

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

**IMÁGENES DIAGNOSTICAS:
IDENTIFICACIÓN Y PROTOCOLO DE PACIENTES
CON DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS CARDÍACOS
IMPLANTADOS DURANTE ESTUDIOS POR
RESONANCIA MAGNÉTICA**

**DIAGNOSTIC IMAGING:
IDENTIFICATION AND PROTOCOL FOR PATIENTS WITH
IMPLANTED CARDIAC ELECTRICAL DEVICES DURING
MAGNETIC RESONANCE IMAGING STUDIES**

Karol Yulitza Valencia Moreno

Fundación Universitaria Navarra, Colombia

Santiago Gutiérrez Gutiérrez

Fundación Universitaria Navarra, Colombia

Luna Valentina Montealegre Espinosa

Fundación Universitaria Navarra, Colombia

Jaider Vanegas Calderón

Fundación Universitaria Navarra, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i5.14499

Imágenes Diagnósticas: Identificación y Protocolo de Pacientes con Dispositivos Eléctricos Cardíacos Implantados Durante Estudios por Resonancia Magnética

Karol Yulitza Valencia Moreno¹

Karol.valencia@uninavarra.edu.co

Fundación Universitaria Navarra
Colombia

Santiago Gutiérrez Gutiérrez

Santiago.gutierrez@uninavarra.edu.co

Fundación Universitaria Navarra
Colombia

Luna Valentina Montealegre Espinosa

Luna.montealegre@uninavarra.edu.co

Fundación Universitaria Navarra
Colombia

Jaidier Vanegas Calderón

Jaidier.calderon@uninavarra.edu.co

Fundación Universitaria Navarra
Colombia

RESUMEN

El avance en el campo de la salud y las mejoras permanentes en el servicio a las ciudadanías en la actualidad ha dado lugar al aumento en el número de pacientes con dispositivos cardíacos implantables, incluidos marcapasos (PM) y desfibriladores automáticos (CDI), quienes requieren un examen de resonancia magnética, por tal razón es sumamente importante que el tecnólogo en imágenes diagnósticas identifique este tipo de dispositivos y tengan claro los protocolos establecidos y el proceso de realización de las imágenes cuando un portador de marcapasos, desfibrilador automático implantable y dispositivo de cardioversión acude por una resonancia magnética. De ahí la necesidad para desarrollar un manual como texto referencia que contribuya a la identificación de los dispositivos eléctricos cardíacos implantados y el manejo adecuado en pacientes que requieren la toma de estudios de resonancia magnética por parte del tecnólogo en imágenes diagnósticas. Para la realización de este manual se usa una metodología cualitativa de revisión bibliográfica y se seleccionó evidencia de diversos artículos, investigaciones y estudios prospectivos clínicos, donde se demuestra que, los usuarios con dispositivos cardíacos eléctricos implantados no es una contraindicación absoluta para la toma de imágenes en resonancia magnética, pero tampoco es totalmente segura. Por tanto, se orienta mediante información clara y de fácil comprensión la realización del protocolo de atención antes, durante y después de la realización de la resonancia magnética.

Palabras clave: arteriografía coronaria, imagenología, dispositivos cardíacos implantables, enfermedades cardiovasculares, radiología

¹ Autor principal

Correspondencia: Karol.valencia@uninavarra.edu.co

Diagnostic Imaging: Identification and Protocol for Patients with Implanted Cardiac Electrical Devices During Magnetic Resonance Imaging Studies

ABSTRACT

Advances in the field of health and ongoing improvements in service to citizens today have led to an increase in the number of patients with implantable cardiac devices, including pacemakers (PM) and automatic defibrillators (ICD), who require an MRI examination. For this reason, it is extremely important that the diagnostic imaging technologist identifies this type of device and is clear about the established protocols and the process of performing the images when a pacemaker, implantable automatic defibrillator and cardioversion device wearer comes for an MRI. Hence the need to develop a manual as a reference text that contributes to the identification of implanted cardiac electrical devices and the appropriate management in patients who require magnetic resonance studies by the diagnostic imaging technologist. This manual was prepared using a qualitative methodology of bibliographic review and selected evidence from various articles, research and prospective clinical studies, which showed that users with implanted electrical cardiac devices are not an absolute contraindication for taking images in magnetic resonance, but it is not completely safe either. Therefore, it is guided by clear and easy-to-understand information on the implementation of the care protocol before, during and after the performance of the magnetic resonance.

