

BOBINAS Y SECUENCIA EN LOS ESTUDIOS IRM ABDOMINALES.

J. Gili

La IRM es la técnica de imagen que logra mejores contrastes en las partes blandas. Por ello, los estudios abdominales deberían ser un buen campo de aplicación. No obstante la **Resolución de Contraste** con calidad diagnóstica se encuentra seriamente comprometida: Por un lado la **Resolución Espacial** se ve dificultada al tener que cubrir amplios volúmenes y por tanto trabajar con FOV grandes. Por otro lado la RM abdominal está condicionada por los movimientos: respiratorios, cardíacos, vasculares y peristálticos. En consecuencia la **Resolución Temporal** está obligada a obtener las imágenes en tiempos de respiración suspendida (Breath-hold) o bien realizarlas bajo sincronismos respiratorios o con el control de los navegadores. Además, la multitud de interfases grasa/aire/parénquima crean serios problemas por artefactos de susceptibilidad. Todo ello implica crear un marco de trabajo para afrontar los retos de los estudios RM en el abdomen.

Con los FOV grandes (30-45 cm) se deberían utilizar matrices que proporcionaran voxels por debajo de los 2 mm para alcanzar el grosor medio de la pared intestinal.

Los FOV grandes se encuentran en RM con:

Problemas de uniformidad del campo magnético, necesaria para por ejemplo que los pulsos de saturación de grasa sean efectivos en todo el volumen en especial fuera del isocentro.

Problemas de la linealidad de los gradientes, que obliga muchas veces a utilizar filtros especiales de campo amplio para evitar las distorsiones en los extremos.

Problemas para lograr la excitación uniforme en todo el FOV. Ello obliga a que la bobina emisora sea la de cuerpo.

Problemas de captación de la señal. Debido al poco cociente S/R y la baja Resolución espacial (RE) de la bobina de cuerpo, debemos utilizar los montajes en **phase array de bobinas de superficie o montajes matriciales**. De esta forma aprovecharemos al máximo la señal al aproximar la bobina receptora al voxel y mejorar el cociente S/R. El uso de estos montajes de antenas de superficie implica una colocación cuidadosa con **montajes envolventes** sobre la zona. Una vez colocado el conjunto de antenas, el conocimiento del **perfil de sensibilidad del conjunto** ofrece numerosas ventajas ya que por un lado permite corregir la heterogeneidad de la captación inherente a las bobinas de superficie, mediante **filtros adecuados** (tipo CLEAR), por otro lado permite la utilización de **técnicas de adquisición en paralelo** y con ello **factores de aceleración** que implica una **reducción en los tiempos de adquisición**. La tendencia actual a aumentar el número de canales permitirá una gran aceleración en las obtenciones. (En esta edición ya están vigentes los arrays matriciales de bobinas receptoras de hasta 32 canales).

El otro gran problema en la RM abdominal es el factor tiempo. Los FOV grandes y la necesidad de voxels pequeños implica la captación de muy poca señal lo que obligaría a aumentar los tiempos de obtención. En oposición perdemos resolución de contraste debido básicamente a los **artefactos de movimiento**.

Los movimientos a considerar son respiratorios, los circulatorios y los peristálticos.

Los movimientos respiratorios se obvian mediante las exploraciones en **respiración suspendida**. La tendencia actual es a utilizar **secuencias en tiempos de apnea**. En función de las posibilidades del paciente, en respiración suspendida algunas veces se pueden obtener pocos planos. En estos casos se utilizan adquisiciones con **sincronización respiratoria**.

Existen multitud de secuencias con sincronismo mecánico y reordenación del Espacio-K (ROPE, COPE, EXORCIT...). Lo más cómodo es la utilización de **navegadores instalados sobre el diafragma** que controlan los ecos aptos para llenar el Espacio-K. (Fig 1)

