

## Apendicitis aguda

Pena Fernández I<sup>1</sup>, Parra Gordo ML<sup>1</sup>, Mula Rey N<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Radiodiagnóstico

<sup>2</sup>Unidad de Cuidados Intensivos

Hospital Universitario La Princesa. Madrid

La apendicitis es la causa más común de dolor abdominal agudo que requiere intervención quirúrgica en los países occidentales<sup>1-3</sup>. Se trata de una patología de tratamiento eficaz y mortalidad mínima, cuya importancia radica en la elevada incidencia; su principal problema es la morbilidad postquirúrgica (18%).

El diagnóstico de la apendicitis aguda es primordialmente clínico y se basa en los síntomas y los hallazgos en la exploración física. Sin embargo, este diagnóstico es a menudo difícil. Hasta 50% de los pacientes hospitalizados por una posible apendicitis no la tienen en realidad y en diferentes estudios prospectivos consultados se refieren tasas de apendicectomías negativas de 15-20% para la población general y de hasta 47% en mujeres en edad fértil<sup>4-6</sup>.

Con el fin de reducir el número de hospitalizaciones y la frecuencia de apendicectomías negativas parece necesario reforzar el diagnóstico de esta patología con marcadores de laboratorio y con la introducción de las técnicas de imagen: la ecografía (US) y la Tomografía Computerizada (TC). Ante esta actitud diagnóstica, surgen detractores que argumentan que estas exploraciones producirían un retraso en la cirugía, con importantes consecuencias en casos de apendicitis evolucionadas, que avanzan rápidamente a la perforación con la alta morbimortalidad que suponen<sup>7,8</sup>.

Actualmente nos encontramos en un punto en el que no existe una vía clínica clara de actuación ante una sospecha de apendicitis aguda y queda a criterio del médico emplear un mayor o menor esfuerzo en su diagnóstico.

### ETIOLOGÍA

La apendicitis es un proceso secundario a la obstrucción de la luz del apéndice (fecalito, alimentos, bario, hipertrofia de tejido linfático...). La obstrucción y la acumulación de moco distienden el órgano con la consecuente hiperemia pasiva, edema, hemorragia y eventualmente isquemia. La obstrucción estimula la proliferación y virulencia de gérmenes, que invaden el espesor de la pared y causan gangrena y licuefacción.

Los fecalitos o apendicolitos resultan de la acumulación de material fecal y sales inorgánicas en la lumen, son una causa frecuente de obstrucción y están presentes en 11% de los pacientes con apendicitis aguda según las series<sup>9-10</sup>.

Hasta 7% de la población general se ve afectada por esta patología. La mayor incidencia se encuentra entre 7 y 30 años de edad y es infrecuente en menores de 5 y mayores de 50 años. El sexo masculino tiene una incidencia de 20% más. Es rara en los extremos de la vida, pero tiene mayor mortalidad por la dificultad diagnóstica y por peor respuesta inmunológica.

### CONSIDERACIONES ANATÓMICAS

El apéndice del adulto es un divertículo de unos nueve centímetros de longitud que sale de la pared póstero-medial del ciego, caudal a la válvula ileocecal unos 3 cm. Su situación es variable: interna ascendente, descendente interna, anterior o posterior (retrocecal).

Es una estructura en capas: la túnica serosa recubre toda la superficie externa y constituye el mesoapéndice,

en cuyo borde libre discurre la arteria apendicular (rama de la arteria mesentérica superior). La túnica muscular sólo dispone de dos capas de fibras musculares: las longitudinales y las circulares. Las túnicas mucosa y submucosa son iguales a las del intestino grueso y sólo se diferencian de éste por el tejido linfóide de gran desarrollo.

## FISIOPATOLOGÍA

La apendicitis puede cursar en diversas fases: apendicitis aguda simple, apendicitis flemonosa, apendicitis úlcero-flemonosa, apendicitis gangrenosa y finalmente la perforación a la cavidad peritoneal. Las complicaciones secundarias a la perforación son el plastrón y el absceso apendicular, las fístulas a órganos adyacentes (intestino, vejiga, vagina), pyleflebitis y abscesos hepáticos, peritonitis difusa y shock séptico. La relación directa entre perforación y morbilidad conlleva la mejora y estandarización de los procedimientos de diagnóstico clínico y la irrupción de las técnicas de imagen (US y TC) en el diagnóstico de la apendicitis.

