

Exposición pediátrica a la radiación en exámenes radiológicos

Pediatric exposure to radiation in radiological examinations

Jéssica Rocha dos Santos
João Italo Fortaleza de Melo
Tatiane dos Santos Oliveira
Marco Aurelio Marques da Silva

Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Central del Paraguay,
Pedro Juan Caballero, Amambay, Paraguay

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 16 de junio de 2022

Resumen

La radiación ionizante es ampliamente utilizada para el diagnóstico, ya que permite obtener imágenes del interior del paciente, y también para el tratamiento de algunas enfermedades, debido a la capacidad de la radiación, en dosis altas, para destruir las células tumorales. Existen varias especialidades que utilizan radiaciones ionizantes, cuyas pruebas se utilizan para obtener imágenes con el objetivo de diagnosticar enfermedades o alteraciones de órganos y tejidos del cuerpo. La medicina nuclear utiliza la radiación mediante la introducción de una sustancia radiactiva en el cuerpo para ayudar a diagnosticar enfermedades, y también para tratarlas, mientras que la oncología radioterápica utiliza diferentes formas de radiación para tratar diferentes tipos de cáncer.

Palabras clave: Radiación. Pediatría. Pacientes. Ionización.

Abstract

Ionizing radiation is widely used for diagnosis, as it allows to obtain images of the patient's interior, and also for the treatment of some diseases, due to the ability of radiation, in high doses, to destroy tumor cells. There are several specialties that use ionizing radiation, and these tests are used to obtain images with the aim of diagnosing diseases or alterations of organs and tissues of the body. Nuclear Medicine uses radiation by introducing a radioactive substance into the body to help diagnose diseases, and also to treat them, while Radiation Oncology uses different forms of radiation to treat different types of cancer.

Keywords: Radiation. Pediatrics. Patients. Ionization.

Introducción

Los principales riesgos para la salud se ven afectados cuando los niños están en sobreexposición a las exploraciones de diagnóstico por imágenes. Sabemos que las imágenes como los rayos X, la tomografía, el ultrasonido y la resonancia magnética son de gran valor para ayudar a la medicina, y es

esencial hacer un diagnóstico detallado de los pacientes. Sin embargo, cada una de estas pruebas de imagen emite ondas de radiación muy altas y puede ser perjudicial para la salud, teniendo en cuenta que los pacientes pediátricos son más radiosensibles que los adultos, porque aún se están



desarrollando(1). Una exposición tan alta pone en peligro aún más la salud del paciente y puede dar lugar a enfermedades como el cáncer. La práctica de los exámenes radiológicos debe ser realizada por profesionales capacitados, donde todas las técnicas se aplicarán correctamente, teniendo en cuenta cada tipo de paciente, y hablando en pacientes pediátricos, para mitigar todos los riesgos, es necesario garantizar la correcta colimación del dispositivo, alineando la distancia de enfoque, la angulación, el tiempo de exposición y la intensidad del haz de radiación(2). En general, los exámenes radiológicos más solicitados en los niños son los del seno de la cara y el tórax. Debido a las patologías más afectadas, como virus y bronquitis, es necesaria la exposición a la radiación. Entonces, se puede asociar riesgos innecesarios con el uso y acceso inapropiado de la radiación ionizante en los niños.

Materiales y Métodos

La metodología utilizada para la elaboración del trabajo consiste en una revisión bibliográfica, seleccionando una serie de artículos, libros, normas, manuales técnicos, sitios de internet relacionados con exámenes radiológicos en pacientes pediátricos, debido a que se justifica que este método permite exponer mejor los conocimientos y explicaciones de otros autores con interés en el mismo tema, siendo posible explicar los problemas y riesgos que se pueden enfrentar sobre la radiación ionizante en niños.

Resultados y discusión

¿Qué es la radiación ionizante?

La radiación ionizante fue descubierta en 1890. Después de esto, quedó claro que la exposición en dosis altas sería perjudicial para la salud humana. La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas o partículas (3). La desintegración espontánea de los átomos se llama radiactividad, y el exceso de energía emitida es una forma de radiación ionizante. Por definición, la radiación ionizante es toda aquella con energía superior a 12,4 eV y que son capaces de ionizar átomos. La radiación ionizante puede producir efectos biológicos nocivos en órganos y tejidos debido a la producción de iones y la descomposición de energía que puede dañar moléculas de ADN muy importantes en el cuerpo (4).

