

Tomografía computarizada (TC) y riesgo de cáncer hematológico - Preguntas y respuestas

¿Cuáles son las principales conclusiones del estudio EPI-CT (Bosch de Basea et al., 2023) sobre la asociación entre la exposición a la radiación de las tomografías computarizadas y los cánceres hematológicos?

En el estudio EPI-CT analizamos los datos de 876.771 personas que se sometieron a, al menos, una tomografía computarizada (TC o TAC) antes de los 22 años. Entre ellas se identificaron 790 casos de cáncer hematológico. Los resultados muestran una clara asociación entre las dosis totales de radiación en médula ósea procedentes de tomografías computarizadas y el riesgo de desarrollar tumores malignos, tanto mieloides como linfoides. Se observó que una dosis de 100 mGy¹ aumentaba el riesgo de desarrollar un cáncer hematológico por un factor de aproximadamente 3. Estos resultados sugieren que una TC (o TAC) hoy en día (con una dosis media en médula ósea de aproximadamente 8 mGy) aumenta el riesgo de desarrollar estos tumores malignos en aproximadamente un 16%. En términos de riesgo absoluto, esto significa que, por cada 10.000 niños que se someten a una TC, puede esperarse que uno o dos de ellos desarrollen un cáncer hematológico asociado a la TC en los 12 años siguientes al examen. Estos resultados refuerzan la evidencia existente de un aumento del riesgo de cáncer asociado a dosis bajas de radiación. Asimismo, subrayan la importancia de justificar clínicamente los exámenes pediátricos por TC y optimizar las dosis utilizadas en estos procedimientos.

¿Cuáles son las posibles implicaciones de estos hallazgos para la práctica médica, especialmente en radiología pediátrica? ¿Deberíamos dejar de hacer TCs? ¿Qué medidas pueden adoptarse para minimizar los riesgos asociados?

A pesar de los claros beneficios a nivel clínico de la tomografía computarizada, existe un amplio consenso sobre su utilización a veces excesiva y no siempre justificada, situación especialmente acusada durante los primeros años de uso de esta tecnología. La contrapartida de la valiosa información que proporciona la tomografía computarizada parece ser un riesgo pequeño pero no despreciable de cáncer, incluidos los cánceres hematológicos, tal y como se muestra en este estudio. Los datos sugieren que este riesgo asociado a la exposición a la radiación de la TC es acumulativo a lo largo del tiempo. Por lo tanto, es importante evitar la exposición innecesaria a la radiación y, en caso de ser necesario, asegurarse de que los niños y niñas estén expuestos a la menor cantidad posible de radiación durante la exploración por TC.

En cuanto a la radiología pediátrica, en la última década se ha avanzado mucho: en términos generales las dosis de radiación han ido disminuyendo con la introducción de protocolos de exploración dirigidos a niñas y niños de diferentes tamaños y edades, y se ha puesto énfasis en evitar procedimientos innecesarios.

¹ El Gray (en este caso miliGray) se utiliza como unidad de dosis de radiación absorbida y mide la cantidad de energía depositada por la radiación ionizante sobre una unidad de masa de materia que se está irradiando.

Es importante que esta tendencia continúe, lo que implica:

- Formación clínica sobre las indicaciones de la TC y técnicas de imagen alternativas
- Educación de la familia y del paciente
- Disponibilidad de herramientas de apoyo a la toma de decisiones clínicas
- La implantación de un registro de cualquier procedimiento que implique radiación ionizante y seguimiento de las dosis acumuladas

Además, la campaña [Image Gently](#) promueve estrategias de exploración óptimas para la población infantil niñas basadas en:

- Una clara justificación clínica
- Uso de protocolos adaptados al tamaño de los pacientes pediátricos para reducir la exposición a la radiación
- Exploración de la zona indicada y evitar exploraciones múltiples
- Exposición limitada al mínimo requerido para adquirir la información necesaria
- Uso de procedimientos alternativos de obtención de imágenes cuando sea posible (es decir, ecografía o resonancia magnética)

¿Cuál es la dosis de radiación que recibe una persona en una TC?

Según la [campaña Image Gently](#) —una campaña educativa y de concienciación creada por la Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging—, todas las personas estamos expuestas diariamente a pequeñas cantidades de radiación que proceden del suelo, las rocas, los materiales de construcción, el aire, el agua y el espacio exterior (radiación cósmica). Es lo que se conoce como "radiación de fondo natural". La radiación utilizada en las tomografías computarizadas se ha comparado con la radiación de fondo a la que estamos expuestos diariamente y esta comparación puede ser útil para comprender las dosis relativas de radiación que recibe el paciente.

Fuente de la radiación	Tiempo equivalente en radiación de fondo
Radiografía de tórax (única)	1 día
TC craneal	Hasta 8 meses
TC abdominal	Hasta 20 meses

Las TC pueden proporcionar información clínicamente relevante para el tratamiento del paciente pediátrico, si bien la obtención de dichas imágenes conlleva una mayor exposición a la radiación que una radiografía simple.

