



Protocolo de Atención de Paro Cardíaco en Resonador Magnético

*Juan Pablo Alzate
Granados*

*Carlos Fernando
Sanabria Botello*



Editorial
S.C.A.R.E.



PROTOCOLO DE ATENCIÓN DE PARO CARDÍACO EN RESONADOR MAGNÉTICO

Autores

*Juan Pablo Alzate Granados
Carlos Fernando Sanabria Botello*

Fecha de elaboración

28 de noviembre de 2024



Editorial
S.C.A.R.E.



Editorial
S.C.A.R.E.

Protocolo de Atención de Paro Cardíaco en Resonador Magnético

© 2025, Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación S.C.A.R.E.

ISBN: 978-958-8873-81-7

Primera edición marzo de 2025

JUNTA DIRECTIVA ALTA DIRECCIÓN

Presidente *Director general Grupo Corporativo S.C.A.R.E.*
Olga Lucía Herrera Losada Gustavo Reyes Duque

Vicepresidente *Director Científico*
Alberto Molano Avellaneda Sandra Ximena Jaramillo Rincón

Miembros de la junta *Director para el Desarrollo Empresarial*
Néstor Augusto Sánchez Mojica Plinio Alexander Parada Ariza
Rafael Velásquez
Luis Enrique Arroyo
Fredy Ariza Cadena
Mauricio Vasco Ramírez
Saúl Álvarez Robles
Carlos Duque

Director Jurídico, Logístico y de Gestión Colectiva
Olga Janneth Cubides Moreno

AUTORES PREPARACIÓN EDITORIAL

Juan Pablo Alzate Granados
Carlos Fernando Sanabria Botello

Investigaciones y Publicaciones Científicas
publicaciones@scare.org.co
Carrera 15A # 120-74
Bogotá, D. C.
www.scare.org.co

EXPERTOS CONSULTADOS

Carlos Fernando Sanabria Botello
Jose Ricardo Navarro Vargas

Coordinación editorial
Nubia Fernanda Sánchez Bello

Diseño y diagramación
Jeison Malagón

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Alzate Granados, Juan Pablo, autor

Protocolo de atención de paro cardíaco en resonador magnético / Juan Pablo Alzate Granados, Carlos Fernando Sanabria Botello.
-- Primera edición. -- Bogotá : Sociedad Colombiana de Anestesiología y reanimación, 2025.

1 recurso en línea : archivo de texto: PDF.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-8873-81-7

1. Infarto cardíaco - Diagnóstico 2. Resonancia magnética 3. Atención médica I. Sanabria Botello, Carlos Fernando, autor

CDD: 616.1237061 ed. 23

CO-BoBN- a1145718

Quedan prohibidos, dentro de los límites establecidos en la ley, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, ya sea electrónico o mecánico, el tratamiento informático, el alquiler o cualquier otra forma de cesión del copyright, sin el permiso previo escrito del titular de los derechos o de la editorial.



CONTENIDO

<i>Resumen Ejecutivo</i>	<i>4</i>
<i>Introducción</i>	<i>5</i>
<i>Alcance y Objetivo</i>	<i>6</i>
<i>Metodología</i>	<i>7</i>
<i>Revisión Sistemática de la Literatura</i>	<i>7</i>
<i>Opinión de Expertos.....</i>	<i>8</i>
<i>Resultados de la Revisión</i>	<i>8</i>
<i>Descripción del Protocolo</i>	<i>18</i>
<i>Preparación Previa</i>	<i>18</i>
<i>Procedimiento en Caso de Paro Cardíaco.....</i>	<i>18</i>
<i>Algoritmos y diagramas de Flujo.....</i>	<i>21</i>
<i>Plan de Implementación.....</i>	<i>24</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>24</i>
<i>Referencias Bibliográficas</i>	<i>26</i>
<i>Anexos</i>	<i>27</i>



RESUMEN EJECUTIVO

El protocolo de atención de paro cardíaco en resonador magnético tiene como objetivo principal proporcionar un enfoque estructurado y seguro para el manejo de emergencias médicas en un entorno altamente especializado. Este protocolo aborda los desafíos inherentes a la resonancia magnética (RM), incluyendo las limitaciones de acceso al paciente, los riesgos asociados al campo magnético permanente y la necesidad de equipos compatibles con este entorno.

El protocolo establece medidas claras para la preparación previa como: la verificación de equipos, la capacitación del personal y la implementación de sistemas de comunicación efectivos. Durante una emergencia, guía a los equipos multidisciplinarios en la identificación rápida del evento, la activación inmediata del código de emergencia, y la evacuación segura del paciente a zonas adecuadas para la reanimación. Además, detalla las maniobras de reanimación cardiopulmonar adaptadas al entorno de RM y el uso adecuado de cardiodesfibriladores.

Los resultados esperados incluyen una reducción significativa en los tiempos de respuesta, una mejora en la seguridad del paciente y del personal, y una mayor coordinación entre los equipos de atención. El protocolo también contempla un sistema de evaluación y mejora continua, permitiendo adaptarse a nuevas tecnologías y lecciones aprendidas en su implementación.

Este protocolo representa una herramienta esencial para garantizar una atención médica oportuna, eficiente y segura en el entorno de resonancia magnética, contribuyendo al bienestar del paciente y al cumplimiento de estándares de calidad en la atención hospitalaria.



INTRODUCCIÓN

La resonancia magnética (RM) se ha convertido en una herramienta diagnóstica fundamental en la medicina moderna, gracias a su capacidad para proporcionar imágenes de alta resolución de los tejidos blandos, el sistema nervioso central, el sistema musculoesquelético y otros órganos sin exponer al paciente a radiación ionizante. Esta técnica utiliza campos magnéticos potentes y ondas de radiofrecuencia para generar imágenes detalladas, lo que ha permitido avances significativos en el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de diversas patologías (1).

Sin embargo, el entorno del resonador magnético presenta desafíos únicos cuando se trata de manejar emergencias médicas, especialmente en casos de paro cardíaco. El campo magnético estático de alta intensidad, que suele oscilar entre 1,5 y 3 teslas en equipos clínicos, impone restricciones significativas en el uso de equipos y procedimientos estándar de reanimación cardiopulmonar (RCP). Dispositivos esenciales como desfibriladores, monitores cardíacos y equipos de ventilación pueden ser incompatibles con el entorno de RM debido al riesgo de interferencia magnética, movimientos repentinos (efecto proyectil) y posibles daños tanto al equipo como al paciente y al personal (2).

Además, el acceso físico al paciente durante una exploración de RM puede ser limitado: el paciente se encuentra dentro de un túnel estrecho, a menudo en posición supina y conectado a múltiples bobinas y accesorios necesarios para la adquisición de imágenes. Estas condiciones dificultan la evaluación y el inicio inmediato de maniobras de RCP en caso de una emergencia médica. Por lo tanto, es esencial contar con un protocolo específico y detallado que aborde estos desafíos y proporcione una guía clara para el manejo eficaz y seguro de situaciones críticas en el entorno de la RM (3).



El paro cardíaco es una de las emergencias médicas más graves y tiempo-dependientes, donde cada minuto de retraso en la intervención disminuye significativamente las posibilidades de supervivencia y aumenta el riesgo de daño neurológico irreversible. En el contexto hospitalario, la rapidez, organización y eficacia de la respuesta del equipo médico son cruciales para mejorar los resultados clínicos. Sin embargo, en el entorno de la resonancia magnética, varios factores pueden comprometer esta respuesta (4):

1. Acceso limitado al paciente: La configuración física del equipo de RM dificulta el acceso inmediato al paciente. Extraer al paciente del bore (túnel del resonador) requiere tiempo y coordinación, especialmente si el paciente está sedado o anestesiado.

2. Incompatibilidad con los equipos médicos: Muchos dispositivos médicos estándar no son seguros para su uso en presencia de un campo magnético potente. El uso inadvertido de equipos no compatibles puede resultar en lesiones para el paciente y el personal, además de posibles daños al resonador.

3. Riesgos asociados al campo magnético: El campo magnético está siempre activo, lo que significa que objetos metálicos pueden convertirse en proyectiles peligrosos si se introducen en la sala de exploración. Esto añade un nivel adicional de riesgo durante una emergencia médica.

4. Necesidad de evacuación: Antes de iniciar la reanimación, es necesario trasladar al paciente a una zona segura, lo que consume tiempo crítico y requiere procedimientos bien establecidos.

