



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina
Escuela Profesional de Tecnología Médica

**Medidas de bioseguridad en resonancia magnética
practicadas por tecnólogos médicos en radiología, año
2020**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Grado Académico de Bachiller de Tecnología Médica

AUTOR

Carla Vanessa SUAZO VILLARROEL

ASESOR

Dr. Misael Jefferson FAJARDO QUISPE

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Suazo, C. (2020). *Medidas de bioseguridad en resonancia magnética practicadas por tecnólogos médicos en radiología, año 2020*. [Trabajo de investigación de bachiller, de pregrado, de segunda especialidad, de maestría, de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Carla Vanessa Suazo Villarroel
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad <small>(Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)</small>	75412631
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0935-4246
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Misael Jefferson Fajardo Quispe
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad <small>(Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)</small>	44876362
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6543-223X
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.1.2.1. Capacitación de Recursos Humanos
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Programa de Promoción de Trabajo de Investigación para optar el Grado de Bachiller.
Ubicación geográfica de la investigación	No aplica.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020
URL de disciplinas OCDE	Políticas de salud, Servicios de salud http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.03.02



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina
Escuela Profesional de Tecnología Médica



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



UNMSM

Firmado digitalmente por
 FERNÁNDEZ GIUSTI VDA DE PELLA
 Alicia Jesus FAU 20148092282 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 11.06.2021 20:37:30 -05:00

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Conforme a lo estipulado en el Art. 4.3 de la DIRECTIVA GENERAL PARA REALIZAR, PRESENTAR Y SUSTENTAR EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, LA TESIS O EL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, (R.R. No. 00744-R-20) y Art. 45.1 de la Ley Universitaria 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

- Presidente: Mg. Lusin Antonio Ponce Contreras
- Miembros: Mg. Isna Liz Larico Pampamallco
 Lic. Walter Robin Roca Trejo
- Asesor : Mg. Misael Jefferson Fajardo Quispe

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 13 de noviembre del 2020, siendo las 15:00 horas, procediendo a evaluar la Sustentación de Trabajo de Investigación, titulado "**Medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética practicadas por tecnólogos médicos en radiología, año 2020**", para optar el Grado de Bachiller en Tecnología Médica de la Señorita:

CARLA VANESSA SUAZO VILLARROEL

Habiendo obtenido el calificativo de:

.....19.....
 (En números)

.....Diecinueve.....
 (En letras)

Que corresponde a la mención de: ...Sobresaliente.....

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

.....
 Presidente
 Mg. Lusin Antonio Ponce Contreras
 D.N.I: 06794361

.....
 Miembro
 Mg. Isna Liz Larico Pampamallco
 D.N.I: 40173744

.....
 Miembro
 Lic. Walter Robin Roca Trejo
 D.N.I: 15853128

.....
 Asesor de Tesis
 Mg. Misael Jefferson Fajardo Quispe
 D.N.I: 44876362

Datos de plataforma virtual institucional del acto de sustentación: Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

https: <https://medical-int.zoom.us/j/94429029402>

ID:

Grabación archivada en:



UNMSM

Firmado digitalmente por SANDOVAL
 VEGAS Miguel Hernan FAU
 20148092282 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 10.06.2021 13:36:47 -05:00

Medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética practicadas
por tecnólogos médicos en radiología, año 2020

AUTOR:

Alumno SUAZO VILLARROEL, CARLA VANESSA

ASESOR:

Mg. Misael Jefferson Fajardo Quispe

DEDICATORIA

A toda mi querida familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, compañía y guía en el día a día.

A mi familia por su amor incondicional.

A mi maestro y asesor el Mg. Misael Jefferson

Fajardo Quispe por su apoyo constante.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Problemas planteados.....	10
1.2. Objetivos	10
1.2.1. Objetivo General.....	10
1.2.2. Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II: PRESENTACIÓN DETALLADA DE LA PROBLEMÁTICA	12
2.1. Descripción de los antecedentes.....	13
2.2. Definición detallada del problema	17
2.3. Vacíos de información	18
2.4. Motivación de la investigación	18
2.5. Bases teóricas	19
2.5.1. Base teórica.....	19
2.5.2. Definición de términos.....	24
CAPÍTULO III: TRABAJOS REALIZADOS EN EL ÁREA	25
3.1. Organización estructurada y sistematizada de la literatura existente.....	26
3.2. Descripción crítica de los trabajos más representativos, comparación, contrastación de la información	28

CAPÍTULO IV: PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DEL ÁREA, APLICACIONES	32
4.1. Áreas del problema actual	33
4.2. Problemas por resolver, interpretaciones y propuestas	33
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. Conclusiones	36
5.2. Recomendaciones.....	37
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

Resumen

Introducción: Los exámenes de resonancia magnética (RM) conllevan ciertos riesgos físicos inherentes, por lo que son necesarias medidas preventivas. Existen artículos científicos, guías y otros documentos que resaltan el establecimiento de políticas de seguridad en RM, así como la responsabilidad del personal de servicio, tema poco abordado en el Perú.

Objetivo: Determinar las medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética practicadas por tecnólogos médicos en radiología, año 2020.

Método: La investigación es de enfoque cualitativo, documental, básica, retrospectiva y de diseño descriptivo. Para recabar la información, se seleccionaron fuentes documentales que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión del estudio. La técnica de revisión documental tuvo por instrumento una lista de cotejo o check list.

Conclusiones: Son pocos los servicios de RM que cuentan con políticas de seguridad; en la zonificación de servicios se obtuvieron mejores resultados, pero hay deficiencias en la señalización de advertencia de dichas zonas. También, los cuestionarios de seguridad a pacientes son comúnmente utilizados en la mayoría de servicios y la consideración más común es la protección auditiva frente al problema de ruido por el funcionamiento del sistema de gradientes del equipo de RM.

Palabras clave: bioseguridad, seguridad, resonancia magnética.

Abstract

Introduction: Magnetic resonance imaging (MRI) exams carry certain inherent physical risks, so preventive measures are necessary. There are scientific articles, guides and other documents that highlight the establishment of security policies in MRI, as well as the responsibility of personal service, an issue little addressed in Peru.

Objective: Determine the biosafety measures in Magnetic Resonance practiced by medical technologists in radiology, year 2020.

Method: The research has a qualitative, documentary, basic, retrospective and descriptive design approach. To collect the information, documentary sources that meet the inclusion and exclusion criteria of the study were selected. The document review technique had as an instrument a checklist.

Conclusions: Few MRI services have security policies; better results were obtained in the zoning of services, but there are deficiencies in the warning signs in these zones. Also, patient safety questionnaires are normally used in most services and the most common consideration is hearing protection against noise from the operation of the gradient system of the MRI equipment.

Keywords: biosafety, safety, magnetic resonance.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Problemas planteados

Ante la problemática de la práctica irregular de medidas de bioseguridad en resonancia magnética y la relevancia del personal encargado de mantener las condiciones de seguridad del servicio, plantea como problema general del estudio:

- ¿Cuáles son las medidas de bioseguridad en resonancia magnética practicadas por tecnólogos médicos en radiología?

