

SERIE: ECOGRAFÍA DEL TRACTO DIGESTIVO

Utilidad de la ecografía intestinal en la enfermedad inflamatoria intestinal



T. Ripollés^{a,*}, F. Muñoz^b, M.J. Martínez-Pérez^a, E. de Miguel^c, J. Poza Cordon^d
y B. de la Heras Páez de la Cadena^e

^a Servicio de Radiología, Hospital Dr. Peset, Valencia, España

^b Servicio de Digestivo, Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Salamanca, España

^c Servicio de Radiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

^d Servicio de Digestivo, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^e Servicio de Digestivo, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 27 de mayo de 2020; aceptado el 2 de octubre de 2020

Disponible en Internet el 11 de noviembre de 2020

PALABRAS CLAVE

Enfermedad de Crohn;
Colitis ulcerosa;
Monitorización;
Curación transmural;
Recurrencia posquirúrgica;
Ecografía

Resumen Las técnicas de imagen desempeñan un papel fundamental en el diagnóstico inicial y seguimiento de la enfermedad inflamatoria intestinal. La ecografía intestinal tiene alta sensibilidad y especificidad en la sospecha de la enfermedad de Crohn, en la detección de actividad inflamatoria y permite el diagnóstico temprano de complicaciones intraabdominales, como estenosis, fístulas y abscesos; además, ha demostrado su utilidad en la monitorización del tratamiento y en la recurrencia posquirúrgica. El desarrollo técnico de los equipos de ecografía, la incorporación de avances tecnológicos como el contraste ecográfico o la elastografía y, sobre todo, una mayor experiencia, han impulsado su papel en la evaluación de la patología del tubo digestivo. La ecografía es particularmente atractiva gracias a su amplia disponibilidad, su inocuidad, bajo coste y buena reproducibilidad, ya que puede repetirse de forma fácil y bien tolerada por el paciente durante el seguimiento. Esta revisión resume el papel de la ecografía intestinal en la detección y seguimiento de pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal. © 2020 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Crohn's disease;
Ulcerative colitis;
Monitoring;
Transmural healing;
Postsurgical recurrence;
Ultrasound

Usefulness of intestinal ultrasound in inflammatory bowel disease

Abstract Imaging techniques play a fundamental role in the initial diagnosis and follow-up of inflammatory bowel disease. Intestinal ultrasound has high sensitivity and specificity in patients with suspected Crohn's disease and in the detection of inflammatory activity. This technique enables the early diagnosis of intra-abdominal complications such as stenosis, fistulas, and abscesses. It has also proven useful in monitoring the response to treatment and in detecting postsurgical recurrence. Technical improvements in ultrasound scanners, technological advances such as ultrasound contrast agents and elastography, and above all increased experience

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ripolles_tom@gva.es (T. Ripollés).

have increased the role of ultrasound in the evaluation of the gastrointestinal tract. The features that make ultrasound especially attractive include its wide availability, its noninvasiveness and lack of ionizing radiation, its low cost, and its good reproducibility, which is important because it is easy to repeat the study and the study is well tolerated during follow-up. This review summarizes the role of intestinal ultrasound in the detection and follow-up of inflammatory bowel disease.

© 2020 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El término enfermedad inflamatoria intestinal (EII) incluye la enfermedad de Crohn (EC) y la colitis ulcerosa (CU), procesos cuya principal característica es la cronicidad y presentar un curso clínico en brotes. La EII alcanza su punto máximo de incidencia en la segunda y tercera década de la vida, pero puede ocurrir a cualquier edad¹ y aproximadamente un 10% de los casos se diagnostican de colitis indeterminada porque comparten características de las dos entidades.

La CU se caracteriza porque la enfermedad se limita a la capa mucosa del colon de forma continua y regular, desde el recto, en sentido proximal con una extensión variable. Sin embargo, la inflamación es transmural y segmentaria en la EC, alternando tramos intestinales sanos y patológicos. Aunque la enfermedad puede localizarse en cualquier tramo del tubo digestivo, el íleon terminal es la localización más frecuente y se encuentra afectado hasta en un 70% de los pacientes².

La colonoscopia es la prueba de referencia en el caso de la CU, pero para pacientes con EC tan solo permite valorar la actividad inflamatoria y la extensión de la enfermedad en el colon y los últimos centímetros del íleon terminal y, además, no valora adecuadamente las complicaciones transmuralas. Está descrito que hasta en un 20% de los casos la colonoscopia es incompleta, debido a la gravedad de la enfermedad o a la presencia de estenosis, o bien porque se extiende a segmentos inaccesibles situados proximalmente al íleon terminal¹.

El objetivo de este artículo es proporcionar una descripción general extensa del papel real de la ecografía intestinal para la detección de la EII y sus complicaciones, analizando su uso en la monitorización de pacientes con EII.

Ecografía en la enfermedad de Crohn

Como hemos comentado, la EC es una enfermedad transmural y la endoscopia no la valora adecuadamente dado que tan solo permite la visualización de la mucosa. Por este motivo, se recomienda la realización de una técnica seccional de imagen que complemente la colonoscopia¹. Aunque la ecografía, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) no detectan lesiones sutiles de la mucosa, pueden evaluar adecuadamente la afectación transmural, la extensión extraparietal de la enfermedad y la presencia de complicaciones. Por estas razones, estas técnicas han

asumido una posición central en el diagnóstico y control de pacientes con EC³. De esta manera, diversas revisiones sistemáticas, metaanálisis y las últimas guías de consenso de la European Crohn's and Colitis Organisation (ECCO) y la European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) han demostrado que las tres técnicas seccionales tienen una precisión diagnóstica comparable para la evaluación inicial de la EC, la valoración de la gravedad y la actividad de la enfermedad, así como para la detección de sus principales complicaciones: estenosis, fístulas y abscesos³⁻⁵.

La EC es una enfermedad inflamatoria crónica caracterizada por cursar en forma de brotes, alternando períodos de recaída y remisión. La enfermedad tiene una amplia gama de manifestaciones clínicas, de las cuales el dolor abdominal y la diarrea son las más frecuentes^{3,6}. Dada la naturaleza recurrente de la enfermedad, para asegurar un manejo óptimo es recomendable la reevaluación frecuente. Además, una proporción significativa de pacientes son diagnosticados a temprana edad, con una incidencia máxima entre los 15 y 25 años⁷. La necesidad de una evaluación repetida con técnicas de imagen junto con la prevalencia en pacientes jóvenes hace que sea necesario el uso de técnicas seccionales libres de radiación, por lo que la RM y la ecografía se han propuesto como las dos técnicas de referencia en la práctica clínica diaria. Ambas se han utilizado en los últimos años y han demostrado tener similar rentabilidad diagnóstica y ser adecuadas en el manejo del paciente con EC, y cada una de ellas puede ser usada en diferentes momentos de la enfermedad³.

La descripción de la técnica ecográfica y la semiología de los hallazgos ecográficos se describen en detalle en un artículo publicado previamente⁸.

Ventajas y limitaciones

La ecografía tiene varias ventajas sobre la RM y la TC, ya que no utiliza radiación ionizante, es barata y accesible, muy bien tolerada por los pacientes, no necesita una preparación oral específica y además tiene el potencial de una mayor resolución espacial (con el uso de transductores de alta frecuencia). La excelente tolerancia de la ecografía permite repetirla las veces que sea necesario, lo cual es especialmente importante en la monitorización del tratamiento, ya que la probabilidad de conseguir el objetivo (curación

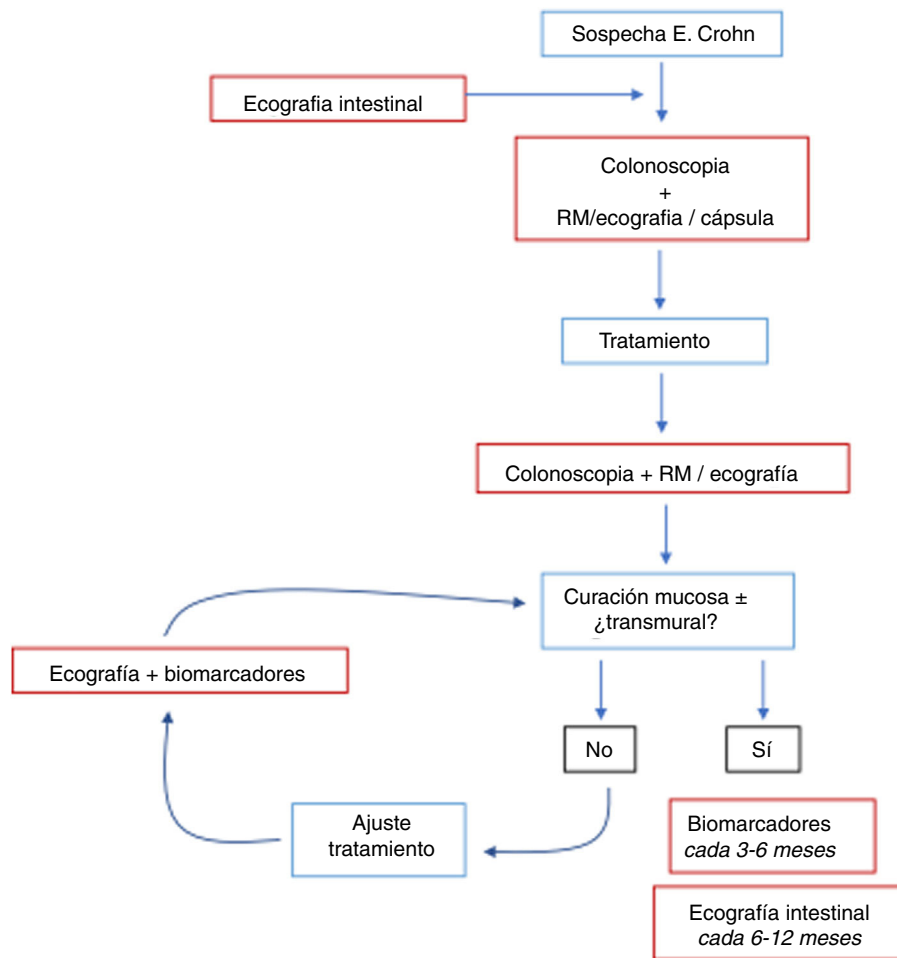


Figura 1 Papel de la ecografía intestinal en el diagnóstico y monitorización de la enfermedad de Crohn.

mucosa) es mayor cuanto más se ajuste el tratamiento en función de los hallazgos de esos controles⁹.