## DIAGNÓSTICO DE LA APENDICITIS

Se considera una entidad de diagnóstico básicamente clínico. El sistema de Alvarado se basa en signos y síntomas clínicos: migración del dolor, anorexia, náusea/vómito, dolor en fosa iliaca derecha (FID), dolor al rebote y fiebre<sup>11</sup>. De todos los signos clínicos mencionados, la migración del dolor de la región periumbilical (en las primeras horas) al cuadrante inferior derecho es el que muestra mayor especificidad (95%) y mayor valor predictivo positivo (84%).

Los datos de laboratorio tienen alta sensibilidad (85%) pero una especificidad baja (60%). Son útiles para apoyar el diagnóstico y establecer el diagnóstico diferencial.

En el hemograma el dato analítico más importante es la cifra de leucocitos (superior a 10.000) y el porcentaje de neutrófilos (más de 75%). La ausencia de leucocitosis y neutrofilia excluye apendicitis en el 90% de los casos<sup>11</sup>.

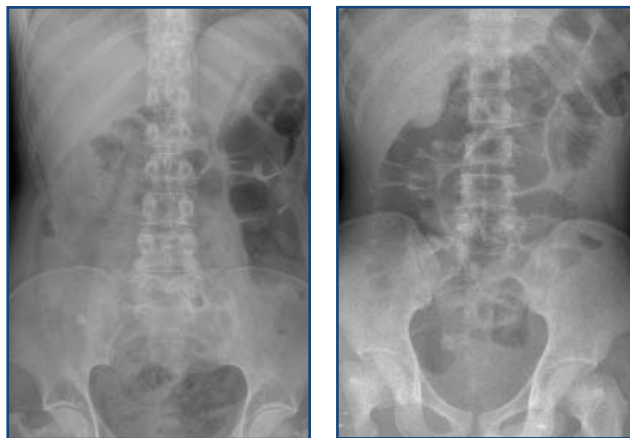
## DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Hasta el empleo de las pruebas de imagen (US y TC) el diagnóstico de la apendicitis se basaba únicamente en la historia clínica, exploración física y hallazgos de laboratorio. Esto conllevaba una tasa de apendicectomías negativas de 15-20% en la población general y de hasta 47% en mujeres en edad fértil<sup>4-6</sup>.

## RADIOLOGÍA SIMPLE

Los hallazgos que se relacionan con el diagnóstico de apendicitis son:

- Cierta disminución de aire en el tracto intestinal como consecuencia de los vómitos y anorexia.
- Presencia de asa dilatada (centinela) en el cuadrante inferior derecho.
- Escoliosis lumbar con desviación hacia la derecha (estiramiento del psoas y músculos paraespinales).
- Borramiento de la línea grasa del músculo psoas.
- Aire en el apéndice.
- Apendicolito calcificado en el cuadrante inferior derecho (*figuras 1 y 2*).
- Pérdida de planos grasos pélvicos (*figura 2*).
- Aumento de densidad/efecto de masa en FID.



**Figuras 1 y 2. Apendicolitos. Se visualizan sendas imágenes radiopacas de apendicolitos en fosa iliaca derecha; borrosidad de planos.**

## ECOGRAFÍA

Los primeros estudios sobre el uso de la ecografía en el diagnóstico de la apendicitis aguda fueron publicados a principios de los años 80 y se limitaban a una serie de casos individuales<sup>12</sup> o complicados<sup>13</sup>. Pero la era del diagnóstico ecográfico comenzó en 1986 con la descripción de la técnica de compresión gradual de Puylaert<sup>14</sup>, que despejó todas las dudas sobre la habilidad de la ecografía para visualizar el apéndice inflamado. Tras la llegada de la ecografía preoperatoria, la decisión de operar no dependía ya sólo de la impresión clínica y las tasas de apendicectomías negativas disminuyeron significativamente<sup>15,16</sup>.

El US presenta una sensibilidad y especificidad de 75-97% y de 83-97%, respectivamente<sup>17-24</sup>. La resolución espacial del US de alta frecuencia es mejor que la proporcionada por la imagen de TAC, lo que permite una mejor diferenciación de las capas de la pared apendicular y añade la ventaja de la interacción médico-paciente; además puede valorar el área de mayor dolor o masa palpable (en casos de plastrón apendicular).