Keywords: coronary arteriography, imaging, implantable cardiac devices, cardiovascular diseases, radiology

*Artículo recibido 04 octubre 2024
Aceptado para publicación: 07 noviembre 2024*



INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares se registran como la mayor causa de fallecimientos en el ámbito de la salud global, acorde a las cifras de la Organización Mundial de la Salud OMS (2024) anualmente se calculan 17,9 millones de decesos, dada esta panorámica, resulta lógico entender que el volumen de usuarios siendo tratados para el manejo de la enfermedad representa un número significativo, por tanto, esto incide en el aumento del número de pacientes con dispositivos cardíacos implantables, incluidos marcapasos (PM) y desfibriladores automáticos (CDI) que les permiten tanto extender sus vidas como acceder a una mejor calidad de existencia (Vázquez, et. al., 2023).

Precisamente, producto de la recurrencia de estas patologías y la posibilidad de acceso por parte de los pacientes a las medidas de tratamiento apoyadas en tecnologías portables, en la práctica clínica es común encontrarse con pacientes que son portadores de estos dispositivos, y quienes debido a su problemas de salud requieren un examen de resonancia magnética. Se estima que la probabilidad de necesitar un examen de resonancia magnética en el primer año después de la colocación del dispositivo electrónico cardíaco implantable (DCEI) es del 10% y durante toda la vida del paciente es del 75% (Barreriro, et. al., 2023).

En paralelo, es de señalar que, las resonancia magnéticas son un recursos diagnóstico cada vez más solicitado, según el último informe sobre tecnología médica de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2020), se estima que el promedio de resonadores en los países es de 13,2 por cada millón de habitantes. Asimismo, en su libro Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020, la OCDE señala que en Colombia la cantidad de resonadores magnéticos disponibles es inferior a una unidad por cada millón de habitantes.

La alta utilización de la resonancia magnética (MRI) como método de diagnóstico, se debe a los beneficios únicos que brinda ella como recurso tecnológico de punta en el campo de salud, en comparación con otras tecnologías de imágenes de alta resolución especializadas que permiten la caracterización de los tejidos blandos, adicionalmente se denota que, es un elemento de ayuda diagnóstica en la cual no se expone al paciente a radiación ionizante (Navarro. et. al., 2022).

Aspectos de interés para quienes se desempeñan como técnicos en radiología, ya que por tradición se ha considerado que para esta praxis el diagnóstico por imágenes con resonancia magnética está



contraindicado en pacientes con marcapasos, desfibriladores o dispositivos electrónicos cardíacos implantables (CEID); que actualmente entran en esta categoría. Sin embargo, con el devenir de los avances tecnológicos en los dispositivos y los nuevos materiales utilizados en su desarrollo, el uso de la resonancia magnética para obtener imágenes ya no es un riesgo importante, sin incurrir en creer que sea completamente seguro (Gandjbakhch, et. al., 2020).

Pero, en consonancia a los avances científicos contemporáneos los pacientes con dispositivos electrónicos cardíacos implantados son susceptibles de someterse a exámenes de resonancia magnética con ciertas precauciones (Martínez, et. al., 2023). De ahí surge el interés por desarrollar un manual como texto referencia que contribuya a la identificación de los dispositivos eléctricos cardíacos implantados y el manejo adecuado en pacientes que requieren la toma de estudios de resonancia magnética por parte del tecnólogo en imágenes diagnósticas.

El aporte derivado del propósito ya descrito es ofrecer un texto digital, de acceso abierto para los tecnólogos de imágenes diagnósticas, de tal manera que en su ejercicio ocupacional puedan consultarlo y subsecuentemente identificar, así como desarrollar protocolos para pacientes con dispositivos cardíacos eléctricos implantados y a quienes se les ha solicitado desde el médico tratante estudios de imágenes por resonancia magnética. La finalidad más sentida radica en permitirles fácil y rápidamente ubicar qué tipos de marcapasos son adecuados para las pruebas de resonancia magnética y cuáles no; favoreciendo la continuidad de los estudios en las personas con estos tipos de dispositivos, disminuyendo los riesgos y generando un ejercicio de precisión dentro de la evaluación de las condiciones clínicas de los pacientes, con base en la información de la literatura médica y académica recientes.

En este sentido el documento propuesto emerge de un proceso investigativo sobre literatura indexa, y su subsecuente compilación informativa detallada sobre los diferentes tipos de dispositivos eléctricos cardíacos implantados; además, en el contenido del documento se identifican las indicaciones médicas para los dispositivos condicionales, no condicionales y las recomendaciones específicas para su manejo durante estudios de resonancia magnética. A lo anterior se añade que, el diseño debe prestar especial atención en ser una lectura de fácil comprensión y uso por parte de los tecnólogos en imágenes diagnósticas, y finalmente, donde se desarrollen secciones claras y concisas que aborden la



identificación de dispositivos, los pasos a seguir antes, durante y después del estudio de resonancia magnética.

