

Evaluación de la calidad de imagen en Tomografía Computada en Uruguay

López, A.¹, Blanco, D.², Perera, J.³ y Nader, A.³

¹Hospital Pasteur

²Centro de Investigaciones Nucleares

³Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo la evaluación de los parámetros relevantes asociados a la calidad de las imágenes obtenidas en tomógrafos del Uruguay. El mismo se ha desarrollado en el marco de los Proyectos Regionales para América Latina de Cooperación Técnica del OIEA - Organismo Internacional de Energía Atómica correspondientes al Área Temática TSA-3 sobre Protección Radiológica del Paciente, en los cuales ha participado nuestro país.

La calidad de imagen en Tomografía Computada (TC) depende de cuatro factores a saber: el contraste de la imagen, la resolución espacial, el ruido de la imagen y los artefactos.

Para esto se utilizó el fantoma desarrollado por el American College of Radiology (ACR), ACR-CT Accreditation Phantom Gammex. Se incluyeron equipos con capacidad para un corte y multicortes, de instituciones públicas y privadas y de diferentes niveles de atención de la salud.

Los parámetros específicos evaluados para medir el desempeño técnico de los tomógrafos fueron: posicionamiento, espesor de corte, exactitud del número de TC, resolución de bajo y alto contraste, la uniformidad de la imagen y la presencia de artefactos.

Para realizar la toma de las imágenes se utilizaron los protocolos de cada instalación y la evaluación de dichos parámetros se realizó con el software del fantoma y la interpretación de los especialistas del área.

Los resultados obtenidos se presentan para cada prueba realizada con sus respectivos análisis, encontrándose incumplimientos en la exactitud de los valores del número de TC para distintos materiales, en la visualización de estructuras de bajo contraste así como la aparición de artefactos, cuya estadística es analizada para el total de la muestra.

Este estudio ha permitido lograr una mejora en la calidad del diagnóstico de los pacientes optimizando las dosis a valores tan bajos como fue posible y por tanto un beneficio para la práctica radiológica en general sin generar exposiciones innecesarias.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en este trabajo la Autoridad Reguladora está analizando la aceptación del uso de este fantoma para realizar dichos controles en el área de la Tomografía Computada.

1. INTRODUCCIÓN

La Tomografía Computada se ha transformado en una técnica de inicio de diagnóstico haciendo que la cantidad de equipos se haya multiplicado exponencialmente. El control del funcionamiento y verificación de la calidad de las imágenes y la dosis de radiación involucradas en los procedimientos están normatizadas. En nuestro país no está implementado un control rutinario de estos elementos ante lo cual se inició un trabajo piloto con el deseo de que se pueda generalizar a nivel nacional.

2. MATERIALES Y MÉTODO

Los parámetros específicos evaluados para medir el desempeño técnico de los escáners fueron: posicionamiento, espesor de corte, exactitud del número de CT, resolución de bajo y alto contraste y la uniformidad de la imagen.

¹ E-mail del Autor. Anibal8lopez@gmail.com

Para la evaluación de los parámetros de control de calidad de la imagen de forma estandarizada se utilizó el fantoma* desarrollado por el American College of Radiology (ACR); el mismo es utilizado en sus programas de acreditación vinculados a la calidad de imagen clínica. El fantoma está construido con un material sólido equivalente a agua que tiene cuatro módulos en su constitución, destinados a la evaluación de los diferentes parámetros.

Las tomas de las imágenes fueron realizadas utilizando los protocolos de cada instalación para un escaneo axial de abdomen de adulto.

La evaluación de dichos parámetros se realizó con el software del fantoma, Automated CT Software v1.1 Gammex 464-ACTS.

El contraste de la imagen de TC se evaluó en base a la escala de contraste de TC, la cual deriva de los coeficientes de atenuación para un voxel de la imagen respecto al agua. La exactitud del espesor de corte se evaluó mediante la contabilización de barras de dos rampas de material denso ubicadas arriba y debajo de la imagen.

El módulo 1 del fantoma contiene regiones con materiales con coeficientes de atenuación conocidos dentro del rango clínico de números de TC (-1000 a +1000) similares al agua, grasa, tejido blando, hueso y aire. Se comparan los valores obtenidos con los de referencia para verificar que se encuentran dentro del rango de aceptación. Además contiene dos juegos de barras para estimar el espesor de corte.