Cabe destacar que la eficacia de la prueba se encuentra definida principalmente por dos factores: la experiencia del explorador y la resolución del equipo utilizado. Entre los aspectos menos favorables se encuentra la fiabilidad limitada en obesos<sup>25</sup>, cierta molestia para el paciente y la limitación de la ecografía para valorar otras patologías que entran dentro del diagnóstico diferencial de la apendicitis.

La técnica que utilizamos en el examen de la FID se realiza de manera sistemática con el paciente en decúbito supino con sonda de 3-5 MHz. Después de estudio del abdomen superior de rutina, se comienza por un barrido axial desde el nivel subhepático, siguiendo el colon ascendente hasta su extremo inferior para buscar el ciego, válvula ileocecal, íleon terminal y la salida del apéndice. Se consigue una buena orientación espacial y diagnosticar patologías alternativas (ileítis, carcinoma de ciego, diverticulitis de ciego, infarto omental).

Con sonda lineal de 8 MHz se obtienen imágenes en el plano de los vasos iliacos, puesto que el apéndice normalmente cruza por encima de ellos y caudalmente a íleon. En todos los casos se realiza estudio doppler para valorar la vascularización de las paredes del apéndice.

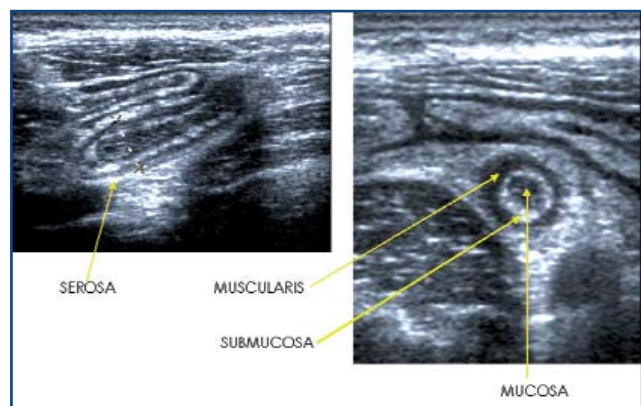
Puede ser necesario realizar parte de la exploración con el paciente en posición oblicua posterior izquierda, que permite valorar el espacio posterior al ciego y diagnosticar apendicitis retrocecales.

## APARIENCIA ECOGRÁFICA DEL APÉNDICE NORMAL

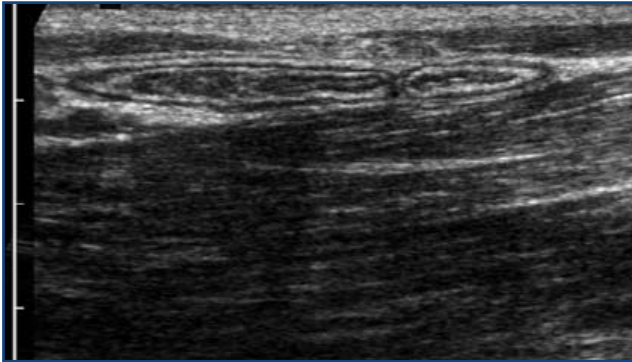
Se ha descrito en ultrasonidos como una estructura tubular, colapsable y llena de líquido, que mide en promedio 3-6 mm de diámetro transverso, con un extremo ciego en el eje longitudinal y una configuración ovoide en el plano axial. El apéndice es usualmente curvo y puede ser tortuoso. El espesor de su pared no debe exceder de 2 mm, con contenido líquido en su interior e hiperecogenicidad de la mucosa. Se diferencia de las asas intestinales delgadas por la ausencia de peristaltismo y de cambios en su configuración durante todo el examen (*figuras 3a, 3b y 4*).

## CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE APENDICITIS

Los criterios utilizados para el diagnóstico de apendicitis aguda son:

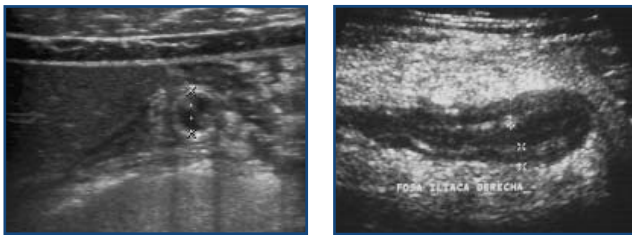


**Figuras 3a y 3b. Aspecto ecográfico normal del apéndice. En la imagen se visualiza apéndice en planos longitudinal y axial. Se muestra la característica estructura en capas: túnica serosa lineal y ecogénica, túnica muscular hipoeoica, submucosa hiperecoica y mucosa hipoeoica.**



**Figura 4. Apéndice e ileon normales durante la compresión.**

- Visualización de una estructura tubular con clásica apariencia en capas, de sección circular, con un extremo distal ciego y no compresible (figuras 5a y 5b).

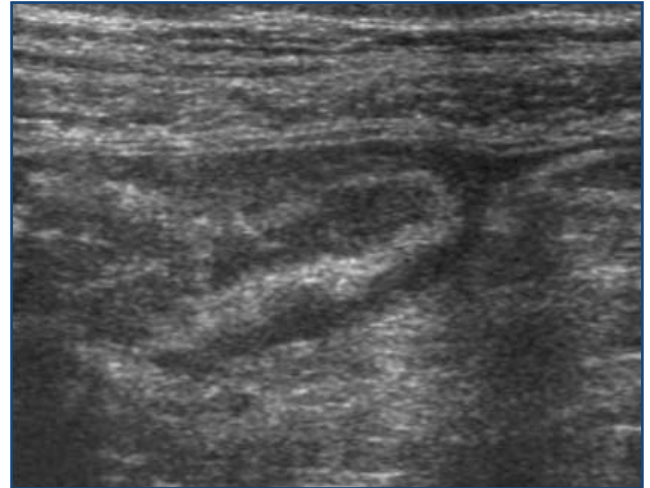


**Figuras 5a y 5b. Apendicitis. Estructura tubular de sección circular con capas no compresible, con diámetro mayor de 7 mm. (secundario al engrosamiento de sus paredes).**

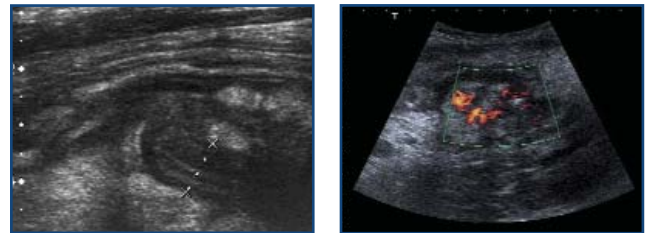
- Apéndice en posición fija en la zona de máxima sensibilidad para el paciente.
- El diámetro anteroposterior debe ser mayor de 7 mm (figura 6).
- Hipervascularización de la pared en el estudio con eco-doppler (figura 7a y 7b).

Entre los criterios de segundo orden que apoyan el diagnóstico de apendicitis destacan:

- Apendicolito: imagen hiperecogénica con sombra acústica, que posee alto valor predictivo positivo (figura 8).
- Líquido relleno la luz en un apéndice de pared desestructurada (figura 9).
- Aspecto brillante de la serosa periapendicular.
- Aumento en la eco de la grasa mesentérica (figura 7a).



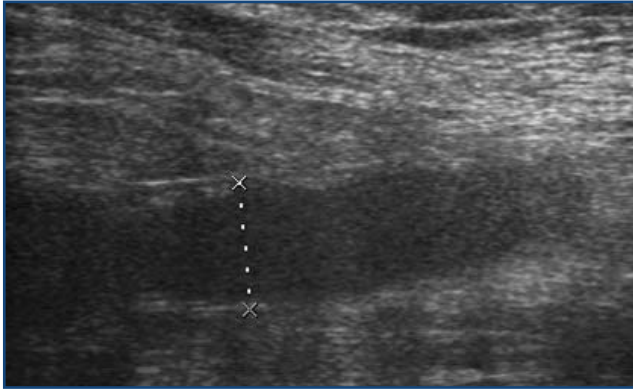
**Figura 6. Apendicitis con líquido libre periapendicular. Apéndice inflamado con pequeña cantidad de líquido periapendicular.**



**Figuras 7a y 7b. Apendicitis con aumento de vascularización de la pared. Se muestra el apéndice engrosado y con desestructuración de las capas. En la imagen anexa el mismo apéndice inflamado con aumento de vascularización de su pared en el estudio con Doppler.**



**Figura 8. Apendicitis con apendicolito. En la imagen se visualiza apéndice inflamado con apendicolito en su interior (obsérvese la sombra posterior que deja debido a su calcificación).**



**Figura 9.** Líquido relleno en un apéndice de pared desestructurada.

- Engrosamiento de la pared del ciego y del íleon.
- Líquido periapendicular-libre intrabdominal (figura 9).

