

FORMACIÓN CONTINUADA

Actuación de enfermería durante la realización de una resonancia magnética a un paciente epiléptico.

Joan Pau Soto.

Enfermero. Centro Diagnóstico Pedralbes. Barcelona

Generalidades

Los principios físicos de la resonancia magnética difieren de cualquier otro método de imagen médica, como los ultrasonidos, los Rx y la medicina nuclear.

La RM utiliza las propiedades de resonancia de los núcleos de hidrógeno (protones).

La resonancia magnética nuclear es un fenómeno físico conocido desde el año 1946. En sus inicios era utilizada por químicos y físicos para el estudio analítico de materiales, análisis de la estructura química, etc.

En 1973 Lauterbur descubrió la posibilidad de utilizar la RM para la producción de imágenes. En la década de los ochenta se iniciaron los primeros estudios clínicos. La primera imagen de cuerpo se adquirió en el año 1977 en el Smithsonian Institute de Washington.

En España, el primer tomógrafo por RM se instaló en el Centre Medic de Resonancia Magnética NMR de Barcelona durante el año 1983.

Fue un aparato resistivo de 0.15T de la casa Technicare, adquirido por el grupo CETIR.

La primera imagen se obtuvo a las 18:31 h del 14 de diciembre de 1983.

En el año 1990 se adquirió la primera máquina de España de alto campo (1.5 T). Con ella fue posible obtener la primera Espectroscopia "in vivo" de P-31 sobre músculo humano.

Ventajas de la IRM

- Multiplanar : se pueden obtener planos en cualquier dirección.
- Resolución de contraste: superior capacidad respecto a otros métodos de diagnóstico para distinguir estructuras que tienen diferente composición.
- Inocuo: no existen radiaciones ionizantes
- No invasivo.
- Buena resolución espacial.

El fenómeno de la RMN se basa en la propiedad que muestran los núcleos de algunos elementos, como el H que, sometidos a un potente campo magnético, pueden absorber ondas electromagnéticas, de radiofrecuencia a su propia frecuencia de resonancia (excitación) y posteriormente emitirlos (relajación).

Esta liberación energética induce una señal eléctrica en una antena receptora con la que se puede obtener una imagen (IRM), hacer un análisis espectrométrico (ERM) o una combinación entre estas dos (imágenes espectrométricas).

Fases en la evolución tecnológica de la RM

1. secuencias Espin-Echo.

Obtención de imágenes mediante secuencias que recogen la señal mediante un eco generado por un pulso de radiofrecuencia.

2. secuencias de Eco de Gradiente.

Obtención de la señal mediante un eco de gradiente. Estas secuencias disminuyen los tiempos de adquisición.

3. etapa del espacio K.

Se trabaja con la adquisición de la señal y la forma de almacenar lo "raw data". Aparecen las secuencias (FAST/TURBO) SE, que logran rebajar los tiempos de obtención al orden de segundos.

4. etapa de los gradientes.

Nuevos diseños de gradientes nos permiten obtener imágenes en tiempos inferiores a los 100 ms.

La RM continúa evolucionando: imágenes de difusión, perfusión, imágenes funcionales cerebrales, nuevos contrastes.

Tipos de aparatos RM

Clasificación de los equipos de RM según la intensidad del campo magnético

Hasta 0,1 T	—————	Ultra bajo
0,1 – 0,3 T	—————	Bajo
0,4 – 1,0 T	—————	Medio
1,0 – 2,0 T	—————	Alto
> 2,0 T	—————	Ultra alto

Tipos de imanes utilizados en los equipos de RM

Permanente: están contruidos con sustancias ferromagnéticas que presentan una imantación permanente. No precisan de sistemas de refrigeración ni consumen corriente eléctrica. Tienen un peso muy elevado. Pueden alcanzar 0.7 T

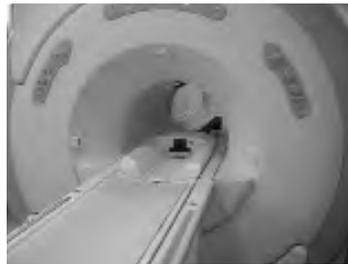
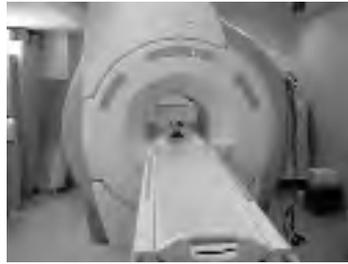
Electroimán: crean el campo magnético mediante corriente eléctrica. Según el tipo de conductor pueden ser:

