

RESONANCIA MAGNÉTICA

ANEXO TEMA 3



ANEXO TEMA 3: SECUENCIAS

1. SECUENCIAS SPIN-ECO Y VARIANTES

LA SECUENCIA DE PULSO SPIN-ECO (SE), en el contexto de la resonancia magnética (RM), es una técnica fundamental que se utiliza para generar imágenes en RM. La secuencia SE es una de las secuencias de pulso más simples y ampliamente utilizadas en la RM. Aquí hay una descripción básica de cómo funciona:

- **Excitación inicial:** En el inicio de la secuencia SE, se aplica un pulso de radiofrecuencia (RF) para excitar los núcleos de hidrógeno en el tejido que se va a estudiar. Este pulso de RF crea una rotación de los momentos magnéticos de los protones del núcleo de hidrógeno.
- **Eco de spin:** Luego del pulso de excitación, se espera un período de tiempo conocido como tiempo de eco (TE). Durante este período, los momentos magnéticos de los protones se relajan y regresan a su alineación con el campo magnético principal. Cuando los momentos magnéticos de los protones vuelven a alinearse, generan una señal de eco de spin. Esta señal es detectada por las antenas de RF en el escáner de RM.
- **Codificación espacial:** Durante la secuencia SE, se aplican gradientes de campo magnético en diferentes direcciones espaciales. Estos gradientes de campo magnético permiten codificar la ubicación espacial de las señales de RM, lo que permite la formación de imágenes.
- **Repetición de pulsos:** La secuencia SE se repite varias veces, adquiriendo datos en diferentes momentos de eco (TE). Estos datos se utilizan para construir una imagen de resonancia magnética.

La secuencia de pulso Spin-Eco es versátil y se utiliza en una variedad de aplicaciones de RM, incluyendo imágenes ponderadas en T1 y T2, entre otras. Puede adaptarse para obtener imágenes de alta resolución o para reducir artefactos, según los parámetros de la secuencia utilizados.

LA TURBO SPIN-ECHO es una técnica de secuenciación de pulsos utilizada en imágenes de resonancia magnética para obtener imágenes de alta calidad en un tiempo más corto en comparación con las técnicas convencionales de Spin-Echo.

La secuencia TSE se caracteriza por la adquisición rápida de datos mediante la recopilación de múltiples segmentos de eco en un solo tren de pulsos.

Esto permite reducir el tiempo de escaneo en comparación con las secuencias de eco de spin convencionales, lo que resulta beneficioso para los pacientes, ya que se reduce el tiempo que deben permanecer dentro del escáner de resonancia magnética. También puede mejorar la calidad de las imágenes al reducir los artefactos de movimiento.

En resumen, la secuencia TSE en resonancia magnética es una técnica que acelera la adquisición de imágenes, lo que la hace útil en situaciones en las que se requiere obtener imágenes de alta calidad en un tiempo más breve.

LA SECUENCIA FSE (FAST SPIN-ECHO), también conocida como secuencia RARE (Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement), es una técnica avanzada de imagen de resonancia magnética (RM) que se utiliza para obtener imágenes de alta resolución en un tiempo más corto en comparación con las secuencias de pulso convencionales de Spin-Echo. La secuencia FSE es particularmente útil en la obtención de imágenes con alta relación señal-ruido y para reducir los tiempos de escaneo. Aquí te explico cómo funciona:

- **Excitación inicial:** La secuencia FSE comienza con un pulso de radiofrecuencia (RF) que excita los núcleos de hidrógeno en el tejido que se va a estudiar. Este pulso de RF crea una rotación de los momentos magnéticos de los protones en el núcleo de hidrógeno.
- **Tren de ecos de spin:** Después del pulso de excitación, se adquieren múltiples ecos de spin en rápida sucesión. Cada eco de spin representa una señal de RM generada por los protones en el tejido.
- **Codificación espacial:** Durante la secuencia FSE, se aplican gradientes de campo magnético en diferentes direcciones espaciales. Estos gradientes permiten codificar la ubicación espacial de las señales de RM y, por lo tanto, la formación de imágenes.
- **Retroproyección:** Los datos adquiridos de los ecos de spin se retroproyectan para formar una imagen en dos dimensiones. La retroproyección es un proceso matemático que reconstruye la imagen final a partir de los datos recopilados.