- Adenopatías regionales (figura 10).

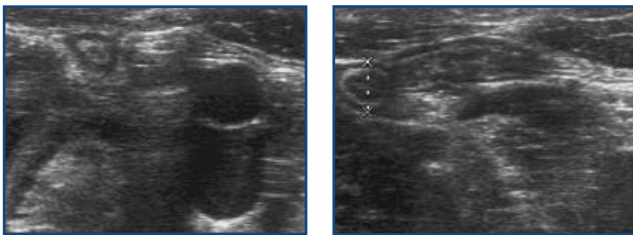
En los casos de apendicitis más evolucionadas se añaden además otros hallazgos como:

- Visualización de áreas hipocogénicas en la submucosa del apéndice: la pérdida de definición de las capas de la pared indica la presencia de fenómenos isquémicos y gangrenosos, con posibilidad de una perforación inminente (figura 11).

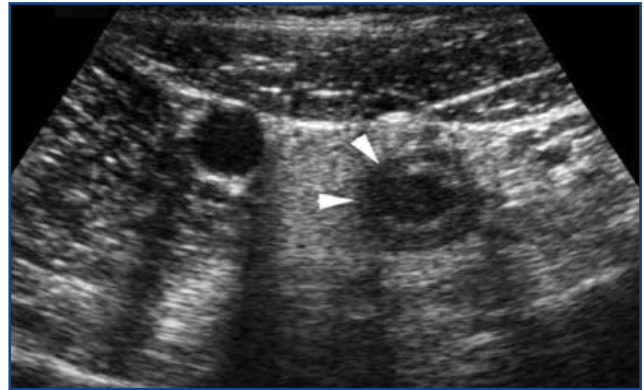
- Perforación: el apéndice pierde turgencia, su sección es oval y puede dejar de ser visualizado por quedar digerido en el seno del plastrón (figura 12).

- Presencia de plastrón apendicular: es una zona más o menos amplia de hipocogenicidad mal definida en el seno de la serosa tumefacta y brillante en cuyo interior se puede ver en ocasiones el apéndice o sus restos.

- Formación de abscesos que suelen ser difíciles de diferenciar del plastrón e incluso de identificar en el US por la presencia de aire en su interior.



**Figura 10.** Adenopatías periapendiculares.



**Figura 11.** Apendicitis con desestructuración focal de la pared. Apéndice inflamado que muestra una pequeña interrupción de la estructura en capas de su pared, que indica progresión transmural de la infección y el riesgo de una perforación inminente.



**Figura 12.** Apéndice perforado. No se visualiza la punta apendicular en relación con perforación.

Entre las causas de error que conducen a diagnósticos falsos negativos en la ecografía están la apendicitis confinada a la punta del apéndice, la apendicitis retrocecal, la apendicitis perforada (en la que las paredes del apéndice desestructurado no son identificables), el apéndice lleno de gas o un apéndice marcadamente aumentado de tamaño que puede confundirse con un segmento de intestino delgado.

Entre las causas de error que conducen a diagnósticos falsos positivos en la ecografía se encuentran la posibilidad de resolución espontánea, un apéndice normal de más de 7 mm de diámetro transversal, la confusión de la estructura apendicular con una trompa de Falopio dilatada, con fibras del músculo psoas

o con un íleon engrosado, y la inflamación del mesoapéndice, que también aparece en otras patologías como la enfermedad de Crohn o los abscesos tubo-ováricos.

## TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA

La TC en el diagnóstico de la apendicitis en adultos fue popularizada a finales de 1990 tras la publicación de un estudio prospectivo que proponía el uso de la TC con contraste por vía rectal. Este estudio de Rao y cols<sup>3</sup> se encontró que la TC tenía una exactitud de 98%, aunque la técnica no era la comúnmente utilizada. Otro estudio prospectivo randomizado de Horton y cols<sup>26</sup> en pacientes con síntomas atípicos de apendicitis determinó que la exactitud y fiabilidad de la TC sin contraste era superior a la de la ecografía.

