

GUÍA DE SEGURIDAD ELECTROMAGNÉTICA EN RESONANCIA MAGNÉTICA

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

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

1. OBJETO Y ALCANCE

En este documento se definen los aspectos de seguridad básicos relacionados con los campos electromagnéticos en el entorno de una instalación de resonancia magnética.

El documento alcanza a todo el personal asistencial del Servicio de Diagnóstico por Imagen del Hospital Ruber Internacional.

2. ZONAS DE SEGURIDAD

Las instalaciones de RM se clasifican en 4 zonas:

- **Zona 1** (áreas de libre acceso): aseos, recepción, despachos, salas de espera sin restricciones.
- **Zona 2** (área de transición): cabinas, salas previas, pasillos de entrada a la antesala de resonancia.
- **Zona 3** (área controlada): potencialmente peligrosa, contiene las salas de control y su acceso debe estar restringido. Las personas que acceden están controladas y supervisadas por el personal del Servicio de Diagnóstico por Imagen.
- **Zona 4** (área restringida): Sala de exploración.

3. CAUSAS DE LOS POSIBLES ACCIDENTES DE LA RM

1. Campo magnético estático (imán): la interacción de un objeto ferromagnético con el campo magnético puede provocar un brusco desplazamiento de este (efecto proyectil).
2. Campos magnéticos variables (gradientes): pueden inducir corrientes eléctricas, especialmente si se usan secuencias ultrarrápidas con gradientes potentes (EPI). Producen estimulación nerviosa periférica (palpitaciones, hormigueos, dolor e incluso estimulación cardiaca). La presencia de cables implantados o no retirados supone un mayor riesgo.
3. Emisión de radiofrecuencia (RF): produce depósito calórico. Se cuantifica con la potencia específica absorbida (SAR = specific absorption rate). Depende de: campo magnético, número de pulsos de RF por unidad de tiempo, peso del paciente, potencia de la antena y forma de emisión de la antena transmisora.
4. No relacionados con el campo magnético: Fuga de helio.

4. POSIBLES EFECTOS BIOLÓGICOS Y FÍSICOS EN RM, SEGÚN LA INTERACCIÓN CON LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y DE RADIOFRECUENCIA

A continuación, se detallan los efectos que pueden producirse durante una exploración con RM, en función de la interacción del cuerpo o de objetos con los distintos tipos de campos presentes en el entorno del equipo RM.

CUERPO HUMANO:

- **Neuroexcitación** (campos de gradiente): Las corrientes eléctricas inducidas por los gradientes temporales pueden estimular directamente nervios y músculos del propio cuerpo, provocando contracciones involuntarias (twitches), hormigueo o sacudidas leves, incluso en ausencia de objetos metálicos.
- **Quemaduras por radiofrecuencia** (campo de RF): La energía de RF puede provocar calentamiento localizado en los tejidos, aunque no haya materiales metálicos. Este riesgo aumenta si el paciente:
 - Toca las paredes del túnel del imán.
 - Adopta una posición que forma un bucle natural (p. ej., manos tocando los muslos).
 - Tiene contacto piel con piel entre partes del cuerpo.

MATERIALES METÁLICOS. Ferromagnéticos y/o conductores

- **Translación y torque** (campo magnético estático): Atracción y desplazamiento de objetos metálicos hacia el imán. Pueden provocar accidentes graves si entran en la sala objetos ferromagnéticos (efecto proyectil). También puede generarse torque (giro) en implantes o prótesis metálicas.
- **Quemaduras por radiofrecuencia** (campo de RF): Los objetos metálicos conductores (como cables, piercings, electrodos, catéteres) pueden actuar como antenas, acumulando energía de RF y provocando quemaduras térmicas localizadas por calentamiento.

MATERIALES NO METÁLICOS. Aislantes o materiales no conductores:

- **Quemaduras por radiofrecuencia (campo RF)**: Algunos materiales no metálicos colocados sobre la piel pueden interferir con la disipación del calor o alterar el campo eléctrico, provocando puntos calientes y quemaduras, especialmente si hay contacto prolongado.

