

Técnicas actuales de detección de la grasa en RM abdominal

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: **María Isabel Rossi Prieto**, Ana Benítez Vazquez, Carlos Luis Peñalver Paolini, Belén Fernández Crehuet, Ana Alejandra Sánchez Naves, Luis Herraiz Hidalgo

Objetivos Docentes

- Describir los principios físicos de las técnicas de Resonancia Magnética (RM) específicas para la detección de grasa.
- Aplicarlas en el diagnóstico de lesiones abdominales con contenido graso mediante casos representativos.

Revisión del tema

Una de las principales ventajas de la RM es su capacidad para caracterizar la composición de una lesión. Esto es importante en el abdomen, ya que la presencia de grasa limita considerablemente el diagnóstico diferencial. Gracias a las secuencias que detectan grasa podemos anular la señal de los tejidos o lesiones que contienen grasa.

No todos los tejidos o lesiones tienen la misma proporción de grasa, por ejemplo, la grasa subcutánea tiene una cantidad muy alta de lípidos. También hay un tipo de grasa coexistiendo con el agua en mayor o menor proporción. Gracias a esta diferencia determinamos qué tipo de secuencias debemos utilizar para anular apropiadamente estos tejidos.

Los protones unidos a la grasa y los unidos al agua precesan a una frecuencia diferente [Fig. 1](#). Si conocemos esta diferencia en la velocidad de precesión podemos actuar sobre los protones unidos a la grasa y eliminar su señal (secuencias de saturación espectral). Además la grasa y el agua tienen diferentes tiempos de relajación longitudinal o T1, por lo que manejando esta diferencia, anulamos la grasa al suprimir su relajación longitudinal (técnicas basadas en secuencias con tiempo de inversión o STIR). Las lesiones con contenido graso pueden presentar cantidad variable de grasa macroscópica detectada en las secuencias de saturación grasa o grasa microscópica que podremos detectarla en las secuencias T1 en fase y fuera de fase.

En nuestro trabajo hemos revisado las técnicas que detectan grasa empleadas en un estudio convencional.

de RM abdominal que nos permiten diagnosticar las lesiones con contenido graso en nuestra práctica diaria. Las secuencias que utilizamos son:

- secuencias de saturación grasa por selección de frecuencia o saturación espectral (Fat-Sat; SPIR), que anulan la señal de la grasa madura.
- secuencias T1 en fase y fuera de fase (3D dual echo) son secuencias eco de gradiente que detectan pequeñas proporciones de grasa coexistiendo con agua.
- secuencias LAVA-Flex del estudio dinámico que consiste en una secuencia en 3D fast spoiled gradient echo (FSPGR), obtenida mediante el método Dixon.

Secuencia de saturación grasa por selección de frecuencia o saturación espectral (Fat-Sat; SPIR)

Se basa en la distinta frecuencia de precesión de los protones de grasa y agua. Conociendo la frecuencia de precesión de los protones de la grasa, aplicamos un pulso de radiofrecuencia (RF) selectivo sobre ellos y, provocamos un desplazamiento de la magnetización al plano transversal. Inmediatamente después se aplica un pulso no selectivo de RF que actúa tanto sobre los protones del agua como sobre los de la grasa. Los protones del agua (seguían relajándose y tenían un componente de magnetización longitudinal muy grande), tendrán un componente transversal muy grande y producirán una señal alta. Sin embargo, los protones de grasa que comenzaban a relajarse tras el pulso selectivo que se les aplicó (mínima relajación longitudinal) no tendrán casi magnitud transversal y, por tanto, no producirán señal [Fig. 2](#).

Ventajas

Anula la señal de la grasa con gran exactitud y, por lo tanto, toda lesión o tejido que pierda su señal estará constituido por grasa madura (lipomas, grasa del tejido celular subcutáneo, etcétera) [Fig. 3](#) y [Fig. 4](#).

Es muy útil para estudios con contraste iv, ya que al anular la grasa de los tejidos circundantes mejora la visualización de las zonas que captan gadolinio.

Otra de las principales aplicaciones de la secuencia de saturación grasa es diferenciar grasa de hemorragia. Cuando observamos una lesión hiperintensa en secuencias T1 puede representar grasa o sangrado. Sin embargo, en las lesiones grasas vamos a observar una disminución de la señal en la secuencia de saturación grasa, mientras que las lesiones hemorrágicas se mantienen hiperintensas [Fig. 5](#).

Por esta razón, no debemos utilizar la secuencia con tiempo de inversión (STIR) en estudios abdominopélvicos, ya que es una secuencia que puede anular cualquier tejido o lesión que tenga un T1 corto similar a la grasa y, por tanto, no es específica para anular la grasa. Es decir, la secuencia STIR anula la señal de compuestos que brillan en T1 (T1 corto) como la grasa, la sangre, el gadolinio y proteínas y, por tanto, no diferenciaremos grasa de hemorragia. Por esta razón, la secuencia STIR tampoco debe usarse cuando se administra contraste, ya que el gadolinio acorta el T1 de las lesiones y puede hacer coincidir el T1 de la lesión que capta con el T1 de la grasa. Por estos dos motivos no utilizamos la secuencia STIR en el abdomen y pelvis.

Otra gran ventaja es que se puede aplicar a cualquier secuencia (ES, EG), e incluso con distintas potenciaciones (T1, T2 o densidad protónica).

Inconvenientes

La frecuencia de este pulso selectivo debe ser exactamente igual a la frecuencia a la que precesan los protones de la grasa. Si existen heterogeneidades del campo magnético, las frecuencias variarán, por lo que el pulso de RF no conseguirá resonar con algunos protones de la grasa o incluso lo hará con protones del agua provocando que la saturación no sea homogénea en toda la imagen. Puede ocurrir que el pulso de saturación anule la señal del agua en lugar de los lípidos suprimiendo zonas donde no existe grasa. Er

los equipos de última generación, la homogeneidad del campo es muy alta y además disponen de un sistema de ajuste autoshimming (homogeniza el campo antes de realizar la secuencia) minimizando estos inconvenientes.

Cuando hay grasa coexistiendo con agua la pérdida de señal no se produce. Además, si existe una pequeña proporción de ácidos grasos que tienen la misma frecuencia que los protones del agua, éstos no serán anulados. Estos ácidos grasos no suprimidos se denominan «alcalenos» (ácidos grasos libres o rodeados por triglicéridos). Según esto, pequeñas cantidades de grasa en una lesión no perderían señal con esta técnica (por ejemplo, adenoma).

Otro inconveniente es que alarga el tiempo del estudio porque necesita un tiempo extra para realizar el pulso selectivo de saturación.

Secuencias en fase y fuera de fase (3D dual echo)

Son secuencias eco de gradiente con distintos tiempos de eco. Al aplicar un pulso de RF el vector de magnetización en el plano transversal está en fase porque tanto los protones del agua como los protones de la grasa tienen la misma orientación. Al tener los protones de grasa y agua una frecuencia de precesión diferente, al cabo de un tiempo (tiempo de eco) sus vectores estarán en sentido opuesto (fuera de fase) y el vector suma resultante será de menor magnitud (menor señal). En otro momento, ambos vectores volverán a coincidir y de nuevo estarán en fase y su vector suma será mayor y tendrá mayor señal. Es decir, después de la excitación (plano transversal) el vector de los protones del agua y de la grasa está en fase. Posteriormente los protones del agua precesan más rápidamente que los de la grasa e irán formando un ángulo que corresponde a esta diferencia. Al cabo de un tiempo este ángulo será de 180° o de otra forma ambos vectores están en un sentido opuesto. Algún tiempo después, ambos vectores volverán a estar en fase (360°), y así sucesivamente [Fig. 6](#).

Esta secuencia nos permite detectar lesiones que muestren grasa coexistiendo con agua, es decir, que presenten grasa microscópica. La secuencia en fuera de fase se reconoce por un artefacto que es una línea negra en el borde de las estructuras (artefacto de tinta china) debido a la pérdida de señal en la interfase grasa-agua. Se produce porque los voxels en esta interfase contiene tanto grasa como agua y, la señal de estos dos protones se cancelan mutuamente, produciendo un voxel de baja intensidad de señal.

Ventajas

Es una técnica rápida, que diagnostica lesiones que muestran grasa coexistiendo con agua (adenomas suprarrenales o hepáticos, esteatosis hepática, etcétera) [Fig. 7](#) y [Fig. 8](#).

Gracias al artefacto en tinta china podemos caracterizar la presencia de grasa macroscópica en el interior de una estructura que contenga principalmente agua, ya que vamos a observar esta línea hipointensa en la interfase grasa-agua, es decir, en la interfase entre la lesión con grasa macroscópica y el órgano del que depende, sin pérdida de señal de la lesión con grasa macroscópica [Fig. 9](#).

Se puede usar asociándola a una secuencia SPIR (saturación grasa por frecuencia). Esta forma híbrida resultará en una anulación completa de la señal de la grasa, sea compuesta por grasa madura o por pequeñas proporciones de grasa coexistiendo con agua.

Inconvenientes

No debe utilizarse con contraste iv ya que la captación de la lesión puede no evidenciarse o incluso se puede producir un incremento paradójico de la supresión grasa; este problema es más acusado cuando la lesión está dentro de tejidos con alto contenido graso, como en la mama.

No suprime la grasa madura, por lo que se debe seleccionar otra secuencia (saturación por frecuencia).

Secuencia LAVA-Flex

LAVA Flex es una técnica FSPGR (fast spoiled gradient echo) de adquisición de imágenes en 3D que genera contrastes de sólo agua, sólo grasa, en fase y fuera de fase en una sola adquisición en apnea de aproximadamente 20 segundos de duración. LAVA Flex utiliza un algoritmo de imagen paralela en ARC* con autocalibración en 2D, que permite acelerar en las direcciones de la fase y la frecuencia con las bobinas compatibles. Tiene la capacidad de generar las imágenes de “sólo agua” o “sólo grasa” a partir de los datos brutos de las secuencias en fase y fuera de fase sin tiempo adicional de escaneo [Fig. 10](#). Así permite caracterizar la grasa sin incrementar el tiempo de adquisición.

Al utilizar un mismo sistema para la obtención de imágenes, los cuatro contrastes están perfectamente corregistrados. El contraste de sólo agua se distingue de las imágenes convencionales con supresión de grasa porque en este caso no se aplica un pulso de preparación de la inversión para la saturación de grasa.

Ventajas

La imagen de “sólo agua” proporciona una excelente supresión uniforme de grasa en todo el campo de visión, incluyendo las áreas difíciles de captar en imágenes obtenidas mediante técnicas convencionales de saturación de grasa debido al efecto de la susceptibilidad magnética, proporcionando así una saturación grasa más homogénea incluso en campos de visión grandes como el abdomen [Fig. 11](#). Esta técnica dos puntos Dixon es menos propensa a las heterogeneidades del campo magnético. Además, la imagen de “sólo agua” puede servir como una secuencia T1 con saturación grasa para aquellos casos en los que no se ha realizado una secuencia T1 con saturación grasa precontraste [Fig. 12](#).

La imagen de “sólo grasa” ofrece varios beneficios clínicos. Primero, la esteatosis hepática se visualiza muy bien y se cuantifica de forma no invasiva. Segundo, en las lesiones que contienen grasa, por ejemplo, adenomas o mielolipomas adrenales o teratomas ováricos, podemos demostrar el componente grasa con una mayor confianza clínica y así mejorar la caracterización de dichas lesiones [Fig. 13](#).

Aplicaciones clínicas:

A continuación presentamos las principales características de las lesiones abdominales con contenido graso que nos permiten delimitar nuestro diagnóstico diferencial. Aquellas lesiones que pueden aparecer en múltiples órganos vamos a describirlas en aquellos donde son más frecuentes.

Lesiones hepáticas

Esteatosis hepática: causado por múltiples condiciones como obesidad, alcoholismo, diabetes, uso de esteroides, malnutrición, quimioterapia y síndrome de Cushing. Se caracteriza por el aumento de grasa microscópica distribuida de forma local o difusa en el hígado y, por tanto, vamos a identificar las áreas de esteatosis como una disminución de la señal en las secuencias en fuera de fase [Fig. 8](#), [Fig. 14](#) y [Fig. 15](#). No debemos confundirnos con la hemocromatosis, donde vamos a observar disminución de la señal en la secuencia en fase debido al efecto T2* causado por el depósito de hierro [Fig. 16](#).

Pseudolipoma hepático de la cápsula de Glisson: es un apéndice epiploico atrapado en la cápsula

hepática y, por tanto, vamos a ver una lesión grasa cerca de la superficie hepática, a diferencia del lipoma que es más raro y presenta una localización más central en el hígado. Tanto el lipoma como el pseudolipoma contiene grasa macroscópica con disminución de la señal en las secuencias de saturación grasa. En la secuencia en fuera de fase presenta un halo hipointenso en la interfase con el hígado, debido a la interfase grasa-agua sin evidencia de disminución de la señal de la lesión grasa. No muestra realce tras la administración de contraste [Fig. 17](#).

Adenoma hepático: es un tumor benigno que raramente maligniza. Es más frecuente en mujeres jóvenes que toman anticonceptivos orales. Es raro que presente depósitos de grasa macroscópica, mientras que el 35-77% de los adenomas presentan grasa microscópica visible en la secuencia en fuera de fase distribuida de forma homogénea [Fig. 18](#), a diferencia del hepatocarcinoma que presenta depósitos de grasa parcheados. Presenta realce arterial precoz volviéndose isointensos en relación con el hígado en fases más tardías.

Hepatocarcinoma: es el tumor maligno primario hepático más frecuente y comúnmente se desarrolla en hígados cirróticos. La presencia de grasa se ha demostrado hasta en el 35% de los hepatocarcinomas y suele ser microscópica y parcheada, por lo que observaremos la disminución de la señal en las secuencias T1 en fuera de fase. La hiperintensidad de señal en las secuencias T1 en fase puede deberse a hemorragia o depósito de grasa intratumoral, por lo que es importante correlacionarlo con la imagen en fase opuesta para determinar la presencia de grasa. Esto último también puede darse en los adenomas hepáticos que tienen alta tendencia al sangrado. En el estudio dinámico presenta realce en la fase arterial con lavado en la fase tardía, observando en algunos casos imagen de pseudocápsula [Fig. 19](#).

Otras lesiones hepáticas con contenido de grasa son las metástasis de tumores primarios grasos (ej. Liposarcoma), angiomiolipomas [Fig. 9](#) y teratomas.

Lesiones adrenales

Adenoma adrenal: es un tumor benigno frecuente, la mayoría incidentales, pequeños y no funcionantes. Contiene grasa microscópica intracelular. Debido a la alta sensibilidad de la imagen del desplazamiento químico en pequeñas cantidades de grasa intravoxel, la RM demuestra la caída de la señal en secuencias en fuera de fase [Fig. 8](#). Existen adenomas pobres en lípidos aunque son raros, en estos casos, debemos demostrar lavado temprano en los estudios dinámicos, también característico de los adenomas [Fig. 20](#) y [Fig. 21](#).

Mielolipoma: es un tumor benigno infrecuente compuesto por tejido de grasa maduro y hematopoyético. Suele ser asintomático aunque puede causar molestias por compresión o hemorragia. Es hiperintenso en secuencias T1 y heterogéneamente hiperintenso en T2 debido a la mezcla no uniforme de componentes de grasa y medular. Esta apariencia no es específica y también puede darse en lesiones malignas como metástasis adrenales o carcinoma adrenal (el diagnóstico diferencial entre estas lesiones lo explicaremos al final del apartado de lesiones adrenales). Así, la imagen de saturación de grasa permite el diagnóstico de mielolipoma al demostrar la pérdida de señal de la lesión [Fig. 11](#) y [Fig. 22](#). En la secuencia T1 en fuera de fase vamos a observar el halo hipointenso en la interfase con la glándula adrenal. Presenta un realce homogéneo y progresivo de los septos y los componentes de partes blandas.

Carcinoma adrenal: es un tumor maligno muy raro. A veces contiene grasa microscópica y, sólo en muy pocos casos se ha descrito la presencia de grasa macroscópica. Aunque el tumor contenga grasa, sus otras características radiológicas (gran tamaño mayor de 10 cm y naturaleza muy heterogénea), nos permiten distinguirlo de las otras masas adrenales con contenido de grasa [Fig. 23](#). Realza de forma muy heterogénea tras la administración de contraste iv.

La apariencia heterogénea de la imagen en T2 puede ser similar en los mielolipomas y carcinomas adrenales. Sin embargo, las lesiones malignas adrenales son muy raras y no suelen presentar disminución de la señal en la imagen de saturación grasa, ya que en el caso de que presenten grasa suele ser microscópica [Fig. 24](#). Además, las podemos diferenciar también gracias a las características del realce homogéneo y progresivo en el mielolipoma y, heterogéneo e intenso en el carcinoma adrenal [Fig. 25](#).

Lesiones renales

Angiomiolipoma: compuesto de vasos sanguíneos, grasa macroscópica [Fig. 13](#) y músculo liso, con riesgo de sangrado si son de gran tamaño. El componente graso lo podemos identificar mediante la disminución de la señal en las secuencias de saturación grasa o demostrando el halo hipointenso en la interfase con el riñón en la secuencia fuera de fase [Fig. 26](#). La principal dificultad diagnóstica la encontramos en los angiomiolipomas pobres en grasa (suele ocurrir en presencia de hemorragia intratumoral) y, por la presencia de pequeñas cantidades de grasa en algunos carcinomas de células renales (sobre todo la variedad de células claras, aunque también a veces en los tumores papilares). Ambas lesiones, angiomiolipomas pobres en grasa y carcinomas de células renales, son hipointensos en las secuencias T2. Gracias a las características del realce en los estudios dinámicos podremos establecer un diagnóstico, ya que el angiomiolipoma pobre en lípidos muestra un realce progresivo y homogéneo [Fig. 27](#), mientras que el carcinoma de células renales presenta un realce heterogéneo y con lavado [Fig. 28](#). Aunque la presencia de grasa macroscópica intratumoral es indicativa de angiomiolipoma, en casos raros pueden presentar un realce sospechoso con nódulos sólidos y necrosis (hallazgos sospechosos de malignidad). En estos casos se debe hacer biopsia.

Otras lesiones renales con grasa menos frecuentes son lipomas y liposarcomas.

Lesiones pancreáticas

Lipoma: tumor benigno, raro e incidental. Compuesto por grasa macroscópica, por lo que presenta disminución homogénea de la señal en las secuencias de saturación grasa y, halo hipointenso en las secuencias en fuera de fase en la interfase con el páncreas. No realzan con contraste iv. [Fig. 29](#).

Lipomatosis pancreática: es una acumulación de grasa microscópica en pacientes mayores o con fibrosis quística. Puede simular un adenocarcinoma, ya que veremos una imagen hipocaptante con mayor predisposición por la cabeza pancreática. El diagnóstico lo obtendremos gracias a la secuencia T1 en fuera de fase, ya que en la lipomatosis observaremos caída de la señal [Fig. 30](#).

Lesiones pélvicas:

Teratoma ovárico: es el tumor de células germinales más frecuente y el tumor ovárico benigno más frecuente en mujeres menores de 45 años. Existen tres variedades: quístico maduro, inmaduro y monodérmico.

La mayoría son teratomas quísticos maduros, también llamados quistes dermoides (son el 99% de los teratomas). Son tumores benignos y raramente presentan degeneración maligna. Están compuestos por tejido derivado de al menos dos capas de células germinales. Contienen grasa macroscópica detectada en las secuencias de saturación grasa. La presencia de grasa en una masa ovárica es diagnóstica de teratoma y, la distingue de otras lesiones hiperintensas en T1 como los endometriomas y quistes hemorrágicos [Fig. 5](#). Otros hallazgos frecuentes son un nivel líquido-grasa y nódulo mural de Rokitansky [Fig. 12](#) y [Fig.](#)

[31](#). Raramente, los teratomas quísticos maduros son pobres en lípidos y, en estos casos, los depósitos grasos los observaremos sólo en la secuencia en fase opuesta.

Los teratomas inmaduros son muy infrecuentes (1% de los teratomas), presentan cantidades más pequeñas de grasa, son más sólidos y más grandes que los teratomas maduros y, suelen contener calcificaciones groseras mal definidas. Tienen un comportamiento maligno.

Teratomas monodérmicos presentan únicamente un único tipo de tejido, como por ejemplo en el struma ovarii que contiene tejido tiroideo. No suelen contener grasa intratumoral.

Otras lesiones anexiales grasas más raras incluyen lipomas y lipoleiomiomas. Los tumores uterinos grasos incluyen lipomas, lipoleiomiomas y fibromiolipomas.

Lesiones retroperitoneales

Liposarcoma: es un tumor maligno mesenquimal que puede aparecer en cualquier región del cuerpo que contenga grasa. Histológicamente se clasifican en orden creciente de malignidad en bien diferenciado, mixoide, pleomórfico y de células redondas. Pueden contener múltiples subtipos histológicos en la misma lesión.

El liposarcoma bien diferenciado recuerda al lipoma, con intensidad de señal igual a la grasa, pero los septos internos son más gruesos, irregulares y nodulares que los que se observan en los lipomas. Estos septos muestran intensidad de señal similar al músculo y realzan intensamente tras la administración de contraste iv.

El liposarcoma mixoide es el subtipo más frecuente, hasta el 50% de todos los liposarcomas. Suelen ser lesiones heterogéneas. Ocasionalmente, los elementos grasos y de partes blandas se distribuyen homogéneamente produciendo una señal líquida, por lo que tienen un comportamiento hipointenso en T1 e hiperintenso en T2, por lo que recuerda a una lesión quística en estudios sin contraste, pero una inspección cuidadosa revela la existencia de regiones amorfas o lineales hiperintensas en T1 y señal intermedia en T2 indicativo de grasa intratumoral. Tras la administración de contraste muestran un realce lentamente progresivo y reticular y, revela la naturaleza sólida de estos tumores [Fig. 32](#).

