

# Actualidad en el diagnóstico desde urgencias hasta el manejo quirúrgico de apendicitis en niños

*Current diagnosis from the emergency to the surgical management of appendicitis in children*

Recibido: 8/01/2020  
Aprobado: 11/04/2020

## Autores

- ❖ Santiago Alonso Camacho Correa, MD.- Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud- FUCS- santycamachoc@yahoo.es
- ❖ Luis Alfredo Morales Baldion, MD. - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC- lambaldion@hotmail.com
- ❖ Andrés Yobany Salazar Reyes, MD. - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia -UPTC- andres2977@gmail.com
- ❖ María Angélica Albornoz Romero, MD. – Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales -UDCA- maalbornoz@udca.edu.co

## Resumen

**Objetivos:** Identificar los avances en el diagnóstico de la apendicitis aguda en niños, teniendo en cuenta las herramientas más comúnmente usadas y su real efectividad en el diagnóstico en el servicio de urgencias a partir de una revisión sistemática.

**Método:** Se realizó una búsqueda de artículos con las palabras clave en la base de datos de PUBMED, seleccionando la mejor evidencia disponible en la actualidad de apendicitis en niños desde su ingreso a urgencias hasta el manejo quirúrgico indicado.

**Conclusiones:** El diagnóstico de apendicitis aguda en pacientes pediátricos aún en la actualidad sigue siendo un desafío, por lo cual se ha buscado estandarizar y crear protocolos en los cuales se disminuya el subdiagnóstico y se disminuya la probabilidad de posibles complicaciones y de esta manera, mejorar la mortalidad y la morbilidad en pacientes pediátricos.

**Palabras clave:** Niños, diagnóstico, apendicitis, aguda, quirúrgico, complicación, muerte.

## Summary

**Objectives:** Identify the advances in the diagnosis of acute appendicitis in children, taking into account the most commonly used tools and their real effectiveness in the diagnosis in the emergency department from a systematic review.

**Method:** A search of articles with the keywords in the PUBMED database was performed, selecting the best evidence currently available of appendicitis in children from their admission to the emergency room until the indicated surgical management.

**Conclusions:** The diagnosis of acute appendicitis in pediatric patients even today is still a challenge, so it has been sought to standardize and create protocols in which the sub diagnosis is reduced and the probability of possible complications is reduced in this way to improve the Mortality and morbidity in pediatric patients.

## **Introducción**

La apendicitis aguda es una de las patologías quirúrgicas más comunes en la población pediátrica, por lo que es indispensable tener conocimiento acerca de su diagnóstico y manejo. A pesar de una década de investigación dirigida a hacer el diagnóstico de apendicitis más protocolizado, existe mucha variación en el diagnóstico y manejo.

El dolor abdominal es una de las razones más comunes por las cuales los pacientes pediátricos consultan al servicio de urgencias y la apendicitis representa la urgencia quirúrgica abdominal más común en la población pediátrica. La apendicitis ocurre en aproximadamente 70.000 niños en los EE. UU., por año y representa aproximadamente un tercio de las admisiones infantiles por dolor abdominal (1).

La apendicitis aguda es una patología intraabdominal la cual se produce por la inflamación del apéndice cecal y es el resultado de la congestión linfática producto de la obstrucción de la luz apendicular, lo que lleva a un colapso venoso por aumento de la presión y eventualmente progresa a un compromiso arterial de la pared apendicular con la consiguiente perforación del mismo (2).

En los pacientes pediátricos el diagnóstico es un desafío, ya que este frecuentemente se realiza en etapas avanzadas como lo es la perforación, debido a su clínica inespecífica, lo cual lleva a un índice de sospecha bajo y a un alto porcentaje de complicaciones en dichos pacientes. Este artículo resume los avances en el diagnóstico y manejo contemporáneo de la apendicitis en pacientes pediátricos.

