

TÉCNICAS

Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba

RESONANCIA MAGNÉTICA DE IMÁGENES GIROIMAG-01: DIAGNÓSTICO DE LESIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Lic. Manuel Ernesto Noda Guerra, Dr. Pedro A. Corujo Torres, Dra. Idalia González Ferro, Dra. Bárbara Daudinot Gómez y Dr. Arquímedes Montoya Pedrón

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo sobre la positividad de la resonancia magnética de imágenes respecto a otros medios de diagnósticos imagenológicos y neurofisiológicos en lesiones del sistema nervioso central, con el objetivo de determinar la sensibilidad, la especificidad, la fuerza y el error de la prueba con el tomógrafo cubano GIROIMAG-01 en el diagnóstico de estas lesiones. Se seleccionó una muestra intencional de 398 pacientes y se utilizó como criterio de selección que se les hubieran practicado tomografía axial computarizada, electroencefalograma o potenciales evocados multimodales o ambos, reflejados estos en las solicitudes de estudios. Entre los diagnósticos efectuados las lesiones más representativas fueron las enfermedades degenerativas, los tumores cerebrales y cerebelosos, los accidentes vasculares encefálicos, las enfermedades desmielinizantes y las hidrocefalias. Quedó demostrado que este tomógrafo posee una elevada sensibilidad y especificidad para la detección de lesiones del sistema nervioso central.

DeCS: ESTUDIO COMPARATIVO; ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL/diagnóstico; IMAGEN POR RESONANCIA MAGNETICA; TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA POR RAYOS X; EQUIPOS Y SUMINISTROS.

El surgimiento y desarrollo de la resonancia magnética de imágenes (RMI) y su aplicación en la imagenología médica, representan la factibilidad de explorar el cráneo humano y su contenido. Esto puede hacerse sin el empleo de radiación ionizante ni agentes contrastantes, con imágenes multiplanares de gran contraste y sensibili-

dad; pues además de proporcionar una óptima definición anatómica y de diferenciar la materia gris de la blanca, posibilita identificar lesiones cerebrales y evaluar la maduración cerebral por el grado de mielinización de la sustancia blanca. Su ventaja más sobresaliente, y que la sitúa en un nivel superior respecto de otros medios

de diagnóstico imagenológicos, radica en su no invasividad, que permite su uso en lactantes y embarazadas en cualquier estadio de la gestación.¹⁻⁸ Está contraindicada en pacientes portadores de algún tipo de implante metálico o marcapaso, por los efectos secundarios que puede ocasionar la acción del campo magnético.

Desde 1985 se cuenta en Cuba con esta base tecnológica adquirida en Alemania e instalada en el Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras" de Ciudad de La Habana, a un campo de 0,2 T. El desarrollo de la resonancia magnética (RM) por el Centro de Biofísica de Santiago de Cuba ha garantizado la fabricación del primer equipo cubano Giroimag-01, a un campo de 0,048 T, que comenzó a prestar servicio clínico a partir de diciembre de 1995 en el Hospital Clínicoquirúrgico "General Santiago" (HGS); luego de un riguroso proceso de validación y registro médico, donde se realizó un estudio comparativo RMI-TAC (tomografía axial computadorizada) de 61 pacientes y se constató una sensibilidad de 97,8 %, una eficacia de 93,7 %, un índice de Kappa de 91,6 y una probabilidad de diagnóstico de 95 %. (González DE. Informe final del proceso de registro médico del tomógrafo de RM Giroimag-01. CCEEM, MINSAP, Ciudad de La Habana, 1995). Al Giroimag-01 se le sumó en junio de 1996 el Giroimag-02, a un campo de 0,09 T que fue instalado en el Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas (CIMEQ) de Ciudad de La Habana e igualmente registrado como equipo médico.

MÉTODOS

Se seleccionaron 398 de los 5 372 pacientes remitidos al servicio de imagenología del HGS por diferentes instituciones hospitalarias y de salud de la re-

gión oriental de Cuba, a los que se les habían realizado estudios imagenológicos por el diagnóstico clínico de lesiones del sistema nervioso central (SNC) desde enero de 1996 hasta diciembre de 1998 con el empleo del tomógrafo de RM Giroimag-01. Se tuvieron en cuenta a los que se les había practicado previamente estudios adicionales como tomografía axial computadorizada (TAC), electroencefalograma (EEG) o potenciales evocados multimodales (PE), o ambos. En esa muestra había una representatividad masculina de 58,5 % y femenina de 41,5 %, con edades comprendidas entre los 9 y 86 años.