¿Por qué la exposición a radiaciones ionizantes durante la infancia conlleva un riesgo mayor que durante la edad adulta?

Los estudios epidemiológicos demuestran que la población infantil es más sensible a la radiación que la población adulta. Concretamente, tiene un mayor riesgo de padecer cánceres como leucemia, cáncer cerebral, de mama, de piel y de tiroides tras exposiciones en la infancia. En parte, esto se debe a la mayor radiosensibilidad de sus órganos y tejidos

en desarrollo. Además, la mayor esperanza de vida tras la exposición aumenta el riesgo de desarrollar tumores malignos inducidos por la radiación a lo largo de la vida (Kutanzi et al, 2016).

¿Cuál es el mensaje para los padres y madres?

Los padres y madres deben saber que la TC es una herramienta que puede salvar vidas al diagnosticar enfermedades y lesiones infantiles. Como afirma el Instituto Nacional del Cáncer de EE. UU., "para un niño, los riesgos de una TC son mínimos y el balance riesgo-beneficio individual favorece el beneficio cuando se utiliza adecuadamente." Esto es aplicable a los riesgos de cáncer hematológico presentados en el artículo. Aún así, tal y como muestra la [campaña Image Gently](#): "Si los padres y madres están preocupados por la exposición de sus hijos a la radiación, deben hablar con el médico que ha solicitado dichos exámenes médicos. El médico solicitante y el radiólogo pueden colaborar en la toma de decisiones sobre el mejor estudio a realizar". Si los padres siguieran teniendo dudas, deberían hablar con el radiólogo para que les informe de las estrategias que se aplican en el entorno clínico para reducir la exposición excesiva preservando la precisión diagnóstica y les ayude a tomar decisiones informadas sobre la atención médica de sus hijos.

¿Qué aporta este estudio a las evidencias existentes?

Los resultados de este estudio refuerzan los resultados previos sobre el efecto de la radiación a dosis bajas, que demuestran un aumento consistente y dosis-dependiente del riesgo de neoplasias hematológicas inducidas por la radiación.

Lo que se sabía hasta ahora

La exposición a radiación ionizante en dosis de moderadas (≥ 100 mGy) a altas (≥ 1 Gy) es un factor de riesgo bien establecido de cáncer en general y de leucemia en particular, tanto en población infantil como adulta. Sin embargo, el riesgo asociado a la exposición de niños, adolescentes y adultos jóvenes a dosis bajas (inferiores a 100 mGy), que es el rango de dosis típicamente asociado a la TC, ha sido objeto de debate durante décadas.

Aunque muchos estudios sobre el efecto de las exposiciones médicas, ambientales y ocupacionales han informado de un aumento del riesgo de cánceres hematológicos (principalmente leucemia y linfoma) con dosis bajas de radiación, estos han sido criticados debido a posibles sesgos e incertidumbres.

Lo que aporta el estudio

El estudio EPI-CT es el primer estudio multicéntrico a gran escala diseñado para estimar directamente el riesgo de tumores malignos hematológicos asociados a la exposición a radiaciones ionizantes procedentes de exploraciones de TC durante la infancia, la adolescencia y la edad adulta temprana, abordando críticas anteriores relacionadas con la dosimetría, la potencia estadística y los posibles sesgos. El tamaño del estudio EPI-CT (casi un millón de pacientes) ha aumentado considerablemente la potencia estadística en comparación con estudios nacionales anteriores. El enfoque de estimación de dosis a nivel de órgano, la caracterización de la incertidumbre asociada a los parámetros de imagen no disponibles, así como el enfoque en los sesgos potenciales que pueden cuestionar la validez de las estimaciones de riesgo, contribuyen en gran medida a la fiabilidad de los resultados.

¿Por qué es relevante este estudio?

El estudio es relevante porque más de un millón de niños y niñas se someten cada año a tomografías computarizadas (TC) en Europa. Además, las imágenes generadas mediante TC representan la mayor parte de la exposición total a la radiación de las aplicaciones médicas y contribuyen significativamente a la exposición media a la radiación per cápita en los países occidentales, por lo que es importante cuantificar adecuadamente el riesgo de efectos nocivos inducidos por la radiación. Ahí radica la importancia del estudio EPI-CT. Cabe señalar que las neoplasias hematológicas se eligieron como resultado del estudio por las siguientes dos razones: la incidencia de este tipo de cánceres en la población infantil y el hecho de que la médula ósea, donde se producen las células sanguíneas, es muy sensible a la radiación.

¿Cómo pueden influir estos resultados en las políticas relacionadas con las tomografías computarizadas pediátricas?

A diferencia de la exposición en entornos ocupacionales y ambientales, no es apropiado aplicar límites o restricciones de dosis en el contexto médico, ya que esta medida podría resultar más perjudicial que beneficiosa. Como afirma la Comisión Internacional de Protección Radiológica, "a menudo existen afecciones médicas concurrentes crónicas, graves o incluso potencialmente mortales que son más críticas que la exposición a la radiación."