Como en otras técnicas diagnósticas, el rendimiento de la ecografía es dependiente de operador y en sus resultados influye la calidad del ecógrafo, la experiencia del ecografista, las sondas empleadas y el hábito constitucional del paciente^{4,10–14}. Sin embargo, en un estudio donde se evaluó la variabilidad interobservador de la ecografía intestinal se encontró un buen grado de acuerdo en la medida del grosor de la pared intestinal, del grado Doppler color, la presencia de adenopatías y en la detección de estenosis, factores importantes en el diagnóstico de la enfermedad y en la valoración de la actividad inflamatoria¹⁴.

Diagnóstico inicial

Los resultados publicados muestran que la ecografía es una técnica precisa en la aproximación inicial de pacientes con síntomas intestinales sospechosos de EC. En las revisiones sistemáticas publicadas, la ecografía tiene una sensibilidad del 85–97% y una especificidad del 83–97% para el diagnóstico de EC^{4,5,15–18}. Estos resultados son similares a los obtenidos en los metaanálisis realizados de RM. Además, los estudios que han comparado ambas técnicas, en su mayoría han mostrado un rendimiento similar^{11,19,20}, aunque en el estudio

METRIC, que es el metodológicamente más adecuado²¹, la RM se mostró un 10% superior a la ecografía en determinar la extensión en el intestino delgado. Debido a su alto valor predictivo negativo, la ecografía podría aceptarse como una herramienta de primera línea para diagnosticar o excluir la EC del intestino delgado en pacientes adultos y en niños (fig. 1). En particular, podría ser la técnica de imagen preferida en los niños donde otros procedimientos de imagen son a veces más complejos de realizar. Por otra parte, la ecografía junto con la ileocolonoscopía es la estrategia que ha demostrado mayor rentabilidad diagnóstica y menor coste en la sospecha de EC²².

El diagnóstico de EC se basa principalmente en la medición del grosor de la pared intestinal. Un grosor de 3 mm o más debe usarse como valor de corte para la detección de la EC cuando se prefiere una alta sensibilidad, mientras un grosor igual o superior a 4 mm se debe elegir si se prefiere una alta especificidad²³.

La sensibilidad varía en función de la localización de la enfermedad, con valores más altos para áreas anatómicas de fácil acceso para la ecografía, como el íleon terminal y el colon izquierdo, mientras que la precisión es menor para el recto, los tramos de intestino proximales (yeyuno) o los localizados en la pelvis profunda^{4,19,21,24,25}. La precisión diagnóstica también depende de la gravedad de la enfermedad, que es mayor cuanto más graves son las lesiones inflamatorias.

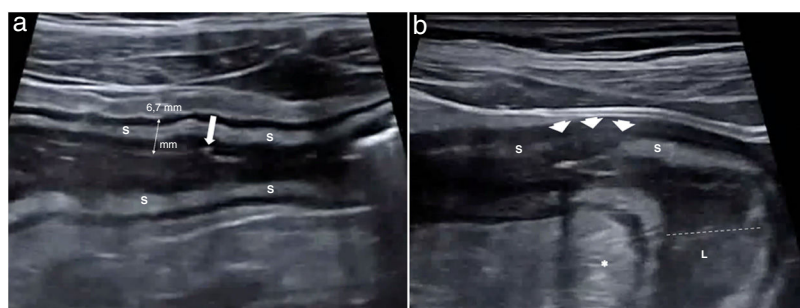


Figura 2 a) Enfermedad de Crohn ileal con engrosamiento de la pared de 6,7 mm con conservación de la estructura de capas. La tercera capa o submucosa (S) es prominente. Se identifica una imagen ecogénica lineal en la *muscularis mucosae* (flecha) que corresponde a una úlcera superficial. b) Alteración de la ecoestructura de la pared. Segmento de íleon de un paciente con EC con marcada actividad inflamatoria. Se observa una alteración focal de la estructura en capas, con submucosa hipoeoica (S) interrumpida de forma abrupta (puntas de flecha). Algunos estudios han demostrado correlación de este hallazgo con la presencia de úlceras profundas en la endoscopia o pieza quirúrgica. También se identifica proliferación fibrograsa (*) y dilatación de la luz proximal (línea de puntos) a la zona de mayor afectación (L), lo que indica la existencia de una estenosis.

Las guías de la ECCO/ESGAR respaldan el uso de la ecografía intestinal y la RM para el estudio de extensión y localización³. La RM muestra mejor concordancia con los hallazgos quirúrgicos en la valoración de la longitud del segmento afectado, subestimando la ecografía la extensión, especialmente cuando el segmento es muy largo¹².

Hallazgos ecográficos fundamentales

La ecografía se puede utilizar para demostrar los hallazgos patológicos y complicaciones de la EC y contribuye a clasificar a cada paciente en uno de los tres subtipos evolutivos (inflamatorio, fistulizante o estenosante), lo que puede ayudar a guiar el tratamiento adecuado. Los hallazgos podemos separarlos en murales, extramurales y complicaciones transmurales.

Hallazgos murales

Engrosamiento parietal

El grosor parietal es el parámetro ecográfico más sólido para el diagnóstico y la evaluación de la actividad de la enfermedad, hallazgo que además presenta un acuerdo interobservador alto^{14,24}. Se debe medir preferentemente en la pared anterior del asa, siguiendo un corte longitudinal, evitando pliegues mucosos (fig. 2 a). El engrosamiento mural en la EC es generalmente moderado, acompañado de rigidez del asa afectada y disminución o ausencia de peristaltismo. El grosor de la pared intestinal de pacientes con enfermedad activa es significativamente mayor que el grosor de los que tienen enfermedad inactiva²⁵.

Alteración de la ecoestructura de la pared

En la EC sin complicaciones se conserva la apariencia estratificada. A veces, hay un aumento significativo del grosor de la submucosa ecogénica sobre las otras capas. La pérdida focal o extensa de la estratificación puede presentarse en casos de enfermedad aguda grave, posiblemente asociada a

la presencia de ulceraciones que reflejaría una mayor actividad de la enfermedad (fig. 2 b). De hecho, se ha encontrado correlación entre la pérdida de estratificación y la actividad endoscópica de la enfermedad o con mayor riesgo de necesidad de cirugía^{26,27}. Sin embargo, en ocasiones puede observarse en enfermedad quiescente muy avanzada, especialmente del colon izquierdo (fibrosis grave)¹².

Hiperemia con Doppler color

La hiperemia parietal detectada con la ecografía Doppler color es otro hallazgo de actividad inflamatoria⁸. La vascularización parietal aumentada (Doppler color de grado 2 o 3 de la escala de Limberg modificada) se correlaciona con la actividad histológica, endoscópica y clínica²⁸⁻³⁵. En una serie publicada recientemente, una hiperemia de grado 2-3 mostró una especificidad diagnóstica mayor del 90% para enfermedad endoscópica grave y un valor predictivo positivo del 97% para la presencia de úlceras en la endoscopia (fig. 3 a)³¹. Por otra parte, la persistencia de hiperemia parietal podría asociarse a mayor riesgo de brote de la enfermedad³³.

Realce parietal con contraste ecográfico intravenoso

La ecografía con contraste o CEUS aumenta la sensibilidad del Doppler color en la detección del incremento de la vascularización parietal, superando sus limitaciones, incluso en la valoración de las asas intestinales profundas. Varios estudios han demostrado que el realce parietal es significativamente mejor que el grosor o el Doppler color en la valoración de la actividad de la enfermedad, utilizando la endoscopia como prueba de referencia^{25,31} (fig. 3 b). Es especialmente útil en pacientes con engrosamiento patológico de la pared en los que no hay hiperemia parietal en el estudio Doppler³¹. Diferentes estudios y metaanálisis han demostrado que tiene una alta precisión en la detección de actividad endoscópica, con una sensibilidad del 87-97% y una especificidad del 67-91% en la diferenciación entre actividad y remisión endoscópica^{16,17,25,31,36}. Sin embargo, el uso de contraste tiene limitaciones en la práctica clínica habitual, y la prin-

