

ARTÍCULOS ORIGINALES

Reducción de dosis de radiación en TC. ¿Objetivo cumplido?

José Manuel Sánchez Pérez. Diplomado en Enfermería, Servicio TC
Paula Juiz Valiña. Técnico Superior de Imagen para el Diagnóstico
Hospital Povisa. C/ Salamanca, 5. CP 36211 Vigo. Pontevedra.

Dirección de correspondencia: Hospital Povisa. Servicio de Radiodiagnóstico. C/ Salamanca, 5. CP 36211 Vigo. Pontevedra.
Teléfono: +34986413144. Ext.: 1059. e-mail: josman@povisa.es

Recibido: 14/10/2010
Aceptado: 02/02/2011

Resumen

Evaluaremos una muestra de los numerosos exámenes de tomografía computadorizada (TC) realizados en el Servicio de Imagen para el Diagnóstico del Hospital Povisa en alguno de los tres últimos equipos de este servicio. Examinaremos la importancia de la modulación automática de dosis dependiendo de los tejidos a estudio y el ajuste de la colimación a la región anatómica de interés. Consideraremos la objetividad de la reducción de dosis de radiación recibida por los pacientes. Se valorará si la reducción de dosis de radiación efectiva es significativa y directamente proporcional a los avances tecnológicos.

Palabras Clave/Keywords: TC, multidetector, flash, dosis, reducción.

Summary

We will evaluate a sample of the many computerized tomography (CT) tests realized by the Imaging for the Diagnose Service of Povisa Hospital in any of the last three equipment in this department. We will investigate the importance of the self-operating amount of modulation of doses depending on the analysed tissues that and the adjustmet of the collimation to the anatomic area of study. We will also consider the objectivity on the amount of radiation reduction being given to patients. The effectivity of reduction on the amount of radiation we will be weighted to analyse if it is sensible and related at the technological advances.

Introducción

El uso de radiaciones ionizantes y el aumento del uso por la reducción de tiempo de examen, la realización de procedimientos intervencionistas y la posibilidad de nuevas exploraciones hacen de la tomografía una técnica que debe ser evaluada, analizada y optimizada^{1,2,3}. Se investiga para tratar de reducir la dosis de radiación recibida por el paciente lo máximo posible sin reducir su calidad diagnóstica⁴.

La obtención de imágenes implica determinada dosis de radiación recibida por el paciente pero en ocasiones es mayor a la diagnósticamente necesaria por el procedimiento o se exponen zonas del paciente no pertenecientes a la zona de interés⁵.

Material y Métodos

Por ello, realizamos un estudio con datos de exploraciones de TC de pacientes del área de influencia del Hospital Povisa (C/ Salamanca, 5. CP 36211. Vigo, Pontevedra. España) en alguno de los tres últimos equipos del Servicio de Imagen para el Diagnóstico de este

hospital: el SOMATON Sensation 16, el SOMATON Sensation 64 y el 128 Flash, todos de la marca Siemens (Siemens AG, Medical Solution. Henkestr. 127, D-91052 Erlangen. Germany) siendo el estudio independiente a esta compañía.

El SOMATON Sensation 16, uno de los primeros escáneres helicoidales de España, fue instalado en el dicho servicio en 2002 y encontrándose en activo en la actualidad⁶.

El SOMATON Sensation 64, instalado en 2005 y retirado en 2009, contaba con tecnología z-sharp entre sus características técnicas⁷.

De reciente instalación, en septiembre de 2009, el 128 Flash, con doble tubo de rayos X y tecnología z-sharp y z-UHR, es el primer equipo que intenta invertir la tendencia actual manteniendo la calidad de la imagen diagnóstica y reduciendo la dosis de radiación recibida por el paciente. La adquisición de las imágenes se puede realizar en tres modos de funcionamiento del equipo: normal, dual y flash⁸.

El modo de funcionamiento normal se corresponde con el convencional de un escáner helicoidal multicorte.

En modo dual las imágenes se adquieren con la utilización simultánea y en paralelo de las dos fuentes con diferentes ajustes de voltaje, 80/140 kV o 100/140 kV, y fotón selectivo para la mejora de la diferenciación de los tejidos. La energía dual permite percibir la composición de la materia. El conjunto de datos de las dos hélices se adquiere en un escaneo único permitiendo diferenciar, caracterizar, aislar y distinguir el tejido y el contraste. La utilización de la doble energía genera tres reconstrucciones "automáticas", una de bajo kilovoltaje, otra de alto kilovoltaje y una mixta también conocida como "diagnóstica" que es la que se visualiza en el PACS, las otras dos se cargan en el software específico del equipo permitiendo el manejo de los distintos parámetros que permiten caracterizar sustancias (ácido úrico, calcio, yodo,...).