El liposarcoma pleomórfico y de células redondas son tumores no grasos, heterogéneos y, por tanto, normalmente imposible de diferenciarlos de los sarcomas.

Otras entidades con grasa macroscópica que podemos encontrar en el retroperitoneo son lipomas, hibernomas, mielolipomas, angiomiolipomas, teratomas y hematopoyesis extramedular.

Lesiones del tracto gastrointestinal

Lipomas: son más frecuentes en el colon, seguidos del intestino delgado y estómago. Presentan una señal grasa homogénea y, a veces, aparecen septos internos hipointensos en T1 y T2 [Fig. 33](#). Una de las complicaciones más frecuentes es la **invaginación intestinal** en la cual también observamos grasa mesentérica entre las capas del intestino invaginado [Fig. 34](#).

Lesiones mesentéricas y omentales.

Apendagitis epiploica: los apéndices epiploicos son estructuras grasas pedunculadas que protruyen de la cara externa del colon en la cavidad peritoneal. Tienen tendencia a torsionarse produciendo infarto isquémico o hemorrágico que resulta en un proceso inflamatorio focal llamado apendicitis epiploica. Los hallazgos radiológicos son una lesión grasa ovalada paracólica (apéndice epiploico infartado), un anillo hiperdenso bien definido que rodea la lesión grasa (capa peritoneal visceral inflamada) y un punto central hiperdenso (vaso trombosado) [Fig. 35](#).

Infarto omental: es menos frecuente que la apendicitis epiploica y esto es debido a que el omento presenta abundante circulación colateral; en cualquier caso el borde libre derecho del omento tiene una menor vascularización, por lo que resulta más vulnerable. Consiste en una necrosis focal de la grasa abdominal, debido a isquemia del omento por torsión o por trombosis venosa. Es una masa ovalada bien delimitada de unos 5 cm, con intensidad de señal de la grasa aumentada y engrosamiento del peritoneo visceral y parietal al que suele adherirse [Fig. 36](#). El engrosamiento intestinal no existe o es mínimo.

Paniculitis mesentérica: es una inflamación de la grasa mesentérica de etiología desconocida. Los hallazgos incluyen aumento de intensidad de señal de aspecto brumoso, típicamente con predilección por el mesenterio yeyunal, con márgenes bien delimitados y relativa preservación de la grasa perivascular [Fig. 37](#).

Imágenes en esta sección:

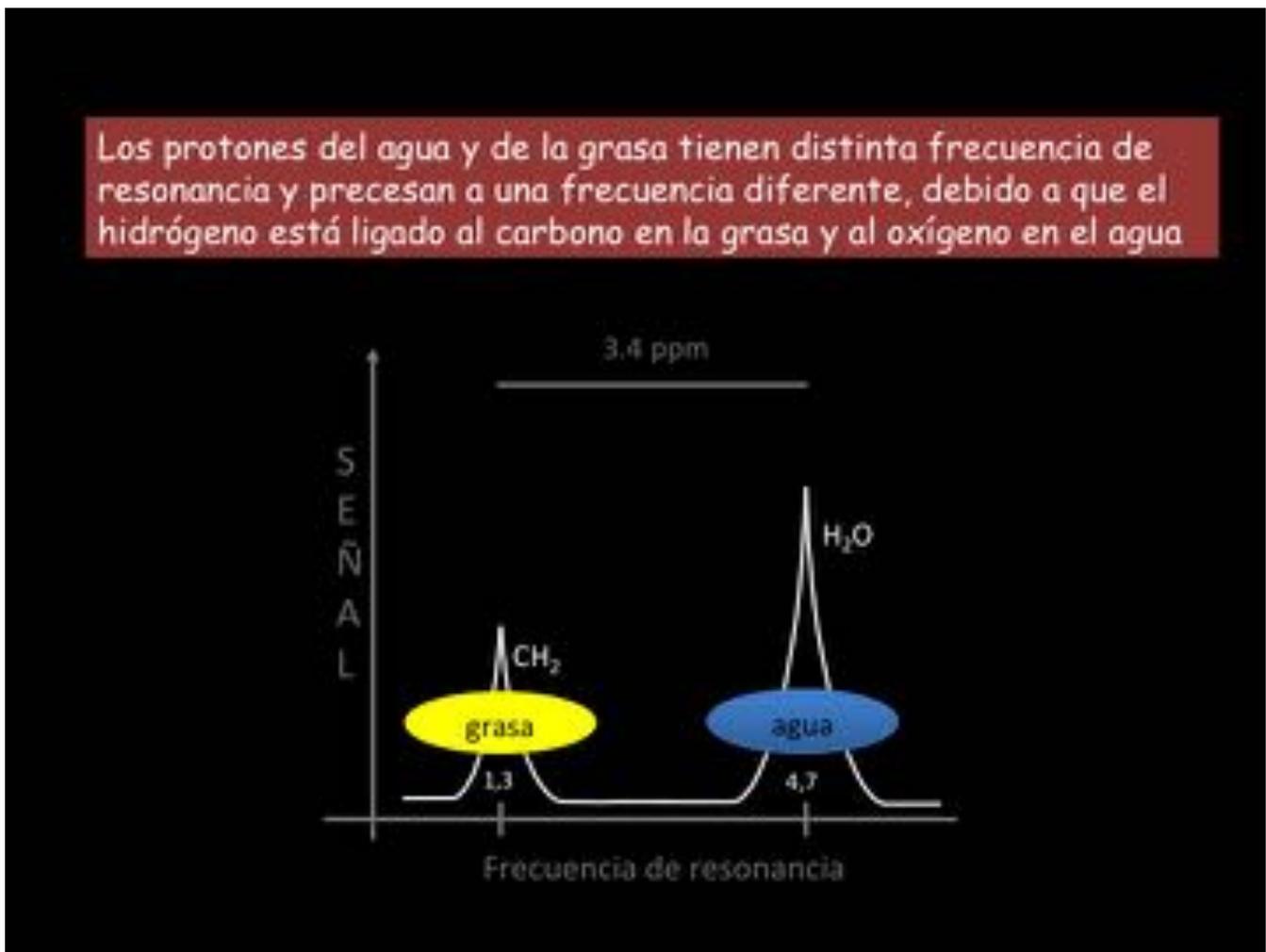


Fig. 1: Frecuencia de resonancia de los protones del agua y de la grasa.

Secuencia con saturación grasa

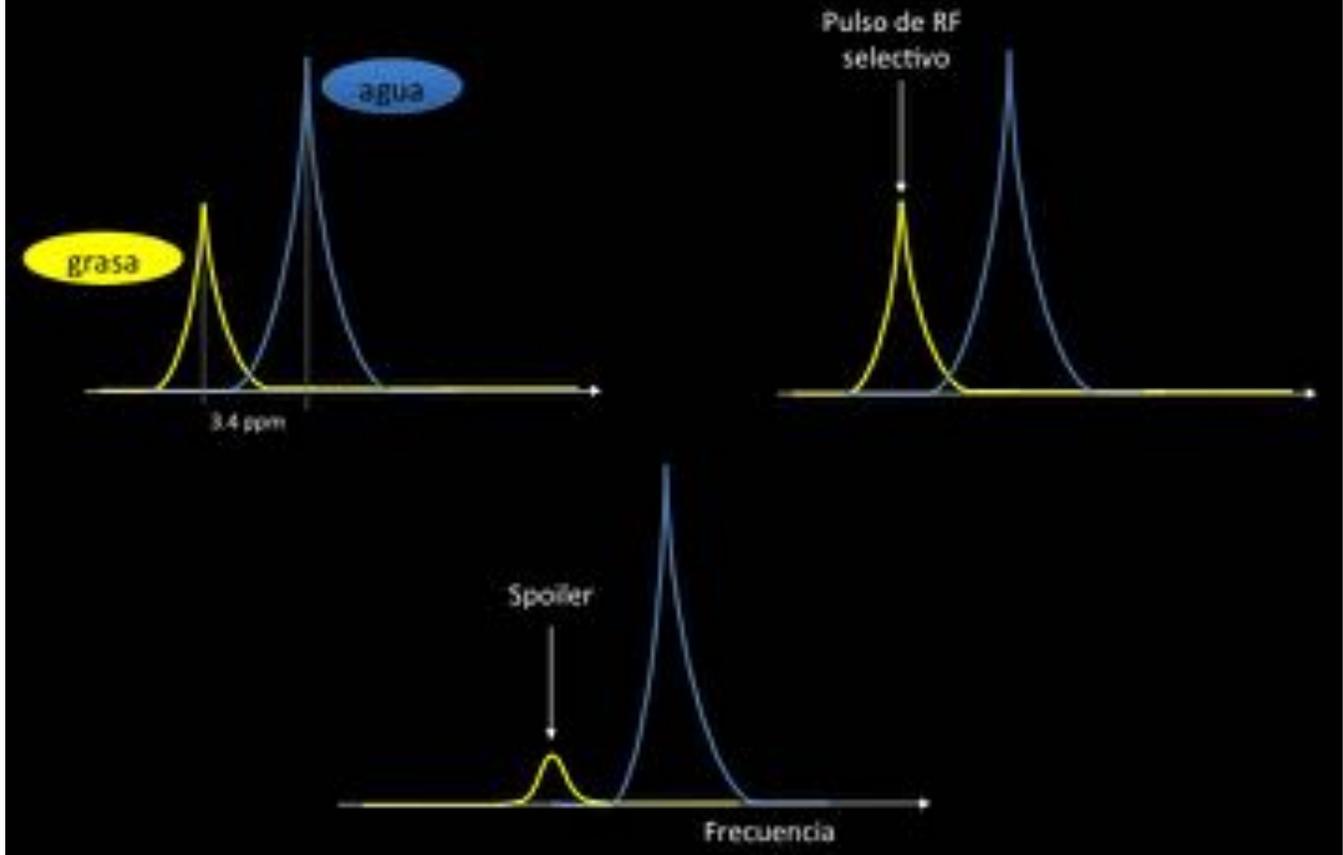


Fig. 2: Fundamentos físicos de la secuencia con saturación grasa. Se aplica un pulso selectivo con la frecuencia de precesión de la grasa desplazando la magnetización longitudinal de la grasa al plano transversal. Inmediatamente después se aplica el siguiente pulso de radiofrecuencia que completa el TR, donde la grasa prácticamente no ha tenido recorrido longitudinal, mientras que el agua ha podido seguir relajándose y tiene mayor componente longitudinal, lo que contribuirá a una mayor señal.



Fig. 3: Lesiones abdominopélvicas detectadas en la secuencia con saturación grasa.

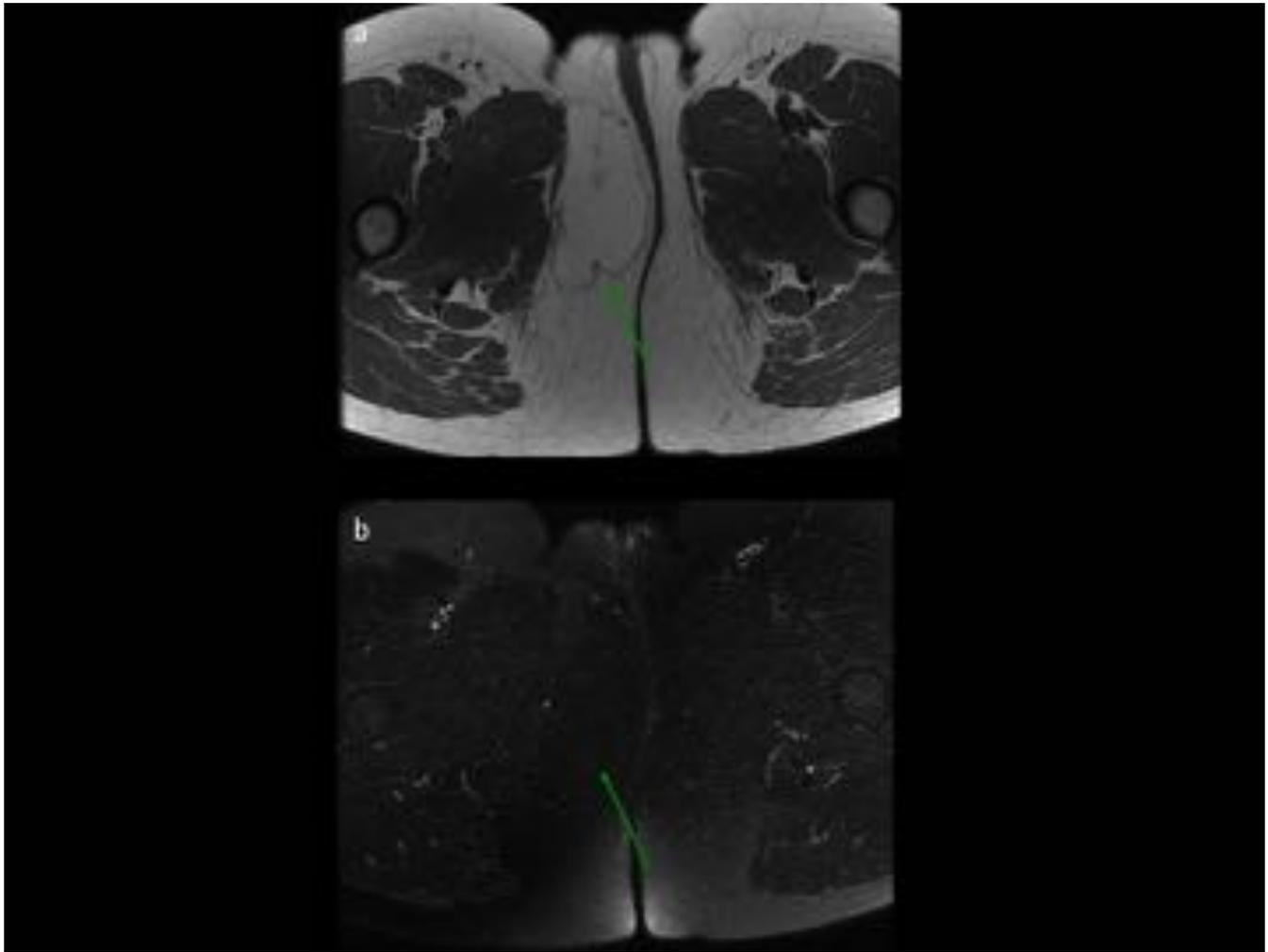


Fig. 4: Secuencia con saturación grasa. Lipoma perineal. Lesión hiperintensa y encapsulada en la secuencia T2 (a) con anulación de su señal en la secuencia T2 con saturación grasa (b) que indica la presencia de grasa macroscópica.

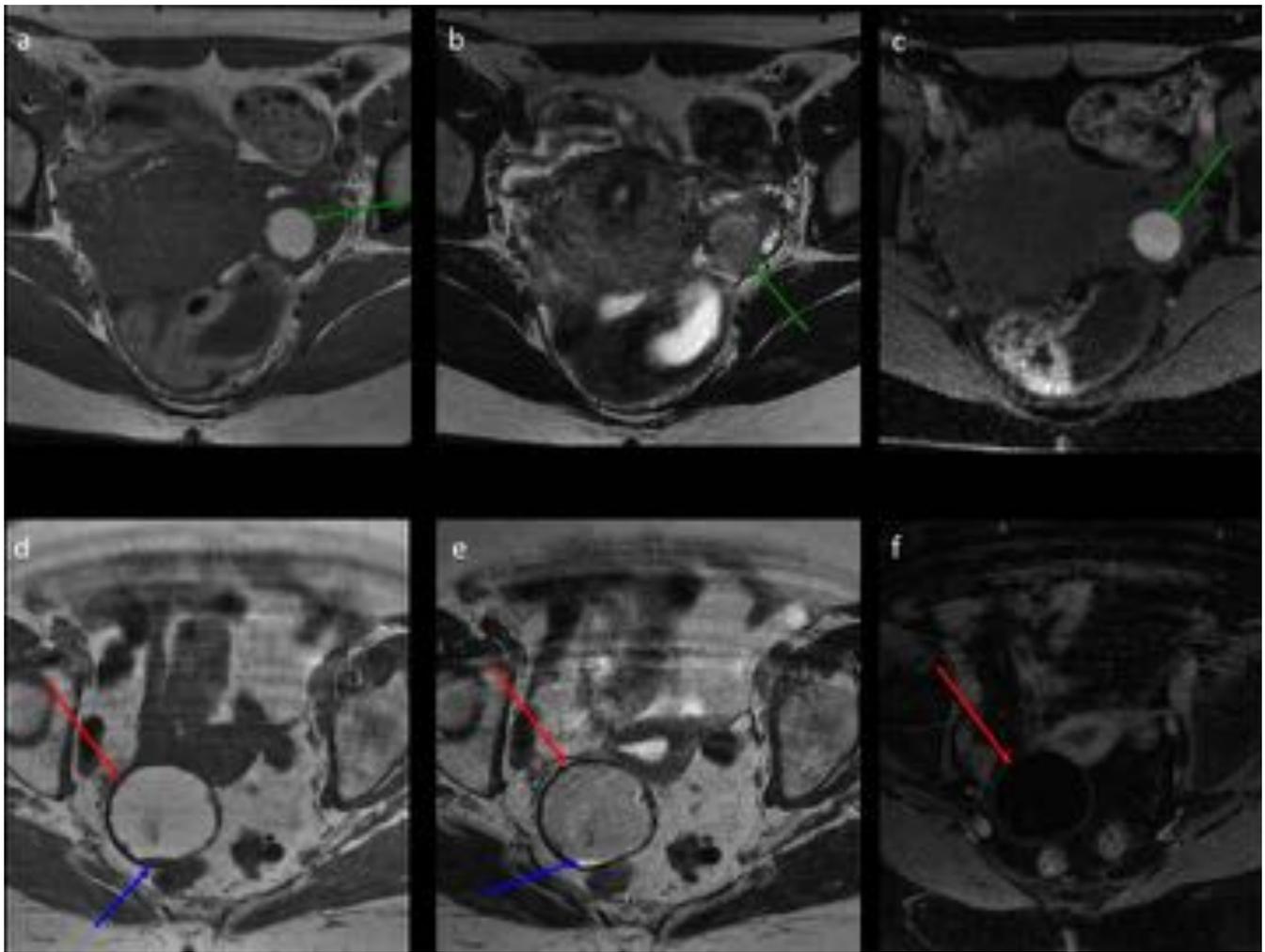


Fig. 5: Saturación grasa en la pelvis. Endometrioma (flechas verdes en a, b y c). Lesión hiperintensa en T1 (a), hipointensa en T2 (b) secundario a hemorragia crónica. En T1 con saturación grasa (c) la lesión continua hiperintensa debido a la presencia de sangrado. Teratoma (flechas rojas en d, e y f). Lesión hiperintensa en T1 (d) y T2 (e), hipointensa en T1 con saturación grasa (f) que refleja el contenido graso. Nivel líquido-grasa (flechas azules en d y e) característico de los teratomas.

Secuencia en fase y fuera de fase

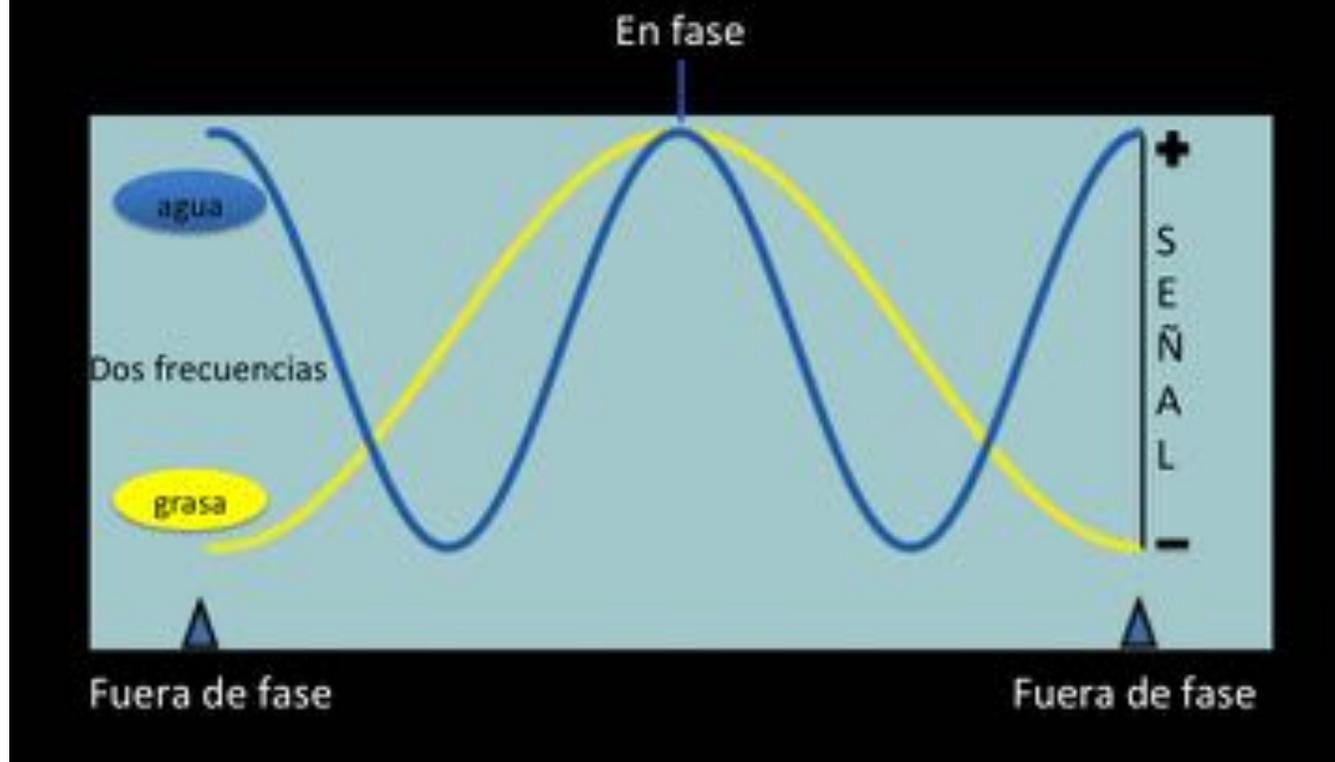


Fig. 6: Fundamentos físicos de la secuencia T1 en fase y fuera de fase. Al aplicar un pulso de RF el vector de magnetización transversal está en fase porque tanto los protones del agua como los protones de la grasa tienen la misma orientación (mayor señal). Al tener los protones de grasa y agua una frecuencia de precesión diferente, al cabo de un tiempo (tiempo de eco) sus vectores estarán en sentido opuesto (fuera de fase) y el vector suma resultante será de menor magnitud (menor señal).