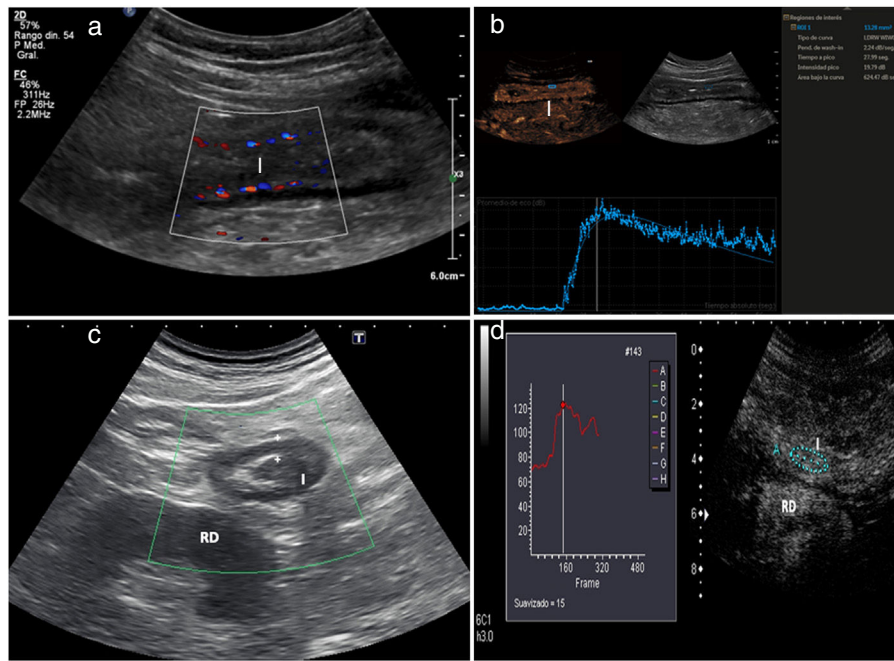


Figura 3 a) Paciente con íleon engrosado (I) y abundante señal Doppler color mural (grado 2); estos hallazgos sugieren enfermedad activa. b) Tras inyección de contraste se aprecia realce de la pared del íleon (I) de predominio submucoso. ROI (*region of interest*) localizada en la pared posterior del asa. La curva tiempo-intensidad muestra un pico de intensidad de 19,79 dB (una intensidad > 18 dB se relaciona con enfermedad activa). El estudio con contraste sugiere enfermedad activa y está de acuerdo con el grosor y la interpretación del Doppler color. La colonoscopia mostró abundantes úlceras murales. c) Paciente con enfermedad de Crohn, previamente intervenido, con engrosamiento de la pared del íleon neoterminal (I) y ausencia de señal Doppler color (grado 0). La actividad ecográfica es indeterminada, porque el grosor sugiere enfermedad activa, pero el Doppler color no lo confirma. Riñón derecho (RD). d) Tras inyección de contraste ecográfico existe un intenso realce. La ROI está en la pared intestinal. La curva de tiempo-intensidad muestra un incremento del realce del 65% (un incremento > 46% se considera enfermedad activa). La colonoscopia mostró signos de recurrencia grave (Rutgeerts 3). Nota: las mediciones cuantitativas obtenidas con los paquetes de *software* de los diferentes ecógrafos comerciales no son intercambiables.

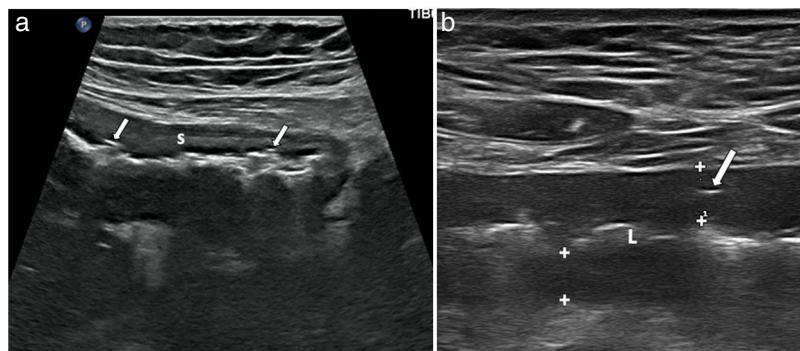


Figura 4 a) Corte longitudinal de segmento de íleon terminal que muestra engrosamiento de la pared, sobre todo submucosa (S) e irregularidad en la superficie de la luz, en el que se aprecian dos focos hiperecogénicos milimétricos en el espesor de la *muscularis mucosae* (flechas), que corresponden a úlceras superficiales. b) Corte longitudinal de íleon, con transductor lineal, que muestra pared hipocóica (grosor de la pared, entre marcas), con imagen ecogénica lineal en su interior por úlcera profunda (flecha). L: luz intestinal central ecogénica.

La principal es la heterogeneidad en las curvas de cuantificación entre los distintos equipos²³. Por ejemplo, en unos equipos se considera enfermedad activa un incremento del pico de intensidad mayor del 46%²⁵, mientras que en otros la actividad se mide mediante el pico de intensidad, más de 15 dB indica actividad y más de 18 dB, actividad moderada³⁷.

Úlceras murales

Se reconocen como irregularidades de la capa interna de la pared o como imágenes hiperecogénicas que profundizan en la pared en grado variable (fig. 4). La capacidad diagnóstica de la ecografía para la detección de úlceras podría ser

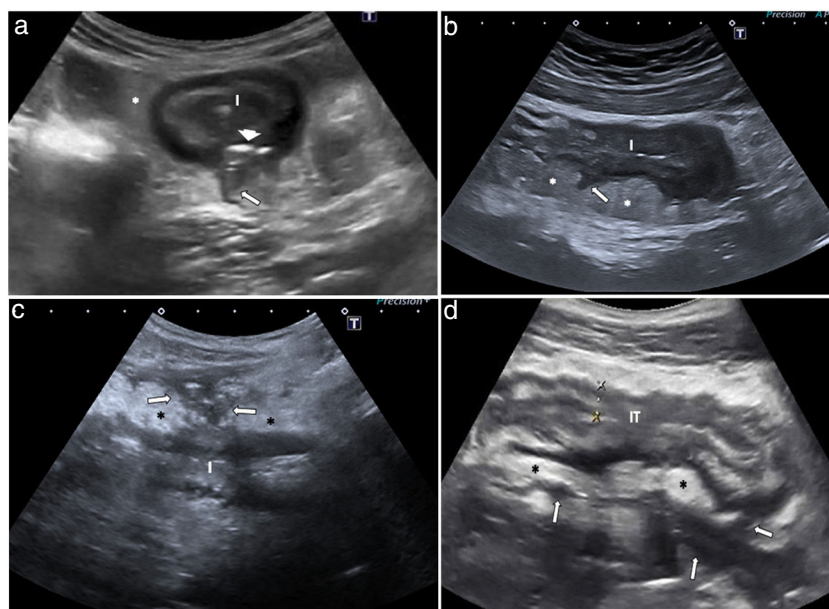


Figura 5 Imágenes ecográficas de fisuras en 4 pacientes con enfermedad de Crohn, un hallazgo que refleja inflamación transmural grave. a) Irregularidad hipoeoica de la superficie serosa (flecha) del íleon, e imágenes ecogénicas en la capa muscular por úlceras profundas (cabeza de flecha). Proliferación fibrograsa (*). b) Irregularidad hipoeoica (flecha) de la pared posterior del íleon (I) engrosado, que además muestra pérdida de la estructura en capas de la pared. c) Tractos hipoeoicos ciegos con burbujas de gas (flechas) anteriores a un asa ileal engrosada (I). d) Íleon terminal engrosado (IT) con múltiples tractos hipoeoicos irregulares (flechas) en profundidad atravesando la grasa mesentérica inflamada (*).

incluso superior a la de la RM como demuestran dos series publicadas recientemente, que reflejan una precisión diagnóstica del 81-96%, comparándola con la combinación de colonoscopia y RM o con piezas quirúrgicas^{19,38}.

Hallazgos extramurales

Proliferación fibrograsa

Se caracteriza por la presencia de un aumento homogéneo de la ecogenicidad de la grasa que rodea un segmento intestinal afectado (figs. 2 y 5). Este hallazgo se ha asociado a la presencia de fístulas y al engrosamiento patológico de la pared³⁹. Sin embargo, es un hallazgo que puede persistir en pacientes en remisión³⁹.

Se puede ver un aumento del flujo de los vasos mesentéricos que irrigan la pared con el Doppler color o después de la inyección de contraste, descrito como el "signo del peine". La identificación de hiperemia mesentérica es inespecífica para cualquier proceso inflamatorio intestinal, pero en el contexto de la EC es un marcador de segmentos intestinales con inflamación activa.

Ganglios linfáticos

Es un hallazgo que se identifica aproximadamente hasta en un 25% de pacientes con EC^{40,41}. Sin embargo, su presencia y número es más frecuente en la infancia, en el inicio de la enfermedad, así como en pacientes con fístulas y abscesos. Por otra parte, estas adenopatías pueden desaparecer tras el tratamiento⁴⁰.

Tractos sinusales y fisuras

A medida que la enfermedad progresa, la inflamación causada por la EC puede extenderse profundamente en la pared intestinal. Los tractos murales hiperecoicos, que representan ulceraciones lineales, atraviesan la pared intestinal y se extienden más allá de la superficie externa haciéndose extramurales. Inicialmente se ven como sutiles irregularidades hipoeoicas (fisuras) en el margen externo del asa o serosa (fig. 5)⁴¹⁻⁴³. Las fisuras pueden extenderse formando tractos hiper- o hipoeoicos a través del mesenterio, y se conocen como tractos sinusales (*sinus tracts*) cuando terminan de forma ciega en el mesenterio (fig. 5)⁴⁴⁻⁴⁶. Las fisuras y los tractos sinusales reflejan inflamación transmural grave y son probablemente el resultado de microperforaciones.