La resolución de bajo contraste es evaluada con la imagen de series de cilindros de diferentes diámetros, el espacio entre los cilindros es igual al diámetro de los mismos. La diferencia de densidad entre el material de los cilindros y el background (número de CT promedio 90 HU) es de 0,6% (6 HU) El módulo 2 contiene cinco grupos de cuatro cilindros de 2, 3, 4, 5 y 6 mm.

La uniformidad de la imagen es analizada con un material tejido equivalente uniforme en el cual se evalúa la uniformidad del número de CT.

El módulo 3 permite realizar esta evaluación así como la exactitud de la medida de distancias en el plano.

La resolución de alto contraste (espacial) es la capacidad de distinguir en la imagen pequeños objetos ubicados cercanamente. El módulo 4 permite realizar esta evaluación utilizando patrones de pares de líneas consistentes en barras de aluminio separadas por material de menor atenuación con valores de 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12 pares de líneas por centímetro colocadas en ocho regiones de 15 x 15 mm².

- American College of Radiology - ACR CT Accreditation phantom Gammex, Inc.
7600 Discovery Drive Middleton, WI53562-0327 USA

3. RESULTADOS

Se presentan los resultados para los tres tomógrafos evaluados, especificándose para cada caso los incumplimientos encontrados.

Caso 1. Tomógrafo SIEMENS EMOTION 16

Los valores para los diferentes parámetros imagenológicos se encuentran dentro de los rangos de aceptación de referencia. Los mismos se presentan en la tabla 1. En la figura 1 se ven las imágenes de los módulos del fantoma analizados con el software del fantoma.



Figura 1. Imágenes de los módulos del fantoma para el tomógrafo Siemens Emotion 16.

Caso 2. Tomógrafo SIEMENS SOMATOM SENSATION 64

Los valores para los diferentes parámetros imagenológicos se encuentran dentro de los rangos de aceptación de referencia a excepción de los siguientes incumplimientos: a) los números de TC promedio para aire y polietileno estuvieron fuera del rango recomendado y b)

la no aprobación del test de bajo contraste: las barras de bajo contraste de 6 mm de diámetro no se visualizan claramente, como se ve en la figura 2. Los mismos se presentan en la tabla 1.

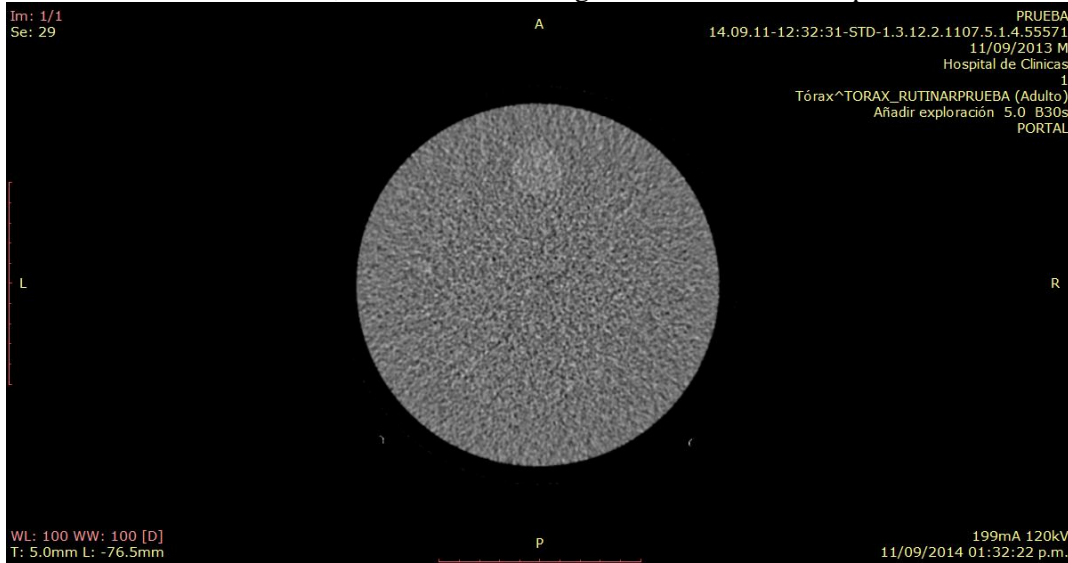


Figura 2. Imagen del módulo 2, resolución de bajo contraste.