La ausencia de un protocolo específico para estas situaciones puede conducir a retrasos

significativos en la atención, respuestas descoordinadas y aumento de la morbilidad y mortalidad asociadas al evento cardíaco. Además, el personal puede no estar adecuadamente entrenado para manejar emergencias en este entorno especializado, lo que incrementa el riesgo de errores y accidentes (5,6).

Por lo tanto, la implementación de un protocolo de atención de paro cardíaco en resonador magnético es esencial. Este protocolo debe abordar no solo los aspectos clínicos de la reanimación, sino también las consideraciones técnicas y de seguridad inherentes al entorno de RM. Al hacerlo, se busca mejorar la seguridad del paciente, proteger al personal y garantizar el uso eficiente de los recursos disponibles.

ALCANCE Y OBJETIVO

Este protocolo está dirigido a todo el personal involucrado en procedimientos de resonancia magnética, incluyendo radiólogos, anestesiólogos, técnicos, enfermeros y equipos de respuesta a emergencias. El objetivo es proporcionar directrices claras y estandarizadas para la identificación y manejo del paro cardíaco o la inestabilidad hemodinámica en el entorno de la RM. Esto incluye procedimientos para la evacuación rápida y segura del paciente, el uso de equipos compatibles con RM, y la coordinación efectiva entre los diferentes miembros del equipo de salud. Al implementar este protocolo, se busca optimizar la respuesta ante emergencias, reducir tiempos de intervención y mejorar los resultados clínicos en pacientes que sufran un evento cardíaco o inestabilidad hemodinámica durante una exploración de resonancia magnética.



METODOLOGÍA

Revisión Sistemática de la Literatura

1. Tipo de estudio

Esta revisión sistemática se diseñó para incluir estudios observacionales (cohortes, casos y controles) y ensayos clínicos controlados que investigaron la atención del paro cardíaco durante procedimientos en resonadores magnéticos (RM). Se incluyeron tanto estudios prospectivos como retrospectivos, considerando tanto la práctica clínica como los casos simulados en entornos controlados.

2. Criterios de selección

2.1 Tipos de estudios

Se seleccionaron estudios observacionales (cohortes, casos y controles), ensayos clínicos, guías de prácticas clínica que aportaran información sobre el manejo del paro cardíaco en el entorno del RM. Se excluyeron revisiones narrativas, comentarios editoriales y cartas al editor.

2.2 Tipos de participantes

Pacientes adultos y pediátricos sometidos a procedimientos de resonancia magnética en cualquier contexto clínico. Se incluyeron tanto pacientes con condiciones subyacentes cardiovasculares conocidas como aquellos sin antecedentes de éstas.

2.3 Tipos de intervenciones/exposiciones

Se incluyeron intervenciones relacionadas con:

- Protocolos de atención al paro cardíaco adaptados para entornos de RM.
- Uso de equipos específicos para entornos de RM
- Estrategias de reubicación del paciente durante emergencias.

2.4 Tipos de desenlaces

2.4.1 Desenlaces primarios

- Tasa de supervivencia al alta hospitalaria.
- Tiempo de respuesta desde el inicio del paro cardíaco hasta la primera intervención.

2.4.2 Desenlaces secundarios

- Frecuencia de complicaciones derivadas del manejo en entornos de RM.
- Resultados neurológicos al alta (medidos con la escala de Rankin modificada o CPC).

3. Métodos de búsqueda para la identificación de estudios

3.1 Búsquedas electrónicas

Se realizaron búsquedas sistemáticas en bases de datos electrónicas como PubMed, Embase, Scopus y Cochrane Library, desde su inicio hasta la fecha más reciente disponible. Las estrategias de búsqueda combinaron términos MeSH y palabras clave relacionadas con “cardiac arrest,” “resonance imaging,” y “emergency protocols.”

3.2 Búsqueda de otros recursos

Se revisaron manualmente las listas de referencias de los estudios incluidos. También se consultaron actas de congresos especializados en radiología y medicina de emergencia, así como repositorios de protocolos institucionales publicados.

4. Recolección de datos y análisis

4.1 Selección de estudios

Un revisor evaluó de manera independiente los títulos y resúmenes para determinar la elegibilidad inicial. Los textos completos de los estudios potencialmente relevantes se re-



visaron de forma detallada según los criterios de inclusión. Se resolvieron discrepancias mediante consenso o, si era necesario, consulta con un tercer revisor.

4.2 Extracción de datos y gestión

Se utilizó un formulario de extracción de datos estandarizado para recopilar información relevante: características del estudio, detalles de la intervención, desenlaces medidos y resultados principales. Los datos se gestionaron y analizaron utilizando Microsoft Excel.

Opinión de Expertos

Reconociendo que la evidencia disponible puede ser limitada y que la experiencia práctica es invaluable en situaciones tan especializadas, se incorporó la opinión de expertos en la elaboración y validación del protocolo.

El protocolo preliminar fue enviado al experto temático para su revisión crítica. Adicionalmente se programó una reunión para discutir sus observaciones y sugerencias en detalle.

Aportaciones Clave del Experto

Procedimientos de evacuación: Recomendó técnicas específicas para optimizar la extracción del paciente del resonador, minimizando el tiempo y riesgos asociados.

Equipamiento compatible: Sugirió las características mínimas del equipamiento de monitoreo que han demostrado ser seguros y efectivos en el entorno de RM.

Formación del personal: Enfatizó la importancia de incluir simulacros multidisciplinarios con la herramienta del Debriefing, que

involucren a todo el equipo, incluyendo escenarios de comunicación y coordinación.

Actualización tecnológica: Destacó la necesidad de mantenerse al día con los avances en tecnología de RM, especialmente en lo que respecta a seguridad y equipamiento médico compatible.

Integración de las sugerencias

Se incorporaron las recomendaciones del experto temático en el protocolo final, ajustando procedimientos y agregando detalles prácticos que enriquecieran su aplicabilidad.

Validación final

Tras la integración de las sugerencias del experto, el protocolo fue sometido a una revisión final por parte de un par experto como representante de un comité multidisciplinario.

Se confirmó que el documento cumple con los estándares de calidad y seguridad, estando listo para su implementación.

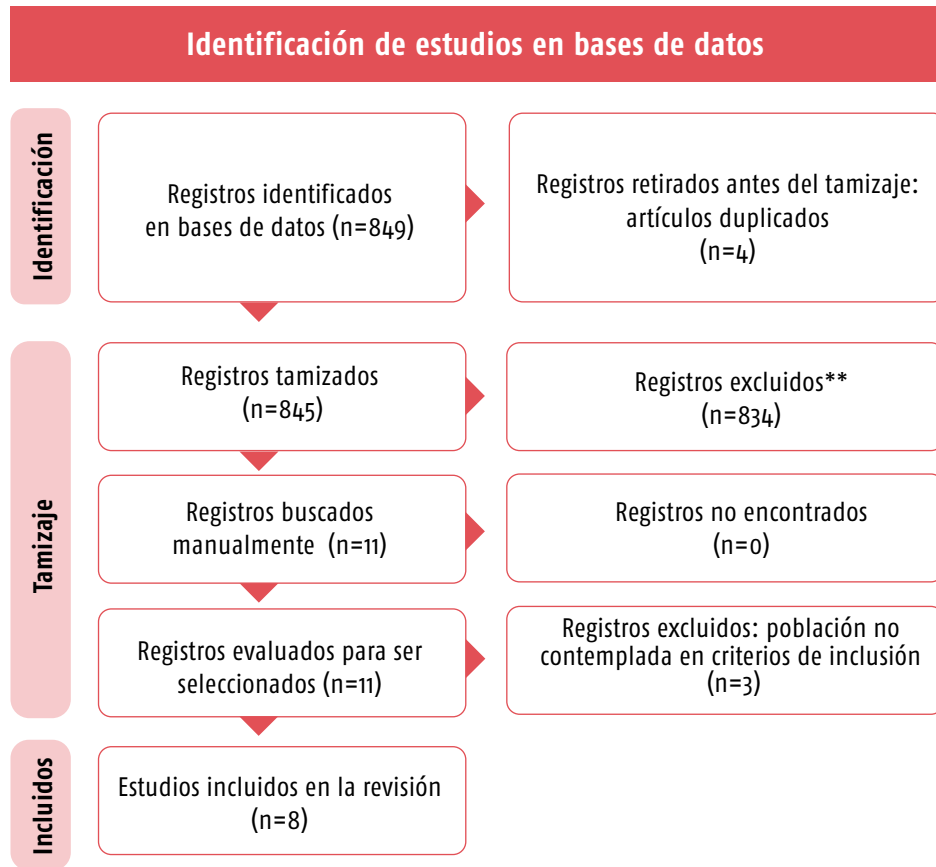
Resultados de la Revisión

Resultados de la búsqueda

El diagrama PRISMA muestra el proceso de selección de estudios. Se identificaron inicialmente 849 estudios a través de bases de datos y registros. Durante la fase de cribado, se evaluaron estos 845 estudios mediante título y resumen, excluyendo 834 por no cumplir los criterios iniciales. En la fase de elegibilidad, 11 estudios fueron evaluados con su texto completo, de los cuales 3 fueron excluidos, principalmente por no cumplir los criterios de inclusión. Finalmente, se incluyeron 8 estudios en la síntesis cualitativa.



Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA



Resultados de los estudios incluidos

Equipos y materiales

El manejo de emergencias en entornos de resonancia magnética (MRI) requiere equipo especializado que garantice tanto la seguridad del paciente como la del personal involucrado. Un elemento fundamental es el carro de paro, que debe estar colocado fuera del alcance del área magnética por poseer elementos ferromagnéticos, medicamentos anestésicos y de reanimación, un sistema de succión y una fuente de oxígeno portátil. Estos equipos deben cumplir con los estándares internacionales para facilitar la respuesta inmediata y efectiva ante un paro cardíaco o emergencias similares dentro de este entorno altamente controlado (9) (10) (13).

Para minimizar riesgos asociados al campo magnético, para el manejo de los pacientes dentro del resonador, se prioriza el uso de dispositivos y materiales libres de componentes ferromagnéticos. Esta consideración es crítica, ya que los objetos metálicos pueden convertirse en proyectiles o interferir con el funcionamiento del equipo de resonancia, poniendo en peligro la integridad del paciente y el personal. Los protocolos establecidos resaltan la importancia de emplear herramientas biomédicas diseñadas específicamente para toda el área de MRI (dentro y fuera del resonador), garantizando así la seguridad y funcionalidad durante los procedimientos (14) (12).



Monitoreo durante el procedimiento

Durante los procedimientos de resonancia magnética (MRI), el monitoreo continuo del paciente es un componente esencial para garantizar su seguridad, especialmente en escenarios de emergencia o cuando existen condiciones clínicas complejas, como la presencia de dispositivos cardíacos implantables. Este monitoreo incluye el uso de electrocardiografía, oximetría de pulso y medición de presión arterial no invasiva, adaptados a protocolos especializados que minimizan la interferencia del campo magnético sobre los equipos de monitoreo. Estas adaptaciones permiten obtener mediciones confiables y mantener la vigilancia constante de las funciones vitales del paciente durante todo el procedimiento (12) (13).

La efectividad de estos sistemas de monitoreo continuo se potencia con la participación de personal altamente capacitado y especializado. En este contexto, se enfatiza la evaluación previa al procedimiento, por profesionales en electrofisiología y radiología, ya que estos cuentan con el conocimiento técnico necesario para interpretar los datos obtenidos, identificar cambios relevantes y los cambios necesarios ante la presencia de equipos cardiovasculares implantados. Este enfoque multidisciplinario asegura no solo la supervisión directa de los parámetros fisiológicos, sino también la capacidad de implementar intervenciones inmediatas en caso de que surjan irregularidades, promoviendo así una atención integral y segura dentro del entorno de resonancia magnética (12).

Capacitación del personal

La capacitación del personal que trabaja en entornos de resonancia magnética (MRI) es un

aspecto central para garantizar una atención segura y eficaz, especialmente en situaciones de emergencia. Los protocolos revisados subrayan la importancia de mantener un programa continuo de formación en soporte vital básico (BLS) y avanzado (ACLS). Esta capacitación permite a los profesionales de salud involucrados desarrollar y reforzar habilidades críticas para responder de manera adecuada y oportuna ante emergencias cardiovasculares en este entorno altamente especializado. Al ser un requisito para todos los miembros del equipo asistencial, esta formación asegura que cada integrante esté preparado para actuar dentro de un enfoque multidisciplinario que optimice la respuesta y el manejo de los pacientes (10) (11).

Además de las competencias generales en reanimación, los entrenamientos incluyen módulos específicos dirigidos al manejo y programación de dispositivos cardíacos implantables, como marcapasos y desfibriladores. Estos dispositivos, cuando están presentes en un paciente que requiere una resonancia magnética, representan un desafío técnico que demanda habilidades especializadas. El personal, especialmente electrofisiólogos y enfermeros capacitados, debe estar entrenado para reprogramar estos dispositivos antes y después del procedimiento, asegurando que funcionen adecuadamente y minimizando riesgos de interferencia. Este enfoque integral permite abordar las particularidades del entorno de MRI, brindando una atención que equilibra la precisión técnica con la seguridad del paciente (12) (13).

En la siguiente tabla están descritos los estudios pertinentes a la preparación, el equipo, los requerimientos del talento humano y procedimientos.



Autor	Año	Preparación	Equipamiento	Formación	Procedimientos
Reyes Chamorro (7)	2018	Selección de pacientes con historia clínica completa según criterios establecidos. Uso de un resonador Philips 3.0 Tesla con protocolos especializados para detección y evaluación de ictus.	Resonador Magnético Philips 3.0 Tesla. Protocolos de adquisición optimizados: T1, T2, FLAIR, Difusión, y otros según el caso. Material de contraste paramagnético (gado-linio) para realzar las imágenes y evaluar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica.	Entrenamiento en la planificación y ejecución de protocolos de adquisición para evitar artefactos que reduzcan la calidad diagnóstica. Capacitación para identificar la etapa del ictus y seleccionar el protocolo adecuado (hiperagudo, agudo, subagudo, crónico).	Control de artefactos de movimiento y planificación adecuada de cortes multiplanares. Exclusión de pacientes con prótesis no paramagnéticas o cualquier condición que pudiera interferir con la adquisición de imágenes seguras y de calidad.
Páez González (8)	2018	-	Carro de paro específico para MRI: Se menciona que el carro de paro debe incluir elementos básicos como resucitador pulmonar manual, laringoscopio, guías de intubación, desfibrilador, fuente de oxígeno y sistema de succión. No se especifica si este carro es compatible con el entorno de MRI. Dispositivos de comunicación: Se indica la necesidad de contar con elementos de comunicación interna y externa.	Los prestadores de servicios deben demostrar que han desarrollado acciones de formación continua para el talento humano en procesos prioritarios asistenciales. No se verifica en el documento la implementación de un programa de capacitación específico para el manejo de emergencias dentro de un entorno de resonancia magnética.	- Protocolos de seguridad radiológica: Se mencionan protocolos generales para seguridad radiológica, pero se identifican falencias como señalización insuficiente, problemas en el uso de dosímetros y fallos en los semáforos de alerta.
MinSalud (9)	2014	-	Carro de paro: incluye resucitador pulmonar manual, laringoscopio con hojas pediátricas y para adultos, fuente de oxígeno (incluyendo portátil), sistema de succión, desfibrilador externo manual con capacidad de cardioversión, monitoreo básico de electrocardiografía, dispositivos médicos, y medicamentos definidos por cada prestador.	Certificados en soporte vital básico (auxiliares) y soporte vital avanzado (médicos). Entrenamiento en manejo de emergencias, protocolos de atención y uso de equipos según normatividad vigente.	-