Para cada patología se definió el diagnóstico positivo con criterios preestablecidos de acuerdo con la clínica, y el resultado positivo de los restantes medios de diagnóstico, tomados como positivos por presentar algún signo de alteración neurológica; se realizó una evaluación para cada estudio y se tuvo en cuenta la lesión posible a descartar por RMI.

Todos los pacientes fueron estudiados con secuencia de pulsos Spin Eco, con corte axial (el más usado), coronal y sagital (solo en casos necesarios); los diagnósticos se establecieron a partir de imágenes, con protocolos según la lesión sospechada, potenciadas en TI con relación tiempo de repetición (TR) / tiempo de eco (TE) de 450/20 ms e imágenes potenciadas en T2 con relación TR/TE de 800-2 000/ 50-80 ms. El espesor del corte empleado fue de 8 mm, con una distancia entre planos de 9 mm, un *field of view* (FOV) de 270 mm para el corte axial y una matriz de 128 x 128 pixel.

Todos los estudios de RMI se realizaron sin el empleo de agentes contrastantes.

Se evaluó la sensibilidad, definida como la probabilidad de que el resultado del tomógrafo de RM Giroimag-01 sea positivo cuando el diagnóstico es en realidad positivo; y la especificidad, que se define como

la probabilidad de que el resultado sea negativo cuando el diagnóstico es verdaderamente negativo; según las expresiones [1 y 2]. También se evaluaron parámetros como la fuerza y el error de la prueba, definidos por las expresiones [3 y 4]; la suma de la fuerza de la prueba y el error debe dar 100 %.

$$\text{Sensibilidad} = \text{VP}/(\text{VP} + \text{FP}) \quad [1]$$

$$\text{Especificidad} = \text{VN}/(\text{VN} + \text{FN}) \quad [2]$$

$$\text{Fuerza de la prueba} = \text{VP} + \text{VN}/\text{N} \quad [3]$$

$$\text{Error} = \text{FP} + \text{FN}/\text{N} \quad [4]$$

Donde VP constituye los verdaderos positivos, FP los falsos positivos, VN los verdaderos negativos, FN los falsos negativos y N el número total de pacientes a los cuales se les practicó, al menos, un estudio independiente de la RMI.^{1,9}

Los datos se recogen en modelos de tabla, a partir de la información extraída de las solicitudes de estudios de RMI que llegan al Departamento de Imagenología del HGS y los resultados del estudio de RMI (tabla 1).

RESULTADOS

Del total de pacientes seleccionados se obtuvo una distribución comparativa de

TABLA 1. Modelo de tabla para almacenar el resultado de la correlación de la resonancia magnética de imágenes (RMI) con los restantes medios de diagnóstico

		Medio de diagnóstico		
		+	-	
RMI	+	VP	VN	VP + VN
	-	FP	FN	FP + FN
		VP + FP	VN + FN	Total

VP: verdaderos positivos, FP: falsos positivos, VN: verdaderos negativos, FN: falsos negativos.

la RMI con los demás medios de diagnóstico empleados, en dependencia del tipo de estudio realizado. Se comprobó que la RMI, en relación con el EEG, posee una baja sensibilidad y especificidad, es decir, 72,18 para RMI y 80,36 %, para el EEG. Con respecto a los PE se alcanzaron valores de 93,24 y 91,43 %; y en cuanto a la TAC, de 97,03 y 93,10 %, respectivamente (tabla 2).

De los estudios de RMI se obtuvieron 281 casos positivos, donde se relacionan lesiones como tumor cerebral, enfermedades degenerativas y accidentes vasculares encefálicos, entre otras; con una correspondencia del resultado de la RMI con el de los demás medios de diagnóstico empleados (tabla 3).

TABLA 2. Resultados de la correlación de la resonancia magnética de imágenes (RMI) con los demás medios de diagnóstico

		EEG		TAC			PE			
		+	-	+	-		+	-		
RMI	+	96	11	107	98	2	100	69	3	72
	-	37	45	82	3	27	30	5	32	37
		133	56	189	101	29	130	74	35	109
Sensibilidad (%)		72,18		97,03			93,24			
Especificidad (%)		80,36		93,10			91,43			
Fuerza (%)		74,60		96,15			92,66			
Error (%)		25,40		3,85			7,34			

EEG: electroencefalograma, TAC: tomografía axial computadorizada, PE: potenciales evocados.