## **Anatomía quirúrgica**

El apéndice vermiforme es un tubo situado en la parte inferior del intestino ciego con una longitud promedio de 4.5 cm en neonatos y 9,5 cm en adultos (2). La base es más ancha y con forma de embudo en recién nacidos y bebés esto hace menores posibilidades de obstrucción luminal toma la forma cilíndrica del adulto a la edad de 1 a 2 años (2,4). En la base del apéndice vermiforme la variación de la posición es menos probable y se encuentra en la superficie posteromedial del ciego en la convergencia de la tenia, mientras que su punta es muy variable en posición. La punta apendicular es retrocecal en el 28-68%, seguida de la posición en pelvis en el 27-53%, subcecal en el 2%, anterior o preileal en el 1%, dentro del saco herniario en el 2%, cuadrante superior derecho en el 4%, y en los cuadrantes superior izquierdo e inferior izquierdo en menos del 0.1% cada uno (4). La posición variable de la punta y

diferentes posiciones del apéndice vermiforme podría explicar las presentaciones inespecíficas de la apendicitis aguda (2).

### **Fisiopatología**

La patogenia exacta de la apendicitis aguda todavía no está clara y se cree es multifactorial. Pero es irrefutable que la obstrucción de la luz esta generalmente presente. En niños preescolares, esta obstrucción generalmente se debe a hiperplasia linfoide o al fecalito en menor proporción, ya que el apéndice contiene una cantidad excesiva de tejido linfoide en la submucosa (2). La hiperplasia linfoide también está asociada con diversos trastornos inflamatorios e infecciosos como gastroenteritis, amebiasis, infección respiratoria, sarampión, y mononucleosis infecciosa. Los fecalitos se forman por capas de sales de calcio y restos fecales y de esta manera las heces se espesan dentro de la luz del apéndice lo cual favorece su obstrucción (2,3).

La obstrucción luminal con secreción continúa y estancamiento de fluidos y moco de las células epiteliales resultan en una mayor presión y distensión intraluminal del apéndice, las bacterias intestinales dentro del apéndice se empiezan multiplicar y la pared edematosa precipita una invasión bacteriana. Además, el compromiso resultante del suministro de sangre, disminución del retorno venoso y, finalmente, trombosis de la arteria y vena apendicular agrava el proceso de inflamación, que resulta en isquemia, necrosis, gangrena, y perforación (2). La perforación del apéndice da como resultado una peritonitis difusa o un absceso apendicular localizado. La peritonitis difusa es más común en niños más pequeños, debido a un epiplón menos desarrollado, mientras que los niños mayores están relativamente protegidos por epiplón bien desarrollado (2,3).

### **Epidemiología**

El riesgo de desarrollar apendicitis entre varones y mujeres es de 8,6% y 6,7% respectivamente. Se estima en general que entre el 1% al 8% de los niños que presentan dolor abdominal desarrollan apendicitis (1,5). La incidencia de apendicitis aguda aumenta gradualmente después del nacimiento, alcanza su punto máximo a fines de la adolescencia y gradualmente disminuye en la edad geriátrica. Estudios publicados han revelado que la incidencia de apendicitis aguda varía considerablemente según el sexo, la raza, el nivel socioeconómico y estatus de inmigrante de la población general (2). Se ha informado que su incidencia está disminuyendo en algunos países occidentales durante los últimos años (7, 8). Durante la segunda mitad del siglo XX, La incidencia de apendicitis aguda ha disminuido de 3.6 / 10,000 a 1.1 / 10,000 entre los preescolares, de 18.6 / 10,000 a 6.8 / 10,000 en niños de edad 5–9 años, y de

29.2 / 10,000 a 19.3 / 10,000 en niños de 10 a 14 años de edad (9). Se estima que la tasa de errores diagnósticos oscila entre el 28 % a 57% en niños de 2 a 12 años; y se eleva prácticamente al 100% en niños menores de 2 años (5).

