

Título: Un instrumento para el uso de la Tomografía Axial Computarizada y la Resonancia Magnética.

Autores: Dr. Jorge Félix Rodríguez Hernández* (gruposnacionales@infomed.sld.cu)
Dr. José Ángel Portal Miranda*; Dr. Luis Eduardo Pedroso Mendoza**; Dr. Luis Quevedo Sotolongo***; Dr Cs. Orlando Valls Pérez****; Dr.C. Miguel Ángel Rodríguez Allende****y Dra. Reinería Terán García *****..

Centros de procedencia: *MINSAP; **Hospital “Salvador Allende”; *** Clínica Internacional “Cira Garcia” ; **** Hospital “Hermanos Ameijeiras” y ***** Dirección Provincial de Salud de La Habana.

RESUMEN

La revisión expone los resultados del proceso de evaluación, perfeccionamiento y actualización de las regulaciones del uso de la Tomografía Axial Computarizada y la Resonancia Magnética por Imágenes de mayo del 2009. Ésta fue desarrollada en sesiones de trabajo con la participación de los grupos asesores de las especialidades, el grupo nacional de Imagenología, directivos y funcionarios de las provincias y de unidades nacionales. Como resultado de las acciones, quedaron renovados por consenso los criterios para las indicaciones de estas tecnologías por niveles de prioridad, encaminados a responder a su uso racional, con beneficio para el paciente y para el Estado cubano.

Plabras claves: Tomografía axial computarizada (TAC) y Resonancia magnética nuclear (RMN).

INTRODUCCIÓN

En el año 1972 Godfrey Hounsfield inventó un equipo al que se le denominó Tomografía Axial Computarizada (TAC) para el examen del cráneo, pero ya en 1973 surgió la idea de utilizarla en otras regiones del cuerpo diferentes del cerebro, comenzando así una vertiginosa evolución que ha llegado a colocar esta técnica a la cabeza de las exploraciones imagenológicas en algunos centros.^{1, 2} La mayor limitante que existía era las altas dosis de radiaciones que recibía el paciente.

Los primeros equipos contaban con tubos que emitían rayos X mientras rotaban 360° alrededor de la estructura a examinar, asociado a movimientos de la mesa de avance o retroceso, pero cada rotación era independiente y el tubo volvía a su posición inicial antes de comenzar un nuevo ciclo. Las nuevas

generaciones de TAC tienen la peculiaridad de que los tubos rotan de forma continua a la vez que la mesa se mueve, tomándose de esta forma cortes consecutivos, de espesor y separación variables, en forma de espiral, de ahí el nombre de TAC helicoidal.³

Unos detectores que posee el equipo captan la señal analógica producida por los rayos X, que entonces es convertida en digital y de esta manera puede ser analizada y procesada de forma bidimensional o logrando reconstrucciones tridimensionales a las que también se les pueden realizar movimientos de rotación.^{4, 5, 6}

La modalidad tridimensional ha acaparado el interés en los últimos años porque permite obtener imágenes que reconstruyen estructuras tubulares como los vasos sanguíneos, los bronquios, el estómago o el colon, causando el efecto visual de estar navegando por el interior de las mismas.⁴

Así fue como en el año 1994, acuñado por Vining y Gelfand, surgió el término de colonoscopia virtual para una técnica que simula las imágenes obtenidas con la colonoscopia convencional, creando nuevas expectativas en el diagnóstico precoz del cáncer del colon por la mínima invasividad de la misma. También es posible aplicar esta técnica en la exploración del árbol bronquial, realizando de esta forma una broncoscopia virtual.^{7; 4; 8; 9}

Para la detección de lesiones del tracto digestivo con la TAC, generalmente es útil la administración de contraste, ya sea por vía endovenosa o por vía oral o rectal.^{10; 11}

Como último detalle, que contribuye a fomentar la gran popularidad que adquiere la TAC cada día, debe mencionarse la fluoroscopia con TAC, que permite la visualización de los órganos en movimiento, en tiempo real.⁴

