





Raymond Damadian: revolucionando la Medicina con la resonancia magnética

Raymond Damadian: revolutionizing Medicine with magnetic resonance imaging

Lahelya N. Cedeño^{1*}  , Valeria A. Vélez¹ , Jaime A. Robles¹ 

Juan D. Reina¹ , Magno A. Saltos² 

¹Carrera de Medicina, Universidad San Gregorio de Portoviejo, Manabí, Ecuador.

²Departamento Seguridad y Salud Industrial, Guayatuna S.A., Posorja, Ecuador.

*Autor correspondiente

Recepción: 05-07-2024

Aceptación: 08-09-2024

Publicación: 01-12-2024

RESUMEN

Este ensayo analiza la revolucionaria contribución de Raymond Vahan Damadian al desarrollo de la resonancia magnética (RM), tecnología que transformó la medicina diagnóstica. Damadian, reconocido como el inventor del primer escáner de RM, demostró en 1971 que esta técnica podía usarse para detectar enfermedades como el cáncer, marcando un hito en la historia médica. Sus investigaciones iniciales en la caracterización de tejidos por RM impulsaron el diseño de equipos avanzados, esenciales en la práctica clínica moderna. Este trabajo destaca no solo su impacto técnico, sino también la influencia cultural y científica de la resonancia magnética en la comprensión del cuerpo humano y la detección de patologías, consolidando su legado en la evolución del pensamiento médico. A pesar de algunas controversias, como la omisión de ciertos científicos del Premio Nobel, la contribución de los pioneros de esta tecnología fue ampliamente reconocida, consolidando su legado en la historia de la Medicina.

Palabras clave: resonancia magnética, Raymond Vahan Damadian, detección de cáncer, tecnología médica, caracterización de tejidos, diagnóstico médico.

ABSTRACT

This essay examines the groundbreaking contribution of Raymond Vahan Damadian to the development of magnetic resonance imaging (MRI), a technology that transformed diagnostic medicine. Damadian, recognized as the inventor of the first MRI scanner, demonstrated in 1971 that this technique could be used to detect diseases such as cancer, marking a milestone in medical history. His early research in tissue characterization through MRI propelled the design of advanced equipment, essential for modern clinical practice. This work highlights not only his technical impact but also the cultural and scientific influence of MRI in understanding the human body and detecting pathologies, cementing his legacy in the evolution of medical thought. Despite some controversies, such as the omission of certain scientists from the Nobel Prize, the contributions of the pioneers of this technology have been widely recognized, solidifying their place in the history of Medicine.

Keywords: magnetic resonance, Raymond Vahan Damadian, cancer detection, medical technology, tissue characterization, medical diagnosis.

Citar como: Cedeño, L. N., Vélez, V. A., Robles, J. A., Reina, J. D., & Saltos, M. A. (2024). Raymond Damadian: revolucionando la Medicina con la resonancia magnética. *Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud*, 1(2), 120-129. <https://doi.org/10.36097/rgcs.v1i2.3155>

© Autor(es) 2024

INTRODUCCIÓN

La resonancia magnética (RM) fue un avance muy importante en la imagenología médica, fruto de la innovación y perseverancia de Raymond Damadian, que mejoró la manera de visualizar estructuras y procesos biológicos con un nivel de detalle que superaba a cualquier otra herramienta diagnóstica disponible.

Raymond Vahan Damadian, nacido el 16 de marzo de 1936 en Nueva York, mostró desde joven una curiosidad innata por la ciencia. Su formación académica, que comenzó con una licenciatura en matemáticas en el Instituto Politécnico de Brooklyn en 1956 y se expandió posteriormente con un doctorado en física médica por la Universidad de Wisconsin-Madison en 1960, le proporcionó conocimientos que fusionaban física, matemáticas y biología. Esta manera diferente de ver las cosas lo llevó a plantearse preguntas innovadoras sobre la aplicación del magnetismo en la medicina. En la década de 1970, tras varios años de estudio, Damadian sorprendió al mundo al proponer y luego demostrar que la resonancia magnética nuclear (RMN) podía efectivamente emplearse para la detección de enfermedades, centrándose particularmente en el cáncer.