METODOLOGÍA

La metodología optada es cualitativa, con alcance descriptivo debido a su foco en la construcción narrativa detallada de los hallazgos y corte transversal porque no se toman datos en un marco temporal continuo de una linealidad recurrente. Así, la presentación de resultados dista de una información numérica, en cambio, se priorizan cualificaciones y cualidades (Hernández y Mendoza, 2018), que versan sobre el tema aquí ubicado como centro de análisis, es decir, el reconocimiento de dispositivos cardiacos y su habilitación para la toma de imagenologías de resonancia magnética. El tipo de investigación entre las opciones propias del marco cualitativo corresponde a una revisión bibliográfica. La revisión bibliográfica implica la búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas (PubMed, Scopus, Medline, Embase, SciELO, Google Scholar) para identificar artículos, guías clínicas y estudios de caso relevantes, también se revisarán los manuales de las casas matrices de dispositivos cardiacos electrónicos implantables como (Medtronic, Biotronik, Boston Scientific), subsecuentemente realizar el análisis de datos extraídos de materiales investigativos análogos a la temática ya mencionada y de alta calidad científica. La rigurosidad inherente a la literatura científica asegura que los estudios seleccionados cumplan con los estándares necesarios para este tipo de investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

Población objetivo

El presente apartado refiere la definición del material académico y literatura investigativa que aborda la información vigente en cuanto a la resonancia magnética (1.5 y 3 teslas) y dispositivos eléctricos cardiacos implantables, a modo de población en lo que concierne al estudio aquí descrito.

Muestra

El muestreo no probabilístico guarda mayor afinidad con las metodologías cualitativas, y entre estas el presente estudio se alinea con la muestra intencional, toda vez que, se posibilita la construcción de un conjunto de criterios para alcanzar una participación de elementos con mayor capacidad en la proporción de datos según lo aquí requerido (Hernández y Mendoza, 2018).



Criterios de Inclusión: literatura de plataformas registradas sobre resonancia magnética de 1.5 y 3 teslas y dispositivos electrónicos cardiacos implantables, de las casas matrices (Medtronic, Biotronik, Boston Scientific). Literatura de investigación que contenga investigación primaria, secundaria y aplicada. Textos en lengua castellana e inglés.

Criterios de Exclusión: Literatura gris de fuentes no claras, material de consulta que esté para debajo de los 10 años de antigüedad.

Análisis de los resultados

Se analizaron las fuentes citadas y la frecuencia de información similar con el objetivo de identificar el aporte esencial del estudio, ya que están estrechamente relacionadas con el enfoque del estudio. Para fines de presentación, puede utilizar las herramientas de Office disponibles en Excel y Word (Hernández y Mendoza, 2018).

RESULTADOS

¿Qué es resonancia magnética (RM)?

La resonancia magnética (RM), una de las herramientas más poderosas disponibles en la actualidad, es un fenómeno físico en el que partículas atómicas (electrones, protones y núcleos con un número impar de protones (Z) y/o un número impar de neutrones (N)) están sometidos a un fuerte campo magnético. Donde absorber selectivamente energía de radiofrecuencia, iluminando la estructura de las moléculas, en su mayoría moléculas orgánicas (Miller, et. al., 2016; Laurella, 2017).

¿Cómo funciona la Resonancia magnética?

La resonancia magnética utiliza imanes potentes para crear un campo magnético fuerte que hace que los protones del cuerpo se alineen con el campo magnético. Cuando la corriente de radiofrecuencia pulsa a través del paciente, los protones se estimulan y se desequilibran, luchando contra la fuerza del campo magnético. Cuando se apaga el campo de radiofrecuencia, el sensor de resonancia magnética puede detectar la energía liberada cuando los protones se realinean con el campo magnético. El tiempo que tardan los protones en adaptarse al campo magnético y la cantidad de energía liberada varía según el entorno y la química de la molécula (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering, 2022).



Tipos de equipos de resonancia magnética

Se pueden encontrar: cerrados donde el paciente es introducido en el anillo interior, el campo magnético es horizontal. Abiertos estos equipos abiertos tienen la característica que el campo magnético va de arriba a abajo, en un plano vertical. Y según su intensidad del campo magnético se encuentran equipos de 3 Teslas y 1,5 Teslas (Miller, et. al., 2016; Grupo tecnológico, 2022).

Riesgos en la toma de una resonancia magnética (RM).

