

CONCEPTOS DE RM PARA EL TSID: ¿QUÉ DEBO SABER?

Ángel Cobo Ruiz

CONFLICTO DE INTERÉS

Conflictos de interés:

Los autores no declaran ningún conflicto de interés.

Financiación:

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

OBJETIVO DOCENTE

- Revisar y analizar los conceptos fundamentales de Resonancia Magnética (RM) que son especialmente relevantes para los Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico (TSID), enfocándose en su aplicación práctica diaria en el ámbito clínico.
-

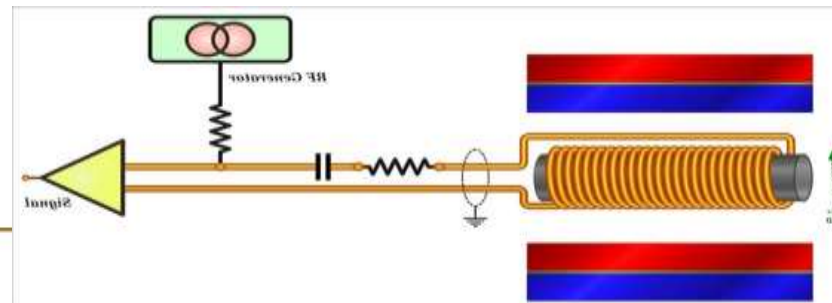
REVISIÓN DEL TEMA

- La resonancia magnética (RM) es una técnica de diagnóstico por imágenes ampliamente utilizada en medicina para visualizar estructuras anatómicas y procesos fisiológicos del cuerpo humano con una alta resolución espacial y contrastes de tejidos excepcionales. La RM se basa en los principios fundamentales de la física, especialmente en la interacción entre los campos magnéticos y las propiedades de los núcleos atómicos.



REVISIÓN DEL TEMA

- La RM se basa en la propiedad de ciertos núcleos atómicos, como el hidrógeno, de alinearse con un campo magnético externo. Cuando estos núcleos se exponen a un campo magnético fuerte y uniforme, tienden a alinearse paralelamente a él. Luego, se aplica un pulso de radiofrecuencia que perturba esta alineación temporalmente. Cuando se detiene el pulso, los núcleos vuelven a alinearse con el campo magnético y emiten energía en forma de señales que son detectadas por una antena. Estas señales se utilizan para crear imágenes de alta resolución de los tejidos del cuerpo.



REVISIÓN DEL TEMA

- El principio básico de la RM se deriva de la resonancia magnética nuclear (RMN), un fenómeno físico descubierto por Felix Bloch y Edward Purcell en la década de 1940. La RMN describe la interacción entre los núcleos atómicos y un campo magnético externo. Cuando un núcleo con momento magnético se coloca en un campo magnético externo, su energía depende de la alineación relativa del momento magnético nuclear y el campo magnético aplicado.
 - Según el principio de la mecánica cuántica, los núcleos atómicos exhiben un comportamiento de espín cuántico. En presencia de un campo magnético externo, los espines nucleares pueden orientarse paralelos (alineados) o antiparalelos (opuestos) al campo magnético.
-

REVISIÓN DEL TEMA

- La diferencia de energía entre estos estados de espín es proporcional al producto del momento magnético del núcleo y la intensidad del campo magnético aplicado, según la ecuación de la energía magnética:

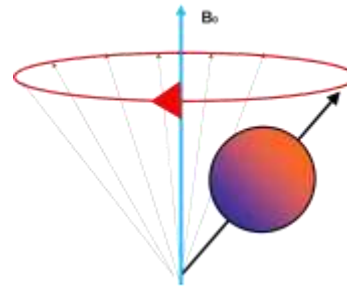
$$\Delta E = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

donde $\vec{\mu}$ es el momento magnético del núcleo y $\vec{B}$ es el campo magnético aplicado.

- El momento magnético de un núcleo es intrínseco y depende de su estructura nuclear. Los núcleos con un número impar de protones o neutrones tienen un momento magnético no nulo, lo que los hace susceptibles a la RMN.
-

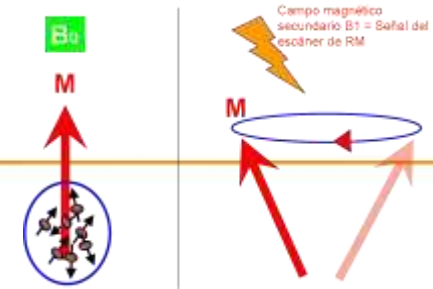
RM Y PRECESIÓN

- Cuando se aplica una radiofrecuencia (RF) adecuada, que coincide con la diferencia de energía entre los estados de espín, los núcleos pueden absorber energía y pasar a un estado excitado. Este fenómeno se conoce como resonancia. La frecuencia de RF requerida para inducir la resonancia está determinada por la relación entre el momento magnético del núcleo y la intensidad del campo magnético externo, una cantidad conocida como frecuencia de Larmor.



