistir en electrones y/o rayos X, radiación gamma o, si se trata de radioterapia con partículas, protones o iones de carbono. En algunos casos, los médicos usan esos haces junto con la cirugía, empleando el procedimiento quirúrgico para despejar el paso hasta el tumor y poder dirigir el haz más directamente hacia la masa. Este tipo de procedimiento se denomina radioterapia intraoperativa.

La **braquiterapia** consiste en implantar fuentes de radiación dentro o cerca de la parte del cuerpo del paciente que necesita tratamiento. Por ejemplo, en el caso del cáncer del cuello del útero, las fuentes radiactivas se implantan directamente en el útero para tratar la masa cervicouterina. A diferencia de la radiación externa con haces, la braquiterapia permite tratar un tumor con altas dosis de radiación localizada, reduciendo al mismo tiempo la probabilidad de una exposición innecesaria del tejido sano circundante.

La **terapia sistémica con radioisótopos (conocida también como terapia con radionucleidos)** puede utilizarse para tratar una variedad de procesos patológicos, como el cáncer, los trastornos sanguíneos o las afecciones de la glándula tiroides. Utiliza pequeñas cantidades de material radiactivo, por ejemplo de lutecio 177 o itrio 90, que se introducen en el organismo por una cavidad corporal, en forma intravenosa, oralmente o por otras vías de administración, y que luego se dirigen a las distintas partes del cuerpo u órganos que requieren tratamiento. El material radiactivo utilizado para el tratamiento se elige teniendo en cuenta sus propiedades isotópicas o químicas, ya que algunas partes del cuerpo absorben ciertos isótopos de manera considerablemente más eficaz que otras, lo que permite a los médicos llegar a esas áreas específicas durante el tratamiento.

Por ejemplo, un paciente con una afección tiroidea puede ser sometido a una terapia con yodo radiactivo, utilizando yoduro de sodio 131. Para ello, el paciente tiene que ingerir una pequeña cantidad de yoduro de sodio 131, que luego



Diagnóstico por imágenes: una imagen de PET-TC detecta las concentraciones de radiofármacos en el organismo de una paciente y revela un área del cuerpo que requiere un examen médico más a fondo.

(Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)

pasa al torrente sanguíneo en el tracto gastrointestinal y termina concentrándose en la glándula tiroides, cuya absorción del yodo 131 es miles de veces superior a la del resto del organismo. Una vez en la tiroides, el yodo 131 comienza a destruir las células cancerosas de la glándula, que son las más activas, eliminando así las células que causan la enfermedad.

Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

SIETE COSAS QUE HAY QUE SABER SOBRE LOS RADIOISÓTOPOS

1. ¿Qué son los radioisótopos?

Cada elemento atómico sabe exactamente cuántos protones y neutrones necesita tener en su centro (núcleo) para ser estable (para permanecer en su forma elemental). Los radioisótopos son elementos atómicos que no tienen la proporción correcta de protones y neutrones como para permanecer estables. Con un número desequilibrado de protones y neutrones, el átomo emite energía en un intento de volverse estable¹.

Por ejemplo, un átomo de carbono estable tiene seis protones y seis neutrones. El carbono 14, su isótopo inestable (y, por consiguiente, radiactivo) tiene seis protones y ocho neutrones. El carbono 14 y todos los demás elementos inestables se denominan radioisótopos.

Este movimiento hacia la estabilidad, que entraña la emisión de energía desde el átomo en forma de radiación, se conoce como decaimiento radiactivo.

Esta radiación se puede rastrear y medir, lo que hace que los radioisótopos sean muy útiles en la industria, la agricultura y la medicina.

2. De dónde vienen los radioisótopos? ¿Cómo se fabrican?

Existen tanto radioisótopos naturales como radioisótopos hechos por el hombre. Pero para uso médico sólo empleamos los producidos mediante reactores nucleares y ciclotrones², porque son fáciles de fabricar, tienen las características necesarias para la imagenología y típicamente tienen períodos de semidesintegración mucho más cortos que sus hermanos naturales.

El período de semidesintegración es el tiempo necesario para que el radioisótopo decaiga a la mitad de su actividad original, lo que nos indica el tiempo que durará. Los radioisótopos con períodos de semidesintegración muy largos son más estables y, por tanto, menos radiactivos. Los períodos de semidesintegración de los radioisótopos

utilizados en medicina oscilan entre algunos minutos y algunos días.

Por ejemplo, el rubidio 82, que se usa para la imagenología de perfusión miocárdica, tiene un período de semidesintegración de 1,26 minutos, mientras que el yodo 131, que se usa en el tratamiento y las pruebas de diagnóstico de tiroides, tiene un período de semidesintegración de ocho días. En total, existen alrededor de 1 800 radioisótopos y aproximadamente 50 se usan en medicina.

3. ¿Cómo usamos los radioisótopos en medicina?

Algunos radioisótopos emiten radiación alfa o beta, que se utiliza para tratar enfermedades como el cáncer.

Otros emiten radiación gamma y/o de positrones, que se utiliza en conjunción con potentes escáneres y cámaras* médicos para tomar imágenes de procesos y estructuras en el interior del cuerpo y para el diagnóstico de enfermedades. Los radioisótopos tienen diversos usos en los entornos hospitalarios (clínicos). Se usan para tratar las enfermedades tiroideas y la artritis, para aliviar el dolor de artritis y el dolor asociado al cáncer de hueso, y para tratar los tumores de hígado. En la braquiterapia para el cáncer, una forma de radioterapia interna, se usan radioisótopos para tratar el cáncer de próstata, mama, ojo y cerebro. También son muy eficaces para el diagnóstico de la aterosclerosis coronaria y la necrosis de miocardio.

En medicina, dos de los radioisótopos más comúnmente utilizados son el tecnecio 99m y el yodo 131. El tecnecio 99m, un emisor gamma, se usa para la formación de imágenes del esqueleto y el miocardio, en particular, pero también del cerebro, la tiroides, los pulmones (perfusión y ventilación), el hígado, el bazo, el riñón (estructura y velocidad de filtración), la vesícula biliar, la médula ósea, las glándulas salivales y lagrimales, acumulación de sangre en el corazón y las infecciones, así como para otros numerosos estudios médicos especializados. El yodo 131 es ampliamente utilizado para tratar la hiperfunción de la glándula tiroides, el cáncer de tiroides y la formación de imágenes de la tiroides. Es un emisor beta, por lo cual es útil para uso terapéutico³. Los radioisótopos también se usan en la investigación médica para estudiar el funcionamiento normal y anormal de los sistemas y aparatos orgánicos. También puede ser útil en las investigaciones para desarrollar medicamentos.

**Entre estos potentes aparatos de imagenología se incluyen las cámaras de tomografía computarizada por emisión de fotón único y de tomografía por emisión de positrones, que suelen utilizarse con escáneres de tomografía computarizada e imagenología por resonancia magnética.*

¹ También existen isótopos estables, pero estos trascienden el ámbito del presente artículo.

² Un ciclotrón es una máquina compleja que acelera partículas cargadas en un espacio vacío, desde el centro hacia fuera siguiendo una trayectoria en espiral. Durante el proceso de aceleración, las partículas cargadas adquieren una energía considerable. Las partículas cargadas energizadas interactúan luego con materiales estables que se interponen en su camino. La interacción transforma los materiales estables en radioisótopos útiles para fines médicos que se utilizan para fabricar radiofármacos.

³ Asociación Nuclear Mundial | Los radioisótopos en la medicina www.world-nuclear.org/info/Non-Power-Nuclear-Applications/Radioisotopes/Radioisotopes-in-Medicine

4. ¿Por qué usamos radioisótopos en medicina? ¿Qué tienen de especial?

Los radioisótopos son especiales porque ciertos órganos del cuerpo tienen maneras únicas de responder a distintas sustancias. Por ejemplo, la tiroides absorbe yodo, más que cualquier otra sustancia química, de modo que el radioisótopo yodo 131 se usa ampliamente en el tratamiento del cáncer de tiroides y la imagenología de tiroides. De forma similar, otros órganos, como el hígado, el riñón y el cerebro, captan y metabolizan sustancias químicas radiactivas específicas. Pero para que los radioisótopos lleguen al órgano deseado, en la mayoría de los casos necesitan ser transportados a costas de otra cosa (una molécula biológicamente activa). Por ejemplo, para que el tecnecio 99m llegue a los tejidos cardíacos a fin de diagnosticar enfermedades del corazón, suele adherirse a seis moléculas de metoxi-isobutil-isonitrilo.

Las formulaciones de moléculas marcadas con radioisótopos (denominadas radiofármacos) se inhalan, ingieren o inyectan para ayudar a los médicos a medir el tamaño y el funcionamiento de los órganos, detectar alteraciones y dirigir el tratamiento a una zona concreta.

Los radioisótopos también son especiales porque su empleo proporciona a pacientes y médicos la opción de utilizar técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas en vez de las operaciones quirúrgicas a gran escala mucho más arriesgadas, con un difícil período de recuperación, que se hacían en el pasado para tratar la mayoría de las afecciones. Los radioisótopos permiten el tratamiento selectivo de todos los focos visibles e invisibles de enfermedad existentes en el cuerpo.

5. ¿Son los radioisótopos peligrosos para los pacientes?

Los radioisótopos que se administran a los pacientes durante el diagnóstico o el tratamiento decaen y enseguida se vuelven elementos estables (no radiactivos), al cabo de minutos u horas, según su período de semidesintegración, o se eliminan del cuerpo rápidamente.

Los médicos eligen para su utilización los radioisótopos que tienen el período de semidesintegración y la energía adecuados a fin de obtener el mejor tratamiento, diagnóstico o información posibles sin dañar en forma alguna el tejido normal de los órganos. Por ejemplo, el tecnecio 99m tiene un período de semidesintegración de seis horas y emite 140 keV (kiloelectronvoltios) de energía, que es un valor muy bajo e insuficiente para causar daño a los pacientes.

Los médicos también son muy cuidadosos con respecto a la cantidad de radioisótopos que administran a los pacientes, para aplicar la mínima dosis de radiación que asegure la obtención de imágenes de calidad aceptable.

Se emplean radioisótopos de período corto y muy corto al objeto de reducir al mínimo la ya de por sí pequeña dosis de radiación que el paciente recibe a través del uso de radiofármacos.

6. ¿Son peligrosos para el público los radioisótopos que el paciente tiene en su interior?

El personal médico sigue reglas estrictas y está adiestrado para asegurar que los pacientes a los que se administran dosis terapéuticas de radioisótopos (solo se administran para el tratamiento del cáncer y otras clases de tratamiento, **nunca** para el diagnóstico) se mantengan aislados en sus habitaciones de hospital hasta que la exposición de los trabajadores y el público a la radiación del paciente se reduzca a un nivel seguro. Los enfermeros, médicos y camilleros encargados de su atención también mantienen una distancia segura durante cualquier interacción y llevan dosímetros personales que registran las dosis de radiación que reciben en el trabajo para asegurar que no excedan de un límite especificado, que está muy por debajo del umbral de seguridad.

Ni bien los radioisótopos decaen a un nivel en el cual la exposición a la radiación es suficientemente baja, los pacientes quedan libres para retomar su vida normal y volver a su rutina habitual.

7. Si se advierte al personal médico que mantenga una distancia, ¿por qué entonces están estos tratamientos permitidos para los pacientes?

En el tratamiento del cáncer, los pacientes se benefician de las propiedades de la radiación. El procedimiento está justificado para quienes lo necesitan. Todo se trata de la "justificación", un concepto clave en medicina nuclear. Justificación significa que el beneficio resultante del uso de la radiación debe ser mayor que el eventual daño al paciente. Y, para alguien que tiene cáncer, la utilización de un radioisótopo de período corto durante el tratamiento podría significar la cura del cáncer o la prolongación de su vida. Los trabajadores de la atención de salud están adiestrados en las prácticas clínicas para gestionar adecuadamente la exposición mientras asisten a los pacientes sometidos a radioterapia. Por tanto, estos tratamientos suelen tener justificación tanto a los ojos del paciente como de su médico.

Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

VISTO POR DENTRO

Uso de radiofármacos para detectar y combatir enfermedades ocultas en el cuerpo humano



Una operadora observa el interior de un contenedor blindado mientras prepara radiofármacos para el envasado en viales de vidrio.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

La idea de poder determinar con precisión la localización y el tamaño de una masa cancerosa oculta en el organismo de un paciente habría sido impensable hace 100 años, o incluso menos. Hoy día, con ayuda de aparatos de escaneo especiales, los médicos pueden utilizar medicamentos radiactivos, conocidos como radiofármacos, para dar un vistazo por dentro al cuerpo humano, y esos medicamentos pueden emplearse también para tratar numerosas enfermedades. En la medicina nuclear, los radiofármacos cumplen una función esencial en la aplicación de procedimientos mínimamente invasivos de diagnóstico, tratamiento y manejo de muchas enfermedades, especialmente del cáncer, así como en el alivio del dolor causado por algunos tipos de cáncer.

Qué son los radiofármacos

Los radiofármacos son medicamentos que contienen sustancias radiactivas denominadas radioisótopos. Los radioisótopos son átomos que emiten radiación en forma de rayos gamma o partículas. En algunos casos, los radiofármacos utilizan radioisótopos que emiten una combinación de esos tipos de radiación.

Los radioisótopos empleados en los radiofármacos pueden producirse irradiando un blanco específico dentro de un reactor nuclear de investigación o en aceleradores de partículas, como los ciclotrones¹. Una vez producidos, los radioisótopos se adhieren a ciertas moléculas, en función de sus características biológicas, que pasan así a constituir los radiofármacos.

Cómo operan los radiofármacos y cómo se utilizan en la medicina

Cuando un médico decide utilizar radiofármacos en un paciente con fines de diagnóstico y/o de tratamiento, estos medicamentos se administran generalmente por inyección,

¹ Un ciclotrón es una máquina compleja que acelera partículas cargadas en un espacio vacío, desde el centro hacia fuera, siguiendo una trayectoria en espiral. Durante el proceso de aceleración, las partículas cargadas adquieren una energía considerable. Estas partículas cargadas energizadas interactúan luego con materiales estables que se interponen en su camino. La interacción transforma los materiales estables en radioisótopos útiles para fines médicos, que se utilizan para fabricar los radiofármacos.

por vía oral o a través de una cavidad corporal. Dentro del cuerpo, las diferentes características físicas y propiedades biológicas de los radiofármacos los hacen interactuar con distintas proteínas o azúcares, o adherirse a ellos. Esto, a su vez, hace que los fármacos tiendan a concentrarse más en determinadas partes del cuerpo, según las características biológicas de esas zonas. Por consiguiente, los médicos pueden determinar con precisión el destino de esos medicamentos en el cuerpo seleccionando diferentes tipos de radiofármacos.

Por ejemplo, ya existen varios radiofármacos que se acumulan preferentemente en los tejidos cancerosos y que constituyen instrumentos eficaces para diagnosticar y tratar ciertos tipos de cáncer. Algo parecido ocurre con otros radiofármacos.

En algunas horas o en pocos días, el radiofármaco se disipa hasta alcanzar niveles indetectables y/o se elimina y desaparece completamente del organismo.

