

RECOMENDACIÓN FEBRERO 2011

TOMOGRAFÍA COMPUTADA, RADIACIÓN Y CÁNCER

Dr. Fabián Vítolo
NOBLE Compañía de Seguros

El número de estudios tomográficos se ha ido incrementando en los últimos años por diversos factores ⁽¹⁾, entre los que se mencionan su uso para la pesquisa de enfermedades en adultos asintomáticos, la posibilidad de obtener imágenes tridimensionales, las mejoras tecnológicas (como el tomógrafo multidetector o *-multislice-* con el que aumentan las posibilidades diagnósticas) y aún por su utilidad para el diagnóstico prequirúrgico de enfermedades comunes como la apendicitis, indicación cuestionada en este momento dada su posibilidad de ser reemplazada con iguales resultados por la ecografía convencional. El aumento de su uso en niños, también se atribuye a que, al disminuir el tiempo necesario para la obtención de imágenes, disminuye la necesidad de anestesia. Hoy, equipos cada vez más poderosos ofrecen imágenes dinámicas de la anatomía, incluyendo al corazón latiendo. El futuro promete aún mayores beneficios clínicos. Sin embargo, la tomografía computada siempre tuvo una desventaja: la exposición a dosis de radiación muy altas, aumentando el riesgo de cáncer de la población, en especial de la pediátrica.

El tomógrafo computado emite una dosis significativamente mayor de radiaciones que los aparatos de rayos convencionales (en algunos casos, hasta más de 200 veces). La dosis de radiación, medida de la energía ionizante absorbida por unidad de masa, se expresa en Grays (Gy) o miligrays (mGy); 1 Gy = 1 joule por kilogramo. La dosis de radiación es frecuentemente expresada en sus dosis equivalentes de Sieverts (Sv) o milisieverts (mSV), más relacionada al daño que puede causar la radiación. Para la radiación X, que es la de los tomógrafos, 1 msV=1mGy

De acuerdo a distintos estudios dosimétricos, una TC de cerebro puede administrar a ese órgano una dosis de entre 30 y 60 mSV, mientras que en una TC de abdomen, el estómago puede recibir una dosis que oscila entre 6 y 25 mSV. A modo comparativo, una radiografía posteroanterior convencional de abdomen somete al estómago a una dosis de aprox. 0,25 mSV, 50 veces más pequeña que la dosis que dispensa una TC. En muchas tomografías computadas se expone al paciente a una dosis mayor a la dosis anual promedio permisible para la exposición ocupacional. (20 mSV promedio por año). (1)

En paralelo con el avance en diagnóstico por imágenes, también se ha avanzado en los últimos años en el conocimiento de los efectos carcinogénicos de bajas dosis de radiación X, particularmente en niños. Gran parte de este nuevo saber se debe al estudio de la incidencia de cáncer en sobrevivientes de la bomba atómica. (2) (3) En el pasado, la mayor incidencia de cáncer en esta población se observaba con exposiciones superiores a los 20 rad, mientras que las dosis recibidas por estudios radiológicos convencionales oscilaban entre 1-2 rads. No parecía haber situación de riesgo y las posibles consecuencias eran sólo teóricas y obtenidas, siempre a partir de la extrapolación de efectos observados con niveles de radiación muy superiores. A más de 60 años de la explosión nuclear se conocen ya las cifras directas de pacientes que, entonces en edad infantil, han alcanzado ahora edades propicias para la aparición de los diferentes tipos de cáncer. Se advierte una mayor incidencia de cáncer, estadísticamente significativa, en la población irradiada y se constata que **afecta no sólo a niveles de altas dosis sino, también, a individuos que recibieron dosis en el rango de los 50 mSV, es decir, en el espectro de la tomografía computada.**(3) La incidencia se incrementa de forma ostensible por debajo de los 10 años y progresa conforme se aproxima al período neonatal. Esta superior incidencia parece relacionada con el mayor potencial de vida, la alta capacidad mitótica y la especial sensibilidad, en edad infantil, de algunos órganos como la tiroides, mama y gónadas. La frecuencia se duplica en el sexo femenino por la presencia del cáncer de mama y factores hormonales no bien aclarados.

