

Técnicas seccionales de imagen en la enfermedad de Crohn: ecografía, tomografía computarizada y resonancia magnética

T. Ripollés González y M.J. Martínez Pérez

Servicio Radiodiagnóstico. Hospital Dr. Peset. Valencia. España.

La colonoscopia y los estudios baritados siguen siendo las técnicas de elección para la valoración de las lesiones mucosas de la enfermedad de Crohn. Sin embargo, estas técnicas tienen una capacidad limitada para demostrar la extensión transmural y extramural de la enfermedad. Las técnicas de imagen seccionales, ecografía, tomografía computarizada y resonancia magnética, aunque no detectan lesiones precoces, evalúan de forma satisfactoria los cambios parietales y extra-parietales de la enfermedad, complementando por tanto la información dada por los estudios convencionales. Las técnicas seccionales permiten valorar la longitud y localización anatómica de los segmentos patológicos, la presencia de estenosis y dilataciones y la enfermedad extramural (proliferación fibrograsa, fistulas, flemones y abscesos), ayudando a clasificar a cada paciente en uno de los tres subtipos evolutivos de la enfermedad de Crohn (inflamatorio, estenótico o fistulizante). Se pueden evaluar también los signos que indican actividad inflamatoria (hiperemia o realce de la pared y aumento de vascularización mesentérica), que junto al subtipo evolutivo, determinarán el tratamiento. Las técnicas seccionales deberían ser incluidas en la evaluación completa del paciente con enfermedad de Crohn, junto con la evaluación clínica, las pruebas de laboratorio y los estudios de imagen convencionales. En este trabajo revisaremos el papel de las técnicas de imagen seccionales en el diagnóstico y evaluación de la enfermedad de Crohn, incluyendo una descripción de la preparación del paciente y los protocolos de exploración, así como los hallazgos de cada una de las tres técnicas mencionadas. Se discutirán las ventajas y limitaciones de cada una de estas técnicas, y su papel clínico actual.

Palabras clave: enfermedad de Crohn, ecografía, TC, RM.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Crohn (EC) es un proceso de tipo inflamatorio que se caracteriza por un curso crónico con múltiples episodios de exacerbación y remisión. La enfermedad afecta con más frecuencia a pacientes jóvenes, con un pico de incidencia entre los 15 y 25 años. Puede localizarse en cualquier zona del tracto digestivo, desde la boca hasta el ano, aunque el sitio más

Ultrasound, CT, and MRI in Crohn's disease

Colonoscopy and Barium contrast studies continue to be the techniques of choice for the evaluation of mucosal lesions in Crohn's disease. However, these techniques have limited capacity for demonstrating the transmural and extramural extension of the disease. Although ultrasound, CT, and MRI cannot detect early lesions, these techniques satisfactorily show parietal and extraparietal changes caused by the disease, thus complementing the information provided in conventional studies. These three techniques enable the evaluation of the pathological segments, the presence of stenosis and dilatation, and extramural disease (fibrofatty proliferation, fistulae, phlegmons, and abscesses). This information is essential for classifying each patient into one of the three subtypes of Crohn's disease (inflammatory, stenotic, or fistulizing). These techniques also enable the evaluation of signs that indicate inflammatory activity (hyperemia, wall enhancement, and increased mesenteric vascularization), and this information, together with the subtype, will determine the treatment. Ultrasound, CT, and MRI should be included in the complete evaluation of the patient with Crohn's disease, together with clinical examination, laboratory tests, and conventional imaging studies. We review the role of ultrasound, CT, and MRI in the diagnosis and evaluation of Crohn's disease, describing patient preparation and examination protocols, as well as the findings in these three techniques. We also discuss the advantages and limitations of each of these techniques and their current clinical roles in this context.

Key words: Crohn's disease, ultrasound, CT, MRI.

frecuente corresponde al área ileocecal (59% de los pacientes). La enfermedad, aunque puede estar limitada al intestino delgado (30-40%), en ocasiones afecta conjuntamente a intestino delgado y colon (40-55%) o está aislada en el colon (15-25%)^{1,2}. Se caracteriza por ser una enfermedad transmural, que afecta al intestino de forma discontinua, con segmentos sanos alternando con zonas de intestino anormal. Las manifestaciones clínicas más comunes son el dolor abdominal y la diarrea, aunque con frecuencia también puede existir fiebre, pérdida de peso o masa abdominal palpable.

Anatomopatológicamente el principal hallazgo macroscópico en los estadios iniciales de la enfermedad son las úlceras aftosas^{2,3}. El proceso inflamatorio, aunque afecta de forma más intensa a la submucosa, se extiende de forma discontinua y transmural a todas las capas de la pared intestinal. Se produce un engrosamiento de la pared intestinal por una combinación de

Correspondencia:

TOMÁS RIPOLLÉS GONZÁLEZ. Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Dr. Peset. Avda. Gaspar Aguilar, 90. 46017 Valencia. España. aripolles_tom@gva.es

Recibido: 14-II-05

Aceptado: 12-IV-06

edema, infiltrados inflamatorios y fibrosis. Las úlceras aftosas pueden curar o extenderse formando úlceras lineales más profundas, causando una apariencia ulceronodular o «en empedrado». Las úlceras que penetran más allá de la pared intestinal producen fisuras profundas que pueden terminar abruptamente de forma ciega o en el interior de abscesos situados en el mesenterio, cavidad peritoneal o en el espacio extraperitoneal. Las úlceras profundas también pueden dar lugar a fistulas entre asas contiguas. Un hallazgo frecuente en la enfermedad avanzada es el cúmulo de grasa subserosa, también llamado proliferación fibrograsa. La perforación es rara y cuando se produce suele estar contenida.

Las principales técnicas de imagen para el diagnóstico y evaluación inicial de la EC siguen siendo la endoscopia y los estudios baritados, ya que permiten la valoración de la mucosa y las alteraciones intraluminales¹. La colonoscopía debe ser la primera técnica diagnóstica en caso de sospecha de afectación del colon, mientras que los estudios baritados, bien el tránsito intestinal o la enteroclisis, deben ser utilizados para el diagnóstico de la afectación de intestino delgado. Sin embargo, estas técnicas no pueden valorar la extensión transmural y extramural, ni las complicaciones extraintestinales asociadas con frecuencia a la EC. Las técnicas de imagen seccionales, ecografía, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), aunque no detectan lesiones mucosas sutiles, pueden valorar adecuadamente la afectación extraparietal. La TC es la técnica utilizada con más frecuencia en muchos hospitales. Sin embargo, los pacientes con EC son jóvenes y necesitan controles repetidos, lo cual conlleva un riesgo importante de radiación acumulada, por lo que la ecografía y la RM se vislumbran como las técnicas a utilizar en el futuro.

Recientemente se han descrito varios patrones evolutivos relacionados con el grado de afectación transmural, que reflejan la variedad de comportamientos clínicos y la agresividad del proceso. La clasificación de los pacientes por subtipos tiene una utilidad clínica contrastada, ya que puede ayudar a tomar decisiones terapéuticas, tanto desde el punto de vista médico como desde el quirúrgico. La clasificación de Viena propone tres patrones evolutivos⁴. El patrón inflamatorio cursa en forma de brotes de actividad, definiéndose por la presencia de úlceras superficiales o profundas. La forma estenosante se caracteriza por cuadros subocclusivos. Por último, la forma fistulizante/perforante, la más agresiva, se manifiesta por el desarrollo de complicaciones sépticas (fistulas, flemones y/o abscesos) en el curso de la enfermedad. La inclusión de hallazgos de imagen en la clasificación de los subtipos permite que sea más objetiva y reproducible que con la utilización aislada de parámetros clínicos y de laboratorio, por lo que las técnicas seccionales deberían ser incluidas en la evaluación global del paciente con EC⁵.

En cualquier paciente con sospecha o con EC comprobada, la ecografía, la TC o la RM deben utilizarse para identificar y caracterizar los segmentos intestinales patológicos (engrosamiento de pared, afectación discontinua, longitud de afectación, úlceras, hiperemia o grado de realce), valorar la existencia de estenosis y dilataciones y evaluar la presencia de alteraciones extramurales (proliferación fibrograsa, adenopatías, fisuras, fistulas, flemones, abscesos, aumento de vascularización del mesenterio). El informe radiológico debería incluir la presencia o ausencia de aquellos hallazgos que permitan clasificar a cada paciente en uno de los subtipos evolutivos⁵. No obstante, en la práctica clínica diaria se puede ver más de un subtipo de enfermedad en un segmento o en múltiples segmentos adyacentes de un mismo paciente.

Por otra parte, la evaluación de la actividad inflamatoria de la enfermedad es importante para planificar y monitorizar el tratamiento médico. En la práctica esta evaluación se basa en una combinación de datos clínicos y analíticos, sin existir por el momento ningún índice de actividad ideal. Aunque criticado por estar basado fundamentalmente en datos clínicos subjetivos, el *Crohn's Disease Activity Index* (CDAI) es el más utilizado en los ensayos clínicos. Las técnicas seccionales de imagen pueden evaluar la actividad inflamatoria en cada paciente (hiperemia, realce de la pared o de los ganglios, aumento de vasos del mesenterio y presencia de úlceras profundas)^{2,4,5}.

El objetivo de este trabajo es revisar el papel de las técnicas de imagen seccionales en el diagnóstico y evaluación de la EC, incluyendo una descripción de la preparación del paciente y los protocolos de exploración, así como los hallazgos en imagen de cada una de las tres técnicas mencionadas. Se discutirán también las ventajas y limitaciones de cada una de estas técnicas y su papel clínico actual.