Aunque la resonancia magnética no emite la dañina radiación ionizante que se encuentra en las radiografías y las tomografías computarizadas, sí utiliza fuertes campos magnéticos y existen 3 riesgos que debemos conocer (Laurella, 2017; Pons, et. al., 2018).

Fuerte campo magnético estático: debido a la interacción ferromagnética, los objetos o dispositivos pueden moverse, girar o acelerarse contra los imanes. El "efecto misil" depende del tipo de imán y de la fuerza del campo magnético producido (Vázquez, 2023).

Los gradientes de campo magnético: Son comparativamente menos intensos que el campo magnético principal; se encienden y apagan con el fin de generar cambios lineales en la intensidad del campo magnético, lo que puede resultar en la generación de corrientes eléctricas en dispositivos específicos y en la estimulación de los músculos y nervios (Laurella, 2017).

Campos de radiofrecuencia: Es el efecto biológico más importante su efecto termogénico, Parte de la energía utilizada es absorbida por el cuerpo y convertida en calor. puede generar quemaduras. Los dispositivos metálicos pueden concentrar la energía de radiofrecuencia produciendo calor local la estimación de Absorción Específica (SAR) se da a conocer en w/kg, pudiendo inducir corrientes eléctricas en cables y alambres que podrían inducir arritmias en los marcapasos” (Pons, et. al., 2018).

Dispositivo electrónico cardiaco implantable

¿Qué es un Dispositivo electrónico cardiaco implantable?

Un Dispositivo electrónico cardiaco implantable (DECI) es un marcapasos (MP), desfibrilador cardiaco automático implántale (DCI) o dispositivo de terapia de re-sincronización cardíaca implantable (Nysora, 2024).



Funcionamiento dispositivo eléctrico cardiaco implantado (DECI)

Consta de una unidad (generador) y uno o más cables (electrodos), dependiendo de los cambios en el ritmo cardíaco que suframos, genera impulsos eléctricos para restablecer las contracciones del músculo cardíaco de forma regular. Por las razones mencionadas anteriormente, son capaces de estimular el tejido del miocardio (Sepúlveda, 2021; Grupo tecnológico, 2022).

Según la ubicación de los electrodos podemos clasificarlos: unicamerales, bicamerales o triples cámara. Según su función, podemos distinguir diferentes tipos de dispositivos, cuya descripción se basa en tres letras: la primera letra hace referencia a la cámara de estimulación, la segunda letra hace referencia a la cámara de detección y la tercera letra hace referencia a la reacción que ocurre cuando se detecta un evento (Hernández, et. al., 2024, León- Romero, et. al., 2023). Información complementaria en Tabla 1.

Tipos de dispositivos eléctricos cardiacos implantables

Marcapaso (MP)

La definición de esta sistema es la de un aparato de tamaño pequeño y funcionamiento electrónico el cual estimula el corazón con el fin de mantener el ritmo cardíaco (Real Academia de la Lengua RAE, 2024).

Otras fuentes consultadas: Dispositivo que se implanta en el cuerpo debajo de la clavícula para completar el trabajo de los propios sistemas del corazón y evitar un latido lento. Aunque un marcapasos pesa sólo una onza y tiene aproximadamente el tamaño de la esfera de un reloj de pulso, contiene una computadora con memoria y circuitos, una batería potente (generador) y cables especiales llamados "conductores" (Ostabal, et. al., 2003).

Tipos de dispositivos eléctricos cardiacos implantables

Marcapaso (MP)

La definición de esta sistema es la de un aparato de tamaño pequeño y funcionamiento electrónico el cual estimula el corazón con el fin de mantener el ritmo cardíaco (Real Academia de la Lengua RAE, 2024).

Otras fuentes consultadas: Dispositivo que se implanta en el cuerpo debajo de la clavícula para completar el trabajo de los propios sistemas del corazón y evitar un latido lento.



Aunque un marcapasos pesa sólo una onza y tiene aproximadamente el tamaño de la esfera de un reloj de pulso, contiene una computadora con memoria y circuitos, una batería potente (generador) y cables especiales llamados "conductores" (Ostabal, et. al., 2003).

Desfibrilador automático implantable (DAI)

Se trata de un dispositivo que registra y analiza la actividad eléctrica del músculo cardíaco, permitiendo el tratamiento de taquiarritmias ventriculares malignas de dos formas: estimulación anti taquicardia o administración de descargas a través de una bobina colocada en el electrodo del ventrículo derecho (VD), desfibrilación y terapia de electroshock. A veces se localiza en la vena cava superior (Rapsang y Bhattacharyya, 2014).