Este riesgo alcanzó repercusión nacional en los Estados Unidos, cuando en Julio de 2010 se publicó en el New York Times un informe que sostenía que las sobredosis de radiación durante las tomografías computadas eran grandes y más diseminadas de lo que se estimaba ⁽⁴⁾. Adicionalmente, un estudio de 2009, publicado en Archives of Internal Medicine, estimó que 29.000 casos de cáncer podrían estar relacionados con tomografías realizadas en los Estados Unidos durante 2007. ⁽⁵⁾

Riesgo individual y riesgo social

Se estima que el riesgo adicional de cáncer por la práctica de una radiografía sería de 1/1.000.000, mientras que el de una TC de abdomen, por ejemplo, supone un incremento de riesgo de 1/2000. ⁽³⁾ Considerando que el riesgo de la población general de padecer cánceres es de un 25%, el incremento de riesgo individual por estudios radiológicos es escasamente significativo, de forma que, **para un caso concreto el balance beneficio-riesgo favorece abrumadoramente al beneficio**. Sin embargo, cuando este factor casi despreciable se multiplica por el formidable número de tomografías anuales practicadas a la población, se convierte en estadísticamente significativo. Hoy se admite que la irradiación diagnóstica con fines médicos supone un riesgo para la Salud Pública. Algunos autores han estimado, sobre las tasas de utilización de tomografías computadas entre los años 1991 y 1996, que aproximadamente el 0,4% de todos los cánceres de los Estados Unidos serían atribuibles a la radiación de estudios de tomografía computada. ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ Ajustando esta estimación a las actuales tasas de uso, la misma podría ser del 1,5 al 2% de todos los cánceres. ⁽²⁾

Parte del problema radica en que la mayoría de los médicos que prescriben tomografías desconocen estos riesgos y consideran que la dosis de radiación de una TC es similar o incluso menor a la de las radiografías convencionales. En una encuesta a médicos radiólogos y emergentólogos, se observó que casi el 75% subestimaba en forma significativa la dosis de radiación de las TC y que el 53% de los radiólogos y el 91% de los médicos de urgencia no creían

que las tomografías computadas aumentaran el riesgo de cáncer.⁽⁸⁾ A la luz de estos hallazgos, son bienvenidos para convencer a los escépticos documentos como los publicados por el Instituto Nacional de Cáncer y la Sociedad de Radiología Pediátrica de los Estados Unidos: “Radiation Risks and Pediatric Computed Tomography (CT): A Guide for Health Care Providers”.⁽⁹⁾

¿Qué hacer? Recomendaciones

Los reguladores no han podido determinar la extensión del problema de la excesiva irradiación de las tomografías computadas y, si bien el mayor riesgo de cáncer es difícil de cuantificar, está claro que los profesionales e instituciones deben adoptar medidas para minimizar esta posibilidad. Al mismo tiempo, no se debería crear una alarma excesiva que haga que los pacientes rechacen estudios tomográficos que son necesarios.

El desafío para los servicios de diagnóstico por imágenes y los hospitales es importante, ya que los límites de dosis no se encuentran regulados en radiología diagnóstica y la responsabilidad recae sobre los radiólogos, muchos de los cuales, en busca de una mejor imagen utilizan altas dosis de radiación. El delicado balance que debe alcanzarse entre la menor dosis posible y una adecuada calidad de imagen es el eje del problema: dosis muy altas, aumentan el riesgo de cáncer, mientras que dosis muy bajas pueden derivar en imágenes muy pobres, llevando a posibles faltas de diagnóstico y a la necesidad de repetir el estudio, exponiendo aún más al paciente.

Tampoco es común que los centros de diagnóstico auditen las dosis de radiación de las tomografías computadas, lo que dificulta la toma de conciencia y el compromiso con este riesgo. Si bien en los últimos años se han desarrollado tecnologías que reducen la dosis radiación de los tomógrafos hasta en un 80%,^{(10) (11)} estos equipos de última generación tienen todavía costos que pueden ser prohibitivos para la mayoría de las instituciones. Con el tiempo, esta nueva tecnología será más accesible y significará un gran avance. Mientras tanto, hay una serie de medidas que todas las instituciones (incluidas

las que tienen estos nuevos tomógrafos) pueden tomar para reducir las dosis de radiación.

