

Los neutrones salvan vidas

Reactores de investigación para la producción de isótopos de uso médico y radiofármacos

Amirreza Jalilian y Mary Albon

Gracias a la producción eficiente de radioisótopos de uso médico y al desarrollo de nuevos radiofármacos se están logrando mejores diagnósticos y tratamientos más eficaces para muchos tipos de cáncer y otras enfermedades. Esto ha provocado que la demanda de radioisótopos, que se producen principalmente con reactores de investigación o aceleradores, siga creciendo y el número de radiofármacos en el uso clínico esté aumentando con rapidez.

40 países tienen reactores de investigación capaces de producir radioisótopos; de ellos, unos **25** países producen de manera activa radioisótopos para aplicaciones médicas.

“Los radioisótopos de uso médico y los radiofármacos pueden salvar vidas cuando se preparan y administran correctamente”, señala Melissa Denecke, Directora de la División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA.

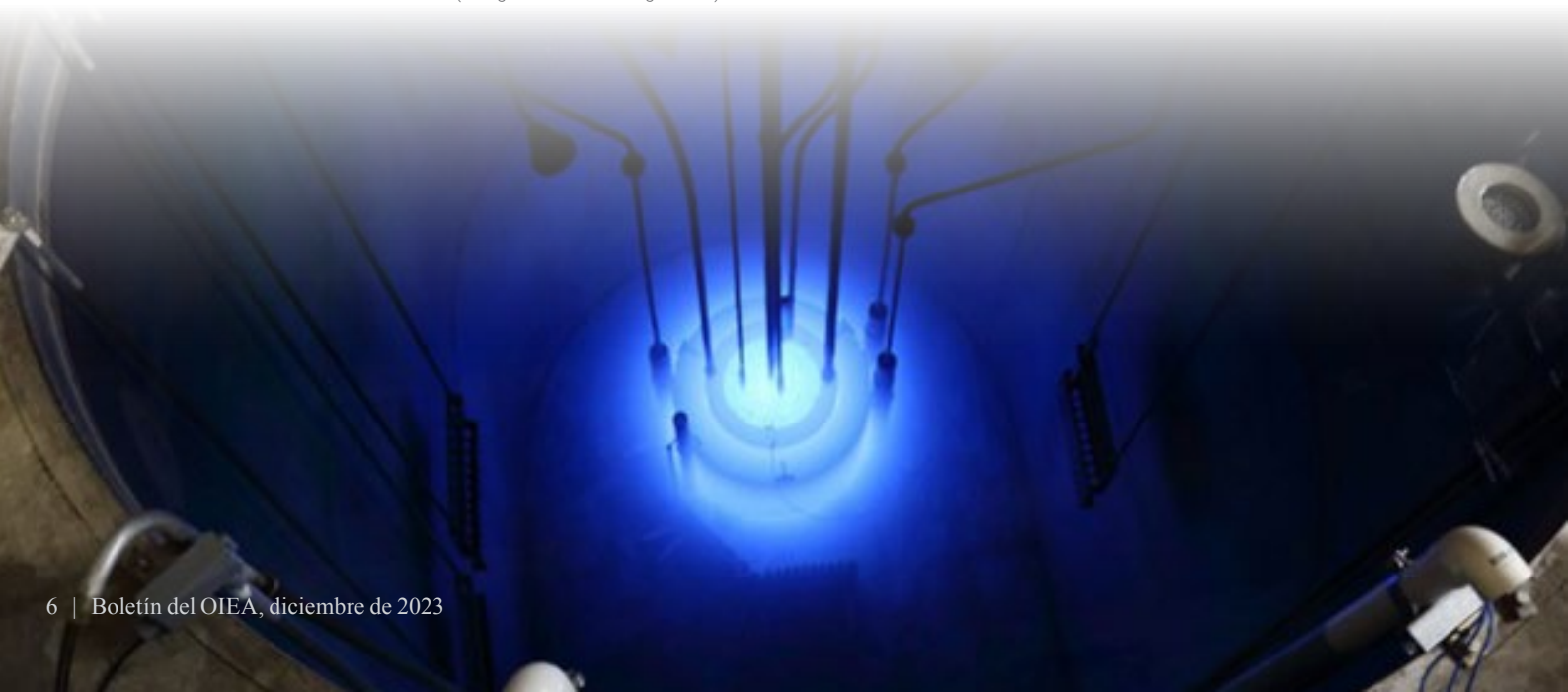
Los radioisótopos de uso médico son elementos radiactivos que, cuando se unen a moléculas específicas en formulaciones farmacéuticas, emiten radiación que puede rastrearse fácilmente, lo que los convierte en elementos útiles para el