Complicaciones transmurales

Fístulas

El fenotipo inflamatorio es el más frecuente en la presentación de la enfermedad, pero hasta un tercio de los pacientes con EC desarrollan una enfermedad penetrante durante su vida⁴⁷. Las fístulas son uno de los hallazgos característicos de la enfermedad, derivan de las fisuras murales y tractos sinusales.

Las fístulas conectan estructuras epitelizadas entre sí y pueden ocurrir entre asas de intestino delgado (enteroentéricas), entre intestino delgado y colon (enterocólicas) o entre intestino y piel (enterocutáneas). Menos frecuentemente afectan a otros órganos como la vejiga (enterovesicales), vagina (enterovaginales) o

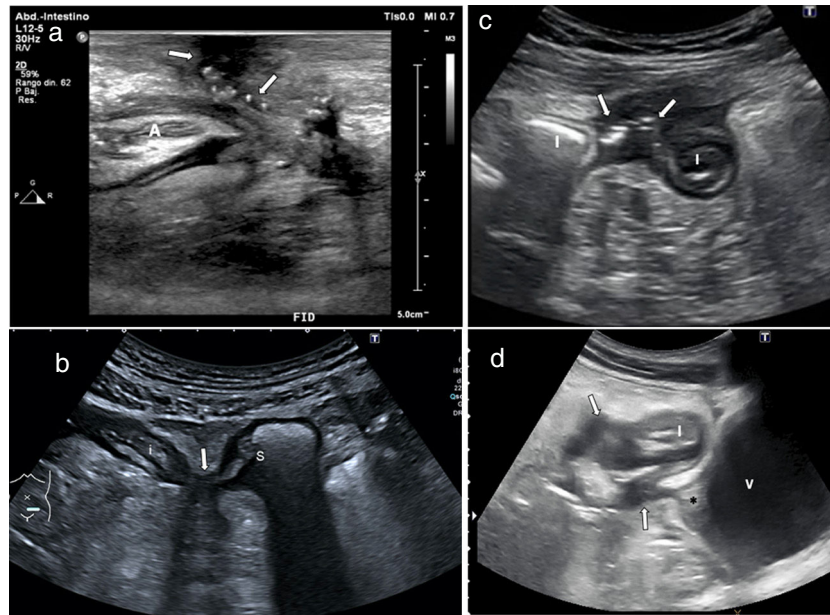


Figura 6 Imágenes de fístulas de 4 pacientes con enfermedad de Crohn. a) Fístula enterocutánea: engrosamiento de la pared del asa anastomótica (A) en la fosa iliaca derecha (FID) en un paciente con cirugía previa, con trayecto fistuloso desde la anastomosis hacia la superficie cutánea con burbujas de gas en el trayecto (flechas). b) Fístula enteroenteral: corte axial de dos asas intestinales (I) con engrosamiento de la pared y trayecto fistuloso con burbujas de gas entre ambas (flechas). c) Fístula enterosigmoidea entre íleon (i) y sigma (S), con acercamiento y retracción de ambas estructuras (flecha). d) Fístula enterovesical: corte transversal de íleon engrosado (I) contactando con la vejiga (V), con múltiples trayectos fistulosos hipoeoicos (flecha), uno de ellos dirigido hacia la cúpula vesical que muestra engrosamiento y retracción de la pared (*).

uréter^{11,40,41,47,48}. Las fístulas se identifican como trayectos hipoeoicos que se extienden desde las asas a otros segmentos intestinales u otros órganos, pero si tienen gas pueden mostrar focos ecogénicos con o sin movimiento dentro del trayecto (fig. 6).

La sensibilidad de la ecografía para el diagnóstico de las fístulas es del 67-87%, similar a la de la TC o la RM, con una especificidad entre el 90% y el 100%^{4,24,49}. Las últimas guías de consenso de la ECCO y la ESGAR para el diagnóstico y monitorización de la EII recomiendan la ecografía intestinal como una de las técnicas de imagen para evaluar las complicaciones fistulizantes³.

Masas inflamatorias (flemón y absceso)

Las masas inflamatorias, tanto flemones como abscesos, pueden asociarse a un trayecto fistuloso. Los abscesos se presentan ecográficamente como masas hipo o anecoicas, con refuerzo posterior, con paredes gruesas bien definidas y pueden contener gas. Los flemones se aprecian como masas hipoeoicas con márgenes mal delimitados y sin pared identificable^{6,11,41,43,48}. Sin embargo, los abscesos y los flemones pueden tener una apariencia similar en ecografía en modo B. La diferenciación entre ambas entidades es importante para decidir el tratamiento médico (antibióticos asociados o no a drenaje percutáneo) o quirúrgico. También ayuda en la introducción de tratamientos específicos de la enfermedad; por ejemplo, antes del inicio de un tratamiento biológico hay que descartar la presencia de abscesos por el riesgo de complicaciones sépticas.

El uso del contraste ecográfico los diferencia con seguridad, ya que el flemón muestra un realce difuso de la lesión mientras que en los abscesos se ve una porción central avascular y el realce es periférico (fig. 7)⁵⁰. El uso de contraste no aumenta la detección de masas inflamatorias, pero mejora la especificidad del diagnóstico de absceso, evitando los casos falsos positivos y, además, define con mayor precisión su tamaño⁵⁰. Por todo ello, cuando se detecte ecográficamente una masa inflamatoria, debería ser evaluada con contraste ecográfico. El contraste también podría ser útil en el control evolutivo de la resolución del absceso^{23,24}.

La sensibilidad de la ecografía para el diagnóstico de abscesos abdominales varía entre el 81% y el 100%, con especificidades del 92-94%, similares a las de la TC y la RM, aunque ciertas áreas anatómicas, como la pelvis, son difíciles de evaluar por ecografía por la profundidad y la presencia de gas que puede ocultar las lesiones^{23,23,49}. La ecografía puede usarse como método de imagen inicial y restringir la utilización de la TC o la RM para resolver dudas diagnósticas o en centros sin la experiencia adecuada en ecografía.

Estenosis

Diversas revisiones sistemáticas y documentos de posicionamiento establecen que la ecografía, la TC y la RM tienen alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de estenosis de intestino delgado y colon, con rentabilidad diagnóstica similar^{3,4,51}. En una revisión sistemática publicada recientemente, la sensibilidad de la ecografía fue del 80% (intervalo de confianza [IC] del 95%, 75,2-84,2%) y la especificidad del 95% (IC 95%, 89,7-99,8%)²⁴. La capacidad diagnóstica

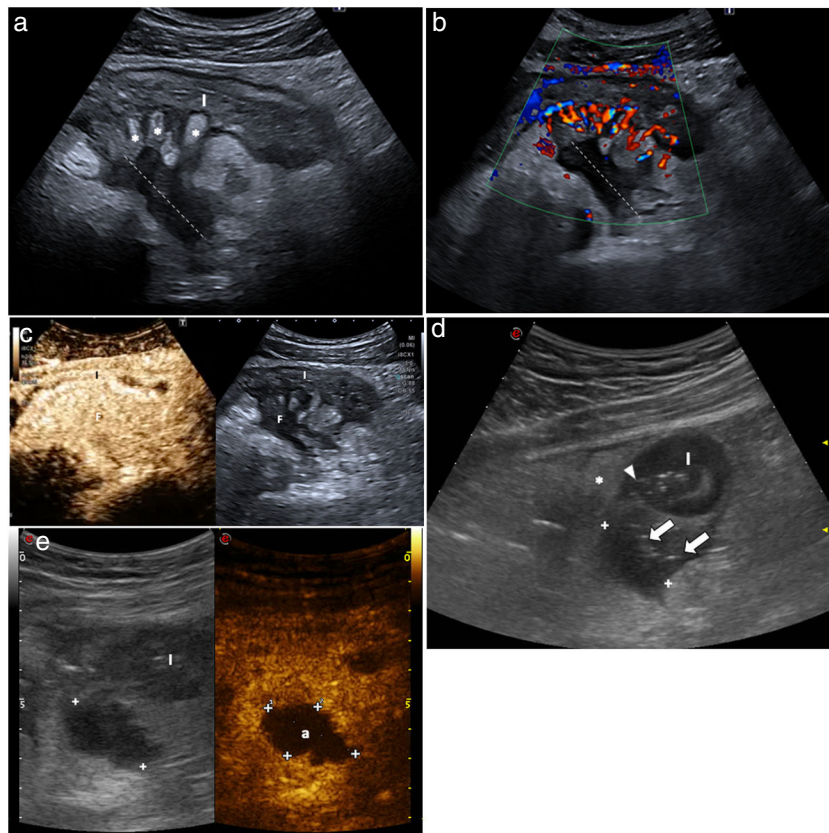


Figura 7 Utilidad del contraste en la diferenciación entre flemón (a, b y c) y absceso (d y e). a) Flemón mesentérico. Se observa engrosamiento de un asa ileal (I) y una masa inflamatoria hipoeoica mesentérica (línea de puntos). Nótese la grasa ecogénica inflamada (*) interrumpida por tractos hipoeoicos que representan fisuras. b) La ecografía Doppler color muestra hiperemia de grado 3, con aumento de los vasos parietales y mesentéricos (signo del peine). La masa inflamatoria no muestra vasos macroscópicos, lo que sugiere que se trata de un absceso. c) Tras la inyección de contraste ecográfico se observa realce homogéneo de la masa que indica que se trata de un flemón. Proliferación fibrograsa (*). d) Absceso abdominal. Corte transversal de asa intestinal engrosada (I) con úlceras profundas (cabeza de flecha) que atraviesan la pared. Existe una masa hipoeoica (entre marcas) con pequeñas burbujas de gas en su interior (flechas). Proliferación fibrograsa (*). e) Tras la administración de contraste intravenoso no existe realce en la masa (entre marcas), lo que permite un diagnóstico seguro de absceso (a). Flemón y absceso frecuentemente solapan su aspecto hipoeoico en el estudio ecográfico en modo B, por lo que para su diferenciación es imprescindible el uso del contraste intravenoso.

de la ecografía para la detección de estenosis aumenta si empleamos contraste oral (250-500 ml de polietilenglicol), técnica conocida con el acrónimo SICUS (*Small Intestine Contrast Ultrasonography*). La sensibilidad diagnóstica se incrementa un 10% para estenosis únicas y un 20% cuando hay dos estenosis²⁴.