En modo de funcionamiento flash la utilización de ambas fuentes en serie y con el mismo voltaje incrementa la velocidad de adquisición de las imágenes, creando dos hélices consecutivas e intercaladas consiguiendo una espiral con rápido desplazamiento ("high-pitch").

Es un estudio fácilmente reproducible con numerosas variables siendo las más representativas las del protocolo del paciente: voltaje (kV), carga de disparo (mAs), carga de disparo de referencia (mAs), índice de dosis de la exploración tomográfica, CTDIvol, (mGy), dosis por longitud, DLP, (mGy·cm), tiempo de rotación del tubo, Tl, (s) y espesor de corte, cSL, (mm), accediendo a ellas a través del sistema de almacenamiento y visualización de imágenes IMPAX de Agfa (©Agfa-Gevaert, N.V., 2006). Al ser un análisis retrospectivo y no disponer de datos reconocidos como el índice de masa corporal (IMC), peso, altura o talla del paciente, medimos la zona visualizada en imagen siguiendo un protocolo establecido previamente para obtener un dato objetivo que nos permita relacionar el volumen escaneado con la dosis efectiva, calculándola con los factores de conversión proporcionados por Siemens para sus equipos Definition^{9,10}

	Adulto
Tórax	0,014
Abdomen-Pelvis	0,015

Tabla 1. Factores de conversión adaptados a los TC Definition de Siemens para cálculo de dosis efectiva por DLP, dependiendo de la región del cuerpo y edad en mSv·(mGy·cm)⁻¹.

Para la realización de un estudio coherente consideramos la toma de datos de exploraciones estandarizadas (193), sin variaciones individuales y realizadas de forma habitual en pacientes mayores de 18 años.

Dado que en la actualidad no se encuentra en el servicio de Imagen iniciamos el muestreo en el SOMATON Sensation 64 con exploraciones realizadas a partir del 1 de enero de 2009. Con las limitaciones anteriores los tipos de estudio analizados son varios aunque en este artículo, por motivos de espacio, nos basaremos en los datos obtenidos en las exploraciones de tórax, tórax-abdomen y abdomen. En el SOMATON Sensation 16 también tomamos datos a partir del 1 de enero de 2009 y en el 128 Flash a la inversa, es decir del 23 de marzo de 2010 a la fecha de instalación. El número de pacientes estudiados ha dependido de este TC debido a su reciente implantación en el centro.

El resultado del muestreo por equipo y modo de funcionamiento es de cinco estudios helicoidales de una hélice de tórax y tórax-abdomen, y diez de abdomen. Asimismo obtenemos datos de estudios de abdomen de dos hélices, con cinco muestras para el SOMATON Sensation 64 y el SOMATON Sensation 16 y catorce en el 128 Flash con adquisición de cada conjunto de imágenes en los diferentes modos de funcionamiento del equipo. Con los tipos de estudio analizados consideramos que la forma geométrica con mayor similitud al volumen escaneado del paciente se corresponde con un cilindro de base elíptica. Las medidas para el cálculo del volumen se toman longitudinalmente en el topograma, en un corte sagital medial medimos en las exploraciones de tórax a nivel de la parte más proximal de la apófisis xifoides, en tórax-abdomen y abdomen a nivel del espacio intervertebral L3-L4, y en un corte axial, a nivel de la medición en sagital, tomamos la medida lateral a 37,1 mm de la parte anterior del cuerpo vertebral.

Para la congruencia en los datos, dado los numerosos protocolos de adquisición para cada tipo de estudio, analizamos aquellas exploraciones realizadas con el mismo protocolo para cada equipo y modo de funcionamiento.

Resultados.

TC de Tórax.

Con uso de la modulación de dosis en todas las exploraciones, la dosis efectiva media en el SOMATON Sensation 64 es de 6,009±1,538 mSv, en el SOMATON Sensation 16 es de 3,581±0,901 mSv), en el 128 Flash

la dosis efectiva media en modo de adquisición normal es de $3,861 \pm 1,625$ mSv, en modo dual de $4,894 \pm 0,611$ mSv y en modo flash la dosis efectiva media es de $2,360 \pm 0,205$ mSv. (Tabla 2) (Tabla 3) (Gráfico 1)

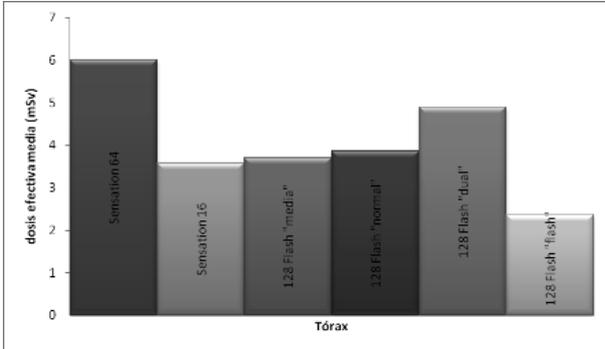


Gráfico 1. Dosis efectiva media (mSv) de las exploraciones de tórax.