El objetivo de este ensayo fue analizar los hechos históricos que dieron lugar a la creación de la resonancia magnética y el impacto de la misma como una herramienta diagnóstica revolucionaria en la imagenología médica.

DESARROLLO

La imagenología médica comenzó con el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Röntgen en 1895, un avance que permitió, por primera vez, observar el interior del cuerpo humano sin necesidad de cirugía (Gálvez, 2013). Sin embargo, el descubrimiento del fenómeno de la resonancia magnética nuclear por Felix Bloch y Edward Purcell en 1946 desencadenó una serie de eventos que culminaron en la creación de la herramienta diagnóstica más avanzada de la actualidad. Bloch y Purcell, trabajando de manera independiente, demostraron que ciertos núcleos atómicos, cuando se colocan en un campo magnético, pueden absorber y emitir energía de radiofrecuencia, generando señales detectables.

Este descubrimiento, que les valió el Premio Nobel de Física en 1952, se aplicó inicialmente en la espectroscopía para el análisis químico y físico de moléculas (Ferreirós, 2004).

El desarrollo de la imagenología médica ejemplifica claramente el poder del trabajo en equipo y la evolución constante de la investigación científica. Cada avance en este campo ha sido impulsado por la colaboración entre diversas disciplinas y el aprovechamiento de descubrimientos previos, lo que resalta la importancia de combinar conocimientos y experiencias para innovar en diagnóstico y tratamiento médico. Desde sus inicios, la imagenología ha demostrado que los mayores avances ocurren cuando científicos, médicos y tecnólogos trabajan en conjunto para mejorar las técnicas existentes y desarrollar nuevas herramientas que benefician a los pacientes.

Durante las décadas de 1950 y 1960, la RMN se utilizó principalmente como herramienta analítica en química y física. Sin embargo, en 1961, Raymond Damadian comenzó a investigar las aplicaciones médicas de esta tecnología, proponiendo una teoría innovadora para su época: utilizar la RMN para examinar tejidos vivos dentro del cuerpo humano (Gunby, 1983). Su trabajo se basó en la observación de que los tiempos de relajación de los núcleos de hidrógeno en el agua variaban entre los tejidos sanos y los cancerosos. Esta diferencia le permitió formular la hipótesis de que la RMN podría utilizarse para detectar el cáncer (Barrios, 2004).

El trabajo que realizó Damadian es un ejemplo impresionante de visión científica y perseverancia. Debido a que él vio más allá de las aplicaciones que normalmente se le daban a la RMN y se enfrentó a la impuesta forma de pensar de sus colegas, al proponer su uso para estudiar el cuerpo humano, su forma innovadora de ver y pensar las cosas, sumado a su dedicación para demostrar lo que pensaba, expone la importancia de mantenerse firme en las convicciones científicas frente a la adversidad y el escepticismo. Damadian, además de mostrar la viabilidad técnica de su idea, también inspiró a generaciones futuras de investigadores a seguir persiguiendo soluciones audaces para desafíos médicos complejos. Y recuerda que para que exista un progreso científico, a menudo se necesitan personas dispuestas a cuestionar lo establecido y explorar nuevas ideas, incluso cuando estas parezcan poco convencionales o difíciles de aceptar inicialmente.

En 1971, Damadian publicó su trabajo en la revista de alto prestigio Science, titulado "*Tumor detection by nuclear magnetic resonance*". En este artículo, propuso que las mediciones de resonancia spin-eco podrían utilizarse para diferenciar entre tumores malignos y tejido normal (Damadian, 1971). Este estudio hablaba acerca de una nueva forma en que se podrían identificar tumores, sin necesidad de una exposición a radiación y como una mayor validez; por lo que la popularidad de este científico creció rápidamente.