Autor	Año	Preparación	Equipamiento	Formación	Procedimientos
Alanya Medina (10)	2016	-	Carro de paro específico - Moderno, equipado con desfibrilador, medicamentos y materiales biomédicos monitoreados para disponibilidad. - Cada camilla rodante cuenta con un monitor cardíaco integrado. Equipos biomédicos adicionales - Ventiladores mecánicos (Hamilton y Vela), máximo 2 por área. - Monitores de funciones vitales de última generación en áreas de observación y trauma shock. - Ambulancias tipo III completamente equipadas para traslado de pacientes.	- Todo el personal de enfermería y técnicos capacitados al 100% en RCP básico y avanzado.	-
Allard Pincheira, Marcela (11)	2021. Fecha de vigencia establecida en Septiembre 2021.	Difusión del protocolo entre todos los funcionarios asistenciales. El protocolo debe ser conocido y aplicado en las unidades clínicas, de apoyo, y atención ambulatoria.	Monitor desfibrilador: Priorizar el uso de parches o palas. Cánula Mayo: Usar la de tamaño adecuado al paciente. Bolsa de insuflación manual: Para ventilación. Superficie rígida: Para facilitar compresiones torácicas de alta calidad.	- Todo el personal involucrado debe estar entrenado en reanimación básica y avanzada.	Difusión del protocolo a todas las áreas involucradas. Supervisión de cumplimiento por las jefaturas y subdirecciones responsables.
Nazarian (12)	2011	Reprogramación de los dispositivos: modo de estimulación asincrónico para pacientes dependientes del marcapasos; desactivación de las funciones de taquiarritmia en todos los casos. Evaluación de los parámetros del dispositivo antes del procedimiento (impedancia, umbrales de captura, sensibilidad).	Monitorización durante la MRI: - Sistema de monitoreo no invasivo de presión arterial cada 3 minutos. - Monitorización continua de electrocardiografía y oximetría como sustituto en caso de artefactos en ECG. - Disponibilidad inmediata de un electrofisiólogo para respaldo. - Marcapasos externo.	Enfermero con experiencia en programación de dispositivos cardíacos y soporte vital avanzado (ACLS). Personal capacitado para la monitorización en tiempo real y manejo de emergencias específicas del entorno de MRI.	Limitación inicial de la tasa de absorción específica (SAR) a menos de 2 W/kg. Evaluación de los dispositivos inmediatamente después del procedimiento. Supervisión directa durante todo el procedimiento por personal especializado. Uso de sistemas compatibles con MRI para minimizar riesgos.



<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Preparación</i>	<i>Equipamiento</i>	<i>Formación</i>	<i>Procedimientos</i>
Nazarian (13)	2006	Incluye selección de dispositivos probados previamente en vitro e in vivo, programación de dispositivos para minimizar activaciones o inhibiciones inadecuadas, y monitoreo continuo de parámetros del paciente (ECG, presión arterial, oximetría, síntomas).	Dispositivo de desfibrilación compatible con MRI. Monitoreo continuo (ECG, oximetría, presión arterial). Presencia de un radiólogo y un electrofisiólogo cardíaco durante los escaneos.	Capacitación para manejar dispositivos compatibles con MRI. Conocimientos sobre programación de marcapasos/desfibriladores y respuesta ante emergencias durante resonancias magnéticas.	Limitación de SAR promedio corporal a 2.0 W/kg. Desactivación de funciones que puedan inducir activaciones indeseadas. Programación de modos de estimulación asincrónica en pacientes dependientes del marcapasos. Monitoreo continuo durante el procedimiento.
Pons Lladó (14)	2000	Realizar un interrogatorio sistemático para descartar contraindicaciones (marcapasos, clips metálicos intracraneales, etc.).	Imán estable y homogéneo (0,2–2 Tesla). Antenas o bobinas para señal de radiofrecuencia (RF). Sistema de adquisición y consola de procesamiento. Carro de paro y dispositivos compatibles con MRI (libres de elementos ferromagnéticos).	Interpretación supervisada de 100 estudios y realización de 50 exploraciones prácticas. Asistencia anual a cursos de actualización.	Verificar la compatibilidad de implantes o dispositivos médicos. Control estricto de acceso a la zona de exploración.

Control de riesgos

El control de riesgos en el entorno de resonancia magnética (MRI) es fundamental para garantizar la seguridad del paciente, especialmente en aquellos que portan dispositivos médicos implantados, como marcapasos o desfibriladores. Uno de los principales aspectos para mitigar riesgos es la limitación de la tasa de absorción específica (SAR), la cual se regula a un máximo de 2 W/kg. Esta restricción tiene como objetivo evitar efectos adversos relacionados con el calor generado por la exposición al campo magnético, que podría causar daños térmicos en los tejidos circundantes o interferir

con la funcionalidad de los dispositivos implantados. Este enfoque permite realizar los procedimientos con un nivel controlado de energía, minimizando así los riesgos de complicaciones durante la resonancia magnética (13) (12).

Otro componente clave para el control de riesgos es la implementación de protocolos rigurosos para la selección y evaluación previa de dispositivos implantables. Antes de llevar a cabo el procedimiento, se realiza una revisión detallada para confirmar que el dispositivo y sus componentes sean compatibles con el entorno de MRI. Este proceso incluye la identificación de características



técnicas específicas que aseguren su funcionamiento adecuado bajo la influencia del campo magnético, así como la reducción de posibilidades de activaciones indeseadas o mal funcionamiento. Estas medidas, respaldadas por protocolos establecidos, contribuyen a garantizar una experiencia segura tanto para el paciente como para el personal de salud durante el estudio de resonancia (14) (13).

Respuesta a emergencias

La respuesta a emergencias en el entorno de resonancia magnética (MRI) requiere una planificación y ejecución rigurosas para abordar situaciones críticas de manera eficiente y segura. El primer paso crucial es la identificación rápida de los signos clínicos que indican la presencia de un paro cardiorrespiratorio, como la pérdida de conciencia, la ausencia de pulso arterial y respiración o respiraciones agónicas. Una vez identificado, el equipo de emergencia debe ser movilizado inmediatamente, y el paciente debe ser retirado del campo magnético para iniciar las maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) en un entorno seguro. Esta estrategia asegura que no haya interferencias del imán y permite el uso de equipos estándar de reanimación que no están diseñados para entornos de MRI (14) (11).

Transferencia y estabilización

La transferencia y estabilización del paciente representan un paso crítico para asegurar la continuidad de la atención médica. Antes de proceder con el traslado a unidades de cuidado intensivo u otras áreas especializadas, es indispensable estabilizar al paciente, garantizando que sus signos vi-

tales estén controlados y cualquier intervención inicial haya sido adecuadamente realizada. Este proceso debe estar respaldado por una documentación clínica completa que incluya un resumen detallado de los eventos ocurridos, los procedimientos realizados y las condiciones del paciente al momento del traslado. Para evitar omisiones, se recomienda el uso de listas de verificación, las cuales permiten registrar de manera sistemática toda la información esencial y asegurar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad establecidos (9) (11).

El traslado del paciente debe realizarse utilizando sistemas de transporte intra-hospitalario o ambulancias especialmente equipadas para emergencias médicas. Estos vehículos y sistemas deben contar con dispositivos avanzados, como ventiladores mecánicos, monitores de funciones vitales y desfibriladores portátiles, así como con una dotación completa de medicamentos e insumos necesarios para garantizar el manejo adecuado del paciente durante el desplazamiento. La presencia de un equipo médico capacitado es igualmente crucial para responder de inmediato a cualquier eventualidad durante el transporte, manteniendo la calidad de la atención desde el área de MRI hasta la llegada a la unidad de destino. Estas medidas aseguran que la atención brindada sea continua y eficiente, reduciendo riesgos y optimizando los desenlaces clínicos en situaciones de emergencia (10).

A continuación, una tabla que describe los estudios pertinentes al manejo de la crisis en MRI.



<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Reconocimiento del evento</i>	<i>Activación del código</i>	<i>Intervención</i>	<i>Roles</i>	<i>Transporte</i>
Reyes Chamo- rro (7)	2018	-	-	- Capacitación para identificar la etapa del ictus y seleccionar el protocolo adecuado (hiperagudo, agudo, subagudo, crónico).	-	-
Páez González (8)	2018	-	-	- Control del equipo: Se especifica que el personal debe cumplir con medidas de protección, aunque el cumplimiento no se verifica completamente en este documento.	-	-
MinSalud (9)	2014	-	-	-	Deben incluir estabilización del paciente antes del traslado, medidas de traslado y documentación necesaria (historia clínica, resumen diagnóstico). Uso de listas de verificación para asegurar que toda la información requerida está disponible.	-
Alanya Medina (10)	2016	-	-	Maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) - El personal ejecuta RCP básico y avanzado según el protocolo del hospital. - Uso de desfibriladores compatibles - Uso de desfibriladores modernos disponibles en los coches de paro.	La enfermera líder coordina la operatividad de los insumos y equipos necesarios. En trauma shock, la enfermera actúa como líder del equipo multidisciplinario durante emergencias.	Uso de ambulancias tipo III completamente equipadas para traslado seguro de los pacientes. Coordinación con unidades de cuidados intensivos o áreas adecuadas para continuidad de la atención.