## Diagnóstico

### Presentación clínica

La presentación clínica durante la primera infancia es atípica. Los niños presentan malas habilidades comunicacionales, comprobándose entre los menores de 4 años que el dolor abdominal es el síntoma más frecuente (90% a 100%), seguido por vómitos (66% a 100%), fiebre (80% a 87%) y anorexia (53% a 60%) (Tabla 1). Al examen físico estos niños presentan hipersensibilidad localizada en fosa ilíaca derecha (58% a 85%), predominando sobre la hipersensibilidad abdominal difusa que se da entre un 19% a 28% (5). El retraso en el diagnóstico y tratamiento de apendicitis en menores de 4 años, lleva casi inexorablemente a complicaciones post-operatorias, que van desde la más simple de resolver, como es el absceso de pared abdominal hasta íleos paralíticos prolongados, formación de abscesos intraabdominales que requieren mayor estancia hospitalaria, formación de fístulas enterocutáneas, sepsis e incluso la muerte en menores de 4 años que alcanza casi al 1 % de los pacientes (10).

**Tabla 1.** Información clínica.

Síntoma	Porcentaje de presentación
Dolor abdominal	90-100 %
Vómitos	66-100 %
Fiebre	80-87 %
Anorexia	53-60 %

**Fuente:** *Score in children with Diagnosis of appendicitis. ABCD Arq Bras Cir Dig; 2017 (10).*

### Exámenes de laboratorio

Aunque ningún valor de laboratorio único tiene una alta sensibilidad y especificidad para la apendicitis, el recuento de glóbulos blancos (WBC), recuento absoluto de neutrófilos (ANC) y la proteína C reactiva (PCR) se utilizan con mayor frecuencia para ayudar a diagnosticar la apendicitis. Las pruebas por sí solas no son útiles ni predictivas. WBC, ANC y PCR tienen amplia variación en especificidad y sensibilidad para predecir la apendicitis (11,12). El recuento no predice la apendicitis, ya que la apendicitis puede estar presente en niños con un conteo normal de glóbulos blancos (11). Sin embargo, un aumento de glóbulos blancos (> 10–12,000 ul por milímetro cúbico) aumenta

las probabilidades de apendicitis. En niños menores de 4 años, un el recuento normal de glóbulos blancos tiene un valor predictivo negativo del 95,6%, mientras que el valor predictivo negativo en los de 4 a 12 años es del 89,5%. El valor predictivo negativo de un recuento bajo o normal de glóbulos blancos entre los adolescentes es del 92% (11). Aunque la PCR no es específica como un valor de laboratorio aislado, su valor predictivo para la apendicitis es limitado como única prueba de diagnóstico. Además, los estudios no han demostrado ningún valor predictivo adicional al obtener un PCR sin embargo puede predecir apendicitis complicada o perforada o aquellos niños más propensos para formar un absceso (1,12).

## **Escalas**

Varias herramientas diagnósticas han sido creadas para tomar decisiones clínicas teniendo en cuenta los hallazgos del paciente la historia clínica, examen físico y pruebas de laboratorio, y se han validado en un rango de poblaciones (Tabla 2) (13, 14, 15,18). Estas herramientas típicamente estratifican a los pacientes en categorías de baja, moderada y alto riesgo, y son incorporadas en estrategias para el manejo de los pacientes entre ellas tenemos el test de Alvarado, que consiste en ocho ítems y 10 puntos. Es la herramienta clínica mejor estudiada en niños y adultos. También, está el test de apendicitis pediátrica el cual incluye hallazgos clínicos similares, además de un signo más relevante en niños: Dolor en el cuadrante inferior derecho con tos (Signo de Dunphy), saltos o percusiones. (Signo de Holman). Varios estudios han comparado la escala de Alvarado versus la escala de apendicitis pediátrica y han validado su uso en niños (2, 13, 15, 16,18). Una herramienta más nueva es la escala de respuesta inflamatoria a la apendicitis, que incluye menos síntomas que el test Alvarado y el test de apendicitis pediátrico, pero agrega un biomarcador inflamatorio la proteína C reactiva [CRP] y añade diferentes niveles de severidad en el dolor al rebote, la leucocitosis, la PCR. Cuando se evaluó el test de respuesta inflamatoria de apendicitis tanto en adultos como en niños, la probabilidad de apendicitis en los grupos de alto riesgo, riesgo moderado y bajo riesgo fue del 88%, 50% y 5%, respectivamente. Esta herramienta ha sido comparada con la puntuación de Alvarado y validada como una regla de decisión clínica precisa (14,18).