A lo largo de la vida, los humanos están expuestos a los efectos de la radiación ionizante, estas radiaciones pueden ser naturales o artificiales. Entre las fuentes naturales se encuentran productos como el uranio y el torio, que son el radón y el toronio. Estos elementos se encuentran en rocas, suelos, sedimentos y minerales. La parte de las fuentes ionizantes artificiales son los aparatos eléctricos que utilizan la electricidad como fuente de energía para acelerar las partículas y generar radiaciones ionizantes y, solo emiten radiación, en el momento en que se energizan. Entre los equipos eléctricos más utilizados se encuentran los tubos de rayos X que producen radiación cuando los

electrones energéticos emitidos por un filamento calentado chocan con el objetivo (4).

Hiroshima y Nagasaki

La radiación que proviene de la radiografía, la tomografía computarizada y la imagen nuclear es radiación ionizante; como se dijo anteriormente, son ondas de partículas de alta energía que penetran en el tejido para revelar los órganos y las estructuras internas del cuerpo. La radiación ionizante puede dañar el ADN, y aunque sus células reparan la mayor parte del daño, a veces hacen el trabajo incorrectamente. El resultado es sobre las posibles mutaciones del ADN que podrían contribuir al cáncer en los próximos años. Todo lo que se sabe sobre los riesgos de la radiación ionizante proviene de estudios a largo plazo de personas que sobrevivieron a las explosiones de la bomba atómica de 1945 en Hiroshima y Nagasaki (5). Estos estudios muestran un riesgo ligeramente mayor de cáncer en personas expuestas a explosiones, incluido un grupo de 25.000 sobrevivientes de Hiroshima que recibieron menos de 50 mSv de radiación, una cantidad que se puede obtener en tres o más tomografías computarizadas (6). Las formas de exposición a la explosión atómica y la exposición a la radiación médica son algo diferentes, ya que la bomba liberó su radiación a la vez, mientras que las dosis de imágenes médicas son más pequeñas y se distribuyen con el tiempo, se cree que esto puede ser casi tan dañino como recibir una dosis equivalente a la vez (1).

Exposición pediátrica a radiaciones ionizantes

El cuidado de la radiación debe ser tomado por todos los involucrados, desde los miembros de la familia hasta los médicos. La radiación absorbida por el cuerpo tiene un efecto sumatorio, teniendo en cuenta la vida útil de los pacientes, la atención debe realizarse en todas las edades, especialmente en niños menores de 4 años y mujeres, porque cuanto menor sea la masa corporal de la persona que sufre irradiación, más dañina será la radiación, esto explicaría la mayor incidencia de cáncer en los niños. Muchos estudios apuntan a una mayor relación de cáncer, tumores cutáneos, linfoma, tumores del sistema nervioso central y cataratas tempranas, en pacientes expuestos, en relación con los no expuestos (6,7).

Sin embargo, el efecto en cada ser humano aún no está bien establecido, aunque se sabe que el efecto de la radiación puede causar una mutación genética de la célula que afecta a las próximas generaciones. Existen diferentes factores ambientales y genéticos que determinan la sensibilidad para cada individuo. Los médicos deben utilizar inicialmente los recursos clínicos y solicitar pruebas siguiendo protocolos de criterios de calidad y medicina basada en la evidencia para el diagnóstico correcto, con énfasis en la radioprotección. Estos protocolos de las Sociedades de Especialidades, como Pediatría y Radiología, son muy útiles para la orientación en la práctica médica diaria y la

toma de decisiones para la indicación de exámenes radiológicos (8).

El uso de métodos alternativos de imagen como el ultrasonido y la resonancia magnética, donde no se utiliza radiación ionizante, también se puede insertar como recursos para dilucidar el diagnóstico. Los radiólogos y el equipo técnico de Radiología deben ser conscientes del uso de protocolos de dosis bajas y realizar instrucciones de trabajo programadas y estandarizadas en la rutina de realización del examen radiológico para asegurar la menor exposición, protocolos adecuados y personalizados para cada caso, de acuerdo con la sospecha diagnóstica, así como evitar repeticiones (6).

Los padres a menudo no son conscientes de los efectos del exceso de radiación, y la sobreprotección induce a los pediatras a solicitar radiografías y otras pruebas innecesarias. Por ello, es importante que el profesional se dedique a mantener el menor índice de exposición del niño, incluso asegurando una buena imagen. Las instituciones deben mantener sus equipos de radiología calibrados y en buen funcionamiento, con pruebas periódicas de calidad a la dosis más baja posible (7).

Reducción de la dosis en los exámenes mediante el uso de filtración adicional en pacientes pediátricos.