En la literatura reciente<sup>27</sup> se ha demostrado que el uso de rutina de esta técnica no consigue una mejora estadísticamente significativa en las tasas de apendicectomías negativas. Por el contrario, produce una innecesaria exposición a contraste intravenoso y radiaciones ionizantes de un gran número de pacientes y retrasa la intervención quirúrgica con el consiguiente riesgo de perforación. Concluyen que sólo debe utilizarse en determinados casos, de forma selectiva.

Pero la controversia en el uso de la TC en la apendicitis todavía no se ha solventado. Se han publicado trabajos que propugnan el uso de rutina de la TC sin contraste, que proporciona un beneficio que supera los riesgos, y dejar el uso de contraste intravenoso para casos especiales<sup>3, 26-28</sup>.

La TC presenta una mayor sensibilidad (90-100%) y especificidad (68-97%) que la ecografía<sup>27-31</sup>, aunque tiene sus limitaciones.

Se trata de una exploración que somete al paciente a radiaciones ionizantes (por lo que no se debe utilizar en gestantes ni en niños, y de forma especial en mujeres en edad fértil), presenta un mayor coste y tiene una menor sensibilidad en el estudio de pacientes con poca grasa corporal.

No es operador-dependiente pero sí intérprete-dependiente, lo que significa que las imágenes

pueden ser valoradas por otro explorador en otro momento. Los protocolos son variados dada la controversia en cuanto al uso de contraste oral, rectal, intravenoso y en lo que respecta a la extensión del área a valorar.

El contraste oral permite identificar las asas ileales, facilita la identificación del apéndice y ayuda en el diagnóstico de otras posibles patologías. Sin embargo, es desagradable de ingerir en un paciente con dolor abdominal, con frecuencia no se consigue ingerir todo el volumen deseado y la opacificación de todas las asas requiere 1-2 horas de tiempo de tránsito, con el consiguiente retraso en el diagnóstico.

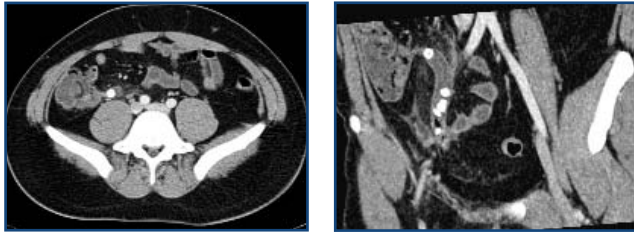
Otra opción es la administración de contraste por vía rectal, que consigue una opacificación del marco colónico y ciego en un tiempo mucho menor. Resulta incómoda y engorrosa, y no siempre se logra la distensión de todo el colon.

El apéndice inflamado capta intensamente contraste intravenoso y esto facilita su identificación en pacientes delgados, apendicitis perforadas o apendicitis precoces. Es de ayuda en la demostración de patología extraapendicular, por lo que se aconseja su administración cuando el paciente tiene una función renal normal.

La exploración limitada a FID es más rápida, más barata y emite menos radiación, pero no se detectan apéndices fuera de la fosa iliaca ni patología extraapendicular, por lo que parece más conveniente extender el estudio a todo el abdomen, incluyendo la pelvis.

Los criterios de apendicitis en el TC incluyen<sup>32,33</sup>:

- Apéndice mayor de 6 mm en su diámetro máximo. La utilización de contraste intravenoso es útil porque permite demostrar la pared engrosada y con realce circunferencial (*figura 13a*).
- Ausencia de contraste oral en la luz apendicular.
- Visualización de uno o varios apendicolitos (*figuras 13a y 13b*).
- Presencia de cambios inflamatorios en grasa periapendicular, burbujas de gas extraluminal, colecciones líquidas y/o presencia de adenopatías ileocecales (*figura 14*).



Figuras 13a y 13b. Apendicitis. Corte axial y reconstrucción coronal oblicua de TC, con apéndice inflamado mayor de 10 mm que sale del ciego; aumento de densidad de la grasa periapendicular y apendicolitos.