Caso 3. Tomógrafo SIEMENS BALANCE

Los valores para los diferentes parámetros imagenológicos se encuentran dentro de los rangos de aceptación de referencia a excepción de la resolución de bajo contraste como se ve en la figura 3. Los mismos se presentan en la tabla 1. Se encontró un artefacto de tipo anillo que se ve en las figuras 3 y 4.

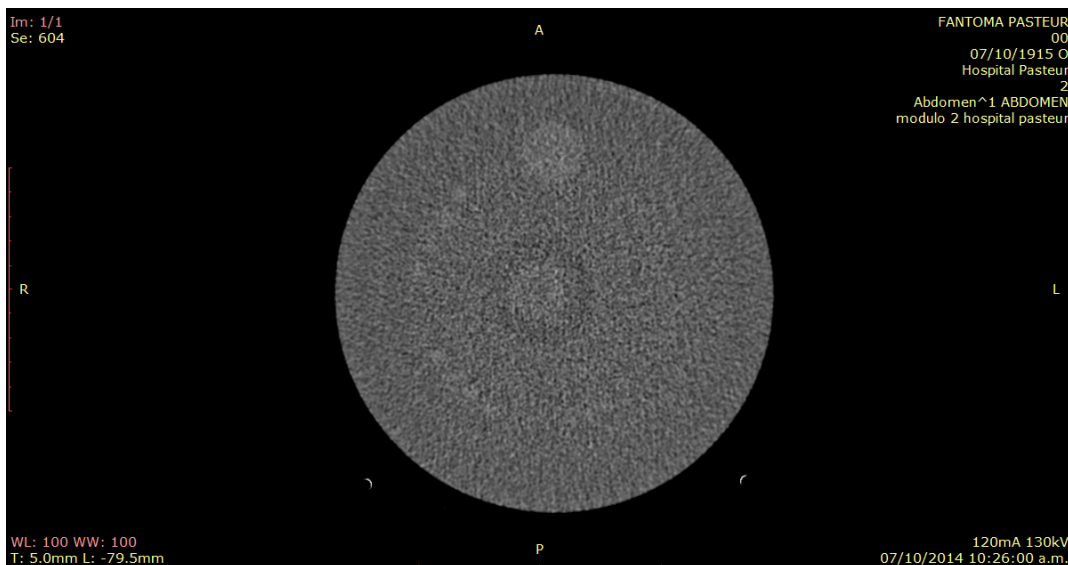


Figura 3. Imagen del módulo 2, resolución de bajo contraste y visualización de artefacto.

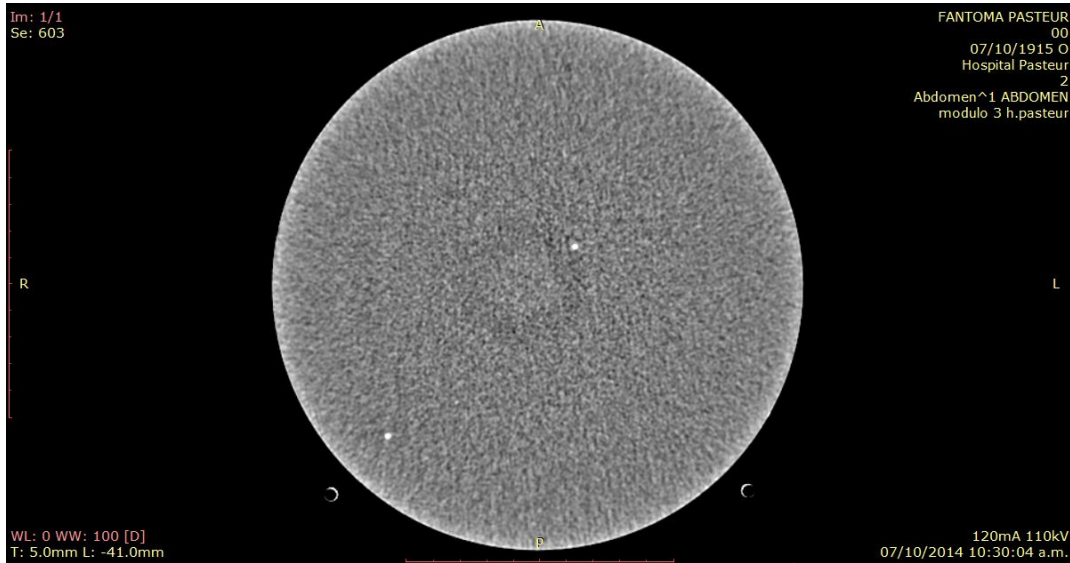


Figura 4. Imagen del módulo 3 donde se aprecia artefacto tipo anillo al centro.