Dispositivo de terapia de re-sincronización cardíaca (DTRC)

Es un dispositivo de tres cámaras con un electrodo en la aurícula derecha y dos electrodos ventriculares en los lados izquierdo y derecho. La derivación auricular identifica la despolarización auricular seguida de estimulación biventricular; Dos electrodos ventriculares optimizan la sincronización de las contracciones que no se producen únicamente con la estimulación ventricular derecha (Benguria, et. al., 2014).

Clasificación de seguridad durante la resonancia magnética

Los contenidos se exponen en el mismo orden que se registra el grupo de imágenes en la figura 2.

Sistemas inseguros RM.

Son dispositivos a los que no pueden realizarse una resonancia magnética, ya que son un riesgo para personas.

Sistema no condicional RM

Son dispositivos sin etiqueta de condicional por no probarse en ambiente RM específico. Dispositivos antiguos no diseñados ni probados para uso con un resonador, por lo que no se puede garantizar su seguridad, también que presenten componentes combinados de proveedores diferentes o con componentes condicionales y no condicionales electrodos no condicionales sin conexión a tierra Un generador condicional o sistemas con cables desiertos, fracturados, tramos u otros (Vázquez, et. al., 2023).

Sistema condicional RM

Es un sistema probado y aprobado por los fabricantes para condiciones de uso específicas. Se han modificado el material para reducir los efectos de los campos magnéticos y de radiofrecuencia en el dispositivo y el paciente. Solo los sistemas de cables y generadores del mismo fabricante tienen garantía de seguridad para resonancia magnética y utilizando protocolo preestablecido (Barreiro, et. al., 2023).

Clasificación de DECI según localización de estimulación

Visualizar tabla 1

Riesgos potenciales a portadores de DECI en toma de imágenes de RM

Los riesgos potenciales relacionados con los pacientes portadores de marcapasos implantado se describen en la Tabla 2.

Protocolos de atención

Según el diagrama de la figura 3.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 AAI: estimulación en aurícula, detección en aurícula, detección inhibida; DDD: ritmo dual, detección dual, detección dual; VVI: estimulación ventricular, detección ventricular, detección inhibida

Dispositivo	Descripción
Unicameral (AAI, VVI)	El electrodo se implanta en la aurícula o ventrículo dependiendo de donde se quiere detectar o estimular.
Bicameral (DDD)	2 Electrodo uno en la aurícula y otro en el ventrículo
Triple Cámara	3 electrodos. Uno en la aurícula derecha, otro ventrículo derecho y otro en el pericardio.
Alta energía	Posee una bobina la cual tiene energía suficiente para realizar las descargas de desfibrilación.

Fuente: Con base en Hernández, et. al. (2018)



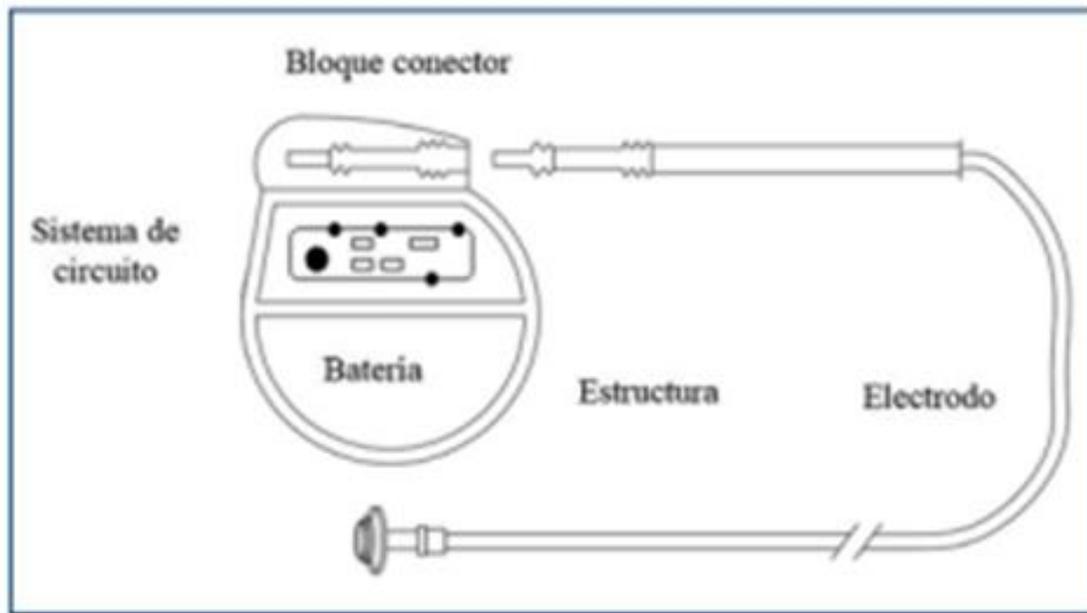
Tabla 2 Riesgos potenciales a portadores de DECI en toma de imágenes de RM.