Para el diagnóstico por imagen

Para hacer un diagnóstico por imagen, el médico selecciona un radiofármaco con un radioisótopo que emite rayos gamma o unas partículas denominadas positrones, que pueden detectarse utilizando una cámara gamma o un escáner. Estos aparatos detectan dónde está concentrándose y emitiendo radiación el radiofármaco, y transforman esta información en imágenes bidimensionales o tridimensionales que indican la localización y el tamaño del órgano o tejido de interés, incluidas las lesiones cancerosas. El diagnóstico por imagen se utiliza ampliamente y en forma rutinaria en cardiología y para los trastornos de la glándula tiroidea, y muchas otras partes del cuerpo (como el hígado, los riñones, el cerebro o el esqueleto) también se examinan con ayuda de radiofármacos de diagnóstico.

Además de su uso para reunir información precisa sobre el tamaño, la forma y la localización de diversos órganos y tumores, los radiofármacos y el diagnóstico por imagen se emplean también para obtener información funcional sobre diversos sistemas del organismo. Por ejemplo, la imagenología cardíaca permite evaluar las funciones y la capacidad del corazón, observar el bombeo de la sangre a través de él y examinar el órgano para detectar la presencia de tejido muerto o dañado. Es la prueba diagnóstica de uso más frecuente que ayuda a los médicos a administrar a los pacientes con cardiopatías un tratamiento adecuado en tiempo oportuno y a hacer un seguimiento periódico de su salud. En el caso de los pacientes con cáncer, la imagenología utilizada a intervalos regulares permite determinar la respuesta del tumor al tratamiento y observar al paciente a fin de detectar cualquier reaparición del cáncer y administrar un tratamiento a tiempo para evitar que se siga desarrollando.



Los radiofármacos empleados para el diagnóstico por imagen emiten pequeñas cantidades de radiación que se consideran de beneficio neto para el paciente. Las dos tecnologías de imagenología que se asocian principalmente con los radiofármacos son la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT), para detectar la radiación gamma, y la tomografía por emisión de positrones (PET), para detectar los positrones. Cuando la PET y la SPECT se utilizan en combinación con la tomografía computarizada tradicional, que es otro tipo de tecnología de escaneo, la radiación emitida por los radiofármacos puede detectarse con una exactitud extrema.

El radiofármaco más utilizado para la SPECT contiene tecnecio 99m. Este se emplea en más del 80 % de los procedimientos diagnósticos de la medicina nuclear, sobre todo para el escaneo del corazón y de los huesos. El tecnecio 99m se obtiene a partir de su radioisótopo padre, el molibdeno 99, mediante un sistema generador. El tecnecio 99m puede adherirse a diversas moléculas a fin de producir varios radiofármacos diseñados para actuar en determinados órganos o contra enfermedades específicas.

En el caso de las PET, el radiofármaco más utilizado es la fluorodesoxiglucosa (FDG) con flúor 18, un análogo de la glucosa que contiene el radioisótopo flúor 18 y que es absorbido más rápidamente por las células cancerosas, sumamente activas, que por las células sanas. El flúor 18 se produce bombardeando átomos de oxígeno 18 con protones de alta energía en un ciclotrón, que es un tipo de acelerador de partículas. El flúor 18 se adhiere luego a diversas moléculas para producir varios radiofármacos aptos para las PET de órganos y trastornos específicos.

Para aplicaciones terapéuticas

Una vez que se ha hecho el diagnóstico, la terapia con radiofármacos puede ser, en algunos casos, el mejor tipo de tratamiento. Los médicos eligen los radiofármacos



Los médicos administran al paciente un radiofármaco, que luego es detectado por un escáner. El análisis de las imágenes producidas por el escáner permite a los médicos determinar la línea de acción adecuada para el paciente.

(Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)

terapéuticos porque contienen radioisótopos que emiten una radiación de partículas suficientemente potente para destruir las células enfermas. La terapia con radiofármacos para el control y el tratamiento de enfermedades se basa en la eficacia con que el radiofármaco se concentra en el tejido u órgano que se ha de tratar, lo que a su vez depende de la forma en que interactúa con el organismo. Los radiofármacos seleccionados se administran en dosis más altas, para hacer llegar las dosis de radiación previstas a las partes del cuerpo en que radica el problema.

Por ejemplo, el yoduro de sodio 131 radiactivo, en forma de yodo, es un radiofármaco de uso común en el tratamiento del cáncer de tiroides, puesto que los

científicos han determinado que prácticamente todo el yodo de la sangre se acumula en la glándula tiroides. Esto significa que, cuando un médico administra una dosis de yoduro de sodio 131, la tiroides absorbe casi todo el fármaco y el resto del organismo no experimenta prácticamente ningún efecto. Una vez absorbida en la tiroides, la alta dosis de yodo radiactivo emite una radiación que destruye las células de la glándula y, de esa forma, las células cancerosas. No existe una terapia convencional que pueda reemplazar el uso del yoduro de sodio 131 para el tratamiento de los cánceres de tiroides o de la hiperactividad de la glándula.

Del mismo modo, el radio 223, otro isótopo emisor de partículas, se utiliza en forma de cloruro de radio para tratar eficazmente los cánceres óseos debidos a un cáncer de próstata avanzado, y aumenta las tasas de supervivencia.



La radiación liberada por un radiofármaco se detecta con un aparato especializado, capaz de producir imágenes de este tipo. Esta imagen diagnóstica muestra los resultados de una SPECT-TC de una paciente con inflamación grave en la cadera izquierda causada por una esclerosis. (Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)

El OIEA y la radiofarmacia

Mediante proyectos, programas y acuerdos, el OIEA ayuda a sus Estados Miembros a desarrollar sus capacidades en la esfera de la radiofarmacia. El OIEA presta asistencia en el desarrollo de los recursos humanos, por ejemplo mediante becas y visitas de expertos, y ofrece equipo, transferencia de tecnología, cursos de capacitación e instrumentos didácticos. También ha elaborado documentos de orientación que indican detalladamente los requisitos que han de cumplirse para establecer instalaciones de producción de radiofármacos que sean seguras y fiables. La finalidad de estas actividades es ayudar a garantizar que los radiofármacos cumplan sistemáticamente con las normas de calidad exigidas para una práctica segura y fiable de la medicina nuclear.

Investigación y desarrollo: Mediante los proyectos coordinados de investigación (PCI) del OIEA, los Estados Miembros pueden impulsar su labor de investigación y desarrollo de radiofármacos y centrarse en los aspectos que los expertos han definido como beneficiosos. Ello puede ayudar a promover los intercambios de conocimientos científicos y técnicos y estimular el progreso de la radiofarmacia y, más en general, de las tecnología y aplicaciones nucleares.

Por ejemplo, un PCI sobre la imagenología de los ganglios linfáticos centinela ha permitido recientemente desarrollar un radiofármaco que ha demostrado ser muy eficaz para rastrear la propagación del cáncer por el sistema linfático. De igual modo, un PCI sobre los nuevos radiofármacos con flúor 18 y galio 68 ha facilitado la colaboración entre centros de excelencia y centros que están desarrollando esos radiofármacos por primera vez. Estos ejemplos ilustran los tipos de resultados que se pueden lograr con los PCI.

Creación de capacidad: Una parte importante de la labor del OIEA consiste en ayudar a los Estados Miembros a aumentar su capacidad en muchas esferas relacionadas con la energía nuclear. A través de los proyectos de cooperación técnica (CT) del OIEA, los Estados Miembros reciben el apoyo de expertos para desarrollar su capacidad de utilizar instrumentos nucleares, como los radiofármacos. Un ejemplo reciente es un proyecto de CT encaminado a establecer un importante programa de capacitación basado en métodos de aprendizaje electrónico para tecnólogos en radiofarmacia y radiofarmacéuticos, mediante la coordinación de instituciones académicas y organizaciones científicas profesionales.

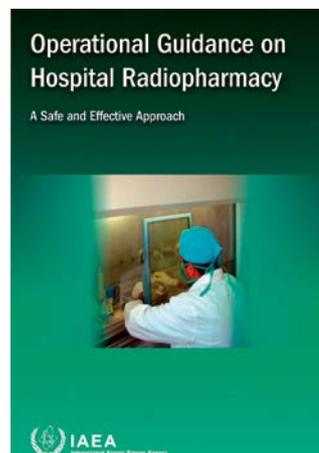
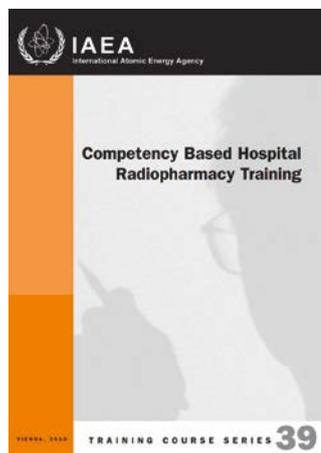
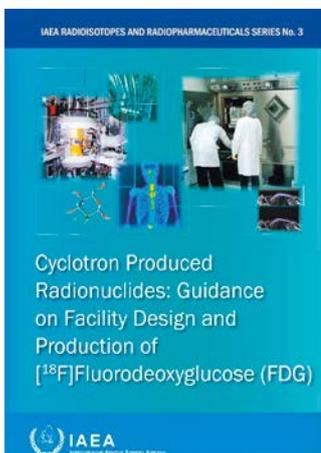
Normas de seguridad: Para el OIEA, la seguridad de los pacientes, el personal, la población y el medio ambiente reviste la máxima importancia. El Organismo ha producido varias publicaciones y directrices para los Estados Miembros que trabajan en la esfera de la radiofarmacia. La finalidad es proporcionar a los Estados Miembros directrices sobre las normas de seguridad que han de cumplirse para garantizar la seguridad, calidad y eficacia de los radiofármacos.



Tras la administración de un radiofármaco, una PET-TC detecta la radiación emitida por el medicamento y la imagen diagnóstica correspondiente muestra que el paciente tiene cáncer de pulmón y metástasis en el ganglio linfático cercano al corazón.

(Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)

Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, en colaboración con la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación, Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA



El OIEA produce publicaciones y directrices relacionadas con la radiofarmacia.

UNA VISIÓN MÁS CLARA DE LA IMAGENOLÓGÍA MÉDICA

Las enfermedades pueden asumir todo tipo de forma y manifestación, y algunas son más fáciles de detectar que otras. Las manifestaciones externas evidentes, como las erupciones y las verrugas, son fáciles de descubrir, pero para otras enfermedades y afecciones se necesita más información. Afortunadamente, los médicos especialistas en medicina nuclear pueden hoy utilizar una amplia gama de técnicas y tecnologías modernas de imagenología y diagnóstico para detectar un variado espectro de enfermedades.

SPECT, PET, MRI, TC, ecocardiograma, fluoroscopia - la lista de técnicas de diagnóstico es larga, pero ¿qué es exactamente cada una de ellas?

Las técnicas de imagenología pueden dividirse en dos categorías básicas: las que simplemente muestran la anatomía, que constituyen la radiología, y las que estudian la fisiología, o el funcionamiento del organismo, conocidas con el nombre de imagenología funcional. En este artículo se presentan los componentes de las dos disciplinas de la imagenología y se describe el funcionamiento de algunas de las técnicas más comunes.

Radiología

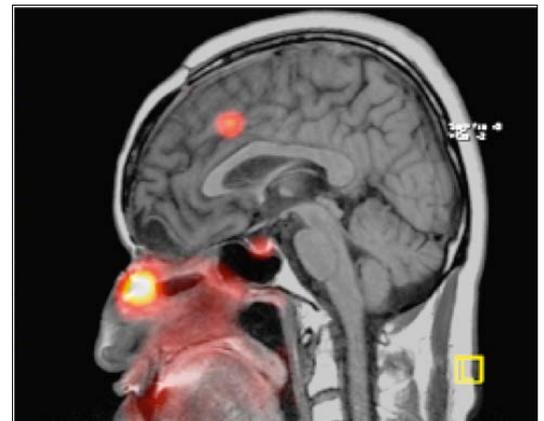
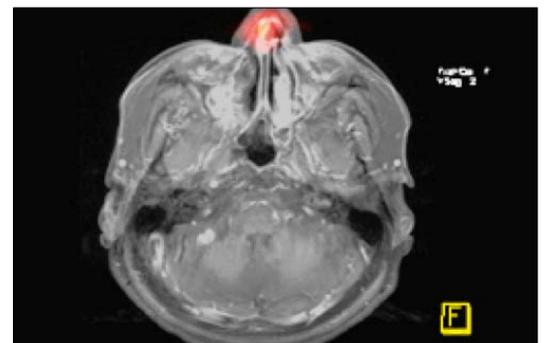
Radiografía de rayos X

Esta es probablemente la tecnología de obtención de imágenes con la que la mayoría de las personas está familiarizada. Funciona de manera similar a como se produce una sombra. La parte del cuerpo del paciente que se ha de examinar (un brazo fracturado, por ejemplo) se coloca frente a un detector de rayos X y se ilumina con un generador de esa radiación. Los rayos X que pasan a través del paciente son absorbidos de manera diferente según la densidad y composición de esa parte del cuerpo. Los huesos y los músculos no absorben los rayos X con la misma eficiencia. Algunos rayos llegan al detector y contribuyen a crear una imagen. La técnica de imagenología en que los rayos X producen imágenes y videos en tiempo real se denomina fluoroscopia.



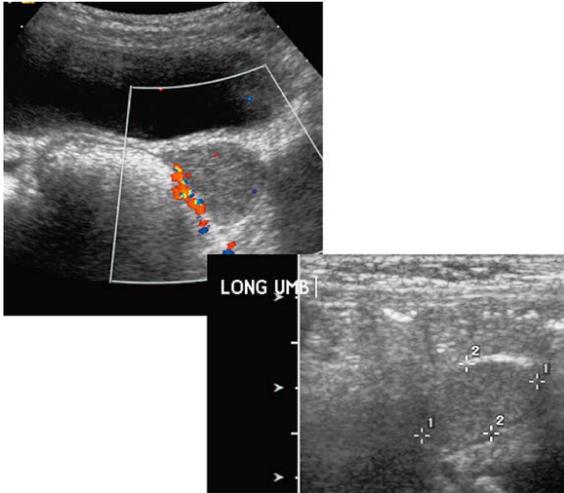
MRI

La obtención de imágenes por resonancia magnética se basa en el uso de un imán muy potente. El imán crea un pulso magnético que alinea las moléculas de agua en el cuerpo del paciente. Cuando el pulso se interrumpe, las moléculas se relajan y vuelven a su estado anterior, lo que a su vez produce una señal que es detectada sin que se genere radiación ionizante. La señal se detecta mediante instrumentos de alta sensibilidad, y la información resultante puede transformarse en una imagen. Modificando la intensidad y el ángulo de los campos magnéticos se pueden diferenciar los distintos tipos de tejido, lo que permite a los médicos visualizar tejidos que normalmente son demasiado blandos para poder ser observados por otros medios.