Si la exploración se realiza sin contraste oral, la estenosis se visualiza como un segmento intestinal aperistáltico con pared engrosada y rígida, estrechamiento de la luz, y con un segmento proximal dilatado, que puede ser fijo, adinámico o con movimientos hiperperistálticos (fig. 8)^{12,13}.

La mayor parte de las estenosis son mixtas, y solo un pequeño porcentaje son inflamatorias o fibróticas puras⁵². Varios estudios han demostrado que la desestructuración de las capas y una hiperemia moderada-grave con Doppler color o CEUS se correlacionan con mayor grado de inflamación en la histología de las piezas quirúrgicas^{23,24,30,53-56}. Los parámetros del realce que tienen mayor correlación con el grado de inflamación serían un mayor pico de máxima intensidad de brillo o un mayor porcentaje de realce; y con el grado

de fibrosis, un tiempo hasta el pico alargado^{23,24}. La ausencia de signos de actividad inflamatoria en una estenosis que provoca dilatación intestinal sugiere fibrosis.

La elastografía es una nueva técnica que permite valorar la rigidez del tejido mediante programas específicos incluidos en los equipos ecográficos. Una revisión sistemática reciente ha mostrado correlación entre el grado de rigidez de la pared de la estenosis medida por elastografía y el grado de fibrosis histológico⁵⁷.

Actividad inflamatoria

Su evaluación es importante para planificar y monitorizar la eficacia del tratamiento médico. En la tabla 1 se describen los parámetros ecográficos utilizados para evaluar la actividad de la enfermedad.

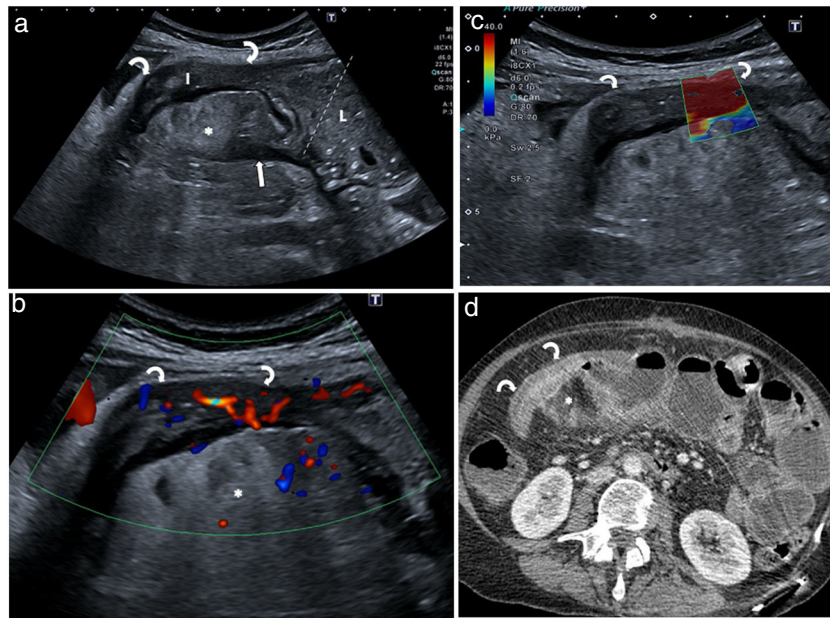


Figura 8 Obstrucción intestinal por estenosis. a) Segmento intestinal (I) de paredes engrosadas estenótico (flechas curvas) con dilatación de la luz intestinal (L) del asa previa (entre marcas). Fisura ciega mesentérica (flecha). Proliferación fibrograsa (*). b) Estudio en Doppler color que muestra hiperemia de grado 2, lo que sugiere estenosis inflamatoria. c) El examen de elastografía de la estenosis identifica predominio de color rojo que indica componente fibroso. d) Tomografía computarizada con contraste intravenoso donde se visualiza buena correlación con la imagen ecográfica. El resultado del estudio de la pieza quirúrgica indicó estenosis mixta, con alto grado de inflamación y fibrosis.

Tabla 1 Parámetros ecográficos de actividad inflamatoria en la enfermedad de Crohn

	Ausencia de actividad inflamatoria significativa	Sugieren actividad inflamatoria	Sugieren afectación transmural
Grosor de la pared	< 2 mm	≥ 3 mm	
Hiperemia en Doppler color	Grado 0-1	Grado 2-3	
Realce con contraste intravenoso	Ausente	Hipercaptación de contraste	
Estructura en capas	Conservada	Alterada en brotes graves (puede estar conservada en brotes leves y moderados)	
Úlceras	Ausentes	Presentes	
Proliferación fibrograsa (ecogénica)	Ausente (persiste en la enfermedad quiescente en un pequeño porcentaje)	Presente	Se asocia
Adenopatías	Pueden persistir pequeños ganglios sobre todo en gente joven	Pueden observarse	Se asocian con fístulas y abscesos
Estenosis	Pueden ser fibrosas, inflamatorias o mixtas		
Fisuras	Ausentes	Presentes	Sí
Fístulas	Ausentes	Presentes	Sí
Flemones/abscesos	Ausentes	Presentes	Sí

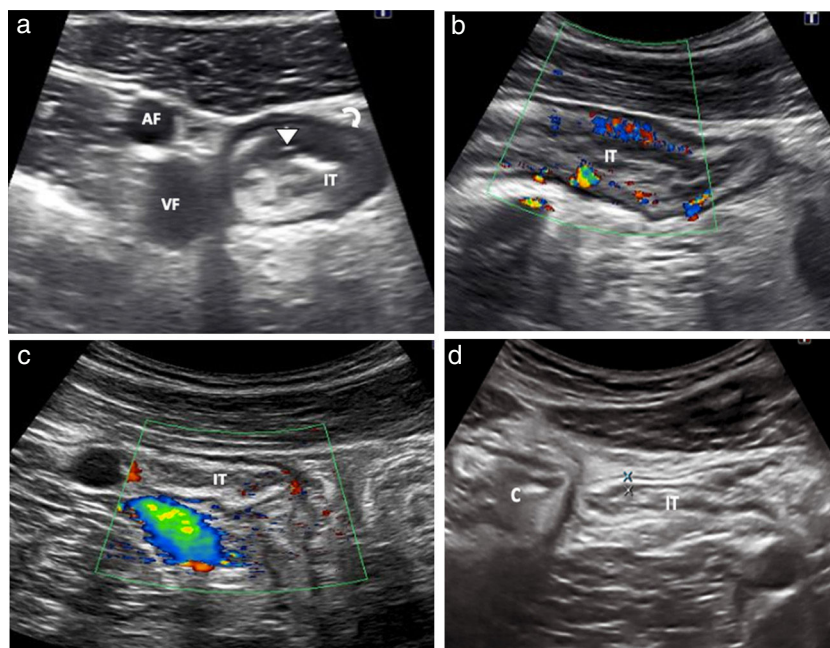


Figura 9 Paciente con enfermedad de Crohn asintomático en tratamiento con inmunosupresores. a) la ecografía de control rutinaria objetiva un engrosamiento del íleon terminal, presencia de úlceras (cabeza de flecha) y pérdida focal de la estructura de las capas (flecha curva). (AF y VF arteria y vena femoral). b) El estudio Doppler color muestra hiperemia de grado 3. Ante estos hallazgos, el paciente comienza con anti-TNF (adalimumab). c) Ecografía a las 12 semanas del inicio del adalimumab que demuestra una disminución del grosor de la pared de íleon terminal con vascularización parietal normal (grado 0). d) Control a los 12 meses de inicio del tratamiento. Normalización de los hallazgos, con pared de grosor normal y ausencia de vascularización (no mostrado). Íleon terminal (IT). Ciego (C).

Monitorización

El manejo del paciente en la EC con respecto al tratamiento ha cambiado del simple control de los síntomas a la medición de datos objetivos de actividad inflamatoria, debido a que los síntomas clínicos por sí solos no son sensibles ni específicos para determinar la gravedad de las lesiones en la EC.

Se recomienda evaluar la respuesta inicial (con ecografía o RM) dentro de los primeros 6 meses tras el inicio del tratamiento (fig. 1)³. El principal trabajo que demuestra la utilidad de la ecografía en la monitorización de la EC es el estudio TRUST, multicéntrico y prospectivo, en el que se siguió a 234 pacientes con actividad tras la instauración de un tratamiento durante 12 meses. Prácticamente todos los parámetros evaluados (grosor, pérdida de la estratificación, proliferación fibrograsa, señal Doppler, adenopatías o estenosis) experimentaron mejoría al tercer mes de tratamiento⁴⁰. Los cambios ecográficos para evaluar la respuesta pueden ser incluso más precoces, habiéndose descrito ya en controles ecográficos realizados a las 2^{32,58} o las 4 semanas⁵⁹ tras iniciar el tratamiento.