5. DISPOSITIVOS PROHIBIDOS (PODRÍAN AUTORIZARSE, SEGÚN CADA CASO, POR UN MÉDICO ESPECIALISTA EN RADIODIAGNÓSTICO)

MATERIALES BIOMÉDICOS

- Marcapasos, desfibriladores: Contraindicados. Los que tienen etiqueta "MR CONDITIONAL", en determinados casos, podrían permitirse. Ha de valorarse riesgo/beneficio y programar o bien realizar el estudio bajo autorización del radiólogo y supervisión del cardiólogo.
- Neuroestimuladores cerebrales: No recomendable. Si es imprescindible, hay que seguir las guías del fabricante y utilizar bobina emisora/receptora.
- Neuroestimuladores distintas regiones (raquídeos, musculares...): seguir las guías del fabricante; si se desconocen, evitar el examen RM.
- Bombas de infusión (analgésicos, insulina, quimioterapia): seguir las guías del fabricante; si se desconocen, evitar el examen RM.
- Clips vasculares intracraneales: los ferromagnéticos están contraindicados. Los anteriores a 1995 pueden no ser de titanio, por lo que se precisa documentación escrita sobre su composición. Los posteriores a 1995 "suelen" ser de titanio, aunque también se precisa saber su composición por escrito. Si no es ferromagnético (titánio), puede realizarse la RM. En caso de duda sobre si hay o no clip, debe realizarse una radiografía de cráneo (anteroposterior y lateral). Si se ve un clip, hemos de conocer su composición, por lo que se precisa dicha información (por escrito).
- Coils, filtros, stents, prótesis cardiacas: La gran mayoría se consideran seguros en la actualidad, pero se evitará explorar al paciente antes de las 6 semanas tras su colocación.
- Válvulas cardíacas anteriores al 2000: Revisar etiquetas sobre condicionales de seguridad.
- Cables, electrodos (no electrónicamente activos): Se consideran de alto riesgo
- Reservorios (port a-cath), parches, grapas, suturas metálicas. No están contraindicados, pero deben adoptarse precauciones:
 - Avisar al paciente que comunique cualquier sensación (calor, quemazón) en la zona y detener la exploración.
- Traumatología (prótesis articulares, fijaciones): las estructuras fijadas al hueso son seguras, aunque debe advertirse al paciente que puede notar calor local.
- ORL:
 - Implantes cocleares (dispositivos con imán que se colocan en pacientes con sordera congénita, habitualmente en la infancia): contraindicados.
 - Timpanoplastias y otras intervenciones ORL: seguras.
 - Cánulas de traqueostomía: seguras si no son ferro-magnéticas. Suelen ser de plata.
- Dispositivos mamarios: En general, los expansores mamarios están contraindicados. No obstante, se deberá valorar si el dispositivo del paciente es compatible con el equipo de resonancia.

- **Odontología:**
 - Recordar quitar las dentaduras extraíbles.
 - Implantes y otros materiales metálicos son seguros, EXCEPTO las dentaduras con imanes (contraindicadas).

MATERIALES NO BIOMÉDICOS

- Suelen ser de **etiología traumática** (metralla, balas, cuerpos extraños de origen laboral).
- **Orbitarios.** Si hay antecedente de traumatismo orbital con material metálico. El antecedente laboral (soldadores, construcción, herreros...) no exige tomar medidas adicionales si con anterioridad se extrajo el material o el examen oftalmológico fue normal. Si existieran dudas habría que realizar radiografía de cráneo (anteposterior y lateral).
 - **Otras localizaciones:** debe evitarse la RM si el objeto metálico se encuentra junto a una estructura de riesgo: médula espinal, grandes vasos... En caso de duda, actuar como en el apartado de objetos orbitarios.

6. TATUAJES Y COSMÉTICA

- **Maquillaje:** recomendable quitar el rímel (pigmentos metálicos).
- **Tatuajes:** informar al paciente de posible enrojecimiento e incluso quemadura leve. Pueden ocasionar quemaduras leves los tatuajes antiguos, así como los maquillajes permanentes.

7. EMBARAZO

- **Trabajadoras:**

Puede acceder a la sala de exploración (zona 4), pero no durante la exploración.

- **Pacientes:**

No se han descrito efectos adversos, aunque se recomienda justificar debidamente la realización de la prueba teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. La información diagnóstica aportada por el estudio de RM es importante para iniciar o cambiar un tratamiento durante el embarazo.
2. Las técnicas de imagen alternativas emplean rayos X o no proporcionan información suficiente.
3. La paciente ha sido debidamente informada por un médico, comprende los riesgos, alternativas y tiene la posibilidad de aclarar sus dudas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- www.MRIsafety.com
- www.imrser.com
- Kanal E, Borgstede JP, Barkovich AJ, et al. America Collage 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