**Tabla 2.** Instrumentos para diagnóstico.

Test de Alvarado		Test de apendicitis pediátrico		Test de respuesta inflamatoria a la apendicitis	
Signos/ síntomas	Puntos	Signos/ síntomas	Puntos	Signos/ síntomas	Puntos
Migración del dolor	1	Migración del dolor	1	Vómito	1
Anorexia	1	Anorexia	1	Dolor en la fosa iliaca derecha	1
Nauseas/vomito	1	Nauseas/vomito	1	Dolor al rebote leve	1
Dolor en el cuadrante inferior derecho	2	Dolor en el cuadrante inferior derecho	2	Dolor al rebote moderado	2
Dolor al rebote	1	Dolor en el cuadrante inferior derecho al toser/ saltar o a la percusión	2	Dolor al rebote severo	3
Temperatura $\geq 37.3$ °c	1	Dolor al rebote	2	Temperatura $\geq 38.5$ °c	1
Leucocitosis $\geq 10.000$ por UL	1	Temperatura $\geq 37.3$ °c	1	Leucocitosis $\geq 10.000$ a $14.900$ por UL	2
PMN $\geq 75\%$		Leucocitosis $\geq 10.000$ por UL	1	PMN $\geq 75\%$	1
Puntaje total posible	10	PMN $\geq 75\%$	1	PMN 70% a 84%	1
		Puntaje total posible	12	PMN $\geq 85\%$	2
				PCR 10 a 49 g por L	1
				PCR $\geq 50$ g por L	2
				Puntaje total posible	12

PCR: Proteína C reactiva, PMN: polimorfonucleares

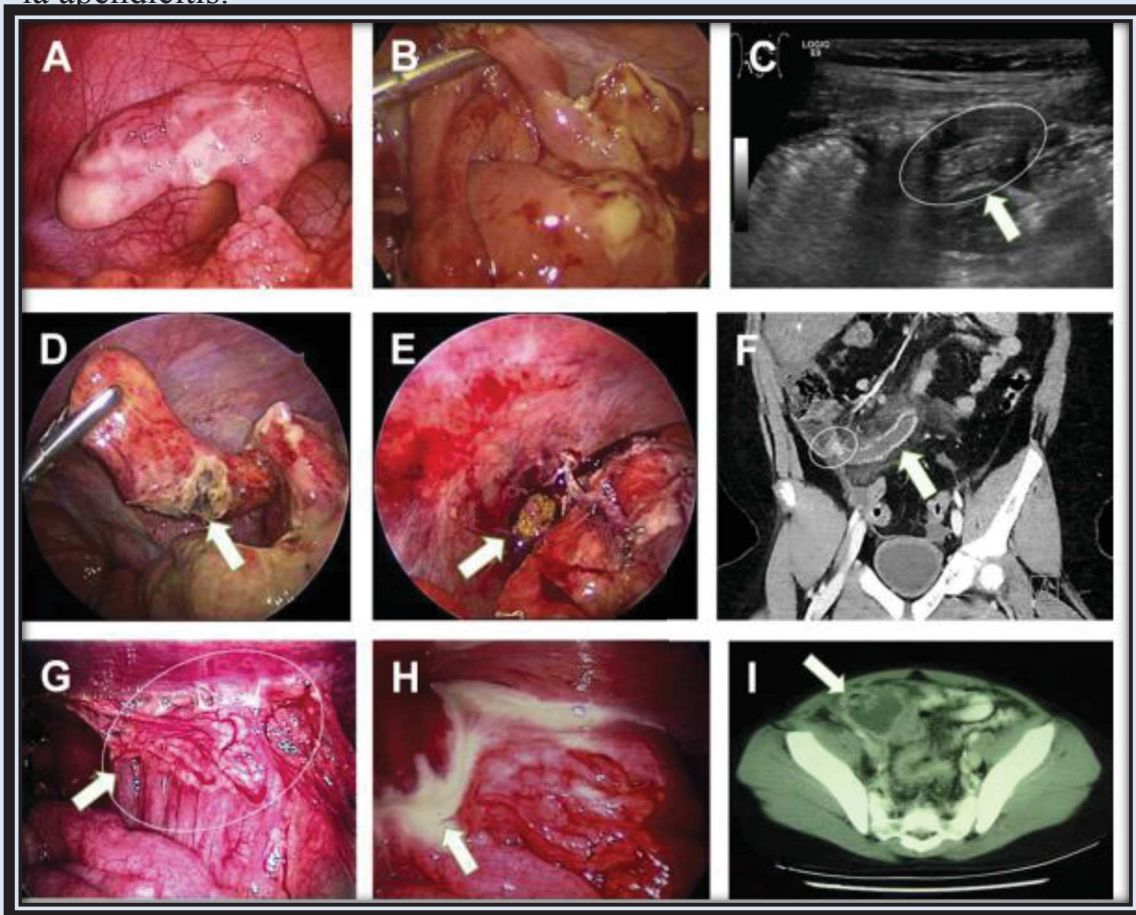
**Fuente:** Elaborado a partir de referencias 1, 2, 13, 14, 15, 18.