Entonces, ya teniendo como eje central la problemática de medidas de bioseguridad en resonancia magnética, para el estudio se consideró adecuado proponer los siguientes problemas específicos:

- ¿Cuentan con políticas y procedimientos de bioseguridad específicas del servicio de Resonancia Magnética?
- ¿Cómo es la zonificación del servicio de Resonancia Magnética?
- ¿Cuáles son las medidas de detección de seguridad practicadas por tecnólogos médicos en radiología del servicio de Resonancia Magnética?
- ¿Cuáles son las medidas de bioseguridad practicadas por el tecnólogo médico en radiología, en consideración a los problemas más frecuentes asociados a la resonancia magnética?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar las medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética practicadas por tecnólogos médicos en radiología, año 2020.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Distinguir políticas y procedimientos de bioseguridad específicas del servicio de Resonancia Magnética.
- Describir la zonificación del servicio de Resonancia Magnética.

- Reconocer medidas de detección de seguridad practicadas por tecnólogos médicos en radiología del servicio de Resonancia Magnética.
- Identificar medidas de bioseguridad practicadas por el tecnólogo médico en radiología, en consideración a los problemas más frecuentes asociados a la resonancia magnética.

CAPÍTULO II:
PRESENTACIÓN DETALLADA DE LA
PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de los antecedentes

Pickup L. y col. 2019(1) presentaron el artículo “A preliminary ergonomic analysis of the MRI work system environment: Implications and recommendations for safety and design”- Escocia. Este trabajo, busca identificar riesgos propios de la atención clínica en un servicio de Resonancia Magnética, también, tiene la finalidad de brindar recomendaciones para establecer un sistema de seguridad eficaz. El diseño del estudio fue de enfoque etnográfico de métodos múltiples. Para recolectar los datos, se tuvo como fuente de información la data de incidentes de seguridad locales y nacionales, asimismo, se valió de observaciones y entrevistas al personal de 2 hospitales escoceses en mayo del 2016. Los resultados evidenciaron que los riesgos de quemaduras o daños por efecto misil u otros objetos ferromagnéticos, dependen de las medidas de seguridad que el personal del servicio de RM se encuentre capacitado de brindar. Se resalta la necesidad de establecer un sistema de seguridad nacional propio de las unidades de RM, las cuales cada vez tienen mayor demanda.

Piersson A. y Gorleku P. 2017(2) publicaron los resultados de su trabajo titulado “A national survey of MRI safety practices in Ghana”- Capa Coast, Ghana. El objetivo fue evaluar, en base a las pautas del “White paper on MR Safety: 2013”, que medidas de seguridad son practicadas en las instalaciones de Resonancia Magnética en Ghana. El tipo de estudio fue descriptivo, cuantitativo y transversal; se realizó en 13 servicios a los que se les distribuyó los cuestionarios preparados sobre características del equipo, políticas y procedimientos de seguridad como: El proceso de detección de seguridad del paciente, señalización del servicio de RM, respuesta ante emergencias, entre otros. Los resultados determinaron que el cumplimiento de las pautas era parcial; se recomendó fortalecer el proceso de detección de pacientes, acostumbrar al uso de etiquetas para la identificación de equipos compatibles con el entorno de RM e implementar adecuadamente la política de seguridad con la que cuenta el servicio.

Thomaz N. 2017(3) presentó como trabajo para obtener el título de tecnólogo en radiología “Segurança para pacientes e equipe em ressonância magnética: boas práticas do Tecnólogo em Radiologia na segurança do setor”- Brasil, tuvo por finalidad analizar la gama existente de buenas prácticas de seguridad, aplicadas por el tecnólogo en radiología, ante los riesgos por propiedades físicas de la resonancia magnética. El trabajo es una revisión bibliográfica; por ello, se realizó una selección, revisión y análisis de varias literaturas que debían aportar información relevante en relación a la guía temática establecida, según interés del investigador, y el formato de anamnesis del Instituto de Seguridad, Educación e Investigación de Resonancia Magnética. Entre la información recabada se incluyeron datos técnicos de normas de seguridad en RM, el equipo y sus accesorios, así como los riesgos intrínsecos de su uso. En conclusión, se obtuvo una mejor apreciación de estándares de seguridad en RM en relación a: La atención al paciente, zonificación, respuesta frente a emergencias adaptadas a sugerencias nacionales, internacionales y reglas de calidad.

Alarcón I. y col. 2015(4) realizaron el estudio sobre “Factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015”-El Salvador. El fin de este trabajo fue establecer factores que propicien la ocurrencia de accidentes en el servicio de RM del hospital determinado. El tipo de estudio es descriptivo, transversal y prospectivo; por ese motivo, se usó una guía de observación para evaluar las instalaciones y un cuestionario sobre factores de riesgo, accidentes, contraindicaciones y medidas de seguridad; dirigido al personal del servicio. En el informe final, se pudo concluir como principal factor de riesgo a provocar accidentes: El efecto misil; sin embargo, el factor más común en ocasionar la suspensión de la atención es: La ansiedad del paciente antes o durante el estudio de RM. También, tanto el profesional de radiología como el paciente son los más propensos a accidentes por su mayor exposición en el área de RM; como responsable del área, el personal se ve afectado legalmente en caso de accidentes; asimismo, se destaca que durante los horarios nocturnos hay mayor probabilidad de contratiempos y, a pesar de contar con una adecuada zonificación, se evidenció un flojo control de seguridad para el acceso a zonas potencialmente peligrosas de RM.

Opoku S. y col. 2013(5) en su publicación “Assessment of Safety Standards of Magnetic Resonance Imaging at the Korle Bu Teaching Hospital (KBTH) in Accra, Ghana”, tienen el interés de identificar estándares y políticas de seguridad practicadas por los radiógrafos del servicio de Resonancia Magnética del KBTH. El estudio empleó un diseño descriptivo mixto transversal, así que, se aplicó un cuestionario y una encuesta estructurada a todos los radiógrafos del servicio. En base a las respuestas de 28 radiógrafos, se tuvo por conclusión la inexistencia de un estándar en las prácticas de seguridad debido a la falta de una política que brinde pautas específicas; la evaluación y detección de seguridad se centra únicamente en el paciente, ignorando a las otras personas que ingresan al servicio; además, este tampoco cuenta con un diseño adecuado para facilitar la protección efectiva del personal y pacientes de resonancia magnética. Finalmente, al ser la primera investigación que evalúa tales aspectos de seguridad en un hospital de Ghana, sugieren extender el estudio teniendo como población a todas las instalaciones de RM del país.