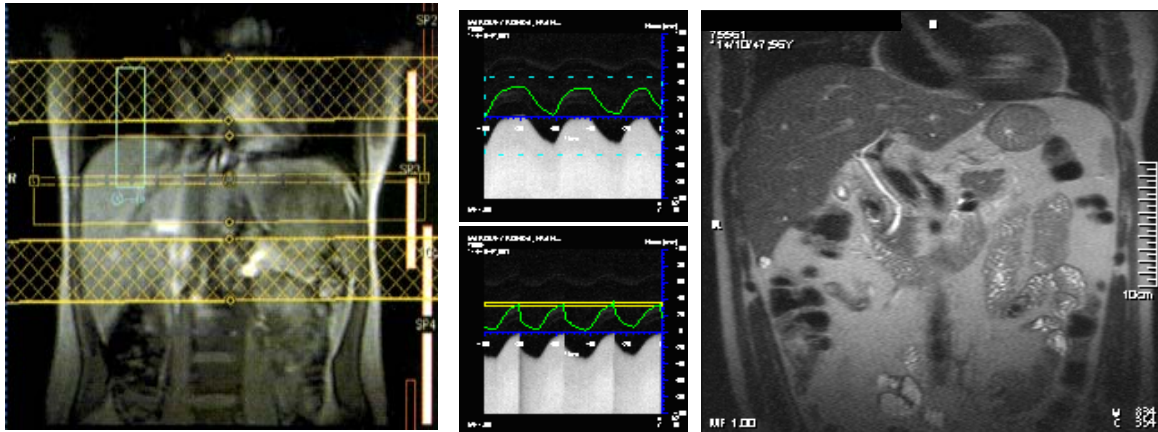


Fig 1. Control del movimiento diafragmático mediante un navegador. Podemos regular el margen de desplazamiento en que admitimos la señal para construir la imagen. Con ello logramos una muy buena resolución espacial. Los artefactos circulatorios se minimizan mediante la utilización de bandas de saturación compensadoras

Los movimientos circulatorios obligan a obtener las imágenes con sincronizaciones cardíacas. Existen muchas formas de sincronizar con el Electrocardiograma, pero teniendo en cuenta la distorsión causada por el campo magnético, una de las formas recomendadas es sincronizar mediante el vectocardiograma. De todas formas, estas sincronizaciones, con las secuencias actuales no se suelen utilizar y es suficiente para evitar los artefactos circulatorios la utilización de **bandas de saturación**.

Los movimientos peristálticos pueden dar artefactos de emborronamiento o brurring. Sin embargo con las secuencias rápidas actuales estos artefactos no representan ningún problema. Pero lo mejor es una buena preparación del paciente con fármacos que disminuyen el peristaltismo.

Una vez configurado el **marco de trabajo** con los arrays de antenas, las bandas de saturación, los sincronismos..., veamos como podemos seleccionar las secuencias para los estudios abdominales. Evidentemente tenderemos a seleccionar las más rápidas de nuestro arsenal de software. No obstante no debemos olvidar que estas secuencias rápidas se benefician de los **gradientes de altas prestaciones**, con lo que hay que tener en cuenta las características tanto de sus valores máximos como de los valores de Rise Time y en especial de la **rapidez de instauración (Slew Rate)**.

De entre las más rápidas de las que llenan el Espacio-K con ecos de gradiente, las **EPI** se encuentran con muchas dificultades de aplicación en los estudios abdominales por las interfases de susceptibilidad, los movimientos... Actualmente se utilizan poco como rutina estándar. Sin embargo, hay que apuntar algunos trabajos sobre la aplicación de las técnicas **EPI- DIFUSION** en estudios hepáticos y EPI-Difusión con inversión de ventana aplicada a todo el cuerpo que da imágenes que se comparan a las del PET, aunque su estudio está aún por definir (2007)

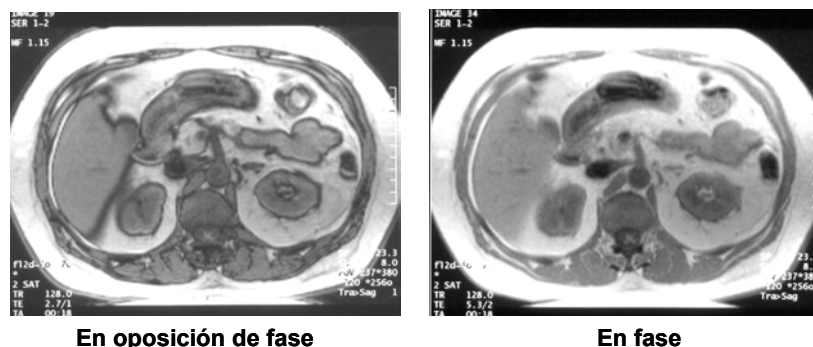


Fig 2. Imágenes FGRE T1 "in-out". En los voxels donde existen agua y grasa, se observa una caída de señal cuando los espins están en oposición de fase. 15 doble imágenes "in-out" de 128x256 en 18s de respiración suspendida.(RM Vall d'Hebron)

Sin duda las más utilizadas son por sus TR ultracortos son las **FAST GRE** tanto en las potenciaciones T1 (FGE/FFE SPOILED) como en las potenciaciones T2* ≈T2 (FGE/FFE COHERENTES).