TABLA 3. Comparación del resultado, tanto cuantitativo como en porcentaje, de los estudios de resonancia magnética de imágenes (RMI) respecto a los otros medios de diagnóstico empleados y lesiones positivas de la RMI

Lesiones	EEG	%	TAC	%	PE	%	RMI	%
Tumor cerebral	11	11,5	23	23,5	15	21,7	52	18,5
Tumor de tallo cerebral	—	—	2	2,0	7	10,2	9	3,2
Tumor de ángulo pontocerebeloso	1	1,0	2	2,0	2	2,9	5	1,8
Tumor de hipófisis	—	—	4	4,1	—	—	4	0,7
Tumor óseo	—	—	2	2,0	—	—	2	1,4
Enfermedades desmielinizantes	—	—	—	—	9	13,1	9	3,2
Enfermedades degenerativas del SNC	77	80,2	42	42,9	23	33,3	152	54,1
Dilatación ventricular	3	3,1	6	6,1	2	2,9	11	3,9
Hidrocefalia	—	—	—	—	—	—	—	—
Accidente vascular encefálico	4	4,2	17	17,4	11	15,9	37	13,2
Total	96	—	98	—	69	—	281	—

EEG: electroencefalograma, TAC: tomografía axial computadorizada, PE: potenciales evocados, SNC: sistema nervioso central.

DISCUSIÓN

La relación entre la sensibilidad y especificidad para muchos procedimientos de imágenes médicas se plantea que está entre el valor ideal (100 %) y el valor no predictivo (50 %); se considera para medios de diagnóstico imagenológico, como en este caso, de 70 %.^{1,2} Mientras más tiendan a 100 % estos parámetros, más confiable será el método de imágenes empleado.

El hecho de encontrar una baja correspondencia entre la RMI y las técnicas funcionales (EEG) no debe ser atribuido a la poca efectividad o sensibilidad de la RMI, sino más bien podría hablarse de un paciente con diagnóstico clínico y EEG positivos. Esto pudiera estar dado por un proceso funcional, pero que desde el punto de vista de un estudio de RMI, técnica solo para estudios morfológicos, no posee ninguna traducción imagenológica, y se obtiene un estudio negativo. Es decir, que un cambio en la estructura implicaría un cambio funcional,

pero un cambio funcional no necesariamente determinaría un cambio en la morfología cerebral. No obstante este fenómeno, los valores que informa este estudio, en el caso particular del EEG se hallan dentro del rango catalogado como aceptable para equipos de imagenología, esto es, de 70 %.^{1,2}

Los estudios de EEG se realizaron sin el empleo de las técnicas de registro cuantitativo, que son de mucha mayor resolución y permiten un diagnóstico mucho más preciso, esto implicó que no se detectara la presencia de alguna lesión de causa funcional y sin embargo en el estudio de RM el diagnóstico fue positivo. Se obtuvieron 11 casos como verdaderos negativos, esta es la causa por la cual puede verse una contradicción con el criterio anterior de que un cambio en la estructura implica un cambio funcional.^{6-8,10-12}

De los 52 pacientes cuyo resultado del estudio de RMI fue una lesión tumoral, hubo 3 en los cuales el estudio adicional reportó negatividad. Sin embargo, en la RMI se

describe la presencia de una lesión expansiva intracraneal, resultado asociado con la clínica que refiere el paciente para cada caso (tabla 3).

En los que se practicó el EEG, se tomó como estudio positivo, según las solicitudes de estudios de RMI, los casos notificados con EEG alterado. Del total informado en 3 pacientes el resultado de la RMI fue una marcada dilatación ventricular, que aunque el resultado del EEG no se relaciona con este tipo de lesión, desde el punto de vista imagenológico sí está vinculado y condicionado por una marcada atrofia cortical; con su consecuente dilatación ventricular compensatoria, que sí es posible relacionar con el resultado del EEG (tabla 3).

De este análisis, puede inferirse que de los 3 medios de diagnóstico empleados en esta correlación, los resultados de la RMI Giroimag-01 tienen una mayor correspondencia con la TAC; esto reafirma el resultado obtenido a raíz del *Protocolo de validación clínica de la RMI Giroimag-01*, cuyo informe fue presentado al Centro para el Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM) (González DE. Informe final del proceso de registro médico del tomógrafo de RM Giroimag-01. CCEEM, MINSAP, Ciudad de La Habana, 1995).