Muñoz E. y col. 2013(6) en el informe final de su tesis titulada “Medidas de bioseguridad aplicadas por el personal de Radiología en el campo magnético en el servicio de Resonancia Magnética del Departamento de Radiología del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el período de febrero a mayo del 2013”, buscan determinar prácticas de bioseguridad usuales en el personal perteneciente al servicio de RM, con el fin de proteger al paciente de los riesgos del campo magnético. La metodología fue descriptiva, no experimental y transversal; se dispuso de una muestra de 51 pacientes y 5 profesionales del servicio para ser entrevistados y obtener datos de ambas partes. Los resultados permitieron concluir que, de acuerdo a la experiencia del personal del servicio, los riesgos más frecuentes a los que están expuestos los pacientes son: Claustrofobia, efecto misil, el aumento de la temperatura corporal y hormigueo en el cuerpo. Se destaca que han ocurrido accidentes por efecto misil dentro de la sala de RM, debido al ingreso de objetos metálicos por el paciente o los mismos profesionales de salud. A pesar de ello, el lugar de estudio cumple con las medidas básicas de prevención de riesgos al contar con: Señalización de las zonas y advertencia de la actividad permanente del campo magnético, dispositivo detector de metales y comunicación efectiva a los pacientes de las contraindicaciones del estudio.

Ferris N. y col. 2007(7) realizaron el estudio llamado “The 2005 Australian MRI Safety Survey”- Australia; el propósito fue identificar medidas de seguridad en RM para dispositivos médicos como marcapasos permanentes, clips de aneurisma y otros; así como el uso de detector de metales de acuerdo a recomendaciones brindadas. La metodología seguida cumple las características de un estudio descriptivo-transversal, ya que se utilizó como instrumento un cuestionario de detección de objetos y el cumplimiento de pautas recomendadas; el cuestionario se envió por correo a 102 servicios de RM, de los cuales solo respondieron 92. Los resultados permitieron concluir que se requiere un mayor control en el proceso de detección de seguridad y la verificación de la información brindada por el médico remitente; adicionalmente, se destaca que menos de la mitad de encuestados aseguró que las prácticas del servicio eran modificadas de acuerdo a las directrices de seguridad en RM sugeridas por la American College of Radiology (ACR) y The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists (RANZCR).

Capelastegui A. y col. 2006(8) publicaron el artículo titulado “Seguridad en resonancia magnética: análisis basado en una revisión de incidentes en Osatek”- España. El fin del estudio fue revisar que política de seguridad se practica en el lugar para salvaguardar a las personas en el entorno RM. La metodología de investigación consistió en realizar una revisión de incidentes del lugar en el periodo de 1994 al 2004; se recabó información del tipo de incidente, el tratamiento del caso y su relación con el registro de reclamaciones y demandas judiciales; para ello, se inspeccionó la base de datos de incidentes y se complementó con encuestas a las autoridades responsables de las 5 unidades de RM de Osatek. Finalmente, los resultados hicieron evidente la necesidad de establecer una política de seguridad sobre capacitación del personal de RM y las medidas preventivas correspondientes; también, destacan que el 20,4% de incidentes registrados son por riesgos propios de la operatividad del equipo de RM, siendo el más frecuente las quemaduras.

En el Perú, existen trabajos sobre bioseguridad, pero centrados en medidas preventivas ante agentes biológicos, conocimiento básico para todo personal de salud. Sin embargo, para los tecnólogos médicos en radiología suele ser de mayor interés conocer sobre las medidas de bioseguridad ante agentes físicos, como la protección radiológica

necesaria al trabajar con radiaciones ionizantes. En cambio, aunque la carrera profesional; también, instruye sobre la labor con radiaciones no ionizantes, como en estudios de Resonancia Magnética, no se han encontrado investigaciones similares.

Lo más cercano a iniciativa de la investigación de medidas de bioseguridad en el área de Resonancia Magnética fue el artículo publicado por Cruz V. 2014(9) con el objetivo de proponer límites de exposición ocupacional para el caso específico de equipos de RM, concluyendo que estos concordaban con los recomendados por la ICNIRP.

2.2. Definición detallada del problema

La bioseguridad es un conjunto de medidas preventivas ante la exposición a agentes biológicos, físicos, químicos o mecánicos; lo cuales son un riesgo para la salud e integridad del personal sanitario, pacientes, la comunidad y el medio ambiente(10). La resonancia magnética (RM), es una técnica de imagen no invasiva que mediante el uso de radiaciones no ionizantes como campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia, permite obtener imágenes del interior del cuerpo y es considerada una técnica radiológica segura.(11)

La International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) se creó en respuesta a los riesgos potenciales por radiaciones no ionizantes, por lo que en el caso de RM, brindó algunas pautas de seguridad para la protección del paciente. En el 2002 en los Estados Unidos, la American College of Radiology (ACR) presentó el “White Paper on MR Safety”, una guía que establece un estándar de medidas de seguridad mínimas a considerar en RM. A partir de esos años, en otros países se realizaron revisiones de medidas de seguridad y riesgos asociados a la RM; reconociendo la importancia de tener precauciones con respecto al campo magnético, enfocándose en el personal del servicio. (11,12)

En Latinoamérica, revisiones en Colombia y un trabajo en el Salvador demuestran la necesidad de contar medidas de bioseguridad estándar en RM e incluso legislar su uso(6,13). En el Perú, no existen documentos que propongan un estándar de medidas de bioseguridad para los servicios de RM públicos y privados, por lo que el presente

trabajo busca determinar qué medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética son practicadas por los tecnólogos médicos en radiología.

2.3. Vacíos de información

Actualmente, en el Perú no hay investigaciones que permitan responder a la interrogante del presente trabajo de investigación, por lo que las literaturas revisadas son por defecto internacionales. Los estudios extranjeros relacionados a la práctica de medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética, cuentan con limitada información exclusiva de la labor del profesional tecnólogo médico en radiología; además, las literaturas disponibles según sus objetivos, desarrollan con poca profundidad puntos considerados de gran importancia como: las políticas de seguridad y la capacidad del personal de RM para el manejo de situaciones de emergencia. Lo anterior mencionado, incluye la necesidad de presidir de un formato de reporte de incidentes, protocolos para situaciones de emergencia, área designada para la atención de emergencias médicas, consideraciones del personal para la protección del paciente y la prevención de incidentes.

2.4. Motivación de la investigación

Se conoce que los exámenes imagenológicos de resonancia magnética conllevan ciertos riesgos físicos inherentes, por lo que son necesarias medidas preventivas. Existen artículos científicos, guías y otros documentos que resaltan el establecimiento de políticas de seguridad en RM, así como la responsabilidad del personal de servicio en asegurar el bienestar de todos aquellos que ingresen a un entorno potencialmente peligroso como lo es dicha área. En Perú, son escasas las publicaciones que aborden el tema desde la perspectiva del área de salud, por ello, se busca generar información en relación a las prácticas del personal tecnólogo médico en radiología.