ECOGRAFÍA

El gas y el peristaltismo impiden en muchos casos la valoración ecográfica de las asas intestinales normales. Sin embargo, el intestino patológico suele tener la pared engrosada y rígida, con poco gas intraluminal y con peristaltismo disminuido, permitiendo una valoración adecuada en la mayoría de los pacientes con EC. La ecografía del tubo digestivo requiere una técnica meticulosa y entrenamiento, existiendo una curva de aprendizaje, obteniéndose mejores resultados al aumentar la experiencia^{6,7}. La cavidad abdominal se debe explorar con la técnica de «compresión gradual», descrita inicialmente por Puylaert en 1986⁸, para desplazar o comprimir el gas del intestino sano. El paciente debe estar en ayunas sin necesidad de ninguna preparación especial. Algunos autores han utilizado soluciones isotónicas no absorbibles por vía oral para distender mejor la luz intestinal⁹. Por otra parte, Bru et al evaluaron la afectación del colon con enema de suero fisiológico¹⁰. También puede utilizarse la ecografía transvaginal para descartar afectación pélvica. Para medir la intensidad de la vascularización de la pared del asa se utiliza una escala semi-cuantitativa: flujo ausente (grado 0), flujo débil (grado 1) o flujo fácilmente visible (grado 2)¹¹. Los parámetros doppler color deben optimizarse para obtener la máxima sensibilidad, usando un programa que detecte flujos lentos y velocidades bajas en la pared del asa intestinal.

La pared del intestino normal tiene una estructura en capas, variando su morfología durante el examen ecográfico por tener peristalsis. El grosor de la pared normal, medido desde la línea central hasta la serosa, debe ser inferior a 3 mm^{11,12}. El diagnóstico de EC en ecografía se basa en la visualización de un engrosamiento de la pared de un segmento intestinal (fig. 1). Basándose en este criterio los resultados publicados en la literatura son: exactitud (*accuracy*) 90-93%, sensibilidad 88-95% y especificidad 67-93%^{9,13-16}. La sensibilidad y la especificidad son peores en casos con lesiones iniciales. Los resultados son mejores en la detección de enfermedad del ileon o colon ascendente que en yeyuno o en el recto. Recientemente se ha publicado un metaanálisis de la literatura para evaluar la exactitud de la ecografía en la detección de la EC en adultos, concluyendo que es una técnica apropiada para confirmar o descartar el diagnóstico¹⁷. Cuando se valora la extensión exacta de la afectación, es decir, segmento a segmento, los resultados también son inferiores^{12,16}. Desde un punto de vista práctico, hay que tener en cuenta que la detección



Fig. 1.—Corte ecográfico trasversal de un asa ileal (ileon) de un paciente con enfermedad de Crohn (EC), que muestra paredes engrosadas y estructura de capas conservada. Las flechas indican el grosor de la pared. Capa submucosa hiperecogénica (*).

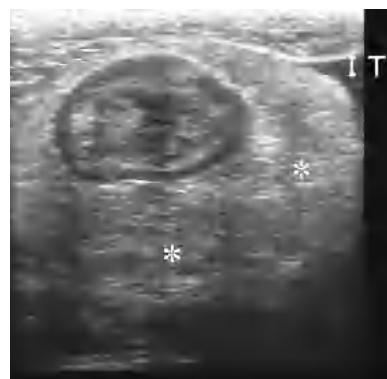


Fig. 3.—Proliferación fibrograsa en enfermedad de Crohn (EC). Imagen trasversal ecográfica de un asa intestinal engrasada (IT), rodeada de una masa de ecogenicidad aumentada (*), no compresible con el transductor, que representa grasa mesentérica anormal.

de más o menos segmentos no modifica el plan del tratamiento. Sin embargo, este dato es importante si se ha planificado la cirugía, por lo que en estos casos se deben realizar estudios baritados o TC¹⁸.

Generalmente, el engrosamiento de la pared en la EC suele ser moderado (5-15 mm), acompañándose de rigidez del asa afectada y disminución o ausencia del peristaltismo¹⁵. En la EC no complicada se mantiene la estructura de capas, existiendo un engrosamiento simétrico de todas ellas (fig. 2A). En ocasiones se produce un aumento significativo de la submucosa, visible como un anillo ecogénico (fig. 1)^{15,19}. En casos de enfermedad severa aguda o muy avanzadas puede perderse la estructura en capas (fig. 2B)^{15,19,20}. No se ha encontrado relación entre el grosor o la estratificación de la pared y la actividad inflamatoria de la enfermedad¹³. En nuestra experiencia, es frecuente en un mismo paciente la visualización de diferentes segmentos afectados con hallazgos ecográficos distintos. La inflamación transmural y la fibrosis inducen a cambios en la grasa mesentérica adyacente, viéndose como una masa hiperecoica alrededor del asa ileal (proliferación fibrograsa) (fig. 3). En casos crónicos, la grasa también puede verse hipoeocoica. Con frecuencia se ven adenopatías mesentéricas de pequeño tamaño en el interior de la grasa.

Aunque la ecografía no permite valorar los cambios mucosos en la EC, en ocasiones podemos ver dentro de la pared engrosada pequeñas líneas ecogénicas que corresponden a gas en úlceras lineales intramurales (fig. 4). Un hallazgo característico de la EC es la extensión transmural, con formación de *sinus tracts* o fisuras, que son visibles como tractos hipoeocoicos fuera de la serosa, extendiéndose en el tejido mesentérico adyacente a las asas (fig. 5). Las fisuras pueden terminar abruptamente (ciegas) o terminar en una masa inflamatoria, formando flemones (masas hipoeocoicas

mal definidas) o abscesos (colección hipoeocoica o quística, con contenido complejo, que puede tener burbujas ecogénicas de gas) (fig. 6). El término fistula implica una comunicación entre órganos cubiertos por epitelio o con la piel (entre asas –sobre todo ileon y ciego– o con estructuras adyacentes, como vejiga, pared abdominal o músculo psoas)³. Se pueden observar burbujas de gas en el interior de las fisuras o de las fistulas, identificándose como líneas ecogénicas dentro de los tractos hipoeocoicos, que a veces se desplazan durante el examen ecográfico (fig. 7)^{7,19}. Exceptuando los hallazgos quirúrgicos, no hay ninguna técnica oro establecida para el diagnóstico de las fistulas²¹. Aunque los estudios baritados son considerados el método de detección de las fistulas internas, es conocida su tendencia a infravalorar la enfermedad transmural. Según Maconi et al²¹, basándose en un estudio prospectivo donde se compararon ecografía y estudios baritados con los hallazgos quirúrgicos, ambas técnicas muestran similar eficacia diagnóstica (85%) en la detección de fistulas internas. Otros estudios publicados han demostrado que la ecografía es una técnica segura para detectar fistulas (sensibilidades superiores al 87%)^{14,22}. Probablemente, la combinación de ecografía y estudios baritados mejora la eficacia diagnóstica²¹. Por otra parte, la ecografía transvaginal es una técnica útil para detectar abscesos o fistulas pélvicas, o la presencia de afectación rectal²³.

Los abscesos pueden ocurrir espontáneamente o como consecuencia de la fistulización, pero también se encuentran con frecuencia como complicación postquirúrgica². La TC es considerada la técnica oro no quirúrgica para la detección de abscesos, aunque los pequeños abscesos situados cerca de las asas intestinales pueden no ser detectados. En un estudio prospectivo, comparando con hallazgos quirúrgicos, realizado por Maconi et al²¹,

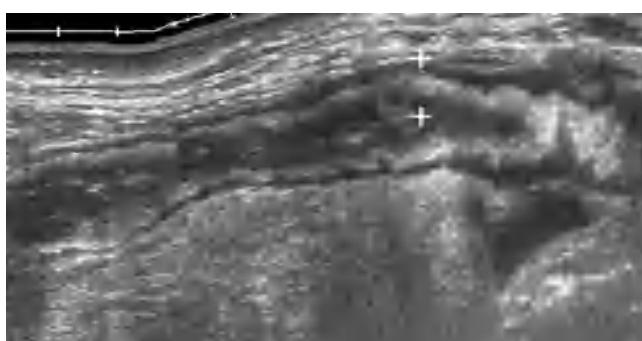


Fig. 2.—Corte ecográfico longitudinal del ileon terminal de dos pacientes con enfermedad de Crohn (EC): (A) con estructura de capas conservada y (B) con pérdida parcial de la estratificación parietal (*). La distancia entre marcas indica el grosor de la pared.