### Estudios imagenológicos

Las imágenes proporcionan un complemento al diagnóstico de apendicitis. La imagen ideal es rápida, económica y reproducible y tiene una alta sensibilidad y especificidad. En una era de mayor dependencia de las imágenes, el juicio clínico sigue siendo primordial, ya que se ha documentado

que un cirujano pediátrico puede diferenciar la apendicitis de otros trastornos abdominales con un 92% de precisión (11,19).

**Figura 1** Apendicitis macroscópica características patológicas y de imagen de la apendicitis.



**Fuente:** Imagen tomada de Rentea, R. and St. Peter, S. Contemporary Management of Appendicitis in Children; 2017.

(A) Apéndice inflamado macroscópicamente. (B) Apéndice inflamado y purulento no perforado. (C) Ultrasonografía abdominal del cuadrante inferior derecho que muestra un apéndice de categoría 4 con un apéndice engrosado (círculo y flecha). (D) Apéndice macroscópico con perforación (flecha). (E) Fecalito flotante en el cuadrante inferior derecho del abdomen (flecha). (F) CT coronal del abdomen y la pelvis que muestra apendicitis aguda (flecha) y un apéndiceocolito (círculo) en la base del apéndice. (G) Flemón macroscópico del cuadrante inferior derecho (flecha y círculo) que contiene una (H) gran cantidad de material purulento (flecha). (I) TC axial de la pelvis muestra PA con un absceso bien formado (flecha).

### Ultrasonografía

La ecografía abdominal es relativamente barata en comparación con la tomografía y la Resonancia Magnética (MRI), y no requiere sedación, radiación ionizante o agentes de contraste (1). La sensibilidad y especificidad es del 88%

y del 94% (11,20) Las desventajas incluyen lo siguiente: se requiere experiencia del operador; puede haber una falta de disponibilidad regular durante las horas libres; y visualizando el apéndice puede ser difícil en personas obesas o con poca sospecha clínica (11, 20,21). Se puede obtener una mayor sensibilidad y especificidad usando los parámetros de grosor del apéndice ( $> 7$  vs  $6$  mm) (11).