2.5. Bases teóricas

2.5.1. Base teórica

BIOSEGURIDAD

Se denomina bioseguridad al conjunto de normas y acciones que tienen una finalidad preventiva para salvaguardar la vida del personal de salud, los usuarios y el medio ambiente. Las medidas de bioseguridad nos protegen ante riesgos por agentes biológicos, químicos, físicos y mecánicos.(10,14)

En Radiología, sin duda alguna, se aplican los principios de bioseguridad y se siguen todas las recomendaciones, pero se añaden otras medidas preventivas especiales al trabajar con radiaciones; las cuales son consideradas como agentes físicos junto a la electricidad, ondas de sonido, la temperatura y el fuego (14). La radiación es definida por Bushong S. 2010(15) como “energía emitida y transferida en el espacio”, la cual se clasifica en radiación ionizante si es capaz de liberar un electrón de su orbital atómico formando un par iónico y por los riesgos que conlleva su uso requiere de medidas de prevención conocidas bajo el nombre de Protección Radiológica. En caso de la ausencia de la capacidad descrita se habla de “radiación no ionizante”, esta también supone algunos riesgos, por lo que se requiere la adopción de medidas de protección (15,16). Los estudios de RM hacen uso radiaciones no ionizantes, por lo que es necesario el conocimiento de prácticas que permitan conservar la seguridad de las personas y el medio ambiente.

Seguridad en Resonancia Magnética

A nivel internacional, existen diversos estudios que usan el término “MR Safety” traducido a lengua hispana como “Seguridad en RM”; sin embargo, hay bibliografía que utiliza las proposiciones de “protección de pacientes”, “buenas prácticas”, “utilización segura”, “medidas de bioseguridad” o “propuestas para la protección” para hacer referencia al conjunto de medidas de precaución que deben ser adoptadas al trabajar con un equipo de RM. Entendiéndose que todas estas preposiciones funcionan como sinónimos, el presente trabajo hace uso del término “medidas de bioseguridad

en RM”, ya que localmente documentos de “bioseguridad” incluyen medidas de protección ante radiaciones.(17,18)

RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética (RM) es una técnica de obtención de imágenes, desarrollada en el año 1972 por Raymond Damadian, que hace uso de campos electromagnéticos, aprovechando su componente magnético. El campo magnético (B), cuya intensidad se mide en Tesla (T), interactúa con la materia conformada por partículas con carga que poseen un espín. El espín o movimiento sobre su propio eje, de partículas cargadas como protones y electrones, genera un pequeño B local que interactúa con el B externo, originado del equipo de RM. La Mecánica Cuántica permite que se puedan discernir por frecuencias que elemento será fuente de la señal que formará la imagen de RM, siendo un requerimiento que el número atómico (Z) sea impar, para que su señal sea detectable por el equipo. Para el diagnóstico clínico, se aprovecha la abundancia corporal del elemento más simple que cumple con los requerimientos necesarios: El hidrogeno; disponible en diversas presentaciones en todo el cuerpo.(19,20)

Equipo de resonancia magnética

Para la obtención de imágenes de RM se requiere un equipo con partes especializadas:(20,21)

- Un imán o magneto del equipo, con la función de producir un campo magnético estático e intenso.
- Antenas receptoras o bobinas de superficie, que cumplen un rol como transmisoras y/o receptoras de ondas de radiofrecuencia (RF) y la señal respectivamente.
- Un sistema de bobinas capaces de generar gradientes de campo.

El equipo también dispone de accesorios, generalmente de inmovilización de extremidades o cabeza del paciente, con el objetivo de brindar comodidad y confianza para la colaboración en el estudio de RM; siendo muy importante la quietud del paciente ante la larga duración de la adquisición de las imágenes.(21)

Riesgos y efectos de la resonancia magnética

Los riesgos y efectos específicos de RM inevitablemente se asocian a la presencia del: Campo magnético estático, gradientes de campo, ondas de RF y el uso de criógenos (22,23). Los riesgos debido a los fenómenos físicos presentes son:(24,25)

- Fuerza traslacional o de atracción.
- Fuerza de torque o rotación.(22)
- Fuerza de Lenz.
- Depósito de calor por ondas de RF.
- Inducción eléctrica por ondas de RF y gradientes.

Los efectos consecuentes pueden ser: (22,24)

- El efecto misil o efecto proyectil.
- Magnetofosfenos, vértigo transitorio, etc.
- Activación del mecanismo corporal disipador de calor y calentamiento de tejidos.(13)
- Sensación de calor más intenso, hinchazón y eritema en zona de tatuajes.(11)
- Quemaduras tisulares.
- Alteración del funcionamiento de dispositivos. (11)
- Estimulación de células nerviosas y fibras musculares.
- Hipoacusia transitoria ante ruidos de alta intensidad producto del funcionamiento del sistema de gradientes.(25)

Debido al uso del criógeno, hay riesgo por congelación y saturación del aire ante cualquier accidente por el quench; por lo que los efectos serían la asfixia por saturación de aire, quemaduras por frío e incendio.(5,22,26)

Contraindicaciones en resonancia magnética

En RM hay contraindicaciones, con el fin de disminuir los riesgos y efectos del estudio, que pueden ser absolutas como regla y otras relativas a la situación. Las contraindicaciones relativas incluyen al embarazo, claustrofobia, obesidad y otras condiciones asociadas al uso de contraste en RM, estas ya dependen del caso clínico y

la decisión del equipo de salud. Las contraindicaciones absolutas se resumen en las siguientes: (24,27)

- Dispositivos electrónicos ferromagnéticos cardiacos: marcapasos, desfibriladores
- Prótesis de válvula cardiaca no compatibles con RM
- Neuroestimuladores
- Implantes cocleares
- Clips vasculares no compatibles con RM
- Cuerpos extraños en zonas delicadas como los ojos y otros como cráneo, hígado, canal raquídeo o grandes vasos

Medidas de Bioseguridad en RM

Las medidas que deben ser adoptadas en un servicio y prácticas por todo el personal responsable son:

Políticas y procedimientos de seguridad de resonancia magnética

La American College of Radiology expone como primera pauta el establecimiento, implementación y mantenimiento de políticas de seguridad, sugiriendo:

- Disponer de las políticas de seguridad correspondientes.
- Actualización de políticas.
- Designar una autoridad propia de RM.
- Contar con un informe de eventos adversos.

De igual forma se describen procedimientos en casos especiales de emergencias o pacientes con una condición específica. (25)

Zonificación

La ACR coincide con otras literaturas en delimitar 4 zonas de acceso y supervisión estricta progresiva. Las zonas definidas son:

- Zona I: Es la zona de libre acceso para el público en general.

- Zona II: Es de libre acceso, pero no de libre circulación. En este lugar, los pacientes son recibidos y pasan por el proceso de detección de seguridad.
- Zona III: De acceso restringido y se recomienda implementar sistemas o hacer uso de barreras físicas para asegurar el ingreso de solo personal autorizado.
- Zona IV: Es la sala donde se encuentra el equipo de RM y se realiza el estudio.