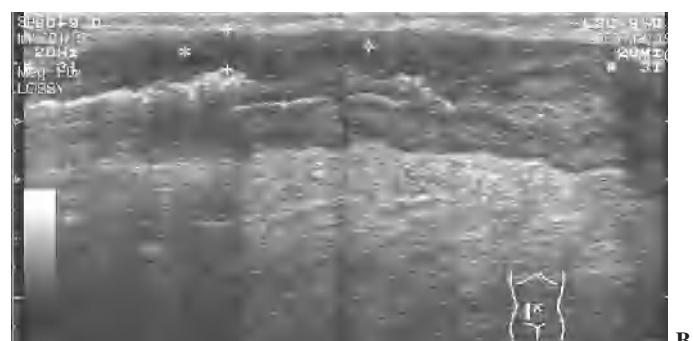




Fig. 4.—Úlceras transmurales. Corte ecográfico trasversal de un asa ileal (I) de paredes engrosadas e hipoecoicas, visualizándose imágenes hiperecogénicas intramurales que corresponden a úlceras profundas (flecha).

ecografía y TC obtuvieron una sensibilidad alta y comparable (91 y 87%, respectivamente) en la detección de abscesos intraabdominales, con mayor sensibilidad ecográfica para los abscesos superficiales que para los profundos o retroperitoneales. Otros autores han publicado similares resultados (sensibilidad del 100%) comparando ecografía con TC o con hallazgos quirúrgicos^{14,22}. La especificidad de la ecografía es más baja que la de la TC, debido a que en algunos casos es difícil diferenciar entre flemón y absceso^{21,22}. Sin embargo, la diferenciación entre los dos tipos de masas inflamatorias es importante para decidir si se

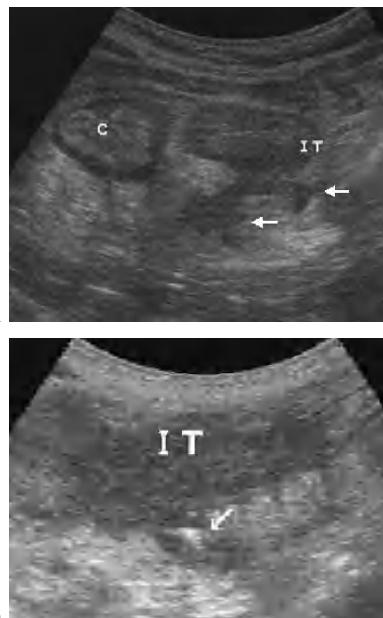


Fig. 5.—Imágenes de fisuras (flechas) en dos pacientes con enfermedad de Crohn (EC) transmural.
(A) Tracto hipoeocoico (flechas) posterior al ileon terminal engrosado (IT).
(B) Tracto hipoeocoico con zonas altamente ecogénicas por burbujas de gas (flecha). Ciego (C).



Fig. 6.—Absceso en paciente con enfermedad de Crohn (EC). Corte ecográfico trasversal que muestra engrosamiento del ileon terminal (IT) y del apéndice (A). Absceso interosas (AB) visible como colección anechoica, con paredes bien definidas. Masa ecogénica (*) interpuesta entre el ileon y el absceso que representa grasa mesentérica inflamada.

emplea el drenaje percutáneo o se introducen tratamientos más agresivos. Se ha publicado que el doppler color puede ayudar a diferenciar flemones de abscesos, ya que los primeros muestran vascularización en su interior, y los abscesos sólo en la periferia²⁴. Coincidimos con otros autores, en que se debe realizar una TC si no se puede descartar un absceso con ecografía, bien porque el examen sea inadecuado (por gas u obesidad), bien porque los hallazgos ecográficos sean dudosos o muy complejos, o cuando a pesar de ver un absceso no podamos valorar su extensión¹⁸.

En casos de obstrucción, el segmento estenótico se observa con marcado engrosamiento de la pared, con luz intestinal ecogénica en el centro, estenosada y fija, acompañándose de dilatación e hiperperistalsis de las asas proximales no afectadas^{9,22}. En un estudio preliminar reciente, la ecografía doppler color con la utilización de potenciador de señal pudo diferenciar estenosis hipervasculares (inflamación aguda) de segmentos hipovasculares (con fibrosis) (fig. 8)²⁵. Estos resultados deberían ser confirmados en series de mayor número de pacientes para conocer la implicación en la práctica clínica.

La afectación del apéndice se observa hasta en el 20% de los casos de series quirúrgicas²⁰. En casi todos los casos hay afectación simultánea del ileon terminal, mientras que el engrosamiento del ciego se ve aproximadamente sólo en el 50%. En nuestra experiencia la presencia de hiperemia apendicular es frecuente

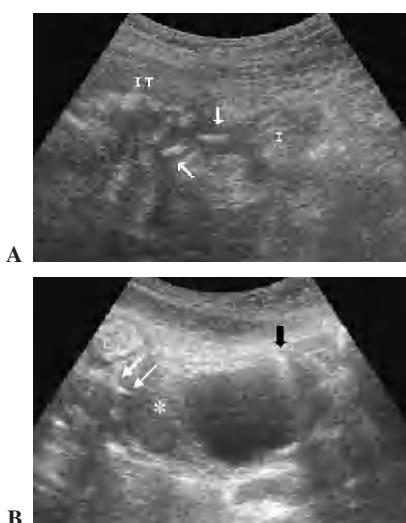


Fig. 7.—Imágenes de fisuras en dos pacientes con enfermedad de Crohn (EC) transmural.
(A) Fístula enteroenterica visualizada como tracto hipoeocoico con gas hiperecogénico interno (flechas) entre dos asas ileales (IT e I).
(B) Fístula enterovesical con gas en el trayecto (flechas) y en la porción anterior de la luz vesical (flecha negra). Hay un asa intestinal engrosada adyacente (I) y la pared lateral de la vejiga está engrosada secundariamente al proceso inflamatorio (*).



Fig. 8.—Estenosis inflamatoria en paciente con enfermedad de Crohn (EC) recurrente. Ecografía doppler color del ileon preanastomótico (I) con paredes engrosadas e hiperémicas. Asa intestinal dilatada (flechas) proximal a la estenosis con contenido ecogénico interno (*).



Fig. 10.—Hiperemia parietal en segmento intestinal con enfermedad de Crohn (EC). Ecografía doppler color que muestra flujo fácilmente visible en la pared intestinal afectada (flechas) y en la grasa adyacente inflamada. Nótese las zonas hipoeocoicas extramurales mal definidas relacionadas con áreas de flemonización (*).



Fig. 9.—Afectación apendicular en enfermedad de Crohn (EC). Ecografía doppler color que muestra marcado engrosamiento del ileon terminal (I) y del apéndice (A). Hiperemia intensa del ileon y escaso flujo apendicular.

(73%)²⁶. Ante un paciente con dolor en fosa ilíaca derecha (FID) y engrosamiento del apéndice, los signos que sugieren EC son: afectación de otros segmentos intestinales, proliferación fibrograsa alrededor del ileón, engrosamiento superior a 5 mm e hiperemia mural del ileón, y engrosamiento marcado e irregular de la submucosa del ileón (fig. 9)²⁶. Los hallazgos ecográficos del ciego o del apéndice son similares en ambas entidades, apendicitis aguda y afectación apendicular en EC, por lo que no son útiles en su diferenciación.

La actividad inflamatoria en la EC ha sido valorada mediante dos tipos de parámetros doppler: a) velocidad y/o flujo de la arteria mesentérica superior (AMS) o arteria mesentérica inferior (AMI), basándose en que la neovascularización de la pared inflamada produce un aumento del flujo de las arterias y venas mesentéricas y b) vascularización de la pared del asa intestinal engrosada^{27,28}. La mayoría de los pacientes con enfermedad clínicamente activa muestran hipervasculación de los vasos mesentéricos o hiperemia en la pared intestinal engrosada (fig. 10); sin embargo, los resultados son contradictorios según series, y por tanto la utilidad de esta información es cuestionable^{14,15}. Se ha publicado una reducción del grosor y del grado de hiperemia de la pared intestinal tras tratamiento antiinflamatorio, lo cual sugiere que la ecografía podría utilizarse para monitorizar el tratamiento²⁹. Por otra parte, según Robotti et al. la utilización de contrastes ecográficos permite sugerir la evolución después del tratamiento³⁰. La detección de hiperemia tras la inyección de contraste en segmentos intestinales previamente avasculares permite identificar un grupo de pacientes en remisión clínica tras tratamiento médico, con enfermedad subclínica y mayor tendencia a recidivas tempranas.

La mayoría de los pacientes con EC son muy delgados, lo cual favorece el uso de la ecografía y la valoración e interpretación de los hallazgos. La ausencia de radiación y la gran disponibilidad hacen que sea una técnica atractiva, sobre todo porque es una enfermedad que afecta a pacientes jóvenes que pueden requerir múltiples estudios. En pacientes candidatos a tratamiento quirúrgico los hallazgos ecográficos deben ser confirmados con TC.

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

En los estudios de TC dirigidos a evaluar la EC, el paciente debe ingerir grandes cantidades de contraste oral (1.000-1.500 ml) para distender las asas intestinales y poder evaluar correctamente los cambios patológicos de la pared intestinal. Las asas intestinales colapsadas pueden simular segmentos con pared engrosada, masas, o abscesos, causando errores diagnósticos. Existen dos tipos de medios de contraste oral (MCO). Los MCO positivos con alta atenuación, como el bario diluido o el Gastrografin®, ayudan a diferenciar las asas intestinales de las colecciones extraluminales y las fistulas, por lo que deben utilizarse cuando hay sospecha clínica de complicaciones sépticas³¹⁻³⁴. Sin embargo, el uso de MCO positivos dificulta la valoración del realce parietal tras la inyección de contraste intravenoso e interfere con la manipulación de los datos si realizamos TC-angiografía. El uso de MCO negativos, como el agua o las soluciones electrolíticas, aumenta la diferencia de densidad entre la luz intestinal y la pared, lo cual permite una visualización excelente del realce parietal y una mejor valoración de los segmentos afectados³⁵⁻³⁷. Cuando el contraste es administrado a través de un catéter nasoeyunal, la técnica se llama TC-enteroclisis^{38,39}. Esta técnica combina las ventajas de la enteroclisis convencional con las de la TC, permitiendo mejorar la distensión luminal y detectar mayor número de segmentos afectados y de hallazgos radiológicos. Sin embargo, tiene desventajas, ya que utiliza más dosis de radiación, es peor tolerada por el paciente y necesita más tiempo médico y de utilización de la sala de exploración³⁵. Wold et al en un estudio comparativo de TC con agua y TC-enteroclisis observaron similar distensión de asas y exactitud (*accuracy*) en el diagnóstico de EC⁴⁰. La realización de reconstrucciones multiplanares con los equipos multicorte, aunque no revela hallazgos adicionales, puede aumentar la confianza en la interpretación de las imágenes^{32,36}.