El uso de radiaciones ionizantes siempre se asocia con una probabilidad de ocurrencia de efectos en la salud, por lo que una buena práctica radiológica requiere que la exposición a la radiación sea lo más baja

posible, siempre que la capacidad diagnóstica del estudio no se vea comprometida. Los exámenes complejos contribuyen en gran medida a la exposición radioactiva ionizante como resultado de un procedimiento médico. Por otro lado, los pacientes pediátricos son más vulnerables a la radiación ionizante, dada su mayor radiosensibilidad y esperanza de vida. Según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), el riesgo de desarrollar cáncer a lo largo de la vida es del 14% para las edades de 0 a 9 años y del 4% a los 30 años. En la literatura existen numerosas publicaciones que estiman la dosis proporcionada en estos procedimientos diagnósticos (9). Otros autores sugieren el uso de filtros adicionales, tanto en radiología convencional como en exámenes complejos, para obtener una reducción efectiva de la dosis. La Guía Europea de Criterios de Calidad en Radiología Pediátrica recomienda el uso de filtración adicional de al menos 1 mm de Al y 0,1 o 0,2 mm. El uso de filtros adicionales en pruebas complejas realizadas en pacientes pediátricos supone una reducción de hasta 44% en la dosis efectiva, de 20% a 40% en órganos como riñones, vejiga o gónadas (10). Los resultados obtenidos con la prueba de imagen alertan de una posible pérdida de calidad de imagen por nuevas fugas. La pérdida de contraste es consecuencia de la mayor contribución a la imagen de la radiación dispersa, aumentando la energía medida del espectro (6).

Hay autores que recomiendan el uso de kilovoltajes bajos (del orden de 50 kVp) y

altas fugas para lograr una reducción de dosis sin necesidad de comprometer la calidad. Aunque los modelos han demostrado que el riesgo con las imágenes médicas (IM) es pequeño, se debe hacer todo lo posible para reducir la exposición innecesaria a la radiación ionizante (11).

Modalidades de imagen médica con radiación ionizante

Radiografía: Se graba una sola imagen para ser evaluada por el médico. Las pruebas radiológicas convencionales, aunque con dosis más bajas, son de particular preocupación para la población pediátrica, ya que se realizan con mucha frecuencia.

Fluoroscopia: una imagen continua de rayos X que se muestra en una pantalla, lo que permite el monitoreo en tiempo real de un procedimiento o el paso de un medio de contraste a través del cuerpo. Puede resultar en una dosis relativamente alta de IR, especialmente en procedimientos de intervención que requieren una administración durante largos períodos de tiempo. Para reducir la dosis de ionización se recomienda irradiar solo la zona de interés utilizando los colimadores durante el menor tiempo posible para dar respuesta al médico, y siempre de forma pulsada y no continua (6).

Tomografía computarizada (TC): Muchas imágenes radiográficas se registran a medida que un detector se mueve alrededor del cuerpo del paciente. Una computadora reconstruye todas las imágenes individuales en imágenes en una sección, o cortes de órganos y tejidos internos. Implica dosis de IR

de 100 a 500 veces más altas que la radiografía convencional. La TC es el procedimiento que representa entre el 5% y 11% de pruebas diagnósticas de imágenes realizadas en niños y 45% en la población en general (12). En pediatría, se recomienda realizar solo cuando es esencial caracterizar la lesión para su manejo.

¿Cuáles son los riesgos?

Hay buenas razones para hacer que la atención sea obligatoria y prevenir posibles enfermedades a largo plazo. Los exámenes radiológicos revolucionaron el diagnóstico y el tratamiento, casi eliminando la necesidad de cirugías exploratorias, que alguna vez fueron comunes, y muchos otros procedimientos invasivos. Los beneficios de estas pruebas, cuando sea apropiado, superan con creces cualquier riesgo de cáncer asociado a la radiación, el riesgo de una sola tomografía computarizada o prueba de imágenes nucleares es muy pequeño (13).

Es importante tener en cuenta las consecuencias futuras y posibles, por tanto, la exposición excesiva a la radiación puede provocar la pérdida de cabello causada por imágenes de perfusión, que es un tipo de tomografía computarizada, dermatitis por radiación causada por tomografía computarizada en un niño, dosis relativamente altas de radiación en los rayos X para la evaluación dental y dosis excesivas de radiación debido al uso inadecuado de la radiografía. Debido a que los efectos relacionados con la radiación, especialmente el cáncer, pueden no ser evidentes durante

años, pero con un riesgo tardío la exposición. (14).

Este tema de los riesgos de radiación en las imágenes médicas se puede aplicar a todas las edades. Sin embargo, es especialmente importante en los niños, pues son relativamente más vulnerables a la radiación que los adultos. Esto se debe en parte al hecho de que tienen una esperanza de vida más larga durante la cual pueden manifestar un cáncer potencialmente producido por la radiación, que podría ser de por vida. Además, cuidar a los niños puede ser más complicado que a los adultos (4).