Damadian no se limitó a la teoría; también se comprometió a construir el primer equipo de resonancia magnética de cuerpo entero. Inicialmente, solo era posible realizar estos estudios en pequeñas muestras de tejido. El dispositivo que desarrolló, al que llamó "el indomable", representó un hito para la comunidad científica y el mundo en general. En 1977, Damadian y su equipo lograron obtener la primera imagen de cuerpo completo de un ser humano vivo utilizando resonancia magnética, un logro considerado por muchos como imposible. Para ello, el miembro de su equipo, Larry Minkoff, tuvo que someterse a más de cuatro horas de examen para producir un corte axial del tórax, en el que apenas se podían distinguir la aurícula derecha y la aorta descendente (Luna, 2006; Armstrong & Keevil, 1991).

El hito alcanzado por Damadian y su equipo al capturar la primera imagen de cuerpo completo mediante resonancia magnética, validó su audaz enfoque científico y resaltó la perseverancia y la determinación excepcionales necesarias en la investigación médica. La disposición de Larry Minkoff a someterse a más de cuatro horas de exploración para obtener un detallado corte axial del tórax también demuestra el nivel de compromiso y sacrificio requerido para superar los desafíos tecnológicos y científicos más exigentes. Este logro aparte de que abrió nuevas posibilidades en la imagenología médica, inspiró más avances médicos.

La resonancia magnética ha mejorado todas las ramas de la medicina, porque permite una observación más directa y real del cuerpo humano, por ejemplo, en neurología, la RM ha proporcionado una ventana al cerebro vivo, dejando a los investigadores poder mapear la estructura y la función cerebral. Según Thompson et al. (2023), esta tecnología, usada en investigaciones, ha llevado a avances importantes en el entendimiento y tratamiento de trastornos neurológicos como el Alzheimer, la esclerosis múltiple y la epilepsia. Además de que Sánchez-Cedeño et al. (2023) resalta la importancia de la RM en el diagnóstico de lesiones del sistema nervioso central.

En cardiología, la RM cardiovascular se utiliza para evaluar la estructura y función cardíaca. Los estudios de Arnold & McCann (2020) y Macri et al. (2022) coincidieron en que esta técnica permite cuantificar con precisión los volúmenes ventriculares y la función sistólica, superando las limitaciones de otros métodos de imagen y mejorando la visualización de anomalías morfológicas, especialmente en regiones de difícil acceso. También se utiliza en la enfermedad coronaria para identificar obstrucciones funcionalmente significativas.

La oncología también ha mejorado mucho en los últimos años gracias a la RM. La detección temprana y el seguimiento de tumores han mejorado notablemente, impactando en las tasas de supervivencia de varios tipos de cáncer. En neuro-oncología, el artículo de Smits (2021) muestra cómo la RM se ha convertido en la herramienta más útil en la lucha contra el cáncer. Usándose en el diagnóstico inicial, la planificación del tratamiento y la evaluación de la respuesta terapéutica. Las técnicas avanzadas de RM, como la perfusión, difusión y espectroscopia, brindan características multiparamétricas de los tumores cerebrales, reduciendo el error diagnóstico.

También ofrecen datos sobre la fisiología y el metabolismo tumoral, la perfusión por RM (PW-MRI) por ejemplo es un tipo de resonancia, importante para la evaluación de vascularización tumoral, ya que permite cuantificar parámetros como el volumen sanguíneo cerebral relativo (rCBV) y la permeabilidad vascular. Según Jahng et al. (2014), estos biomarcadores de imagen se correlacionan con la angiogénesis tumoral y la ruptura de la barrera hematoencefálica en tumores cerebrales, por lo que esto es útil para predecir el grado histológico de los gliomas y estimar la supervivencia de los pacientes.