Los resultados del estudio EPI-CT, junto con estudios anteriores, refuerzan la necesidad de seguir aplicando el principio de optimización para garantizar que las dosis sean tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA), que se evite la exposición innecesaria, y que se maximice la relación beneficio/riesgo en todos los exámenes por TC (ICRP 2007). "A fin de optimizar la relación riesgo-beneficio, los parámetros de exposición de los órganos y de calidad de la imagen deben determinarse y documentarse de forma que no supongan una carga de trabajo adicional para los médicos, y la evaluación de las dosis debería ser, idealmente, específica para cada paciente, para cada equipo y para cada protocolo" (MEDIRAD, 2022).

Una herramienta útil para ello sería el establecimiento en Europa de niveles de referencia de diagnóstico y niveles de referencia de calidad de imagen para cada indicación y procedimiento, tal y como recomiendan las directrices de Imagen Médica de la Comisión Europea. Además, dado que la evidencia apunta a que el efecto de la exposición a la radiación es acumulativo, el registro y el seguimiento de las dosis de radiación ionizante recibidas por los pacientes y el personal sanitario es esencial. Esto puede hacerse, por ejemplo, con registros de dosis o "pasaportes" de radiación. En la mayoría de los países, la vigilancia estrecha sólo se aplica actualmente a los entornos ocupacionales, en los que los trabajadores pueden estar expuestos a dosis cercanas o superiores al límite establecido. Las experiencias en hospitales de España, por ejemplo, demuestran el impacto positivo de monitorizar a nivel individual los procedimientos radiológicos y las dosis de radiación.

¿Cómo se realizó el estudio?

La cohorte de EPI-CT incluye a casi un millón de personas que se sometieron al menos a una TC antes de los 22 años en uno de los 276 departamentos de radiología de los hospitales participantes en Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Noruega, Países Bajos, Reino Unido y Suecia.

Para cada paciente, se utilizó la información de los registros del departamento de radiología para reconstruir su historial de TCs y estimar la dosis de radiación absorbida por la médula ósea en cada examen. Se seleccionó la médula ósea por ser el principal

tejido responsable de la producción de células sanguíneas. A lo largo de la vida de una persona, las mutaciones inducidas por la radiación en el ADN de estas células pueden acabar provocando cánceres de sangre.

Al vincular la cohorte del EPI-CT con los registros nacionales y regionales de mortalidad y cáncer de forma que se mantuviera la confidencialidad y seguridad de los datos de los pacientes, fue posible evaluar si los que desarrollaban un cáncer de sangre tendían a ser los que recibían dosis más altas de radiación.

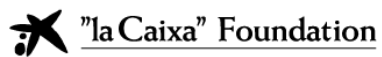
El estudio fue aprobado tanto por el comité de ética de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (centro coordinador) como por los comités de ética nacionales, regionales y hospitalarios correspondientes de los países participantes antes de iniciar el estudio epidemiológico. Este fue un estudio de vinculación de registros sin contacto con pacientes a nivel individual.

Fuentes

- Bosch de Basea M, Thierry-Chef I, Harbron R et al. Risk of haematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults. *Nat Med.* 2023. doi: 10.1038/s41591-023-02620-0
- European Commission, Directorate-General for Energy, Chateil, J., Cavanagh, P., Ashford, N. et al., Referral guidelines for medical imaging – Availability and use in the European Union, Publications Office, 2014, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/18118>
- European Council Directive 2013/59/Euratom, which implemented legal requirements for justification and optimization in medical imaging. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>
- ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP.* 2007 37 (2-4). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP+Publication+103>
- Image gently campaign (parent brochure): http://www.wsha.org/wp-content/uploads/100K-Children-Campaign_Image-Gently-Parent-Brochure.pdf
- Image Gently campaign (what can I do): <https://www.imagegently.org/Roles-What-can-I-do/Parent#1877677-computed-tomography-ct>
- Image gently campaign: http://www.wsha.org/wp-content/uploads/100K-Children-Campaign_Image-Gently-Parent-Brochure.pdf
- Kutanzi KR, Lumen A, Koturbash I, Miousse IR. Pediatric Exposures to Ionizing Radiation: Carcinogenic Considerations. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Oct 28;13(11):1057. doi: 10.3390/ijerph13111057.
- MEDIRAD. Recommendation 2. Optimisation of ionising radiation-based medical protocols for diagnostics or therapy, 2022. <http://www.medirad-project.eu/recommendations>.
- Vano E, Fernández JM, Ten JI, Sanchez RM. Benefits and limitations for the use of radiation dose management systems in medical imaging. Practical experience in a university hospital. *Br J Radiol.* 2022 May 1;95(1133):20211340. doi: [10.1259/bjr.20211340](https://doi.org/10.1259/bjr.20211340). Epub 2022 Mar 17.

Recursos adicionales

A partnership of:



- EUROSAFE Imaging <http://www.eurosafeimaging.org/ask-eurosafe-imaging/tips-tricks/paediatric-imaging>