El uso de contraste intravenoso está indicado porque permite evaluar el realce de la pared intestinal, mejora la identificación de los vasos mesentéricos y la diferenciación con las estructuras adyacentes^{31,38,41}. Wold et al concluyen en su estudio que la obtención de imágenes en fase portal es suficiente para la evaluación del realce mural y que el estudio en fase arterial no añade información adicional⁴⁰.

Las cifras publicadas en cuanto a la exactitud diagnóstica de la TC en el diagnóstico de la EC son muy variables, posiblemente debido a las diferentes técnicas y equipos empleados, así como de la técnica con que se haya comparado (tránsito intestinal, enteroclisis o histología). Makó et al en su estudio comparan la TC con un MCO positivo y la enteroclisis, obteniendo un 94% de sensibilidad y una especificidad del 95% para estadios no ini-

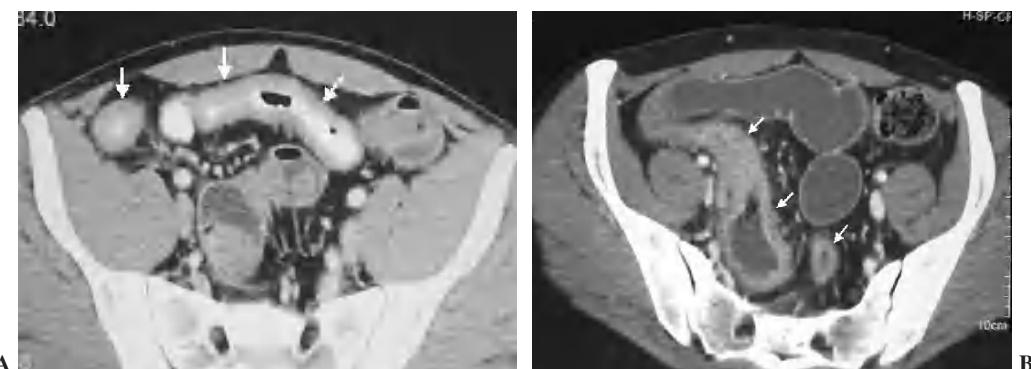


Fig. 11.—Tomografía computarizada (TC) con contraste intravenoso de dos pacientes diferentes con enfermedad de Crohn (EC). (A) Con contraste oral positivo (Gastrografin). (B) Con contraste oral negativo (agua). Se observan varios segmentos intestinales con las paredes engrosadas (flechas).

ciales³³. Otros estudios han publicado sensibilidades similares (89%) comparando la TC con un MCO negativo o la TC-enteroclisis con endoscopia y/o hallazgos quirúrgicos^{36,39}. La mayoría de los estudios publicados indican que la TC y los estudios baritados son técnicas complementarias^{2,5,31,33,34}. Para algunos autores, la TC también puede ser una alternativa a los estudios baritados de intestino delgado en la evaluación de pacientes con EC^{35,37,38}.

Los segmentos intestinales afectados por la EC se manifiestan en los estudios de TC por un engrosamiento de la pared intestinal (fig. 11). Se considera patológico cualquier segmento de pared intestinal con un grosor mayor de 3 mm, siempre y cuando el asa esté bien distendida y perpendicular al plano de la imagen^{31,42}. Tras la inyección de contraste intravenoso se pueden ver dos patrones distintos de realce parietal: heterogéneo y homogéneo (fig. 12). El patrón heterogéneo indica estratificación en la pared intestinal engrosada, pudiendo tener dos o 3 capas alternantes. Si la captación mural tiene 3 capas se llama *target sign*, donde la capa interna corresponde a la mucosa realizada, rodeada de un anillo de baja densidad cercana al agua debido al edema submucoso, y un anillo externo de alta densidad de la muscularis propia y serosa^{42,43}. Si la estratificación mural tiene sólo 2 capas se llama signo del doble halo, con intenso realce interno y baja densidad periférica, o al revés. La intensidad del realce de la mucosa y la serosa refleja la actividad clínica de la enferme-

dad^{31,40,44}. Choi et al demostraron una relación significativa entre la presencia de captación en capas de la pared intestinal y enfermedad histológicamente activa, y entre captación homogénea de la pared y fase quiescente⁴⁵. El edema de la submucosa del *target sign*, visualizado en casos de inflamación activa, debería ser diferenciado del halo producido por el depósito submucoso de grasa, relacionado según algunos autores con la fase crónica de la enfermedad^{31,40,43,46}. Por otra parte, según Gossios et al, los pacientes en fase activa muestran asas más gruesas, observándose una reducción significativa tras un tratamiento médico efectivo⁴⁷.

La luz de un asa intestinal normal mide menos de 2,5 cm, reconociéndose fácilmente en los estudios de TC las zonas de estenosis y las dilataciones preestenóticas asociadas. El engrosamiento mural y la obstrucción luminal pueden ser reversibles. Según algunos autores, la demostración de estratificación mural indica que no hay fibrosis y que por tanto la terapia médica puede reducir la estenosis³¹. Con la progresión de la enfermedad y la aparición de fibrosis irreversible, la estratificación se pierde y el realce es homogéneo, y la estenosis responde poco al tratamiento antiinflamatorio (fig. 13). Sin embargo, hasta el momento no existen estudios publicados que demuestren estas opiniones.

La hipervasculardad del mesenterio, denominada yeyunización del fleon o signo del peine (*comb sign*) incluye dilatación vascular, tortuosidad y prominencia de los vasos rectos (fig. 14).

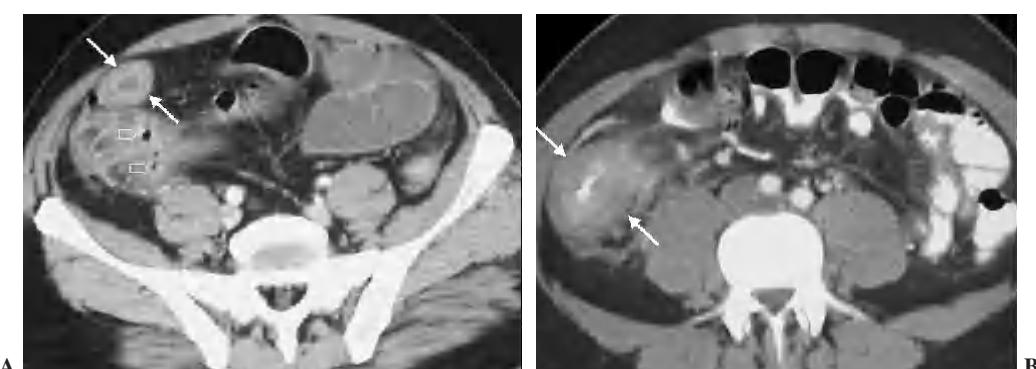


Fig. 12.—Realce mural tras la inyección de contraste intravenoso. (A) Tomografía computarizada (TC) con agua como contraste enteral que muestra captación parietal estratificada (flechas) de un segmento intestinal con moderado engrosamiento de la pared (*target sign*); se observan además pequeñas burbujas extraluminales (flechas huecas) relacionadas con la presencia de fistulas. (B) TC con contraste oral positivo que muestra captación mural homogénea (flechas).

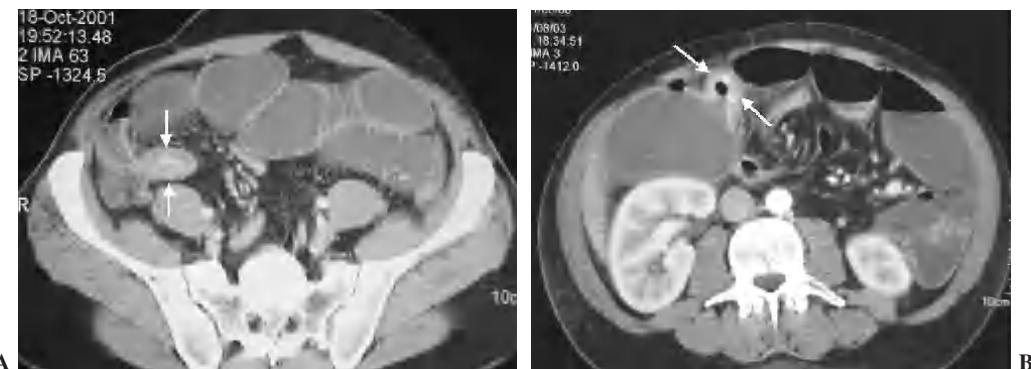


Fig. 13.—Obstrucción intestinal en dos pacientes con enfermedad de Crohn (EC) del ileon distal. Tomografía computarizada (TC) con contraste intravenoso que muestra en ambos casos estrechamiento luminal y engrosamiento mural (flechas) con dilatación de las asas preestenóticas como signo de obstrucción intestinal. (A) Segmento estenótico con patrón de realce mural estratificado que indica componente inflamatorio. (B) Patrón de realce homogéneo de la zona estenótica que se relaciona con componente fibrótico.