<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Reconocimiento del evento</i>	<i>Activación del código</i>	<i>Intervención</i>	<i>Roles</i>	<i>Transporte</i>
Allard Pincheira, Marcela (11)	2021. Fecha de vigencia establecida en Septiembre 2021.	Signos de paro cardiorrespiratorio: - Pérdida de conciencia. - Ausencia de respiración (apnea) o respiración agónica. - Ausencia de pulso arterial.	- El evento se comunica mediante la activación de "Clave Azul" (Código de emergencia), de acuerdo con el protocolo institucional.	Reconocimiento rápido de paro cardíaco: Determinación de ausencia de pulso en menos de 10 segundos. Compresiones torácicas: - Frecuencia: 100-120/minuto. - Profundidad: ≥ 50 mm y < 60 mm. - Minimizar interrupciones durante las compresiones. Ventilación: - Relación compresiones-ventilaciones: 30:2. - Usar bolsa-mascarilla con cánula Mayo para ventilación con presión positiva.	Médico: - Liderar la reanimación y regular funciones del equipo. - Realizar intubación y manejo farmacológico. Enfermera: - Manejar accesos vasculares y administración de medicamentos. - Monitoreo del paciente. Kinesiólogo: - Apoyar ventilación asistida y asegurar permeabilidad de la vía aérea. Técnico paramédico: - Asistir al médico/enfermera y realizar compresiones si es necesario. Auxiliar: - Transportar muestras o realizar llamadas necesarias. - Jefaturas/Subdirecciones: - Supervisar y mantener actualizado el protocolo.	- El paciente estabilizado debe ser trasladado a UCI o áreas adecuadas para atención post-resucitación.



<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Reconocimiento del evento</i>	<i>Activación del código</i>	<i>Intervención</i>	<i>Roles</i>	<i>Transporte</i>
Nazarian (12)	2011	Detección de alteraciones en los parámetros del dispositivo (cambio en ritmo de estimulación, reversiones a modos de respaldo, interrupción de estimulación). Observación de síntomas del paciente como molestias en el pecho o efectos adversos durante la resonancia.	- Comunicación inmediata entre el personal clínico responsable del monitoreo y el electrofisiólogo de respaldo en caso de irregularidades detectadas.	Suspensión inmediata del procedimiento de MRI en caso de eventos adversos críticos o cambios significativos en los parámetros del dispositivo. Procedimientos de extracción planificados para minimizar la exposición al entorno del imán.	Enfermero especializado supervisa monitoreo en tiempo real. Electrofisiólogo disponible para manejo inmediato de alteraciones en dispositivos. Coordinación entre los equipos de MRI y cardiología para asegurar una intervención rápida y eficiente.	Evaluación del dispositivo inmediatamente después de la MRI. Reprogramación del dispositivo a los parámetros originales al finalizar el procedimiento. Transporte del paciente a la unidad de cuidados intensivos u otra área para manejo avanzado en caso de complicaciones.
Nazarian (13)	2006	-	-	Limitación de riesgos mediante la selección y programación previa de dispositivos. En caso de emergencia, se destaca la importancia del monitoreo continuo y disponibilidad inmediata de personal y equipos de resucitación.	- Presencia de un radiólogo y electrofisiólogo cardíaco responsables durante los procedimientos.	-
Pons Lladó (14)	2000	Identificación rápida de signos clínicos de paro (ausencia de pulso y respiración).	Protocolos establecidos para comunicación interna, movilización inmediata del equipo de emergencia.	Retirar rápidamente al paciente del campo magnético con personal capacitado. Iniciar maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) fuera del área de riesgo. Usar desfibriladores compatibles con MRI si es necesario.	Definición previa de tareas específicas para cada miembro del equipo: operador del equipo de RM, personal médico y de enfermería, coordinador de emergencias.	Transferencia segura del paciente a la unidad de cuidados intensivos, asegurando la estabilización durante el transporte.



RECOMENDACIONES BASADAS EN LA EVIDENCIA

Descripción del Protocolo

Preparación Previa

Equipo necesario

En el entorno general de RM, es crucial disponer de un carro de paro completo y bien equipado fuera de la sala del resonador, aunque no necesariamente debe ser libre de componentes ferromagnéticos, ya que las maniobras de resucitación se realizarán fuera del área magnética. Este carro debe incluir un desfibrilador externo manual con capacidad de cardioversión/desfibrilación, ventilador manual, laringoscopio con hojas para adultos y pediátricas, una fuente de oxígeno (incluyendo una versión portátil), un sistema de succión, así como dispositivos médicos y medicamentos definidos por cada institución.

Además, se debe contar con sistemas de comunicación interna y externa funcionales para garantizar una coordinación efectiva en emergencias, permitiendo alertar y movilizar al equipo médico necesario mientras se traslada al paciente a un área segura para iniciar las maniobras de reanimación.

Formación y entrenamiento del personal

Todo el personal involucrado debe estar debidamente certificado en soporte vital básico y avanzado, asegurando la competencia en la ejecución de maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) y el uso de equipos de emergencia.

Es crucial que el personal esté familiarizado con las particularidades de las emergencias en el entorno de RM, incluyendo la identifica-

ción de signos de paro cardiorrespiratorio y la ejecución de protocolos de evacuación del paciente del área de RM de manera segura.

Procedimientos de seguridad en el área de resonancia magnética

Implementar medidas estrictas para restringir el acceso a la zona de RM, permitiendo únicamente la entrada de personal autorizado y pacientes sin contraindicaciones para la RM.

Antes del ingreso al área de RM, se debe realizar una evaluación exhaustiva para descartar la presencia de objetos metálicos en pacientes y personal, así como verificar la compatibilidad de implantes o dispositivos médicos con el entorno de RM.

Mantener una señalización clara de las zonas de riesgo y asegurar que todo el personal esté informado y capacitado en los protocolos de emergencia específicos para el entorno de RM. Para más información sobre las zonas de riesgo, se recomienda consultar las indicaciones del American College of Radiology disponibles en este [enlace](#) o en el documento de Seguridad en RM de la Sociedad Española de Radiología Médica en este [enlace](#).

La implementación rigurosa de estos elementos en la preparación previa es esencial para minimizar riesgos y asegurar una respuesta efectiva ante eventos de paro cardíaco.

Procedimiento en Caso de Paro Cardíaco

Reconocimiento del Evento

El reconocimiento temprano de un paro cardíaco en el entorno de la resonancia magnética (RM) es esencial para iniciar una intervención inmediata y efectiva. Dada la naturaleza



del entorno de RM, donde el paciente suele estar aislado y el personal se encuentra fuera de su alcance directo durante la adquisición de imágenes, es fundamental que el equipo de salud esté capacitado para identificar rápidamente los signos y síntomas de un paro cardíaco.

Signos y síntomas del paro cardíaco

Los signos y síntomas de un paro cardíaco pueden manifestarse de manera súbita y requieren una atención inmediata. Según la Clínica Mayo, los síntomas incluyen:

- **Colapso súbito:** El paciente pierde la conciencia de manera repentina.
- **Falta de pulso:** No se detecta pulso en las arterias principales.
- **Falta de respiración:** El paciente deja de respirar o presenta respiración agónica.
- **Pérdida del conocimiento:** El paciente no responde a estímulos externos.

En algunos casos, pueden presentarse síntomas previos al paro cardíaco (inestabilidad hemodinámica), como:

- **Molestia en el pecho:** Sensación de presión o dolor en el pecho.
- **Falta de aire:** Dificultad para respirar sin causa aparente.
- **Debilidad:** Sensación de fatiga o debilidad extrema.
- **Desorientación mental:** Expresiones de alteración del estado de juicio

Desafíos en el entorno de resonancia magnética

En el entorno de RM, la identificación de los signos de paro cardíaco puede ser más compleja debido a:

- **Aislamiento del paciente:** Durante la adquisición de imágenes, el paciente puede estar fuera del alcance inmediato del personal, lo que dificulta la observación directa.
- **Ruido del equipo:** El funcionamiento del escáner de RM genera ruidos que pueden enmascarar sonidos importantes, como la respiración agónica.
- **Disponibilidad de monitoreo especializado:** Aunque existen equipos y monitores compatibles diseñados específicamente para operar en el resonador, su uso requiere que las instituciones estén equipadas con esta tecnología y que el personal esté adecuadamente capacitado para su manejo.