Área de interacción	Riesgo	Mecanismo y fuente de riesgo	Impacto clínico
Radio frecuencia	Conducción de calor	El cable de estimulación es conductor de electricidad y actúa como una antena que recoge energía de radiofrecuencia. Parte de esta energía se disipa en forma de calor en el tejido del corazón.	Se puede producir daño térmico al tejido cardíaco cerca de los cables del marcapasos y la terapia de estimulación puede verse afectada.
Gradiente de radiofrecuencia	Estimulación cardíaca no intencionada	Campos de gradiente y campos de radiofrecuencia. crea tensión en el cable del marcapasos que Luego se aplican a los electrodos estimulantes de plomo. Si el pulso de voltaje es lo suficientemente grande, puede estimular directamente el corazón.	La estimulación cardíaca puede causar problemas de estimulación individual o intermitente. Taquicardia sostenida.
Gradiente estático	Interacción de dispositivo	Estos campos pueden afectar el rendimiento. Marcapasos eléctrico.	Los marcapasos pueden funcionar mal e interferir con la terapia de estimulación.
Gradiente de radiofrecuencia	Calentamiento del marcapasos	La corriente eléctrica sobre la superficie conductora de la carcasa del marcapasos se libera en forma de calor.	Puede causar daño térmico al tejido que rodea el marcapasos.
Estática	Fuerza	Esto afecta al material ferromagnético. El marcapasos puede dar lugar a movimiento del dispositivo o cables.	El movimiento del marcapasos o de los electrodos puede interferir con la terapia con marcapasos y causar molestias.
Gradiente estático	Vibración	El gradiente del campo magnético hace que una corriente eléctrica interactúe con la superficie conductora del marcapasos. Estas corrientes interactúan con el campo magnético estático haciendo que el dispositivo vibre.	Puede afectar la terapia de estimulación.

Fuente: Con base en Barreiro, et. al. (2023)



Figura 1 Características específicas en dispositivos de estimulación cardiaca mediante figura radiológica



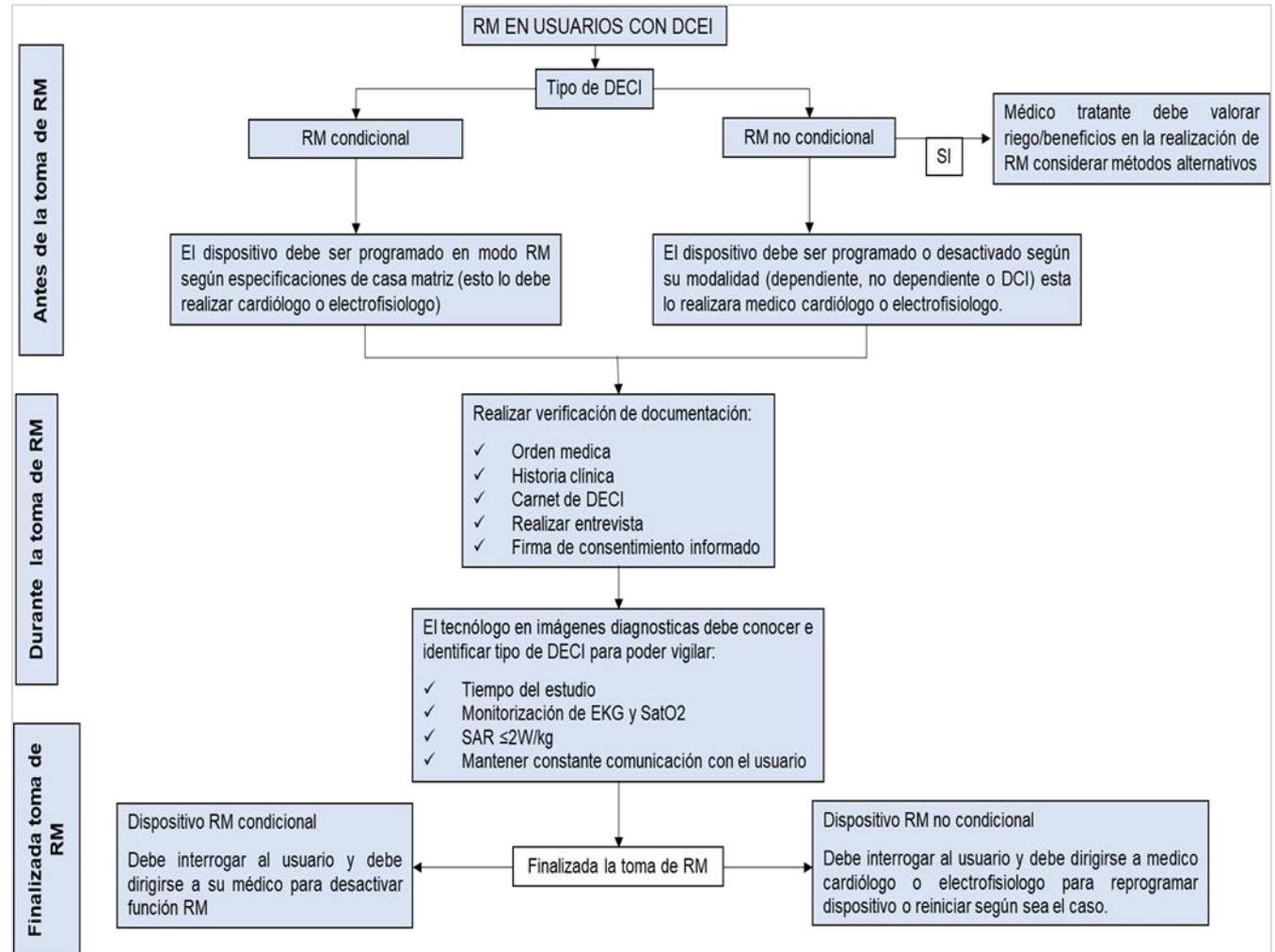
Fuente: León, et. al. (2023)

