

PROTOCOLO DE SEGURIDAD ELECTROMAGNÉTICA EN RESONANCIA MAGNÉTICA

Redactado por:	Aprobado por:
Nombre: Juan Álvarez Linera Cargo: Jefe de Servicio. Diagnóstico por Imagen.	Nombre: Javier Feijóo Casas Cargo: Director Gerente
Nombre: Jorge Gutiérrez Sárraga Cargo: Jefe de Servicio. Protección Radiológica	
Fecha: 21/03/2025	Fecha: 24/03/2025

CONTROL DE CAMBIOS RESPECTO A ULTIMA VERSIÓN		
Versión	Fecha	Modificación
01		Edición inicial

1. OBJETO Y ALCANCE

En este documento se define el protocolo de seguridad electromagnética para prevenir incidentes en las instalaciones de resonancia magnética de nuestro centro.

El documento alcanza a todo el Hospital Ruber Internacional e implica a todo el personal asistencial del hospital, así como a todo el personal de los servicios no asistenciales y a personal externo.

2. ACCESO DE PACIENTES A LA SALA DE EXPLORACIÓN

Los pacientes y acompañantes que entren en la sala (estos últimos en caso de que fuera necesario), deben cumplimentar el consentimiento informado y el cuestionario de acceso a sala **HRI16.1/A003 Formulario Resonancia Magnética**, con el fin de identificar posibles riesgos para la seguridad del paciente y del personal, como marcapasos u otros dispositivos, clips de aneurisma, implantes metálicos, tatuajes recientes, prótesis o piezas dentales metálicas.

3. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PACIENTES

- INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN: Antes de entrar en la sala, el paciente debe ser inspeccionado para retirar los siguientes elementos:
 - Joyas, relojes, piercings, clips del cabello, agujas, etc.
 - Gafas.
 - Dentadura extraíble.
 - Aparatos auditivos.
 - Ropa con objetos metálicos (sujetadores, cremalleras...).
 - Tarjetas y cualquier otro objeto con banda magnética.
 - Teléfonos, relojes inteligentes y cualquier otro dispositivo electrónico.
 - Cualquier material biomédico extraíble (por ejemplo: miembro artificial).
- ROPA DEL HOSPITAL: Se le proporcionará ropa especial sin componentes metálicos.
- DISPOSITIVOS E IMPLANTES

Se debe verificar la compatibilidad de los dispositivos médicos implantados con los equipos de RM disponibles en el hospital:

- Marcapasos y desfibriladores implantables (según modelo y fabricante).
- Prótesis articulares metálicas (evaluar compatibilidad con campo magnético y susceptibilidad a calentamiento).
- Stents coronarios y vasculares.
- Clips de aneurisma (verificar si no son ferromagnéticos o seguros para RM).
- Implantes cocleares (algunos son compatibles con RM a 1.5T, pero no con 3T).
- Bombas de infusión implantadas (suspender funcionamiento si es necesario).
- Filtros de vena cava (depende del material y tiempo de implantación).

Dispositivos contraindicados:

- Marcapasos o desfibriladores antiguos sin certificación RM.
- Neuroestimuladores implantados sin certificación RM.
- Clips de aneurisma ferromagnéticos.
- Cuerpos extraños metálicos en áreas críticas (ojos, cerebro, médula espinal).
- Implantes oculares con material metálico no certificado para RM.

Dispositivos	Intensidad de Campo Magnético (Tesla) [T]	
	1.5 [T]	3 [T]
Marcapasos RM-compatible	Permitido con control previo	Evaluación estricta, alto riesgo de calentamiento
Clips de aneurisma	Si no son ferromagnéticos, seguros	Se requiere certificación
Implantes cocleares	Solo modelos compatibles	Alto riesgo, evaluar alternativa
Stents	Seguros tras 6-8 semanas	Verificar compatibilidad
Implantes metálicos en extremidades	Generalmente seguros	Riesgo de calentamiento, evaluar caso a caso
Neuroestimuladores RM-compatibles	Bajo supervisión médica	Evaluar compatibilidad

Tabla de consideraciones en función el campo magnético del equipo de RM.

Si no se conoce el protocolo, se debe revisar la compatibilidad específica del dispositivo con RM en la base de datos del fabricante o contactar con el proveedor del dispositivo antes de autorizar el procedimiento.

4. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PERSONAL ASISTENCIAL DEL SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

- **FORMACIÓN PREVIA:** Todo el personal asistencial debe recibir formación específica sobre los riesgos asociados con los campos magnéticos y cómo minimizarlos.
- **CONTROL DE ACCESO:** Solo personal entrenado puede entrar a la sala de la RM. El acceso a la zona controlada debe estar restringido y monitoreado.
- **OBJETOS METÁLICOS:** Está prohibido portar objetos metálicos, como joyas, relojes, tijeras, etc. El personal debe hacerse una verificación previa antes de ingresar a la sala de RM para evitar que entren metales en la sala.
- **VESTIMENTA:** El personal debe utilizar vestimenta específica sin componentes metálicos desprendibles.
- **EMERGENCIAS:** Todo el personal debe estar capacitado para actuar en situaciones de emergencia (quench, fuego, etc.). Debe conocer la ubicación de los sistemas de apagado de emergencia del equipo de RM.
- **MARCAPASOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS IMPLANTADOS:** Deben notificarlo y evitar la entrada en la zona de campo magnético alto.
- **INSTRUCCIONES CLARAS:** Explicar al paciente los posibles efectos que pueden sentir durante la exploración, como calor o ruido, y proporcionar tapones para los oídos.
- **SUPERVISIÓN CONSTANTE:** El personal de operación debe estar siempre atento y en comunicación con el paciente durante el estudio para detectar posibles problemas.

5. INSTRUCCIONES ADICIONALES PARA EL PERSONAL DE OPERACIÓN DE RESONANCIA MAGNÉTICA

- EL MÉDICO RADÍOLOGO ES EL RESPONSABLE DE DECIDIR LA REALIZACIÓN DE LA PRUEBA. ANTE CUALQUIER DUDA CON PACIENTES PORTADORES DE MATERIAL O DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS, HAY QUE CONSULTAR CON EL MÉDICO RADÍOLOGO.
- VERIFICAR que el paciente no accede a la sala con material prohibido.
- PROTEGER los oídos del paciente (auriculares o tapones).
- No colocar al paciente en la mesa de exploración con las extremidades cruzadas, ni las manos cerradas.
- Evitar cruces o vueltas en los cables.
- Dejar separada la piel del paciente del contorno del imán mediante almohadillas adecuadas.
- Indicar al paciente la necesidad de mantenerse inmóvil durante el estudio.
- Indicar al paciente la obligación de avisar en caso de reacción adversa, quemadura o cualquier otro tipo de sensación.
- Si el paciente es portador de algún objeto metálico cutáneo o subcutáneo (incluyendo tatuajes) avisarle que comunique cualquier sensación (calor, quemazón) en la zona y detener la exploración; En pacientes dormidos colocar una compresa húmeda.

6. EMERGENCIA

- **PARADA CARDIORESPIRATORIA, SHOCK u OTRAS SITUACIONES GRAVES.** Muchos dispositivos de emergencia (como el desfibrilador) no son compatibles con entornos de RM. En lo posible debe colocarse al paciente fuera de la sala de exploración para evitar accidentes con el campo magnético y el material médico para que el equipo de reanimación pueda actuar sin riesgo.
- **INCENDIO.** Si ocurre en las zonas II y III, se recomienda restringir el acceso a la zona IV (sala de exploración). Se debe seguir el procedimiento “RACE”:
 - Rescatar a las personas en peligro, SOLO SI ES SEGURO HACERLO.
 - Activar la alarma más cercana y cuando sea posible, llamar telefónicamente al servicio de seguridad poner en marcha el Plan de Emergencia Interna.
 - Confinar el fuego cerrando TODAS las puertas del área, incluidas las puertas cortafuegos.
 - Evacuar el área.
- **INUNDACIÓN.** Ante una inundación o riesgo de entrada de agua en la instalación, pulsar el BOTÓN DE APAGADO, para cortar la alimentación eléctrica de los equipos en las zonas afectadas.

- **QUENCH (MANIOBRA DE DESACTIVACIÓN DEL IMÁN):** El quench provoca la liberación súbita de helio en forma de gas, lo que puede desplazar el oxígeno del ambiente y generar riesgo de asfixia, si el helio no se evacúa óptimamente por el conducto extractor hacia la chimenea exterior. La maniobra comienza cuando se activa el PULSADOR DE QUENCH ("PULSADOR DE APAGADO DE IMÁN DE EMERGENCIA")

**Solo debe activarse el pulsador de QUENCH en caso de RIESGO VITAL INMINENTE
Y SI NO HAY ALTERNATIVA SEGURA**

Una vez activado el PULSADOR DE QUENCH:

Evacuar inmediatamente y de forma segura la Zona IV (sala de exploración).

Cerrar la puerta para evitar la dispersión del helio hacia otras áreas.

Informar al equipo de mantenimiento y dirección médica.

Importante: el campo magnético tarda varios minutos en disiparse por completo tras la maniobra de quench. Durante ese tiempo, el acceso a la sala sigue siendo peligroso, especialmente para el personal de emergencia.