ALARA

La radiación ionizante se descubrió en 1890, cuando quedó claro que la exposición a dosis altas sería perjudicial para la salud humana. Es en este contexto, que el concepto de ALARA comenzó a utilizarse en la práctica médica (6,7).

ALARA es un acrónimo de "lo más bajo posible". Sí, el Sistema de Protección Radiológica se basa en los siguientes tres principios:

Justificación: "Cualquier decisión que altere la situación de exposición a la radiación debería hacer más bien que mal".

Optimización de la protección: "Todas las dosis deben mantenerse lo más baja posible, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales" (conocido como ALARA o ALARP).

Limitación de dosis: "La dosis total para cualquier individuo no excederá de los límites apropiados."

Por lo tanto, el Principio de ALARA significa que debemos hacer todo lo posible para mantener las exposiciones a la radiación tan por debajo de los límites de dosis. ALARA surge del hecho de que se podría gastar tiempo, esfuerzo y dinero infinitos en un intento de reducir el riesgo a cero (10,15).

Conclusión

Los niños son especialmente sensibles a la radiación ionizante porque sus órganos y tejidos están creciendo. Este estudio muestra una asociación entre la dosis de radiación de las imágenes, lo que puede aumentar la tasa de aparición de enfermedades como la leucemia y los tumores cerebrales. Aunque la TC tiene una utilidad clínica indudable, se debe tener en cuenta los riesgos, ser rigurosos en su indicación y, si es posible, considerar procedimientos alternativos que no impliquen radiaciones ionizantes.

Referencias

- (1) Mochida S, Fujiwara K. Fulminant hepatitis and late onset hepatic failure (LOHF) in Japan]. *Nihon Shokakibyō Gakkai Zasshi* [Internet]. 2002 Aug;99(8):895–904. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12229161>
- (2) Huda W, Sterzik A, Tipnis S, Schoepf UJ. Organ doses to adult patients for chest CT. *Med Phys*. 2010;37(2):842–7.
- (3) Morgan WF, Bair WJ. Issues in low dose radiation biology: The controversy continues. a perspective. *Radiat Res*. 2013;179(5):501–10.
- (4) Christensen DM, Jenkins MS, Sugarman SL, Glassman ES. Management of ionizing radiation injuries and illnesses, Part 1:

Physics, radiation protection, and radiation instrumentation. *J Am Osteopath Assoc.* 2014;114(3):189–99.

(5) Shimizu Y, Kodama K, Nishi N, Kasagi F, Suyama A, Soda M, et al. Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950–2003. *BMJ.* 2010;340(7739):193.

(6) Hamada N, Fujimichi Y. Classification of radiation effects for dose limitation purposes: History, current situation and future prospects. *J Radiat Res.* 2014;55(4):629–40.

(7) Hamada N. Ionizing radiation sensitivity of the ocular lens and its dose rate dependence. *Int J Radiat Biol [Internet].* 2017;93(10):1024–34. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/09553002.2016.1266407>

(8) Li CL, Thakur Y, Ford NL. Comparison of the CTDI and AAPM report No. 111 methodology in adult, adolescent, and child head phantoms for MSCT and dental CBCT scanners. *J Med Imaging.* 2017;4(03):1.

(9) Buckley JG, Wilkinson D, Malaroda A, Metcalfe P. Investigation of the radiation dose from cone-beam CT for image-guided radiotherapy: A comparison of methodologies. *J Appl Clin Med Phys.* 2018;19(1):174–83.

(10) McCollough CH, Leng S, Yu L, Cody DD, Boone JM, McNitt-Gray MF. CT dose index and patient dose: They are not the same thing. *Radiology.* 2011;259(2):311–6.

(11) Thome C, Chambers DB, Hooker AM, Thompson JW, Boreham DR. Deterministic Effects to the Lens of the Eye Following Ionizing Radiation Exposure: Is There Evidence to Support a Reduction in Threshold Dose? *Health Phys.* 2018;114(3):328–43.

(12) Diament MJ. The diagnosis of sinusitis in infants and children: X-ray, computed tomography, and magnetic resonance imaging. *Diagnostic imaging of pediatric sinusitis. J Allergy Clin Immunol.* 1992;90(3 PART 2):442–4.

(13) Preston DL, Mattsson A, Holmberg E, Shore R, Hildreth NG, Boice JD. Erratum: Radiation effects on breast cancer risk: A pooled analysis of eight cohorts (*Radiation*

Research (2002) 158:2 (220-235)). *Radiat Res.*

- ⊙ El trabajo no recibió financiamiento.
- ⊙ Los autores declaran no tener conflictos de interés.
- ⊙ Correspondencias pueden encaminarse al correo electrónico del autor o del equipo editorial