La Imagenología por resonancia magnética (IRM), es una de las modalidades diagnósticas formadoras de imágenes, que no utiliza radiaciones ionizantes, sino que por medio de un campo magnético, proporcionado por un imán, y un pulso de radiofrecuencia, que se trasmite a través de una bobina, se logra la organización de los protones de elementos que existen en abundancia en el cuerpo humano, por ejemplo el hidrógeno, con la consecuente absorción de energía. Una vez eliminado el pulso de radiofrecuencia, los elementos antes

mencionados comienzan a regresar a su estado inicial liberando la energía absorbida, esta es captada por receptores especiales y convertida en imágenes mediante complejos procesos matemáticos.

De la anterior explicación se deduce que la principal ventaja de la IRM es no utilizar radiaciones ionizantes, aunque posee otras muchas desde el punto de vista del diagnóstico.

Fue en el año 1974 cuando se obtuvo la primera imagen de un espécimen biológico con resonancia magnética, posteriormente, en 1976, Damadian y colaboradores realizan la primera IRM a un animal vivo, un ratón, y ya en 1977 los mismos autores reportan su realización en un humano, obteniéndose en 1980 la primera imagen del cerebro de un hombre con esta técnica.¹

En los momentos actuales la IRM es capaz de proporcionar imágenes de todas las estructuras del cuerpo humano y aunque su mayor aplicación es en el Sistema Nervioso, su utilidad está más que probada en la exploración de los vasos sanguíneos, las vísceras sólidas del abdomen, los pulmones, las articulaciones, las vías biliares y el tracto digestivo.^{12, 13, 14, 15; 16, 17, 18}. Con esta técnica se puede realizar además la llamada angioresonancia,¹⁹ la colangiopancreatografía por IRM²⁰ y la colonoscopia virtual.^{21, 22, 23, 22, 25}

Según algunas estadísticas, en el año 1995, en países desarrollados, el 34 % de las investigaciones imagenológicas correspondieron a exámenes de TAC, IRM, Ultrasonido (US), Radiología Intervencionista y Medicina Nuclear, técnicas que en los años anteriores se encontraban aún en fase “embrionaria”.⁸⁷ En los años posteriores a esta fecha este crecimiento ha continuado y dichas técnicas se han generalizado por las diferentes latitudes, incluyendo a Cuba, que hace un enorme esfuerzo por aplicarlas en todos los niveles de atención médica

En la actualidad los países en desarrollo, como el nuestro, se ven limitados de modo extraordinario para mantenerse actualizados en estas técnicas de punta, por el alto costo y rápido progreso de la nueva tecnología, sin contar la sostenibilidad de estos equipos, donde sus gastables tecnológicos cada vez adquieren precios superiores. Es importante señalar además la responsabilidad

que todos tenemos en la protección contra las radiaciones de nuestros pacientes, de los acompañantes y del personal que trabaja en estos equipos..

El gobierno cubano en los últimos años ha realizado una gran inversión en estas tecnologías pero aun no se ha logrado satisfacer las necesidades cada vez mayores de su uso, atendiendo a la indicación de las mismas.

La necesidad de una utilización óptima de estas técnicas, para evitar su indicación irracional y proteger a los pacientes en los cuales resulta imprescindible su uso para el diagnóstico, y esto constituye un reto para el Ministerio de Salud Pública. Por eso a finales de 2008, se consideró necesario realizar un grupo de actividades científico-metodológicas para emitir indicaciones que regularan el uso efectivo de la TAC y la IMR, que incluyó el recorrido del Grupo Nacional de Imagenología por todos los departamentos del país que cuentan con esta tecnología, a fin de evaluar su uso. Se efectuó el análisis con los Grupos Nacionales de las especialidades con alta demanda de estos estudios, quienes emitieron criterios de indicaciones por prioridades que fueron ordenadas por el Grupo Nacional de Imagenología y presentadas a los Vicedirectores de Asistencia Médica de las provincias para ser evaluadas en los territorios con los Grupos Provinciales. Posteriormente la propuesta de regulaciones fue llevada a discusión en el cuarto encuentro de Jefes de Grupos Nacionales y finalmente presentada en la reunión de Directores Provinciales y de Unidades Nacionales y finalmente quedó aprobada e implementada en mayo de 2009.