**No debe confundirse el botón de apagado con el pulsador de QUENCH o
"APAGADO DE IMÁN DE EMERGENCIA", ya que su función es totalmente diferente.**

**Pulsar el botón de QUENCH por error puede poner en riesgo la seguridad, dejar
inoperativo el equipo durante semanas, y generar un coste económico muy
elevado.**

7. DIFERENCIACIÓN ENTRE BOTONES DE EMERGENCIA

- **BOTÓN DE APAGADO (“Power Off”)**

Corta la alimentación eléctrica de ciertos sistemas del equipo o de la sala, pero no apaga el imán ni elimina el campo magnético. Normalmente hay varios botones de este tipo: uno en la sala técnica, otro cerca del puesto control, e incluso en la sala de exploración.

Se debe utilizar para:

- a. Inundaciones.
- b. Olor a quemado o riesgo eléctrico no vinculado al imán.
- c. Fallo de un equipo auxiliar eléctrico.
- d. Parada técnica del equipo por seguridad, sin necesidad de quench.

- **2. PULSADOR DE QUENCH**

Este botón activa la descarga rápida del helio líquido, eliminando el estado de superconductividad del imán y desactivando el campo magnético de forma progresiva.

Solo debe utilizarse en situaciones de riesgo vital inmediato, como:

- a. Una persona atrapada con un objeto metálico.
- b. Incendio dentro de la sala de RM que impida el acceso.
- c. Necesidad urgente de actuar con equipos incompatibles con el campo magnético (ej. desfibriladores).

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJADORES DEL SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN QUE NO SEAN PERSONAL ASISTENCIAL

- El acceso a la sala de resonancia debe estar prohibido para personal no autorizado. La entrada a las zonas restringidas solo se permite bajo supervisión y cuando la RM no está operativa.
- INSPECCIÓN DE OBJETOS PERSONALES: Antes de entrar a la zona de la RM, todo el personal debe ser revisado para asegurarse de que no llevan objetos metálicos.
- DISPOSITIVOS IMPLANTADOS El personal con dispositivos médicos implantados no debe entrar a la sala de RM, en ninguna circunstancia.

9. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA CELADORES, PERSONAL DE LIMPIEZA, PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PERSONAL DE SEGURIDAD

- FORMACIÓN ESPECÍFICA OBLIGATORIA

Todo el personal de mantenimiento, limpieza y celadores debe recibir una formación específica sobre los riesgos de la resonancia magnética (RM), especialmente en relación con la introducción de objetos ferromagnéticos grandes (camas metálicas, bombonas de oxígeno, carritos de limpieza, sillas de ruedas, escaleras portátiles metálicas, etc.).

Se deben incluir ejemplos de incidentes graves causados por la entrada de materiales ferromagnéticos en la zona controlada.

- RESTRICCIÓN DE ACCESO A LA ZONA DE RM: Si fuera acceder a la sala de RM, debe hacerse únicamente cuando no se esté realizando un estudio al paciente.
- VERIFICACIÓN DE EQUIPOS: Antes de entrar en la zona de la RM, todo equipo y utensilio de trabajo (como camillas, sillas de ruedas, carros de limpieza, etc.) debe ser verificado para asegurar que no contengan componentes ferromagnéticos. Esto puede implicar una inspección visual o el uso de un sistema de control de materiales.

10. MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA PROFESIONALES EXTERNOS AL SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Los técnicos externos, auditores, y otros profesionales que deban ingresar a la sala por razones laborales deben conocer este protocolo

- EVALUACIÓN PREVIA: Antes de acceder, debe realizarse una evaluación individual para descartar riesgos asociados con dispositivos implantados u objetos metálicos.
- SUPERVISIÓN OBLIGATORIA: La entrada a la sala de RM siempre debe ser bajo supervisión del personal autorizado.
- ROPA ADECUADA: Los visitantes deben dejar cualquier objeto metálico en un vestuario o armario seguro antes de ingresar a la sala.

11. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

- HRI16.1/A003 Formulario Resonancia Magnética.
- HRI16.1/G/M001 Guía de seguridad electromagnética en resonancia magnética.

- HRI16.1/A001 Plano señalización zonas resonancia magnética.
- HRI16.1/A002 Seguridad de materiales y dispositivos en resonancia magnética.

12. BIBLIOGRAFÍA

- www.MRIsafety.com
- www.imrser.com
- Kanal E, Borgstede JP, Barkovich AJ, et al. America College of Radiology White Paper on MR
- Safety: 2004 update and revisions. AJR 2004; 182:1111-1114.
- Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. Radiology 2004; 232: 635-652
- Zhuo J, Gullapadi RP. MR artefacts, safety, and quality control. Radiographics 2006