Fig. 14.—Ingurgitación vascular del mesenterio en enfermedad de Crohn (EC) activa. Tomografía computarizada (TC) con contraste oral positivo y contraste intravenoso, donde se observa un aumento de la vascularización mesentérica (flechas) del ileon con vasos dilatados y tortuosos. El segmento intestinal enfermo presenta paredes engrosadas (flecha hueca) por EC.

La visualización de este signo sugiere exacerbación aguda en pacientes con EC conocida⁴⁸. Lee et al concluyen en su trabajo que la presencia de vascularización prominente perientérica o pericólica se observa con más frecuencia cuando la enfermedad está clínicamente activa, en fase avanzada o es extensa, y además que estos pacientes requieren tratamiento más agresivo⁴⁹.

La separación de asas vista en los estudios baritados de pacientes con EC puede ser debida a varias causas: absceso, flemón, proliferación fibrograsa o adenopatías mesentéricas⁵¹. La TC permite distinguir entre estas posibilidades, lo cual ayuda directamente al manejo del paciente. La llamada proliferación fibrograsa o *creeping fat*, la causa más frecuente de separación de asas en los estudios baritados, consiste en un aumento de volumen y atenuación de la grasa mesentérica, por edema y cúmulo de células inflamatorias. Los ganglios mesentéricos visualizados en la EC suelen ser pequeños (3-8 mm). Si los ganglios son de mayor tamaño, debería excluirse linfoma o carcinoma, ya que ambos ocurren con mayor frecuencia en pacientes con EC⁵⁰.

La formación de abscesos ocurre aproximadamente en el 15-20% de los pacientes durante el curso de la enfermedad⁵¹. Los abscesos se presentan como masas ovaladas o redondeadas con valores de atenuación cercanos al agua. Si la cápsula está bien

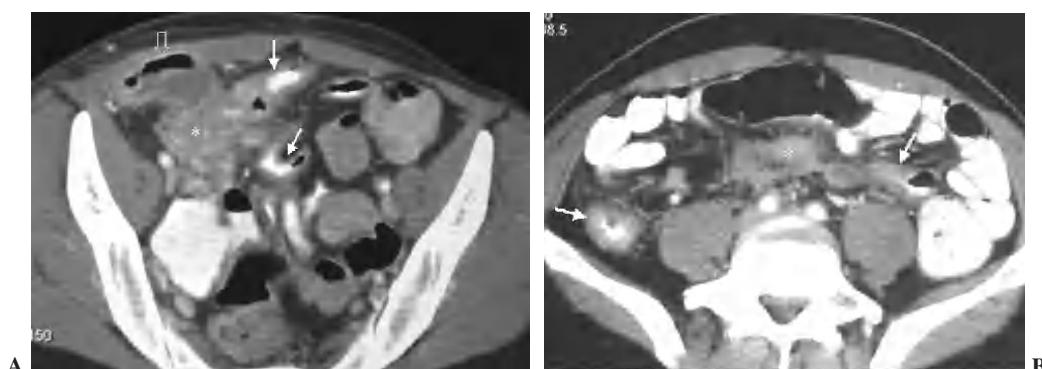


Fig. 15.—Demostración de masas inflamatorias en dos pacientes con enfermedad de Crohn (EC). Estudios de tomografía computarizada (TC) con contraste oral positivo y contraste intravenoso. (A) Se observan dos abscesos visualizados como colecciones hipodensas con realce de la pared, uno de ellos con nivel hidroáereo interno situado en la pared abdominal (flecha hueca), y otro (*) entre segmentos intestinales con paredes engrosadas (flechas). (B) Flegón en raíz de mesenterio, visualizado como masa mal definida (*). Engrosamiento de las paredes del colon ascendente y de un segmento de yeyuno (flechas).



Fig. 16.—Fístulas interasas. Tomografía computarizada (TC) con enema de aire y contraste intravenoso que muestra múltiples densidades lineales en la grasa que separa ileón terminal (IT) e ileón (I) correspondientes a fistulas enteroentéricas. Algunos de los trayectos muestran burbujas aéreas (flechas). Ciego (C).

formada, la parte periférica puede mostrar realce, mientras que el material necrótico de la zona central no se realza (fig. 15). En más del 50% de los casos puede observarse gas en su interior, bien en forma de burbujas o como nivel hidroáereo. Para un diagnóstico definitivo de absceso con TC es aconsejable la opacificación completa de las asas intestinales con MCO positivos³. A diferencia de un absceso, un flemón es una masa inflamatoria situada en el mesenterio u omento, visualizada como un aumento mal definido de la densidad de la grasa (fig. 15).

Las fistulas y los *sinus tracts* son hallazgos muy característicos de la EC avanzada y a menudo son múltiples. En los estudios de TC se ven como bandas densas lineales extendiéndose en la grasa. Estos trayectos pueden tener en su recorrido burbujas aéreas o contraste positivo (fig. 16). La TC es superior a las técnicas de imagen baritadas en la demostración de fistulas entero-cutáneas, enterovesicales y del músculo iliopsoas^{31,40,52}. Sin embargo, el tránsito intestinal o la enteroclisis son superiores en la detección de fistulas enteroentéricas^{34,52}. En general, la TC y los estudios baritados son complementarios para la detección y evaluación de la extensión de las fistulas, por lo que deben ser evaluados conjuntamente, sobre todo si se ha programado la cirugía.

En la mayoría de los hospitales la TC es la técnica de imagen utilizada cuando se sospechan complicaciones en un paciente con EC conocida. Es una técnica con alta rentabilidad diagnóstica y, si se compara con la ecografía o la RM, es más rápida y de fácil interpretación. Sin embargo, el empleo de radiación desaconseja su utilización repetida, especialmente en niños y en mujeres en edad fértil.

RESONANCIA MAGNÉTICA

Los avances técnicos y el desarrollo de secuencias rápidas con RM han mejorado la calidad de los estudios de la patología del tracto digestivo y especialmente de las enfermedades que afectan a la pared intestinal^{41,53-60}. Para valorar mejor las alteraciones intestinales es determinante conseguir una buena distensión de las asas y alcanzar una intensidad de señal homogénea en la luz intestinal. La escasa o inadecuada distensión puede simular engrosamiento mural o realce anormal. Una de las técnicas propuestas para valorar la EC es la intubación nasoyeyunal o enteroclisis con RM, con instilación de 1.500-2.000 ml de una solución de agua isosmótica con polietilenglicol o metilcelulosa. Esta técnica, de forma similar a la enteroclisis convencional, permite obtener más información de las alteraciones superficiales de la pared por la marcada distensión de la luz intestinal^{54,61}. Otras técnicas se basan en la ingesta oral de medios de contraste^{55-57,60}. Los

MCO se han clasificado como positivos y negativos⁵⁶⁻⁶². Los agentes positivos producen un aumento de señal dentro de la luz, mientras que los agentes negativos producen una intensidad baja o ausencia de señal intraluminal^{55,56}. Los MCO se definen como bifásicos cuando se comportan como positivos o negativos, dependiendo de la secuencia de pulso aplicada: baja señal en secuencias potenciadas en T1 y alta señal en secuencias potenciadas en T2^{57,58,62}. Los más usados son la solución de agua con metilcelulosa o polietilenglicol con electrolitos. Además de la ingesta de MCO se puede administrar un enema rectal con agua o aire para distender el intestino grueso⁶³.

Se recomienda el uso de fármacos antiperistálticos para minimizar el artefacto producido por los movimientos intestinales. La posición en decúbito prono disminuye estos movimientos y permite la separación de las asas intestinales. El uso de bobinas multielemento en serie (*phase array coils*) mejora la resolución espacial, permitiendo una excelente valoración de las asas en un corto tiempo de adquisición.

Generalmente se adquieren imágenes en coronal y transversal, con grosor de corte de 4-7 mm, matriz de al menos 256 × 256 y un FOV (*field of view*) que cubra el área de interés^{41,54,61,64}. El protocolo de RM debe incluir imágenes potenciadas tanto en T1 como en T2. Las imágenes potenciadas en T2 se adquieren con secuencias de pulso rápidas basadas en eco de espín repetido (RARE [*rapid acquisition relaxation enhancement*]), TSE [*turbo spin echo*], FSE [*fast spin echo*]). Particularmente la combinación con métodos de disparo único (HASTE [*half scan single-shot turbo spin echo*]), muestra un alto contraste entre la luz y la pared, disminuye los artefactos por movimientos y el artefacto por desplazamiento químico es despreciable⁶⁵. La utilización de supresión grasa (SPIR) define mejor la inflamación en la pared y en el tejido mesentérico. Recientemente se han optimizado para los estudios intestinales las técnicas de gradientes completamente compensados (Balanced FFE, True FISP o FIESTA, dependiendo del equipo utilizado)⁶⁶. Estas secuencias muestran una relativa insensibilidad a los artefactos de movimiento, alto contraste entre la luz y la pared intestinal y una excelente visualización de los vasos y del mesenterio. Para las secuencias potenciadas en T1 se usan secuencias 3D eco de gradiente, con destrucción de la magnetización transversal (T1 FFE, VIBE, FLASH) para mejorar la potenciación en T1⁶⁶. En general, se puede utilizar supresión grasa, ya que consigue mayor diferencia de contraste entre la pared y la grasa mesentérica suprimida, aunque tiene el inconveniente de reducir la visualización de las adenopatías y de los vasos mesentéricos^{53,64}. Las adquisiciones 3D permiten una partición más fina, pero los artefactos son más relevantes. La administración de gadolinio (Gd) intravenoso (dosis de 0,1 mmol/kg, flujo de 2-3 ml/s y retraso de 60 s) en este tipo de secuencias es útil para definir el realce de las asas normales y las patológicas.