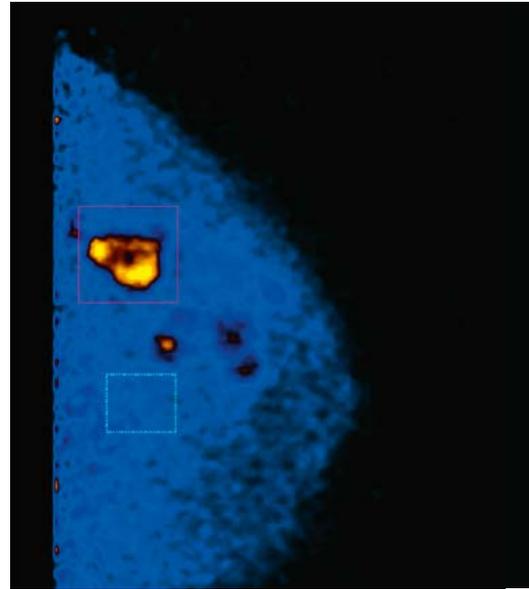
Ecocardiograma

Un ecocardiograma es un sonograma o imagen por ultrasonido del corazón y no genera radiación ionizante. Se obtiene dirigiendo al corazón una señal de ultrasonido (una onda sonora con una frecuencia más alta que la de los límites superiores de la audición humana) y captando la onda que rebota en los tejidos o los huesos mediante un sensor. Sobre la base de la frecuencia del sonido y del tiempo que tarda en volver, es posible crear una imagen del corazón del paciente.



PET

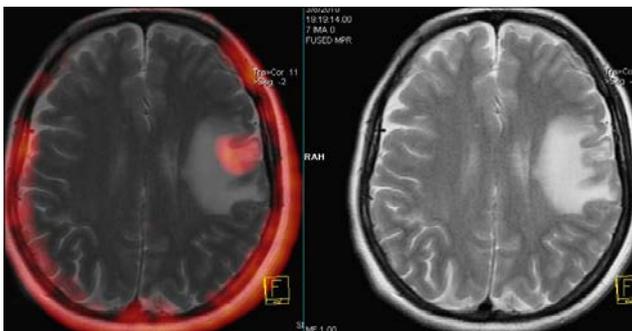
La tomografía por emisión de positrones funciona de la misma forma que la SPECT, pero utiliza radioisótopos que se desintegran aún más rápido y producen dos rayos gamma que se mueven en direcciones opuestas. Esto permite obtener una visión desde múltiples ángulos, y posibilita la elaboración de una imagen en tres dimensiones de la zona o el órgano afectado.



Imagenología funcional

SPECT

La tomografía computarizada por emisión de fotón único es una técnica de obtención de imágenes que utiliza una cámara giratoria para detectar la radiación gamma emitida por un radioisótopo emisor de rayos gamma que se inyecta en las venas del paciente. Diferentes radioisótopos se concentran en distintos órganos o partes del cuerpo y revelan la forma o función del área estudiada; esta información es captada por una cámara, y un computador reconstruye luego una imagen. Los radioisótopos utilizados tienen períodos de semidesintegración breves, de modo que no permanecen largo tiempo en el organismo.



CT

La tomografía computarizada por rayos X crea una imagen haciendo girar en torno al paciente una fuente de rayos X y un sensor situado en el lado opuesto. Al atravesar el cuerpo del paciente, los rayos X se desvían y se modifican. Estos pequeños cambios son detectados por el sensor y transformados en una imagen. Las imágenes resultantes son "cortes" transversales del cuerpo, que permiten a los médicos crear reconstrucciones tridimensionales del paciente y sus órganos internos.



Michael Amdi Madsen, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA
(Imágenes: E. Estrada Lobato/OIEA)

GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y LA PRECISIÓN DE LA MEDICINA RADIOLÓGICA

La labor de los físicos médicos



Físico preparando un simulador o modelo de cabeza para las mediciones de los resultados de un aparato de diagnóstico por imagen.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

¿Qué riesgos conlleva en medicina nuclear y radiología la realización de un procedimiento sin la asistencia de un físico médico cualificado y sin las directrices adecuadas?

- El paciente podría recibir una dosis incorrecta, lo que podría comprometer el éxito del tratamiento médico o la calidad del diagnóstico;
- el personal médico y el público podrían correr peligro de exposición a la radiación;
- en casos extremos, el procedimiento podría dar lugar a un accidente importante.

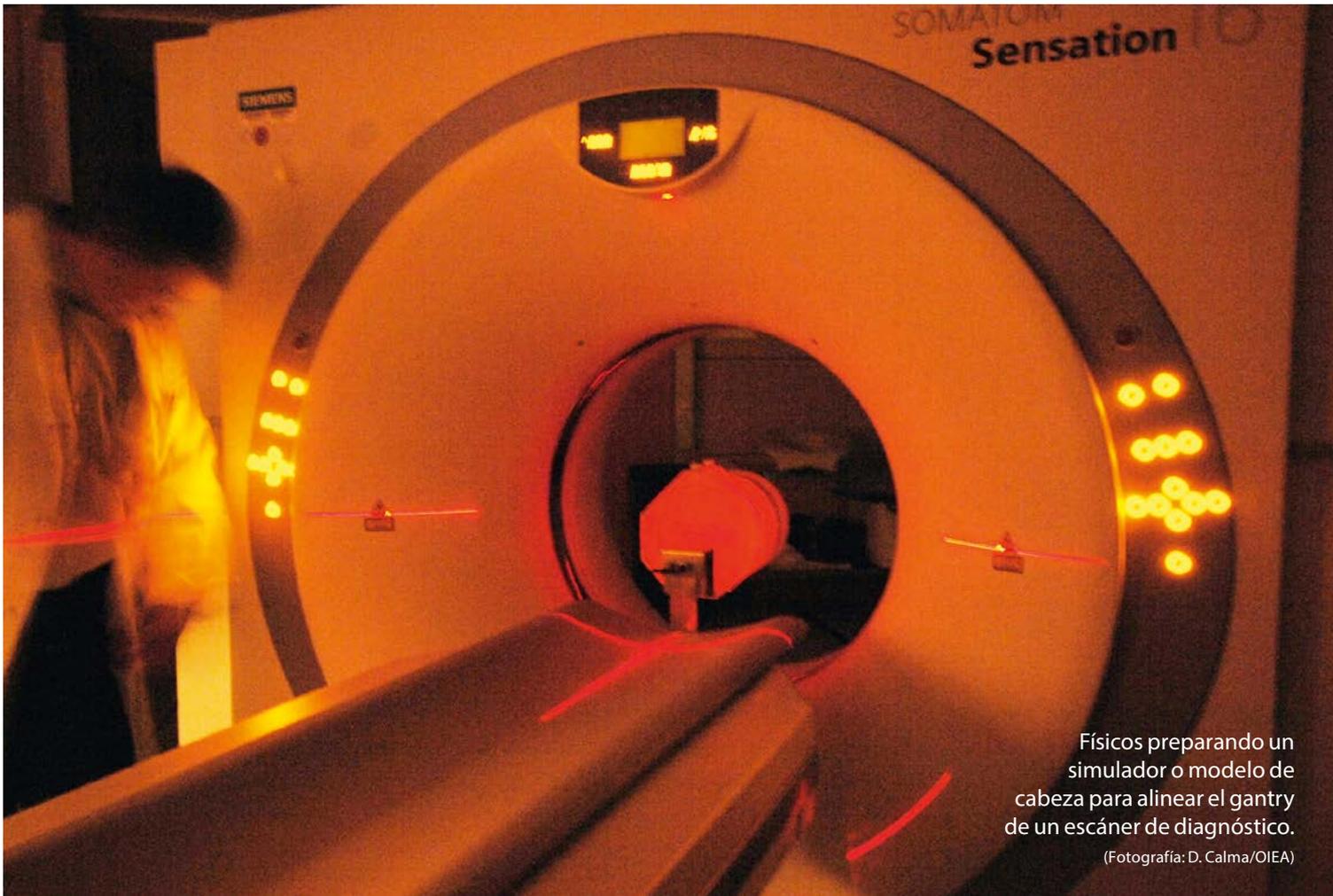
Más de 10 000 hospitales de todo el mundo utilizan radioisótopos en la medicina, que en casi un 90 % de los casos se emplean en procedimientos de diagnóstico. Las tecnologías de medicina nuclear para el tratamiento y el diagnóstico por imagen de afecciones como el cáncer o las enfermedades cardiovasculares se desarrollan constantemente y se utilizan en los sistemas de atención de salud a escala mundial.

Los procedimientos de imagenología como la imagenología híbrida, que combina la tomografía por emisión de positrones y la tomografía computarizada (PET-TC), es decir, tecnologías de medicina nuclear y radiología, permiten mejorar la detección de las enfermedades y el establecimiento de la fase en que

estas se encuentran al ofrecer información anatómica y funcional, facilitando un diagnóstico preciso y un tratamiento rápido. No obstante, la utilización de la radiación en la imagenología y el tratamiento solo podrá optimizarse y ser eficaz si los sistemas de atención de salud cuentan con profesionales cualificados dotados de los conocimientos y competencias necesarios para garantizar que la aplicación de la radiación con fines médicos sea eficaz y segura, de modo que no haya una posible sobreexposición.

Esa es exactamente la función de los físicos médicos. Los físicos médicos son profesionales sanitarios con formación teórica y práctica especializada en los conceptos y las técnicas de la física aplicada a la medicina que garantizan el cumplimiento riguroso de los procedimientos de protección radiológica durante el diagnóstico y el tratamiento. Asimismo, velan por que los utensilios específicos y el instrumental especializado se utilicen con precisión en todas las disciplinas de la medicina radiológica. Forman parte de un equipo multidisciplinario encargado de diagnosticar y tratar a los pacientes con radiación ionizante y no ionizante, y contribuyen a asegurar un servicio de gran calidad en hospitales y clínicas.

Los físicos médicos desempeñan un papel fundamental en los sistemas de atención de la salud. A las tareas básicas relacionadas con la atención al paciente se suman otras



Físicos preparando un simulador o modelo de cabeza para alinear el gantry de un escáner de diagnóstico.

(Fotografía: D. Calma/OIEA)

de gran importancia relacionadas con los procedimientos técnicos que contribuyen a la seguridad de los pacientes y del personal, y también al funcionamiento rentable de la instalación de irradiación. Estos procedimientos consisten, entre otras cosas, en:

- definir las especificaciones técnicas del equipo nuevo para que responda a los requisitos clínicos del servicio y garantizar que, el equipo recién instalado, proporcione durante toda su vida útil las prestaciones previstas;
- garantizar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios;
- desarrollar y establecer sistemas de gestión de la calidad con respecto a la utilización de las fuentes de radiación en el tratamiento médico y emplear instrumentos especializados para el control de calidad;
- colaborar con otros profesionales clínicos para poner en práctica y supervisar la aplicación de procedimientos clínicos nuevos o complejos;
- capacitar al personal encargado de las cuestiones de protección radiológica para garantizar que se llevan a cabo procedimientos seguros y correctos.

Los físicos médicos desempeñan una importante función en el cumplimiento del mandato que emana del artículo II del Estatuto del OIEA: "El Organismo procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero". El OIEA lleva mucho tiempo prestando apoyo a los físicos médicos tanto de forma indirecta, a través de la publicación de documentos de orientación, como directa, mediante su programa de cooperación técnica, que fomenta el conocimiento y respalda la creación de capacidad en materia de física médica en los Estados Miembros.

La aplicación de la radiación ionizante con fines médicos ha gozado de reconocimiento y justificación durante varios decenios, aunque conlleva riesgos. Dado que el paciente es el factor principal en todo procedimiento de diagnóstico y tratamiento médico, para la utilización segura y eficaz de la radiación se precisan profesionales médicos capacitados, como los físicos médicos, a fin de proporcionar diagnósticos y tratamientos rápidos, y de contribuir con eficiencia a los sistemas de atención de la salud de los países.

Aabha Dixit, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS

Incorporación de conceptos avanzados de



1 En el decenio de 1960 se estableció en Chile un laboratorio de producción de radioisótopos y radiofármacos para actividades de investigación. Desde 1967 hasta enero de 2012, se dedicó a la fabricación de radioisótopos y radiofármacos para diagnóstico y tratamiento médicos. En 2012 se inició la modernización del diseño y la tecnología de la instalación en el marco del proyecto de cooperación técnica del OIEA "Modernización del Laboratorio de Producción de Radioisótopos del Centro de Estudios Nucleares La Reina mediante la incorporación de conceptos avanzados de seguridad y buenas prácticas de manufactura" (CHI4022).

2 La modernización del laboratorio estaba justificada por la necesidad de mejorar las estructuras de protección radiológica y la limpieza de grado farmacéutico y cumplir las normas nucleares y sanitarias. Ello incluía la renovación de las pequeñas ventanas de vidrio al plomo, de los telemanipuladores (mecanismos manuales para la manipulación a distancia de materiales radiactivos peligrosos por los trabajadores) antiguos y las ocho celdas calientes del laboratorio. Las celdas calientes son cámaras de contención blindadas diseñadas para proteger a los trabajadores cuando trabajan con materiales radiactivos. Es esencial que las celdas estén bien construidas para asegurar elevadas normas de seguridad.



3 El edificio se demolió parcialmente a fin de construir nuevas paredes y losas de refuerzo que pudiesen soportar el peso de las celdas calientes nuevas. Se contrató una empresa especializada para construir los pilares de hormigón. Esta fase de la construcción incluyó también el montaje de la estructura de sustentación de los ladrillos de plomo.

4 La estructura de sustentación de las celdas calientes se fabricó con placas de acero soldadas y atornilladas entre sí y ancladas al suelo. Las paredes exteriores e interiores de las celdas calientes se construyeron con ladrillos de plomo. El plomo es el material preferido para construir celdas calientes porque es de alta densidad y capaz de bloquear la radiación nociva.

ÓTOPOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES LA REINA EN CHILE

de seguridad y buenas prácticas de manufactura



5 Las celdas calientes para producir radiofármacos de tecnecio 99m y yodo 131 se construyeron con ventanas de vidrio al plomo y marcos de enclavamiento para montar los telemanipuladores. El OIEA suministró las ventanas de vidrio al plomo y los telemanipuladores, que fueron instalados por técnicos que trabajaron en colaboración con personal de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).



6 Se instalaron paredes y puertas de plomo para garantizar la seguridad de la “zona caliente” de la instalación, el área donde están los materiales radiactivos. La “zona caliente” también es el área en la que se ponen las materias primas radiactivas y de la que se sacan, tras el procesamiento en celdas calientes, los productos terminados (es decir, los radiofármacos).



7 Las celdas calientes nuevas para la fabricación de tecnecio 99m cumplen los requisitos pertinentes de las buenas prácticas de manufactura. Para el exterior de la celda se usó acero inoxidable y las paredes, el suelo y el techo reúnen las condiciones de limpieza farmacéutica requeridas. Al final del corredor, una trampilla de transferencia (ventana) conecta con otro laboratorio en el que se produce yodo 131.



8 Con las nuevas celdas calientes se instaló un sofisticado sistema de ventilación con prefiltrado, filtros de alta eficiencia (HEPA) y filtros de carbón activo, diseñado con un sistema de doble filtro para aumentar la seguridad.

Texto: Silvia Lagos Espinoza, CCHEN; fotografías: CCHEN.