Secuencia en fase y fuera de fase

↓
Detectan lesiones que muestran grasa coexistiendo con agua

Neoplasias con predominio de grasa microscópica

Adenoma hepático

Hepatocarcinoma

Adenoma adrenal

Carcinoma adrenal

Procesos no neoplásicos con predominio de grasa microscópica

Esteatosis hepática

Fig. 7: Lesiones abdominopélvicas detectadas en la secuencia en fase y fuera de fase.

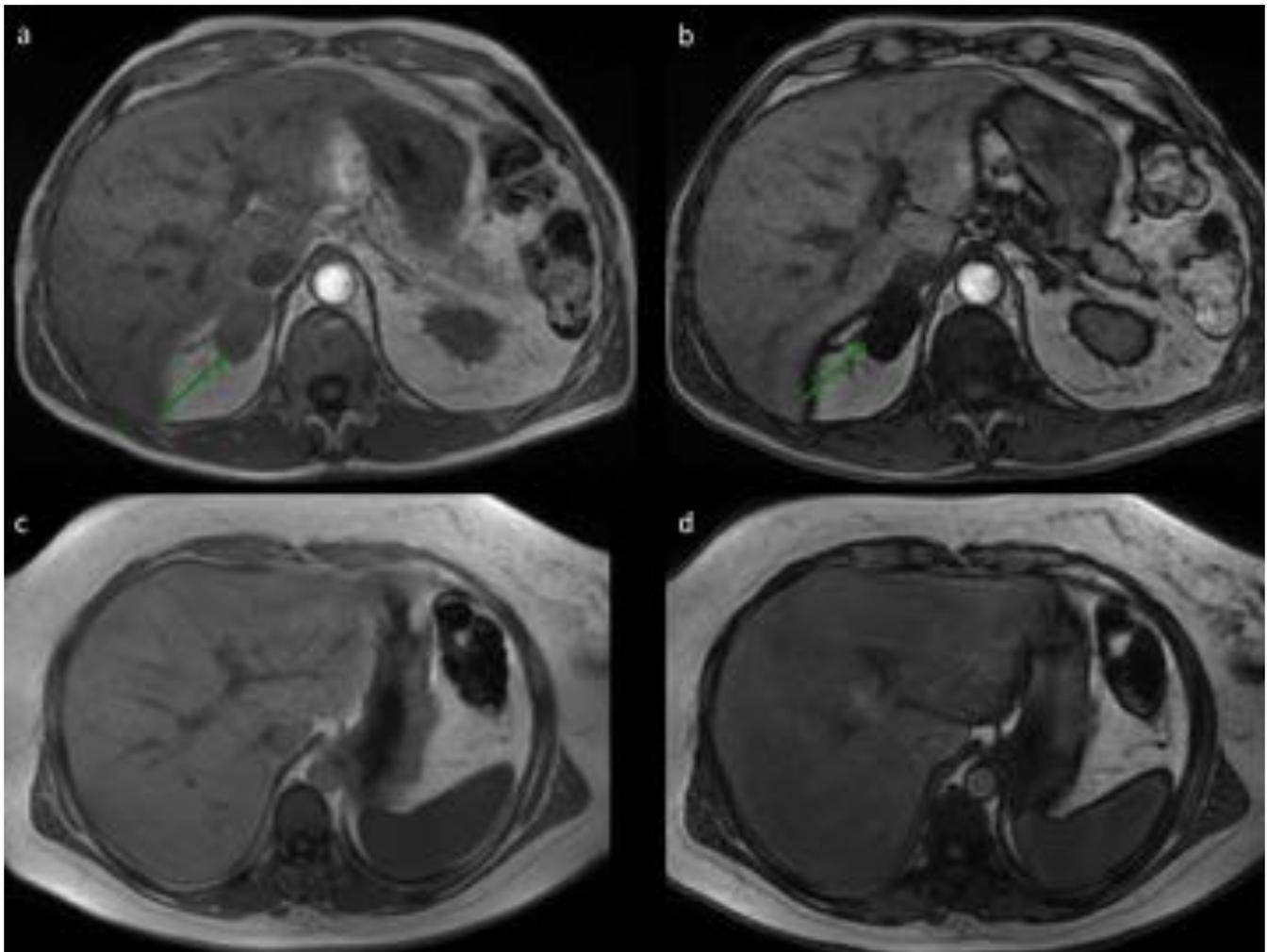


Fig. 8: Secuencias T1 en fase y fuera de fase. Adenoma adrenal (a y b). Nódulo adrenal derecho con caída de la señal en la secuencia T1 en fuera de fase (b) respecto a la secuencia T1 en fase (a), que confirma la presencia de grasa microscópica característica del adenoma. Esteatosis hepática difusa (c y d). Disminución difusa de la intensidad de señal del hígado en la secuencia T1 en fuera de fase (d) respecto a la secuencia T1 en fase (c) debido a la infiltración grasa hepática.

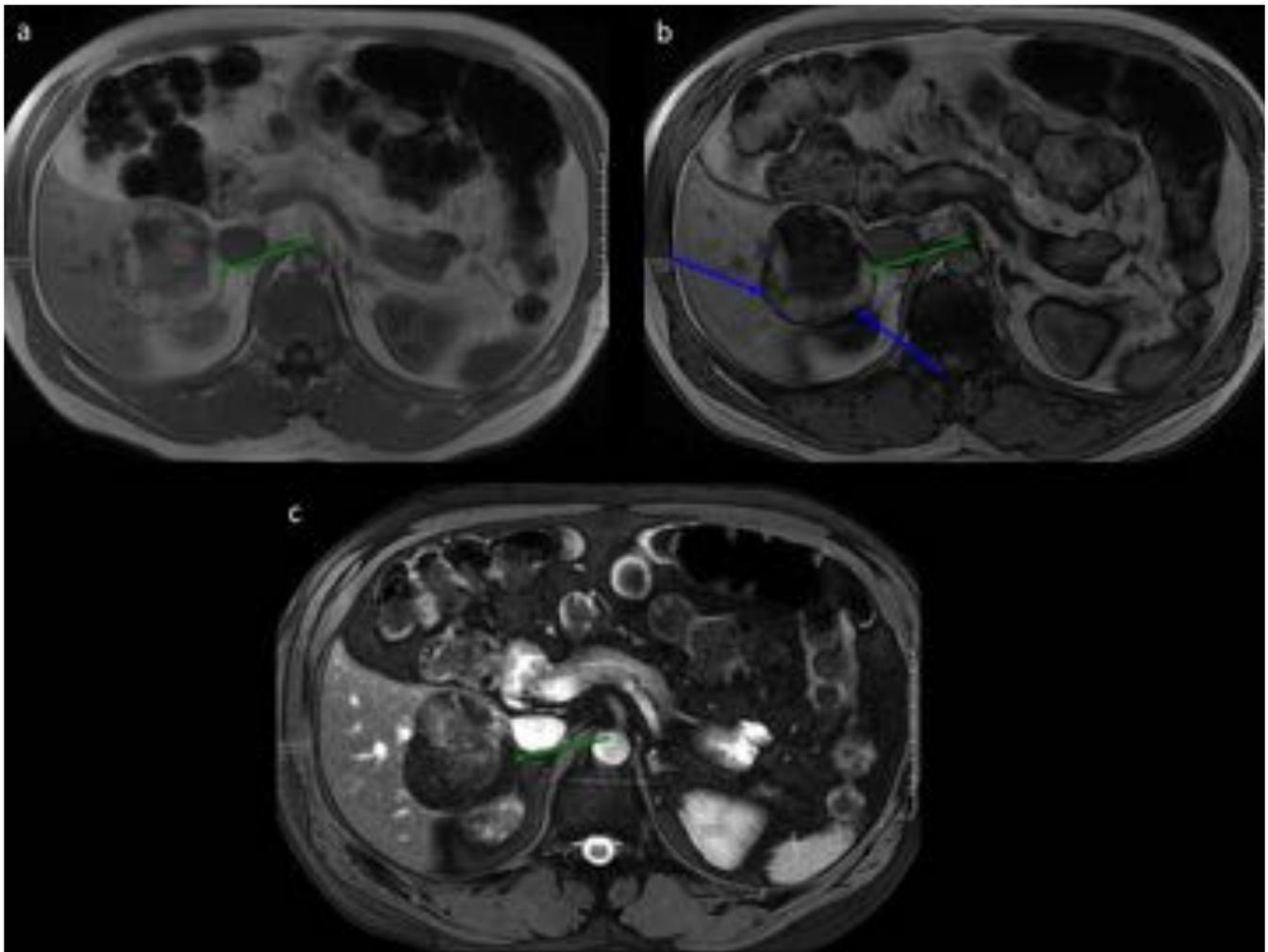


Fig. 9: Artefacto en tinta china de la secuencia fase/fuera de fase. Angiomiolipoma hepático. Lesión heterogénea con periferia hiperintensa en secuencias en fase (a) y fuera de fase (b) hipointensa en T2 con saturación grasa (c) (flechas verdes en a, b y c). Artefacto en tinta china en fuera de fase (b) en la interfase de la lesión con el hígado y el riñón (flechas azules en b) (interfase grasa-agua) permaneciendo hiperintensa la periferia de la lesión, por lo que corresponde a grasa macroscópica.

Secuencia LAVA Flex: dos puntos Dixon

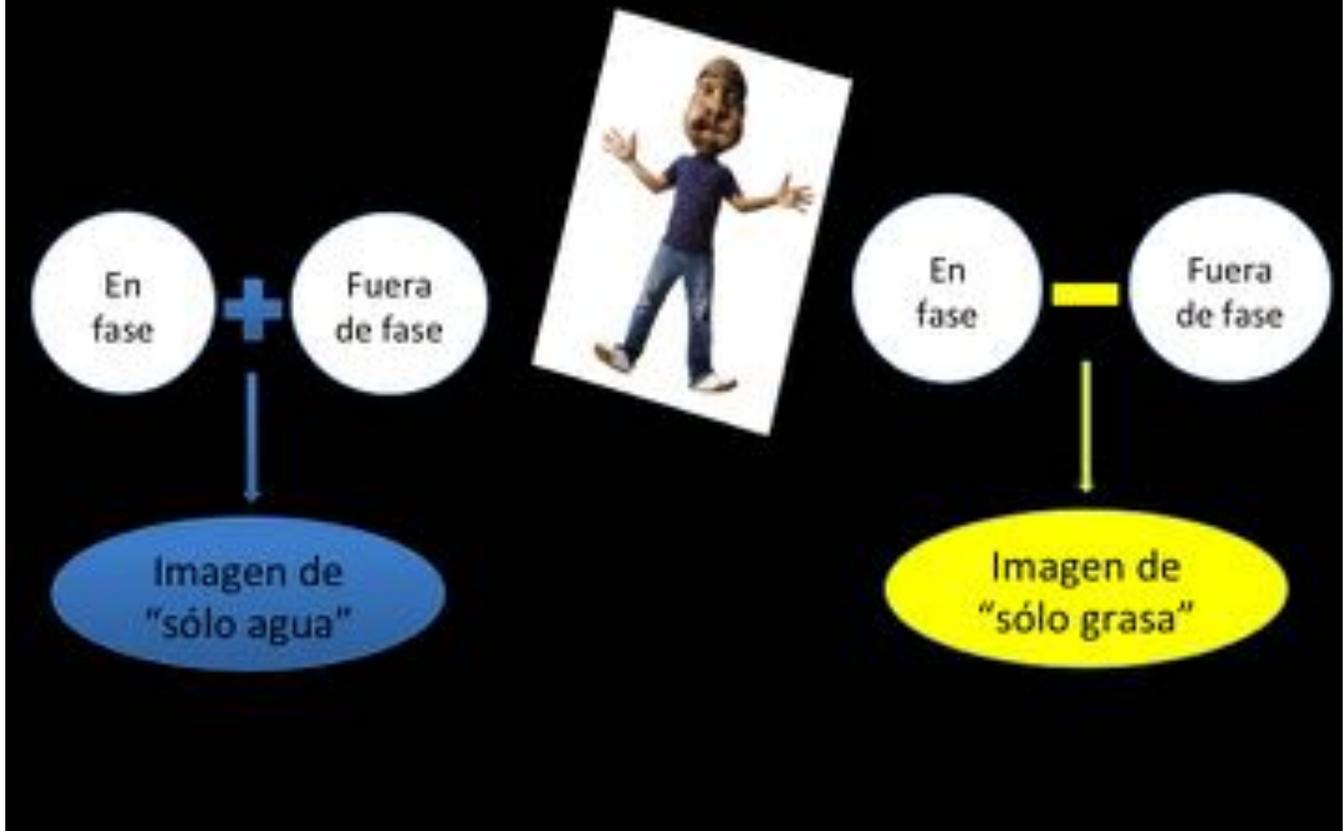


Fig. 10: Fundamentos físicos de la secuencia LAVA Flex. Genera las imágenes de “sólo agua” o “sólo grasa” a partir de los datos brutos de las secuencias en fase y fuera de fase sin tiempo adicional de escaneo, en una sola adquisición en apnea de aproximadamente 20 segundos de duración.

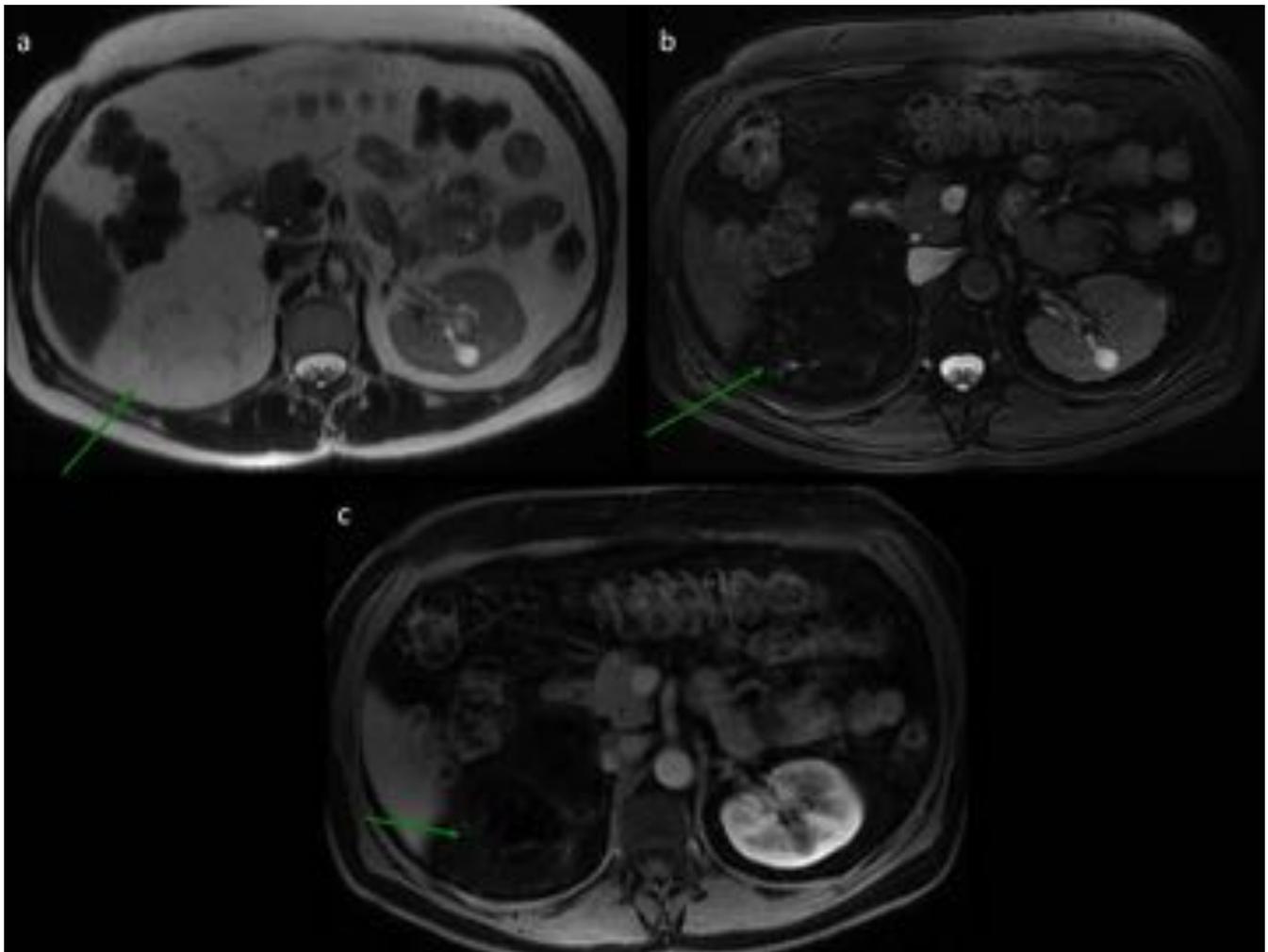


Fig. 11: Saturación grasa homogénea de la secuencia LAVA Flex. Mielolipoma adrenal. Lesión hiperintensa y heterogénea en la glándula adrenal derecha en la secuencia T2 (a) con pérdida de su señal en la secuencia T2 con saturación grasa (b). En la imagen de “sólo agua” de la secuencia LAVA Flex con contraste iv (c) observamos la excelente saturación grasa de la lesión, más homogénea que en la secuencia convencional de saturación grasa (b).

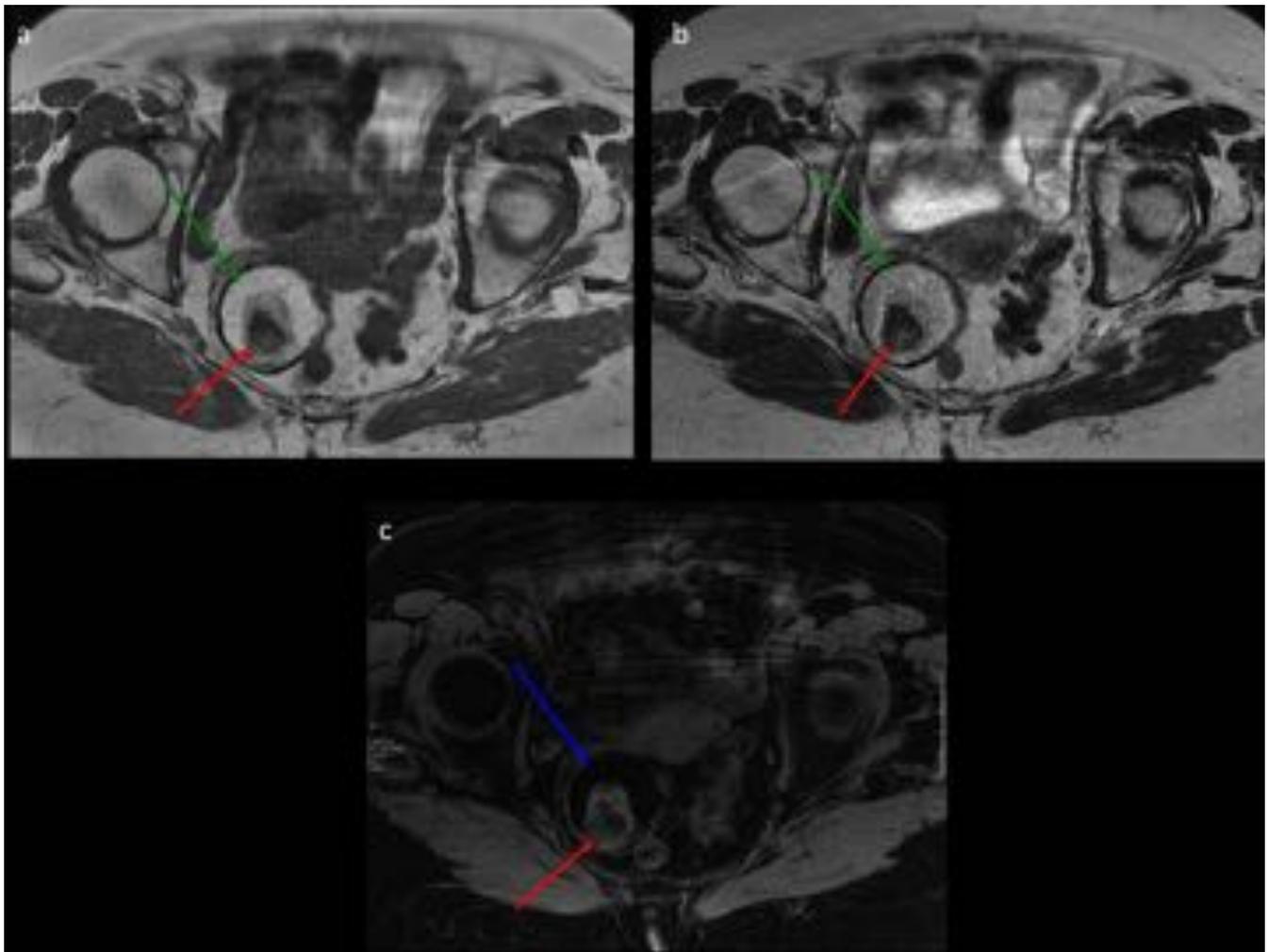


Fig. 12: Aplicación de la imagen de “sólo agua” de LAVA Flex. Teratoma. Lesión anexial derecha hiperintensa en T1 (a) y T2 (b) (flechas verdes en a y b). No disponíamos de una secuencia T1 con saturación grasa precontraste, sin embargo, la imagen de “sólo agua” de LAVA Flex (c) sirve como una imagen de saturación grasa y nos permite diagnosticar el contenido graso del teratoma al observar la pérdida de su señal (flecha azul en c). Nódulo de Rokitansky (flechas rojas en a, b y c).