✓ **Racionalización de estudios radiológicos**

Las tomografías deberían limitarse a lo estrictamente necesario. (1) (2) (3) Para alcanzar este objetivo resulta fundamental la comunicación entre los especialistas en imágenes y los médicos que derivan a los pacientes. De este intercambio y de la mayor conciencia de estos últimos puede surgir la real necesidad del estudio, pudiendo plantearse alternativas diagnósticas que minimicen la irradiación, sobre todo en niños. Ya existe abundante literatura que cuestiona el uso de la TC, o la utilización de tomografías múltiples en distintos contextos clínicos, incluyendo el manejo de trauma cerrado (12) (13), convulsiones (14) y cefaleas crónicas (15). Particularmente se cuestiona su uso como herramienta diagnóstica primaria en apendicitis en niños, cuando la ecografía obtiene resultados similares (16). La utilización de contraste también aumenta la irradiación, por lo cual los beneficios que esperan obtenerse con su aplicación deben ser claros. Una encuesta realizada a radiólogos pediátricos sugirió que probablemente un tercio de las TC en niños podrían ser reemplazadas por métodos alternativos o bien no realizadas.(17) Se estima que en los Estados Unidos 20 millones de adultos y, más grave, cerca de 1 millón de niños se irradian innecesariamente por año. (2)

Lamentablemente, en mucho atenta contra esta racionalización el temor a los juicios por mala praxis y la medicina defensiva.

✓ **Ajuste de la dosis de radiación por paciente**

Las técnicas de exposición deben ajustarse especialmente en los pacientes pediátricos.(1) (9) Los niños suelen recibir dosis innecesariamente altas cuando la configuración del tomógrafo está preparada para un adulto. No hay necesidad para estas grandes dosis y la misma puede ajustarse sin perder calidad de imagen. Como ejemplo vale mencionar que las dosis en el cerebro de una TAC sin ajustes técnicos es de 60 mSV y, cuando se

ajustan las técnicas, la dosis se reduce a 30 mSv.⁽¹⁾ Los ajustes técnicos se basan en: ⁽⁹⁾

- Tamaño del paciente
- Región escaneada (debe limitarse a la menor área posible)
- Órgano escaneado: ej: disminuir el miliamperaje para las imágenes óseas y pulmonares,
- Resolución del equipo: las imágenes de la más alta calidad no siempre son necesarias para realizar diagnósticos. Mucho menos en casos de seguimiento. Muchas veces, estudios de baja resolución (miliamperaje al 50%) y campo limitado son suficientes. ⁽³⁾

Los tomógrafos de última generación incorporan la posibilidad de ajustar en forma automática la dosis de radiación de acuerdo al tamaño del paciente y la parte del cuerpo a estudiar. Esta innovación técnica reduce significativamente la dosis de radiación que recibe el paciente. Sin embargo, los operadores no deberían confiarse exageradamente en estos patrones automáticos. Se han observado casos, en estudios de perfusión cerebral, en los cuales el control automático, combinado con ciertos parámetros del equipo que gobiernan la calidad de la imagen, en lugar de disminuir la irradiación, la aumentó hasta ocho veces. ⁽⁴⁾

✓ **Capacitación del personal técnico**

Debe garantizarse que el personal técnico se encuentre debidamente entrenado. El principal problema surge en el hecho de que los equipos más avanzados usan tecnología innovadora registrada por el fabricante. Esto significa que la empresa que vende el equipo es frecuentemente la única fuente de entrenamiento. A las empresas de ingeniería médica también les cabe una gran responsabilidad. En algunos casos en los que se discutieron daños (caída de pelo) por excesiva radiación, los técnicos del servicio de imágenes culparon a los capacitadores del fabricante del tomógrafo por no haber sido claros acerca del funcionamiento del control automático de dosis. ⁽⁴⁾

✓ **Optimización y control de los parámetros de rayos x (Protocolos)**

La tarea de optimización es comúnmente llevada a cabo cuando el equipo ya está instalado y debería involucrar a especialistas en imágenes, físicos especializados y técnicos con experiencia. El acceso a la configuración del aparato debería restringirse, de forma tal que, una vez establecida, la misma no pueda ser modificada por personal no autorizado. (11)