Durante el segundo semestre de 2009 y en el año 2010 se monitoreó el cumplimiento de las regulaciones, realizándose evaluación y análisis del sistema de trabajo y de los indicadores y objetivos alcanzados, en su aplicación. En el año 2011 se consideró oportuno actualizar la normativa vigente, con el mejor conocimiento disponible, nacional e internacionalmente, a fin de perfeccionar y corregir los efectos no deseados que pudieron causarse o se causaron.

El presente trabajo expone el resultado obtenido en el proceso de actualización de las regulaciones vigentes hasta esa fecha, respecto al uso óptimo de la Tomografía Axial Computarizada y la Resonancia Magnética, a fin de lograr

resultados objetivos en el análisis del tópico enunciado, después de 18 meses de aplicación de las regulaciones de referencia, se efectuaron sesiones de trabajo para el debate, con los grupos asesores de las especialidades con alta demanda de estos estudios, grupo nacional de la especialidad de Imagenología y directivos y funcionarios de asistencia médica de las provincias y de las unidades de subordinación nacional, concluyendo con un taller que permitió analizar, debatir e intercambiar experiencias sobre los sistemas de trabajo implementados para lograr el uso racional y sostenido de la alta tecnología de la imagen y su perfeccionamiento, en función de responder a las variantes organizacionales de salud actuales, sustentadas en las políticas e indicaciones del gobierno y el Partido.

Para analizar los objetivos propuestos, el taller instrumentó guías dirigidas a valorar la pertinencia de las regulaciones a la luz de los avances científico-tecnológicos y los cambios organizativos de la salud, y apreció los procesos sistemáticos para hacer cumplir las regulaciones del uso de la alta tecnología.

Como resultado se identificaron los principales problemas en su aplicación y los puntos susceptibles de modificación.

Por consenso se aprobó mantener como base, la organización por niveles de prioridad para el uso de la TAC y la IMR, y a esos efectos se determinó que:

El nivel I : estará destinado a proporcionar información clínica relevante que no es posible obtener se puede obtener por medio de otras técnicas de imagen.

En este caso constituye técnica de primera opción.

El nivel II: proporcionará información clínica útil para el diagnóstico, aunque esta información pudiera ser obtenida también por medio de otras técnicas de imagen, quedando como segunda opción para la alternativa en que fuere necesario por no haberse agotado los propósitos previstos luego de practicados los exámenes imagenológicos de primera línea.

Se definió el uso de los equipos de tomografía axial computarizada convencionales monocorte en las afecciones de las siguientes localizaciones:

Cráneo:

- Traumatismo craneoencefálico.

- Enfermedad cerebrovascular.
- Tumores cerebrales.
- Hidrocefalia.
- Atrofias cerebrales.
- Procesos inflamatorios cerebrales.

Columna:

- Traumatismo raquimedular.
- Malformaciones.
- Tumores.
- Sepsis.
- Hernias discales lumbares.

Abdomen:

- El paciente debe tener un US positivo o dudoso realizado por el especialista en Imagenología.

Otros:

- Lesiones pleuropulmonares.
- Esqueleto periférico.

Se precisó el uso de la tomografía axial computarizada, con equipos multicortes, para el nivel I en los siguientes casos:

Sintomáticos:

- Estudios vasculares (AngioTAC) incluyendo coronariografías.
- Todos los tumores abdominales, torácicos y periféricos.
- Estudios de perfusión en infartos cerebrales y tumores.