La secuencia FSE es especialmente útil en la obtención de imágenes ponderadas en T1 y T2, y puede adaptarse para satisfacer las necesidades específicas de la aplicación clínica, como la obtención de imágenes de alta resolución o la reducción de artefactos de movimiento. Además, la secuencia FSE puede reducir el tiempo necesario para la adquisición de imágenes, lo que es beneficioso para los pacientes y para aumentar la eficiencia en la RM clínica.

LA SECUENCIA DE INVERSIÓN DE RECUPERACIÓN DE GRASA (STIR, por sus siglas en inglés) es una técnica de imagen en resonancia magnética (RM) que se utiliza para suprimir la señal de los tejidos adiposos y resaltar estructuras que contienen agua, como lesiones o inflamación. La secuencia STIR se basa en la aplicación de un pulso de inversión selectiva para nulificar la señal de los protones de grasa y, posteriormente, adquirir imágenes ponderadas en T1 para destacar los tejidos con alto contenido de agua. Aquí se describe cómo funciona:

- **Inversión selectiva:** Se aplica un pulso de inversión selectiva que invierte la magnetización de los protones de agua en un plano determinado mientras preserva la magnetización de los protones de grasa. Esto significa que los protones de agua cambiarán su alineación magnética en la dirección opuesta a la del campo magnético principal.
- **Espera de tiempo de inversión:** Después de la inversión selectiva, se espera un tiempo de inversión (TI) para permitir que los protones de grasa recuperen parte de su magnetización.
- **Adquisición de imágenes ponderadas en T1:** A continuación, se adquieren imágenes ponderadas en T1. Dado que los protones de agua están en fase, tendrán una señal más alta, mientras que los protones de grasa, que no se han invertido por completo, tendrán una señal más baja.

La secuencia STIR es especialmente útil para detectar lesiones o patologías que contienen agua, como tumores, inflamación, edema y fracturas, ya que permite suprimir la señal de grasa y resaltar estas estructuras. Se utiliza comúnmente en aplicaciones musculoesqueléticas y en otras áreas de la medicina para mejorar la visibilidad de ciertas patologías en las imágenes de RM.

LA SECUENCIA FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery) es una técnica de imagen en resonancia magnética (RM) utilizada para suprimir la señal de líquidos cerebrales,

especialmente el líquido cefalorraquídeo (LCR), y resaltar patologías cerebrales, como lesiones o inflamación, en imágenes ponderadas en T2.

La secuencia FLAIR es particularmente útil para la detección de lesiones en el cerebro, ya que elimina la señal del LCR que a menudo enmascara estas lesiones. A continuación, se explica cómo funciona:

- **Inversión de la señal del LCR:** La secuencia FLAIR comienza con un pulso de inversión que invierte la señal del LCR. Esto significa que la señal del LCR se vuelve negativa o muy baja, lo que permite que las lesiones cerebrales sean más visibles en las imágenes.
- **Espera de tiempo de inversión:** Luego del pulso de inversión, se espera un tiempo para permitir que la señal del LCR sea suprimida adecuadamente.
- **Adquisición de imágenes ponderadas en T2:** Después de la espera, se adquieren imágenes ponderadas en T2. Estas imágenes resaltarán las patologías cerebrales, ya que la señal del LCR ha sido suprimida y la señal de las lesiones se destaca de manera más efectiva.

La secuencia FLAIR es especialmente valiosa en la detección de lesiones cerebrales como gliomas, esclerosis múltiple, infartos cerebrales y otras afecciones neurológicas. Al eliminar la señal del LCR, se mejora la visibilidad de las estructuras patológicas en el cerebro, lo que ayuda en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades neurológicas.

2. SECUENCIAS GRADIENTE DE ECO Y VARIANTES

LOS GRADIENTES DE ECO DE PRIMERA GENERACIÓN EN RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) se refieren a las técnicas de codificación espacial que se utilizaban en los primeros sistemas de RM y que se caracterizaban por su simplicidad en comparación con las técnicas más avanzadas utilizadas en la RM moderna.