RADIOFÁRMACOS PARA EL MANEJO EFICAZ DEL CÁNCER EN FUNCIÓN DEL COSTO



El Director General Adjunto del OIEA y Jefe del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, Aldo Malavasi (izquierda), y João Alberto Osso Junior, Jefe de la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación de la División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA (derecha), en la tercera reunión para coordinar las investigaciones sobre el desarrollo de radiofármacos para PET basados en galio 68 para el manejo del cáncer y otras enfermedades crónicas

(Fotografía: C. Gravino/OIEA)

La búsqueda de procedimientos científicos rápidos y precisos que puedan hacer una representación del cuerpo humano para el diagnóstico exacto y el tratamiento rápido de enfermedades como el cáncer ha estado presente en la agenda mundial desde hace tiempo. Entre las técnicas médicas desarrolladas está la singular aplicación de la tecnología nuclear mediante el uso de radiofármacos.

Los radiofármacos son radiotrazadores utilizados en pequeñas cantidades para componer imágenes de las funciones orgánicas y diagnosticar enfermedades. La radiación que el paciente recibe a través de ellos es muy baja y no invasiva y se considera segura. Sus emisiones pueden detectarse con precisión y producen imágenes útiles con fines de diagnóstico.

Las técnicas de imagenología, como la tomografía computarizada (TC), la imagenología por resonancia magnética (MRI) y la ecografía, pueden delinear gráficamente el funcionamiento fisiológico y la actividad metabólica. Los radiofármacos, en comparación, pueden proporcionar información más específica y detallada sobre el funcionamiento y el metabolismo del organismo.

Los radiofármacos se utilizan comúnmente con un dispositivo de exploración bien establecido, como la tomografía por emisión de positrones (PET). Los radiofármacos para PET convencionales se basan principalmente en el radioisótopo flúor 18. Sin embargo, para producir flúor 18 se requiere un ciclotrón¹ y las instalaciones conexas, cuya construcción es bastante cara y lleva mucho tiempo. Por el contrario, otro radioisótopo apropiado, el galio 68, se obtiene fácilmente mediante generadores de germanio 68/galio 68.

¹ Un ciclotrón es una máquina compleja que acelera partículas cargadas en un espacio vacío, desde el centro hacia fuera siguiendo una trayectoria en espiral. Durante el proceso de aceleración, las partículas cargadas adquieren una energía considerable. Las partículas cargadas energizadas interactúan luego con materiales estables que se interponen en su camino. La interacción transforma los materiales estables en radioisótopos útiles para fines médicos, que se utilizan para fabricar radiofármacos.

El radioisótopo galio 68 tiene propiedades físicas favorables y es significativamente más barato que los radioisótopos fabricados con ciclotrones.

El OIEA se cuenta entre los principales pioneros en el apoyo al desarrollo de tecnología nuclear de vanguardia en el uso de radiofármacos. Del 1 al 5 de septiembre de 2014 celebró en su Sede una reunión para coordinar las investigaciones en el marco de un proyecto coordinado de investigación del OIEA en curso centrado en el desarrollo de radiofármacos de galio 68, en la que participaron 17 instituciones de todo el mundo que trabajan en el desarrollo de radiofármacos de galio 68.

En la reunión se analizaron los resultados obtenidos por varios países y se discutió el plan de trabajo para el siguiente período del proyecto. Se acordó fabricar y ensayar formulaciones químicas de tipo kit, fáciles de usar, con el radioisótopo galio 68 obtenido de un generador de germanio 68/galio 68.

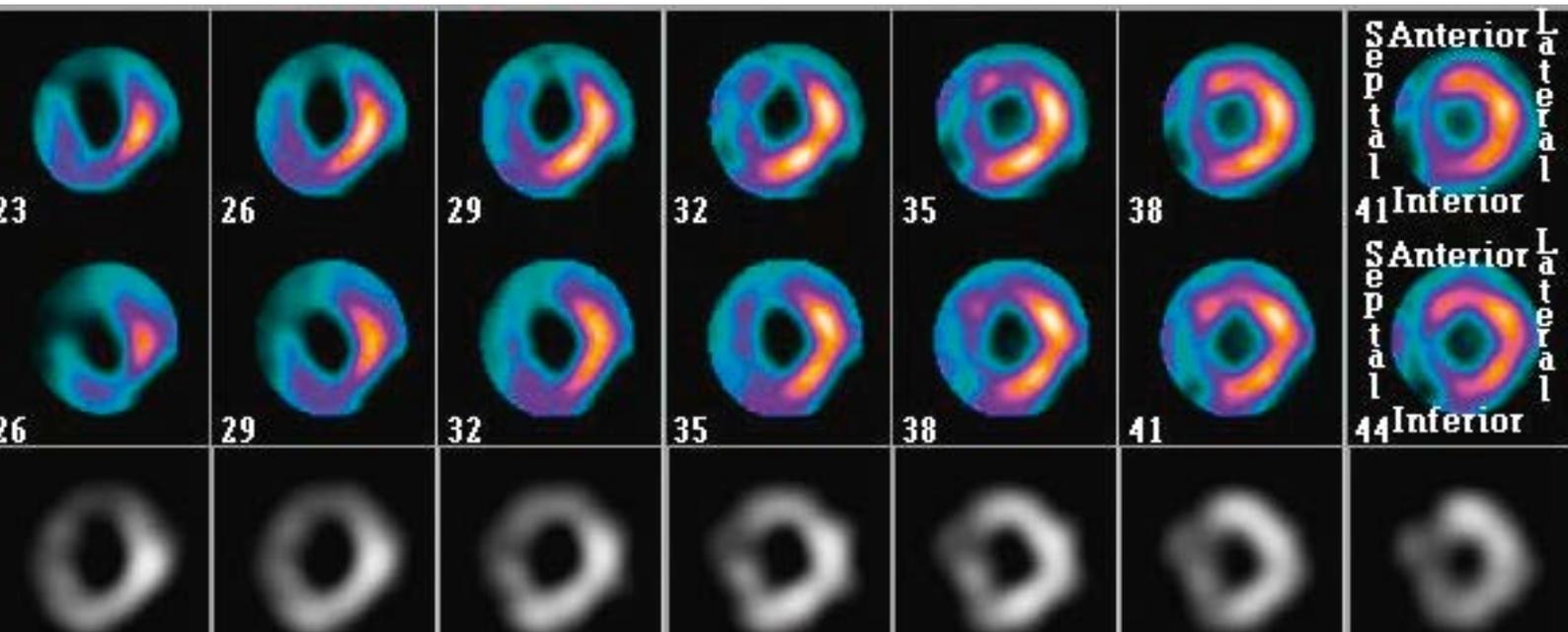
En su alocución de bienvenida, el Director General Adjunto del OIEA y Jefe del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, Aldo Malavasi, destacó la importancia de los radiofármacos de galio 68 como herramienta de diagnóstico en medicina nuclear, y señaló la relevancia de la labor que llevan a cabo los investigadores en este campo.

En particular, fabricar kits listos para ser marcados con el radioisótopo facilitaría su utilización en los dispensarios — dijo el Sr. Malavasi—, y haría que esta técnica nuclear fuese más útil al posibilitar un mejor manejo del cáncer y otras enfermedades.

Hay algunos tipos de cáncer, como los neuroendocrinos, que se diagnostican y monitorizan mejor mediante imágenes obtenidas con radiofármacos de galio 68. Dado que no se necesita tener un ciclotrón cerca, el establecimiento de instalaciones de PET/CT que utilicen radiofármacos de galio 68 podría ser un punto de partida sostenible para que los países de ingresos bajos y medios se inicien en la imagenología médica de estos tipos de cáncer, así como de otras enfermedades infecciosas.

Aabha Dixit, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, en colaboración con la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación, Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA

UNA AYUDA PARA EL CORAZÓN: LA IMAGENOLÓGÍA NUCLEAR



La imagenología de perfusión miocárdica (MPI) revela el grado de irrigación (o perfusión) sanguínea del miocardio.

(Fotografía: E. Estrada Lobato/OIEA)

El OIEA ayuda a combatir las enfermedades cardiovasculares (ECV) prestando asistencia a sus Estados Miembros en el uso de la ciencia y la tecnología nucleares para detectar y monitorizar esas enfermedades. Las técnicas de imagenología nuclear permiten a los médicos ver el cuerpo del paciente por dentro y observar cómo funcionan los órganos sin el riesgo de una intervención quirúrgica.

Las ECV matan por sí solas a más personas que prácticamente cualquier otra causa de mortalidad en el planeta. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que alrededor del 30 % de las defunciones registradas en 2008 se debieron a ECV. Esta cifra va en aumento y, según las estimaciones de la OMS, para 2030 fallecerán anualmente por estas afecciones más de 23 millones de personas. Como parámetro de comparación, esto equivale más o menos a toda la población de un país de tamaño medio.

¿Qué son las enfermedades cardiovasculares?

Las ECV son un grupo de trastornos que pueden afectar al corazón y a los vasos sanguíneos. Abarcan desde las enfermedades que alteran los vasos sanguíneos de determinados órganos o músculos, como la cardiopatía coronaria y la enfermedad arterial periférica, hasta los coágulos sanguíneos, los defectos cardíacos congénitos y el daño al miocardio causado por enfermedades sistémicas como la fiebre reumática. Las ECV son muy variadas y afectan a personas de todas las condiciones sociales. Aunque los ataques cardíacos, los accidentes cerebrovasculares y la hipertensión son afecciones que suelen asociarse

con la alimentación a base de comidas rápidas que es frecuente en los países ricos, o los países con proporciones más altas de personas de edad, la verdad es que más del 80 % de las defunciones por ECV se producen en países de ingresos bajos y medios. Estos son los países que más precisan asistencia.

La imagenología nuclear para las ECV

Los médicos utilizan la imagenología para “ver” por dentro el corazón del paciente y descubrir cómo funciona, y para controlar su estado general y hacer un diagnóstico. Una de las tecnologías de obtención de imágenes que se promueven ampliamente es la imagenología de perfusión miocárdica (MPI). La MPI se aplica inyectando un radiotrazador (un compuesto en que un isótopo estable ha sido sustituido por un radioisótopo que se puede seguir y rastrear dentro del cuerpo) que se acumula en el miocardio del paciente en proporción con el riego sanguíneo de este órgano. El radiotrazador emite pequeñas cantidades de radiación, que se detectan con una cámara sensible

La MPI es una técnica de “salvaguardia” que es relativamente barata, no plantea prácticamente ningún riesgo para la mayoría de la población —no la utilizamos en mujeres gestantes— y nos proporciona mucha información sobre el corazón y su funcionamiento.

y se procesan para producir imágenes. Estas imágenes revelan el grado de irrigación (o perfusión) sanguínea del miocardio. Por lo general, durante el examen el paciente hace ejercicio en una cinta o una bicicleta estática para que aumente el flujo sanguíneo en el corazón y el médico pueda determinar el rendimiento cardíaco durante un esfuerzo físico.

Perspectivas sobre las ECV y la función del OIEA

En octubre de 2014, el OIEA acogió una reunión sobre el examen del diseño de proyectos regionales del programa de cooperación técnica para la región de América Latina. En esa reunión, Fernando Mut, médico especialista en medicina nuclear que trabaja en un hospital de Montevideo (Uruguay), y Amalia Peix, Vicedirectora de Investigaciones en el Instituto de Cardiología de Cuba, expusieron sus puntos de vista personales.

Uruguay

Fernando Mut describió la importante labor que realiza el Organismo con cardiólogos de su país y de otras partes de América Latina, al darles a conocer mejor las técnicas de imagenología nuclear, como la MPI, y ofrecerles capacitación para la adquisición y el uso de esas técnicas. El Sr. Mut ha sido contratado varias veces por el OIEA para impartir formación y ha participado en numerosos cursos de capacitación dictados en toda la región con apoyo del Organismo.



Fernando Mut, médico especialista en medicina nuclear de Montevideo (Uruguay).

El Sr. Mut explicó por qué la MPI se aplica antes que otros procedimientos diagnósticos más complejos y delicados, y por qué, en particular, es una técnica importante en su hospital: “La MPI es una técnica de “salvaguardia” que es relativamente barata, no plantea prácticamente ningún riesgo para la mayoría de la población —no la utilizamos en mujeres gestantes— y nos proporciona mucha información sobre el corazón y su funcionamiento. Hay otras formas de medir el funcionamiento del

corazón; la electrocardiografía (ECG) y la ecocardiografía son tecnologías seguras y no invasivas de uso común. Pero, lamentablemente, no siempre nos dan suficiente información sobre el estado del paciente, y por lo general solo constituyen un primer paso en la detección de una ECV. Otras técnicas de diagnóstico más precisas, como la angiografía (una técnica de obtención de imágenes por rayos X que requiere la introducción de un catéter en una arteria), comprenden un aspecto quirúrgico y, por ende, un riesgo muy pequeño, pero no nulo, por lo que procuramos utilizarlas solo cuando es necesario.”

Cuba

Amalia Peix, Vicedirectora de Investigaciones en el Instituto de Cardiología de Cuba, puso de relieve la capacidad del sistema de atención de salud de su país. Sin embargo, señaló que había obstáculos que impedían un mayor uso de la MPI en Cuba. Estos eran su costo prohibitivo y el bloqueo económico, que dificultaba la importación del equipo.



Amalia Peix, Vicedirectora de Investigaciones en el Instituto de Cardiología de Cuba. (Fotografías: M. Madsen/OIEA).

La Sra. Peix describió el apoyo que el OIEA prestaba al Instituto y se refirió a un proyecto de cooperación técnica del Organismo que se había ejecutado unos seis años antes y que, junto con las contribuciones del Gobierno de Cuba, había permitido reconstruir el departamento de cardiología nuclear del hospital y dotarlo de equipo nuevo y personal cualificado.

“El OIEA organizó dos talleres y adoptó las disposiciones necesarias para que recibiéramos a profesores de cardiología nuclear en visita. Estos nos ayudaron a formarnos y a encontrar buenas cámaras de centelleo.

El OIEA nos brindó también oportunidades de colaborar y compartir experiencias en varias actividades de cardiología nuclear. Nos apoyó en la realización de estudios multicéntricos entre países en desarrollo, y nos ayudó a difundir los beneficios de las técnicas de la medicina nuclear.”

“Los pacientes del Instituto están abiertos a la idea de la medicina nuclear”, señaló la Sra. Peix. “Sin embargo, por lo general solo han oído hablar del uso de la radiación y la medicina nuclear en relación con pacientes con cáncer, y se inquietan un poco cuando les advertimos de que deben mantenerse alejados de los niños en las 24 horas siguientes al procedimiento de MPI. Nosotros les explicamos que el procedimiento no los vuelve radiactivos, y que casi todo el tecnecio (el radioisótopo que marca los compuestos utilizados como radiotrazadores en la MPI) desaparecerá de su cuerpo en un día. El miedo a la radiación se supera fácilmente con ayuda de la educación, y esto es importante, porque las técnicas nucleares son un instrumento fundamental para el diagnóstico y para la determinación de las intervenciones adecuadas contra las ECV.

La función de la educación

La educación y el intercambio de conocimientos son aspectos clave en la lucha contra las ECV, y se están adoptando medidas para difundir las investigaciones más recientes sobre estas afecciones en todo el mundo. En 2013, el Organismo celebró su primera Conferencia Internacional sobre el Empleo de la Imagenología Médica Integrada en Enfermedades Cardiovasculares (IMIC 2013), una conferencia intensiva de cinco días de duración que reunió a 350 participantes procedentes de 91 Estados Miembros para intercambiar conocimientos, experiencias y resultados de investigaciones sobre el tema de las ECV.