Estrategias para el reconocimiento efectivo

Para superar estos desafíos, se recomiendan las siguientes estrategias:

- **Monitoreo continuo compatible con RM:** Utilizar equipos de monitoreo diseñados para el entorno de RM, que permitan la vigilancia constante de signos vitales como frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y respiración.
- **Comunicación constante:** Mantener una comunicación bidireccional entre el paciente y el personal médico y de enfermería mediante sistemas de detección y de intercomunicación, permitiendo detectar cualquier anomalía.
- **Observación permanente:** A través de ventanas de visualización o cámaras compatibles con RM, el personal debe observar al paciente durante todo el procedimiento para detectar signos de incomodidad o pérdida de conciencia.

- **Capacitación del personal:** El equipo de salud debe estar entrenado para reconocer



rápidamente los signos de paro cardíaco y familiarizado con los protocolos específicos de actuación en el entorno de RM.

Activación del Código de Emergencia

Se debe activar inmediatamente el código de emergencia, de acuerdo con el protocolo institucional, ante la sospecha de un paro cardíaco o de un cuadro de inestabilidad hemodinámica súbita. La implementación de protocolos de comunicación internos claros y eficientes garantiza una respuesta rápida y coordinada. Este sistema permite alertar al equipo de emergencia especializado de manera expedita, asegurando que todos los miembros del personal estén informados y preparados para intervenir.

Intervención Inmediata

Pasos para Retirar al Paciente del Área de Riesgo (Zona Controlada por el Imán)

Una vez identificado el paro cardíaco, es imperativo retirar al paciente del área de riesgo controlada por el imán de RM. Dado que el campo magnético puede interferir con equipos de reanimación y representar un peligro para el personal, se debe proceder de la siguiente manera:

1. Detener el escaneo y activar el código de emergencia: Al identificar un paro cardíaco, se debe interrumpir inmediatamente el escaneo y activar el código de emergencia institucional para movilizar al equipo de respuesta. No se debe desactivar el imán del resonador.

2. Acceder al paciente: El personal capacitado debe ingresar rápidamente a la sala de RM, asegurándose de no portar objetos metálicos que puedan ser atraídos por el imán.

3. Trasladar al paciente: Utilizando una

camilla no ferromagnética, trasladar al paciente fuera de la zona de influencia del imán hacia un área segura y preparada para la reanimación. Esta área idealmente deberá estar fuera de las Zonas 3 y 4 del RM.

Maniobras de Reanimación Cardiopulmonar (RCP) Adaptadas al Entorno

Una vez en un área segura, se deben iniciar las maniobras de RCP adaptadas al entorno hospitalario. Según las guías de la American Heart Association, las compresiones torácicas deben realizarse a una frecuencia de 100-120 por minuto y una profundidad de al menos 5 cm, permitiendo la reexpansión completa del tórax entre compresiones. Es esencial minimizar las interrupciones en las compresiones para maximizar la perfusión coronaria. La ventilación debe administrarse en una proporción de 30 compresiones por 2 ventilaciones, utilizando dispositivos de barrera o bolsas de resucitación.

Uso de Desfibriladores Compatibles o Procedimientos Alternativos

Se debe trasladar al paciente a una zona donde se pueda utilizar un desfibrilador estándar de manera segura. Es imperativo que el personal esté entrenado en el uso de estos dispositivos y en la ejecución de procedimientos alternativos.

Asignación de Roles

La respuesta efectiva a una emergencia depende de una clara asignación de roles y responsabilidades entre los miembros del equipo. Una estructura bien definida y el seguimiento estricto de la cadena de supervivencia, facilita una intervención coordinada y eficiente, aumentando las probabilidades de una reanimación exitosa. Figura 1.



Figura 2. Cadena de Sobrevida.



1. Líder del Equipo (Médico Responsable):

Responsabilidades:

- Coordinar y supervisar todas las acciones durante la emergencia.
- Tomar decisiones clínicas críticas, incluyendo la evaluación de la necesidad de desfibrilación y administración de medicamentos.
- Comunicar de manera clara y efectiva con todo el equipo, asegurando que cada miembro entienda sus tareas y el estado del paciente.

2. Personal de Enfermería:

Responsabilidades:

- Establecer y mantener accesos intravenosos para la administración de medicamentos y fluidos.
- Preparar y administrar medicamentos según las indicaciones del líder del equipo.
- Monitorear signos vitales y reportar cambios significativos al líder del equipo.
- Asistir en la preparación y operación del

desfibrilador, asegurando su correcto funcionamiento.

3. Técnico en Imágenes Diagnósticas:

Responsabilidades:

- Detener inmediatamente el escaneo de RM. No se debe desactivar el campo magnético del resonador.
- Ayudar en el traslado seguro del paciente fuera de la zona de riesgo del imán.
- Asegurar que el área esté libre de objetos ferromagnéticos que puedan interferir con el equipo de reanimación.

4. Personal de Apoyo (Auxiliares y Otros):

Responsabilidades:

- Asistir en el traslado del paciente a un área segura para la reanimación.
- Proporcionar equipos y suministros adicionales según sea necesario, como bolsas de resucitación, cánulas de oxígeno y equipos de succión.
- Controlar el entorno, asegurando que el área esté despejada y que solo el personal esencial esté presente.



5. Observador/Registrador:

Responsabilidades:

- Documentar en tiempo real todas las intervenciones realizadas, incluyendo tiempos de administración de medicamentos, choques de desfibrilación y cambios en el estado del paciente.
- Servir como enlace de comunicación con otros equipos o servicios, como la unidad de cuidados intensivos o el equipo de cardiología.

Es fundamental que todos los miembros del equipo estén capacitados en reanimación cardiopulmonar (RCP) y en el uso de equipos específicos para el entorno de RM. La realización de simulacros regulares y sesiones de entrenamiento fortalece la cohesión del equipo y asegura una respuesta rápida y coordinada ante emergencias reales. La claridad en la asignación de roles y la comunicación efectiva y asertiva son pilares esenciales para el manejo exitoso.

Transporte y continuidad de la atención

Una vez estabilizado el paciente, es esencial planificar y ejecutar su traslado a una unidad de cuidados intensivos (UCI) u otra área adecuada para garantizar la continuidad de la atención (manejo del paciente posparo cardíaco). Este proceso debe realizarse con precisión y coordinación para minimizar riesgos y asegurar la estabilidad del paciente.

Evaluación previa al traslado

Antes de iniciar el transporte, el equipo médico debe confirmar la estabilidad hemodinámica y respiratoria del paciente. Es fundamental verificar que todos los dispositivos de monitoreo y soporte vital estén funcionando correctamente y sean compatibles con el traslado intrahospitalario.

Preparación del equipo de transporte

El equipo de transporte debe estar compuesto por profesionales capacitados en el manejo de pacientes críticos, incluyendo personal médico y de enfermería con experiencia en cuidados intensivos. Es esencial contar con un carro de paro que incluya elementos básicos como ventilador manual, laringoscopio, guías de intubación, tubos traqueales o dispositivos extraglotticos, desfibrilador, fuente de oxígeno y sistema de succión. Además, se deben disponer de dispositivos de comunicación para mantener una coordinación efectiva durante el traslado.

Planificación de la ruta de traslado

Se debe planificar la ruta más directa y segura hacia la UCI u otra área designada, considerando factores como la proximidad, accesibilidad y disponibilidad de recursos. Es importante coordinar con el personal de las áreas involucradas para asegurar que estén preparados para recibir al paciente y proporcionar la atención necesaria de manera inmediata. La planificación debe incluir la identificación de posibles obstáculos o restricciones en el camino y la preparación de soluciones alternativas en caso de ser necesario.