En la RM, la codificación espacial se logra mediante la aplicación de gradientes de campo magnético en dos o tres direcciones espaciales (gradiente x, gradiente y y gradiente z). Estos gradientes de campo permiten la codificación de la posición de los núcleos de hidrógeno en el espacio, lo que a su vez se utiliza para crear imágenes tridimensionales. Los gradientes de eco de primera generación se caracterizaban por su menor eficiencia y velocidad en comparación con las técnicas más avanzadas de codificación espacial que

se desarrollaron posteriormente, como los gradientes de eco de segunda y tercera generación. Estos primeros gradientes de eco eran más lentos y generaban imágenes de menor calidad debido a la menor eficiencia en la codificación espacial.

Con el tiempo, la tecnología de la RM ha avanzado significativamente, y las técnicas de codificación espacial han evolucionado para permitir la adquisición de imágenes más rápidas y de mayor resolución. Los gradientes de eco de primera generación han sido reemplazados en gran medida por técnicas más avanzadas y eficientes en la RM moderna.

LOS GRADIENTES DE ECO DE SEGUNDA GENERACIÓN EN RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) son un avance en las técnicas de codificación espacial en comparación con los gradientes de eco de primera generación.

Estos gradientes de eco de segunda generación permiten una adquisición de imágenes más rápida y eficiente. Aquí te explico algunas características clave de los gradientes de eco de segunda generación:

Mayor velocidad de codificación espacial: Los gradientes de eco de segunda generación permiten una mayor velocidad en la codificación espacial en comparación con los de primera generación. Esto significa que se pueden obtener imágenes más rápidamente, lo que es beneficioso para reducir el tiempo de escaneo y mejorar la comodidad del paciente.

Mejor resolución espacial: La mayor velocidad de codificación espacial facilita la obtención de imágenes de mayor resolución, lo que permite observar con más detalle las estructuras anatómicas y patológicas en el área de interés.

Menor susceptibilidad a artefactos de movimiento: La velocidad mejorada de codificación espacial también reduce la susceptibilidad a los artefactos de movimiento, lo que es especialmente importante en aplicaciones clínicas donde los sujetos pueden moverse durante el escaneo.

Mejor calidad de imagen: En general, los gradientes de eco de segunda generación contribuyen a la obtención de imágenes de mejor calidad en términos de resolución espacial y reducción de artefactos.

Estos avances en la codificación espacial han sido fundamentales para mejorar la eficiencia y la calidad de las imágenes en la RM moderna. Los gradientes de eco de segunda generación son solo una de las muchas innovaciones tecnológicas que han contribuido a la evolución de la RM a lo largo de los años.

3. SECUENCIAS HÍBRIDAS

LA SECUENCIA GRASE (GRADIENT AND SPIN ECHO) es una técnica de imagen en resonancia magnética (RM) que combina elementos de las secuencias de gradiente y las secuencias de eco de spin. Esta técnica se utiliza principalmente en la adquisición de imágenes de alta resolución en RM y puede ser útil en diversas aplicaciones clínicas. Aquí se describen algunas características clave de la secuencia GRASE:

- **Versatilidad:** La secuencia GRASE se puede utilizar para obtener imágenes ponderadas en T1 y T2, lo que la hace adecuada para una variedad de aplicaciones clínicas.
- **Rapidez y eficiencia:** A diferencia de algunas secuencias de eco de spin tradicionales, la secuencia GRASE permite la adquisición rápida de datos de imagen. Esto reduce el tiempo de escaneo y mejora la comodidad del paciente.
- **Alta resolución espacial:** La secuencia GRASE es adecuada para la obtención de imágenes de alta resolución, lo que la hace valiosa en aplicaciones en las que se requiere un alto nivel de detalle anatómico.
- **Supresión de grasa:** Al igual que algunas secuencias de eco de spin, la secuencia GRASE puede utilizarse en combinación con técnicas de supresión de grasa para eliminar la señal de los tejidos grasos y resaltar las estructuras que contienen agua.
- **Reducción de artefactos:** La secuencia GRASE se ha diseñado para reducir la susceptibilidad a artefactos de movimiento y otros artefactos comunes en la RM.

En resumen, la secuencia GRASE es una técnica de imagen en RM que combina aspectos de las secuencias de gradiente y de eco de spin para obtener imágenes de alta resolución de manera eficiente. Es útil en una variedad de aplicaciones clínicas donde se requiere tanto calidad de imagen como rapidez de adquisición.