Detección precoz:

- Diagnóstico precoz del nódulo pulmonar.
- Endoscopias virtuales:

- Colonoscopia.
- Broncoscopia.
- Estudios de Calcium Scoring para diagnóstico de calcificaciones coronarias.

Se definió el uso de los equipos de tomografía axial computarizada multicorte para el nivel II en las siguientes localizaciones y circunstancias:

En tórax:

- Después de estudios de tórax donde no se llegó a diagnóstico.
- Estadiamiento de procesos tumorales.

En abdomen:

- Después de estudios de US donde no se llegó a diagnóstico o este fue insuficiente.
- Estadiamiento de procesos tumorales.

Se estableció el uso de la resonancia magnética por imágenes para el nivel I en las afecciones de las siguientes localizaciones:

En cráneo:

- Enfermedades desmielinizantes primarias
- Anomalías del neurodesarrollo en pediatría.
- Fístula de líquido cefalorraquídeo.
- Lesiones selares y paraselares con tomografía previa.

En columna vertebral:

- Mielopatías espondilóticas con signos de compresión medular.
- Enfermedades desmielinizantes primarias.
- Diagnóstico de tumor intrarraquídeo primario o metastásico.
- Traumatismos raquimedulares con signos de compresión neurológica.
- Fallo de la cirugía en columna.

En otras partes del cuerpo:

- Lesiones tumorales de la médula ósea y de partes blandas.
- Osteonecrosis incipiente con dudas a pesar de los cortes lineales y/o tomográficos.
- Afecciones articulares previo estudio por ultrasonido (US) de partes blandas.

Se instituyó el uso de la resonancia magnética por imágenes para el nivel II en todos aquellos pacientes que en los estudios de cráneo, columna o articulaciones, la TAC en las dos primeras y el US en la tercera, no pudieron llegar a diagnóstico o debieron definirse otras alteraciones para las que no fueron suficientes las otras técnicas utilizadas, siempre dependiendo de la decisión del especialista de imagenología que informó el caso.

CONCLUSIONES

Con la elaboración e implementación de estas normas se garantizará un uso racional de las técnicas de alto costo, con beneficio para el paciente y para el estado cubano. Con la ventaja de que su producción y consenso se realizó por el personal más idóneo para ello: sus propios aplicadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Margulis A R, Sunshine J H. Radiology at the Turn of the Millennium. Radiology, 2000; 214(1):15 - 23.
1. Ugarte J C, Banasco J, Ugarte D. Manual de Imagenología. 2 da Edic. Editorial Ciencias Médicas, Ciudad de La Haban, 2004.
2. Fenlon H M, Nunes D P, Schroy P C, et al. A comparison of virtual and conventional colonoscopy for the detection of colorectal polyps. N Engl J Med ,1999; 341:1496–503.
3. Margulis A R, Sunshine J H. Radiology at the Turn of the Millennium. Radiology 2000; 214(1):15 - 23.
4. Freeman A H. CT and bowel disease. Br. J. Radiol 2001; 74(877): 4 - 14.