Generalmente, las zonas III y IV son consideradas parte del entorno de RM, ya que el campo magnético registrado es mayor a 5 Gauss, intensidad que es potencialmente peligrosa por su capacidad de atracción de objetos. (13,22)

Detección de seguridad

En RM, la detección tiene el fin de conservar la seguridad de las personas ante los riesgos inherentes de realizarse un estudio de ese tipo, por ello todo lo que ingresa al entorno RM debe ser examinado por personal del servicio para confirmar que sea totalmente seguro su acceso. El proceso de detección, pre-cribado o examinación de seguridad se realiza generalmente en la zona II del sitio y consta de una de la identificación de objetos seguros o no seguros en el entorno RM y el llenado del formulario de seguridad correspondiente, antes de permitir su ingreso a la zona III. La intención de este pre-cribado es confirmar contraindicaciones de RM y obtener información clínica del paciente con la ayuda de herramientas (imán de mano o sistema de detección ferromagnético) y métodos practicados por el personal.(28,29)

Consideraciones ante problemas asociados

Conociendo los riesgos, efectos y proceso de detección de seguridad que se sigue para el ingreso del paciente a la sala del imán, ya en este lugar, se dan recomendaciones o medidas a considerar al momento de dar inicio el estudio para el manejo del paciente. Por eso, el personal adopta medidas de prevención y/o protección, de ser necesario(30). Las consideraciones a tener según el riesgo son: (25)

- Uso único de la bata proporcionada por el servicio.
- Verificar que no haya cables conductores formando bucles, estén cerca o en contacto directo con el cuerpo del paciente.
- Brindar protección auditiva a los pacientes.

- Uso compresas frías en las zonas de riesgo para impedir daños por el calor.

Hay otras consideraciones asociadas al embarazo, casos pediátricos, paciente ansioso o claustrofóbico. Resaltando que el paciente debe disponer de un "botón de pánico" u otro sistema de alarma para mayor confianza.(25,28)

2.5.2. Definición de términos

Resonancia: La RAE lo define como el “Fenómeno que se produce al coincidir la frecuencia propia de un sistema mecánico, eléctrico, etc., con la frecuencia de una excitación externa.”(31). En RM, solo cuando las ondas de RF y los protones tiene la misma frecuencia hay transferencia de energía, lo cual al final permitiría la obtención de la imagen.(21)

Ferromagnético: Refiere a materiales, como el hierro, que tienen una susceptibilidad magnética alta, por lo que demuestra propiedades magnéticas, comportándose como un imán, al someterse a un B externo. (20)

Criógeno: Aquello capaz de generar temperaturas muy bajas, como por ejemplo: El nitrógeno, hidrogeno y helio líquido, usados en RM como sistema de refrigeración.(32)

Quench: Se denomina quench a la maniobra realizada para interrumpir la operatividad del imán al liberar de forma controlada al fluido criógeno evaporado por una chimenea externa al equipo de RM, logrando que se pierda la capacidad de superconducción, por lo que paulatinamente el campo magnético va disminuyendo. (23)

CAPÍTULO III:
TRABAJOS REALIZADOS EN EL ÁREA

3.1. Organización estructurada y sistematizada de la literatura existente

Términos	Autor(es)	Título	Descripción
Políticas y procedimientos de bioseguridad en Resonancia Magnética	Piersson A. y Gorleku P. 2017(2)	A national survey of MRI safety practices in Ghana	50% de los servicios de RM disponen de una política de seguridad
	Alarcón I. y col. 2015(4)	Factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015	El servicio cuenta una normativa de Bioseguridad de RM
	Muñoz E. y col. 2013(6)	Medidas de bioseguridad aplicadas por el personal de Radiología en el campo magnético en el servicio de Resonancia Magnética del Departamento de Radiología del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el período de febrero a mayo del 2013	El servicio de RM NO cuenta con una política de seguridad en RM
	Opoku S. y col. 2013(5)	Assessment of Safety Standards of Magnetic Resonance Imaging at the Korle Bu Teaching Hospital (KBTH) in Accra, Ghana	El servicio de RM NO cuenta con un manual de políticas de seguridad en RM.

Términos	Autor(es)	Título	Descripción
Zonificación del Servicio de Resonancia Magnética	Pickup L. y col. 2019(1)	A preliminary ergonomic analysis of the MRI work system environment: Implications and recommendations for safety and design	Los 2 servicios de RM NO tenían una zonificación y señalización adecuada.
	Piersson A. y Gorleku P. 2017(2)	A national survey of MRI safety practices in Ghana	50% de servicios de RM están zonificados y señalizados adecuadamente en la zona III y 58% en la zona IV.
	Alarcon I. y col. 2015(4)	Factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015	El servicio de RM está zonificado y señalizado adecuadamente en las zonas I y IV
	Opoku S. y col. 2013(5)	Assessment of Safety Standards of Magnetic Resonance Imaging at the Korle Bu Teaching Hospital (KBTH) in Accra, Ghana	El servicio de RM NO tiene una zonificación adecuada

Términos	Autor(es)	Título	Descripción
Detección de seguridad en resonancia magnética	Piersson A. y Gorleku P. 2017(2)	A national survey of MRI safety practices in Ghana	58% de los servicios de RM realizan un cuestionario de seguridad al paciente y 50% usan herramientas de detección.
	Alarcón I. y col. 2015(4)	Factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015	El servicio de RM realiza un cuestionario de seguridad al paciente y usa una herramienta de detección.
	Opoku S. y col. 2013(5)	Assessment of Safety Standards of Magnetic Resonance Imaging at the Korle Bu Teaching Hospital (KBTH) in Accra, Ghana	El servicio de RM aplica cuestionarios de seguridad y NO usa alguna herramienta de detección.
	Ferris N. y col. 2007(7)	The 2005 Australian MRI Safety Survey	42% de los servicios de RM se valen de la precisión de los cuestionarios de seguridad al paciente y 4% usan una herramienta de detección.

Términos	Autor(es)	Título	Descripción
Consideraciones ante problemas asociados a resonancia magnética	Piersson A. y Gorleku P. 2017(2)	A national survey of MRI safety practices in Ghana	75% de los servicios de RM cuentan con tapones de oído y 50% con auriculares.
	Muñoz E. y col. 2013(6)	Medidas de bioseguridad aplicadas por el personal de Radiología en el campo magnético en el servicio de Resonancia Magnética del Departamento de Radiología del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el período de febrero a mayo del 2013	El servicio de RM cuenta con protección auditiva contra el ruido

3.2. Descripción crítica de los trabajos más representativos, comparación, contrastación de la información

Cuatro artículos respondieron al objetivo específico 1 referente a “Distinguir políticas y procedimientos de bioseguridad específicas del servicio de Resonancia Magnética”. En la investigación de Opoku S. y col. 2013(5), se expuso la ausencia de una política de seguridad en el servicio de RM de un hospital en Ghana; lo cual coincidiría con los resultados de la tesis realizada por Muñoz E. y col. 2013(6) en un servicio de RM salvadoreño que tampoco contaba con una política de seguridad, pero referían disponer de un protocolo en caso de accidentes. A pesar de que la primera recomendación de las guías de seguridad en RM más influyentes, como la ACR, es que los servicios cuenten con una política de seguridad; su falta puede deberse a su dificultad de implementación; además, las guías no son normativas nacionales, por lo que no se necesitan para la formalización o acreditación de las unidades de RM, siendo más simple contar con protocolos que con políticas de seguridad completas que los incluirían. Piersson A. y Gorleku P. 2017(2) realizaron su pesquisa a nivel nacional en Ghana y obtuvieron un resultado favorable al hallar que el 50% de servicios de RM disponen de una política de seguridad, concordando con la tesis de Alarcón I. y col. 2015(4) realizada en el mismo servicio de RM salvadoreño anteriormente referido, el cual ahora cuenta con una normativa de bioseguridad en RM conocida por casi todo el personal. La existencia de políticas de seguridad en estos servicios puede ser por la influencia de los trabajos de Opoku S. y col.(5) y Muñoz E. y col.(6) realizados en el 2013, ya que abarcaron los mismos lugares. También, la razón por la que no todos los servicios de RM en Ghana cuentan con políticas de seguridad, puede estar relacionada a la ausencia de normativas nacionales, impidiendo la existencia de un estándar de prácticas de seguridad en RM entre servicios y personal de una misma unidad.