En la conferencia se destacó la importancia de poner en marcha una iniciativa mundial para hacer frente al reto que plantean estas enfermedades. Para ello se requeriría la coordinación y la alianza de organizaciones no

gubernamentales internacionales con los gobiernos nacionales, a fin de crear más conciencia, promover activamente la prevención de las ECV y prestar una asistencia eficiente, económica y eficaz en la gestión de estas enfermedades.

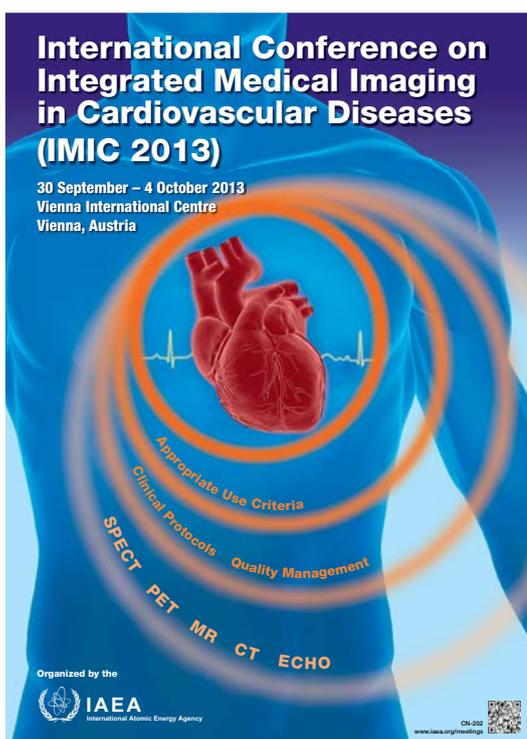
La reunión proporcionó también información sobre la manera en que el OIEA satisface estas necesidades mediante su colaboración con los Estados Miembros y con asociaciones profesionales. Esta colaboración logra sus objetivos suministrando material informativo y didáctico y realizando cursos de capacitación en línea e *in situ*, por medio de proyectos de cooperación técnica y actividades coordinadas de investigación.

Además de contar con la acreditación de la Unión Europea de Médicos Especialistas y de conceder créditos de formación médica continua a los jóvenes médicos que asistieron a ella, la IMIC 2013 sirvió también de plataforma para promover los seminarios web de formación en línea que ofrece el OIEA sobre la MPI y la tomografía computarizada.

Y los cambios en la vida cotidiana

Los avances que se pueden hacer en la lucha contra las ECV con el apoyo del OIEA a la tecnología nuclear y la imagenología tienen un límite, porque el frente en que se libra esta batalla se encuentra en realidad en todas y cada una de las personas que corren el riesgo de contraer una ECV. Aunque para algunas de ellas la enfermedad cardiovascular puede ser inevitable, la mayoría de los casos se pueden prevenir abordando los factores de riesgo y realizando una campaña de prevención. Los estudios han demostrado que el tabaquismo, la inactividad física y la alimentación poco sana pueden aumentar el riesgo de contraer una ECV, pero estos son también factores que pueden controlarse si se adoptan modos de vida adecuados. E incluso en los países que hayan logrado reducir su tasa de ECV, será importante disponer de opciones baratas y eficaces para hacer reconocimientos sistemáticos y monitorizar estas enfermedades; en esta tarea, la imagenología nuclear seguirá siendo un instrumento de gran valor.

Michael Amdi Madsen, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA



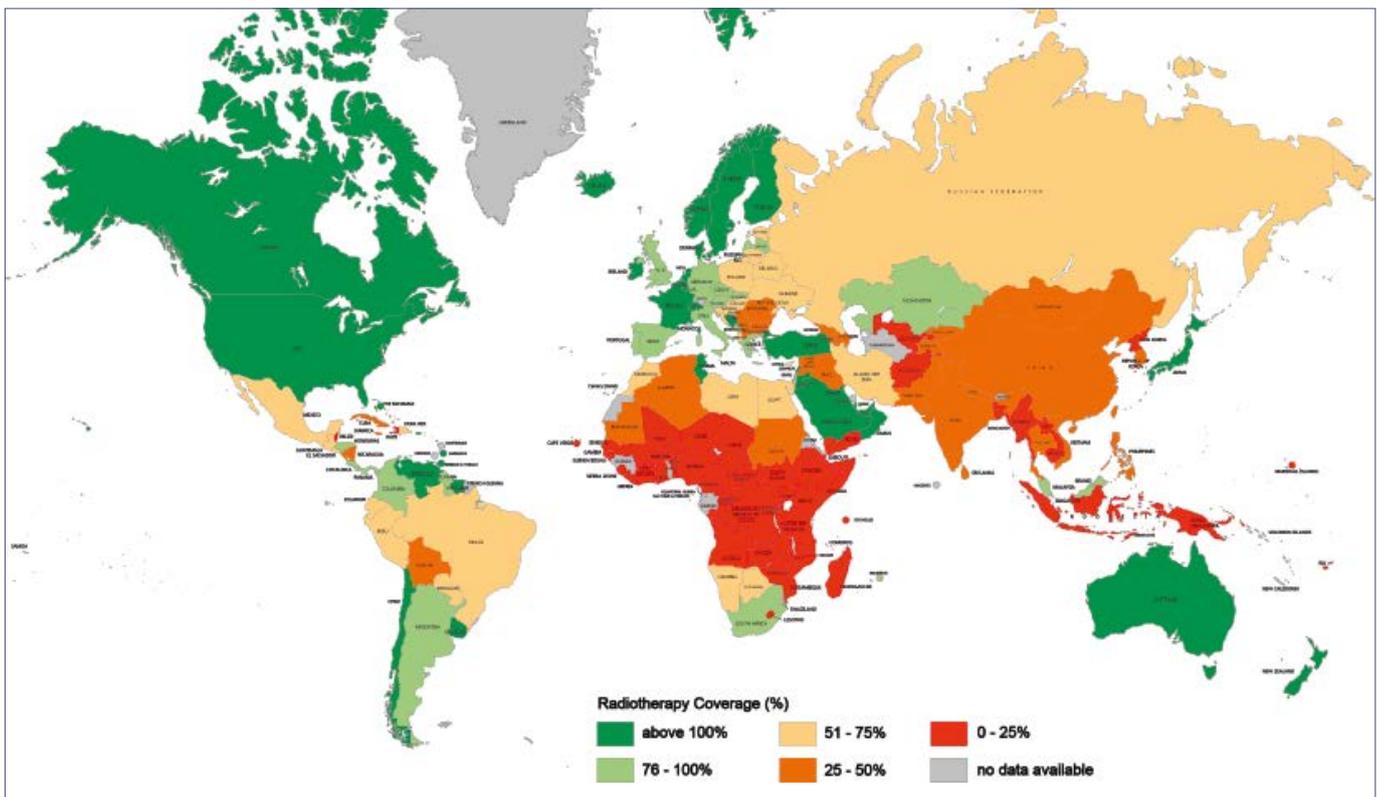
CREAR CONCIENCIA, FORJAR ALIANZAS, MOVILIZAR RECURSOS LA FUNCIÓN DE LA DIVISIÓN DEL PROGRAMA DE ACCIÓN



1 El OIEA, por conducto de su Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer (PACT) y en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) y otras organizaciones que se ocupan de esta enfermedad, se esfuerza por brindar una respuesta mundial coordinada en apoyo de la aplicación de programas nacionales integrales de control del cáncer en sus Estados Miembros de ingresos bajos y medios.

(Fotografía: PACT/OIEA)

2 Más de 30 países del mundo no tienen ningún aparato de radioterapia. El PACT, junto con sus organizaciones asociadas, busca ayudar a los pacientes a conseguir acceso a los instrumentos de diagnóstico que salvan vidas, a un tratamiento adecuado y a una mejor calidad de vida.



PARA EL DIAGNÓSTICO Y EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER: PARA LA TERAPIA CONTRA EL CÁNCER DEL OIEA



- 3 Red de la Universidad Virtual para el Control del Cáncer y de Capacitación Regional (VUCC) es una iniciativa lanzada por el OIEA en 2010, a través del PACT, para ayudar a establecer redes de capacitación y mentoría entre los países de ingresos bajos y medios y dentro de cada uno de ellos. La iniciativa ofrece una plataforma web que pone material didáctico al alcance de las personas que necesitan formación. Hoy día, en Ghana, la República Unida de Tanzania, Uganda y Zambia, la mayoría de las personas con un diagnóstico de cáncer pierde la batalla contra la enfermedad. Para poder ofrecer un control integral del cáncer a sus respectivas poblaciones, estos cuatro países se han propuesto formar a 250 oncólogos, más de 8 000 enfermeras, 2 800 agentes de salud comunitarios y otros profesionales de la salud en el próximo decenio.

(Fotografía: PACT/OIEA)

- 4 Con ocasión de la quincuagésima octava reunión de la Conferencia General del OIEA, el PACT organizó un evento paralelo dedicado a poner de relieve la utilidad de las alianzas estratégicas para la lucha contra la epidemia mundial de cáncer. Asistieron a él el Director General del OIEA, Yukiya Amano, el Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Cooperación Técnica del Organismo, Kwaku Aning, así como distinguidos delegados de los Estados Miembros del OIEA y representantes de organizaciones internacionales.



De izquierda a derecha: Tebogo Seokolo, Representante Permanente de Sudáfrica ante el OIEA, Mitsuro Kitano, Representante Permanente del Japón ante el OIEA, Kwaku Aning, Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Cooperación Técnica, y Yukiya Amano, Director General del OIEA.

(Fotografía: O. Yusuf/OIEA)



5 En 2014, Viet Nam invitó al PACT a realizar una misión integrada (misión imPACT) a su país. La misión evaluó las necesidades de control del cáncer en Viet Nam y la capacidad del país de hacer frente a esas necesidades. Las misiones imPACT constituyen un punto de acceso que permite al OIEA, por conducto del PACT, a la OMS y al CIIC determinar la asistencia que pueden prestar para el desarrollo y la aplicación de un programa integral de lucha contra el cáncer.

(Fotografía: L. Potterton/OIEA)



6 Desde 2004, se han realizado misiones imPACT a más de 60 países. Además, diez Estados Miembros ya han solicitado una misión imPACT para 2015 en apoyo de su labor de lucha contra el cáncer.

(Fotografía: P. Pavlicek/OIEA)



7 En octubre de 2014, el Grupo Asesor sobre la Ampliación del Acceso a la Tecnología de Radioterapia (AGaRT) se reunió en la Sede del OIEA en Viena. El AGaRT es una plataforma que reúne a los usuarios finales de los aparatos de radioterapia de África, Asia y el Pacífico, Europa y América Latina con los principales fabricantes de ese equipo para explorar formas innovadoras de proporcionar soluciones de radioterapia asequibles, sostenibles y adecuadas en entornos de bajos recursos. El AGaRT fue establecido por el PACT en 2009, con apoyo técnico de la División de Salud Humana y la División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA.

(Fotografía: N. Falcon Castro/OIEA)

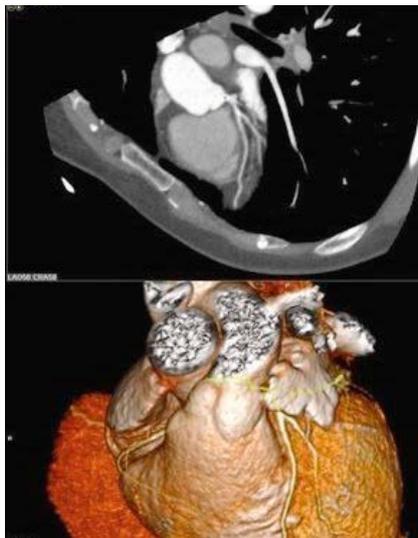


8 La División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA crea conciencia, establece alianzas innovadoras y moviliza los recursos que tanto se necesitan para la lucha contra el cáncer.

Texto: José Otárola-Silesky, División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA

BUENA MEDICINA, BUENA SALUD

El OIEA promueve la protección radiológica de los pacientes y los profesionales de la salud



Paciente bajo un escáner de tomografía computarizada (TC) multicorte (izquierda) que capta imágenes detalladas de su corazón (derecha).
(Fotografía: J. Vassileva/OIEA)

Los usos médicos de la radiación en las tomografías computarizadas, los rayos X, las radioscopias y las tomografías por emisión de positrones son la mayor causa de exposición a fuentes de radiación ionizante fabricadas por el hombre.

Según el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), cada día se efectúan más de 10 millones de procedimientos de radiología de diagnóstico y 100 000 procedimientos de medicina nuclear de diagnóstico. Además, cada año se administran alrededor de cinco millones de tratamientos de radioterapia.

La aplicación de la radiación en medicina es uno de los mayores descubrimientos médicos de los últimos 120 años. Su uso ha mejorado enormemente nuestra comprensión de los procesos y funciones del cuerpo, así como nuestra capacidad de diagnosticar y curar enfermedades.

Pero la exposición médica a la radiación lleva consigo el riesgo de un uso inadecuado.

El OIEA trabaja para promover estrategias y una planificación de la gestión que ayude a proteger a los pacientes, el personal y el público de la exposición innecesaria e involuntaria a la radiación ionizante y fomentar al mismo tiempo la buena medicina y la buena salud.

Llevar la cuenta

En 2012, el OIEA presentó el sistema de Seguridad en Radiooncología (SAFRON), un sistema de presentación

voluntaria de información basado en la web, diseñado para inducir al personal de los centros médicos a detectar las causas de los accidentes y cuasi accidentes en la utilización de la radioterapia para el tratamiento del cáncer en sus centros, con el objetivo de evitar que vuelvan a ocurrir en el futuro. Mediante la recopilación de la información sobre los cuasi accidentes y sucesos, la causalidad y las medidas correctivas, las instalaciones de radioterapia pueden desarrollar un sistema más seguro para evitar o reducir la probabilidad de que un suceso ocurra en el futuro.

El SAFRAD (Seguridad en los Procedimientos Radiológicos) es otro sistema de presentación voluntaria de información por el cual se incluyen en una base de datos internacional los informes y datos pertinentes sobre las dosis de los pacientes cuando estos son sometidos a niveles de activación definidos u ocurre un suceso mientras son sometidos a un procedimiento de diagnóstico o de intervención por radioscopia. El objetivo primordial del sistema es de naturaleza académica. Se considera que seguir el proceso de utilización del sistema SAFRAD da de por sí como resultado un aumento de la seguridad y la calidad del servicio.

Asimismo, el OIEA encabeza la iniciativa "SmartCard/ SmartRadTrack", por la que se desarrollan metodologías para hacer el seguimiento de la exposición a la radiación de pacientes individuales a lo largo de su vida, independientemente del país y la instalación a la que acudan en busca de atención médica. El proyecto pretende crear conciencia sobre la exposición a la radiación debida a procedimientos médicos recibida a lo largo de la vida y ayudar a los médicos que tratan a un paciente a confirmar si es necesario efectuar otro procedimiento y a abstenerse de repetir procedimientos innecesariamente.