Figura 2 Símbolos de los distintos dispositivos e implantes y su compatibilidad con RM



Fuente: Con base en Puns, et. al. (2018)

Figura 3 Protocolo de atención



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la bibliografía consultada

DISCUSIÓN

Es importante y necesario realizar estudios con la población de tecnólogo en imágenes diagnósticas estudiantes de últimos semestres, graduados y personal que labore actualmente, sobre el conocimiento que se tiene de los usuarios portadores de dispositivos cardiacos eléctricos implantados y la compatibilidad o riesgo al momento de la adquisición de imágenes por medio de resonancia, valorando (tipos de dispositivos que se usan actualmente, preparación, claridad a el momento de la toma de imágenes en resonancia y riesgos), para tener un relevamiento general de la población, conocimiento del tema y poder actuar en situaciones donde aún no está claro el concepto, poder tomar medidas para capacitar adecuadamente a esta población. Esto en relación con lo que Vázquez, et. al. (2023) hace alusión como actualización permanente y reconocimiento de la praxis como datos desde la realidad.

Lo anterior, es ante todo la postura científica y educativa más pertinente, ya que así se abre la oportunidad de poder difundir textos como el realizado en esta investigación de proyecto de grado, contribuyendo a los procesos formativos de los futuros graduados para elevar la calidad de sus perfiles ocupacionales, al tiempo que es una actualización de conocimiento a la población en general de tecnólogo en imágenes diagnósticas (Barreiro, et. al., 2023).

CONCLUSIONES

La resonancia magnética realizada bajo un protocolo de seguridad es una prueba diagnóstica segura en pacientes con DECI, siempre que se realice bajo un protocolo de seguridad específico.

Se debe enfatizar la importancia de la preparación previa de la exploración por resonancia magnética del usuario con un DECI. El tecnólogo en imágenes diagnósticas debe tener claridad de la secuencia a seguir antes, durante y después de la exploración por resonancia magnética. Tener los conceptos claros de los riesgos de tiempo de exposición de la toma de imágenes vigilar la tasa de absorción específica (SAR) y realizar el monitoreo electrocardiográfico y saturación de oxígeno durante la toma del estudio. Por lo cual es de suma importancia contar con textos claros y de fácil acceso, que faciliten el aprendizaje a los tecnólogos en imágenes diagnósticas y a todo aquel que participe en el área de resonancia magnética, para poder realizar la atención segura a usuarios portadores de DECI.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barreiro, M., Cabeza, B., Calvo, D., Reyes-Juárez, J. L., Datino, T., Galván, E. V., ... & Cuéllar, H. (2023). Resonancia magnética para portadores de dispositivos cardiovasculares. Consenso SEC-GT CRMTC/SEC-Asociación del Ritmo Cardíaco/SERAM/SEICAT. *Revista Española de Cardiología*, 76(3), 183-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2022.09.010>
- Gandjbakhch, E., Dacher, J. N., Taieb, J., Chauvin, M., Anselme, F., Bartoli, A., ... & Boveda, S. (2020). *Position conjointe du groupe de rythmologie et de stimulation cardiaque de la Société Française de Cardiologie et de la Société Française d'Imagerie Cardiaque et Vasculaire Diagnostique et Interventionnelle sur la pratique des examens par résonance magnétique chez les patients porteurs de dispositifs cardiaques électroniques implantables*. published by Elsevier. 10.1016/j.acvd.2020.03.015