Cuatro artículos respondieron al objetivo específico 2 referente a “Describir la zonificación del servicio de Resonancia Magnética”. Pickup L. y col. 2019(1) expusieron en su investigación que los 2 servicios de RM escoceses evaluados no están zonificados adecuadamente e incluso uno de ellos comparte áreas con el servicio de Tomografía Computada (TC), lo cual coincide ampliamente con los resultados obtenidos por Opoku S. y col. 2013(5) que refirió como ausente la zonificación de un

servicio de RM en Ghana, resaltando como peligro el tener a lado la unidad de TC. La inadecuada zonificación de servicios de RM puede ser por la inconsciencia sobre la importancia de la delimitación de las 4 zonas y/o inexistencia de normativas que exijan su estricto cumplimiento. Además, es posible que los establecimientos en los que se ubica el servicio de RM dispongan de espacios reducidos o con un diseño que no permita dividir adecuadamente servicios con necesidades diferentes y esto sumado a una pobre señalización, facilita la confusión y aumenta la probabilidad de errores. Contrario a los anteriores estudios, Piersson A. y Gorleku P. 2017(2) dan a conocer que aproximadamente el 50% de servicios de RM de Ghana tienen una adecuada señalización y zonificación, pero se centran en las zonas III y IV, guardando relación con los resultados de la tesis ejecutada por Alarcón I. y col. 2015(4) en un servicio de RM salvadoreño, obteniendo que está adecuadamente zonificado y señalizado, pero se centra en las zonas I y IV. Los resultados de adecuada zonificación de servicios de RM en los últimos estudios referidos, pudieron verse favorecidos por trabajos previos que abarcaban esos mismos lugares; mientras que la coincidencia de centrarse en la zona IV pueda estar justificada con que es la más riesgosa al ser la sala del imán. Sin embargo, Piersson A. y Gorleku P. también se centran en la zona III, quizá debido a estar incluida en el “entorno de RM” potencialmente peligroso, difiriendo con Alarcón I. y col. al mostrar que la señalización del servicio salvadoreño opta por centrarse en la zona I, área menos peligrosa por la que ingresan los pacientes, siendo una posible explicación la intención de distinguir el servicio de RM de otros servicios adyacentes.

Cuatro artículos respondieron al objetivo específico 3 referente a “Reconocer medidas de detección de seguridad practicadas por tecnólogos médicos de radiología del servicio de Resonancia Magnética”. Los resultados de la tesis desarrollada en un servicio de RM salvadoreño por Alarcón I. y col. 2015(4) indican que aplican un cuestionario de seguridad a los pacientes y hacen uso de un detector de metales, esto concuerda parcialmente con el trabajo de investigación de Opoku S. y col. 2013(5) realizado en un hospital de Ghana, en el que también se aplica un cuestionario de seguridad, pero no disponen de alguna herramienta de detección. Los trabajos realizados con varios servicios de RM como el de Piersson A. y Gorleku P. 2017(2), obtienen que el 58% de servicios de RM de Ghana se valen de cuestionarios de seguridad, algo ligeramente similar a lo expuesto por Ferris N. y col. 2007(7) al

declarar que el 42% de los servicios de RM Australianos se vale de la precisión de los cuestionarios de seguridad; mientras que el caso contrario se daba en el uso de herramientas de detección, ya que Ferris N. y col. (7) publicó que el 4% de servicios de RM cuenta con aquellas herramientas, pero para Piersson A. y Gorleku P. (2) era el 50%; la gran disparidad de resultados en este punto puede ser por la antigüedad de los estudios, por lo que probablemente antes era más difícil la adquisición de herramientas de detección para un servicio. En general, los resultados parecen indicar una mayor frecuencia de uso de cuestionarios de seguridad que de herramientas de detección, quizá debido a su fácil aplicación y bajo costo; además el caso de Opoku S. y col.(5), que solo preside del cuestionario de seguridad, da a suponer que un cuestionario de seguridad completo y preciso puede ser suficiente para dar la certeza de que los pacientes están libres de todo material de riesgo en RM. Los servicios de RM que no aplican cuestionarios ni usan herramientas de detección, pueden ser resultado de la ausencia de políticas de seguridad en el servicio; por lo que el personal, según su criterio, evalúa la seguridad del ingreso de pacientes y objetos, sin ceñirse a un cuestionario protocolar o herramienta.

Dos artículos respondieron al objetivo específico 4 referente a “Identificar medidas de bioseguridad practicadas por el tecnólogo médico de radiología en consideración a los problemas más frecuentes asociados a la Resonancia Magnética”. Piersson A. y Gorleku P. 2017(2) entre sus datos obtenidos expone que el 75% de servicios de RM de Ghana cuentan con tapones para oído y 50% con auriculares como protección en consideración al ruido generado por las gradientes del equipo, coincidiendo con el trabajo de tesis realizado en un servicio de RM salvadoreño por Muñoz E. y col. 2013(6) al declarar que, también, disponen de dicha protección. Es probable que todos los servicios de los estudios dispongan de protectores auditivos, ya que en el caso de Piersson A. y Gorleku P.(2) no necesariamente los servicios que cuentan con tapones de oído son los mismos que disponen de auriculares, esto debido a que el ruido del equipo de RM es fácilmente percibido por cualquier persona, generando malestar y haciendo necesaria la práctica de medidas preventivas en consideración a dicho problema. No hay más información relacionada a otras consideraciones por problemas asociados a RM, ya que las demás literaturas revisadas referían a problemas no específicos de la resonancia magnética o disponían de datos incompletos al no ser su

objetivo de estudio; por lo que se evidencia que la mayoría de investigaciones solo se limita a conocer que accidentes son más frecuentes en RM, sin profundizar tanto en el tema, siendo la única excepción el trabajo de Capelastegui A. y col. 2006(8), titulado “Seguridad en resonancia magnética: análisis basado en una revisión de incidentes en Osatek”, que abordó el tema de forma más completa tras realizar un análisis de incidentes en RM e indicando cuales deberían ser las medidas preventivas para cada caso.