Figura 14. Apendicitis con apendicolito. Corte axial de abdomen en FID. El recuadro muestra el apéndice de paredes engrosadas con un apendicolito en su interior y una alteración de la grasa adyacente.

- Como signos secundarios de la apendicitis se encuentran engrosamiento de fascias cercanas, aumento difuso de densidad en el mesenterio adyacente o engrosamiento secundario de las paredes del ciego<sup>32,34</sup>.

Se descarta apendicitis cuando se observa que el apéndice está completamente lleno de contraste o de aire, su diámetro máximo es menor a 6 mm, la pared apendicular es menor de 2 mm<sup>8,35</sup>, o no existe inflamación periapendicular. Tampoco si el apéndice aparece

colapsado o no se visualiza, siempre que no existan alteraciones periapendiculares<sup>36</sup>.

## CONCLUSIONES

- Debido a su sensibilidad y especificidad óptimas, consideramos a la ecografía como la técnica de elección primaria en el diagnóstico de la apendicitis aguda.
- La ecografía es una técnica especialmente interesante en el diagnóstico en niños y gestantes por la ausencia de radiación. Además, el tiempo de realización es corto, sin necesidad de utilización de contraste ni de preparación previa del paciente.
- La TC puede considerarse como prueba de segunda línea en casos en que los resultados obtenidos con la ecografía no sean concluyentes y persista alta sospecha clínica.
- Recomendamos el algoritmo diagnóstico expuesto en la **figura 15** ante la sospecha de apendicitis aguda.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Graffeo CS, Counselman FL. Appendicitis. Emerg Med Clin North Am 1996;14:653-71.
2. Brown JJ. Acute appendicitis: the radiologist's role. Radiology 1991;180:13-14.

3. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, Mostafavi A, McCabe C. Effect of computer tomography of the appendix on treatment of patients and use of hospital resource. N Engl J Med 1998;338:141-46.
4. Deutsch A, Shani N, Reiss R. Are some appendectomies