-Resistivos: están contruidos por bobinas por las que circula corriente eléctrica continua de alta intensidad. Están refrigerados por agua circulando y su campo magnético esta limitado por la disipación calórica a valores inferiores a 0.5 T

-Superconductivos: se basan en la propiedad que poseen ciertas aleaciones metálicas que al ser enfriadas a temperaturas cercanas al cero absoluto (-273° C) pierden su resistencia eléctrica. La uniformidad y estabilidad es superior a los resistivos. Los Superconductivos alcanzan campos magnéticos muy elevados.

-Híbridos: están entre los permanentes y los resistivos. No superan los 0,6 T

Clasificación de los imanes por su diseño



Imanes de cuerpo entero cerrados: son los que se desarrollaron primero y también son los más abundantes



Imanes de cuerpo entero abiertos ("doble donut"): Esta formado por dos anillos paralelos centrados sobre el mismo eje. Este diseño favorece las técnicas intervencionistas, ya que el especialista puede colocarse entre los dos anillos. El paciente puede ser introducido sobre el eje de los aros o entre los donuts.

Imanes de cuerpo entero abiertos: Esta presentación esta mas generalizada. Consiste en lograr que la zona a explorar quede entre dos caras paralelas que componen los polos de un imán permanente o híbrido, pudiendo quedar el resto del imán abierto con lo que se reduce o suprime la sensación de claustrofobia

Imanes dedicados a extremidades (E-MRI)

Los E-MRI presentan las siguientes ventajas:

- No presentan claustrofobia
- Confort del paciente
- Desaparecen los problemas de centraje fuera del isocentro
- Menor coste de compra, implantación y mantenimiento

Riesgos biológicos y recomendaciones en las exploraciones por resonancia magnética

No hemos de perder de vista el hecho que estamos trabajando con un campo magnético y, por lo tanto cualquier objeto metálico paramagnético puede ser atraído hacia el imán.

Los efectos biológicos que pueden derivarse de las exploraciones por RM pueden ser debidos a tres causas:

1. Campo magnético estático creado por el imán
2. Campo magnético variable al introducir los gradientes magnéticos
3. Pulsos de radiofrecuencia

1. Aparición de un potencial de flujo en los grandes vasos, reflejado en el ECG mediante una onda que empieza después de la onda R y sobrepasa la onda T.

En condiciones de aplicación clínica de la RM no aparecerá dicha onda, no habiéndose detectado alteraciones cardiocirculatorias.

2. su principal efecto consiste en la posibilidad de inducir corrientes que pueden desencadenar potenciales de acción sobre los nervios, alterando la sensibilidad o motilidad.

Para generar estos cambios son necesarios valores superiores a los utilizados en la clínica.

3. -El efecto biológico mas remarcable es la posibilidad de un aumento calórico corporal debido a la absorción energética.

La Rm para uso clínico no sobrepasa la proporción metabólica basal de un adulto.

Según las comisiones internacionales encargadas del control de riesgo el uso clínico de la RM en las condiciones recomendadas no evidencia hasta el momento, la existencia de efectos adversos ni en los pacientes ni en el personal profesional.

Existen una serie de contraindicaciones para realizar una exploración por RM

- Marcapasos
- Desfibrilador implantable o neuroestimulador
- Clips férricos intracraneales o vasculares
- Fragmentos metálicos cercanos a estructuras vitales (proyectiles)
- Implantantes cocleares

- Prótesis valvular cardiaca STAR-EDWARDS modelo 6000
- Paciente critico instrumentalizado (catéter de SWAN-GANZ)
- Bombas de perfusión
- Respiradores automáticos no RM compatibles
- Audífonos
- Embarazo (relativo, efecto teratogénico no demostrado)

Podríamos enumerar una conjunto de normas básicas para el acceso a la sala, dirigidas en especial a los pacientes y personal ajeno al servicio.

No entrar con:

- Objetos metálicos
- Sillas de ruedas ni literas
- Fonendoscopios, tijeras, pinzas
- Reloj analógico
- Tarjetas de crédito o con banda magnética
- Llaves, clips, bolígrafos

Las salas de Rm deben disponer de tomas fijas de gases en la pared.