En el marco del Plan de Acción Internacional para la Protección Radiológica de los Pacientes, un documento de orientación aprobado por los órganos rectores del OIEA en 2002, el Organismo proporciona normas y capacitación, facilita el intercambio de conocimientos, ofrece asistencia técnica directa y fomenta la sensibilización para mejorar la atención al paciente. En 2013 se publicó el Llamamiento de Bonn, una declaración de posición conjunta del OIEA y la Organización Mundial de la Salud sobre el fortalecimiento de la protección radiológica, en el que se señalaron las responsabilidades y se sugirieron prioridades para el próximo decenio en relación con la protección radiológica en medicina.

La “Campaña triple A” en la protección del paciente: sensibilización, idoneidad y verificación

Por conducto de un programa denominado AAA (del inglés awareness, appropriateness, audit), el OIEA también está trabajando con autoridades locales y ministros de salud para cambiar el enfoque de los médicos sobre la utilización de radiación ionizante en los pacientes.

Sensibilización: el médico o radiólogo debe comprender los riesgos asociados a la exposición de los pacientes a distintas dosis de radiación, ser capaz de evaluar si el estado del paciente y la posible información y los beneficios obtenidos de un procedimiento probablemente compensen este riesgo, y poder comunicar al paciente los riesgos y los beneficios potenciales.

Idoneidad: todo procedimiento en el que se use radiación ionizante debe ser idóneo para obtener la información necesaria a fin de diagnosticar al paciente. Los criterios de indicación, o directrices para la imagenología clínica, son recomendaciones para que el proveedor de atención de salud tome una decisión bien fundada sobre el mejor examen de diagnóstico según el estado del paciente y el equipo disponible. Este también podría ser un examen no ionizante.

Verificación: evaluar la corrección y coherencia con que se están aplicando los principios de sensibilización e idoneidad en el entorno clínico. Los resultados de la verificación deben integrarse en el período operacional del hospital o dispensario.

Justificar y optimizar

Los principios de justificación y optimización son muy importantes cuando se habla de la protección radiológica y la seguridad en la medicina.

La justificación supone calibrar si el procedimiento posiblemente permita hacer un mejor diagnóstico o proporcione la información necesaria sobre el paciente, y si el procedimiento posiblemente vaya o no a causar más bien que mal.

La optimización supone asegurar que el equipo y los procedimientos que se utilicen produzcan imágenes de buena calidad a la vez que transmitan al paciente la menor dosis de radiación posible.

Protección de los trabajadores de la medicina

Según el UNSCEAR, más de 7,4 millones de médicos, técnicos, enfermeros y dentistas participan en actividades relacionadas con el uso de la radiación con fines médicos.

El UNSCEAR señala en un informe que el número de trabajadores ocupacionalmente expuestos en el ámbito de la medicina ha ido aumentando rápidamente con los años y que la exposición ocupacional individual varía ampliamente entre quienes trabajan en la atención médica. Hay ciertos procedimientos médicos con los que el personal médico podría recibir dosis importantes, y la formación de los profesionales médicos en cuestiones de protección radiológica es un problema constante¹.

El OIEA comenzó el proyecto del Sistema de Información sobre Exposición Ocupacional en la Medicina, la Industria y la Investigación (ISEMIR-IC), una base de datos internacional específicamente para instalaciones de cardiología intervencionista que puede utilizarse para reconocer y mejorar la optimización de la protección radiológica ocupacional. Ello se consigue recopilando información sobre las dosis de los trabajadores y los procedimientos utilizados y compartiendo luego la información sobre las mejores prácticas de optimización.

El OIEA también proporciona en su sitio web rpop.iaea.org información detallada sobre la catarata causada por la radiación, que puede ser de interés para el personal que trabaja en procedimientos médicos de intervención que utilizan rayos X.

Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

¹ NACIONES UNIDAS, “Annex B — Exposures of the Public and Workers from Various Sources of Radiation”, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR 2008), Naciones Unidas, Nueva York (2010).

REDUCIR LOS RIESGOS DE LAS FUENTES RADIATIVAS SELLADAS EN LA MEDICINA¹

Las fuentes radiactivas selladas se utilizan comúnmente en diversas aplicaciones médicas con fines tanto de diagnóstico como terapéuticos. Las fuentes que se utilizan en aplicaciones médicas por lo general tienen niveles de radiactividad elevados y, por consiguiente, tienen posibilidades de causar lesiones graves y potencialmente mortales si se usan de manera inadecuada o dolosa, o de suponer un riesgo si se extravían o son robadas.

Entre las fuentes radiactivas selladas que se utilizan para tratar enfermedades están las fuentes de teleterapia, que aplican desde una fuente externa al cuerpo del paciente dosis exactas de radiación en una zona del cuerpo bien definida a fin de tratar el cáncer. Para la teleterapia con fuentes radiactivas selladas generalmente se utiliza cobalto 60 como fuente de radiación, si bien algunos equipos más antiguos pueden utilizar cesio 137. El equipo de teleterapia puede utilizarse de forma segura y eficaz para tratar tumores cancerosos, pero su eficacia depende de una correcta realización de la instalación, la calibración, la revisión y el mantenimiento, y solo debe ser utilizado por personal capacitado y bajo la correspondiente supervisión médica. Asimismo, las fuentes de cobalto 60 necesitan ser reemplazadas regularmente y esta tarea solo puede ser llevada a cabo por un proveedor de fuentes autorizado. La opción preferible para gestionar adecuadamente las fuentes en desuso es devolverlas al proveedor después de cambiarlas. Si ello no es posible, se deben someter a disposición final de acuerdo con los requisitos reglamentarios del país.

Otro uso médico común de las fuentes radiactivas selladas es la braquiterapia, en la cual la fuente radiactiva sellada se pone en contacto directo con el paciente. Se inserta en un tumor ya sea manualmente o bien a distancia mediante equipo especial. La carga a distancia es más frecuente actualmente porque ofrece un riesgo menor de exposición del personal médico a la radiación y reduce el riesgo para los pacientes. Dado que las fuentes de braquiterapia se implantan y posteriormente se quitan, se debe tener cuidado en asegurar que no quede ninguna fuente implantada una vez efectuado el tratamiento.

Según las especificaciones de los fabricantes, algunas fuentes de braquiterapia necesitan ser reemplazadas cada 10 o 15 años. Para ello se requieren no sólo procedimientos adecuados de protección radiológica durante la sustitución y la transferencia, sino también procedimientos e instalaciones adecuados para la disposición final permanente de todas las fuentes de braquiterapia en desuso.

En los últimos años, las fuentes radiactivas selladas también se han utilizado para realizar intervenciones de radiocirugía estereotáctica con un dispositivo

denominado bisturí de rayos gamma para tratar de manera no invasiva tumores y otras alteraciones en el cerebro. El uso de esta tecnología no está muy extendido; en 2012 había solo alrededor de 200 aparatos instalados en todo el mundo. En el aparato hay múltiples fuentes radiactivas selladas de cobalto 60 dispuestas en una matriz circular a fin de concentrar numerosos haces de radiación diminutos en un punto definido del interior del cerebro. Estas fuentes radiactivas selladas deben reemplazarse periódicamente y el procedimiento solo puede ser efectuado por agentes del fabricante capacitados y autorizados. Después de cambiar las fuentes radiactivas, las fuentes gastadas que han sido reemplazadas deben ser devueltas al proveedor o al fabricante o sometidas a disposición final en condiciones de seguridad.

Las fuentes radiactivas selladas también se utilizan en entornos médicos con fines de esterilización; los objetos interpuestos al haz reciben niveles de radiación que inactivan o matan los microorganismos del material irradiado. Este proceso se lleva a cabo habitualmente para la sangre humana utilizada para transfusiones y también puede utilizarse para varios otros fines. Estos irradiadores contienen una fuente de actividad alta de cobalto 60 o cesio 137 en el interior de una vasija fuertemente blindada de alrededor de un metro de diámetro y 1,5 metros de altura, aunque las dimensiones varían de un fabricante a otro.

El objeto a irradiar se coloca dentro de una cámara diseñada a tal fin, la cámara de seguridad, y se dejan las fuentes al descubierto en el interior de la cámara durante el tiempo necesario para alcanzar una dosis de esterilización. El irradiador puede contener varias fuentes individuales en una matriz diseñada para crear un campo de radiación uniforme en la cámara. Después de unos años suele ser necesario cambiar las fuentes. La sustitución de las fuentes solo puede ser efectuada por agentes del fabricante capacitados y autorizados, y las fuentes sustituidas deben devolverse al fabricante para su disposición final.

Prevención de la pérdida y el robo de las fuentes

Aunque la formación adecuada y la experiencia disminuirán el riesgo de exposición a la radiación durante el uso de fuentes radiactivas selladas, la gran mayoría de los incidentes y accidentes graves generalmente están relacionados con dispositivos y fuentes que han sido extraviados o robados. La aplicación de procedimientos y

¹ Reproducido de la publicación *Sealed Radioactive Sources — Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over sealed radioactive sources*, OIEA, octubre de 2013.

buenas prácticas operacionales puede reducir el número de esos sucesos al impedir en primer lugar que la fuente se extravíe o sea robada.

El pequeño tamaño de las fuentes de braquiterapia y la facilidad con que pueden transportarse son importantes para que cumplan la función para la que están destinadas, pero también las hacen más susceptibles de ser extraviadas, puestas en lugares erróneos o robadas. Las máquinas de teleterapia y los irradiadores son aparatos mucho más grandes y es improbable que el aparato entero pueda extraviarse inadvertidamente.

Sin embargo, después de años de estar fuera de uso en una instalación, estos aparatos han llegado a venderse a recicladores de chatarra sin hacer quitar primero la fuente radiactiva sellada. La falta de control en estas situaciones suele ser el resultado de una gestión inadecuada de los registros y el inventario, y los trabajadores olvidan que en el interior del aparato hay una fuente radiactiva sellada. Los aparatos obligatoriamente deben llevar una etiqueta que indique su contenido radiactivo, pero esas etiquetas pueden desprenderse inadvertidamente o quedar ilegibles a consecuencia del uso o el deterioro.

El medio más eficaz para prevenir accidentes o incidentes con fuentes radiactivas selladas es la adopción de hábitos de trabajo y medidas adecuadas que reduzcan la probabilidad de que una fuente se extravíe o sea robada. Las organizaciones y empresas que utilizan fuentes son responsables de adoptar las medidas necesarias para proteger al público, el medio ambiente y a sí mismos durante el trabajo con una fuente radiactiva sellada. Las fuentes que ya no se utilizan deben ser devueltas al fabricante, sometidas a disposición final como desechos radiactivos, si es posible, o acondicionadas para su almacenamiento a largo plazo en condiciones de seguridad con el consentimiento del órgano regulador del país.

La sustancia radiactiva que contiene una fuente está sellada dentro de un contenedor de protección. Estas sustancias radiactivas emiten partículas u ondas energéticas, la denominada radiación ionizante. La radiación de las fuentes se utiliza para un fin determinado: los médicos, para tratar el cáncer; los radiólogos, para comprobar las soldaduras de las tuberías; y otros especialistas, para irradiar alimentos a fin de impedir que se deterioren, por ejemplo.

Los profesionales que trabajan habitualmente con fuentes radiactivas pueden hacerlo en condiciones de seguridad por sus competencias y capacitación y porque conocen bien los elementos de seguridad y el diseño del equipo que utilizan.

No obstante, si estas fuentes se extravían o son robadas, pueden caer en manos de personas que no tengan esa capacitación y conocimientos o que deseen utilizarlas para causar daño intencionadamente. En esas circunstancias, las fuentes radiactivas pueden representar un grave riesgo para quienquiera que se acerque demasiado a ellas, las toque o las recoja, especialmente si están dañadas.

EL OIEA MEJORA LA CAPACIDAD DE SUS ESTADOS MIEMBROS EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA DE TEJIDOS

“TEJIDO: agregado de células, por lo general de un determinado tipo, que, junto con su sustancia intercelular, forma uno de los materiales estructurales de una planta o animal.”

La pérdida de tejido es una de las consecuencias más debilitantes de algunas afecciones médicas, como las quemaduras, el cáncer, la enfermedad cardiovascular y los accidentes traumáticos que provocan la pérdida total o parcial de una parte del cuerpo.

La regeneración del tejido perdido a partir de elementos básicos naturales o sintéticos es actualmente el tratamiento más prometedor.

El OIEA está ayudando a sus Estados Miembros a desarrollar y utilizar la tecnología de ingeniería tisular, un campo relativamente nuevo que se centra en lograr el desarrollo de tejido nuevo a partir ya sea de células troncales o de biomateriales sintéticos (que incluyen polímeros generados a partir de materiales naturales).

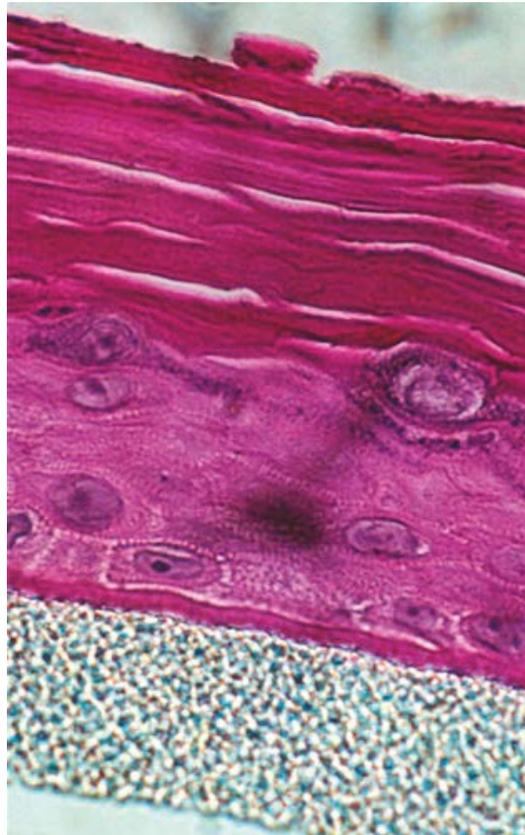
Elementos básicos

Muchos miles de personas sufren cada año alguna forma de pérdida de tejido causada por una enfermedad o una lesión. La mayoría de los países han establecido bancos de tejidos en que se tratan y almacenan tejidos donados (procedentes de cadáveres o de otras fuentes). Pero esos tejidos donados a los bancos son insuficientes en todo el mundo, porque, por motivos religiosos, culturales o sociales, la mayoría de las personas no donan sus órganos, o los órganos de sus parientes, para su uso médico después de la muerte. Además, no siempre existe un programa nacional de inscripción de donantes que facilite la donación o extracción de tejidos.

Por lo tanto, los países consideran ahora que el tejido artificial u obtenido por ingeniería es la mejor solución al persistente problema médico de la pérdida de tejido.

Uno de los primeros pasos en la regeneración de un tejido es la fabricación de un soporte tisular. Los soportes son estructuras con superficies desiguales que promueven el crecimiento celular (las células no crecen sobre superficies lisas) y la migración celular (al igual que a las personas, a las células les gusta moverse e interactuar entre sí).