**Figura 2.** Ecografía abdominal.



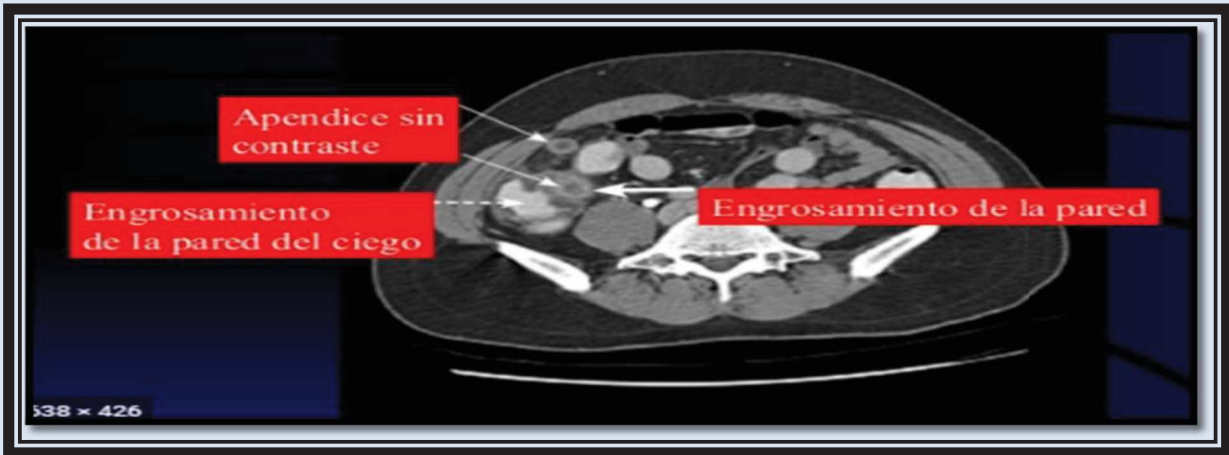
**Fuente:** Imagen tomada de Rentea, R. and St. Peter, S. Contemporary Management of Appendicitis in Children; 2017.

### **Tomografía Computarizada**

Las Tomografías Computarizadas combinan las ventajas de muchas otras modalidades de imagen, incluido el tiempo de adquisición rápido y la falta de dependencia del operador (11). La sensibilidad de la tomografía computarizada para la apendicitis es del 97%, especificidad del 99%, valor predictivo positivo del 98%, valor predictivo negativo de 98%, y precisión 96%. El contraste intravenoso (IV) mejora la sensibilidad y especificidad de la tomografía computarizada (11), mientras que el contraste administrado enteralmente (oral o rectal) en estudios observacionales no mejora aún más el rendimiento de la prueba (11, 22, 23, 24). La precisión de la tomografía computarizada para la perforación es de alrededor del 72%, con una sensibilidad del 62% y una especificidad del 82% (11-23). Se ha demostrado que la tomografía computarizada tiene un alto valor predictivo negativo (98.7%) (11,24). Una tomografía computarizada del abdomen en un niño de 5 años aumenta el riesgo de cáncer inducido por radiación a 26.1 por 100,000 en mujeres y 20.1 por 100,000 en hombres (11,25).