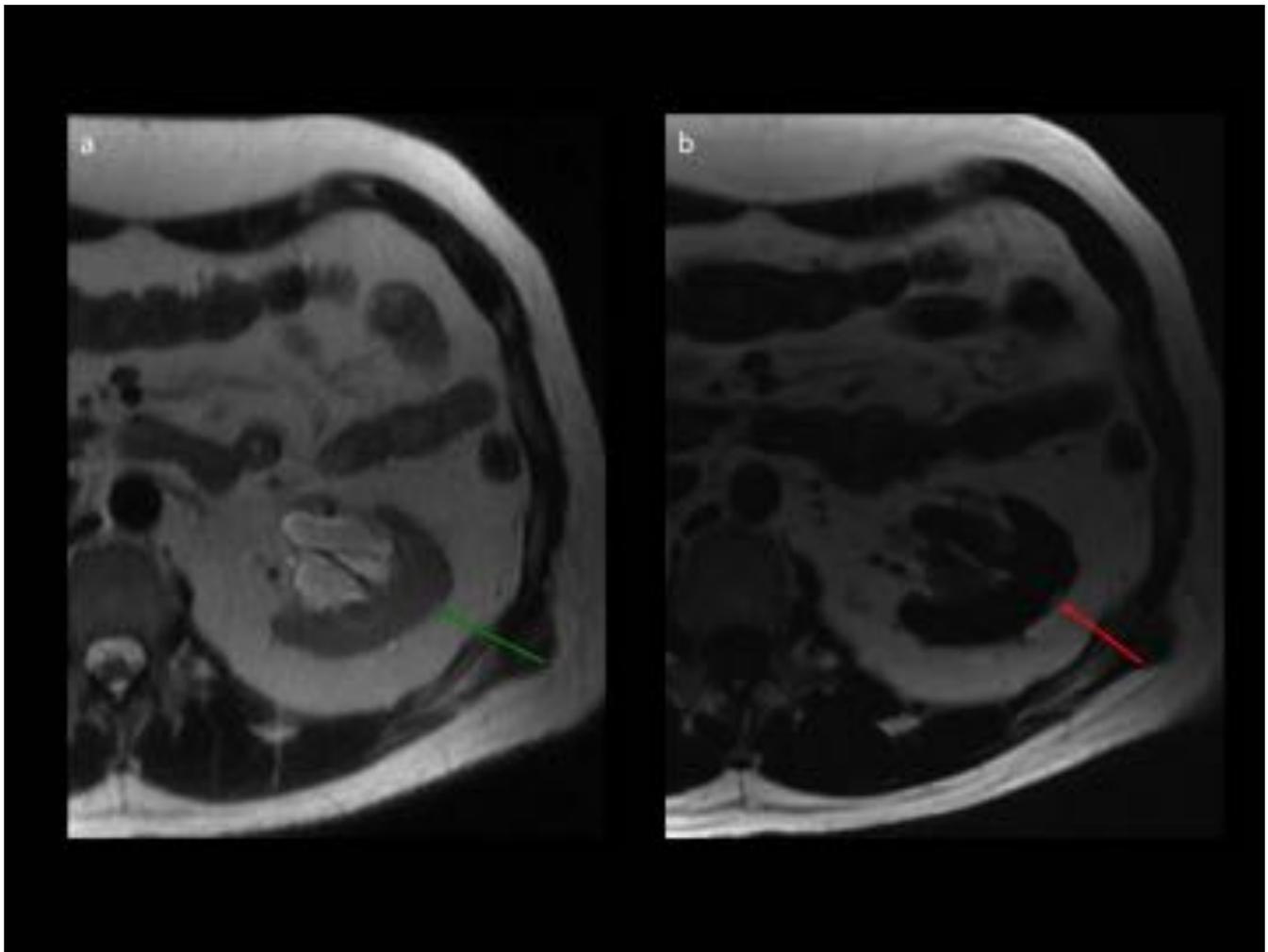


Fig. 13: Aplicación de la imagen de “sólo grasa” de LAVA Flex. Angiomiolipoma renal. Lesión cortical renal izquierda de pequeño tamaño, mal visualizada en T2 (flecha verde en a) ya que se confunde con la grasa perirrenal. En la imagen “sólo grasa” precontraste LAVA Flex se observa con mayor definición la hiperintensidad de señal de la lesión (flecha roja en b) confirmando la existencia de grasa ya que contrasta intensamente con la hipointensidad de señal del riñón.

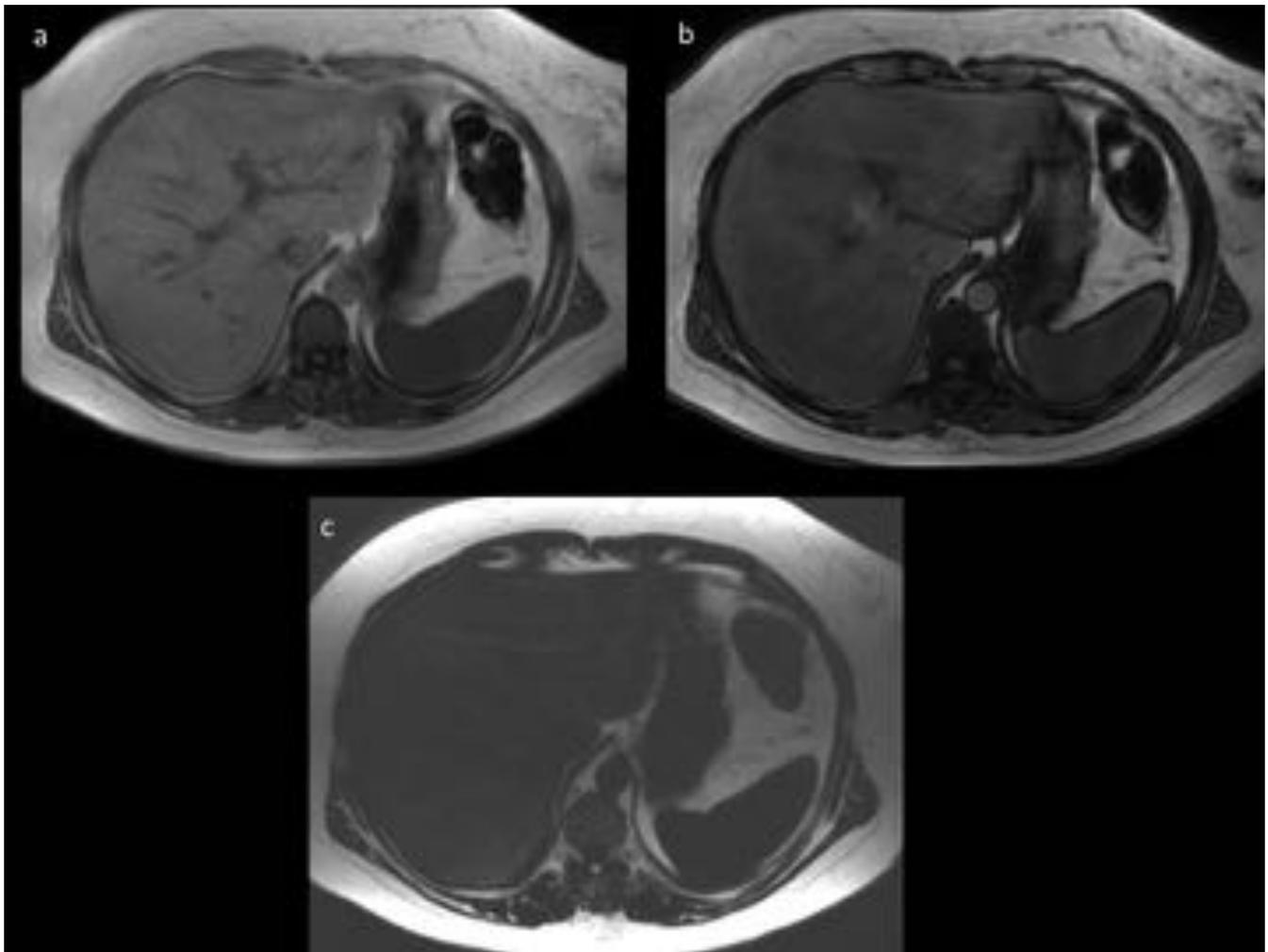


Fig. 14: Esteatosis hepática difusa. Se observa caída de la señal del parénquima hepático en la secuencia T1 en fuera de fase (b) respecto a la secuencia T1 en fase (a) que indica infiltración por grasa microscópica. En la imagen de “sólo grasa” de la secuencia LAVA Flex del estudio dinámico (c) observamos un aumento difuso de la señal del hígado respecto al bazo que indica la presencia de grasa.

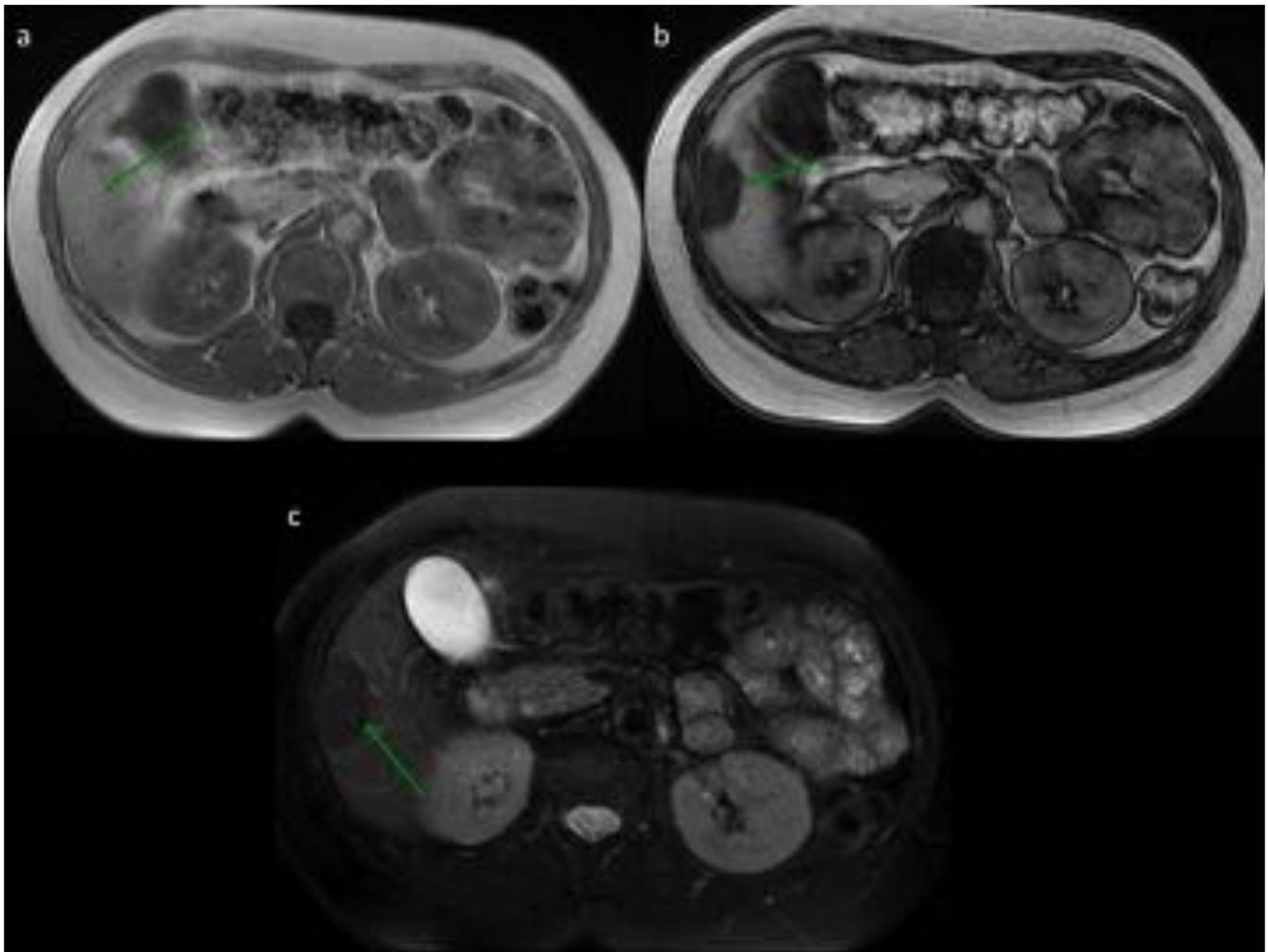


Fig. 15: Esteatosis hepática focal. Lesión hepática nodular hiperintensa en la secuencia T1 en fase (a), con anulación de su señal en la secuencia T1 en fuera de fase (b) y en la secuencia T2 con saturación grasa (c), indicando que la lesión corresponde a infiltración grasa focal del hígado.

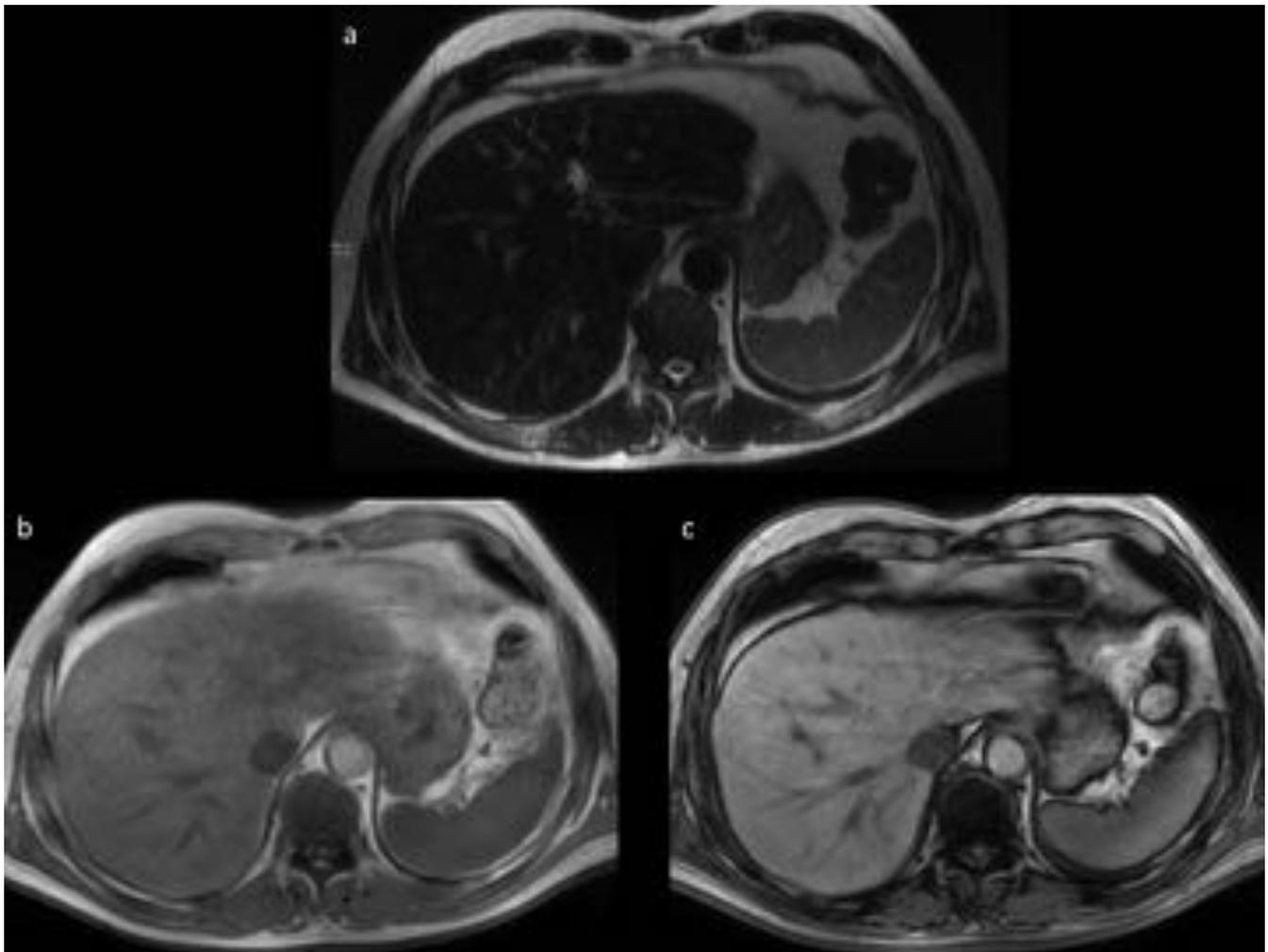


Fig. 16: Hemocromatosis. Marcada disminución difusa de la intensidad de señal del hígado debido al depósito de hierro en la secuencia T2 (a). En la secuencia T1 en fase (b), observamos una disminución de la intensidad de señal del hígado respecto a la secuencia T1 en fuera de fase (c), al contrario de lo que ocurre en la esteatosis debido a que en este caso existe un exceso de hierro y no de grasa.

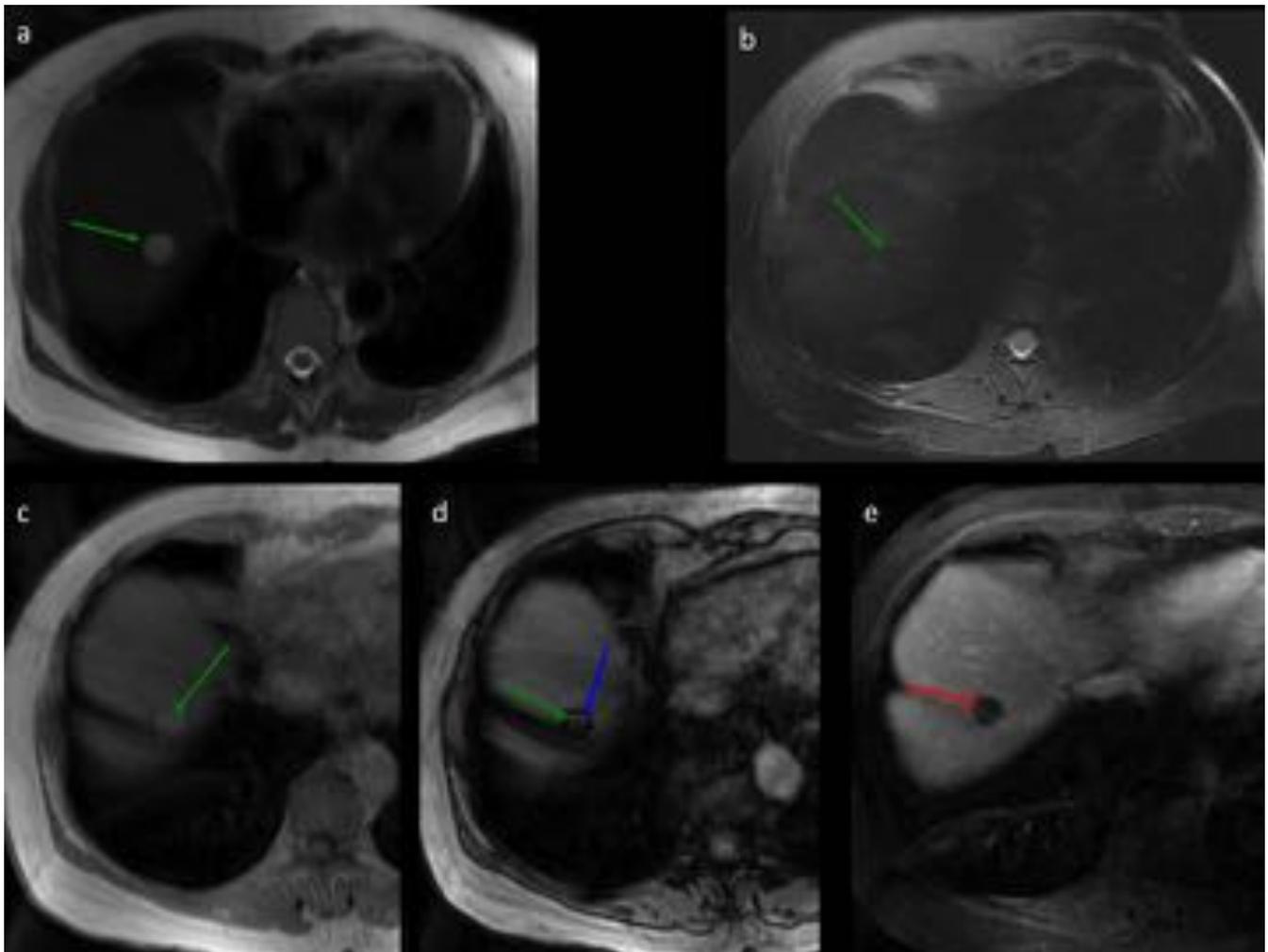


Fig. 17: Pseudolipoma hepático. Lesión subcapsular hepática hiperintensa en T2 (flecha verde en a) con pérdida de su señal en T2 con saturación grasa (flecha verde en b) debido a la presencia de grasa macroscópica. Presenta un comportamiento hiperintenso en T1 en fase y fuera de fase (flechas verdes en c y d) con halo hipointenso (flecha azul en d) en fuera de fase debido a la interfase de la lesión y el hígado (interfase grasa-agua)). No realza con contraste iv (flecha roja en e).