Se ha sugerido que la evaluación de la eficacia de un tratamiento debe basarse en la curación de la mucosa, con ausencia de ulceraciones en la endoscopia, ya que se asocia con una evolución de la enfermedad más favorable⁶⁰. La normalización de los parámetros ecográficos se correlaciona estrechamente con la curación de la mucosa en pacientes con EC tratados con terapia biológica (fig. 9)^{61,62}.

Por otra parte, los hallazgos ecográficos tienen valor pronóstico. Se ha demostrado que la evolución ecográfica tras iniciar un tratamiento se correlaciona con los resultados clínicos a medio y largo plazo en la EC. Una serie reciente que incluyó 51 pacientes con EC que iniciaban tratamiento con anti-TNF mostró que los cambios ecográficos a las 12 semanas fueron capaces de predecir la respuesta ecográfica y el resultado clínico al año. En este estudio, la mejoría clínica a las 52 semanas fue significativamente más frecuente en los pacientes que presentaban mejoría de los parámetros ecográficos en la semana 12 frente a los que no mejoraron (85% vs. 28%; $p < 0,0001$)³⁴. También la desaparición completa de las lesiones (curación transmural) en ecografía al año de tratamiento se asocia con menos probabilidades de requerir cambio de terapia o cirugía dentro del siguiente año^{34,61}.

La ecografía es tan precisa como la RM en la monitorización de la EC, más barata y accesible. La comparación de ecografía y RM en la precisión diagnóstica para evaluar la curación transmural ha mostrado un alto acuerdo entre ambas técnicas ($k = 0,90$)⁶³.

Recurrencia posquirúrgica

La incidencia de recurrencia tras la cirugía en la EC sin tratamiento es elevada (65-90%). Típicamente aparece en la anastomosis o en el íleon neoterminal⁶⁴. La gravedad de las lesiones mucosas está muy relacionada con la aparición de recurrencia clínica y con el pronóstico, por lo que su detección temprana condiciona cambios terapéuticos importantes

o un seguimiento más estrecho^{63,64}. La técnica de elección para la evaluación inicial es la ileocolonoscopía, y se propone realizarla precozmente a los 6-12 meses tras la cirugía⁶⁴ utilizando el índice de Rutgeerts (iR) para la clasificación de las lesiones endoscópicas. Sin embargo, no está bien determinado cuándo realizar la siguiente ileocolonoscopía, por lo que se ha propuesto utilizar la ecografía junto a la calprotectina como métodos no invasivos alternativos durante el seguimiento de la enfermedad⁶⁵.

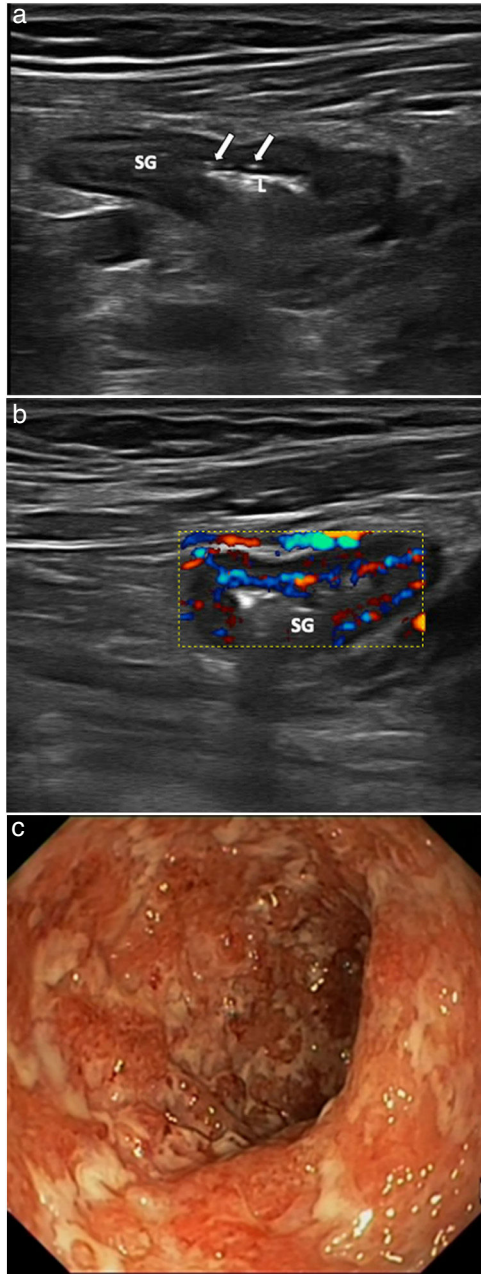


Figura 10 Paciente con un brote grave de colitis ulcerosa. Ecografía con transductor lineal. a) Corte longitudinal de sigma (SG) con imágenes de úlceras mucosas (flechas). Luz intestinal (L). b) Ecografía Doppler color que muestra marcada hiperemia. c) Correlación endoscópica del mismo paciente con múltiples úlceras profundas, que corresponde a una actividad endoscópica grave (índice de Mayo 3).

Tabla 2 Indicaciones de la ecografía intestinal en la enfermedad de Crohn

Actuales	Detección de inflamación en sospecha de enfermedad de Crohn (Diagnóstico)
	Evaluación de la extensión (colon/intestino delgado)
	Diagnóstico de recurrencia posquirúrgica
	Monitorización de la actividad con valoración de la respuesta
	Detección de complicaciones:
	• Fisuras o fístulas
	• Abscesos
	• Estenosis
	Detección en tiempo real de brote en enfermedad de Crohn conocida
Futuro	Diferenciación estenosis fibrótica versus inflamatoria (elastografía, contraste i.v.)
	Predicción de recaída o necesidad de cirugía

La sensibilidad y especificidad globales de la ecografía para la detección de recurrencia es del 94% y 84%, respectivamente⁶⁶⁻⁶⁸. El grosor de la pared es el principal parámetro estudiado y en general se considera como signo de recurrencia un grosor igual o superior a 3 mm de la pared de la anastomosis o del íleon neoterminal. El uso de contraste oral mejora la sensibilidad, aunque disminuyendo la especificidad (sensibilidad = 0,99 y especificidad = 0,74)⁶⁶. Por otra parte, el valor de corte que mejor predice la presencia de recurrencia grave ($iR \geq 3$) es el grosor de 5 mm o más, con sensibilidad del 83,8% y especificidad del 97,7%⁶⁹. Otros signos asociados a formas graves de enfermedad son: presencia de complicaciones (fístulas, abscesos), estenosis con dilatación proximal, proliferación fibrograsa ecogénica, hiperemia en Doppler color o realce parietal con el contraste⁶⁷⁻⁶⁹.

Colitis ulcerosa

Las indicaciones de la ecografía en la colitis ulcerosa (CU) son mucho más reducidas que en la EC por varios motivos: mayor correlación entre las manifestaciones clínicas y la actividad endoscópica de la enfermedad, adecuada correlación de la actividad endoscópica con la calprotectina fecal⁷⁰ y mejor accesibilidad a la evaluación endoscópica donde existen índices endoscópicos validados³, razones que explican que en el control de la respuesta al tratamiento de la CU no sean necesarias las pruebas de imagen⁷¹.

Las guías ECCO no recomiendan la evaluación sistemática del intestino delgado en pacientes con CU, solo la consideran cuando existen dudas diagnósticas con la EC, como en casos de preservación rectal, síntomas atípicos o ileítis por reflujo³. La ecografía ha demostrado gran correlación con los hallazgos endoscópicos en la valoración de la extensión de la enfermedad en un brote de CU. En pacientes en los que la enfermedad se inicia con un brote grave y se les realiza una exploración endoscópica limitada del colon por la presencia de lesiones graves o bien cuando se sospeche progresión proximal de la enfermedad, la ecografía puede determi-

nar la extensión con una fiabilidad diagnóstica similar a la colonoscopia^{72,73}.

Los hallazgos ecográficos más característicos son: engrosamiento simétrico y continuo de la pared intestinal, irregularidad de la superficie mucosa, edema submucoso, pérdida de las haustraciones e hiperemia parietal⁷³⁻⁷⁵. El grosor para el diagnóstico de CU es de 3 mm en niños⁷³ y de 4 mm en adultos (fig. 10), y existe una alta correlación entre la actividad endoscópica y los hallazgos ecográficos^{74,75}, siendo el grosor de la pared y la hiperemia parietal los parámetros más útiles⁷²⁻⁷⁵. Debido a que la enfermedad no es transmural, la afectación de la grasa mesentérica y la pérdida de la ecoestructura de la pared intestinal son menos frecuentes², aunque pueden verse en brotes graves de la enfermedad⁴⁵.

Conclusión

La ecografía es una técnica de imagen que ayuda al diagnóstico por su inmediatez y contribuye a la monitorización de la EII, especialmente de la EC, ayudando en la toma de decisiones clínicas. Tiene una rentabilidad próxima a la de la RM, pero es más barata, más accesible y mejor tolerada, y es un complemento de la endoscopia en el manejo de la enfermedad. Sin embargo, su difusión e implantación en los servicios de radiología o en las unidades de EII es limitada, por lo que es esencial la promoción y formación en la técnica para su incorporación a la práctica clínica habitual de forma generalizada.