Tabla 1. Valores de los parámetros imagenológicos

Tomógrafo	Espesor de corte superior (mm)	Espesor de corte inferior (mm)	Exactitud del Número de CT (HU)					Porcentaje de Contraste (%)	Resolución de bajo contraste (mm)
			Aire	Polietileno	Agua	Acrílico	Hueso		
Tolerancia	± 1,5 mm	± 1,5 mm	-1005 a -970	-107 a -87	-7 a +7	+110 a +130	+850 a +970	0,6%	6 mm
Siemens Emotion 16	5,5	6,0	-990,73	-88,26	-5,6	123,08	876,57	0,6	5
Siemens Somatom Sensation 64	4,5	5,5	-1007,05	-85,83	0,52	128,88	864,5	0,5	-
Siemens Balance	5,5	5,5	-991,81	-92,31	-1,41	120,39	891,99	0,4	-

Tomógrafo	Uniformidad del Número de CT (HU)					Exactitud de la distancia entre 2 puntos (mm)	Resolución de alto contraste (LP/cm)	Artefactos
	Región superior	Región inferior	Región izquierda	Región derecha	Región central			
Tolerancia	Diferencia entre borde y centro < 5 HU				-7 a +7	100 mm	5 LP/cm	
Siemens Emotion 16	-2,25	-1,87	-3,2	-1,44	-0,29	100,52	6	no
Siemens Somatom Sensation 64	-0,27	-0,85	-0,65	-0,76	-2,26	101,49	5	no
Siemens Balance	-2,1	-0,97	-1,79	-1,4	0,06	100,02	6	si

4. DISCUSIÓN

El trabajo llevado a cabo permitió ejercitar la técnica del uso del fantoma como un estudio piloto orientado a la estimación de la calidad de imagen total en los tomógrafos.

Algunas dificultades encontradas como la poca disponibilidad de tiempo de los equipos debido a la alta carga de trabajo con pacientes, defectos en las luces laser de alineación que debían ser reparadas antes de realizar el trabajo así como la no obligatoriedad de realizar estos estudios hizo que la muestra fuera pequeña. Sin embargo varios incumplimientos fueron encontrados lo que permite suponer que en un universo mayor se encontrarán fallas frecuentemente.

Esto impulsa a la continuación de los exámenes así como su ampliación al campo de las dosis a fin de optimizar las mismas en función de la obtención de la mejor calidad de imagen.

Otro de los beneficios encontrados fue la buena coordinación con los servicios técnicos que en el caso del artefacto detectado en uno de los equipos, el mismo fue corregido inmediatamente verificándose su corrección.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Prof. Dr. Nelson Di Trápani, al Prof. Dr. Luis Dibarboure, a la Dra. Ethel Braitman, al Dr. George Albert, a la Lic. Silvina Rodríguez, AL Br. Matías Fuentes y al personal técnico de Conatel, por su excelente disposición para la realización de este trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Calzado, A., Geleijns, J., "Computed Tomography: Evolution, technical principles and applications", *Rev Fis Med* **2010;11(3):163-180**.
2. Cynthia H., McCollough, Ph.D., "CT Accreditation Program: Image Quality and Dose Measurements", *Department of Radiology, Mayo Clinic, Rochester, MN*.
3. Cynthia H., McCollough, and Michael R. Bruesewitz, "The phantom portion of the American College of Radiology (ACR) Computed Tomography (CT) accreditation program: Practical tips, artifact examples, and pitfalls to avoid", Department of Radiology, Mayo Clinic College of Medicine, Rochester, Minnesota 55905. *Medical Physics*, **Vol. 31, No. 9, September 2004**.
4. Maritza A., Hobson A., Emilie T., Soisson Stephen D., Davis, William Parker, "Using the ACR CT accreditation phantom for routine image quality assurance on both CT and CBCT imaging systems in a radiotherapy environment", Department of Medical Physics, McGill University Health Centre, Montréal, and Medical Physics Unit, McGill University, Montréal, QC, Canada. *JOURNAL OF APPLIED CLINICAL MEDICAL PHYSICS*, **VOLUME 15, NUMBER 4, 2014**.
5. Radiation Dose and Image-Quality Assessment in Computed Tomography. *Journal of the ICRU Vol 12 No 1 (2012) Report 87*, Oxford University Press.