CAPÍTULO IV:
PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DEL
ÁREA, APLICACIONES

4.1. Áreas del problema actual

La resonancia magnética es una técnica de imagen usada en el campo de la Medicina, la cual conlleva ciertos riesgos inherentes que ameritan la implementación y práctica de medidas de bioseguridad específicas. Según pasan los años, los equipos de RM evolucionan y cada vez aumenta el número de servicios con estos equipos, por lo que es importante tener un control adecuado sobre dichas prácticas para garantizar su seguridad. Las diversas literaturas revisadas exponen como, a nivel internacional, existen asociaciones que comparten pautas de seguridad en RM, las cuales sirven como base para el desarrollo de políticas en los servicios. Por consiguiente, el país podría adoptar alguno de los documentos referidos o, incluso, el Colegio Tecnólogo Médico del Perú proponer sus propias sugerencias, todo con la finalidad de alcanzar un estándar de prácticas de bioseguridad en RM. También, de acuerdo al análisis hecho de diversas literaturas y los vacíos de información encontrados, se incentiva a la investigación y se busca sensibilizar a los profesionales de la salud sobre los riesgos que implican un estudio de RM, evitando la falsa sensación de seguridad que en el peor de los casos puede tener consecuencias fatales.

4.2. Problemas por resolver, interpretaciones y propuestas

La actual revisión y análisis de investigaciones de la práctica de medidas de bioseguridad en Resonancia Magnética deja interrogantes por resolver e incita a desarrollar trabajos que recaben información más profunda de los puntos analizados en este estudio. Se sugiere incluir en las futuras investigaciones la recolección de datos que permitan valorar la capacidad del personal de RM para el manejo de situaciones de emergencia y la consideración de estos casos en la política de seguridad del servicio; siendo de importancia conocer si cuentan con protocolos en caso de emergencia, un formato de reporte de incidentes, un área designada para la atención de emergencias médicas, además de consideraciones del personal para la protección del paciente y la prevención de incidentes dentro de la sala del imán. Asimismo, ante la falta de información exclusiva de la práctica de medidas de bioseguridad en RM por profesionales tecnólogos médicos en radiología, se propone trabajar con esa población tanto en las investigaciones extranjeras como las nacionales. El Colegio Tecnólogo Médico del Perú menciona claramente como el profesional del área de radiología está

formado para el manejo de radiaciones ionizantes y no ionizantes contribuyendo a la ciencia médica y la seguridad radiológica; por lo que la práctica inexistencia de información del tema de estudio en el Perú, naturalmente promueve aún más la investigación nacional.

CAPÍTULO V:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con respecto al O.E.1 de “Distinguir políticas y procedimientos de bioseguridad específicas del servicio de Resonancia Magnética”, se puede concluir que son pocos los servicios con una política de bioseguridad en RM. Los servicios que no cuentan con políticas de seguridad, solo tienen como referencia guías publicadas por asociaciones como la ACR, pero sin alguna normativa formal que permita establecer un estándar de prácticas de seguridad en RM entre servicios y personal de una misma unidad.
- De acuerdo al O.E.2 de “Describir la zonificación del servicio de Resonancia Magnética”, se concluye que la mayoría de servicios de RM están zonificados adecuadamente en cuanto a espacio, pero las señalizaciones de advertencia por zonas no es la apropiada y una minoría se ve perjudicada por el diseño de establecimientos que obligan a compartir espacios con otros servicios que requieren de una cultura de seguridad diferente a la de RM.
- En relación al O.E.3 de “Reconocer medidas de detección de seguridad practicadas por tecnólogos médicos de radiología del servicio de Resonancia Magnética”, se concluye que es más común contar con un cuestionario de seguridad para los pacientes que disponer de herramientas de detección en el servicio de RM, pero el uso de estos parece aumentar con el pasar de los años.
- Respecto al O.E.4 de “Identificar medidas de bioseguridad practicadas por el tecnólogo médico de radiología en consideración a los problemas más frecuentes asociados a la Resonancia Magnética”, se concluye que en un servicio de RM el uso de protectores de oídos es la consideración más común ante el problema del ruido producido por las gradientes, pero no hay más información disponible del tema debido a que los trabajos tienen objetivos que se limitan a conocer los riesgos e incidentes más frecuentes para dar las sugerencias correspondientes.

5.2. Recomendaciones

- En cuanto a políticas y procedimientos de bioseguridad de Resonancia Magnética, se recomienda a los servicios establecer, implementar y mantener políticas de seguridad en RM en un documento oficial disponible para todo el personal implicado, siendo obligatorio su conocimiento para estandarizar las prácticas de bioseguridad del servicio.
- De acuerdo a la zonificación del servicio de Resonancia Magnética, se sugiere a los servicios realizar una zonificación completa al diferenciar los espacios con su diseño y señalización de acuerdo a la función y riesgos de cada zona. Se resalta la importancia de contar con señalizaciones comprensibles y visibles por cualquier persona ajena al servicio de RM, especialmente en la zona III y IV, consideradas las de mayor riesgo potencial.
- En relación a las medidas de detección de seguridad practicadas por tecnólogos médicos en radiología del servicio de Resonancia Magnética, se recomienda a todos los servicios contar con un formato de cuestionario de seguridad para los pacientes y establecer requisitos de su llenado para la aceptación del paciente e ingreso a la sala del imán. Adicionalmente, se debe establecer un proceso de evaluación que garantice la seguridad de los objetos ingresados al entorno de RM, el cual puede ser facilitado por herramientas de detección como un imán de mano o sistema de detección ferromagnética.
- Acorde con las medidas de bioseguridad practicadas por el tecnólogo médico en radiología en consideración a los problemas más frecuentes asociados a la Resonancia Magnética, se aconseja incluir en los protocolos de atención al paciente: la práctica de medidas preventivas en consideración a los riesgos potenciales de someterse a un estudio de RM. Además, se debe establecer un formato de reporte de incidentes que permitan recoger la información del tipo de incidente, el tratamiento brindando y la situación final del paciente con el fin mejorar el manejo de dichas situaciones y reforzar medidas de prevención en consideración a los problemas más frecuentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pickup L, Nugent B, Bowie P. A preliminary ergonomic analysis of the MRI work system environment: Implications and recommendations for safety and design. *Radiography*. 1 de noviembre de 2019;25(4):339-45.
2. Piersson AD, Gorleku PN. A national survey of MRI safety practices in Ghana. *Heliyon* [Internet]. 2017 [citado 7 de noviembre de 2019];3(12). Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(17\)31540-2?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844017315402%3Fshowall%3Dtrue#articleInformation](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(17)31540-2?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844017315402%3Fshowall%3Dtrue#articleInformation)
3. Thomaz N. SEGURANÇA PARA PACIENTES E EQUIPE EM RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: boas práticas do Tecnólogo em Radiologia na segurança do setor [Internet] [Tesis de licenciatura]. [Florianópolis]: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina; 2017 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/544/TRABALHO%20DE%20CONCLUS%20C3%83O%20DE%20CURSO%20-%20NOARA%20THOMAZ.pdf?sequence=1>
4. Alarcón Aguirre IE, Espinoza Ramos DM, Martínez GE. Factores que provocan accidentes en el área de resonancia magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de Enero a Junio del 2015 [Internet] [Bachelor]. [El Salvador]: Universidad de El Salvador; 2015 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15317/>
5. Opoku S, Antwi W, Sarblah SR. Assessment of Safety Standards of Magnetic Resonance Imaging at the Korle Bu Teaching Hospital (KBTH) in Accra, Ghana. En: Kharfi F, editor. *Imaging and Radioanalytical Techniques in Interdisciplinary Research - Fundamentals and Cutting Edge Applications* [Internet]. 2013 [citado 7 de noviembre de 2019]. p. 55-80. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/imaging-and-radioanalytical-techniques-in-interdisciplinary-research-fundamentals-and-cutting-edge-applications/assessment-of-safety-standards-of-magnetic-resonance-imaging-at-the-korle-bu-teaching-hospital-kbth->
6. Muñoz Noubleau E, Perez Amaya O, Montes Ayala F. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD APLICADAS POR EL PERSONAL DE RADIOLOGIA EN EL CAMPO MAGNETICO EN EL SERVICIO DE RESONANCIA MAGNETICA DEL DEPARTAMENTO DE RADIOLOGIA DEL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL EN EL PERÍODO DE FEBRERO A MAYO DEL 2013. [Internet] [Bachelor]. [El Salvador]: Universidad de El Salvador; 2013. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/16925/1/Documento%20tesis%201.pdf>
7. Ferris NJ, Kavnoudias H, Thiel C, Stuckey S. The 2005 Australian MRI Safety Survey. *Am J Roentgenol*. 1 de mayo de 2007;188(5):1388-94.