Núcleo de un reactor de investigación irradia un blanco para la producción de radioisótopos de uso médico en el Reed College en los Estados Unidos de América. (Fotografía: D. McCullough/Flickr)

diagnóstico médico. También se pueden utilizar con fines terapéuticos, al dirigirse al tejido tumoral para tratar cánceres, como los de próstata, mama e intestino.

Los radiofármacos son medicamentos que combinan un radioisótopo de uso médico con una molécula con actividad biológica. Los radiofármacos diagnósticos que contienen radioisótopos que emiten radiación gamma pueden actuar sobre órganos, tejidos o células específicos. Se administran a los pacientes por vía inyectable, inhalatoria u oral para producir imágenes de los órganos o tejidos deseados mediante una cámara externa no invasiva que detecta los rayos gamma. Los radiofármacos de uso terapéutico contienen radioisótopos emisores de partículas que se acumulan en los tejidos diana para matar las células cancerosas.

Los reactores de investigación son la principal fuente de producción de radioisótopos de uso médico, como el molibdeno 99 (Mo 99), el yodo 131 (I 131) y el holmio 166 (Ho 166), entre otros. El I 131, que se utiliza para diagnosticar y tratar el cáncer de tiroides, fue uno de los primeros radioisótopos producidos en un reactor de investigación a principios de la década de 1940. Si bien se producen alrededor de 35 radioisótopos de uso médico, el Mo 99 representa la mayor parte de la producción. Se trata del isótopo padre del tecnecio 99m (Tc 99m), que se utiliza en aproximadamente el 85 % de los procedimientos de medicina nuclear de todo el mundo (se realizan hasta 50 millones de procedimientos de medicina nuclear al año) para el diagnóstico de cánceres y enfermedades de corazón, cerebro y huesos.



El lutecio 177 (Lu 177) es otro radioisótopo importante producido en reactores de investigación. “El Lu 177 es el pilar de la producción de radiofármacos de uso terapéutico empleados para tratar a personas con dolor óseo y cánceres de próstata, estómago e intestino, —explica Renata Mikołajczak, investigadora en el Centro de Radioisótopos POLATOM, del Centro Nacional de Investigaciones Nucleares de Polonia—. En todo el mundo se están desarrollando al menos 20 nuevos fármacos que utilizan Lu 177”.

En mayo de 2023 el OIEA puso en marcha un proyecto coordinado de investigación para desarrollar nuevos radiofármacos para el tratamiento del cáncer con Lu 177. “Los recientes avances en técnicas radioterapéuticas basadas en el Lu 177 han transformado el manejo terapéutico de tumores neuroendocrinos y cánceres de próstata, lo que ha redundado en mejores resultados para los pacientes, —señala Aruna Korde, científica del OIEA especializada en radiofármacos—. Sin embargo, aún no entendemos completamente el comportamiento biológico de los radiofármacos de uso terapéutico marcados con Lu 177”, agrega. El proyecto coordinado de investigación tiene por objeto detectar y abordar factores que pueden limitar la eficacia de estas técnicas radioterapéuticas. Con este proyecto se desarrollará y se llevará a cabo la evaluación preclínica de radiofármacos con Lu 177 a fin de evaluar su potencial para actuar sobre algunos de los cánceres más importantes. También proporcionará pautas para el radiomarcado y para la evaluación de la calidad, la seguridad y la eficacia de radiofármacos basados en el Lu 177.