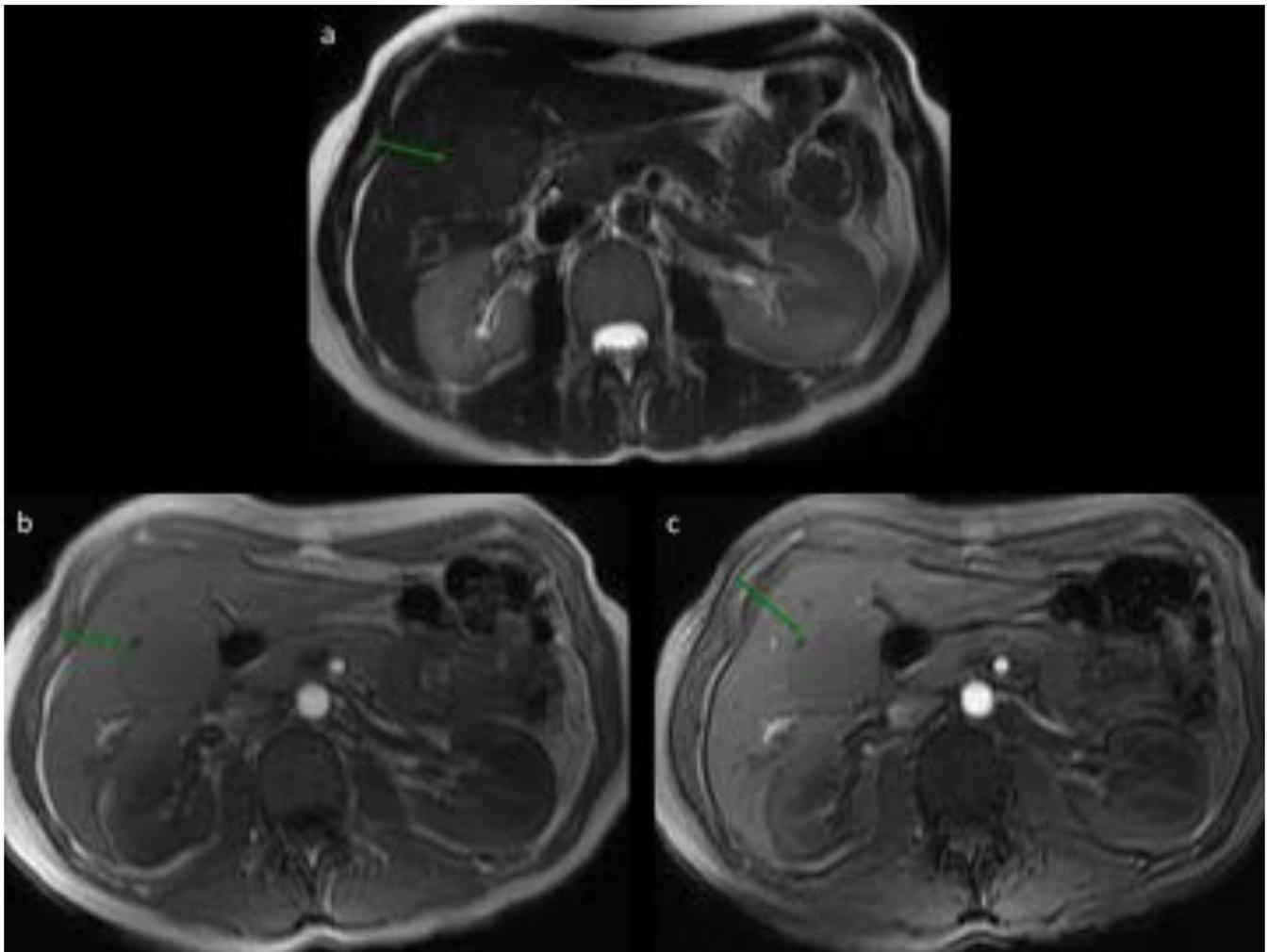


Fig. 18: Adenoma hepático. Lesión focal discretamente hiperintensa en secuencia T2 (a). Se observa leve caída homogénea de la señal en la secuencia T1 en fuera de fase (c) respecto a la secuencia T1 en fase (b), debido a la presencia de grasa microscópica.

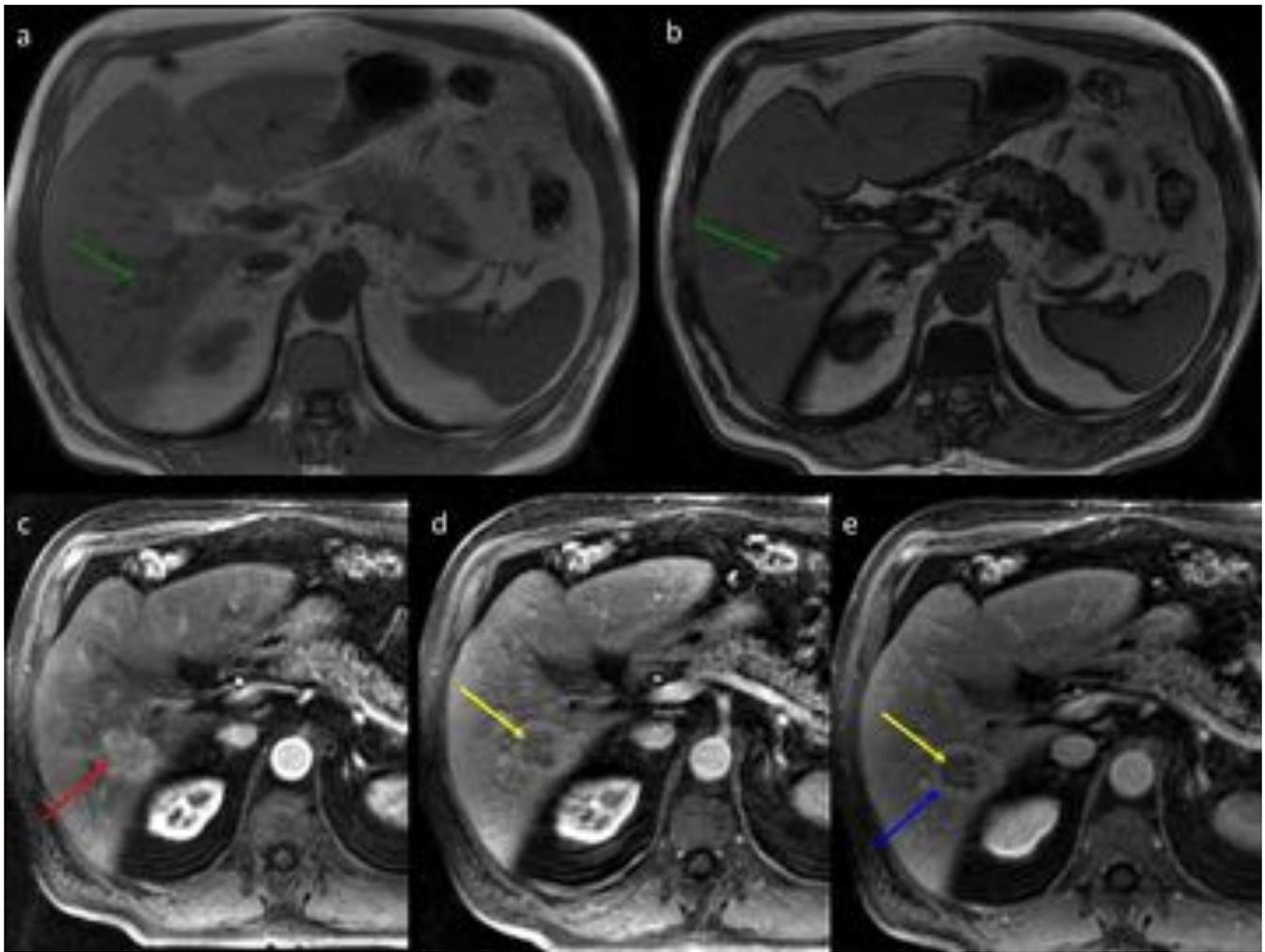


Fig. 19: Hepatocarcinoma. Lesión focal hepática (flechas verdes en a y b) con caída de la señal de forma parcheada en la secuencia T1 en fuera de fase (b) respecto a la secuencia T1 en fase (a) indicando la presencia de grasa microscópica. En el estudio dinámico con contraste iv se observa realce arterial precoz (flecha roja en c), con lavado en fases posteriores (flechas amarillas en d y e) y formación de pseudocápsula (flecha azul e).

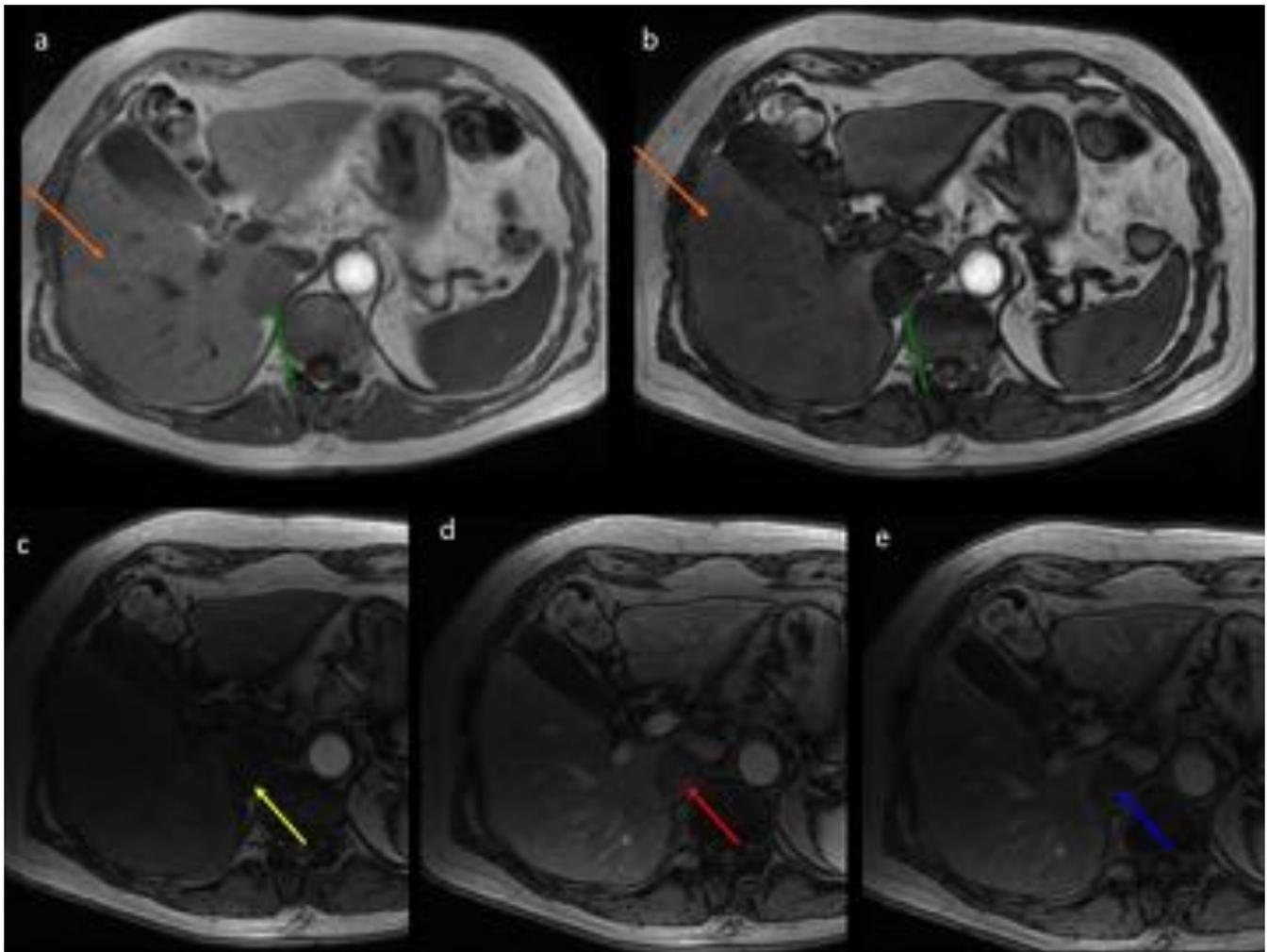


Fig. 20: Adenoma adrenal. Nódulo adrenal derecho con caída de la señal en fuera de fase (flecha verde en b) respecto a la secuencia en fase (flecha verde en a). En las imágenes “fuera de fase” de LAVA Flex con contraste iv (c, d y e) observamos el realce precoz (flecha roja en d) y lavado posterior (flecha azul en e), gracias a la cancelación completa de la señal en la secuencia precontraste (flecha amarilla en c). Esteatosis hepática difusa (flechas naranjas en a y b).

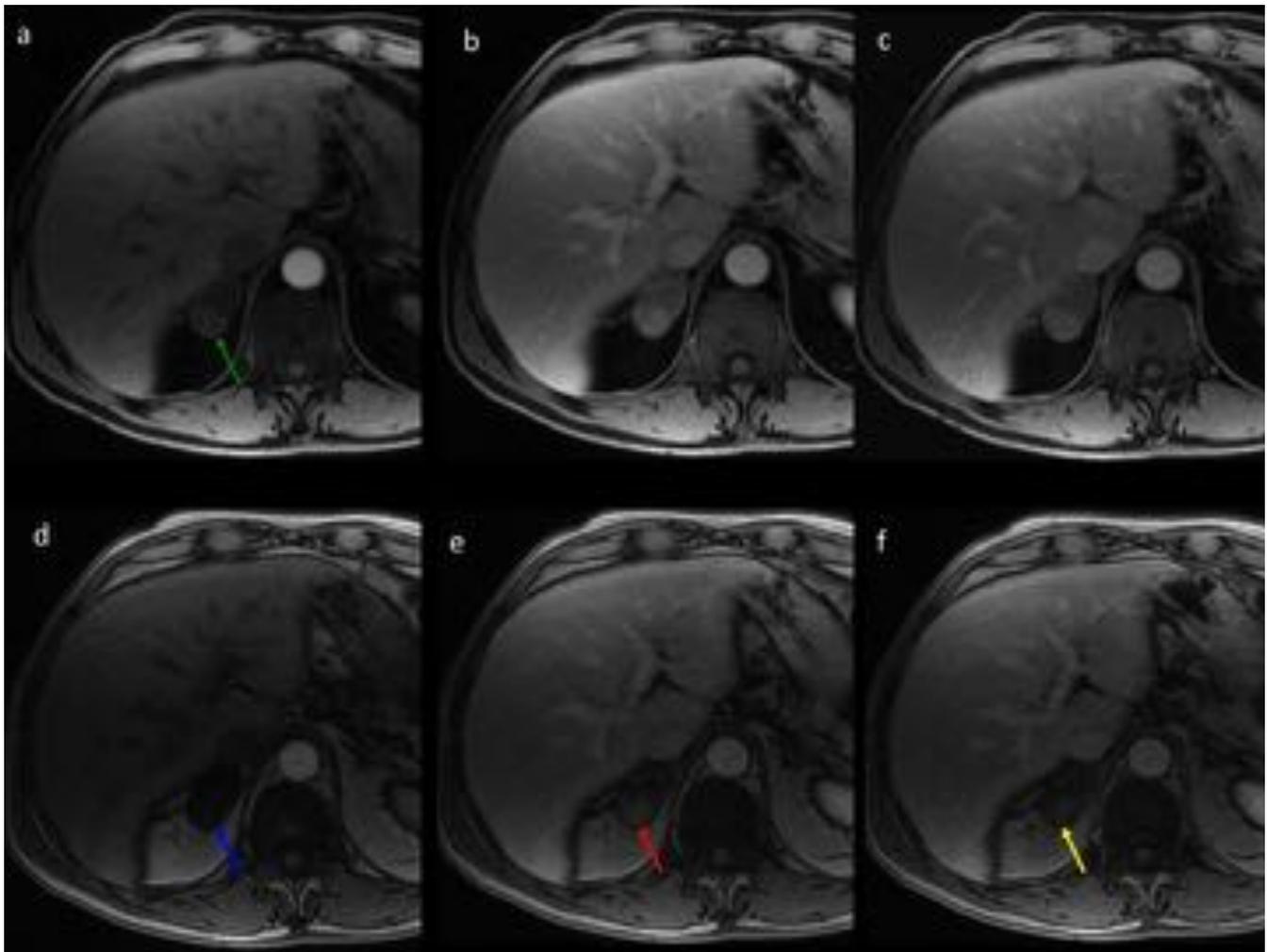


Fig. 21: Adenoma adrenal. Estudio dinámico con contraste iv LAVA Flex. En las imágenes de “sólo agua” (a, b y c), al no tener una anulación completa de la señal en la imagen precontraste (flecha verde en a) resulta más difícil delimitar las zonas con realce. Con las imágenes en “fuera de fase” (d, e y f) podemos delimitar la zona con realce precoz (flecha roja en e) y lavado posterior (flecha amarilla en f), gracias a la anulación completa de la señal en la secuencia precontraste (flecha azul en d).

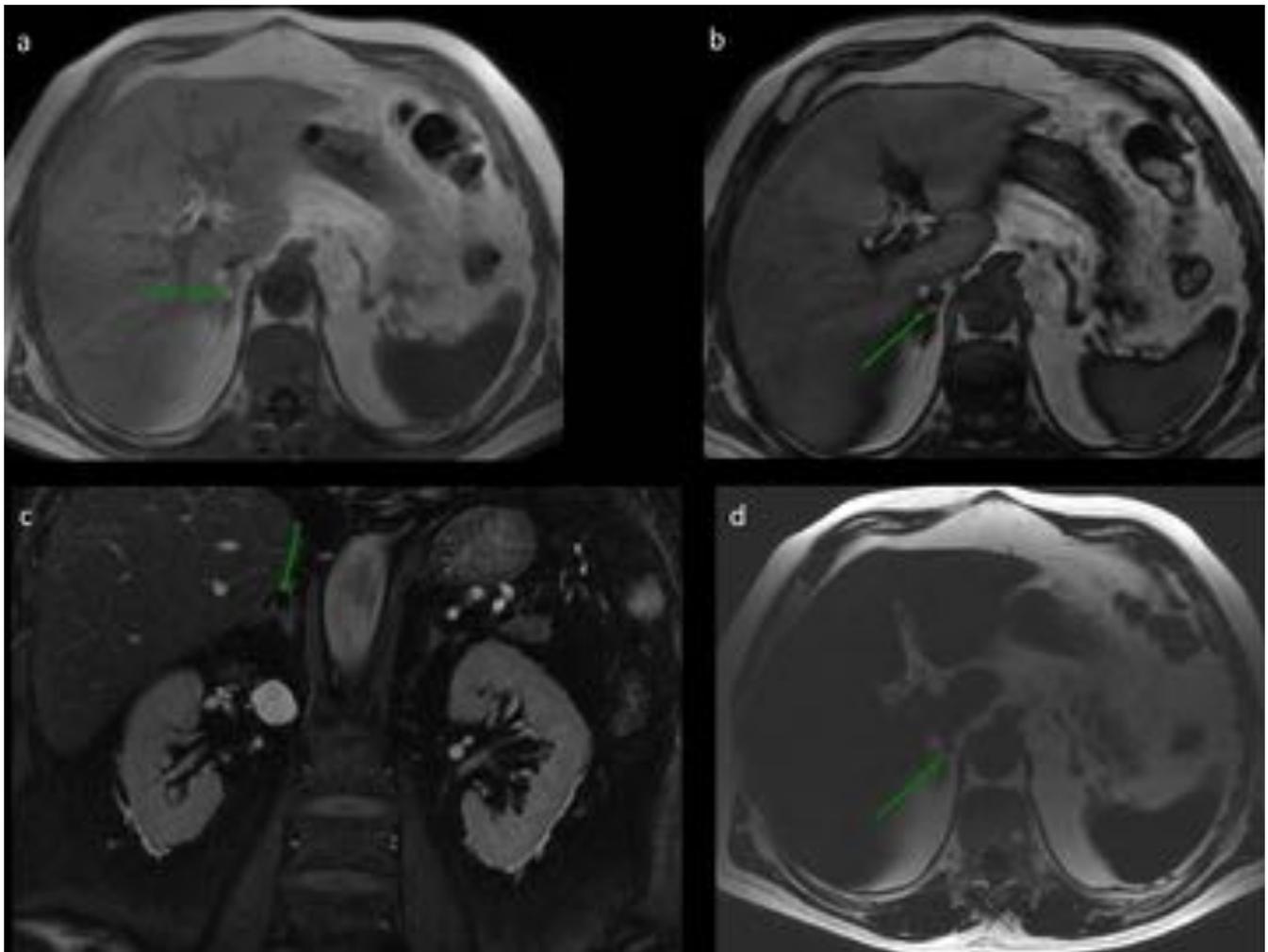


Fig. 22: Mielolipoma adrenal. Nódulo adrenal derecho hiperintenso en secuencias T1 en fase (a) y en fuera de fase (b) que descarta la existencia de grasa microscópica. En la imagen coronal en T2 con saturación grasa (c) muestra hipointensidad de señal de dicho nódulo lo que indica grasa macroscópica compatible con mielolipoma. La imagen “sólo grasa” precontraste del estudio dinámico LAVA Flex confirma la existencia de grasa macroscópica en dicho nódulo (d).