4. SECUENCIAS DE DIFUSIÓN

LAS SECUENCIAS DE DIFUSIÓN EN RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) son técnicas especializadas que se utilizan para medir la difusión de moléculas de agua en los tejidos biológicos. Estas secuencias proporcionan información valiosa sobre la microestructura

y la integridad de los tejidos, y se utilizan en diversas aplicaciones clínicas y de investigación. Aquí hay una descripción general de las secuencias de difusión en RM:

- **Principio de difusión:** La difusión se refiere al movimiento aleatorio de moléculas en un medio. En el contexto de la RM, se mide la difusión de las moléculas de agua en los tejidos biológicos. Esta medida se llama coeficiente de difusión y proporciona información sobre la movilidad y la restricción de las moléculas de agua en los tejidos.
- **Pulso de difusión:** En una secuencia de difusión, se aplica un pulso de difusión que consiste en gradientes de campo magnético que varían en intensidad y dirección. Estos gradientes hacen que las moléculas de agua se muevan preferentemente en una dirección específica.
- **Adquisición de imágenes ponderadas en difusión:** Después de aplicar el pulso de difusión, se adquieren imágenes en diferentes direcciones de gradiente de difusión y con diferentes valores b (b-values). Los b-values son parámetros que determinan la sensibilidad a la difusión en las imágenes. Las imágenes ponderadas en difusión muestran la atenuación de la señal de RM debida a la difusión de las moléculas de agua.
- **Mapas de difusión:** Con los datos obtenidos de las imágenes ponderadas en difusión, es posible calcular mapas de difusión que muestran la distribución espacial del coeficiente de difusión en los tejidos. Estos mapas pueden revelar información sobre la integridad de las células y las fibras en los tejidos, y son útiles en la detección de patologías como accidentes cerebrovasculares, tumores y lesiones traumáticas.
- **Tensor de difusión:** En aplicaciones más avanzadas, como la resonancia magnética de difusión (DTI), se utiliza un modelo matemático para calcular el tensor de difusión, que proporciona información sobre la dirección y la anisotropía de la difusión en los tejidos, lo que es especialmente útil en la investigación del cerebro y las fibras nerviosas.

Las secuencias de difusión en RM son una herramienta poderosa en la investigación médica y clínica, y se utilizan en una variedad de campos, como neurología, oncología y traumatología, para obtener información sobre la estructura y la función de los tejidos y detectar anomalías.

LAS SECUENCIAS DE PERFUSIÓN EN RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) son técnicas especializadas que se utilizan para evaluar la perfusión sanguínea en tejidos. Estas secuencias proporcionan información sobre el flujo sanguíneo en tiempo real y se aplican comúnmente en la evaluación de la perfusión cerebral y otras áreas del cuerpo. Aquí hay una descripción general de las secuencias de perfusión en RM:

- **Principio de la perfusión:** La perfusión se refiere al proceso de suministro de sangre a los tejidos y órganos. Las secuencias de perfusión en RM miden la llegada, la distribución y la salida de un agente de contraste paramagnético en el tejido, lo que proporciona información sobre la perfusión tisular.
- **Contraste paramagnético:** Se utiliza un agente de contraste paramagnético, como gadolinio, que se administra por vía intravenosa para realzar la señal en las imágenes de RM y mejorar la visualización de los vasos sanguíneos y la perfusión tisular.
- **Secuencias dinámicas:** Durante la adquisición de imágenes, se toman secuencias de imágenes de manera dinámica y continua en el tiempo, permitiendo la observación de cómo el contraste se distribuye y se elimina del tejido a lo largo del tiempo.
- **Parámetros de perfusión:** A partir de las imágenes dinámicas, se pueden calcular diversos parámetros de perfusión, como el flujo sanguíneo, el volumen sanguíneo y el tiempo de tránsito del contraste a través de los tejidos.
- **Aplicaciones clínicas:** Las secuencias de perfusión en RM se utilizan en diversas aplicaciones clínicas, incluida la evaluación de la perfusión cerebral en casos de accidente cerebrovascular, tumores cerebrales, enfermedades vasculares y trastornos neurodegenerativos. También se pueden aplicar en otras áreas del cuerpo, como el corazón, el hígado y los riñones.

Estas secuencias son valiosas para comprender la circulación sanguínea en los tejidos y pueden proporcionar información adicional sobre la fisiología y la patología vascular. Las interpretaciones de las imágenes de perfusión en RM son realizadas por radiólogos y otros profesionales de la salud para ayudar en el diagnóstico y la planificación del tratamiento.