La difusión por RM (DW-MRI) aporta datos sobre la celularidad tumoral y la integridad de las membranas celulares. Koh y Collins (2007) han observado que el coeficiente de difusión aparente (ADC), derivado de la DW-MRI, mantiene una correlación inversa con la densidad celular en diversos tipos de tumores. Un ADC bajo generalmente indica una mayor celularidad, lo que suele asociarse con tumores más agresivos. La espectroscopia por RM (MRS) da un perfil metabólico detallado de los tumores. Horská y Barker (2010) han identificado metabolitos detectables por MRS, como la colina (marcador de proliferación celular), el N-acetilaspártato (marcador neuronal) y el lactato (indicador de metabolismo anaeróbico). Los patrones de estos metabolitos permiten distinguir entre tumores de alto y bajo grado, así como diferenciar entre recurrencia tumoral y necrosis postratamiento. Lo que ayuda enormemente a un diagnóstico más temprano y efectivo, además de a un mejor seguimiento de plan terapéutico.

Verma et al. (2013) han demostrado que la combinación de DW-MRI, PW-MRI y MRS mejora notablemente la precisión en la clasificación de los gliomas cerebrales que antes eran extremadamente difíciles de diagnosticar. Rimola et al. (2019) afirman que la enterografía por RM permite una evaluación muy precisa de la actividad inflamatoria en la enfermedad de Crohn,

haciendo más fácil la toma de decisiones terapéuticas, porque brinda información sobre el grosor de la pared intestinal, la presencia de úlceras y complicaciones como fístulas o estenosis.

Para el diagnóstico de tumores hepáticos, la RM ha sido superior a otras modalidades de imagen. Según un estudio de Fowler et al. (2013), la RM con contraste hepatoespecífico mejora la detección y caracterización de lesiones hepáticas focales, permitiendo diferenciar entre lesiones benignas y malignas con mayor precisión.

En la ortopedia y la medicina deportiva, la RM ha cambiado para bien el diagnóstico y manejo de lesiones musculoesqueléticas. La visualización detallada de tejidos blandos como ligamentos, tendones y cartílagos permite un diagnóstico más preciso de lesiones que antes eran difíciles de tan siquiera apreciar, esto ha llevado a tratamientos más efectivos, mejorando los resultados en pacientes con lesiones deportivas y trastornos ortopédicos.

La RM funcional (fMRI) permite observar la actividad cerebral en tiempo real, ofreciendo una imagen única a los procesos cognitivos y emocionales. Los hallazgos derivados de la fMRI han influido en áreas diversas como la psicología y la neurociencia cognitiva. La resonancia magnética ha impulsado avances importantes en medicina gracias al trabajo colaborativo de científicos que han tomado como ejemplo los valores de innovación y perseverancia de Damadian. Su visión de aplicar la RM para estudiar el cuerpo humano inspiró nuevas técnicas en disciplinas como neurología, cardiología y oncología, además que promovió una perspectiva multidisciplinaria en la investigación médica. Este enfoque colaborativo recalca la importancia de en ocasiones desafiar las pautas establecidas, y de trabajar en equipo para alcanzar avances que impacten positivamente la salud a nivel global.

La historia de la resonancia magnética no está exenta de controversias, y la figura de Raymond Damadian se encuentra en el centro de una de las más notables en la historia reciente de la ciencia. En 2003, cuando Paul Lauterbur y Peter Mansfield recibieron el Premio Nobel de Fisiología o Medicina por sus descubrimientos relacionados con la imagen por resonancia magnética, la exclusión de Damadian generó un intenso debate en la comunidad científica (Barrios, 2004). Lauterbur y Mansfield fueron reconocidos por desarrollar técnicas que permitieron la codificación espacial de las señales de resonancia magnética, lo que hizo posible la creación de imágenes bidimensionales y tridimensionales. Lauterbur introdujo la idea de utilizar gradientes

magnéticos para codificar la información espacial, mientras que Mansfield desarrolló técnicas para la adquisición rápida de imágenes, como la imagen eco planar (Jiménez, 2018).

La decisión del Comité Nobel de no incluir a Damadian en el premio provocó una gran reacción en los medios. Damadian argumentó que su trabajo inicial sobre la detección de tumores y su patente de 1972 sobre el uso de la resonancia magnética para distinguir el cáncer fueron contribuciones que merecían un reconocimiento. Dreizen (2004) señala que esta controversia generó un debate sobre cómo se reconocen y recompensan las contribuciones científicas en campos interdisciplinarios como la imagenología médica.