## BIBLIOGRAFÍA

- unnecessary: an analysis of 319 white appendices. *J R Coll Surg Edinb* 1983;28:35-40.
5. Simmen HP, Decurtins M, Rotzer A, Duff C, Brutsch HP, Largiader F. Emergency room patients with abdominal pain unrelated to trauma: prospective analysis in a surgical university hospital. *Hepatogastroenterology* 1991;38:279-82.
  6. Eriksson S. Acute appendicitis-ways to improve diagnostic accuracy. *Eur J Surg* 1996;162:435-42.
  7. Ford R, Passinault W, Morse M. Diagnostic ultrasound for suspected appendicitis: Does the added cost produce a better outcome? *Am Surg* 1994;60:895-8.
  8. Ditillo MF, Dziura JD, Rabinovici R. Is it safe to delay appendectomy in adults with acute appendicitis? *Ann Surg* 2006;244:656-60.
  9. Shaw RE. Appendix calculi and acute appendicitis. *Br J Surg* 1965;52:451-59.
  10. Jones BA, Demetriades D, Segal I, Burkitt DP. The prevalence of appendiceal fecaliths in patients with and without appendicitis: a comparative study from Canada and South Africa. *Ann Surg* 1985;202:80-2.
  11. Alvarado A. A practical score for the early diagnosis of acute appendicitis. *Ann Emerg Med* 1986;15:557-64.
  12. Deutsch A, Leopold GR. Ultrasonic demonstration of the inflamed appendix: case report. *Radiology* 1981;140:163-64.
  13. Parulekar SG. Ultrasonographic findings in diseases of the appendix. *J Ultrasound Med* 1983;2:59-64.
  14. Puylaert JB, Hoekstra F, De Vries B, Rutgers P, Lalisang R, Ooms E. Radiation appendicitis: Demonstration with graded compression US. *Radiology* 1987;164:342.
  15. Zoller WG, Kellner H, Schwerk WB. Acute appendicitis: diagnosis and the role of ultrasonography. *Dig Surg* 1996;3:304-8.
  16. Bijnen CL, Van den Broek WT, Bijnen AB, De Ruiter P, Gouma DJ. Implication of removing a normal appendix. *Dig Surg* 2003;20:215-21.
  17. Vidmar D, Omejc, Cerar A, Mekicar J, and Repse S. Influence of ultrasonography on clinical decision making in suspected acute appendicitis in adults. *Eur Surg* 2006;38:445-50.
  18. Himeno S, Yasuda S, Oida Y, Mukoyama S, Nishi T, Mukai M. Ultrasonography for the diagnosis of acute appendicitis. *Tokai J Exp Clin Med* 2003;28:39-44.
  19. Paulson EK, Kalady MF, Pappas TN. Suspected appendicitis. *N Engl J Med* 2003;3:236-42.
  20. Kessler N, Cyteval C, Gallix B, Lesnik A, Blayac PM, Pujol, Bruel JM, Taourel P. Appendicitis: Evaluation of Sensitivity, Specificity, and Predictive Values of US, Doppler US, and Laboratory Findings. *Radiology* 2004;230:472-8.
  21. Crombé A, Weber F, Gruner L, Martins A, Fouque P, Barth X. Abdominopelvic ultrasonography in suspected acute appendicitis: prospective study in adults. *Ann Chir* 2000;125:57-61.
  22. Chen S, Chen K, Wang S, Chang K. Abdominal Sonography Screening of Clinically Diagnosed or Suspected Appendicitis before Surgery. *World J Surg* 1998;22:449-52.
  23. Gimondo P, Mirk P, La Bella A, Messina G, Pizza C. Acute appendicitis and diagnostic value of sonography: prospective study of 77 surgically proven cases. *European Journal of Ultrasound* 1995;2:205-9.
  24. Antevil JL, Rivera L, Langerberg BJ, Hahm G, Favata MA, Brown CVR. Computed tomography-based clinical diagnostic pathway for acute appendicitis: Prospective validation. *J Am Coll Surgeon* 2006;203:849-6.
  25. Tsai S, Coughlin F, Hampf F, Munshi I, Wolfe J. Diagnosing appendicitis with CT and ultrasound using prospective patient stratification by body mass index. *Emergency Radiology* 2001;8:267-71.
  26. Horton MD, Counter SF, Florence MG, Hart MJ. A prospective trial of computed tomography and ultrasonography for diagnosing appendicitis in the atypical patients. *Am J Surg* 2000;179:379-81.
  27. Musunuru S, Chen H, Rikkers L, Weber S. Computed tomography in the diagnosis of acute appendicitis: Definitive or detrimental? *J Gastrointestinal Surg* 2007;11:1417-21.
  28. Tamburrini S, Brunetti A, Brown M, Sirlin C, Casola G. Acute appendicitis: diagnostic value of nonenhanced CT with selective use of contrast in routine clinical settings. *Eur Radiol* 2007;17:2055-61.
  29. Mun S, Ernst R, Chen K, Oto A, Shah S, Mileski W. Rapid CT diagnosis of acute appendicitis with IV contrast material. *Emerg Radiol* 2006;12:99-102.
  30. Terasawa T, Blackmore CC, Bent S et al. Systematic review: Computed tomography and ultrasonography to detect acute appendicitis in adults and adolescents. *Ann Intern Med* 2004;141:537-46.
  31. Cakirer S, Basak M, Colakoglu B, Bankaoglu M. Diagnosis of acute appendicitis with unenhanced helical CT: a study of 130 patients. *Emergency Radiology* 2002;9:155-61.
  32. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, et al. Helical CT technique for the diagnosis of appendicitis: prospective evaluation of a focused appendix CT examination. *Radiology* 1997;202:139-44.
  33. Rao PM, Mueller PR. Clinical and pathologic variants of appendiceal disease: CT features. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1335-40.
  34. Rao PM, Wittenberg J, McDowell RK, Rhea JT, Novelline RA. Appendicitis: use of arrowhead sign for diagnosis at CT. *Radiology* 1997;202:363-6.
  35. Wijetunga R, Tan BS, Rouse JC, Bigg-Wither GW. Diagnostic accuracy of focused appendiceal CT in clinically equivocal cases of acute appendicitis. *Radiology* 2001;221:747-53.
  36. Han-Ping Wu, Ching-Yuang Lin, Chin-Fu Chang, Yu-Jun Chang, Chin-Yi Huang. Predictive value of C-reactive protein at different cutoff levels in acute appendicitis. *American Journal of Emergency Medicine* 2005;23:449-53.