Monitoreo continuo durante el traslado

Durante el traslado, es imperativo mantener una monitorización continua de los signos vitales del paciente, incluyendo frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria (en lo posible se recomienda también capnografía). El equipo debe estar preparado para intervenir ante cualquier signo de deterioro clínico, disponiendo de los medios necesarios para realizar maniobras de reanimación si fuera necesario. La comunicación constante entre los miembros del equipo es esencial para coordinar las



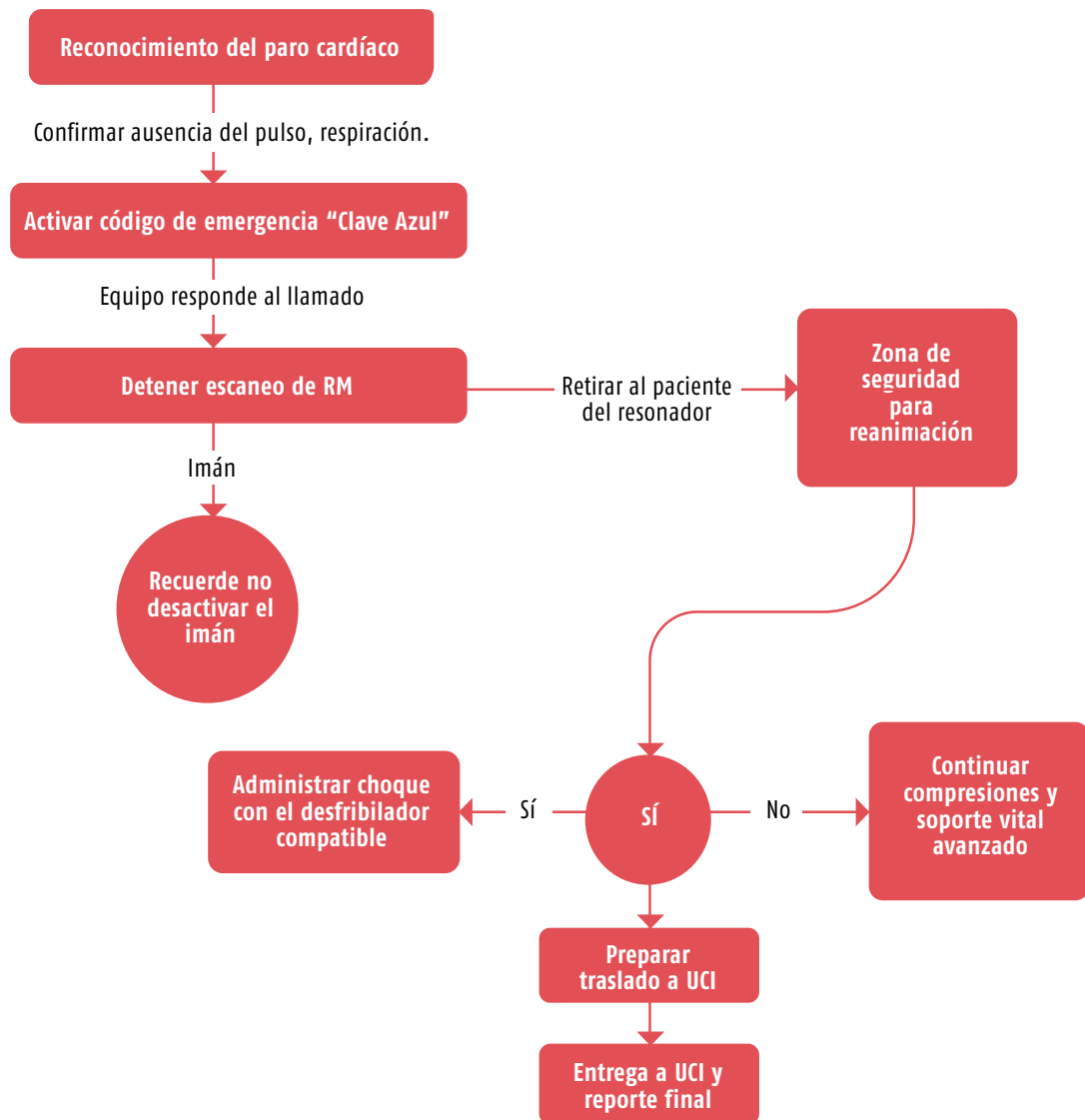
acciones y responder de manera efectiva ante cualquier eventualidad.

Comunicación y documentación

Es fundamental mantener una comunicación efectiva con el equipo de la UCI u otra área de destino, proporcionando información detallada sobre el estado del paciente, las intervenciones realizadas y cualquier consideración especial. La documentación completa y precisa de todo el proceso es esencial para asegurar la continuidad de la atención y facilitar la toma de decisiones clínicas posteriores.

El uso de listas de verificación puede ayudar a asegurar que toda la información requerida esté disponible y que no se omitan detalles importantes durante la transferencia del paciente.

La implementación de estos procedimientos garantiza un traslado seguro y eficiente del paciente, asegurando la continuidad de la atención y optimizando las posibilidades de una recuperación exitosa. La coordinación y la comunicación efectiva entre los diferentes equipos y áreas involucradas son fundamentales para el éxito de este proceso.





Plan de Implementación

La implementación efectiva de un protocolo de atención para paro cardíaco en el entorno de resonancia magnética (RM) requiere una planificación meticulosa que abarque la formación del personal, la dotación de recursos, la evaluación continua y la actualización del protocolo. A continuación, se detallan los componentes esenciales para llevar a cabo este plan de implementación.

Formación y Capacitación

Todo el equipo, incluyendo médicos, enfermeras, técnicos en imágenes diagnósticas y personal de apoyo, debe recibir capacitación en reanimación cardiopulmonar (RCP) adaptada al entorno de RM. Además, es esencial que el personal esté familiarizado con los procedimientos específicos de seguridad en áreas de RM, incluyendo la identificación y manejo de objetos ferromagnéticos y la comprensión de las zonas de riesgo. La realización de simulacros regulares permitirá al equipo practicar y reforzar sus habilidades, asegurando una respuesta coordinada y eficiente durante una emergencia real.

Recursos Necesarios

Para una respuesta efectiva ante un paro cardíaco en el entorno de RM, es indispensable contar con los siguientes recursos:

- **Equipo Médico Compatible con RM:** Incluye carros de paro, desfibriladores, resucitadores manuales y otros dispositivos libres de componentes ferromagnéticos. El equipo de monitoreo debe ser compatible con el resonador.
- **Sistemas de Comunicación Eficientes:** Dispositivos que permitan una comunicación clara y rápida entre el personal dentro

y fuera de la sala de RM, facilitando la coordinación durante una emergencia.

- **Documentación y Protocolos Accesibles:** Manuales y guías del protocolo de atención deben estar disponibles en áreas clave para consulta rápida, asegurando que todo el personal tenga acceso a la información necesaria en caso de emergencia.

Evaluación y Actualización del Protocolo

La evaluación continua del protocolo es esencial para identificar áreas de mejora y adaptarse a nuevas evidencias o tecnologías. Se recomienda establecer un comité multidisciplinario encargado de revisar periódicamente el protocolo, incorporando retroalimentación del personal y lecciones aprendidas de simulacros o eventos reales (Debriefing). Esta revisión debe realizarse al menos una vez al año o cuando se introduzcan cambios significativos en el equipo o procedimientos.

Indicadores de Rendimiento

Para medir la efectividad del protocolo y la preparación del equipo, se deben establecer indicadores clave de rendimiento, tales como:

- **Tiempo de Respuesta:** Intervalo desde la identificación del paro cardíaco hasta el inicio de la RCP.
- **Adherencia al Protocolo:** Porcentaje de cumplimiento de los pasos establecidos en el protocolo durante simulacros o eventos reales.
- **Resultados Clínicos:** Tasa de supervivencia y recuperación de pacientes que sufrieron un paro cardíaco en el entorno de RM.

El monitoreo regular de estos indicadores permitirá identificar áreas de mejora y garan-



tizar una atención de alta calidad. La idea es aplicar el registro de paro de acuerdo a los lineamientos Utstein (15).

Procedimiento de Revisión

El procedimiento de revisión debe incluir:

- 1. Recopilación de Datos:** Reunir información de simulacros, eventos reales y retroalimentación del personal.
- 2. Análisis de Desempeño:** Evaluar los indicadores de rendimiento y comparar con estándares establecidos.
- 3. Identificación de Áreas de Mejora:** Detectar deficiencias u oportunidades para optimizar el protocolo.
- 4. Implementación de Cambios:** Actualizar el protocolo y planificar sesiones de capacitación para reflejar las modificaciones.
- 5. Comunicación:** Informar al personal sobre los cambios y asegurar que comprendan y adopten las nuevas prácticas.

Conclusiones

La implementación de un protocolo de atención de paro cardíaco en el entorno de resonancia magnética es fundamental para garantizar una respuesta rápida, coordinada y segura ante emergencias en este contexto especializado. Este documento establece direc-

trices claras que abordan los desafíos únicos que presenta el entorno de RM, incluyendo las limitaciones de acceso al paciente, los riesgos inherentes al campo magnético y la necesidad de equipos especializados y procedimientos específicos.

El éxito de este protocolo depende de varios factores clave: la capacitación continua del personal, la disponibilidad de equipos compatibles, una comunicación eficiente y la integración de un enfoque multidisciplinario en la atención. Además, la activación oportuna del código de emergencia y el traslado adecuado del paciente a áreas seguras, permiten minimizar los riesgos y optimizar los resultados clínicos.