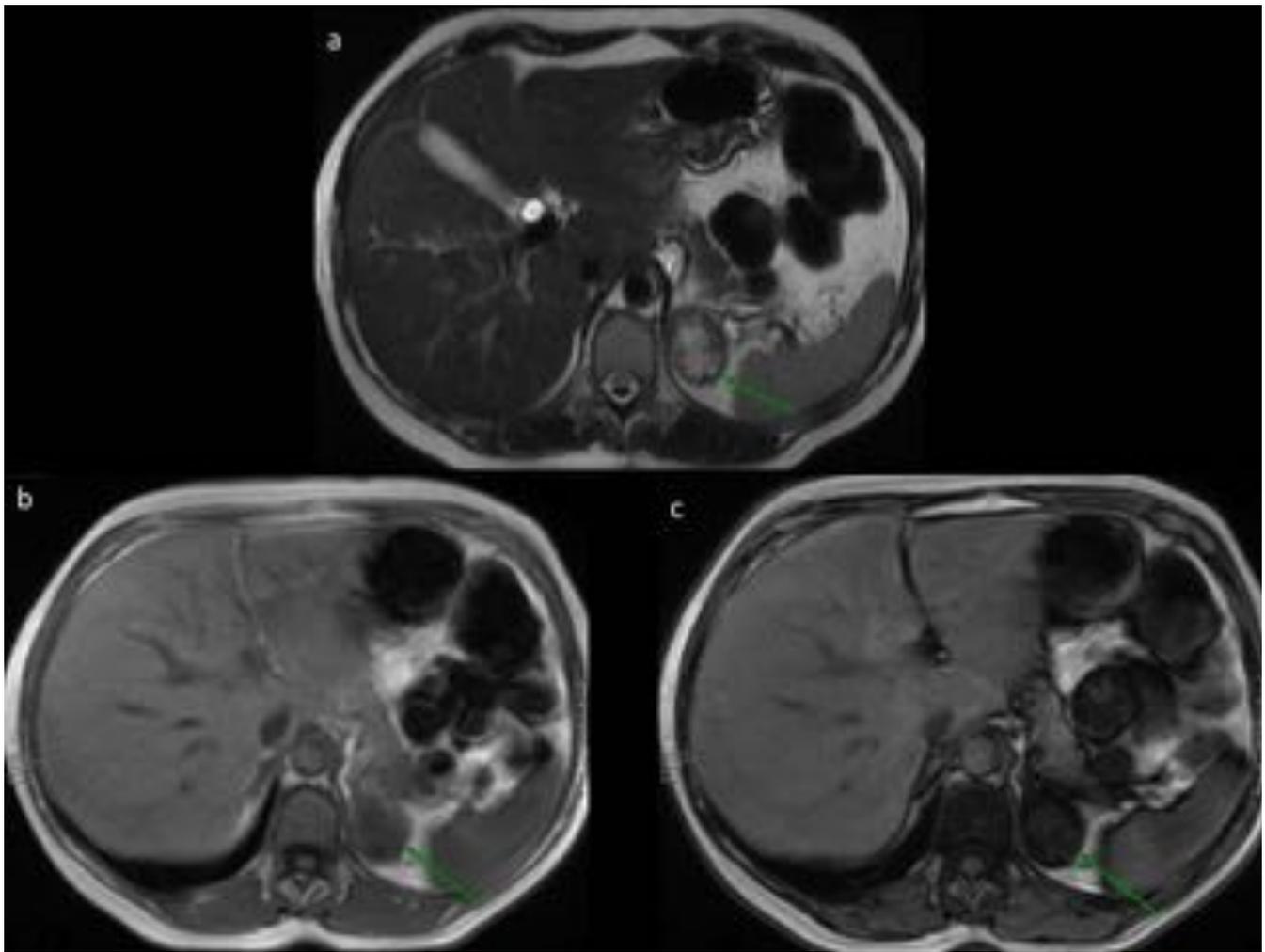


Fig. 23: Carcinoma adrenal. Lesión adrenal izquierda de intensidad de señal heterogénea en la secuencia T2 (a), con caída de la señal en la secuencia T1 en fuera de fase (c), respecto a la secuencia T1 en fase (b) que indica la presencia de grasa microscópica.

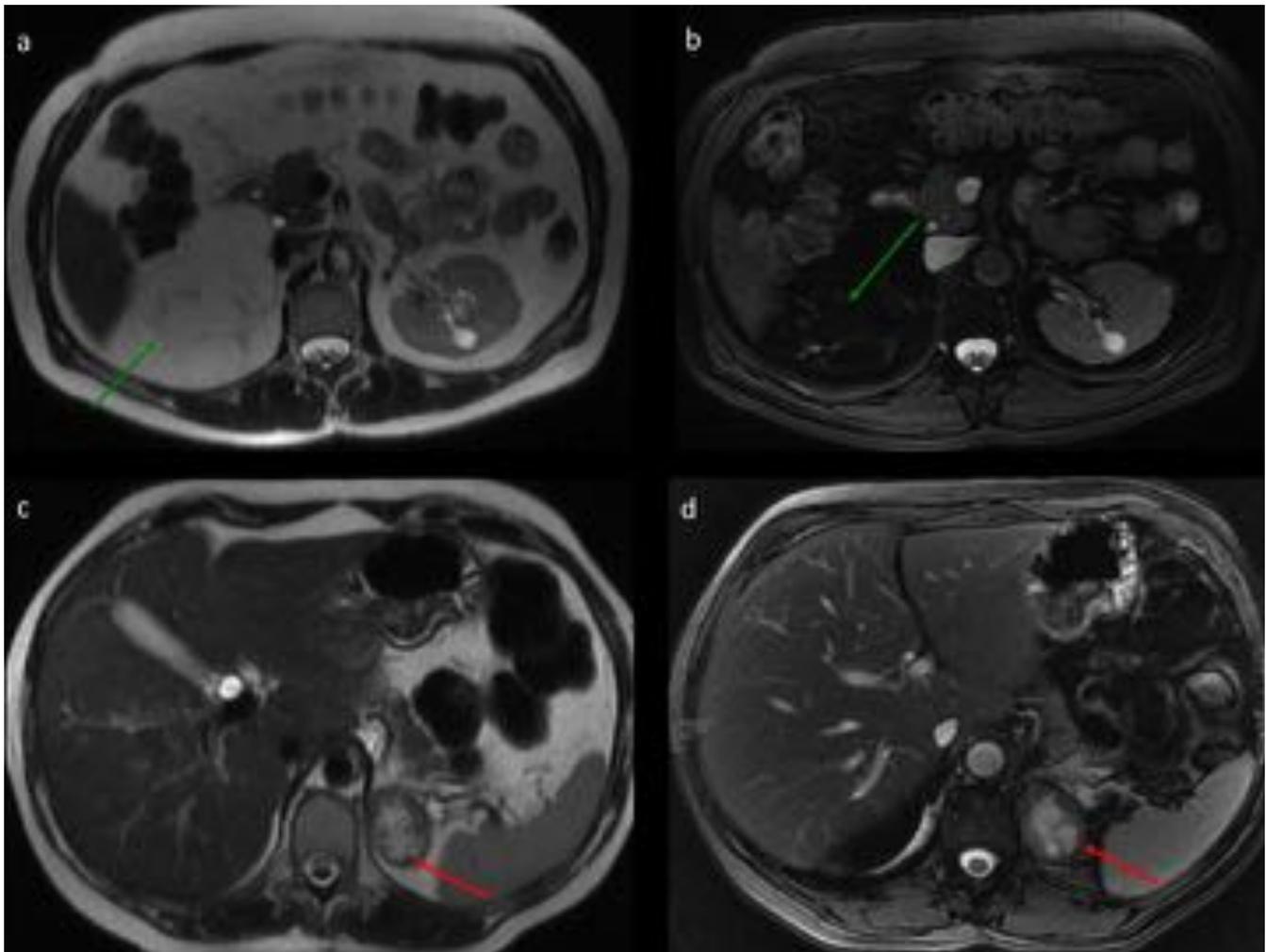


Fig. 24: Mielolipoma (a y b) y carcinoma adrenal (c y d). Ambas lesiones muestran un comportamiento heterogéneo e hiperintenso en la secuencia T2 (flecha verde en a y flecha roja en c), sin embargo en la secuencia T2 con saturación grasa observamos pérdida significativa de la señal en el mielolipoma (flecha verde en b), mientras que el carcinoma adrenal no pierde señal en la secuencia T2 de saturación grasa (flecha roja en d) ya que el contenido graso que presenta es microscópico.

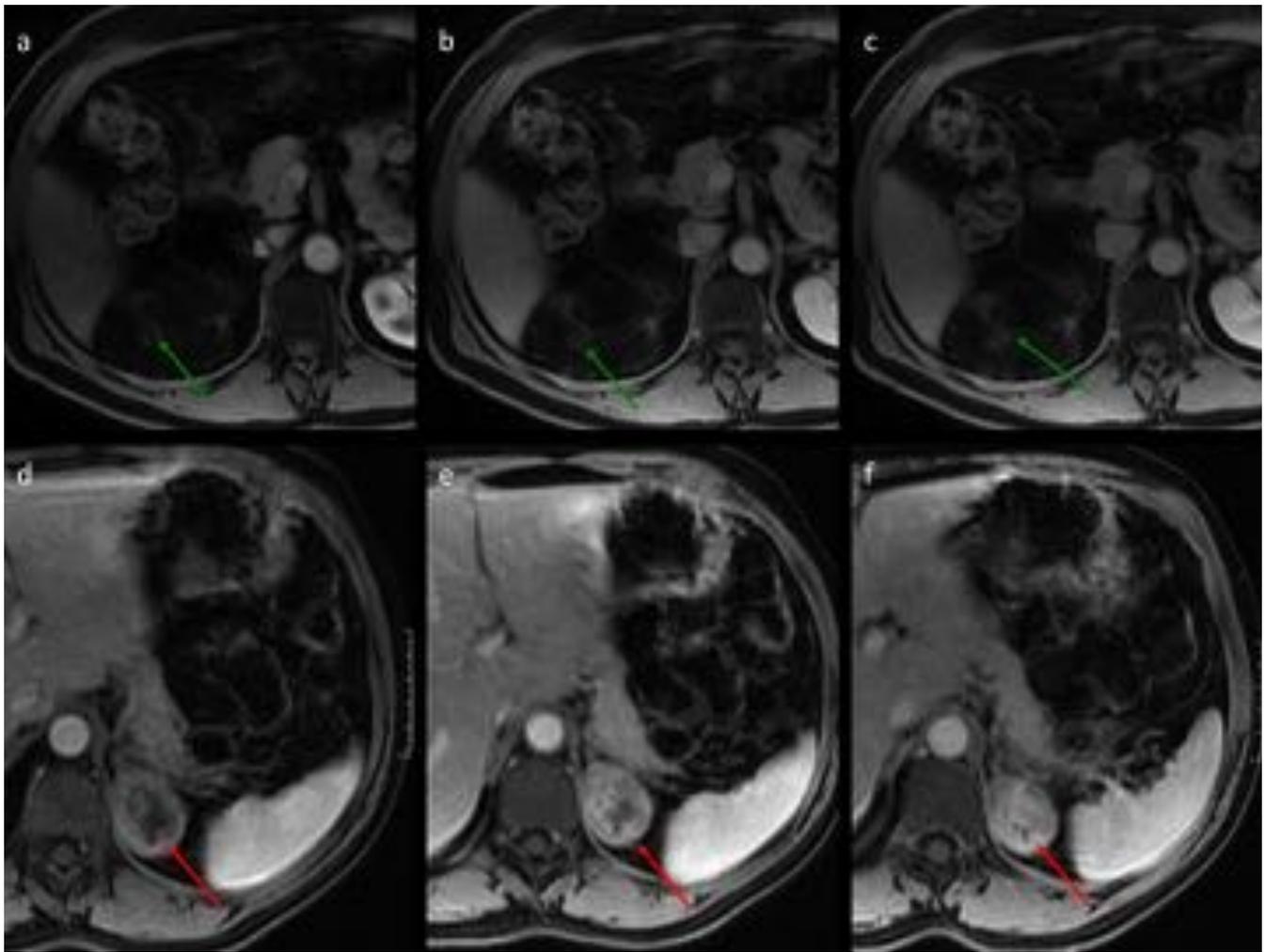


Fig. 25: Mielolipoma y carcinoma adrenal. Estudio dinámico con contraste iv LAVA Flex, imágenes de “sólo agua”, de mielolipoma adrenal derecho (flechas verdes en a, b y c) y carcinoma adrenal izquierdo (flechas rojas en d, e y f). En las imágenes del mielolipoma observamos realce progresivo y homogéneo de los septos lineales y áreas de partes blandas, mientras que en el carcinoma adrenal observamos realce intenso y heterogéneo confirmando la mayor agresividad de la lesión.

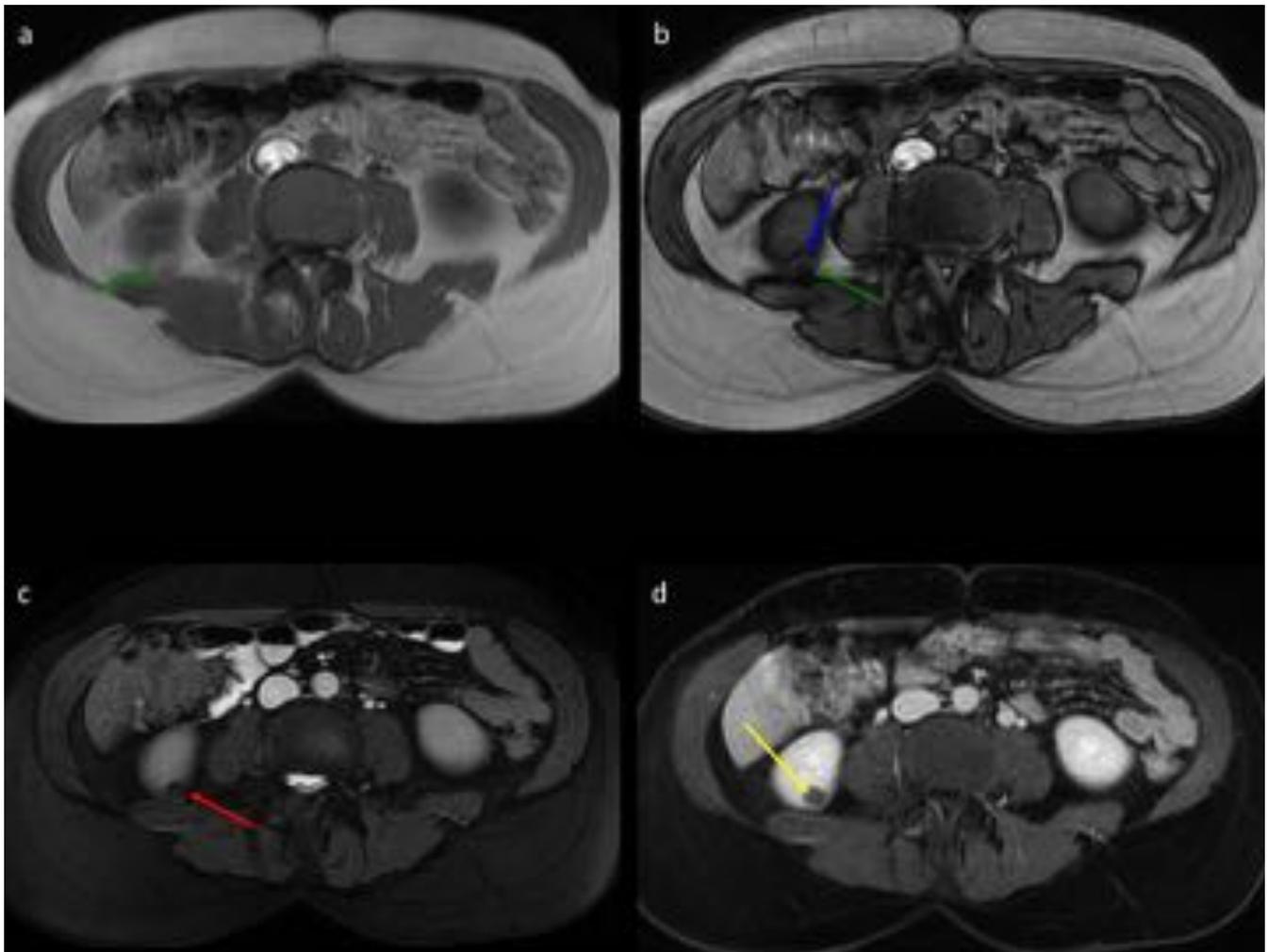


Fig. 26: Angiomiolipoma renal. Lesión hipertensa en fase y fuera de fase (flechas verdes en a y b), rodeada por halo hipointenso en fuera de fase (flecha azul en b) que corresponde a la interfase de la lesión con el riñón (interfase grasa-agua) que indica la presencia de grasa macroscópica. Presenta pérdida de su señal en T2 con saturación grasa (flecha roja en c) característico de las lesiones con grasa macroscópica. No realza con contraste iv (flecha amarilla en d).

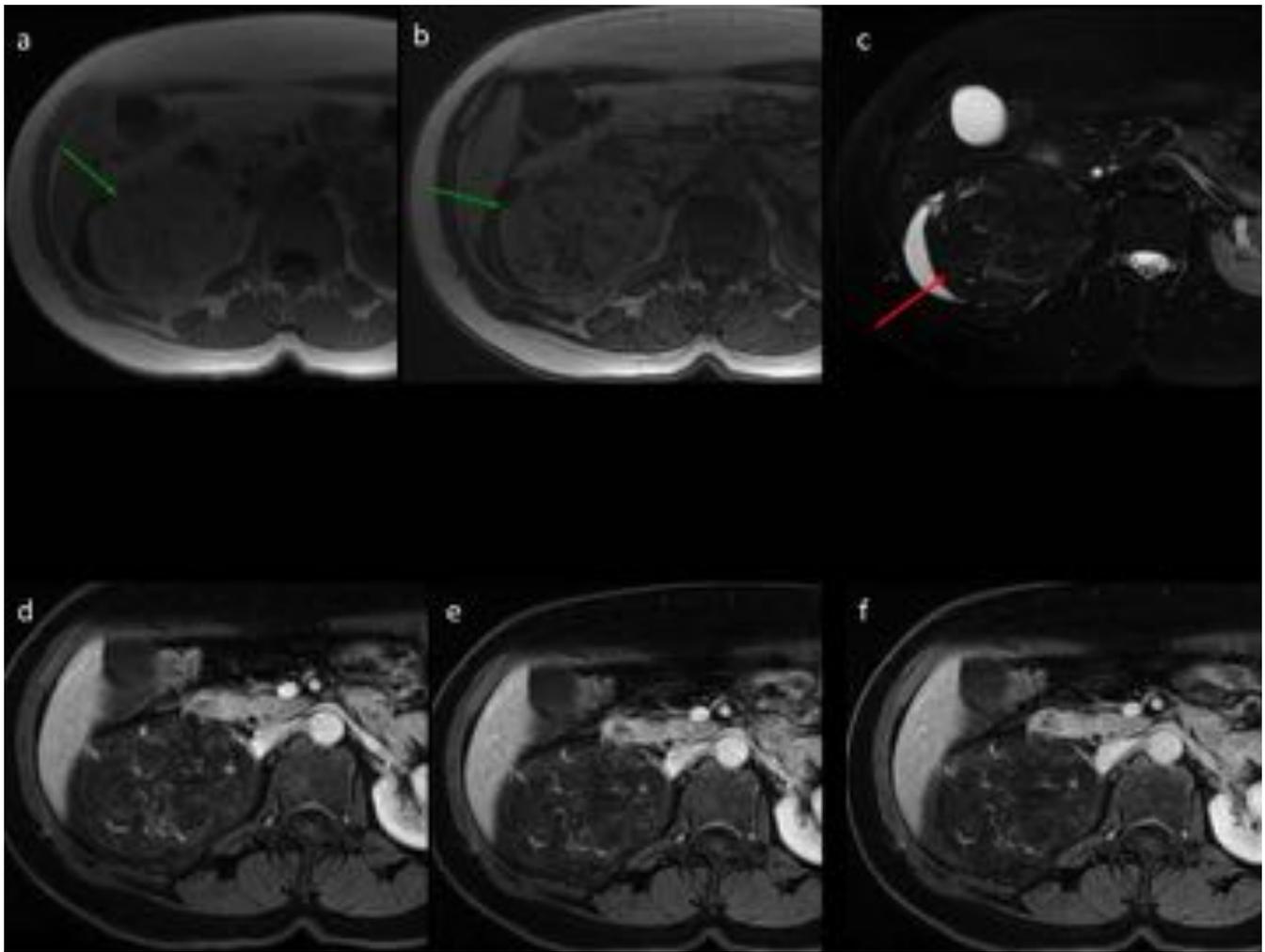


Fig. 27: Angiomiolipoma renal. Lesión renal derecha heterogénea y discretamente hiperintensa en secuencias T1 en fase y en fuera de fase (flechas verdes en a y b), con pérdida de su señal en secuencia T2 con saturación grasa (flecha roja en c) que confirma el componente de grasa macroscópica. En la imagen de “sólo agua” del estudio dinámico LAVA Flex (d, e y f) se observa la saturación grasa de la lesión y un realce discreto y progresivo.

