

Barcelona, miércoles 19 de noviembre de 2025

El CSIC prueba por primera vez sus sensores para detectar la radiación indeseada en radioterapia

- Fabricados en carburo de silicio por el IMB-CNM-CSIC, ayudan a cuantificar el flujo de neutrones térmicos secundarios de manera más eficaz en radioterapia
- Han sido probados en aceleradores LINAC de radioterapia y ofrecen prometedoras capacidades para muchas aplicaciones, como dosimetría de neutrones, monitorización de la radiación, seguridad nuclear e investigación científica



Un paciente siendo sometido a radioterapia con un acelerador lineal. / ISTOCK

Una investigación liderada por el Instituto de Microelectrónica de Barcelona del CSIC (IMB-CNM-CSIC) ha evaluado con éxito el uso de detectores basados en carburo de

silicio (SiC) para cuantificar la radiación indeseada en los tratamientos con radioterapia. Este avance, [publicado en la revista *Scientific Reports*](#), facilita medir el flujo de neutrones térmicos secundarios en radioterapia convencional, una tarea clave para garantizar la seguridad radiológica, con más eficacia.

En radioterapia convencional (terapia con fotones), los neutrones térmicos secundarios no son el foco principal, pero su detección es crucial para la protección radiológica y la dosimetría. La relevancia de estos nuevos dispositivos frente a los actuales (basados en silicio) es que son más resistentes y pueden funcionar en condiciones de muy alta radiación, por lo que pueden tener una vida media superior.

“Los detectores implementados en esta investigación -dicen los autores en el artículo- ofrecen prometedoras capacidades para un amplio rango de aplicaciones, incluyendo dosimetría de neutrones, monitorización de la radiación, seguridad nuclear e investigación científica”.

Este desarrollo, con financiación europea y del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), representa un paso importante hacia el diseño y la producción de detectores de neutrones en carburo de silicio (SiC) en la Sala Blanca de Micro y Nanofabricación del IMB-CNM-CSIC, nodo principal de la Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS) Micronanofabs.

El nuevo dispositivo, un diodo de carburo de silicio combinado con distintos materiales convertidores de neutrones, constituye una alternativa capaz de sustituir, tanto a los sistemas de detección basados en semiconductores de silicio, como a los detectores tradicionales que emplean helio-3 en entornos de muy alta radiación.

El carburo de silicio, explica **Martín Pérez**, investigador postdoctoral con una beca Marie Curie en el IMB-CNM-CSIC, “es mucho más resistente a la radiación y a las altas temperaturas que el silicio, y es más fácil de obtener que el helio-3”. “Además, es una alternativa más accesible y económica que el diamante, otro material utilizado para la fabricación de este tipo de detectores”, agrega.

Detectar la radiación secundaria

Detectar neutrones resulta esencial para aplicaciones en radioterapia, así como científicas e industriales. En el estudio se han realizado las primeras mediciones de neutrones térmicos (de baja energía) producidos por aceleradores lineales de radioterapia (LINAC) estándar con los nuevos detectores.

Los aceleradores LINAC producen haces de fotones para tratar tumores. Un inconveniente es que, a partir de una energía determinada (unos 8 MeV o mega electrón voltios), se genera una radiación secundaria indeseada de neutrones que no sirven para tratar el tumor y, en cambio, puede llegar a dañar tejidos circundantes sanos.

Hay que tener en cuenta, puntualiza **Consuelo Guardiola**, investigadora del IMB-CNM-CSIC, que “en general para tumores superficiales se suelen usar menos de 0.5 MeV (que son de hecho rayos X) y que para tumores más profundos se usan entre 4 y 15 MeV (fotones). Aquellos tratamientos que usan más de 8 MeV pueden producir neutrones

como partículas secundarias en el cabezal del acelerador, aunque el flujo depende del modelo del acelerador, la técnica de tratamiento o número de campos, entre otros". Así pues, conocer esta dosis de neutrones es fundamental para garantizar las dosis seguras de radiación.

Los nuevos detectores de carburo de silicio se han probado con un acelerador LINAC operando a 15 MeV, y se ha logrado medir el flujo de neutrones térmicos alrededor de la camilla donde estarían los pacientes, midiendo con éxito los niveles de neutrones térmicos a diferentes energías y tasas de dosis de radiación.

"Eso permite saber la dosis secundaria procedente de neutrones y, así, ponderar si se está suministrando más de la tolerable. Este trabajo ha sido el punto de partida para probar el dispositivo en modalidades más avanzadas", apunta **Guardiola**.

En todas las condiciones, el detector mostró una respuesta lineal, sin signos de saturación o pérdida de datos, y una alta eficiencia. Los dispositivos han sido diseñados y fabricados en el IMB-CNM-CSIC, uno de los pocos centros en el mundo con experiencia e infraestructura tecnológica en su Sala Blanca para fabricar detectores de carburo de silicio para radioterapia. La electrónica de lectura ha sido desarrollada en el IMB-CNM por Pérez. Todas las mediciones se han realizado en el Hospital Universitari de Girona Doctor Josep Trueta.

Buen rendimiento

Por su parte, el equipo del ICMAB-CSIC ha desarrollado las capas de conversión de litio para recubrir el dispositivo, que reaccionan exclusivamente ante la presencia de neutrones y generan una señal que puede ser detectada, y que sirve para revelar y cuantificar el flujo de neutrones.

Estos detectores permiten la monitorización en tiempo real de neutrones térmicos secundarios, lo cual resulta fundamental para los nuevos tipos de radioterapia que requieren mediciones instantáneas. Por ejemplo, explica Pérez, "estos detectores pueden mantener un buen rendimiento incluso estando sometidos a altas y repetidas dosis de radiación, algo esencial para poder establecer una dosimetría precisa y confiable en radioterapia".

Además, este tipo de dispositivos también sirven para realizar comparaciones entre diferentes aceleradores, establecer el blindaje que debe tener la sala, u otras aplicaciones en el ámbito de la seguridad nuclear.

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2022 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie n.º 101106191 y del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), proyecto Subvenciones 2022 SUB-08.

El trabajo ha sido liderado por **Martín Pérez** y ha contado con la participación de los investigadores **Felipe Zamorano, Celeste Fleta, Marcio Jiménez, Gemma Rius, Giulio Pellegrini**, del mismo centro, todos ellos encabezados por **Consuelo Guardiola**. También han participado los investigadores **Philippe Godignon**, anteriormente en el

IMB-CNM-CSIC; **Carles Muñoz-Montplet y Diego Jurado-Bruggeman**, del Institut Català d’Oncologia (ICO), el Hospital Universitari de Girona Doctor Josep Trueta y un grupo del Institut de Ciència de Materials de Barcelona del CSIC (ICMAB-CSIC) encabezado por **Pablo Guardia**.

Martin Perez et al. **Evaluation of a silicon carbide P-N diode for thermal neutron detection in a radiotherapy LINAC.** *Scientific Reports.* DOI: [10.1038/s41598-025-13052-w](https://doi.org/10.1038/s41598-025-13052-w)

CSIC Comunicación Cataluña / IMB-CNM-CSIC Comunicación

comunicacion@csic.es