Algunos científicos argumentaron que las técnicas propuestas inicialmente por Damadian eran impracticables para la obtención de imágenes clínicas y que fue el trabajo posterior de Lauterbur y Mansfield lo que hizo posible el desarrollo de sistemas de RM clínicamente viables. Pero otros sostienen que la visión original de Damadian y su demostración de la viabilidad de la técnica fueron los más importantes para el desarrollo de esta herramienta.

La controversia en torno a la exclusión de Raymond Damadian del Premio Nobel por sus contribuciones a la resonancia magnética plantea preguntas profundas sobre cómo valoramos y reconocemos el avance científico. Más allá de las disputas sobre quién merecía el reconocimiento primordial, este episodio resalta la complejidad de la colaboración científica y el desarrollo tecnológico. La controversia refleja un tema recurrente en la historia de la ciencia: ¿cómo se atribuye el mérito en un campo donde las ideas y los descubrimientos se construyen sobre la base de los anteriores? La decisión de reconocer a Lauterbur y Mansfield se centró en sus avances técnicos específicos que hicieron posible la resonancia magnética moderna, pero la contribución inicial de Damadian no puede subestimarse. Esto plantea la pregunta de si deberíamos valorar más la innovación inicial y la visión conceptual que establece el camino para los desarrollos posteriores, aunque estos últimos sean los que finalmente hacen posible la aplicación clínica amplia y efectiva de una tecnología.

A pesar de la controversia del Premio Nobel, el trabajo de Damadian ha sido reconocido de otras maneras. En 1989, fue incluido en el *National Inventors Hall of Fame*, y en 2001 recibió la Medalla de Honor de Lemelson-MIT por su trabajo en RM.

CONCLUSIONES

La resonancia magnética representa un hito significativo en la evolución de la medicina diagnóstica. El trabajo pionero de Damadian, complementado por las aportaciones de diversos científicos e ingenieros, dio lugar a una herramienta que revolucionó nuestra capacidad para visualizar el cuerpo humano. Esta tecnología ha impulsado avances en múltiples disciplinas. En la práctica clínica, ha mejorado la detección y el seguimiento de enfermedades, mientras que en la investigación ha facilitado el estudio de procesos biológicos in vivo, enriqueciendo nuestro conocimiento sobre el funcionamiento del cuerpo. La RM sigue evolucionando, con investigaciones en curso sobre imágenes de ultra alto campo y técnicas moleculares que amplían aún más sus aplicaciones. Este progreso continuo subraya el enorme potencial de la innovación científica para enfrentar desafíos médicos complejos.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Lahelya N. Cedeño, Valeria A. Vélez, Jaime A. Robles y Juan D. Reina. **Investigación:** Lahelya N. Cedeño, Valeria A. Vélez, Jaime A. Robles y Juan D. Reina. **Supervisión:** Magno A. Saltos. **Validación:** Magno A. Saltos. **Redacción del borrador original:** Lahelya N. Cedeño, Valeria A. Vélez, Jaime A. Robles, Juan D. Reina y Magno A. Saltos. **Redacción, revisión y edición:** Lahelya N. Cedeño, Valeria A. Vélez, Jaime A. Robles, Juan D. Reina y Magno A. Saltos.

REFERENCIAS

- Armstrong, P., & Keevil, S.F. (1991). Magnetic resonance imaging-1: Basic principles of image production. *British Medical Journal*, 303(6793), 35. <https://doi.org/10.1136%2Fbmj.303.6793.35>
- Arnold, J.R., & McCann, G.P. (2020). Cardiovascular magnetic resonance: applications and practical considerations for the general cardiologist. *Heart*, 106(3), 174-181. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-314856>