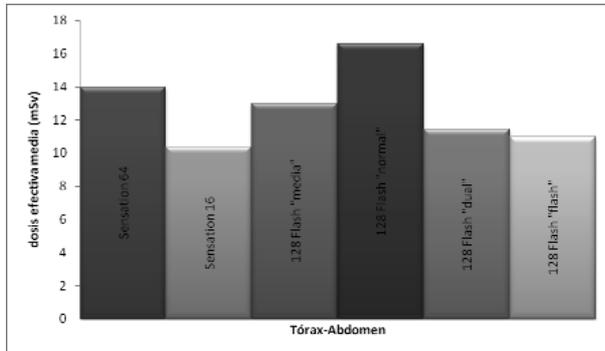


Gráfico 2. Dosis efectiva media (mSv) de las exploraciones de tórax-abdomen.

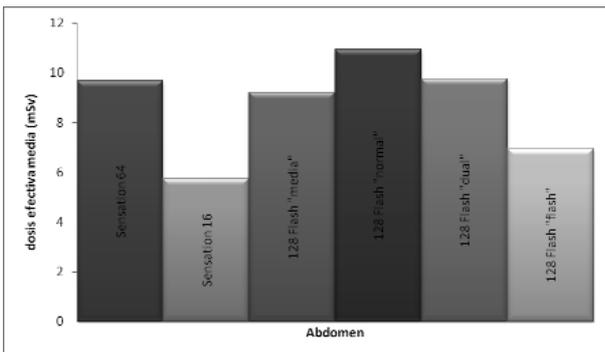


Gráfico 3. Dosis efectiva media (mSv) de las exploraciones de abdomen de una hélice.

	SOMATON Sensation 64	SOMATON Sensation 16	128 Flash "normal"	128 Flash "dual"	128 Flash "flash"
Tórax	6,009	3,581	3,861	4,894	2,360
Tórax-Abdomen	13,992	10,377	16,611	11,427	10,983
Abdomen	9,664	5,756	10,937	9,755	6,994

Tabla 2. Dosis efectiva media por tipo de estudio, equipo y modo de funcionamiento en mSv.

	SOMATON Sensation 64	SOMATON Sensation 16	128 Flash "normal"	128 Flash "dual"	128 Flash "flash"
Tórax	111,74	94,92	102,27	95,99	87,53
Tórax-Abdomen	157,39	197,08	166,32	127,85	114,47
Abdomen	129,24	99,42	128,91	108,26	81,38

Tabla 3. Volumen medio escaneado por tipo de estudio, equipo y modo de funcionamiento en 103 cm³.

La menor dosis efectiva es la del 128 Flash en modo flash considerándola como el 100% de la dosis, en el SOMATON Sensation 16 es del 152%, en el 128 Flash en modo normal es del 164%, en modo dual del 207% y del 255% en el SOMATON Sensation 64. (Gráfico 4)

También analizamos tres estudios realizados con protocolos de baja dosis, dos realizados con modulación automática de dosis en el SOMATON Sensation 16 obteniendo una dosis efectiva media de 1,029 mSv y una exploración en el 128 Flash en modo normal sin uso de modulación automática con dosis efectiva de 0,748 mSv.

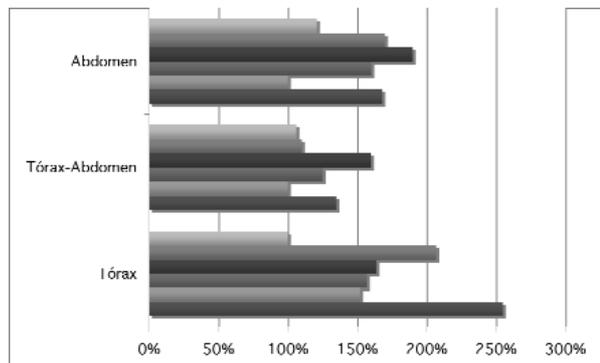


Gráfico 4. Comparativa en 100% de la dosis efectiva media por equipo y modo de funcionamiento.

TC de Tórax-Abdomen.