En ningún caso debemos introducir en la sala balas de Oxígeno, ya que podrían convertirse en un proyectil y tener consecuencias indeseables



Incidente producido al ser introducida la camilla en la sala de exploración por personal ajeno al centro, que desconocía las precauciones a tomar en un entorno RM.

Cuidados de enfermería

El objetivo de enfermería en el área de RMN es proporcionar cuidados a la persona que va a ser sometida a examen mediante esta técnica. Entenderemos como cuidados las actuaciones y actividades encaminadas a identificar, ayudar a cubrir y satisfacer las necesidades tal y como las manifiesta el paciente.

No se precisa preparación especial. El paciente puede tomar su medicación habitual. No necesita estar en ayunas, excepto en los siguientes casos:

RM próstata transrectal
RM bajo sedición

Al solicitar la prueba, se le indicara la preparación que debe realizar.

El paciente debe sentirse psicológicamente lo más preparado posible. El túnel donde ha de permanecer en ocasiones favorece reacciones claustrofóbicas. Para aliviar estas posibles tensiones procedemos de la siguiente forma:

1. Daremos una información detallada, explicando, de forma comprensible, en que consiste el examen, asegurándonos que entiende todo el proceso y respondiendo a cuantas dudas o preguntas pueda plantear.
2. Al llegar al servicio se le tomaran los datos personales y se le entregara un cuestionario a rellenar en el que se hará especial hincapié a las contraindicaciones de la prueba: marcapasos, clips quirúrgicos, etc.

En el caso de que algún acompañante quiera entrar en la sala con el paciente, deberemos tomar las mismas precauciones.

3. Una vez completada toda la información, planificamos los cuidados que va a necesitar, le acompañamos a la cabina en el área de preparación para que deposite todos los objetos o ropas que puedan ser ferromagnéticos. Se le acompaña a la sala donde se le va a practicar el estudio.

4. Introducimos al paciente en el imán, asegurándonos que está lo más cómodo posible e indicándole que el túnel tiene comunicación directa y abierta con la sala de imágenes, por lo que siempre estamos en contacto audiovisual con él. Observamos al paciente durante la exploración y atendemos las posibles necesidades que pueda presentar. Antes de iniciar la exploración, le entregaremos al paciente unos auriculares, con el fin de minimizar el ruido que se genera durante la exploración. También se le entrega un pulsador, que podrá utilizar para avisarnos.



Consola del operador

5. Una vez finalizado el estudio, y con el paciente ya fuera del imán, le observamos al incorporarse, puesto que, al permanecer mucho tiempo acostado, puede presentar una hipotensión postural.

Resonancia bajo sedación

Normalmente los parámetros que durante la anestesia desean monitorizarse, son los mismos que en el quirófano:

- ECG
- Presión sanguínea
- Ventilación
- Oxigenación

La primera precaución que debemos tomar es que los equipos y accesorios sean MRI compatibles.



Ha de evitarse que los cables de los monitores formen bucles sobre el paciente, ya que podrían crear corrientes inducidas y provocar quemaduras.

Debemos asegurarnos que los monitores estén anclados de una forma segura para evitar que se conviertan en proyectiles.

Si utilizamos un pulsioxímetro no Rm compatible producirá artefactos en las imágenes, que invalidarían la exploración. Deben incorporar cables de fibra óptica, ya que no se calientan y no producen interferencias.

La monitorización de la presión se realizara con monitores que la midan de forma no invasiva.

No podremos utilizar un sistema de ventilación convencional, ya que al estar fabricado con componentes metálicos, si lo acercamos en exceso al imán, quedaría bloqueado.

Las bombas de medicación tampoco pueden entrar en la sala, ya que el mecanismo que empuja el embolo queda inutilizado por el efecto del campo magnético.

En los pacientes intubados a los que se les realice una RM craneal, prestaremos especial atención al tubo laringotraqueal. La válvula por la que se insufla aire para que este no se desplace contiene un muelle metálico que producirá artefactos en la imagen.

Contrastes en RM

La señal en IRM proviene de la relajación de los núcleos de H. Cada voxel del organismo se caracteriza por los valores intrínsecos de la densidad de núcleos de H (D) y bajo un campo magnético, por sus valores de relajación longitudinal (T1) y relajación transversal (T2).