En esta época de concienciación sobre la importancia de evitar la radiación y reducir los costes creemos que, según lo recomendado por el consenso ECCO-ESGAR y dadas sus múltiples ventajas, la ecografía debe considerarse una prueba de primera línea en la evaluación de pacientes con EC en todas las situaciones clínicas (tabla 2).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Gomollon F, Dignass A, Annesse V, Tilg H, Van Assche G, Lindsay JO, et al. 3rd European Evidence-based Consensus on the Diagnosis and Management of Crohn's Disease 2016: Part 1: Diagnosis and Medical Management. *J Crohns Colitis*. 2017;11:3-25.
- Strobel D, Goertz RS, Bernatik T. Diagnostics in inflammatory bowel disease: ultrasound. *World J Gastroenterol*. 2011;17:3192-7.
- Maaser C, Sturm A, Vavricka SR, Kucharzik T, Fiorino G, Annesse V, et al. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 1: Initial diagnosis, monitoring of known IBD, detection of complications. *J Crohns Colitis*. 2019;13:144-64.
- Panes J, Bouzas R, Chaparro M, Garcia-Sanchez V, Gisbert JP, Martinez de Guereñu B, et al. Systematic review: the use of ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging for the diagnosis, assessment of activity and abdominal complications of Crohn's disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 2011;34:125-45.
- Horsthuis K, Bipat S, Bennink RJ, Stoker J. Inflammatory bowel disease diagnosed with US. MR, scintigraphy, and CT: meta-analysis of prospective studies. *Radiology*. 2008;247:64-79.

- Ripollés González T, Martínez Pérez MJ. Técnicas seccionales de imagen en la enfermedad de Crohn: ecografía, tomografía computarizada y resonancia magnética. *Radiología*. 2007;49:97-108.
- Day AS, Ledder O, Leach ST, Lemberg DA. Crohn's and colitis in children and adolescents. *World J Gastroenterol*. 2012;18:5862-9.
- Martínez Pérez MJ, Blanc E, Merino J. Técnicas de examen. *Semiología ecográfica*. Radiología 2020. (en prensa).
- Bouguen G, Levesque BG, Pola S, Evans E, Sandborn WJ. Endoscopic assessment and treating to target increase the likelihood of mucosal healing in patients with Crohn's disease. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014;12:978-85.
- Bryant RV, Friedman A, Wright EK, Taylor K, Begun J, Maconi G, et al. Gastrointestinal ultrasound in inflammatory bowel disease: an underused resource with potential paradigm-changing application. *Gut*. 2018;67:973-85.
- Castiglione F, Mainenti PP, De Palma GD, Testa A, Bucci L, Pesce G, et al. Noninvasive diagnosis of small bowel Crohn's disease: direct comparison of bowel sonography and magnetic resonance enterography. *Inflamm Bowel Dis*. 2013;19:991-8.
- Muradali D, Goldberg DR. US of gastrointestinal tract disease. *Radiographics*. 2015;35:50-68.
- Nylund K, Maconi G, Hollerweger A, Ripollés T, Pallotta N, Higginson A, et al. EFSUMB Recommendations and Guidelines for Gastrointestinal Ultrasound. *Ultraschall Med*. 2017;38:e1-15.
- Fraquelli M, Sarno A, Girelli C, Laudi C, Buscarini E, Villa C, et al. Reproducibility of bowel ultrasonography in the evaluation of Crohn's disease. *Dig Liver Dis*. 2008;40:860-6.
- 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.
- Ma X, Li Y, Jia H, Zhang J, Wang G, Liu X, et al. Contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of patients suspected of having active Crohn's disease: meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41:659-68.
- Serafin Z, Bialecki M, Bialecka A, Sconfienza LM, Klopocka M. Contrast-enhanced Ultrasound for Detection of Crohn's Disease Activity: Systematic Review and Meta-analysis. *J Crohns Colitis*. 2016;10:354-62.
- Zhu C, Ma X, Xue L, Xu J, Li Q, Wang Y, et al. Small intestine contrast ultrasonography for the detection and assessment of Crohn disease: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e4235.
- Allocca M, Fiorino G, Bonifacio C, Furfaro F, Gilardi D, Argollo M, et al. Comparative Accuracy of Bowel Ultrasound Versus Magnetic Resonance Enterography in Combination With Colonoscopy in Assessing Crohn's Disease and Guiding Clinical Decision-making. *J Crohns Colitis*. 2018;12:1280-7.
- Dillman JR, Smith EA, Sanchez R, DiPietro MA, Dehkordy SF, Adler J, et al. Prospective cohort study of ultrasound-ultrasound and ultrasound-MR enterography agreement in the evaluation of pediatric small bowel Crohn disease. *Pediatr Radiol*. 2016;46:490-7.
- Taylor SA, Mallett S, Bhatnagar G, Baldwin-Cleland R, Bloom S, Gupta A, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance enterography and small bowel ultrasound for the extent and activity of newly diagnosed and relapsed Crohn's disease (METRIC): a multicentre trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2018;3:548-58.
- Maconi G, Bolzoni E, Giussani A, Friedman AB, Duca P. Accuracy and cost of diagnostic strategies for patients with suspected Crohn's disease. *J Crohns Colitis*. 2014;8:1684-92.
- Maconi G, Nylund K, Ripollés T, Calabrese E, Dirks K, Dietrich CF, et al. EFSUMB Recommendations and Clinical Guidelines for Intestinal Ultrasound (GIUS) in Inflammatory Bowel Diseases. *Ultraschall Med*. 2018;39:304-17.
- Calabrese E, Maaser C, Zorzi F, Kannengiesser K, Hanauer SB, Bruining DH, et al. Bowel Ultrasonography in the Management