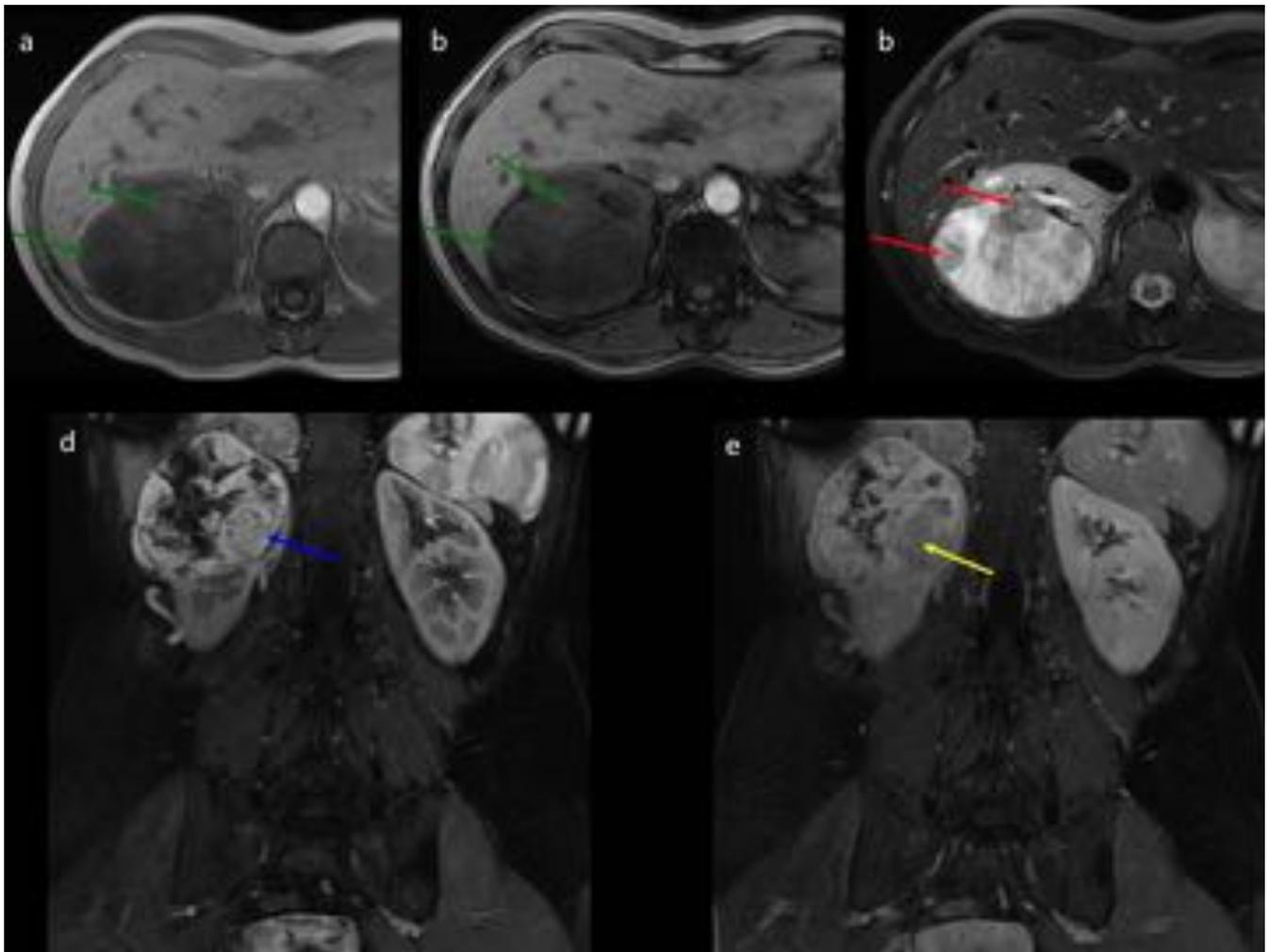


Fig. 28: Carcinoma renal. Lesión renal derecha con áreas hiperintensas en fase y fuera de fase (flechas verdes en a y b) con caída de la señal de estas áreas (flechas rojas en c) (grasa macroscópica) y, podría corresponder a angiomiolipoma pobre en grasa. Sin embargo, la imagen de “sólo agua” de LAVA Flex con contraste muestra realce (flecha azul en d) con lavado tardío (flecha amarilla en e) sospechoso de malignidad, a diferencia del realce progresivo del angiomiolipoma de la figura 27.

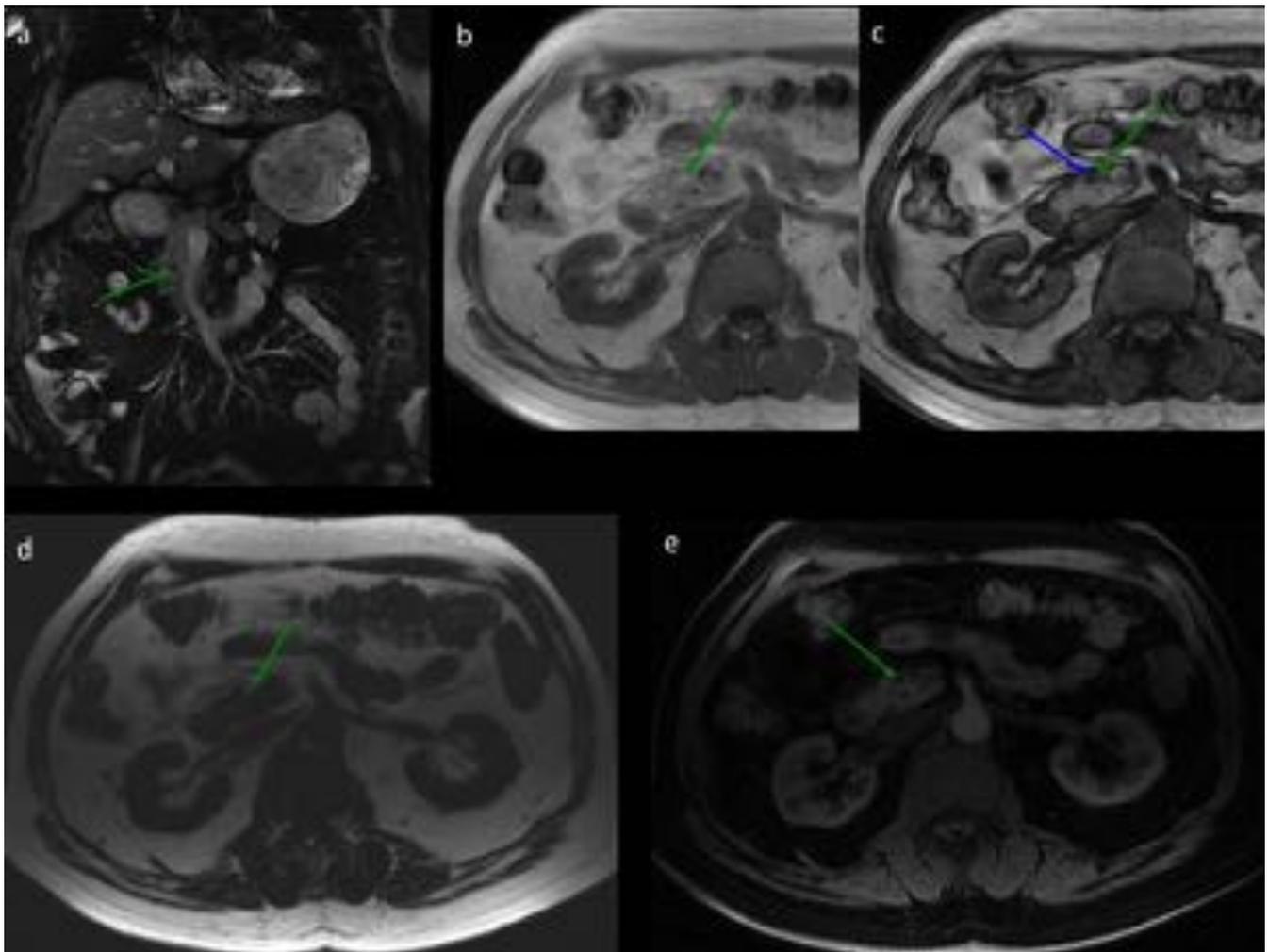


Fig. 29: Lipoma pancreático (flechas verdes). Lesión hipointensa en T2 con saturación grasa (a) e hiperintensa en fase (b) y fuera de fase (c) (grasa macroscópica). Arterfacto de tinta china (flecha azul en c) en la interfase lesión-páncreas que confirma la existencia de grasa macroscópica. La imagen de “sólo grasa” de LAVA Flex (d) confirma la presencia de grasa macroscópica. La imagen de “sólo agua” de LAVA Flex con contraste iv (e) muestra saturación grasa de la lesión y ausencia de realce.

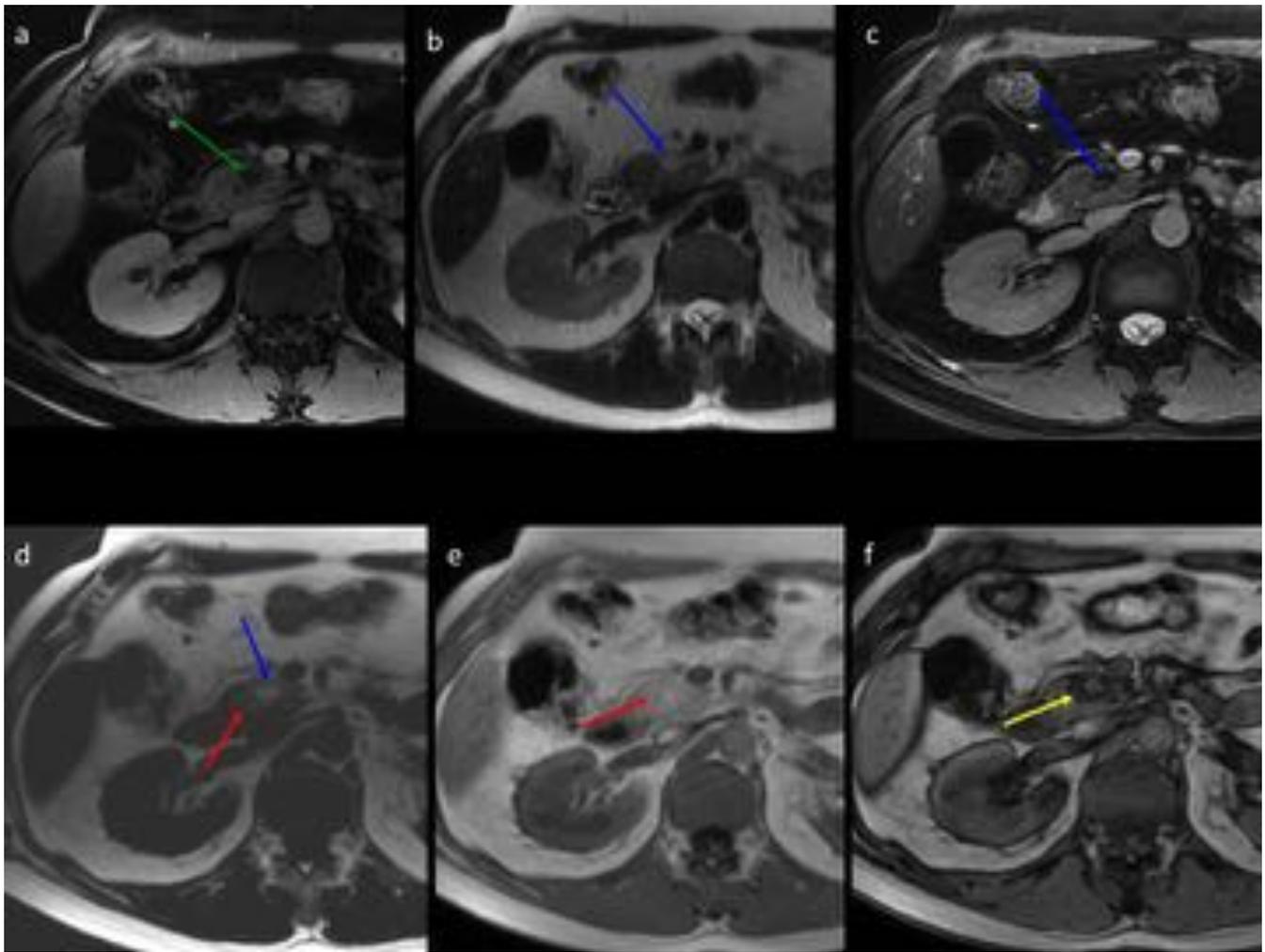


Fig. 30: Lipomatosis pancreática. Área hipocaptante en imagen “sólo agua” de LAVA Flex (flecha verde en a) sospechoso de tumor. Es hiperintensa en T2 e hipointensa en T2 con saturación grasa (flechas azules en b y c). En imagen “sólo grasa” de LAVA Flex (d) es hiperintensa (flecha azul en d) lo que sugiere grasa macroscópica, rodeada por área de menor intensidad (flecha roja en d y e), hipointensa en fuera de fase (flecha amarilla en f) confirmando así infiltración pancreática por grasa microscópica.

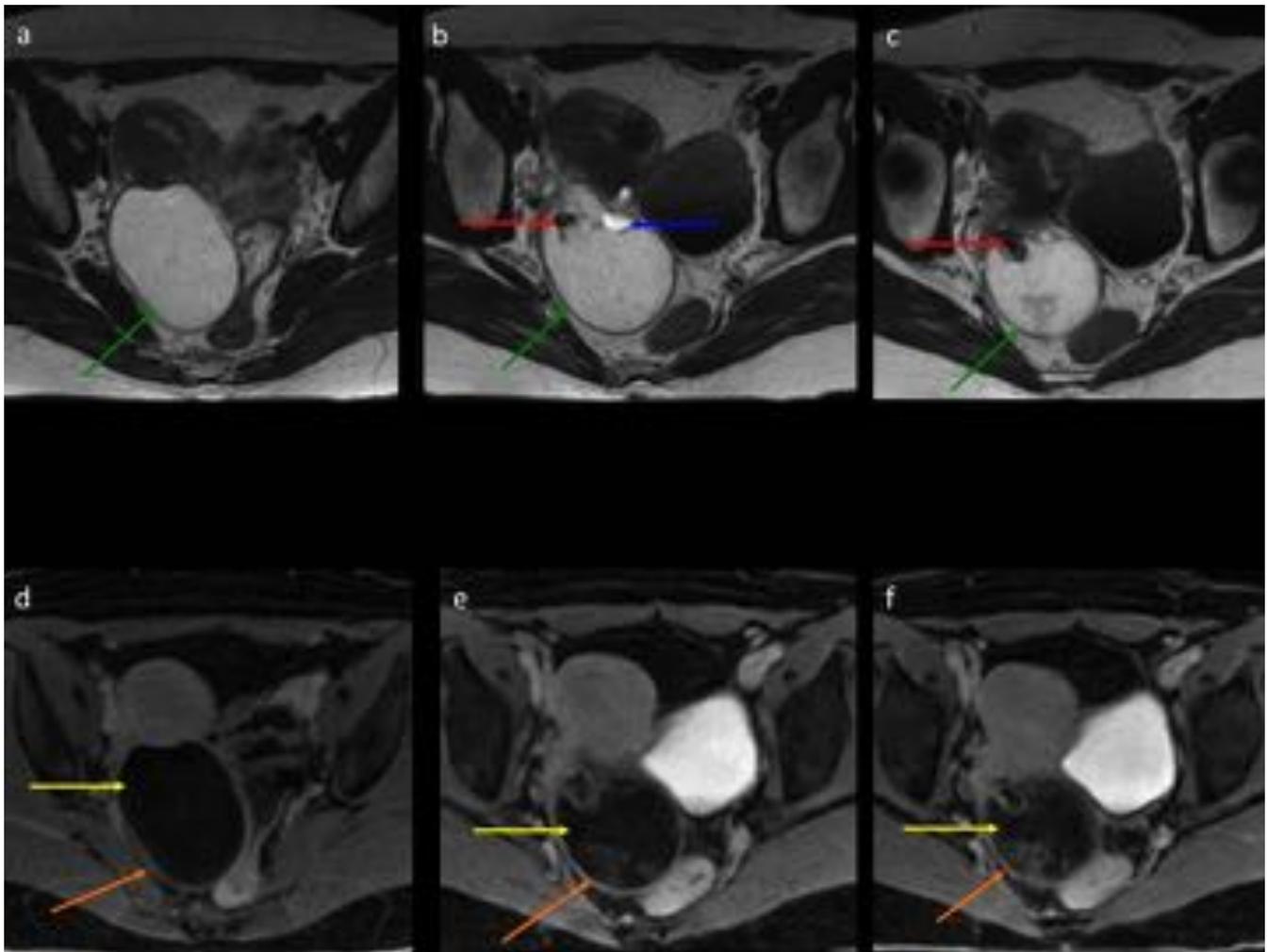


Fig. 31: Teratoma. Lesión anexial derecha hiperintensa en T2 (flechas verdes en a, b y c), con imagen hipointensa en su interior compatible con calcificación (flechas rojas en b y c) y, un nivel líquido-grasa (flecha azul en b). En la imagen de “sólo agua” de LAVA Flex, anulación de la señal de la lesión con ausencia de captación (flechas amarillas en d, e y f) que confirma el componente predominantemente graso y, realce capsular liso (flechas naranjas en d, e y f).

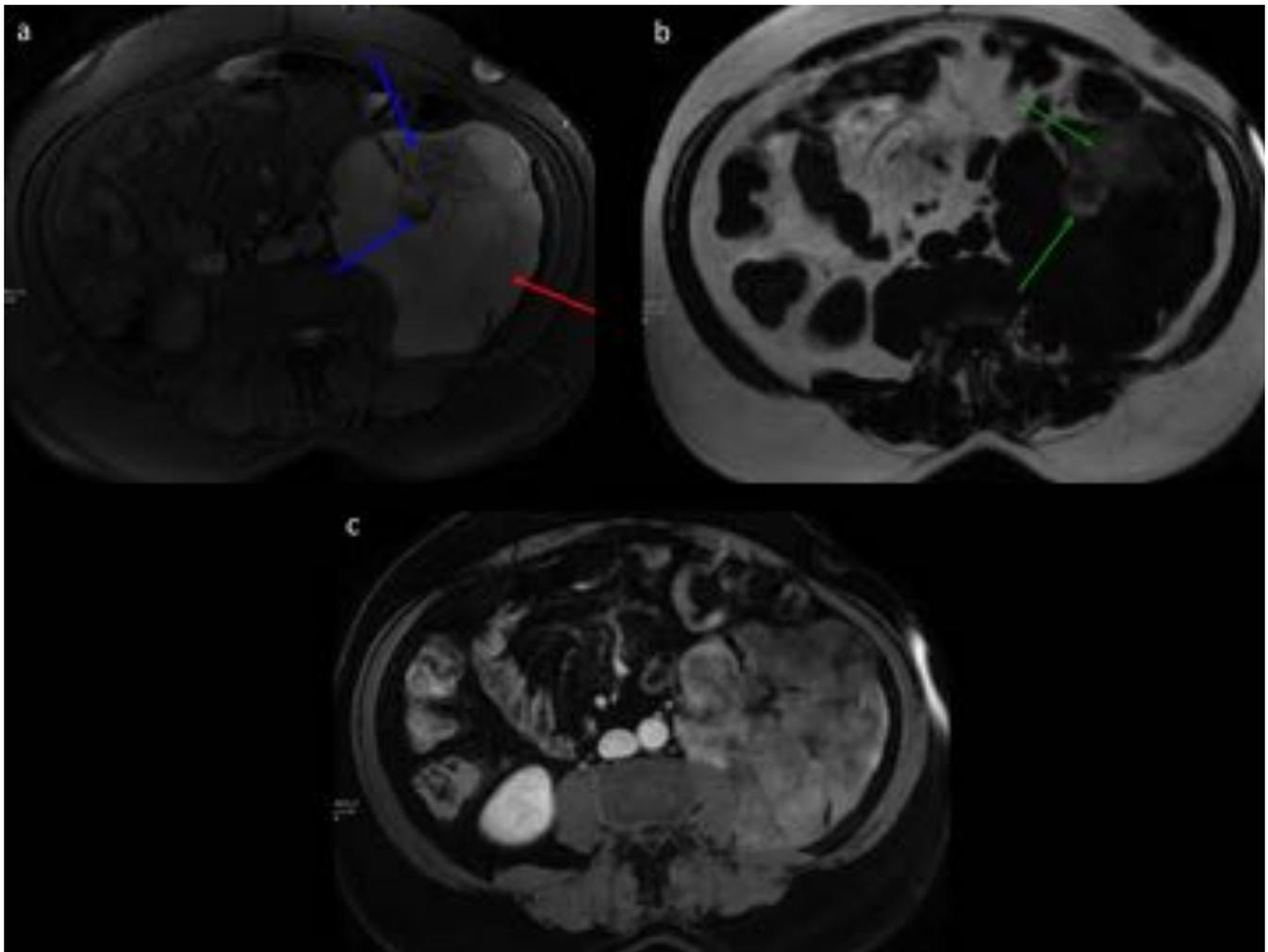


Fig. 32: Liposarcoma retroperitoneal mixoide. Lesión heterogénea retroperitoneal con dos componentes, uno mixoide hiperintenso en T2 con saturación grasa (flecha roja en a) y, otro componente que corresponde a grasa macroscópica con un comportamiento hiperintenso en la imagen de “sólo grasa” de LAVA Flex (flechas verdes en b) con pérdida de la señal en T2 con saturación grasa (flechas azules en a). Realce marcadamente heterogéneo con contraste iv (c).