Sin utilización de modulación automática de dosis, la dosis efectiva media en el SOMATON Sensation 64 es de $13,992 \pm 1,022$. En el resto de los estudios analizados se utiliza la modulación automática, los datos obtenidos para el SOMATON Sensation 16 es $10,377 \pm 1,917$ mSv, y

en el 128 Flash en modo normal la dosis efectiva media es de $16,611 \pm 4,281$ mSv, en modo dual de $11,427 \pm 2,322$ mSv y en el modo flash de $10,983 \pm 1,830$ mSv. (Tabla 2) (Tabla 3) (Gráfico 2)

Como en los resultados de tórax consideramos la dosis del SOMATON Sensation 16 el 100% de la dosis siendo del 106% la del 128 Flash en modo flash, del 110% en modo dual, en el SOMATON Sensation 64 del 135% y del 160% en el 128 Flash modo normal. (Gráfico 4)

TC de Abdomen de una hélice.

Todas las exploraciones se realizaron con modulación automática de dosis. La dosis efectiva media en el SOMATON Sensation 64 es de $9,664 \pm 2,805$ mSv, en el SOMATON Sensation 16 de $5,756 \pm 2,832$ mSv y en el 128 Flash en modo normal de $10,937 \pm 2,982$ mSv, en modo dual de $9,755 \pm 2,705$ mSv y en modo flash la dosis efectiva media es de $6,994 \pm 0,969$ mSv. (Tabla 2) (Tabla 3) (Gráfico 3)

Como en los análisis anteriores el 100% de la dosis se corresponde con el SOMATON Sensation 16, siendo en el 128 Flash en modo flash de 121%, de 168% en el SOMATON Sensation 64, del 170% en el 128 Flash en modo dual y del 190% en modo normal en el 128 Flash. (Gráfico 4)

Discusión

En los estudios de abdomen también analizamos datos de exploraciones de doble hélice donde la longitud de escaneo de cada una de ellas varía. Son estudios con protocolos de fase arterial, fase venosa, excretora,... Con el mismo protocolo de abdomen utilizado en las exploraciones de una hélice se realizan exploraciones de longitud estándar y se disminuye la longitud de escaneo de la otra hélice dependiendo de la patología a estudiar o de la zona de interés reduciendo en estos casos la dosis de radiación recibida por el pacientes hasta un 50% con la reducción de la longitud de la hélice a la mitad. En el 128 Flash dado las posibilidades de los modos de funcionamiento las exploraciones se realizan utilizando los distintos modos en las distintas hélices en todas sus combinaciones.

También hemos tomado datos de estudios que por determinadas circunstancias se ha modificado algún parámetro del protocolo del paciente, como el voltaje, comprobando que mínimas modificaciones en alguna de las variables provocan un aumento significativo en la dosis de radiación, en volúmenes de escaneo similares.

Con el uso de protocolos de baja dosis en determinados pacientes, bien sea por edad del paciente, repetición de estudios, constitución física o seguimiento de ciertas patologías (nódulo pulmonar solitario) la reducción de dosis es significativa.

La dosis de radiación recibida por el paciente se reduce con el uso de la exposición automática de dosis siendo aconsejable su uso siempre que sea posible.

Debido a las particularidades de 128 Flash es importante la optimización de los protocolos siendo este el motivo fundamental para considerar este estudio vivo y abierto.

Conclusión

Debido a la premura del estudio no tenemos datos espectaculares de reducción de dosis pero la tendencia demuestra que con un control adecuado de los parámetros (optimización de los protocolos) se pueden conseguir estudios más complejos con una dosis equivalente a otros sencillos realizados en otro TC no hace muchos años.

El 128 Flash permite exploraciones no implementadas en otros equipos como perfusiones o estudios dinámicos, entre otros, con un aumento de dosis asistencialmente asumible.

Bibliografía

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. UN Sales publication E.00.IX3. New York: United Nations, 2000.
2. International Commission on Radiological Protection. Managing Patient Dose in Computed Tomography. Pergamon Press. 2000; Publication 87.
3. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the ICRP. Pergamon Press. 1991; Publication 60.
4. International Atomic Energy Agency. International action plan for the radiological protection of patients. Vienna, IAEA; 2002.
5. Arias CF. Regulating radiological protection and the role of health authorities. Rev Panam Salud Pública. Vol. 20. 2-3. Washington. Aug/Sept 2006.
6. SOMATON Sensation 16. Siemens AG. Germany; 2004.
7. SOMATON Sensation 64. Siemens AG. Germany; 2009.
8. SOMATON Definition Flash. Siemens AG. Germany; 2009.
9. Bongartz G, Golding SJ, Jurik AG, et al. European Guidelines for Multislice Computed Tomography: Appendix C. Funded by European Commission; March 2004. Contract No. FIGM-CT200-20078-CT-TIP. http://www.msct.eu/PDF_FILES/EC%20CA%20Report%20D5%20-%20Dosimetry.pdf. Accessed January 12, 2009.
10. Radiologic Clinics of North America, Strategies for Reducing Radiation Dose in CT, see attachment "StrategiesReducingDose_McCollough2009.pdf".