8. Capelastegui A, Fernández-Cantón G, Fernández-Ruanova B. Seguridad en resonancia magnética: análisis basado en una revisión de incidentes en Osatek. *Radiología*. 1 de julio de 2006;48(4):225-34.
9. Cruz Ornetta VC. Propuesta de límites de exposición ocupacional para la protección contra campos electromagnéticos de los sistemas de resonancia magnética. *Paid XXI*. 2014;4(5):169-79.
10. Instituto de Desarrollo de Recursos Humanos. Bioseguridad y manejo de residuos sólidos [Internet]. 2004 [citado 24 de julio de 2020]. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/CONSUL/722_CONSUL198.pdf
11. Miguel Galán M del P. Seguridad En Resonancia Magnética. *Rev Soc Esp Enf Radiol*. 2017;14(2):46-54.
12. Kanal E, Borgstede JP, Barkovich AJ, Bell C, Bradley WG, Felmlee JP, et al. American College of Radiology White Paper on MR Safety. *Am J Roentgenol*. 1 de junio de 2002;178(6):1335-47.
13. Barbosa N, Agulles-Pedrés L, Daza A, Lozano A. Efectos biológicos y aspectos de seguridad de las radiaciones no ionizantes en la resonancia magnética. *Rev Colomb Radiol*. 2013;24(4):3790-5.
14. Ministerio de Salud, Programa Nacional de Hemoterapia y Bancos de Sangre. Sistema de Gestión de la Calidad del Pronahebas - MANUAL DE BIOSEGURIDAD [Internet]. Perú; 2004 [citado 24 de julio de 2020]. 43 p. Disponible en: https://faest.cayetano.edu.pe/images/stories/upcyd/sgc-sae/normas-sae/MANUAL_DE_BIOSEGURIDAD.pdf
15. Bushong SC. Manual de radiología para técnicos. 9.^a ed. Madrid: S.A. ELSEVIER ESPAÑA; 2010.
16. Organización Panamericana de la Salud. Protección Radiológica [Internet]. OPS. [citado 30 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=139&Itemid=40827&lang=es
17. Silva P, Arévalo S, Martínez H, Chuquichanca J, Hidalgo F, Vásquez W. MANUAL DE BIOSEGURIDAD HOSPITALARIA [Internet]. 2015 [citado 1 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/Anestesiologia/ManualBioseguridad.pdf>
18. Capcha Chávez W. Aplicación de las normas en bioseguridad radiológica del personal de salud en el hospital Octavio Mongrut Callao 2016 [Internet] [Tesis de maestría]. [Perú]: Universidad César Vallejo; 2017 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22227/Capcha_CW_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. Gili J. INTRODUCCIÓN BIOFÍSICA A LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN NEUROIMAGEN [Internet]. Vols. 03-2. Disponible en: <https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/libro.gili.pdf>
20. Oleaga Zufiría L, Lafuente Martínez J. Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006. 124 p.
21. Schild HH. SCHERING RM Hecha facil. España: Schering España; 1992. 107 p.
22. Tsai LL, Grant AK, Mortelet KJ, Kung JW, Smith MP. A Practical Guide to MR Imaging Safety: What Radiologists Need to Know. RadioGraphics. octubre de 2015;35(6):1722-37.
23. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Sánchez Fuentes M, Gálvez Cervantes J. Imagen mediante Resonancia Magnética (I): técnica, riesgos y medidas preventivas. Inst Nac Segur E Hig En El Trab [Internet]. 2015; Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/329558/ntp-1063w.pdf/1e6a0d60-69f8-46ca-b0a2-15a94f642b5a>
24. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use [Internet]. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency; 2015 [citado 9 de junio de 2020]. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/476931/MRI_guidance_2015_-_4-02d1.pdf
25. Kanal E, Barkovich J, Bell C, Borgstede JP, Bradley W, Froelich JW, et al. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013. J Magn Reson Imaging. 2013;37(3):501–530.
26. Alberich Bayarri Á, Martí Bonmatí L, Lafuente J, Guibelalde del Castillo E. Utilización segura de la resonancia magnética. Recomendaciones prácticas para el personal que trabaja con resonancia magnética. Radiología. 1 de marzo de 2013;55(2):99-106.
27. Chakraborty S, Johnson MA, Miller W, Noseworthy MD, Seely J, Khan, N, et al. CAR Standard for Magnetic Resonance Imaging [Internet]. 2011 [citado 2 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.ismrm.org/smrt/files/20110428_en_standard_magnetic_resonance.pdf
28. MRI Reference Group. MRI Safety Guidelines. The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists; 2017. (2).
29. Sawyer-Glover AM, Shellock FG. Pre-MRI Procedure Screening: Recommendations and Safety Considerations for Biomedical Implants and Devices. J Magn Reson Imaging. 2000;12(1):92-106.
30. Comisión Europea. Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos electromagnéticos [Internet]. Vol. 1. 2014.

218 p. Disponible en:
<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+no+vinculante+d e+buenas+pr%C3%A1cticas+para+la+aplicaci%C3%B3n+de+la+Directiva+201 3+35+UE+sobre+campos+electromagn%C3%A9ticos.+Volumen+2/9867a926- e8f5-4eb5-a79f-c7c2384a74e4>

31. ASALE R-, RAE. resonancia | Diccionario de la lengua española [Internet]. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 14 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/resonancia>
32. CRIÓGENO [Internet]. Etimologías de Chile - Diccionario que explica el origen de las palabras. [citado 16 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://etimologias.dechile.net/?crio.geno>