Las **T1 FGE** pueden utilizarse como forma de entrada a los estudios abdominales aprovechando su rapidez y el desplazamiento químico entre la grasa y el agua, para obtener un doble conjunto de imágenes en técnica **SINOP** (método DIXON) (Fig 2).

Estas imágenes rápidas permiten además de una aproximación anatómica, la valoración de la composición grasa en los tejidos (hígado, páncreas, riñones,.) y valorar las enfermedades con depósitos grasos (por ejemplo las **esteatosis**)

Las secuencias **T1 FGE** se utilizan para **escopia en tiempo real**. También para estudios **con sustancias de contraste en su potenciación T1**. En la **ARM** por su rapidez y con técnicas especiales de llenado del Espacio-k podemos realizar estudios de primer paso de contraste y separar fase arterial/fase venosa

Se utiliza también para estudios dinámicos. Por ejemplo para la caracterización de lesiones hepáticas. Se utilizan básicamente en los **estudios dinámicos multifase** que contemplan la evolución temporal del tránsito del contraste.

Básicamente constan de cinco fases:

1. Pre-contraste (que equivale a la máscara)
2. Fase Arterial entre los 8-40 seg.
3. Fase Portal a los 60 seg
4. Fase de Equilibrio sobre los 3 min
5. Fase Tardía sobre los 8 min.

Con ello se estudian las variaciones dinámicas en parénquima hepático, Arteria Hepática, Vena Porta y Vena Suprahepática.

Las secuencias **T1 FGRE** son muy apropiadas en **obteniones 3D** y en algunos casos se incorporan complementos de saturación espectral de grasa (citamos como ejemplo las VIBE, o las 3D SPGR). Actualmente por lograr en 3D voxels quasi-isotrópicos pueden hacerse endoscopias virtuales con enteroclisis.

De entre las múltiples familias que componen las secuencias **FAST GRE/FE COHERENTES o UNSPOILED**, las que han encontrado mayor utilidad son las **BALANCEADAS (B-FGR)** tipo **TrueFISP, BALANCED, FIESTA**. Estas secuencias balancean con gradientes apropiados en las tres direcciones del espacio y logran mantener la componente transversal prácticamente insensible al desfase del movimiento y por tanto se reconocen por lograr que los líquidos tanto estáticos como en movimiento presenten una alta señal (secuencias sangre blanca). Actualmente pueden lograrse RT de 500ms por imagen en RE de 320x 320.

Las secuencia FGRE tanto en T1 como en potenciaciones T2* son muy útiles para captar las **patologías de depósito de iones metálicos** tanto de Cu como de Fe. En especial en las hemocromatosis resulta ser la mejor técnica no invasiva para detectar los depósitos de Fe, valorar su severidad y una estimación cuantitativa del depósito así como su seguimiento.

El grupo de las secuencias **FAST/TURBO SPIN ECO (FSE)** se utilizan para lograr imágenes altamente potenciadas en T2 en tiempos razonables. Respecto a las FGRA UNSPOILED, presentan menos artefacto por susceptibilidad magnética y en campos altos las formas utilizadas son en Single Shot **SSFES** y en **HASTE** con o sin supresión espectral de grasa. Con la SSFSE utilizando técnicas PAT con factor de aceleración de 2 pueden lograrse resoluciones de 512x256 en 7 mm de grosor y estudios en tiempos de respiración suspendida.

Las SSFSE no se utilizan para obtener imágenes abdominales en T1 que se dejan para las más rápidas adquisiciones de la T1-FGRE. Pero la alta señal que logran en las potenciaciones T2 de los líquidos estáticos o con poco flujo hace que se utilicen como **secuencia hidrográfica T2** en abdomen. Aquí al contrario que en la FGRE Balanceadas los líquidos con flujo suficiente pierden señal.

Las secuencias Hidrográficas tanto con SSFSE o HASTE se utilizan de forma rutinaria para el estudio del árbol biliar en las colangios-RM (**CPRM**) (Fig 3) o las UROGRAFIAS sin contraste **URM T2**.