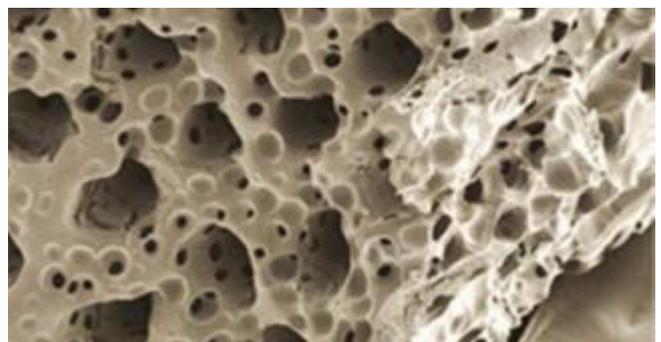
“En las condiciones adecuadas y con la información correcta, las células fabricarán casi cualquier tipo de estructura: un nuevo corazón, un nuevo hueso, medio metro de intestino nuevo, o una parte del hígado”, señala



Capa externa de la piel o epidermis artificial, que se puede utilizar para tratar afecciones como las quemaduras. (Fotografía: MatTek)

Oleg Belyakov, radiobiólogo que trabaja en la Sección de Radiobiología Aplicada y Radioterapia del OIEA.

“Las condiciones adecuadas para el crecimiento celular se refieren al soporte, la temperatura, el microentorno y la microarquitectura. La información correcta puede consistir en pequeños empujes en la buena dirección. Por ejemplo, las células troncales que se emplean en la ingeniería de tejidos necesitan recibir señales de crecimiento de otras células para saber en qué se tienen que convertir, cómo se tienen que diferenciar”, dice Agnes Safrany, radioquímica de la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación del OIEA.

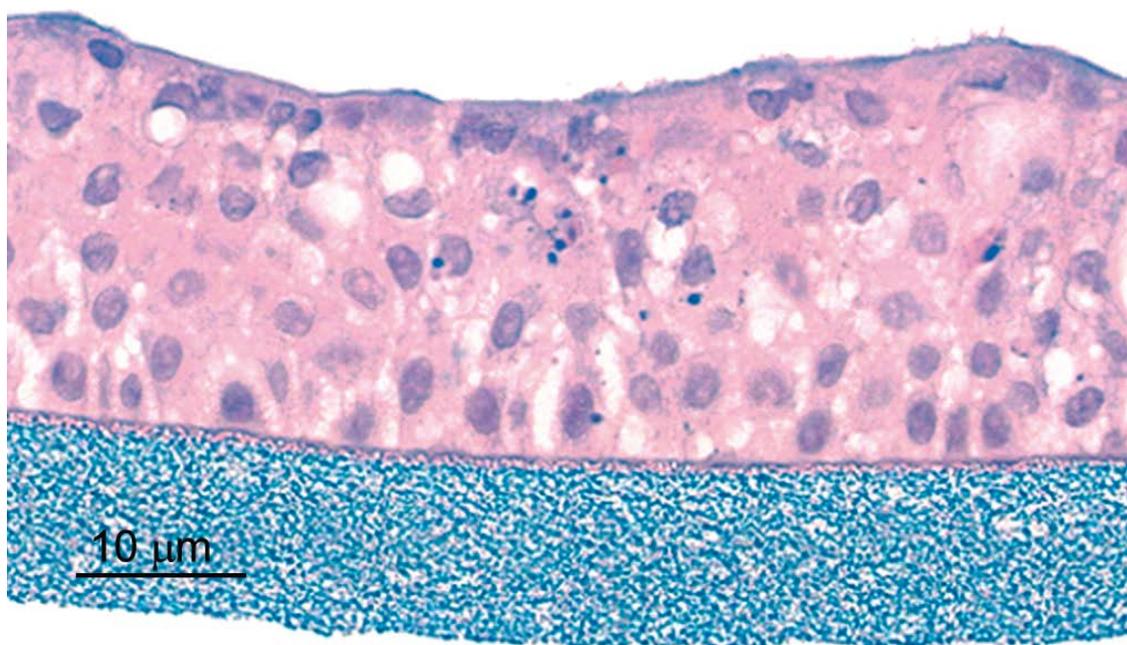


Soporte tridimensional de tejido miocárdico con agujeros de diferentes tamaños para promover el crecimiento de nervios, vasos sanguíneos y otros elementos. El tejido miocárdico artificial o creado por ingeniería se puede emplear para reemplazar las partes necrosadas del corazón.

(Fotografía: PCI F23030 y E31007).

Sistema de tejido humano artificial para el epitelio traqueal/bronquial.

(Fotografía: MatTek)



Los soportes proporcionan el marco para que las células creen las estructuras necesarias, ya sea vasos sanguíneos, válvulas, piel, nervios, cartílago o cualquier otro elemento. Si el soporte tisular no es exactamente como debe ser, las células no establecerán las conexiones adecuadas y el tejido creado morirá.

“Exactamente como debe ser” puede significar que tenga agujeros suficientemente grandes para permitir la migración celular durante las fases iniciales de la creación de tejido, y luego agujeros mucho más pequeños para cuando llegue el momento de crear los nervios y los vasos sanguíneos.

Esta modificación de la forma y estructura del soporte se puede efectuar de manera rápida y eficaz con radiación, sin causar daño al tejido que está creciendo en el interior.

Las tecnologías de la radiación son muy útiles también en otros aspectos de la ingeniería tisular, como los injertos superficiales, en que se utilizan para matar células y formar una “capa alimentadora” para otros tejidos, y la esterilización.

La ingeniería tisular, combinada o no con las técnicas tradicionales de los bancos de tejidos, ofrece la posibilidad de mejorar el resultado del tratamiento médico y reducir la necesidad de material donado esterilizado en el futuro.

Investigación y desarrollo

Este año, el OIEA puso en marcha su proyecto coordinado de investigación (PCI) sobre superficies y soportes instructivos para la ingeniería tisular con ayuda de la tecnología de la radiación, que continuará hasta 2018. La ejecución del proyecto corre a cargo de la División de Salud Humana y la División de Ciencias Físicas y Químicas.

De los 14 Estados Miembros participantes, la Argentina, Bangladesh, el Brasil, Egipto, Eslovaquia, Malasia, México, Portugal, Turquía y el Uruguay tienen una capacidad limitada en esta esfera, mientras que China, los Estados Unidos de América, Polonia y el Reino Unido poseen conocimientos e infraestructura avanzados en ingeniería tisular.

“El PCI está organizado así para que nosotros, y por extensión los Estados Miembros en desarrollo, podamos aprovechar la competencia técnica de los países que están a la cabeza en este campo”, señala Belyakov, el encargado del proyecto. “Nuestro objetivo es ofrecer un foro para la transferencia de conocimientos y tecnología entre las instituciones participantes, y facilitar la formación de una red de diversas disciplinas (como la química, la biología, la física, la ingeniería médica y la ciencia de materiales), así como promover la pronta entrada de los Estados Miembros de ingresos bajos y medios en este campo en rápida evolución.

Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

USO DE LOS MECANISMOS DE GARANTÍA DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA ATENCIÓN DEL PACIENTE

A medida que avanza la tecnología, los aparatos de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, incluidos los dispositivos que emplean radiación ionizante, se vuelven cada vez más complejos y ofrecen imágenes más claras y detalladas de los órganos del cuerpo y un tratamiento más eficaz de enfermedades como el cáncer.

Por ejemplo, los aparatos de radioterapia más modernos permiten a los profesionales médicos configurar mejor los haces de radiación para que ataquen los tumores cancerosos, mejorando así el tratamiento de los pacientes que se someten a radioterapia.

Sin embargo, si estos dispositivos complejos no están bien calibrados o se utilizan incorrectamente, los pacientes pueden recibir dosis equivocadas de radiación ionizante, lo que puede terminar causando a los pacientes y al personal médico un daño que no se debería producir.

El objetivo debería ser administrar la cantidad correcta de radiación para producir imágenes diagnósticas o tratar el cáncer. En ambas situaciones, una cantidad excesiva de radiación puede dañar al paciente, mientras que una cantidad demasiado baja producirá una imagen diagnóstica que no proporcionará suficiente información al médico. En la terapia, una radiación insuficiente no logrará destruir todas las células malignas y el tumor volverá a crecer.

Para abordar los problemas de la sobreexposición y la subexposición a la radiación durante los procedimientos médicos, el OIEA ayuda a los Estados Miembros a alcanzar y mantener normas elevadas de ejercicio profesional mediante la formación teórica y práctica y el establecimiento y aplicación de programas de garantía de la calidad. Los servicios de gestión de la calidad del OIEA, que se prestan principalmente a través del programa de cooperación técnica, permiten al Organismo apoyar a los centros médicos de todo el mundo proporcionándoles instrumentos que pueden utilizar para mejorar el ejercicio de la medicina radiológica.

El Organismo ha elaborado directrices completas que pueden respaldar el proceso de auditoría en todas las disciplinas de la medicina radiológica, a saber, la medicina nuclear (Garantía de calidad en medicina nuclear - QUANUM), la oncología radiológica (Grupo de Garantía de Calidad en Radiooncología - QUATRO) y la radiología de diagnóstico (Garantía de la calidad en radiodiagnóstico - QUADRIL).

QUANUM apoya las auditorías clínicas internas y externas de la medicina nuclear, y alienta a los centros médicos a adoptar una cultura de examen sistemático en que las prácticas y procedimientos se sometan a inspecciones regulares.



Un grupo de físicos examina las mediciones de la radiación efectuadas durante una auditoría QUATRO en Rijeka (Croacia).
(Fotografía: E. Iżewski/ OIEA)

QUATRO se ocupa de las evaluaciones externas de la oncología radiológica, y apunta a lograr mejoras de la calidad mediante un examen completo de los procedimientos, la estructura y el proceso de la radioterapia.

QUADRIL apoya las auditorías clínicas externas de las prácticas radiológicas de diagnóstico, y se concentra en mejorar la calidad de la atención del paciente y la prestación y organización de los servicios clínicos.

Aunque estas directrices de auditoría pueden diferir en los detalles, tienen en común las características básicas y el hecho de que su aplicación corre a cargo de grupos de expertos experimentados en el área correspondiente de la medicina radiológica y su objetivo es la mejora de la calidad. Para ayudar a los auditores en el proceso de auditoría y al mismo tiempo facilitar un proceso de examen independiente, se han elaborado cuestionarios y formularios de informe normalizados y detallados, que se han incluido en las directrices del OIEA.

Este proceso de auditoría es completamente voluntario. Sin embargo, una auditoría clínica completa es el único medio que permite a un centro contar con un examen sistemático de la práctica aplicada y entender lo que es preciso mejorar.

Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

CAPACITACIÓN TRANSCONTINENTAL: EL OIEA PONE EN MARCHA SU PLATAFORMA DE CAPACITACIÓN A DISTANCIA EN LÍNEA (DATOL)



En el evento sobre DATOL celebrado en el marco de la quincuagésima octava reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA, los Estados Miembros tuvieron la oportunidad de conocer este programa de capacitación en línea para profesionales de la medicina nuclear.

(Fotografía: C. Hofilena/OIEA)

En los últimos años se han observado avances notables en la esfera de la medicina nuclear. Centros médicos de todo el mundo han adoptado de forma generalizada técnicas de imagenología híbridas, métodos analíticos innovadores y procedimientos de tomografía computarizada. Asimismo, cada vez se es más consciente de que la gestión y el uso seguros de la radiación en la medicina depende de la presencia de profesionales médicos competentes.

Si bien los Estados Miembros del OIEA han realizado inversiones considerables en medicina nuclear, siguen existiendo lagunas de conocimientos especializados, particularmente en los países de ingresos medianos y bajos. En algunas regiones la disciplina de la medicina nuclear todavía no ha alcanzado la masa crítica necesaria para justificar programas de capacitación específicos. En otras regiones los programas de capacitación existentes no satisfacen las necesidades cambiantes de esta rama de la medicina.

En septiembre de 2014 el Organismo puso en marcha oficialmente la plataforma de capacitación a distancia en línea (DATOL). Para colmar esas lagunas de competencias, se puede acceder a la plataforma a través del Campus de Salud Humana, que es un recurso elaborado por el OIEA para que los profesionales sanitarios encuentren material didáctico profesional organizado y fiable.

DATOL servirá de recurso de información y ofrecerá acceso estructurado a aprendizaje formativo. La finalidad de esta plataforma de capacitación profesional en línea es desarrollar los conocimientos y aptitudes necesarios para que los profesionales de la medicina nuclear realicen estudios de alta calidad y presten servicios médicos seguros y apropiados.

Actualmente el plan de estudios totalmente interactivo de DATOL consta de 39 asignaturas, que representan 900 horas de estudio aproximadamente, y logra un equilibrio entre el conocimiento disciplinario (teoría) y el conocimiento situacional (práctica). Cuando el programa de estudios de DATOL se cursa a tiempo parcial, lo que representa entre cinco y seis horas semanales, se puede finalizar en un período de dos a tres años.

A fin de garantizar que los participantes cultiven las aptitudes correctas, la plataforma de capacitación a distancia emplea procedimientos de evaluación que están normalizados a nivel regional e interregional. Cada una de las casi 40 asignaturas comprende un conjunto de ejercicios para los cuales se han registrado resultados con objeto de verificar que el curso se ha finalizado.

Los orígenes de DATOL

La capacitación a distancia en esta esfera comenzó en forma de introducción en papel a la tecnología de la medicina nuclear.

Los orígenes de DATOL se remontan a un programa que la Universidad de Sydney y la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (ANSTO) introdujeron hace más de 20 años. Juntas diseñaron un aprendizaje a distancia en el que se presentaba a hospitales de Estados Miembros del OIEA una introducción sobre la utilización de la medicina nuclear en el diagnóstico y el tratamiento. Tras sus fructíferos esfuerzos de divulgación, el aprendizaje a distancia se mejoró y transformó en un módulo de aprendizaje electrónico en forma de CD, al que sucedió la actual versión en línea (DATOL).

En la actualidad DATOL es un programa de aprendizaje a distancia en la web armonizado que resulta adecuado para el estudio personal, el desarrollo profesional continuo y la capacitación profesional formal de los especialistas en medicina nuclear. La plataforma ofrece recursos educativos integrales en línea que abarcan conceptos fundamentales y aplicaciones prácticas. Se presta especial atención a las últimas novedades que se han producido en las técnicas de tomografía por emisión, en particular la tomografía computarizada por emisión de fotón único y la tomografía por emisión de positrones. A pesar de que los participantes en DATOL ya ejercen la medicina nuclear, que es un requisito para tomar parte en el programa, este les permite beneficiarse de los instrumentos de capacitación interactivos, las demostraciones visuales y las capacidades de apoyo al alumno, que sirven para mejorar sus conocimientos en la materia.

En el sector médico las técnicas nucleares y radiológicas se utilizan comúnmente para tratar un gran número de enfermedades, que van desde los trastornos infecciosos hasta las enfermedades no transmisibles, como el cáncer y las afecciones cardiovasculares. Hasta la fecha DATOL se ha utilizado para impartir a unos 800 estudiantes capacitación en la detección y el tratamiento de esas enfermedades, principalmente en las regiones de América Latina y Asia y el Pacífico.