El diagnóstico de EC en la RM se basa en la identificación de la pared intestinal engrosada (4-10 mm), hallazgo que se puede reconocer en todas las secuencias (fig. 17A). La RM determina eficazmente la longitud y localización de los segmentos afectados^{54,64,67}, con una sensibilidad entre 84-100% y una especificidad del 100%^{54,55,59,68}. Además del engrosamiento de la pared, otras alteraciones murales de la EC que se pueden reconocer con la RM son la hipointensidad de la pared en T2 y el realce con Gd en las secuencias T1^{53,55}. El realce de la pared se ha descrito como uno de los signos más importantes de la EC (fig. 17B), permitiendo identificar los segmentos intestinales afectados, así como estimar la gravedad de la enfermedad^{5,53,54,67,69-72}. En las se-

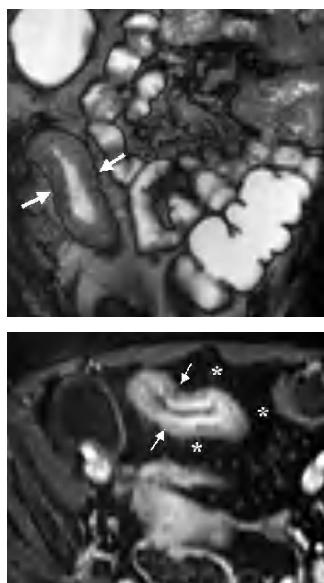


Fig. 17.—Estudio de resonancia magnética (RM) de paciente con enfermedad de Crohn (EC). (A) La imagen coronal T2 *balanced* FFE muestra el contenido intestinal con alta señal. Se observa engrosamiento marcado de la pared del ileon terminal (flechas). La línea negra que rodea la pared representa el artefacto por el fenómeno de desplazamiento químico inherente a esta secuencia. (B) La imagen axial T1-FFE con supresión grasa y tras administración de contraste intravenoso muestra el contenido intestinal con baja señal. La pared realza intensamente (flechas), con patrón estratificado, contrastando con la baja señal de la grasa (*) que muestra importante proliferación alrededor del asa inflamada.



Fig. 19.—Fístula interasas. Imagen axial *balanced* FE T2 que demuestra el trayecto fistuloso (flecha) hiperintenso entre dos asas de ileon, una de ellas dilatada (*).

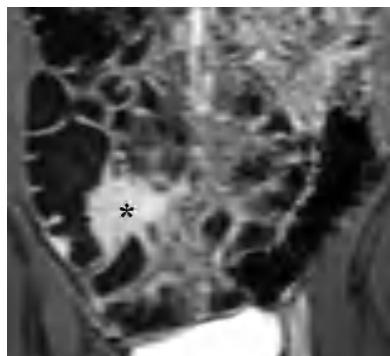


Fig. 20.—Flemón. Plano coronal T1 FFE postgadolinio que muestra un marcado realce del tejido inflamatorio en la región ileocecal (*).

cuencias T1, el realce mural producido por el Gd es más evidente que con la TC con contraste iodado, debido a las diferencias intrínsecas del efecto de los MC en TC y en RM⁵⁵. Las secuencias potenciadas en T2 son aún más sensibles que el realce de la pared con Gd para detectar los cambios inflamatorios; el realce con contraste detecta la hipervascularización, mientras que la hipointensidad en las secuencias T2 identifica el edema de los tejidos inflamados^{53,55,73}. Para mejorar la visualización de la pared afectada en las secuencias T2 se puede suprimir la grasa (SPIR) y bajar la señal de la luz administrando un contraste oral negativo^{53,55}. Con la RM enteroclisis se han descrito otros signos murales de la EC como el engrosamiento de las válvulas conniventes, las úlceras lineales (definidas como imágenes hiperintensas atravesando la pared en las secuencias potenciadas en T2) y el patrón en empedrado (combinación de úlceras longitudinales y transversales)⁵⁴.

Las manifestaciones extramurales se detectan mejor con la RM que con los métodos tradicionales (estudios baritados, endoscopia). Las fisuras o *sinus tract* son lesiones prefistulosas y expresan la extensión transmural de la enfermedad. Se identifican en la RM como irregularidades de la superficie externa de la

pared inflamada, especialmente en las secuencias T2, o por la evidencia de dos asas en contacto, de paredes engrosadas y rígidas, con alta señal en T2 y aumento de la captación tras Gd⁵⁵ (fig. 18). La sensibilidad de la RM -enteroclisis comparada con la enteroclisis convencional en la demostración de las fisuras es del 75%⁶¹. Las fistulas se identifican sobre todo en secuencias true FISP o *balanced* por la presencia de líquido en su trayecto (fig. 19), mientras que son menos visibles en secuencias potenciadas en T2⁵⁴. En el estudio de Prassopoulos et al la RM enteroclisis detectó el 100% de las fistulas, mientras que en el trabajo de Pothast et al, la sensibilidad fue del 87% y la especificidad del 93%^{54,68}. Abscesos y flemones se identifican especialmente en las secuencias potenciadas en T1 tras inyección de Gd; los flemones muestran realce homogéneo (fig. 20); sin embargo los abscesos presentan contenido líquido interno y el realce es sólo periférico.



Fig. 18.—Fisuras en ileon terminal. (A) Plano coronal *balanced*-FFE T2. Se aprecia engrosamiento de la pared de ileon terminal con trácticos hacia la grasa y distorsión de la superficie por extensión extramural (flechas). (B) Corte axial postgadolinio 3D EG-T1 con supresión grasa, demuestra el marcado realce de la pared y de los trácticos (flechas). (C) Misma secuencia que A demostrando la conexión entre dos asas de ileon (flechas) sin llegar a identificar trayecto fistuloso. Se aprecia la proliferación de la grasa asociada.



Fig. 21.—Signo del peine. Imagen coronal *balanced* FFE T2 que muestra un asa de paredes engrosadas (flechas blancas) con vascularización aumentada en el borde mesentérico del asa (flechas negras).



Fig. 22.—Enfermedad de Crohn (EC) con actividad inflamatoria. Imagen axial *balanced* TFE T2 que muestra aumento de la señal y marcado engrosamiento de la pared del ileon terminal (flechas), así como hiperintensidad de los tejidos adyacentes (*). Apéndice engrosado (cabeza de flecha).

La proliferación de la grasa mesentérica se puede dar tanto en la enfermedad activa como en la inactiva, siendo generalmente mayor en la enfermedad de larga evolución. Según Maccioni et al la hiperintensidad de la grasa en los estudios potenciados en T2 con supresión grasa se puede considerar un signo directo de inflamación mesentérica⁵³. Otros cambios asociados a la EC que pueden ser valorados con la RM son las adenopatías, que pueden mostrar realce de contraste^{61,71}, y el aumento de vascularización mesentérica, visualizado como dilatación de los vasos mesentéricos (signo del peine). Este último signo se demuestra mejor en las secuencias potenciadas en T2, viéndose como estructuras lineales hipointensas perpendiculares al eje largo intestinal (fig. 21)⁵⁴. La RM también puede ayudar a diferenciar entre engrosamiento fibrótico o edematoso de la pared en los casos de estenosis. El colágeno es el principal componente del engrosamiento fibrótico, mostrándose con baja señal en T1 y en T2, en cambio el edema presenta hiperintensidad en T2 e hipointensidad en T1. La diferenciación entre estenosis edematosas o fibróticas es útil para seleccionar los pacientes que requieren tratamiento médico (edematoso) o quirúrgico (fibrótico)^{5,61}.

En cuanto a la valoración del grado de inflamación, según estudios recientes, la RM muestra gran precisión usando diferentes parámetros de la pared afectada y de los tejidos periviscerales. En el estudio de Laghi et al se observó una alta correlación ($r = 0,91$) entre el CDAI y la RM con contraste oral⁵⁹. Los signos más relacionados con actividad inflamatoria en la RM son el realce de la pared en secuencias potenciadas en T1, y en las secuencias potenciadas en T2 la hiperintensidad de la pared y el aumento de señal en la grasa mesentérica (figs. 17 y 22), precisando la valoración del último signo una técnica de supresión grasa^{53,55,64,67,70-73}. Estos hallazgos se han visto asociados con el subtipo de enfermedad inflamatoria o fistulizante, sin observarse en el subtipo fibroestenosante⁵³. Otro signo asociado a enfermedad activa es el patrón de realce en capas de la pared, que según Koh et al es altamente específico de inflamación activa⁶⁷. Hay

autores que relacionan el grado de engrosamiento de pared con la actividad inflamatoria^{67,72}, sin embargo, otros consideran que el aumento de grosor de la pared intestinal es un cambio morfológico común que no necesariamente se correlaciona con enfermedad activa, pudiendo expresar fibrosis por proceso inflamatorio crónico o edema por cambios inflamatorios agudos^{53,73}. La combinación de engrosamiento mural, úlceras profundas y realce de adenopatías en la RM enteroclisis, mostraron una excelente correlación con el CDAI en el estudio realizado por Gourtsoyiannis et al⁷¹. La presencia de aumento de vascularización en el mesenterio adyacente, aunque es bastante sensible (78%) se observa también en pacientes con enfermedad inactiva (especificidad del 57%)⁶⁷. Otros hallazgos infrecuentes como abscesos o fistulas sólo se encuentran en enfermedad activa⁶⁷. La RM también se ha utilizado para evaluar la respuesta al tratamiento en pacientes con EC, observándose variaciones significativas en el realce, en el grosor y en la intensidad de señal de la pared en T2, entre los pacientes en fase activa y los pacientes en remisión^{72,73}.