La adopción de este protocolo no solo refuerza la seguridad del paciente, sino que también protege al personal médico y asegura el uso eficiente de los recursos disponibles. La evaluación constante y la actualización periódica del protocolo, basada en la evidencia científica y las lecciones aprendidas de casos prácticos, garantizarán su efectividad y pertinencia a largo plazo.

En conclusión, este protocolo constituye una herramienta esencial para abordar de manera estructurada y eficaz las emergencias médicas en resonancia magnética, mejorando la calidad de la atención y contribuyendo al bienestar y la seguridad de los pacientes en situaciones críticas.



Referencias Bibliográficas

1. Ipek EG, Nazarian S. Safety of Implanted Cardiac Devices in an MRI Environment. *Curr Cardiol Rep.* 31 de mayo de 2015;17(7):51.
2. White MJ, Thornton JS, Hawkes DJ, Hill DLG, Kitchen N, Mancini L, et al. Design, operation, and safety of single-room interventional MRI suites: practical experience from two centers. *J Magn Reson Imaging JMRI.* enero de 2015;41(1):34-43.
3. Yang E, Suzuki M, Nazarian S, Halperin HR. Magnetic resonance imaging safety in patients with cardiac implantable electronic devices. *Trends Cardiovasc Med.* octubre de 2022;32(7):440-7.
4. Ryan JW, Murray AS, Gilligan PJ, Bisset JM, Nolan C, Doyle A, et al. MRI safety management in patients with cardiac implantable electronic devices: Utilizing failure mode and effects analysis for risk optimization. *Int J Qual Health Care J Int Soc Qual Health Care.* 23 de septiembre de 2020;32(7):431-7.
5. Strom JB, Whelan JB, Shen C, Zheng SQ, Mortele KJ, Kramer DB. Safety and utility of magnetic resonance imaging in patients with cardiac implantable electronic devices. *Heart Rhythm.* agosto de 2017;14(8):1138-44.
6. Delfino JG, Woods TO. New Developments in Standards for MRI Safety Testing of Medical Devices. *Curr Radiol Rep.* 29 de marzo de 2016;4(6):28.
7. Reyes Chamorro RE. Ictus isquémico mediante resonancia magnética en pacientes del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas durante el año 2017. 2018 [citado 28 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/5910>
8. Páez González JE, Ramírez Rincón KL. Auditoría de verificación de los estándares de habilitación en el servicio de imágenes diagnósticas en la sub red integrada de servicios centro oriente sede unidad de servicios Victoria. 5 de octubre de 2018 [citado 28 de noviembre de 2024]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/7306>
9. Resolución 2003 de 2014 Ministerio de Salud y Protección Social [Internet]. [citado 28 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70838>
10. Alanya Medina ML. Informe de experiencia profesional en el servicio de emergencia y traumashock del Hospital Nacional Dos de Mayo Lima 2013 - 2015. 2016.
11. Hospital San Pablo de Coquimbo [Internet]. [citado 28 de noviembre de 2024]. Protocolos Becados Hospital San Pablo. Disponible en: <https://www.hospitalcoquimbo.cl/protocolos-becados-hospital-san-pablo/>
12. Nazarian S, Hansford R, Roguin A, Goldsher D, Zviman MM, Lardo AC, et al. A prospective evaluation of a protocol for magnetic resonance imaging of patients with implanted cardiac devices. *Ann Intern Med.* 4 de octubre de 2011;155(7):415-24.
13. Nazarian S, Roguin A, Zviman MM, Lardo AC, Dickfeld TL, Calkins H, et al. Clinical utility and safety of a protocol for noncardiac and cardiac magnetic resonance imaging of patients with permanent pacemakers and implantable-cardioverter defibrillators at 1.5 tesla. *Circulation.* 19 de septiembre de 2006;114(12):1277-84.
14. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en resonancia magnética. *Rev Esp Cardiol.* 1 de abril de 2000;53(4):542-59.
15. Navarro-Vargas JR. Registro de Paro Cardíaco en el Adulto. *Rev Fac Med.* 2005, 53(3); 196- 203



ANEXOS

Anexo 1. Estrategia de búsqueda

Pubmed:

("Cardiac Arrest"[MeSH Terms] OR "Heart Arrest"[MeSH Terms] OR "cardiac arrest"[Title/Abstract] OR "heart arrest"[Title/Abstract]) AND

("Magnetic Resonance Imaging"[MeSH Terms] OR "MRI"[Title/Abstract] OR "Magnetic Resonance"[Title/Abstract] OR "MR Imaging"[Title/Abstract]) AND

("Guidelines as Topic"[MeSH Terms] OR "protocol"[Title/Abstract] OR "guidelines"[Title/Abstract] OR "procedure"[Title/Abstract])

EMBASE:

('cardiac arrest'/exp OR 'heart arrest'/exp OR 'cardiac arrest':ti,ab OR 'heart arrest':ti,ab) AND

('magnetic resonance imaging'/exp OR 'mri':ti,ab OR 'magnetic resonance':ti,ab OR 'mr imaging':ti,ab) AND

('clinical guideline'/exp OR 'protocol':ti,ab OR 'guideline':ti,ab OR 'procedure':ti,ab)

Lilacs:

("paro cardíaco" OR "parada cardíaca" OR "cardiac arrest" OR "heart arrest") AND

("resonancia magnética" OR "magnetic resonance imaging" OR "MRI" OR "MR Imaging") AND

("protocolo" OR "directrices" OR "guidelines" OR "procedure")

Anexo2 . Lista de verificación basada en el protocolo de atención de paro cardíaco en resonador magnético

1. Preparación previa:

• Verificar la disponibilidad del carro de paro equipado con:

- ° Desfibrilador manual externo.
- ° Ventilador manual.
- ° Laringoscopio con hojas pediátricas y para adultos.
- ° Tubos traqueales y dispositivos extraglotticos
- ° Fuente de oxígeno portátil y fija.



- ° Sistema de succión funcional.
 - ° Medicamentos y dispositivos médicos necesarios.
- Comprobar la funcionalidad de los sistemas de comunicación interna y externa.
- Confirmar que todo el personal cuenta con entrenamiento en soporte vital básico y avanzado.
- Asegurar que no haya objetos metálicos o ferromagnéticos en la sala de resonancia magnética.
- Mantener un monitoreo continuo del paciente con equipos compatibles con RM.

2. Reconocimiento del evento:

- Identificar signos de paro cardíaco (pérdida de conciencia, falta de respiración, ausencia de pulso).
- Confirmar la inactividad del paciente mediante monitoreo compatible.

3. Activación del código de emergencia:

- Activar inmediatamente el código de emergencia institucional (“Clave Azul” u otro definido).
- Comunicar de manera clara al equipo médico involucrado.

4. Intervención inmediata:

- Detener el escaneo del resonador.
- No desactivar el imán del resonador.
- Ingresar a la sala con personal capacitado sin portar objetos ferromagnéticos.
- Retirar al paciente del área de riesgo usando una camilla no ferromagnética.
- Iniciar maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) fuera del área magnética:
 - ° Realizar compresiones torácicas a una frecuencia de 100-120 por minuto.
 - ° Administrar ventilación (relación 30 compresiones por 2 ventilaciones).
- Preparar y usar el desfibrilador compatible con RM, si es necesario.

5. Asignación de roles:

- Líder del equipo:
 - ° Coordinar las acciones y tomar decisiones clínicas.
 - ° Supervisar el uso del desfibrilador y administración de medicamentos.
- Personal de enfermería:
 - ° Establecer accesos intravenosos.



- ° Preparar y administrar medicamentos.
- Técnico en imágenes:
 - ° Detener el escaneo.
 - ° Garantizar el traslado seguro del paciente.
- Personal de apoyo:
 - ° Asistir en el traslado y proveer insumos necesarios.
- Observador/registrator:
 - ° Documentar las intervenciones realizadas y mantener comunicación con otros servicios.

6. Transporte y continuidad de atención:

- Evaluar la estabilidad del paciente antes del traslado (signos vitales y monitoreo funcional).
- Planificar la ruta de traslado a la UCI u otra unidad.
- Asegurar la disponibilidad de equipos y personal capacitado durante el transporte.
- Monitorear continuamente al paciente durante el traslado.
- Documentar todo el proceso de atención y traslado.

7. Evaluación posterior:

- Recolectar retroalimentación del evento para mejorar el protocolo.
- Actualizar y entrenar al personal según las lecciones aprendidas.