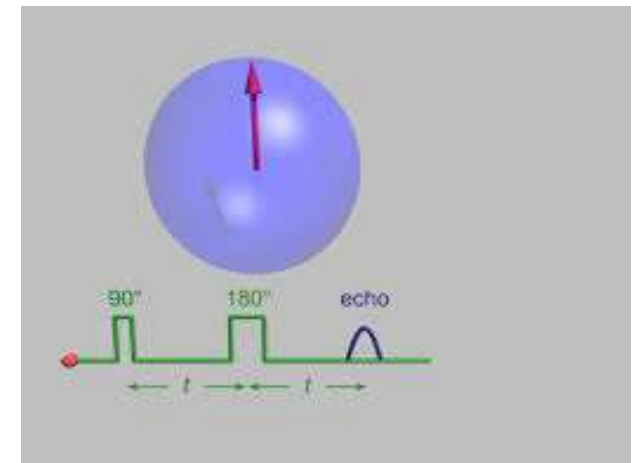
RM Y PRECESIÓN

- Una vez que los núcleos están excitados, comienzan a precesar alrededor del eje del campo magnético externo a la frecuencia de Larmor. Este movimiento de precesión es similar al giro de un trompo y es fundamental para la detección de la señal de RM. La frecuencia de precesión es proporcional al campo magnético externo y al momento magnético del núcleo, y es independiente de la fuerza del campo magnético.
- La señal de RM se detecta mediante bobinas de RF sensibles colocadas alrededor del área de interés del paciente. Estas bobinas detectan las variaciones en la magnetización de los núcleos en precesión inducidas por la RF.



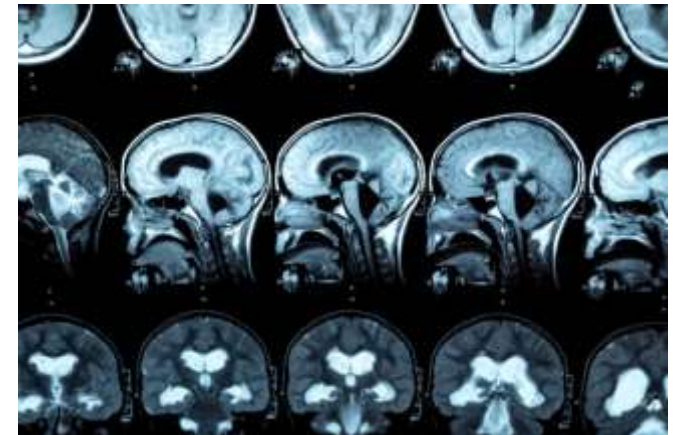
RELAJACIÓN NUCLEAR

- Después de la excitación, los núcleos vuelven gradualmente a su estado de equilibrio original a través de dos procesos principales: relajación longitudinal (T_1) y relajación transversal (T_2). La relajación longitudinal se refiere al proceso mediante el cual los núcleos recuperan su alineación paralela u opuesta con el campo magnético externo. La relajación transversal se refiere a la pérdida de coherencia de fase entre los momentos magnéticos nucleares, lo que resulta en la desaparición del componente de señal transversal.



RELAJACIÓN NUCLEAR

- Estos procesos de relajación son influenciados por las propiedades de los tejidos y proporcionan información crucial para la generación de imágenes de RM con contraste ponderado en T1 y T2.
- La relajación longitudinal y transversal están determinadas por varias interacciones físicas, incluidas las interacciones dipolo-dipolo entre los momentos magnéticos nucleares, las interacciones entre los núcleos y su entorno molecular, y los movimientos aleatorios de los núcleos y las moléculas circundantes.



FORMACIÓN DE IMÁGENES

- Para generar imágenes de RM, se aplican gradientes de campo magnético linealmente variables en tres direcciones ortogonales. Estos gradientes de campo magnético se superponen al campo magnético principal y se utilizan para codificar la posición espacial de los núcleos en el plano de imagen.
- Durante la adquisición de datos, se aplican secuencias de pulsos de RF y gradientes de campo magnético para modular la señal de RM. La señal resultante se mide utilizando antenas de RF sensibles, conocidas como bobinas de RF. La información de la señal se procesa mediante técnicas de reconstrucción de imágenes para generar imágenes bidimensionales o tridimensionales de alta resolución espacial.

FORMACIÓN DE IMÁGENES

- Existen diferentes técnicas de secuencias de pulsos que se utilizan para obtener diferentes tipos de contrastes y características de imagen. Estas incluyen secuencias ponderadas en T1, T2 y densidad de protones, así como secuencias de supresión de grasa y secuencias de realce de contraste.
- De esta forma, la RM ofrece ventajas significativas, como la capacidad de obtener imágenes en diferentes planos, sin radiación ionizante y con una alta resolución de tejidos blandos.



Strong Magnetic Field

DESARROLLO Y FUTURO

- Los avances en la tecnología de RM continúan mejorando su capacidad diagnóstica y clínica. Las mejoras en la potencia de los imanes superconductores, las secuencias de pulsos más avanzadas y las técnicas de procesamiento de imágenes están permitiendo una mayor resolución espacial, tiempos de adquisición más cortos y una mejor caracterización de tejidos.
- La integración de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la interpretación de imágenes de RM está mejorando la precisión diagnóstica y la eficiencia en la detección de anomalías. Se están desarrollando técnicas de RM funcional para visualizar la actividad cerebral y la conectividad neuronal, lo que podría tener aplicaciones importantes.



CONCLUSIONES

- La Resonancia Magnética es una herramienta esencial para el diagnóstico médico, y los TSID desempeñan un papel fundamental en la adquisición de imágenes de alta calidad, colaborando estrechamente con los radiólogos para lograr un diagnóstico preciso y eficiente.
 - Un buen conocimiento de los principios físicos que sustentan la RM y la correcta aplicación de las técnicas apropiadas son elementos imprescindibles para garantizar el éxito en este campo.
-