- Grupo tecnológico (2022). Guía sobre los equipos de resonancia magnética. [FM grupo tecnológico]. <https://fmgrupotec.com/equipo-de-resonancia-magnetica/>
- Hernández, R. B., Hernando, S. H., García, J. C., Monton, C. S., Pérez, M. Á. M., & Balbin, J. M. (2018). *Dispositivos cardiacos electrónicos implantables: lo que un radiólogo general debe saber*. Seram.
- Hernández, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education,
- Laurella, S. L. (2017). *Resonancia magnética nuclear*. Series: Libros de Cátedra.
- León-Romero, L. F., Fernández-Domènech, J. A., Cueva-Parra, Á., Yáñez-Guerrero, P., Ruiz-González, G., Gómez-Flores, J. R., ... & Nava, S. (2023). Guía para identificar características específicas en dispositivos de estimulación cardiaca mediante figura radiológica. *Archivos de cardiología de México*, 93 (2), 223-232. <http://dx.doi.org/10.24875/acm.21000395>
- Martínez, J., Bertomeu, V., Pombo, M., Calvo, D. y Sánchez, T. (2023). *Guía para la persona portadora de marcapasos*. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. www.aemps.gob.es/productosSanitarios/implantables/marcapasos/pdf/guia-marcapasos.pdf
- Miller, J. D., Nazarian, S., & Halperin, H. R. (2016). Implantable electronic cardiac devices and compatibility with magnetic resonance imaging. *Journal of the American College of Cardiology*, 68 (14), 1590-1598. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.06.068>
- National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (2022). Magnetic Resonance Imaging (MRI). [NIH]. <https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/2022-05/Fact-Sheet-Magnetic-Resonance-Imaging-MRI.pdf>
- Navarro C, Ramos-Maqueda J, Romero-Reyes MJ, Esteve-Ruiz I, García-Medina D, Pavón-Jiménez R, et al. (2022). Magnetic resonance imaging in patients with cardiac implantable electronic devices: A prospective study. *Magn Reson Imaging*, 91, 9–15. DOI: 10.1016/j.mri.2022.05.004
- Nysora (2024). Dispositivos electrónicos implantables cardíacos (CIED) [Nysora]. https://www.nysora.com/wp-content/plugins/gtranslate/url_addon/gtranslate.php?glang=es&gurl=anesthesia/cardiac-implantable-electronic-devices/



- OECD/The World Bank (2020). *Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/740f9640-es>.
- OMS (2024). Enfermedades cardiovasculares [Organización Mundial de la Salud].
https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1
- Ostabal, M.I., Fragero, E. y Comino, A. (2003). Los marcapasos cardíacos. *Med Integral*;41 (3):151-61. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-los-marcapasos-cardiacos-13046289>
- Pons, R. M., Aznar, E. M., Ballester, V. M., Muñoz, E. A., Mena, D. S., & Aparisi, E. S. (2018). *Seguridad en RM:: Qué se puede y qué no se puede introducir en un equipo de RM*. Seram.
- RAE (2024). *Diccionario panhispánico de dudas* (DPD) [en línea], <https://www.rae.es/dpd/marcapasos>
- Sepúlveda, F. A., Jiménez-Muñoz, L. M., Agudelo-Uribe, J. F., & Castro-Pérez, J. A. (2021). Patient with an implantable cardiac electrical stimulation device. What should the anesthesiologist know?. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 49 (4). 1-10.
<http://dx.doi.org/10.5554/22562087.e976>
- Rapsang AG, Bhattacharyya P. (2014). Marcapasos y desfibriladores automáticos implantables. Consideraciones generales y anestésicas. *Braz J Anesthesiol (Ed Esp)*; 64 (3):205–14.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjanes.2013.02.005>
- Vázquez, J., De La Rosa, F., Dibarboure, L., & Freire, D. (2023). Dispositivos cardíacos implantables y uso de resonancia magnética. *Revista Uruguaya de Cardiología*, 38 (1), e407.
<http://dx.doi.org/10.29277/cardio.38.1.16>