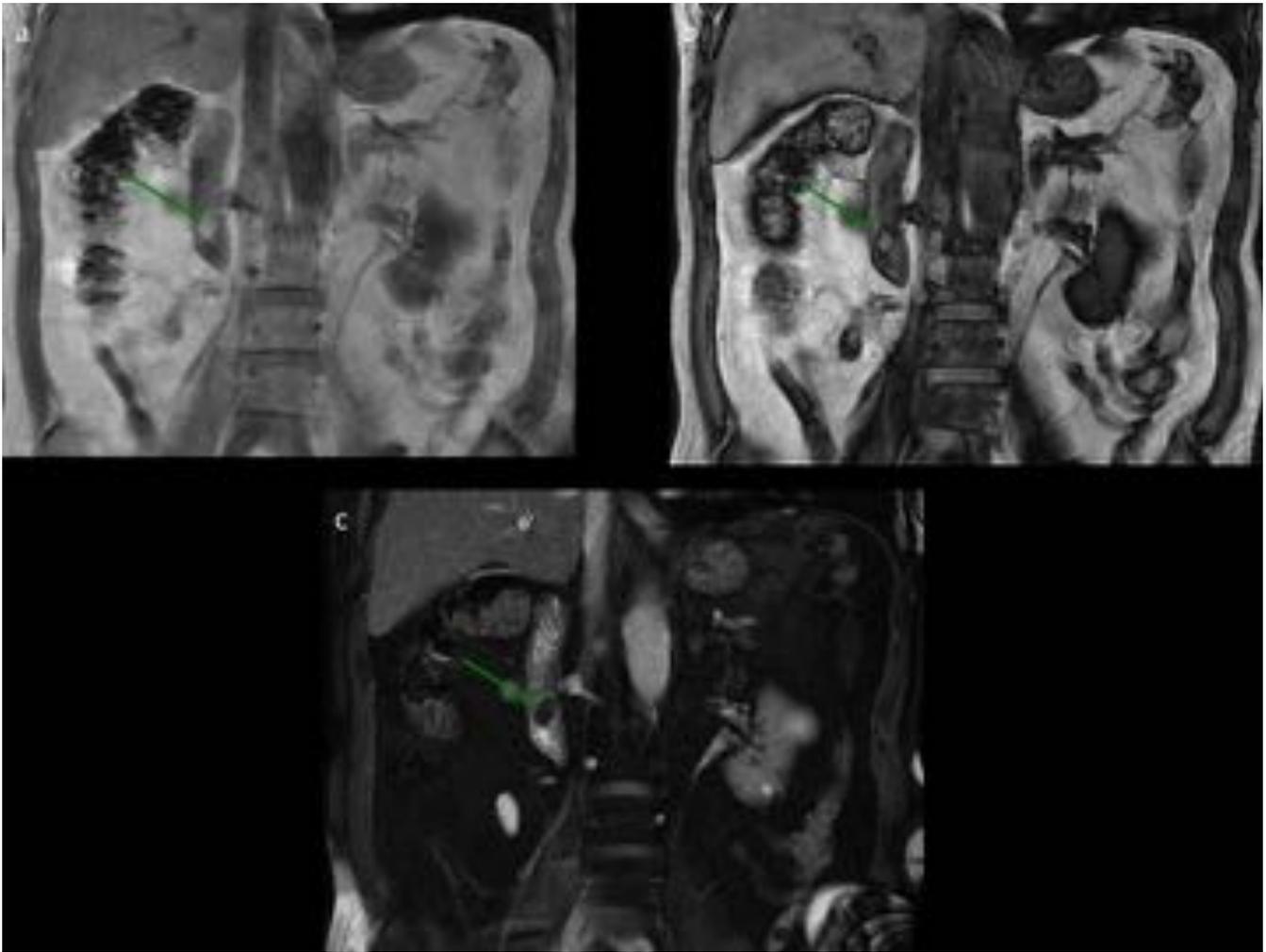


Fig. 33: Lipoma duodenal. Lesión duodenal hiperintensa en secuencia T1 en fase (a), hiperintensa con halo hipointenso que corresponde a la interfase de la lesión con el duodeno (interfase grasa-agua) en la secuencia T1 en fuera de fase (b) y con pérdida de su señal en la imagen coronal en T2 con saturación grasa (c). Estos hallazgos confirman la presencia de grasa macroscópica en el interior de la lesión.

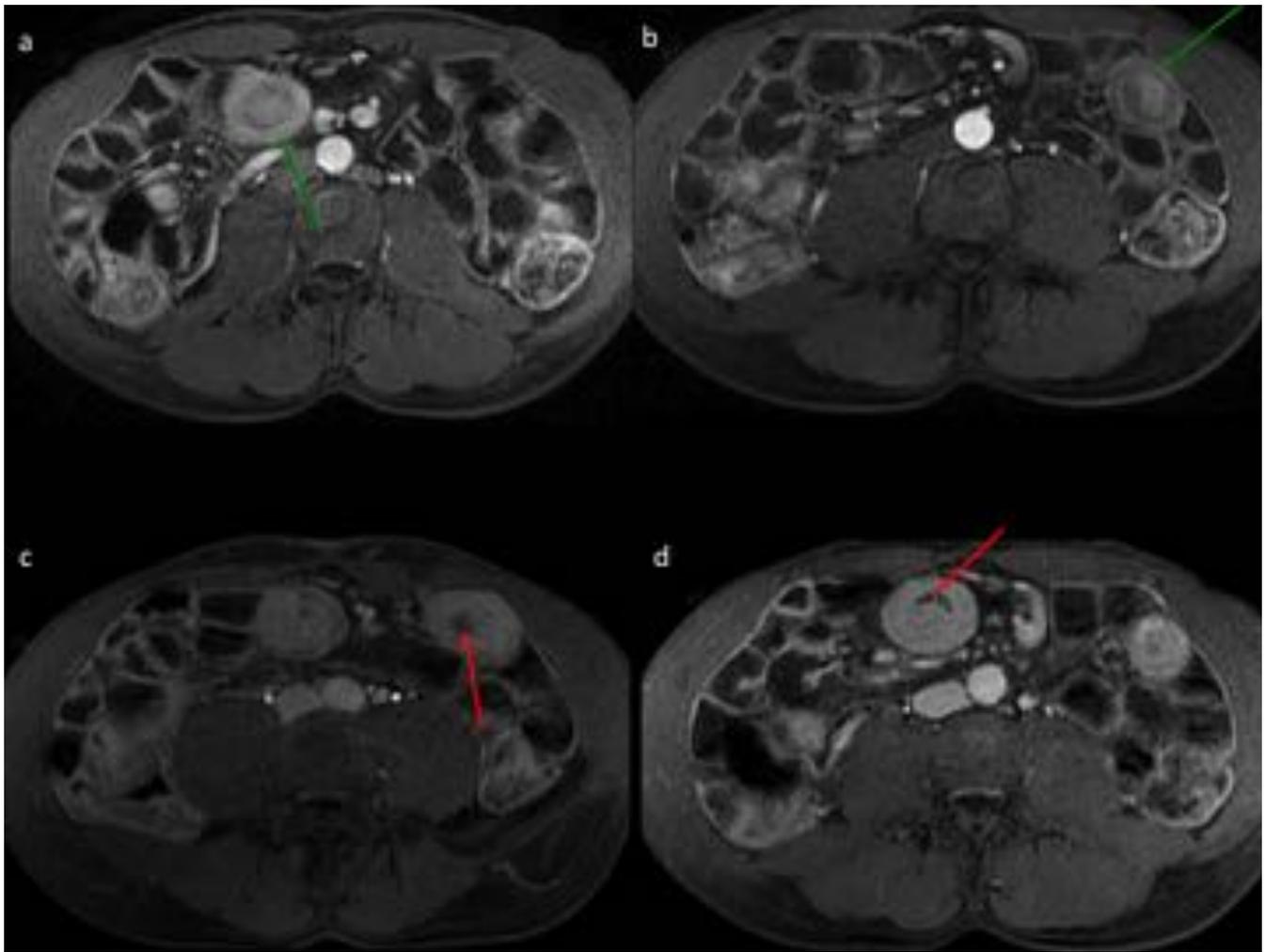


Fig. 34: Invaginación intestinal. Secuencias axiales de la imagen de “sólo agua” del estudio dinámico LAVA Flex donde se observan dos imágenes en diana compatibles con invaginaciones intestinales (flechas verdes en a y b) con área hipointensa en su interior (flechas rojas en c y d) que corresponde a la grasa mesentérica entre las capas del intestino invaginado.

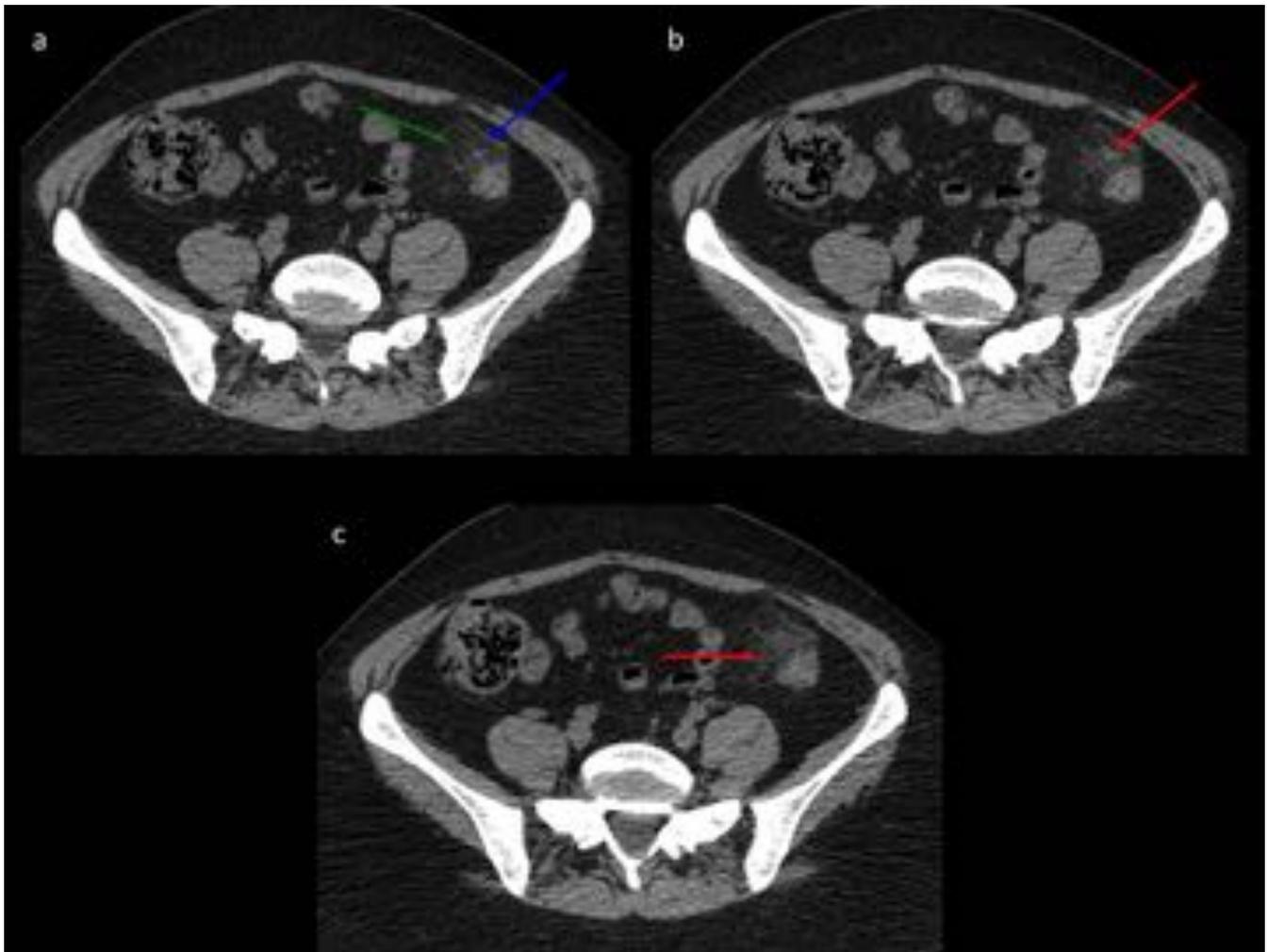


Fig. 35: Apendagitis epiploica. Lesión grasa ovalada paracólica (flecha verde en a) que corresponde al apéndice epiploico infartado con un anillo hiperdenso bien definido que rodea la lesión grasa (flecha azul en a) que corresponde a la capa peritoneal visceral inflamada y, un punto central hiperdenso (flecha roja en b) que corresponde al vaso trombosado. Además observamos marcada trabeculación de la grasa locorregional (flecha roja en c) compatible con afectación inflamatoria.

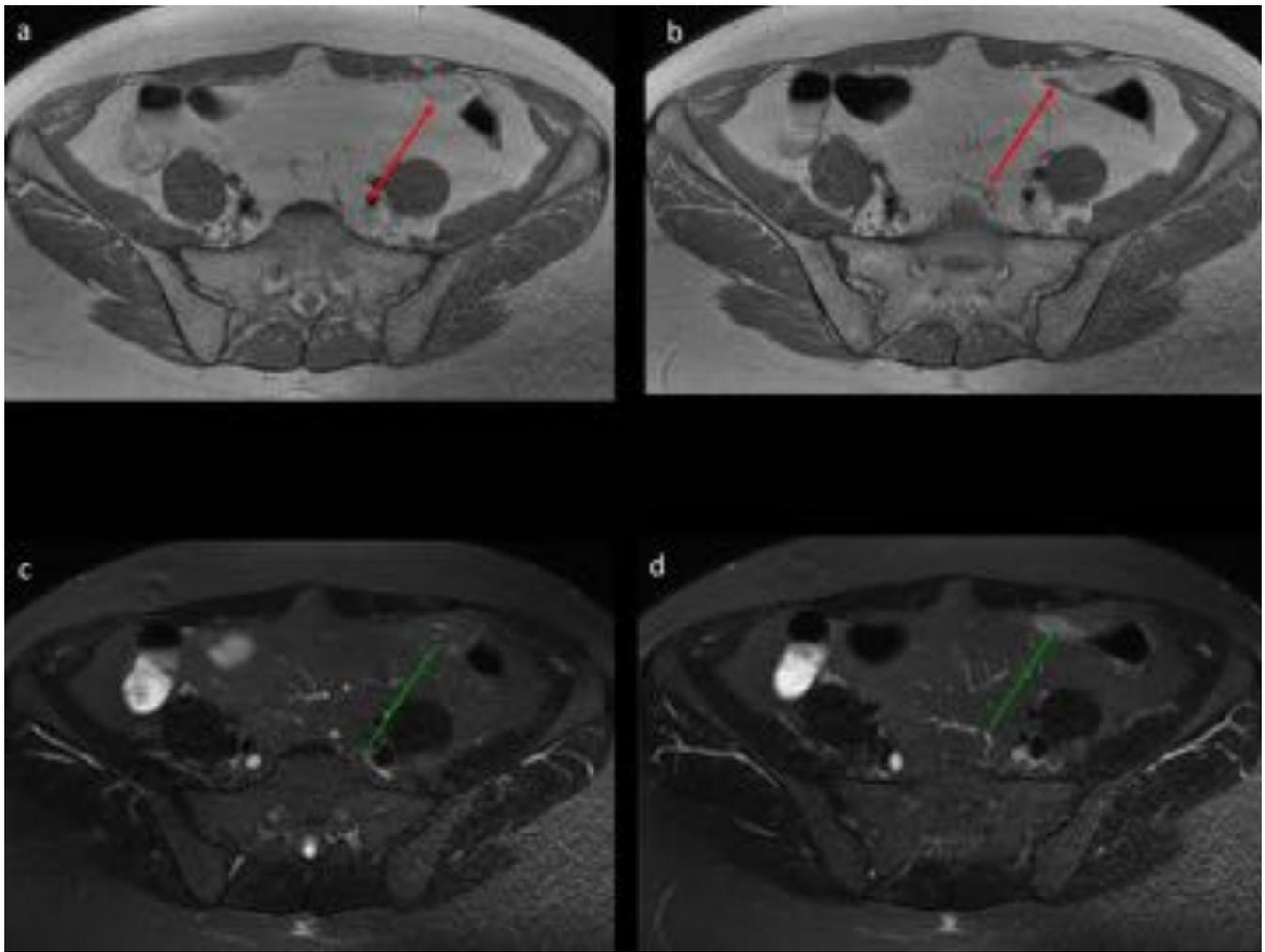


Fig. 36: Infarto omental. En secuencias T2 con saturación grasa (flechas verdes en c y d) se observa hiperintensidad de señal mal definida compatible con afectación inflamatoria de la grasa omental en relación con la superficie anterior del colon sigmoide visualizada en las secuencias T1 (flechas rojas en a y b).

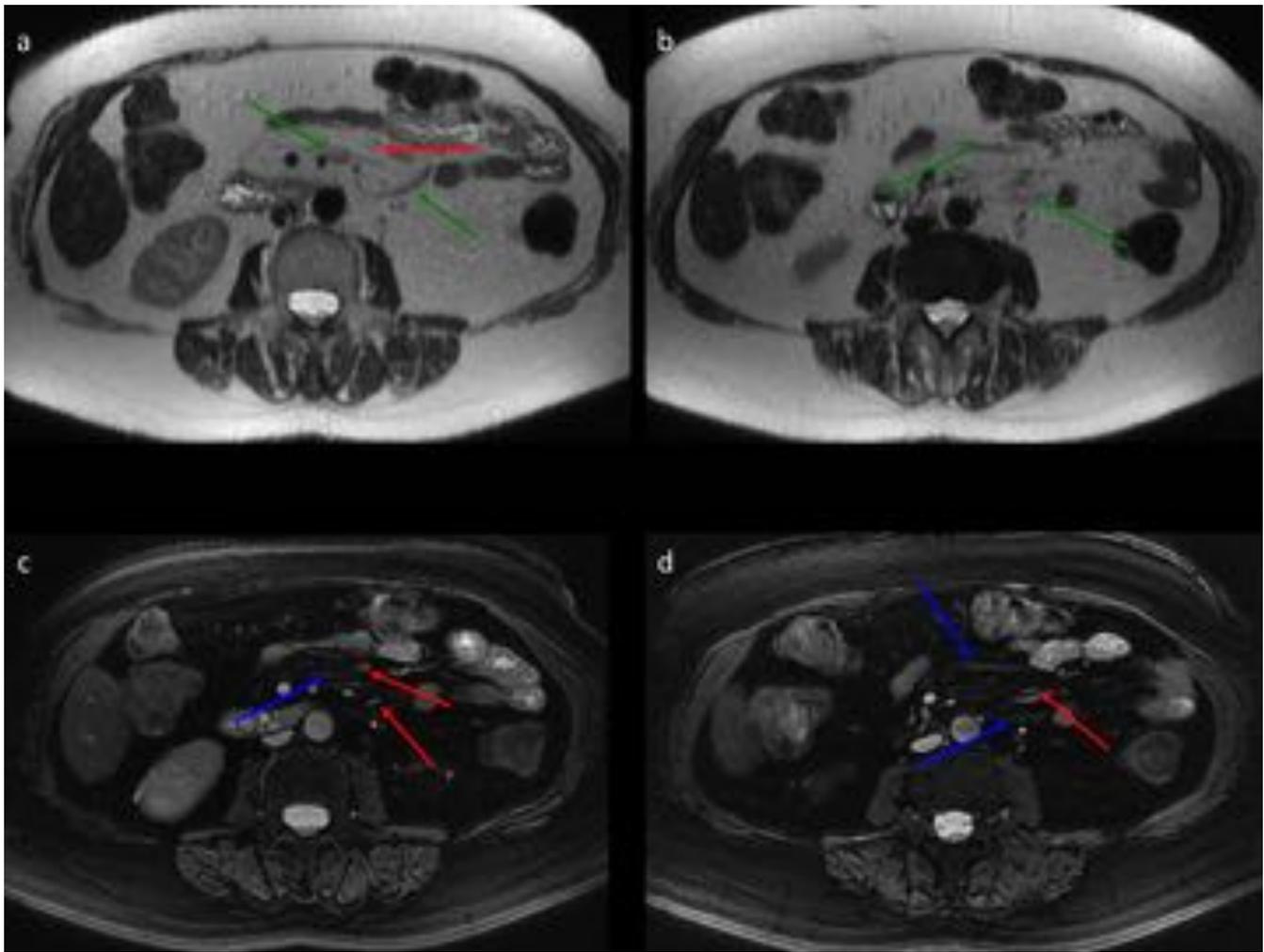


Fig. 37: Paniculitis mesentérica. Alteración de la intensidad de señal de la grasa mesentérica con comportamiento hipointenso en secuencias T2 (flechas verdes en a y b) y comportamiento hiperintenso en secuencias T2 con saturación grasa que indica la afectación inflamatoria (flechas azules en c y d). Observamos además la presencia de ganglios mesentéricos de pequeño tamaño en el seno de dicha afectación (flechas rojas en a, c y d).

Conclusiones

- La detección de grasa en una lesión abdominal acorta sensiblemente el diagnóstico diferencial.
- Debemos conocer los fundamentos físicos, las ventajas e inconvenientes de cada secuencia, así como sus aplicaciones clínicas, que nos permiten hacer un adecuado diagnóstico de cualquier lesión que nos encontramos en nuestra práctica diaria.

Bibliografía / Referencias

- Pokharel SS, Macura KJ, Kamel IR, Zaheer A. Current MR imaging lipid detection techniques for diagnosis of lesions in the abdomen and pelvis. *Radiographics*, 2013; 33:681-702.
- Fernández Pérez GC, Velasco Casares M, Tardáguila Montero FM. Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. Técnicas de saturación grasa. *Monografías SERAM*, 2007; 57-62.
- Pereira JM, Sirlin CB, Pinto PS, Casola G. CT and MR Imaging of Extrahepatic Fatty Masses of the Abdomen and Pelvis: Techniques, Diagnosis, Differential Diagnosis, and Pitfalls. *Radiographics*. 2005; 25:69-85.
- Bitar R, Leung G, Perng R, Tadros S, Moody AR, Sarrazin J, McGregor C, Christakis M, Symons S, Nelson A, Roberts TP, MR pulse sequences: what every radiologist wants to know but is afraid to ask. *Radiographics*, 2006; 26:513-537
- Craig WD, Fanburg-Smith JC, Henry LR, Guerrero R, Barton JH. Fat-containing Lesions of the Retroperitoneum: Radiologic-Pathologic Correlation. *Radiographics*. 2009; 29:261–290.
- Delfaut E, Beltran J, Johnson G, Rousseau J, Marchandise J, Cotten A. Fat suppression in MR imaging: Techniques and pitfalls. *Radiographics*. 1999; 19:373-382.
- Earls JP, Krinsky GA. Abdominal and pelvic applications of opposed-phase MR imaging. *AJR*. 1997; 169:1071-1077.