- of Crohn's Disease. A Review with Recommendations of an International Panel of Experts. *Inflamm Bowel Dis.* 2016;22:1168–83.
25. Ripolles T, Martinez MJ, Paredes JM, Blanc E, Flors L, Delgado F. Crohn disease: correlation of findings at contrast-enhanced US with severity at endoscopy. *Radiology.* 2009;253:241–8.
 26. Kunihiro K, Hata J, Haruma K, Manabe N, Tanaka S, Chayama K. Sonographic detection of longitudinal ulcers in Crohn disease. *Scand J Gastroenterol.* 2004;39:322–6.
 27. Rigazio C, Ercole E, Laudi C, Daperno M, Lavagna A, Crocella L, et al. Abdominal bowel ultrasound can predict the risk of surgery in Crohn's disease: proposal of an ultrasonographic score. *Scand J Gastroenterol.* 2009;44:585–93.
 28. Drews BH, Barth TF, Hanle MM, Akinli AS, Mason RA, Muche R, et al. Comparison of sonographically measured bowel wall vascularity, histology, and disease activity in Crohn's disease. *Eur Radiol.* 2009;19:1379–86.
 29. Epifanio M, Baldisserotto M, Spolidoro JV, Gaiger A. Grey-scale and colour Doppler sonography in the evaluation of children with suspected bowel inflammation: correlation with colonoscopy and histological findings. *Clin Radiol.* 2008;63:968–78.
 30. Sasaki T, Kunisaki R, Kinoshita H, Kimura H, Kodera T, Nozawa A, et al. Doppler ultrasound findings correlate with tissue vascularity and inflammation in surgical pathology specimens from patients with small intestinal Crohn's disease. *BMC Res Notes.* 2014;7:363.
 31. Ripolles T, Martinez-Perez MJ, Paredes JM, Vizuite J, Martin G. The Role of Intravenous Contrast Agent in the Sonographic Assessment of Crohn's Disease Activity: Is Contrast Agent Injection Necessary? *J Crohns Colitis.* 2019;13:585–92.
 32. Paredes JM, Ripolles T, Cortes X, Martinez MJ, Barrachina M, Gomez F, et al. Abdominal sonographic changes after antibody to tumor necrosis factor (anti-TNF) alpha therapy in Crohn's Disease. *Dig Dis Sci.* 2010;55:404–10.
 33. Ripolles T, Martinez MJ, Barrachina MM. Crohn's disease and color Doppler sonography: response to treatment and its relationship with long-term prognosis. *J Clin Ultrasound.* 2008;36:267–72.
 34. Ripolles T, Paredes JM, Martinez-Perez MJ, Rimola J, Jauregui-Amezaga A, Bouzas R, et al. Ultrasonographic Changes at 12 Weeks of Anti-TNF Drugs Predict 1-year Sonographic Response and Clinical Outcome in Crohn's Disease: A Multicenter Study. *Inflamm Bowel Dis.* 2016;22:2465–73.
 35. Spalinger 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.
 36. De Franco A, Di Veronica A, Armuzzi A, Roberto I, Marzo M, De Pascalis B, et al. Ileal Crohn disease: mural microvasculature quantified with contrast-enhanced US correlates with disease activity. *Radiology.* 2012;262:680–8.
 37. Medellin A, Merrill Ch, Wilson SR. Contrast-enhanced ultrasound in the evaluation of the bowel. *Abdom Radiol.* 2017;43:918–33.
 38. Wilkens R, Hagemann-Madsen RH, Peters DA, Nielsen AH, Norager CB, Glerup H, et al. Validity of Contrast-enhanced Ultrasonography and Dynamic Contrast-enhanced MR Enterography in the Assessment of Transmural Activity and Fibrosis in Crohn's Disease. *J Crohns Colitis.* 2018;12:48–56.
 39. Maconi G, Greco S, Duca P, Ardizzone S, Massari A, Cassinotti A, et al. Prevalence and clinical significance of sonographic evidence of mesenteric fat alterations in Crohn's disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2008;14:1555–61.
 40. Kucharzik T, Wittig BM, Helwig U, Borner N, Rossler A, Rath S, et al. Use of Intestinal Ultrasound to Monitor Crohn's Disease Activity. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2017;15:535–42, e2.
 41. 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.
 42. Neye H, Ensberg D, Rauh P, Peitz U, Monkemuller K, Treiber G, et al. Impact of high-resolution transabdominal ultrasound in the diagnosis of complications of Crohn's disease. *Scand J Gastroenterol.* 2010;45:690–5.
 43. Sarrazin J, Wilson SR. Manifestations of Crohn disease at US. *Radiographics.* 1996;16:499–520.
 44. Di Mizio R, Maconi G, Romano S, D'Amario F, Bianchi Porro G, Grassi R. Small bowel Crohn disease: sonographic features. *Abdom Imaging.* 2004;29:23–35.
 45. Nylund K, Hausken T, Gilja OH. Ultrasound and inflammatory bowel disease. *Ultrasound quarterly.* 2010;26:3–15.
 46. Pallotta N, Vincoli G, Montesani C, Chirletti P, Pronio A, Caronna R, et al. Small intestine contrast ultrasonography (SICUS) for the detection of small bowel complications in crohn's disease: a prospective comparative study versus intraoperative findings. *Inflamm Bowel Dis.* 2012;18:74–84.
 47. Bhatnagar G, Von Stempel C, Halligan S, Taylor SA. Utility of MR enterography and ultrasound for the investigation of small bowel Crohn's disease. *J Magn Reson Imaging.* 2017;45:1573–88.
 48. Martinez MJ, Ripolles T, Paredes JM, Blanc E, Marti-Bonmati L. Assessment of the extension and the inflammatory activity in Crohn's disease: comparison of ultrasound and MRI. *Abdom Imaging.* 2009;34:141–8.
 49. Kumar S, Hakim A, Alexakis C, Chhaya V, Tzias D, Pilcher J, et al. Small intestinal contrast ultrasonography for the detection of small bowel complications in Crohn's disease: correlation with intraoperative findings and magnetic resonance enterography. *J Gastroenterol Hepatol.* 2015;30:86–91.
 50. Ripolles T, Martinez-Perez MJ, Paredes JM, Vizuite J, Garcia-Martinez E, Jimenez-Restrepo DH. Contrast-enhanced ultrasound in the differentiation between phlegmon and abscess in Crohn's disease and other abdominal conditions. *Eur J Radiol.* 2013;82:e525–31.
 51. Panes J, Bouhnik Y, Reinisch W, Stoker J, Taylor SA, Baumgart DC, et al. Imaging techniques for assessment of inflammatory bowel disease: joint ECCO and ESGAR evidence-based consensus guidelines. *J Crohns Colitis.* 2013;7:556–85.
 52. Rieder F, Latella G, Magro F, Yuksel ES, Higgins PD, Di Sabatino A, et al. European Crohn's and Colitis Organisation Topical Review on Prediction. Diagnosis and Management of Fibrostenosing Crohn's Disease. *J Crohns Colitis.* 2016;10:873–85.
 53. Girlich C, Jung EM, Huber E, Ott C, Iesalnieks I, Schreyer A, et al. Comparison between preoperative quantitative assessment of bowel wall vascularization by contrast-enhanced ultrasound and operative macroscopic findings and results of histopathological scoring in Crohn's disease. *Ultraschall Med.* 2011;32:154–9.
 54. Nylund K, Jirik R, Mezl M, Leh S, Hausken T, Pfeffer F, et al. Quantitative contrast-enhanced ultrasound comparison between inflammatory and fibrotic lesions in patients with Crohn's disease. *Ultrasound Med Biol.* 2013;39:1197–206.
 55. Quaiia E, De Paoli L, Stocca T, Cabibbo B, Casagrande F, Cova MA. The value of small bowel wall contrast enhancement after sulfur hexafluoride-filled microbubble injection to differentiate inflammatory from fibrotic strictures in patients with Crohn's disease. *Ultrasound Med Biol.* 2012;38:1324–32.
 56. Ripolles T, Rausell N, Paredes JM, Grau E, Martinez MJ, Vizuite J. Effectiveness of contrast-enhanced ultrasound for characterisation of intestinal inflammation in Crohn's disease: a comparison with surgical histopathology analysis. *J Crohns Colitis.* 2013;7:120–8.
 57. Vestito A, Marasco G, Maconi G, Festi D, Bazzoli F, Zagari RM. Role of Ultrasound Elastography in the Detection of Fibrotic Bowel Strictures in Patients with Crohn's Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *Ultraschall Med.* 2019;40:646–54.
 58. Dillman JR, Dehkordy SF, Smith EA, DiPietro MA, Sanchez R, DeMatos-Maillard V, et al. Defining the ultrasound longitudinal natural history of newly diagnosed pediatric small bowel Crohn

- disease treated with infliximab and infliximab-azathioprine combination therapy. *Pediatr Radiol*. 2017;47:924–34.
59. Saevik F, Nylund K, Hausken T, Odegaard S, Gilja OH. Bowel perfusion measured with dynamic contrast-enhanced ultrasound predicts treatment outcome in patients with Crohn's disease. *Inflamm Bowel Dis*. 2014;20:2029–37.
 60. Shah SC, Colombel JF, Sands BE, Narula N. Systematic review with meta-analysis: mucosal healing is associated with improved long-term outcomes in Crohn's disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 2016;43:317–33.
 61. Castiglione F, Imperatore N, Testa A, De Palma GD, Nardone OM, Pellegrini L, et al. One-year clinical outcomes with biologics in Crohn's disease: transmural healing compared with mucosal or no healing. *Aliment Pharmacol Ther*. 2019;49:1026–39.
 62. Moreno N, Ripollés T, Paredes JM, Ortiz I, Martínez MJ, López A, et al. Usefulness of abdominal ultrasonography in the analysis of endoscopic activity in patients with Crohn's disease: changes following treatment with immunomodulators and/or anti-TNF antibodies. *J Crohns Colitis*. 2014;8:1079–87.
 63. Castiglione F, Mainenti P, Testa A, Imperatore N, De Palma GD, Maurea S, et al. Cross-sectional evaluation of transmural healing in patients with Crohn's disease on maintenance treatment with anti-TNF alpha agents. *Dig Liver Dis*. 2017;49:484–9.
 64. Rutgeerts P, Geboes K, Vantrappen G, Beyls J, Kerremans R, Hiele M. Predictability of the postoperative course of Crohn's disease. *Gastroenterology*. 1990;99:956–63.
 65. Domenech E, Lopez-Sanroman A, Nos P, Vera M, Chaparro M, Esteve M, et al., Recommendations of the Spanish Working Group on Crohn's Disease and Ulcerative Colitis (GETECCU) on the monitoring, prevention and treatment of post-operative recurrence in Crohn's disease. *Gastroenterol Hepatol*. 2017;40:472–83.
 66. Ercole E, Rigazio C. Role of bowel ultrasound in the management of postoperative Crohn's disease. *World J Gastrointest Pathophysiol*. 2014;5:457–61.
 67. Paredes JM, Ripollés T, Cortes X, Moreno N, Martínez MJ, Bustamante-Balen M, et al. Contrast-enhanced ultrasonography: usefulness in the assessment of postoperative recurrence of Crohn's disease. *J Crohns Colitis*. 2013;7:192–201.
 68. Rispo A, Imperatore N, Testa A, Nardone OM, Luglio G, Caporaso N, et al. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography in the Detection of Postsurgical Recurrence in Crohn's Disease: A Systematic Review with Meta-analysis. *Inflamm Bowel Dis*. 2018;24:977–88.
 69. Martínez MJ, Ripollés T, Paredes JM, Moreno-Osset E, Pazos JM, Blanc E. Intravenous Contrast-Enhanced Ultrasound for Assessing and Grading Postoperative Recurrence of Crohn's Disease. *Dig Dis Sci*. 2019;64:1640–50.
 70. Guardiola J, Lobaton T, Cerrillo E, Ferreira-Iglesias R, Gisbert JP, Domenech E, et al., Recommendations of the Spanish Working Group on Crohn's Disease and Ulcerative Colitis (GETECCU) on the utility of the determination of faecal calprotectin in inflammatory bowel disease. *Gastroenterol Hepatol*. 2018;41:514–29.
 71. Sturm A, Maaser C, Calabrese E, Annese V, Fiorino G, Kucharzik T, et al. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 2: IBD scores and general principles and technical aspects. *J Crohns Colitis*. 2019;13:273–84.
 72. Arienti V, Campieri M, Boriani L, Gionchetti P, Califano C, Giancane S, et al. Management of severe ulcerative colitis with the help of high resolution ultrasonography. *Am J Gastroenterol*. 1996;91:2163–9.
 73. Civitelli F, Di Nardo G, Oliva S, Nuti F, Ferrari F, Dilillo A, et al. Ultrasonography of the colon in pediatric ulcerative colitis: a prospective, blind, comparative study with colonoscopy. *J Pediatr*. 2014;165:78–84, e2.
 74. Allocca M, Fiorino G, Bonovas S, Furfaro F, Gilardi D, Argollo M, et al. Accuracy of Humanitas Ultrasound Criteria in Assessing Disease Activity and Severity in Ulcerative Colitis: A Prospective Study. *J Crohns Colitis*. 2018;12:1385–91.
 75. Babil AS, Somi MH, Nemati M, Nadergoli BS, Ghabili K, Mirnour R, et al. Ultrasonographic evaluation of bowel wall thickness and intramural blood flow in ulcerative colitis. *ISRN Gastroenterol*. 2012;2012:370495.