La ausencia de radiación y la alta capacidad en demostrar las alteraciones murales y extramurales justifican el uso cada vez más frecuente de la RM en pacientes con EC.

CONCLUSIONES

La planificación del tratamiento en un paciente con EC requiere valoración de la extensión, severidad y actividad inflamatoria de las lesiones, incluyendo la evaluación de las complicaciones extraparietales. Ecografía, TC y RM, aunque no detectan lesiones iniciales superficiales, pueden valorar adecuadamente la mayoría de los segmentos intestinales afectados, mostrando la afectación mural y extramural. Los hallazgos de las técnicas seccionales de imagen permiten clasificar a cada paciente en uno o en varios de los subtipos evolutivos, por lo que deberían ser incluidas en la evaluación global del paciente con EC. Ninguna de las tres modalidades de imagen es claramente superior, por lo que la utilización de una u otra técnica dependerá, sobre todo, de la experiencia de cada centro¹⁸. En manos experimentadas la ecografía constituye probablemente la modalidad de imagen más atractiva como primera opción, si se tiene en cuenta la relación coste-efectividad, su disponibilidad y la falta de radiación que permite repetirla cuantas veces sea necesario. La TC debería utilizarse si hay sospecha clínica de complicación y la ecografía es normal, o bien en centros donde no haya experiencia con ecografía. Aunque la RM ha mostrado resultados excelentes, no puede ser considerada por el momento como técnica de primera línea por su falta de accesibilidad y alto coste, salvo en casos de embarazo o de alergia al contraste iodata; sin embargo, por no utilizar radiación ionizante, en un futuro quizás sustituya a la TC.

BIBLIOGRAFÍA

- Nos P, Hinojosa J. Enfermedad de Crohn. En: Berenguer J, Berenguer M, Ponce J, Prieto M, Sala T, editores. Gastroenterología y hepatología. Madrid: Ed Elsevier-Science; 2002. p. 313-27.
- Wills JS, Lobis IF, Denstman FJ. Crohn disease: state of the art. Radiology. 1997;202:597-610.
- Kelvin FM, Herlinger H. Crohn's disease. En: Herlinger H, Maglinte DDT, Birnbaum BA, editors. Clinical imaging of the small intestine. New York: Ed Springer; 1999. p. 259-89.
- Gasche C, Scholmerich J, Brynskov J, D'Haens G, Hanauer SB, Irvine EJ, et al. A simple classification of Crohn's disease: report of the working party of the World Congress of Gastroenterology, Viena 1998. Inflamm Bowel Dis. 2000;6:8-15.

5. Maglinte DDT, Gourtsoyiannis N, Rex D, Howard TJ, Kelvin FM. Classification of small bowel Crohn's subtypes based on multimodality imaging. *Radiol Clin N Am.* 2003;41:285-303.
6. Wilson SR. Gastrointestinal tract sonography. *Abdom Imaging.* 1996;21:1-8.
7. Ledermann HP, Börner N, Strunk H, Bongartz G, Zollkotter C, Stuckmann G. Bowel wall thickening on transabdominal sonography. Review. *AJR.* 2000;174:107-17.
8. Puylaert JBCM. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology.* 1986;158:355-60.
9. Parente F, Greco S, Molteni M, Anderloni A, Sampietro GM, Danelli PG, et al. Oral contrast enhanced bowel ultrasonography in the assessment of small intestine Crohn's disease. A prospective comparison with conventional ultrasound, x ray studies, and ileocolonoscopy. *Gut.* 2004;53:1652-7.
10. Bru C, Sans M, Defelito M, Gilabert R, Fuster D, Llach J, et al. Hydrocolonics sonography for evaluating inflammatory bowel disease. *AJR.* 2001;177:99-105.
11. Teeffey SA, Roarke MC, Brink JA, Middleton WD, Balfe DM, Thysen EP, et al. Bowel wall thickening: Differentiation of inflammation from ischemia with color Doppler and Duplex US. *Radiology.* 1996;198:547-51.
12. Pradel JA, David WR, Taourel P, Djafari M, Veyrac M, Brue JM. Sonographic assessment of the normal and abnormal bowel wall in nondiverticular ileitis and colitis. *Abdom Imaging.* 1997;22:167-72.
13. Maconi G, Parente F, Bollani S, Cesana B, Bianchi Porro G. Abdominal ultrasound in the assessment of the extent and activity of Crohn's disease: clinical significance and implication of bowel thickening. *Am J Gastroenterol.* 1996;91:1604-9.
14. Tarjan Z, Toth G, Györke T, Mester A, Karlinger K, Mako EK. Ultrasound in Crohn's disease of the small bowel. *Eur J Radiol.* 2000;35:176-82.
15. Valette PJ, Rioux M, Pilleul F, Saurin JC, Fouque P, Henry L. Ultrasonography of chronic inflammatory bowel disease. *Eur Radiol.* 2001;11:1859-66.
16. Parente F, Maconi G, Bollani S, Anderloni A, Sampietro G, Cristaldi M, et al. Bowel ultrasound in assessment of Crohn's disease and detection of related small bowel strictures: a prospective comparative study versus x ray and intraoperative findings. *Gut.* 2002;50:490-5.
17. Fraquelli M, Colli A, Casazza G, Paggi S, Colucci A, Massironi S, et al. Role of US in detection of Crohn disease: meta-analysis. *Radiology.* 2005;236:95-101.
18. Rioux M, Gagnon J. Imaging modalities in the puzzling world of inflammatory bowel disease. *Abdom Imaging.* 1997;22:173-4.
19. Di Mizio R, Maconi G, Romano S, D'Armario F, Bianchi Porro G, Grassi R. Small bowel Crohn disease: sonographic disease. *Abdom Imaging.* 2004;29:23-35.
20. Sarrazin J, Wilson SR. Manifestations of Crohn disease at US. *Radiographics.* 1996;16:499-520.
21. Maconi G, Sampietro GM, Parente F, Pompili G, Russo A, Cristaldi M, et al. Contrast radiology, computed tomography and ultrasonography in detecting internal fistulas and intra-abdominal abscesses in Crohn's disease: a prospective comparative study. *Am J Gastroenterol.* 2003;98:1545-55.
22. Gasche C, Moser G, Turetschek K, Schober E, Moeschl P, Oberhuber G. Transabdominal bowel sonography for the detection of intestinal complications in Crohn's disease. *Gut.* 1999;44:112-7.
23. Serrano MD, Ripollés T, Martínez MJ, Picó SD. Utilidad de la ecografía transvaginal en patología no ginecológica. *Radiología.* 2004;46:167-74.
24. Esteban JM, Aleixandre A, Hurtado MJ, Maldonado L, Mora FJ, Nogues E. Contrast-enhanced power Doppler ultrasound in the diagnosis and follow-up of inflammatory abdominal masses in Crohn's disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2003;15:253-9.
25. Kratzer W, von Tirpitz CH, Mason R, Reinsgahen M, Adler G, Möller P, et al. Contrast-enhanced power Doppler sonography of the intestinal wall in the differentiation of hypervascularized and hypovascularized intestinal obstructions in patients with Crohn's disease. *J Ultrasound Med.* 2002;21:149-57.
26. Ripollés T, Martínez MJ, Errando J, Morote V. Appendiceal involvement in Crohn's disease: grey-scale sonography and color Doppler flow features. *AJR.* 2006;186:1071-8.
27. van Oostayen JA, Wasser MN, van Hogezand RA, Griffioen G, de Roos A. Activity of Crohn disease assessed by measurement of superior mesenteric flow with Doppler US. *Radiology.* 1994;193:551-4.
28. Spalinguer J, Patriquin H, Miron MC, Marx G, Herzog D, Dubois J, et al. Doppler US in patients with Crohn disease: vessel density in the diseased bowel reflects disease activity. *Radiology.* 2000;217:787-91.
29. Ruess L, Nussbaum AR, Bulas D, Mohan P, Bader A, Latimer JS, et al. Inflammatory bowel disease in children and young adults: correlation of sonographic and clinical parameters during treatment. *AJR.* 2000;175:79-84.
30. Robotti D, Cammarota T, Debani P, Sarno A, Astegiano M. Activity of Crohn disease: value of color-power-Doppler and contrast-enhanced ultrasonography. *Abdom Imaging.* 2004;29:648-52.
31. Gore RM, Balthazar EJ, Ghahremani GG, Miller FH. CT features of ulcerative colitis and Crohn's disease. *AJR.* 1996;167:3-15.
32. Raptopoulos V, Schwartz RK, McNicholas MMJ, Movson J, Pearlman J, Joffe N. Multiplanar helical CT enterography in patients with Crohn's disease. *AJR.* 1997;169:1545-50.
33. Makó EK, Mester ÁR, Tarjan ZS, Karlinger K, Tót G. Enteroclysis and spiral CT examination in diagnosis and evaluation of small bowel Crohn's disease. *Eur J Radiol.* 2000;35:168-75.
34. Maglinte DDT, Hallett RL, Rex D, Chua GT, Kelvin FM, Harmon B, et al. Imaging of small bowel Crohn's disease: can abdominal CT replace barium radiography? *Emerg Rad.* 2001;8:127-33.
35. Mazzeo S, Caramella D, Battolla L, Melai L, Masolino P, Bertoni M, et al. Crohn disease of the small bowel: spiral CT evaluation after oral hyperhydration with isotonic solution. *JCAT.* 2001;25:612-6.
36. Doerfler OC, Ruppert-Kohlmayr AJ, Reittner P, Hinterleitner T, Petritsch W, Solar DH. Helical CT of the small bowel with an alternative oral contrast material in patients with Crohn disease. *Abdom Imaging.* 2003;28:313-8.
37. Jamieson DH, Shipman PJ, Israel DM, Jacobson K. Comparison of multidetector CT and barium studies of the small bowel: inflammatory bowel disease in children. *AJR.* 2003;180:1211-6.
38. Rollandi GA, Curone PF, Biscaldi E, Nardi F, Bonifacino E, Conzi R, et al. Spiral CT of the abdomen after distention of small bowel loops with transparent enema in patients with Crohn's disease. *Abdom Imaging.* 1999;24:544-9.
39. Turetschek K, Schober E, Wundebaldinger P, Bernhard CH, Schima W, Puespoek H, et al. Findings at helical CT-enteroclysis in symptomatic patients with Crohn disease: correlation with endoscopic and surgical findings. *JCAT.* 2002;26:488-92.
40. Wold PB, Fletcher JG, Johnson CD, Sandborn WJ. Assessment of small bowel Crohn disease: non-invasive peroral CT enterography compared with other imaging methods and endoscopy. Feasibility study. *Radiology.* 2003;229:275-81.
41. Furukawa A, Saotome T, Yamasaki M, Maeda K, Nitta N, Takahashi M, et al. Cross-sectional imaging in Crohn disease. *RadioGraphics.* 2004;24:689-702.
42. Macari M, Baltasar EJ. CT of bowel wall thickening: significance and pitfalls of interpretation. *AJR.* 2001;176:1105-16.
43. Jones B, Fishman EK, Hamilton SR, Rubesin SE, Bayless TM, Cameron JC, et al. Submucosal accumulation of fat in inflammatory bowel disease: CT/pathologic correlation. *JCAT.* 1986;10:759-63.
44. Del Campo L, Arribas I, Valbuena M, Maté J, Moreno R. Spiral CT findings in active and remission phases in patients with Crohn disease. *JCAT.* 2001;25:792-7.
45. Choi D, Lee SJ, Cho YA, Lim HK, Kim SH, Lee WJ, et al. Bowel wall thickening in patients with Crohn's disease: CT patterns and correlation with inflammatory activity. *Clin Radiol.* 2003;58:68-74.