5. Vos F M, van Gelder R E, Serlie I W, Florie J, Nio C Y, Glas A S, et al. Three-dimensional Display Modes for CT Colonography: Conventional 3D Virtual Colonoscopy vs Unfolded Cube Projection. *Radiology* 2003; 228:878-885.
6. Levin B, Brooks D, Smith R A, Stone A. CT Colonography, Immunochemical Fecal Occult Blood Tests, and Stool Screening Using Molecular Markers. *Cancer J Clin* 2003; 53:44-55.
7. Gluecker T, Dorta G, Keller W, Jornod P, Meuli R, Schnyder P. Performance of multidetector computed tomography colonography compared with conventional colonoscopy. *Gut* 2002; 51:207-211.
8. Rodríguez I. Cáncer rectocólico. *Rev Cub Med Gen Integr* 2001; 17(2):179
9. Morrin M M, Farrell R J, Kruskal J B, Reynolds K, McGee J B, Raptopoulos V. Utility of Intravenously Administered Contrast Material at CT Colonography. *Radiology* 2000; 217:765-771.
10. Sosna J, Morrin M M, Kruskal J B, Farrell R J, Nasser I, Raptopoulos V. Colorectal Neoplasms: Role of Intravenous Contrast-enhanced CT Colonography. *Radiology* 2003; 228: 152-156
11. Luboldt W, Bauerfeind P, Wildermuth S, Marincek B, Fried M, Debatin J F. Colonic Masses: Detection with MR Colonography. *Radiology* 2000; 16(2): 383 - 388.
12. Luboldt W, Bauerfeind P, Wildermuth S, Marincek B, Fried M, Debatin J F. Colonic Masses: Detection with MR Colonography. *Radiology* 2000; 16(2): 383 - 388.
13. Luboldt W, Fröhlich J, Schneider N, Weishaupt D, Landolt F, Debatin JF. MR colonography: optimized enema composition. *Radiology* 1999; 212:265-269.

- 14- Lauenstein T, Holtmann G, Schoenfelder D, Bosk S, Ruehm S G, Debatin J F. MR Colonography Without Colonic Cleansing: A New Strategy Improve Patient Acceptance. Am J Roentgenol 2001; 177(4): 823 - 827.
- 15.- Fulcher A S, Turner M A, Franklin K J. Primary sclerosing cholangitis: evaluation with MR cholangiography-a case-control study. Radiology. 2000; 215:71-80.
- 16.- Whang K, Park M, Yu J, Chung J, Hoon Y, Lee S, et al. Acute Cholecystitis at T2-weighted and Manganese-enhanced T1-weighted MR Cholangiography: Preliminary Study. Radiology 2003; 227:580-584.
- 17.- Keogan M T, Edelman R R. Technologic Advances in Abdominal MR Imaging. Radiology 2001; 220(2): 310 – 320.
- 18.- Low R N, Sebrechts C P, Politoske D A, Bennett M T, Flores S, Snyder R J, et al. Crohn Disease with Endoscopic Correlation: Single-Shot Fast Spin-Echo and Gadolinium-enhanced Fat-suppressed Spoiled Gradient-Echo MR Imaging. Radiology 2002; 222 (3).
- 17 Lopez E, Amthauer H, Hosten N, Ricke J, Bohmig M, Langrehr J, et al. Prospective Evaluation of Pancreatic Tumors: Accuracy of MR Imaging with MR. Cholangiopancreatography and MR Angiography Radiology 2002; 224: 34-41.
- 18 Haradome H, Ishikawa T, Sou H, Yoshikawa T, Nakamura A, Araki T, et al. The Pearl Necklace Sign: An Imaging Sign of Adenomyomatosis of the Gallbladder at MR Cholangiopancreatography. Radiology 2003; 227 (1).
- 19 Luboldt W, Luz O, Vonthein R, Heuschmid M, Seemann M, Schaefer J, et al. Three-Dimensional Double-Contrast MR Colonography: A Display Method Simulating Double-Contrast Barium Enema. Am J Roentgenol 2001; 176(4): 930 - 932.

22. Lauenstein T , Goehde S C, Ruehm S G, Holtmann G, Debatin J F. MR colonography with Barium-based Fecal Tagging: Initial Clinical. Experience. Radiology 2002; 223:248-254.
23. Lomas D J, Sood R R, Graves M J, Miller R. Hall N R, Dixon A K. Colon Carcinoma: MR Imaging with CO₂ Enema. Pilot Study. Radiology. 2001; 219:558-562.
24. Martin D R, Yang M, Thomasson D, Acheson C. MR Colonography: Development of Optimized Method with ex Vivo and in Vivo Systems. Radiology 2002; 225(2):597 - 602.
25. Alderson P O. A Balanced Subspecialization Strategy for Radiology in the New Millennium. Am J Roentgenol 2000; 175(1):7 - 8.