Cuando utilizamos sustancias de contraste externas, podemos modificar estos tres parámetros, pero continuamos utilizando una señal que proviene de los núcleos de H del voxel.

El efecto final sobre la señal RM de un voxel una vez introducida una sustancia de contraste, dependerá básicamente de:

- El agente de contraste: Elemento magnético, concentración, estructura, tamaño
- El tejido: Situación del voxel respecto al área de influencia del elemento de contraste, movilidad y concentración del agua, etc.
- La secuencia: Secuencia, tiempo de medida

Los agentes de contraste en RM contienen un ion metálico con propiedades magnéticas. Este ion metálico constituye el agente activo. Para reducir su toxicidad, se une a una sustancia quelante que también le servirá de transportador, guiando su biodistribución y su farmacocinética.

Los iones metálicos utilizados como agentes activos los podemos dividir por su comportamiento en un campo magnético en paramagnéticos o superparamagnéticos.

Magnéticos:

- Gadolinio (Gd)
- Disproseo (Dy)
- Manganeso (Mn)

Superparamagnéticos:

- Compuestos de óxido de hierro

La utilización clínica de estos contrastes magnéticos es paralela a la de los agentes iodados en CT-RX.

El Magnevist (Gd-DOTA) a dosis de 0,1 mmol/Kg muestra un aumento de señal en imágenes Spin-Eco T1 equivalentes a los contrastes iodados en la CT.

El tiempo aproximado para la detección del máximo de señal, esta en 5 minutos después de la inyección de contraste.

La inyección del contraste podremos realizarla manualmente o a través de una bomba de inyección MR compatible.

En el caso de utilizar bomba de inyección canalizaremos la vía con un catéter del 18 o 20G.

Realización de la RM craneal por epilepsia

En primer lugar tendremos en cuenta las consideraciones expuestas anteriormente: Interrogatorio previo para descartar la presencia de marcapasos, clips quirúrgicos, etc.

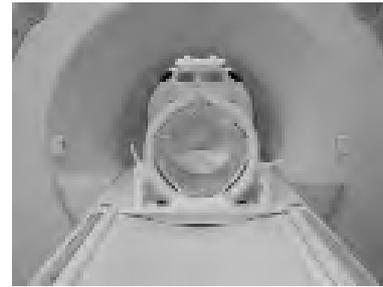
Antes de iniciar la exploración leeremos cuidadosamente la petición médica con el objeto de seleccionar los protocolos de RM más adecuados.

El segundo paso será escoger la antena a utilizar.



1.-Antena volumétrica de cabeza en cuadratura, de 28 cm de diámetro y transmisión - recepción. Espejo para minimizar la claustrofobia

2.-Antena de cráneo de alta densidad de 8 elementos en Phased Array de diseño abierto evitando al máximo la claustrofobia. Alta SNR (relación señal / ruido), soportando las aplicaciones mas avanzadas en neuro



3.-Bobina de 13 elementos que optimiza la señal. cobertura de 48 cm de FOV en dirección S/I. Incorpora espejo para reducir la claustrofobia.



Una vez seleccionada la antena, colocaremos al paciente en decúbito supino y le entregaremos unos protectores auditivos antes de iniciar la exploración.

La cabeza del paciente se fijará a la bobina de cráneo con unas cuñas a los lados y una cinta de velcro sobre la frente.

Realizaremos el centraje del paciente (landmark), normalmente a la altura de la línea orbito-meatal, con la alineación láser que dispone el equipo RM.

Pulsando el botón de avance, la zona a estudiar quedará exactamente en el centro del imán.

Hablaremos con el paciente a través del interfono para que constate que estamos presentes, y disminuir su grado de ansiedad.

El protocolo para epilepsia consta de aproximadamente cuatro series que enumeraremos a continuación:

1. sagital T1
2. axial densidad protónica / T2
3. coronal Flair
4. axial 3D

Una vez finalizada la ultima serie mostraremos las imágenes al radiólogo, por si es necesario administrar contraste E.V.

Si damos por concluida la exploración, imprimiremos las imágenes y la ultima serie, Axial en 3D será estudiada en la consola accesoria.

El estudio será archivado en un soporte magneto-óptico, lo cual nos permitirá acceder a el en posteriores ocasiones.