46. Wittenberg J, Harisinghani MG, Jhaveri K, Varghese J, Mueller PR. Algorithmic approach to CT diagnosis of the abnormal bowel wall. *RadioGraphics*. 2002;22:1093-109.
47. Gossios KJ, Tsianos EV. Crohn disease: CT findings after treatment. *Abdom Imaging*. 1997;2:160-3.
48. Meyers MA, McGuire PV. Spiral CT demonstration of hypervascularity in Crohn's disease: "vascular jejunization of the ileum" or the "comb sign". *Abdom Imaging*. 1995;20:327-32.
49. Lee SS, Ha HK, Yang SK, Kim AY, Kim TK, Kim PN, et al. CT of prominent pericolic or perienteric vasculature in patients with Crohn's disease: correlation with clinical disease activity and findings on barium studies. *AJR*. 2002;179:1029-36.
50. Bansal P, Sonnenberg A. Risk factors for colorectal cancer in inflammatory bowel disease. *Am J Gastroenterol*. 1996;91:44-8.
51. Ribeiro MB, Greenstein AJ, Yamazaki Y, Aufses ATL. Intra-abdominal abscess in regional enteritis. *Ann Surg*. 1991;213:32-6.
52. Orel SG, Rubesin SE, Jones B, Fishman EK, Bayless TM, Siegelman SS. Computed tomography vs barium studies in the acutely symptomatic patient with Crohn's disease. *JCAT*. 1987;11:1009-16.
53. Maccioni F, Viscido A, Broglia L, Marollo M, Masciangelo R, Caprilli R, et al. Evaluation of Crohn disease activity with magnetic resonance imaging. *Abdom Imaging*. 2000;25:219-28.
54. Prassopoulos P, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Roussomoustakaki M, Maris T, Gourtsoyiannis N. MR enteroclysis imaging of Crohn disease. *Radiographics*. 2001;21:S161-72.
55. Maccioni F, Viscido A, Marini M, Caprilli R. MRI evaluation of Crohn's disease of the small and large bowel with the use of negative superparamagnetic oral contrast agents. *Abdom Imaging*. 2002;27:384-93.
56. Rieber A, Nüssle K, Reinshagen M, Brambs HJ, Gabelmann A. MRI of the abdomen with positive oral contrast agents for the diagnosis of inflammatory small bowel disease. *Abdom Imaging*. 2002;27:394-9.
57. Giovagnoni A, Fabbri A, Maccioni F. Oral contrast agents in MRI of the gastrointestinal tract. *Abdom Imaging*. 2002;27:367-75.
58. Lauenstein T, Schneemann H, Vogt F, Herborn C, Rühm S, Debatin J. Optimization of oral contrast agents for MR imaging of small bowel. *Radiology*. 2003;228:279-83.
59. Laghi A, Borrelli O, Paolantonio P, Dito L, Bueno de Mesquita M, Falconieri P, et al. Contrast enhanced magnetic resonance imaging of the ileum in children with Crohn's disease. *Gut*. 2003;52:393-7.
60. Lomas DJ. Technical developments in bowel MRI. *Eur Radiol*. 2003; 13:1058-71.
61. Gourtsoyiannis N, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Prassopoulos P. MR enteroclysis: technical considerations and clinical applications. *Eur Radiol*. 2002;12:2651-8.
62. Laghi A, Carbone I, Catalano R, Iannaccone R, Paolantonio P, Baeli I, et al. Polyethyleneglycol solution as an oral contrast agent for MR imaging of the small bowel. *Am J Roentgenol*. 2001;177:1333-4.
63. Narin B, Ajaj W, Göhde S, Langhorst J, Akgöz H, Gerken G, et al. Combined small and large bowel MR imaging in patients with Crohn's disease: a feasibility study. *Eur Radiol*. 2004;14:1535-42.
64. Low RN, Sebrechts CP, Politoske DA, Bennett MT, Flores S, Snyder RJ, et al. Crohn disease with endoscopic correlation: single-shot fast spin-echo and gadolinium-enhanced fat-suppressed spoiled gradient-echo MR imaging. *Radiology*. 2002;222:652-60.
65. Lee JK, Marcos HB, Semelka RC. MR imaging of the small bowel using the HASTE sequence. *Am J Roentgenol*. 1998;170:1457-63.
66. Gourtsoyiannis N, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Maris T, Prassopoulos P. MR enteroclysis protocol optimization: comparison between 3D FLASH with fat saturation after intravenous gadolinium injection and true FISP sequences. *Eur Radiol*. 2001;11:908-13.
67. Koh DM, Miao Y, Chinn RJS, Amin Z, Zeegen R, Westaby D, et al. MR imaging evaluation of the activity of Crohn's disease. *Am J Roentgenol*. 2001;177:1325-36.
68. Pothast S, Rieber A, von Tirpitz C, Wruck D, Adler G, Brambs HJ. Ultrasound and magnetic resonance imaging in Crohn's disease: a comparison. *Eur Radiol*. 2002;12:1416-22.
69. Shoenut JP, Semelka RC, Magro CM, Silverman R, Yaffe CS, Miclukic AB. Comparison of magnetic resonance imaging and endoscopy in distinguishing the type and severity of inflammatory bowel disease. *J Clin Gastroenterol*. 1994;19:31-5.
70. Kettritz U, Isaacs K, Warshauer DM, Semelka RC. Crohn's disease: pilot study comparing MRI of the abdomen with clinical evaluation. *J Clin Gastroenterol*. 1995;21:249-53.
71. Gourtsoyiannis N, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Papamastorakis G, Prassopoulos P, Roussomoustakaki M. Assessment of Crohn's disease activity in the small bowel with MR and conventional enteroclysis: preliminary results. *Eur Radiol*. 2004;14:1017-24.
72. Madsen SM, Thomsen HS, Schlichting P, Dorph S, Munkholm P. Evaluation of treatment response in active Crohn's disease by low-field magnetic resonance imaging. *Abdom Imaging*. 1999;24:232-9.
73. Sempere JGA, Martinez V, Medina E, Benages A, Tome A, Canelles P, et al. MRI evaluation of inflammatory activity in Crohn's disease. *Am J Roentgenol*. 2005;184:1829-35.

Declaración de conflicto de intereses.

Declaramos no tener ningún conflicto de intereses.