

## Exposición a campos magnéticos

Men C Erick Humberto Pasaye-Alcaraz

\* Físico Médico. Unidad de Resonancia Magnética. Instituto de Neurobiología, UNAM Campus Juriquilla.

La imagenología por resonancia magnética (IRM) es una técnica que utiliza campos magnéticos de distintas intensidades para obtener imágenes tomográficas de alguna región del cuerpo humano.

Los estudios imagenológicos son muy susceptibles al movimiento del paciente dentro del equipo, además de que suelen ser un reto para pacientes claustrofóbicos debido al diseño en túnel del equipo. Una manera de realizar este tipo de estudios en personas claustrofóbicas o en pacientes que se mueven demasiado, como el caso de los niños, es la de solicitar sedación o anestesia al paciente durante la adquisición de las imágenes. Pero para realizar estos procedimientos se debe contar con el equipo electrónico y monitoreo compatibles con campos magnéticos. En el caso de los equipos biomédicos se debe conocer las especificaciones por el fabricante de la intensidad máxima de campo magnético al cual se mantendrá funcionando correctamente.

El monitor de signos vitales es una herramienta indispensable para el anestesiólogo, con el cual observa las principales variables fisiológicas del paciente anestesiado y le informa del estado del mismo. Aunque en la mayoría de estos equipos, su propaganda de venta es de «equipo compatible con resonancia magnética», se debe tener cuidado con éste, pues en las especificaciones del mismo nos indica hasta qué intensidad de campo magnético tolera su electrónica. Por lo general y debido a las partes ferromagnéticas, la intensidad de campo magnético límite para un correcto funcionamiento es de alrededor de 200 Gauss dependiendo del fabricante. Así, estos monitores pueden entrar a cualquier sala de resonancia magnética (equipos de 3 Teslas, 1.5 T, 1 T y 0.5 T); la limitante será la distancia a la cual se puedan acercar al magneto y por consecuencia al paciente. El resonador magnético se puede ver de una manera simplista como un imán convencional, en donde alrededor de él se encuentran saliendo y entrando líneas de campo magnético, cada una con distintas intensidades, de

tal manera que las líneas más cercanas al imán son de una intensidad mayor; así, a mayor distancia del imán menor es su intensidad de campo magnético. Por eso es importante conocer físicamente dónde se encuentran ubicadas estas líneas en cada sala a la que se introduce un monitor «compatible con equipos de resonancia magnética». En las unidades no hay suficiente información y las normas no están suficientemente establecidas; por lo tanto, las precauciones y requerimiento de los equipos de IRM y de las salas donde se encuentran éstos son, en la mayoría de los casos, responsabilidad del profesional que cuente con los conocimientos adecuados para establecer los límites en la sala. El físico médico y en los casos en los que no se cuente con éste se puede apoyar en el ingeniero biomédico.

En el caso de herramientas y monitoreo deben ser de materiales no ferromagnéticos, mejor conocidos como diamagnéticos, tales como: oro, plata, platino, titanio, tántalo, tungsteno, zirconio, nylon, teflón y aluminio, debido a que no presentan electrones no pareados en sus órbitas, ni asimetrías, es decir, que el grado de magnetización de estos materiales en respuesta a un campo magnético es mínimo, casi imperceptible a simple vista. Un equipo de resonancia magnética comercial puede llegar a generar un campo magnético de hasta 60,000 veces el de la Tierra (3 Teslas); así, un simple objeto ferromagnético en la sala, introducido por equivocación, puede llegar a convertirse en un peligroso proyectil lanzado al centro del magneto donde probablemente se encuentre un paciente. Es por esto que todo el personal ocupacionalmente expuesto (POE) debe de estar debidamente capacitado para trabajar de forma segura en campos magnéticos y conocer las posibles emergencias en estas salas. Entiéndase como POE a técnicos, enfermeras, médicos radiólogos, físicos médicos, anestesiólogos e incluso personal de intendencia y mantenimiento.

El hombre, a través del tiempo, siempre ha estado expuesto a la radiación electromagnética, así como a campos

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/rma>

magnéticos, todos provenientes de la naturaleza. La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro y puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma<sup>(1)</sup>. Dependerá de la energía que transporta para generar ionizaciones a nivel molecular, radicales libres que suelen ser muy tóxicos para la célula, así como daño estructural en el DNA, como es el caso de los rayos X y rayos gamma<sup>(2)</sup>. En el caso de la IRM, la energía que se maneja es en varios órdenes de magnitud menores a la de los rayos X, en el espectro de las radiofrecuencias, las cuales hasta hoy en día no han mostrado algún efecto biológico permanente en quienes se exponen a esta radiación<sup>(3)</sup>. Los estudios publicados indican que hasta campos de 3T no se ha constatado ningún efecto adverso, aunque algunos estudios no son concluyentes y algunas veces confusos.

Los estudios iniciales que demostraban efectos debidos a los campos magnéticos estáticos han sido posteriormente puestos en entredicho y no han podido ser reproducidos en más

de un laboratorio. Muchos de estos efectos se han realizado en animales y difícilmente pueden ser extrapolados al hombre<sup>(4)</sup>.

El efecto biológico más importante producido por la emisión de radiofrecuencia es el depósito calórico, pues la mayor parte de la potencia de la radiofrecuencia (RF) utilizada en la IRM se transforma en calor dentro de los tejidos del paciente debido a pérdidas resistivas. El parámetro para cuantificar la energía absorbida es la «potencia específica absorbida» o conocida por su siglas en inglés como SAR «specific absorption rate», expresado en W/kg, que no es más que la energía absorbida en un tejido por unidad de volumen y de tiempo (variables de las cuales dependerá directamente el SAR), por lo que el peso del paciente juega un papel muy importante para esta medición. Se ha calculado que 8W/kg puede incrementar la temperatura en 1 °C de 1 mm<sup>3</sup> de agua por lo que organizaciones como la U.S. FDA (Food and Drugs Administration) recomiendan que en condiciones controladas se tome la mitad del límite para generar daño, por lo que 4W/kg es el SAR permitido para cualquier equipo electrónico que emita RF<sup>(5)</sup>.

## REFERENCIAS

1. Pollock G, Stump D. Electromagnetism. Chapters 11 to 15. Addison Wesley. 1st Edition, 2001.
2. Sobiczewska E, Szmigelski, S. Health effects of occupational exposure to electromagnetic fields in view of studies performed in Poland and abroad. *Medycyna Pracy* 2007;58:19-25.
3. Health C. for D. and R. (S. f.). Medical Imaging-MRI (magnetic resonance imaging). Web Content. Recorvery march 22, 2012. Available in: <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittin>gProductsandProcedures/MedicalImaging/ucm200086.htm#ipr
4. Trosić I, Pavicić I, Milković-Kraus S, Mladinić M, et al. Effect of electromagnetic radiofrequency radiation on the rat's brain, liver and kidney cells measured by comet assay. *Collegium Antropologicum* 2011;35:1259-1264.
5. Sobiczewska E, Szmigelski S, Sobiech J. Experimental studies – possibilities and limitations in assessing bioeffects and health risk of electromagnetic fields. *Medycyna Pracy* 2008;59:79-86.