Comentarios positivos

Si bien DATOL se puso en marcha hace poco tiempo, ya se han recabado comentarios acerca de la utilidad de este tipo de plataforma de capacitación a distancia. DATOL ha mejorado de forma patente las prácticas de medicina nuclear, especialmente cuando se utilizan las directrices de aplicación recomendadas (que incluyen calendarios y plazos estrictos). Durante los talleres interactivos organizados en apoyo de DATOL, el OIEA recabó comentarios que ponían de manifiesto notables aumentos de los conocimientos, cambios positivos de las actitudes y la adopción de nuevas prácticas cruciales. La existencia del programa de estudios de medicina nuclear en español ha contribuido considerablemente al éxito de las actividades de divulgación destinadas a promover este servicio en línea innovador en América Latina.

La puesta en marcha de la plataforma DATOL representa un hito excepcional y decisivo en la culminación de unos esfuerzos y una planificación importantes, respaldados mediante una serie de proyectos de cooperación técnica (CT) que se han ejecutado a lo largo de los dos últimos decenios. Los objetivos de los proyectos de CT eran elaborar y armonizar progresivamente el programa de estudios y el material del curso de capacitación; mejorar los mecanismos para impartir el módulo de capacitación en línea; y adaptar el curso para adecuarse a los programas de desarrollo profesional de todos los especialistas en medicina nuclear. Los cursos en línea del Campus de Salud Humana se imparten a través de la Ciberplataforma

de aprendizaje para la enseñanza y la capacitación en el ámbito nuclear (CLP4NET) del OIEA, un servicio que a partir de una ventana brinda acceso abierto a una disciplina científica y proporciona tanto módulos de información específicos como capacitación.

DATOL también es el resultado de una colaboración eficaz entre los Estados Miembros del OIEA, el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares y el Departamento de Cooperación Técnica del OIEA, con el apoyo de la Universidad de Sydney, el Colegio Universitario de Londres y la ANSTO.

Poco después de su puesta en marcha en el marco de la quincuagésima octava reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA, se recibieron varias preguntas de Estados Miembros acerca de este programa en línea. La República Islámica de Mauritania y Benin han solicitado recientemente detalles adicionales para conocer mejor DATOL.

Apoyo al mandato del OIEA

En lo que respecta a la salud humana, las necesidades técnicas y de infraestructura vinculadas a la prevención, el diagnóstico y el tratamiento suelen ser complejas y onerosas. El OIEA trabaja para facilitar las iniciativas de los Estados Miembros encaminadas a prestar servicios de medicina nuclear, tal como exige el artículo II del Estatuto del Organismo, según el cual el OIEA procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la salud. Por tanto, la elaboración de programas de capacitación apropiados para la comunidad de la medicina nuclear en su conjunto es uno de los objetivos básicos del OIEA.

DATOL es una expresión de ese mandato y proporcionará información precisa y autorizada que permitirá impartir capacitación y desarrollar las aptitudes de los profesionales de la medicina nuclear de los Estados Miembros del OIEA.

DATOL ha brindado una plataforma de aprendizaje a los países que necesitan apoyo en materia de información médica directa y capacitación que puede ayudar a salvar vidas. Promueve la creación de capacidad de los profesionales de la medicina nuclear de una forma proactiva y eficaz en función de los costos. Ofrece a los que ejercen y enseñan la medicina nuclear una excelente oportunidad de familiarizarse con los nuevos conceptos y las tecnologías existentes en el sector.

Omar Yusuf, Departamento de Cooperación Técnica del OIEA



Una mirada retrospectiva

Aspectos destacados de
la quincuagésima octava
reunión ordinaria de la
Conferencia General del OIEA

22 a 26 de septiembre de 2014



Más de 3000 participantes asistieron a la quincuagésima octava reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA celebrada en la Sede del Organismo del 22 al 26 de septiembre de 2014.

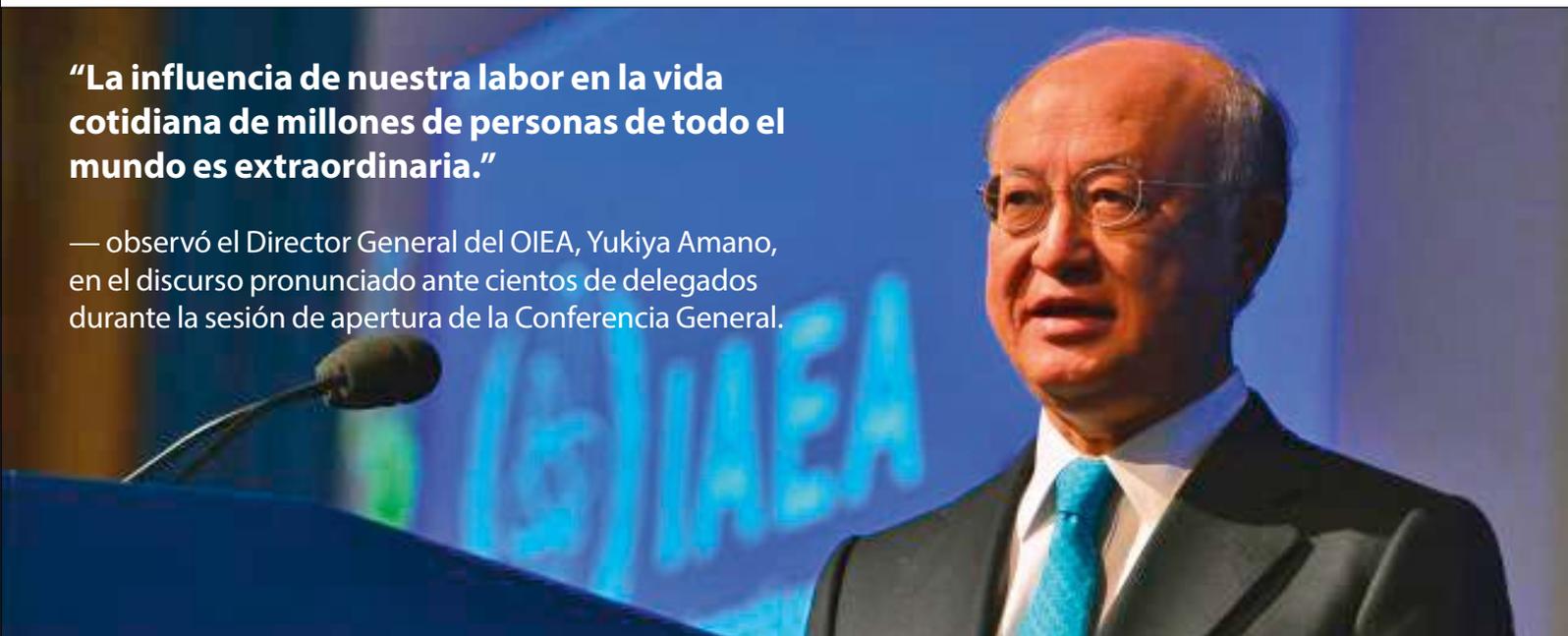
Este evento de cinco días de duración congregó a representantes gubernamentales de alto nivel y otros participantes de los 162 Estados Miembros del OIEA, así como a organizaciones internacionales, medios de comunicación y organizaciones no gubernamentales.

Durante la Conferencia se examinaron el programa y las actividades del OIEA y se aprobó el presupuesto del Organismo para el próximo año. Además, cada año los participantes en la Conferencia General pueden elegir entre los eventos paralelos que se celebran a lo largo de toda la semana y asistir a ellos.



“La influencia de nuestra labor en la vida cotidiana de millones de personas de todo el mundo es extraordinaria.”

— observó el Director General del OIEA, Yukiya Amano, en el discurso pronunciado ante cientos de delegados durante la sesión de apertura de la Conferencia General.



Eventos paralelos de la Conferencia General dedicados a la medicina radiológica y la tecnología de las radiaciones

23 de septiembre de 2014

Reducción de las exposiciones innecesarias a la radiación en medicina: un evento paralelo promueve el enfoque "AAA" para la protección y la seguridad radiológicas de los pacientes

Para reducir el riesgo de que se administren a los pacientes dosis nocivas de radiación ionizante, los expertos han elaborado el enfoque "AAA" (sensibilización, idoneidad y verificación) que, de utilizarse, disminuirá considerablemente el número de procedimientos radiológicos realizados anualmente y asegurará que estos se llevan a cabo velando por el interés superior del paciente.



(Fotografía: S. Henriques, OIEA)

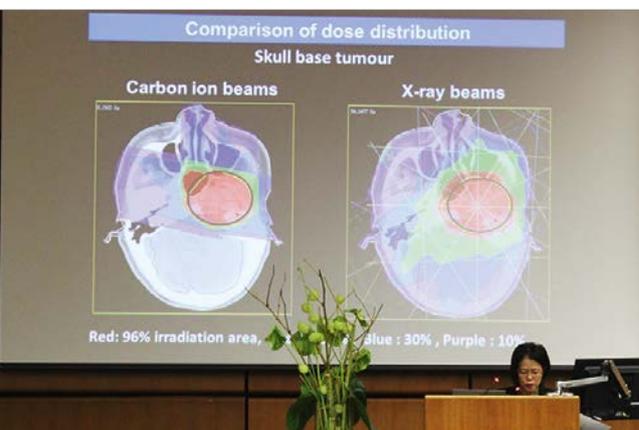
25 de septiembre de 2014



(Fotografía: O. Yusuf/OIEA)

Capacitación transcontinental: el OIEA pone en marcha su plataforma de capacitación a distancia en línea (DATOL)

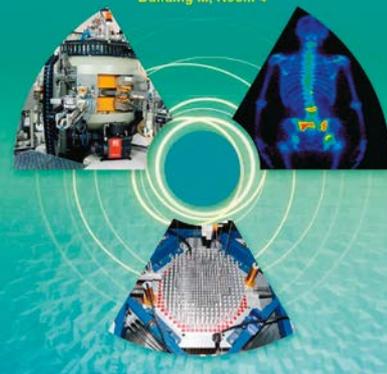
El programa de capacitación a distancia en línea (DATOL) accesible a través del Campus de Salud Humana del OIEA se puso en marcha durante un evento paralelo organizado en el marco de la Conferencia General. Este recurso elaborado por el OIEA proporciona material didáctico para profesionales de la medicina nuclear a fin de colmar las lagunas de competencias y facilitar el desarrollo de los conocimientos y aptitudes necesarios para realizar estudios de alta calidad y prestar servicios médicos seguros y apropiados.



(Fotografía: N. Jawerth/OIEA)

El OIEA acoge un evento sobre el uso de la radioterapia con partículas cargadas para mejorar el tratamiento del cáncer

Hay un nuevo método de radioterapia consistente en administrar partículas cargadas (protones o iones de carbono) a un tumor que puede mejorar el control del crecimiento de los tumores y necesita dosis inferiores de radiación durante el tratamiento del cáncer. "Radioterapia con partículas cargadas para el tratamiento del cáncer: biología y tecnología" fue el tema de un evento paralelo celebrado durante la Conferencia General.



Maneras de evitar la escasez de radioisótopos médicos: desafíos de suministro, iniciativas para mitigar la crisis y soluciones alternativas para obtener el radioisótopo médico molibdeno 99

La escasez inminente de un radioisótopo esencial tendrá repercusiones negativas en los diagnósticos realizados mediante imagenología médica a menos que se encuentren métodos alternativos o elementos de sustitución. El molibdeno 99 se produce generalmente en reactores de investigación. Se trata del isótopo padre del tecnecio 99m, que es un isótopo muy utilizado en medicina nuclear. La situación actual de la producción de molibdeno 99 y las posibles opciones para mitigar la crisis fueron los temas de tres presentaciones realizadas durante el evento paralelo de la Conferencia General titulado “El radioisótopo médico molibdeno 99: desafíos de suministro, iniciativas para mitigar la crisis y soluciones alternativas”.



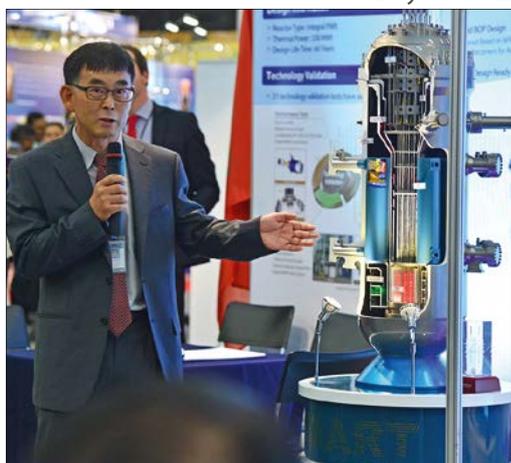
(Fotografías: C. Hofilena/OIEA)



Cambiar vidas: creación de asociaciones para luchar contra el cáncer

En los debates que tuvieron lugar durante el evento paralelo titulado “Creación de asociaciones para luchar contra el cáncer” se prestó especial atención a las asociaciones estratégicas para luchar contra la epidemia del cáncer en países de ingresos medianos y bajos y se instó a desplegar más esfuerzos para combatir una de las amenazas que más peligro suponen para la salud mundial. Nelly Enwerem-Bromson, Directora de la División del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer del OIEA y moderadora del evento, recalcó que para salvar vidas era fundamental llevar a cabo una acción mundial proactiva, estratégica y sostenida con miras a abordar el control y tratamiento del cáncer y de realizar las inversiones necesarias en el futuro con ese fin.

Además de los eventos paralelos relacionados con la medicina radiológica y la tecnología de la radiación, en un gran número de exposiciones y eventos paralelos organizados a lo largo de toda la semana se presentaron actividades y programas especiales que estaban ejecutando departamentos clave de la Secretaría del OIEA y varios Estados Miembros.



Día de clausura, 26 de septiembre de 2014



Durante la sesión de clausura de la Conferencia General los delegados de los Estados Miembros del OIEA tuvieron la oportunidad de participar en votaciones sobre distintos temas relacionados con el Organismo, como las resoluciones destinadas a fortalecer la labor del OIEA en muchas esferas, entre ellas, la ciencia y la tecnología nucleares, la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad física nuclear, las salvaguardias y la cooperación técnica.



Muchos delegados estaban deseosos de participar en la adopción de las decisiones objeto de examen y el importante proceso de votación. Tras votaciones y debates animados, la Conferencia General finalizó el 26 de septiembre de 2014 a última hora de la tarde.

La quincuagésima novena reunión ordinaria de la Conferencia General se celebrará del 14 al 18 de septiembre de 2015.

Compilación de textos: Nicole Jawerth, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA.
Fotografías (a menos que se indique lo contrario): D. Calma/OIEA.

COLABORADORES

Yukiya Amano

Oleg Belyakov

Uday Bhonsle

Comisión Chilena de Energía Nuclear

Eleanor Cody

Harry Delis

Aabha Dixit

Silvia Lagos Espinoza

Enrique Estrada Lobato

Sasha Henriques

Ola Holmberg

Nicole Jawerth

Ralf Kaiser

Ravi Kashyap

Michael Kiza

José Antonio Lozada

Michael Amdi Madsen

Ahmed Meghzi Fene

Fernando Mut

João Alberto Osso Junior

José Otárola-Silesky

Thomas Pascual

Amalia Peix

Gian Luca Poli

Raja Abdul Aziz Raja Adnan

Eduardo Rosenblatt

Dana Sacchetti

Agnes Safrany

Omar Yusuf

International
Conference on

Clinical PET/CT and Molecular Imaging (IPET 2015)

PET/CT in the era of
multimodality imaging and
image-guided therapy

ORGANIZED BY
THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Vienna, Austria
5–9 October 2015