✓ **Control y auditoría de los niveles de radiación utilizados en tomografías de rutina**

Para ello, los centros deben contar con la asistencia de expertos (ej: ingenieros, físicos) que determinen los parámetros apropiados a monitorear. (11)

✓ **Implantación de tarjeta de exposición individual en niños**

En algunas comunidades de España, por ejemplo, han comenzado a utilizarse en los últimos años cartillas individuales para apuntar las radiaciones que reciben los niños en los distintos estudios.(3) En esta tarjeta, el servicio de imágenes debe anotar la fecha en que se hace el estudio y la dosis de radiación. Resulta una medida que puede ser útil, si bien los especialistas coinciden en que es muy difícil de implementar en centros con mucho volumen de pacientes.

Concluimos que si bien no hay duda de los beneficios de la tomografía computada, la comunidad profesional debe trabajar para minimizar las dosis de radiación, particularmente en los niños. Si bien el radiólogo es en última instancia el responsable de controlar estas dosis y quien debe usar el concepto ALARA (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable), (9) debe enfatizarse que la responsabilidad también recae sobre las instituciones, los físicos, los fabricantes y los médicos en general, quienes deben optimizar las indicaciones de este estudio sopesando si el beneficio que espera obtenerse del mismo justifica la irradiación a la que se expone al paciente.

Bibliografía

1. Raslawski EC, Tomografía computada. Una fuente considerable de exposición a la radiación. *Arch Argent Pediatr* 2008; 106(3):273-274

2. Brenner DJ; Hall EJ. Computed tomography. An increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 357:22. November 29, 2007
3. Pediatric Environmental Health Specialty Unit Valencia. Cómo disminuir el uso de radiaciones ionizantes en pediatría. Hospitales Sostenibles: Hacia una asistencia más saludable. 2004, revisado el 28 de mayo de 2010. Accesible on line: www.pehsu.org/research/hsostenible/rx/rx.htm
4. Bogdanich W. After stroke scans, patients face serious health risks. *The New York Times*, July 31, 2010.
5. Berrington de González A; Mahesh M; Kim KP et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* 2009 Dec. 169 (22): 2071-7
6. Berrington de Gonzalez A.; Darby S. Risk of cáncer from diagnostic X rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004; 363: 345-51
7. UNSCEAR. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000 Report to the General Assembly. New York; United Nations, 2000.
8. Lee CI, Haims AH. et.al. CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology* 2004; 231: 393-8
9. National Cancer Institute. Radiation Risks and Pediatric Computed Tomography (CT): A Guide for Health Care Providers. Posted 08/20/2002. Updated: 12/22/2008. Disponible on line: <http://www.cancer.gov/cancertopics/causes/radiation/radiation-risks-pediatric-CT>
10. Ríos S.A. Un Nuevo tomógrafo reduce hasta en un 80% la dosis de radiación. Diario *La Nación*. 5 de enero de 2011
11. ECRI Institute. Top 10 technology hazards for 2011: The High radiation dose of CT scans. *Health Devices*. November 2010
12. Ruess L; Sivitt CJ, et al. Blunt abdominal trauma in children: impact of CT on operative and nonoperative management. *AJR. Am J Roentgenol*. 1997; 169: 1011-4
13. Kaups KL, Davis JW, Parks SN. Routinely repeated computed tomography after blunt head trauma: does it benefit patients? *J Trauma* 2004; 56: 475-80
14. Maytal J, Krauss JM. et.al. The role of brain computed tomography in evaluating children with new onset of seizures in the emergency department. *Epilepsia* 2000; 41:950-4
15. Lewis DW, Dorbad. D. The utility of neuroimaging in the evaluation of children with migraine or chronic daily headache who have normal neurological examinations. *Headache* 2000; 40: 629-32
16. Stephen AE, Segev DL, Ryan DP, et al. The diagnosis of acute appendicitis in a pediatric population: to CT or not CT. *J Pediatr Surg* 2003; 38: 367-71
17. Slovis TL, Berdon WE. Panel discussion. *Pediatr Radiol* 2002; 32:242-4