- Barrios, F.A. (2004). Investigación en imagen por resonancia magnética reconocida con el premio Nobel en Fisiología o Medicina 2003. *Ciencia*, 82-85. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_2/nobel_medicina_2003.pdf
- Canals, M. (2008). Historia de la resonancia magnética de Fourier a Lauterbur y Mansfield: en ciencias, nadie sabe para quién trabaja. *Revista Chilena de Radiología*, 14(1), 39-45. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082008000100009>
- Damadian, R. (1971). Tumor detection by nuclear magnetic resonance. *Science*, 171(3976), 1151-1153. <https://doi.org/10.1126/science.171.3976.1151>
- Díaz, I.R.R. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 35-42. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-981532>
- Dreizen, P. (2004). The Nobel prize for MRI: a wonderful discovery and a sad controversy. *The Lancet*, 363(9402), 78. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)15182-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)15182-3)
- Fantony, A.L. (2006). 110 años de Rayos X. Perspectiva histórica de la radiología. *Seminario Médico*, 58(2), 107-130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6303428>
- Ferreirós, J. (2004). Impacto de la imagen por resonancia magnética (IRM) en la práctica médica. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 70(1). https://analesranf.com/wp-content/uploads/2004/70_01/7001_03.pdf
- Fowler, K.J., Brown, J.J., & Narra, V.R. (2013). Magnetic resonance imaging of focal liver lesions: approach to imaging diagnosis. *Hepatology*, 57(6), 2545-2561. <https://doi.org/10.1002/hep.24679>
- Gálvez, M.M. (2013). Algunos hitos históricos en el desarrollo del diagnóstico médico por imágenes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(1), 5-13. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70123-8](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70123-8)
- Gunby, P. (1983). Improved imaging offers look at whole body. *JAMA*, 249(8), 994-996. <https://doi.org/10.1001/jama.1983.03330320008004>
- Horská, A., & Barker, P.B. (2010). Imaging of brain tumors: MR spectroscopy and metabolic imaging. *Neuroimaging Clinics of North America*, 20(3), 293-310. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2010.04.003>
- Jahng, G.H., Li, K.L., Ostergaard, L., & Calamante, F. (2014). Perfusion magnetic resonance imaging: a comprehensive update on principles and techniques. *Korean Journal of Radiology*, 15(5), 554-577. <https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.5.554>

- Jiménez, C., & Gil, J.M. (2018). Proyecto visualizador de imágenes cerebrales a través de tractografías. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11059/9433>
- Koh, D.M., & Collins, D.J. (2007). Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *American Journal of Roentgenology*, 188(6), 1622-1635. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.1403>
- Krug, R., Henning, T. D., Meier, R., & Hargreaves, B. (2010). Introduction to Magnetic Resonance Imaging. In *Advances in MRI of the Knee for Osteoarthritis* (pp. 85-111). World Scientific. <https://bit.ly/3OsCWZu>
- Rimola, J., Rodríguez, S., García-Bosch, O., Ordás, I., Ayala, E., Aceituno, M., Pellisé, M., Ayuso, C., Ricart, E., Donoso, L., & Panés, J. (2019). Magnetic resonance for assessment of disease activity and severity in ileocolonic Crohn's disease. *Gut*, 58(8), 1113-1112. <https://doi.org/10.1136/gut.2008.167957>
- Sánchez-Cedeño, J.L., Vásquez-Falconí, J.A., Piguave-Cuesta, J.F., & Gualdo-Ochoa, V.M. (2023). Avances en Resonancia Magnética en Tumores Cerebrales. *Revista Científica Arbitrada en Investigaciones de la Salud GESTAR*, 6(12), 33-47. <https://doi.org/10.46296/gt.v6i12.0111>
- Shahzad, K., & Mati, W. (2020). Advances in magnetic resonance imaging (MRI). In *Advances in Medical and Surgical Engineering* (pp. 121-142). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819712-7.00009-7>
- Smits, M. (2021). MRI biomarkers in neuro-oncology. *Nature Reviews Neurology*, 17(8), 486-500. <https://doi.org/10.1038/s41582-021-00510-y>

Descargo de responsabilidad / Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente de los autores y contribuyentes individuales y no de Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud ni de los editores. Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud y/o los editores renuncian a toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades resultantes de cualquier idea, método, instrucción o producto mencionado en el contenido.