Se reafirma, una vez más, que el tomógrafo de RMI cubano Giroimag-01, independientemente de los 3 años de explotación, posee una elevada eficacia para la detección de lesiones del SNC, dada por los valores de sensibilidad, especificidad, fuerza y error de la prueba; obtenidos a través de la correlación de la RMI con otros medios de diagnóstico imagenológico y neurofisiológico utilizados para esta finalidad. Aunque no constituyó un objetivo de este trabajo, se corroboró, para muchos

casos, el resultado del estudio por RMI con el acto quirúrgico o los estudios evolutivos, o ambos y resultó muy significativo en los casos de lesiones tumorales e hidrocefalias.^{6,10}

Partiendo de que las técnicas neurofisiológicas (EEG y PE) dan información funcional y las imagenológicas (TAC y RMI) dan información anatómica o morfológica, se propone tener en cuenta el empleo de estos medios de diagnóstico en el momento de valorar o estudiar un paciente con clínica positiva de enfermedad del sistema nervioso central; para tener una mayor información morfofuncional de él y poder realizar un diagnóstico mucho más certero.

Se sugiere realizar un estudio de correlación mucho más amplio entre el tomógrafo de RMI Giroimag-01 y los medios de diagnóstico antes empleados, fundamentalmente la TAC, para encontrar una mayor variedad de lesiones que puedan ser incorporadas a la lista de aplicaciones o lesiones detectables por este equipo; así como tener un mayor conocimiento en cuanto a la aparición, estadio y evolución de lesiones del SNC mediante estos medios de diagnóstico.

Se sugiere hacer extensivo este tipo de estudio a otras instalaciones de RMI desarrolladas por el Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección del Departamento de Imágenes del Hospital Clínicoquirúrgico "Genral Santiago" y a la dirección y los trabajadores del Centro de Biofísica Médica por el empeño mostrado para que el servicio que presta el tomógrafo Giroimag-01 se mantenga estable y con calidad.

SUMMARY

A study was made to compare the positivity of magnetic resonance imaging with that of other imaging and neurophysiological diagnostic tools in injuries of the central nervous system in order to determine the sensitivity, specificity, strength and the test error with the GIROIMAG-01 Cuban tomograph in the diagnostic of these injuries. An intentional sample of 398 patients was selected. Only those patients who had undergone computed axial tomography, electroencephalogram or evoked multimodal potentials or both, whose results were registered in the study requests, could be selected. The most representative injuries among the diagnoses made were the degenerative diseases, the brain and cerebellar tumors, the cerebrovascular accidents, the demyelinating diseases and hydrocephalies. It was demonstrated that this tomograph has an elevated sensitivity and specificity for the detection of injuries of the central nervous system.

Subject headings: COMPARATIVE STUDY, CENTRAL NERVOUS SYSTEM DISEASES/diagnosis; MAGNETIC RESONANCE IMAGING; TOMOGRAPHY, X-RAY COMPUTED; EQUIPMENT AND SUPPLIES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sprawls P. Physical principles of medical imaging. 2 ed. Madison: Medical Physics Publishing, 1995:415-28.
2. Person BR. The impact of MRI upon the Health System. Final Program and Book Abstracts, 1993:89.
3. Muller RN, Peterson SB. An introduction to magnetic resonance in medicine. New York: Academic, 1990:112.
4. Morris PG. Nuclear magnetic resonance imaging in medicine and biology. Oxford: Pergamon, 1986:148.
5. Sobejano L. Resonancia magnética nuclear. Barcelona: Jims, 1992:5-9.
6. Cabal Mirabal CA. Avances en Biofísica Médica. *Avan Méd* 1997;4(12):26-8.
7. Pieter D van, Paul ES, Paul IMS, Matthijs O. Gd-enhanced MR imaging of brain metastases: Contrast as a function of dose and lesion size. *Magn Reson Imag* 1997;15(5):535-41.
8. Toshihiko E. Discrimination of brain abscess from necrotic or cystic tumors by diffusion-weighted echo planar imaging. *Magn Reson Imag* 1996;14:1113-6.
9. Riegelman RK, Hirsch RP. Discriminación diagnóstica de las pruebas. *Bol Of Sanit Panam* 1991;111(6):537-47.
10. Brant-Zawadzki M, Bradley WG. MRI of the brain II: non-neoplastic disease. New York: Raven, 1991:20-208.
11. Ferenc AJ, Kendall MJ. Fast spin echo imaging of the brain. *Top Magn Reson Imag* 1993; 5(1):1-13.
12. Hannu JA, Mark SC, John WB, Jo AF, Bruce R. Ultrafast imaging of the brain. *Top Magn Reson Imag* 1993;5(1):14-24.

Recibido: 10 de junio de 1999. Aprobado: 20 de julio de 1999.

Lic. *Manuel Ernesto Noda Guerra*. Calle 8 No. 319 entre Alfredo Zayas y Mendieta, Reparto Santa Bárbara, Santiago de Cuba. CP 90300. Cuba. Correo electrónico: noda@cbm.edu.cu, noda@cbm.uo.edu.cu.