Producción de radioisótopos

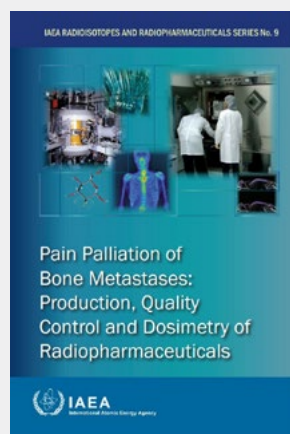
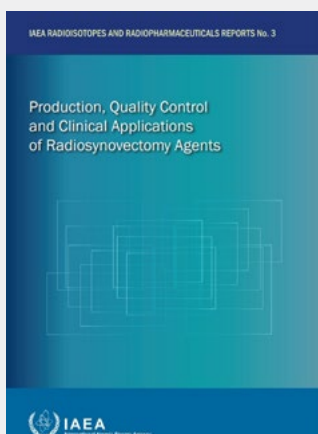
Cuarenta países tienen reactores de investigación capaces de producir radioisótopos; de ellos, unos 25 países producen de manera activa radioisótopos para aplicaciones médicas. En la mayoría de los casos, los radioisótopos se producen para el mercado nacional. Una cifra más reducida de países exporta radioisótopos al mercado regional o mundial y un número selecto de países los exporta en grandes cantidades. El OIEA

brinda conocimientos generales y especializados a países de todo el mundo sobre el modo de utilizar los reactores de investigación para desarrollar y fabricar estas herramientas cruciales para el diagnóstico y el tratamiento. Los reactores de investigación constituyen una fuente segura y estable de isótopos importantes para aplicaciones médicas, como los radiofármacos, pero también de fuentes de radioisótopos con fines terapéuticos, como la braquiterapia, y para la esterilización de dispositivos médicos.

La demanda sigue aumentando. “Aún queda un largo camino por recorrer para satisfacer la creciente demanda de radioisótopos producidos en reactores de investigación”, afirma Bernard Ponsard, Director de Proyectos de Radioisótopos en el Centro de Estudios de Energía Nuclear de Bélgica, conocido como SCK CEN.

El OIEA presta apoyo a los países en la producción de radioisótopos mediante reactores de investigación, no solo para usos médicos, sino también para fines industriales y de investigación y desarrollo. Para ello, elabora publicaciones de orientaciones, convoca reuniones técnicas para el intercambio de información y de conocimiento técnico, organiza proyectos coordinados de investigación en los que participan instituciones de investigación en múltiples países y promueve la creación de capacidad mediante actividades de capacitación, visitas científicas y becas. A través de su programa de cooperación técnica, el OIEA también presta apoyo a países de forma individualizada y promueve proyectos regionales e interregionales.

“El OIEA está creando y fomentando una comunidad de profesionales en todo el planeta capaces de producir radioisótopos y radiofármacos seguros y de alta calidad, —señala la Sra. Denecke—. Nuestro objetivo final es ayudar a incrementar la producción mundial de estas herramientas esenciales para la medicina nuclear y reducir las disparidades de acceso en algunas regiones, para que las personas vulnerables con cáncer y otras enfermedades potencialmente mortales puedan recibir la atención que necesitan”.



Dos publicaciones recientes del OIEA tratan de la producción y del uso clínico de radiofármacos para el tratamiento del dolor articular en personas que padecen de artritis reumatoide y hemofilia, así como para reducir el dolor asociado a metástasis óseas avanzadas. Estos tratamientos pueden mejorar la calidad de vida de las personas que sufren estas patologías.