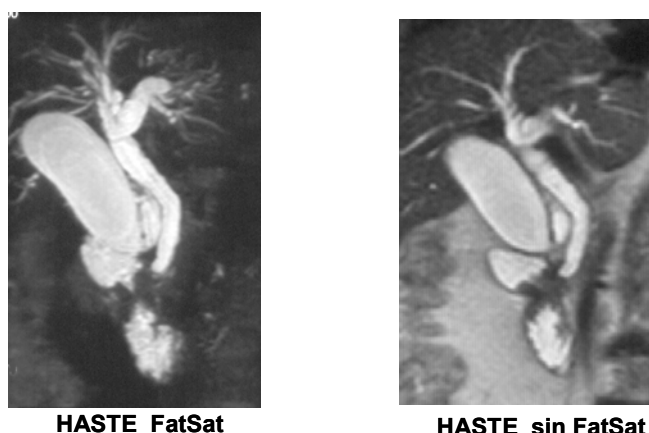


Fig 3. CPRM con y sin Fat-Sat (1 imagen/seg) RM Vall d'Hebron.

Las secuencias **HASTE** se utilizan mucho en estudios fetales.

Una de las limitaciones de las FSE es el SAR. Lo que representa un problema para las adquisiciones 3D.

El resto de secuencia como las IR pueden utilizarse en su versión FAST-STIR-SE para determinadas caracterizaciones tisulares patológicas. Para técnicas de supresión grasa en el abdomen se tiende a las que aprovechan el desplazamiento químico entre grasa y agua, bien sea por destrucción selectiva sobre un pulso a la frecuencia de la grasa FATSAT, CHEMSAT,..combinaciones entre FATSAT y STIR (SPIR, SPECIAL..) o bien Técnicas tipo PROSET FATS.

Las secuencias híbridas GRASE no vienen siendo utilizadas.

Un apoyo en las exploraciones abdominales lo encontramos en las posibilidades de las **Angio RM**. Los estudios de ARM-Gd pueden hacerse sin o con cálculo previo del tiempo entre la inyección de contraste y la llegada de la máxima intensidad de señal en el enclave determinado (timing). El uso sin calculo de timing implica secuencias ultrarrápidas que deben realizarse en la limitación del tiempo que impone la respiración suspendida. Técnicas de alta resolución dedicadas como la **TRICKS** (Time Resolved Imaging of Contrast Kinetics) que utiliza esquemas especiales de interpolación del Espacio-K. Otras estrategias contemplan el uso de secuencias tipo 2D FGRE-T1 en forma de escopia en tiempo real para visualizar la llegada del contraste y obtener la imagen de forma manual o bien todo el proceso realizarlo de forma automática en las técnicas de **CARE BOLUS**.

Cada vez mas las sustancias de contaste serán más empleadas en los estudios abdominales. Aparte del Gadolinio (**Gd**) tanto en su forma inespecifica extravascular como en sus versión de contraste dual por su eliminación renal/ biliar, se están empleando los contrastes hepatoespecíficos bien de **Gd**, bien de **Mn**. También es un buen campo de aplicación los contrastes base **Fe** como los **SPIOS** y los **USPIOS** estos últimos con sus posibilidades linfográficas.

Con todo este arsenal diagnóstico, las posibilidades tanto en hard como en software, se pueden obtener **resoluciones espaciales** por debajo del grosor de la pared intestinal, **resoluciones temporales** suficientemente rápidas para las adquisiciones sin que los artefactos de movimiento interfieran en el poder diagnóstico. **Todo ello permite obtener información parenquimatosa, morfológica, funcional, fisiológica e información intra-extraluminal, lo que hace de la IRM pueda aplicarse plenamente a los estudios abdominal, un campo totalmente impensable hace tan poco unos cuantos años.**

En forma simplificada, los estudios RM en abdomen requieren:

1. Una **preparación del paciente**: Ayuno de 6 horas, buscapina ¿
2. **Colocación adecuada**: Posición cómoda del paciente, Montaje envolvente de los arrays de bobinas, pruebas con el paciente para ver sus tiempos de apnea o enseñarle a una respiración adecuada a la secuencia.
3. **Optimización de la técnica**: Adquisiciones en paralelo, técnicas de minimización del SAR en las secuencias FSE como disminución del ETL, aumentar el TR, disminuir el número de cortes,. Minimizar artefactos . Técnicas de adquisición en apnea, sincronismos respiratorios,..
4. **Estrategias en T1** utilizando las FGRE SPOILED . empezar con secuencias SINOP, utilizar las ventajas de las 3D-T1 GRE con o sin FATSAT
5. **Estrategias en T2** con secuencias TSE básicamente utilizar las SSFSE o las HASTE con o sin Saturación de grasa.
6. **Estrategias T2*** especialmente las 3D BALANCED
7. **Estudios especiales para la caracterización tisular** adecuados a la sospecha diagnóstica: curvas dinámicas con contraste, secuencias Turbo STIR., difusión EPI,..
8. **Utilización de medios de contraste**
9. **Apoyo de la Angio RM**