**Figura 3.** Tomografía computarizada.

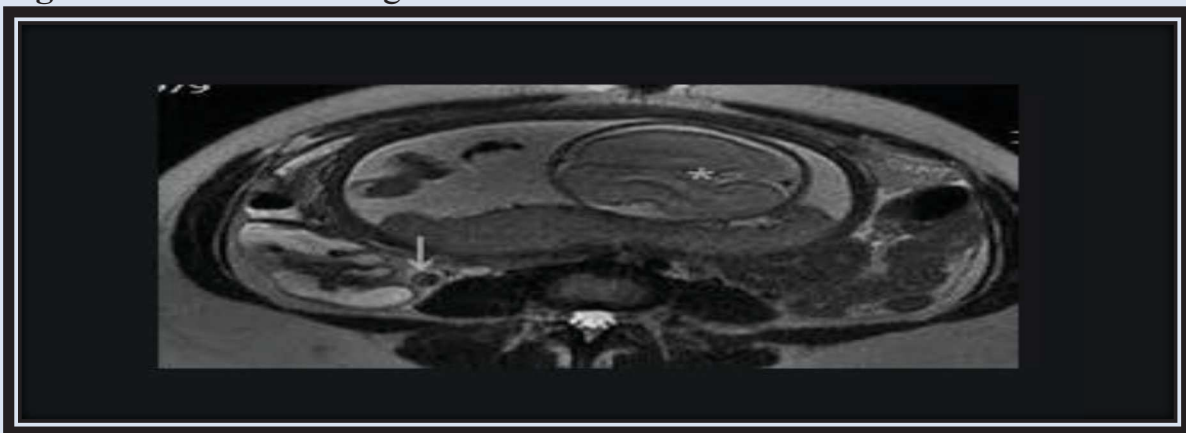


**Fuente:** Imagen tomada de la galería de radiología pediátrica –SERAM.VOL 23-2018.

### **Resonancia magnética**

La resonancia magnética tiene una alta precisión diagnóstica para la apendicitis y no expone al niño a radiaciones ionizantes. Sin embargo, las desventajas obvias han limitado su utilidad, incluida la falta de disponibilidad en muchos hospitales, el tiempo de adquisición prolongado, el alto costo en comparación con la TC y la ultrasonografía y a menudo requiere sedación o anestesia. La sensibilidad y especificidad general son 96.8% y 97.4 %, con una tasa de apendicectomía negativa del 3,1%. Se requiere investigación futura para definir su papel y posición en el estudio de apendicitis (1, 11, 28).

**Figura 4.** Resonancia magnética



**Fuente:** Imagen tomada con fines académicos de la galería de radiología pediátrica –SERAM.VOL 23-2018.

### **Complicaciones**

La perforación es la complicación más preocupante de la apendicitis aguda y puede conducir a abscesos, peritonitis, obstrucción intestinal,

problemas de fertilidad y sepsis (18,29). Un estudio observacional prospectivo mostró que cuatro de 64 niños (6%) con apéndices perforados fueron tratados con antibióticos por sospecha de sepsis, incluso después de la cirugía. El tiempo desde el inicio de los síntomas hasta el diagnóstico y la cirugía está directamente asociado con el riesgo de perforación. En un estudio observacional de 230 niños con apendicitis, un retraso de más de 48 horas desde el inicio de los síntomas hasta el diagnóstico y la cirugía se asoció con un aumento en la tasa de perforación en comparación con aquellos en los que el diagnóstico y la cirugía ocurrieron dentro de las 24 horas (probabilidades ajustadas relación = 4,9 [IC del 95%, 1,9 a 12] frente a 3,6 [IC del 95%, 1,4 a 9,2]), así como un aumento medio del 56% en la duración de la estancia hospitalaria (18,29,30). Basado en un estudio de 375 niños (26% de los cuales tenían perforación), los factores de riesgo para la perforación incluyeron fiebre, vómitos, mayor duración de los síntomas, nivel elevado de PCR o recuento de glóbulos blancos y hallazgos de ultrasonido de líquido libre en cavidad abdominal, perforación visualizada o un diámetro medio del apéndice de 11 mm o más (18,30).

## **Manejo**

El tratamiento de elección para la apendicitis, es la apendicectomía (5). Una vez que se toma la decisión de operar, puede iniciarse el tratamiento de analgésicos y antibióticos, existen casos en que debe tomarse cierto tiempo en la rehidratación endovenosa del paciente. La incisión de elección es la típica de Mc Burney o la incisión más cosmética de Rockey-Davis en un pliegue más inferior de la piel (5). Los objetivos de la atención quirúrgica para la apendicitis son minimizar las complicaciones y el costo, aliviar la ansiedad del paciente y mejorar la calidad de vida (11). La mayoría de las apendicectomías en la actualidad se realizan por vía laparoscópica (> 91% frente a 22% a fines de la década de 1990) y han reemplazado en gran medida el enfoque abierto, los abordajes más populares incluyen la apendicectomía tradicional de 3 puertos, la apendicectomía laparoscópica transumbilical (2 puertos) y la apendicectomía laparoscópica de incisión única. (3)

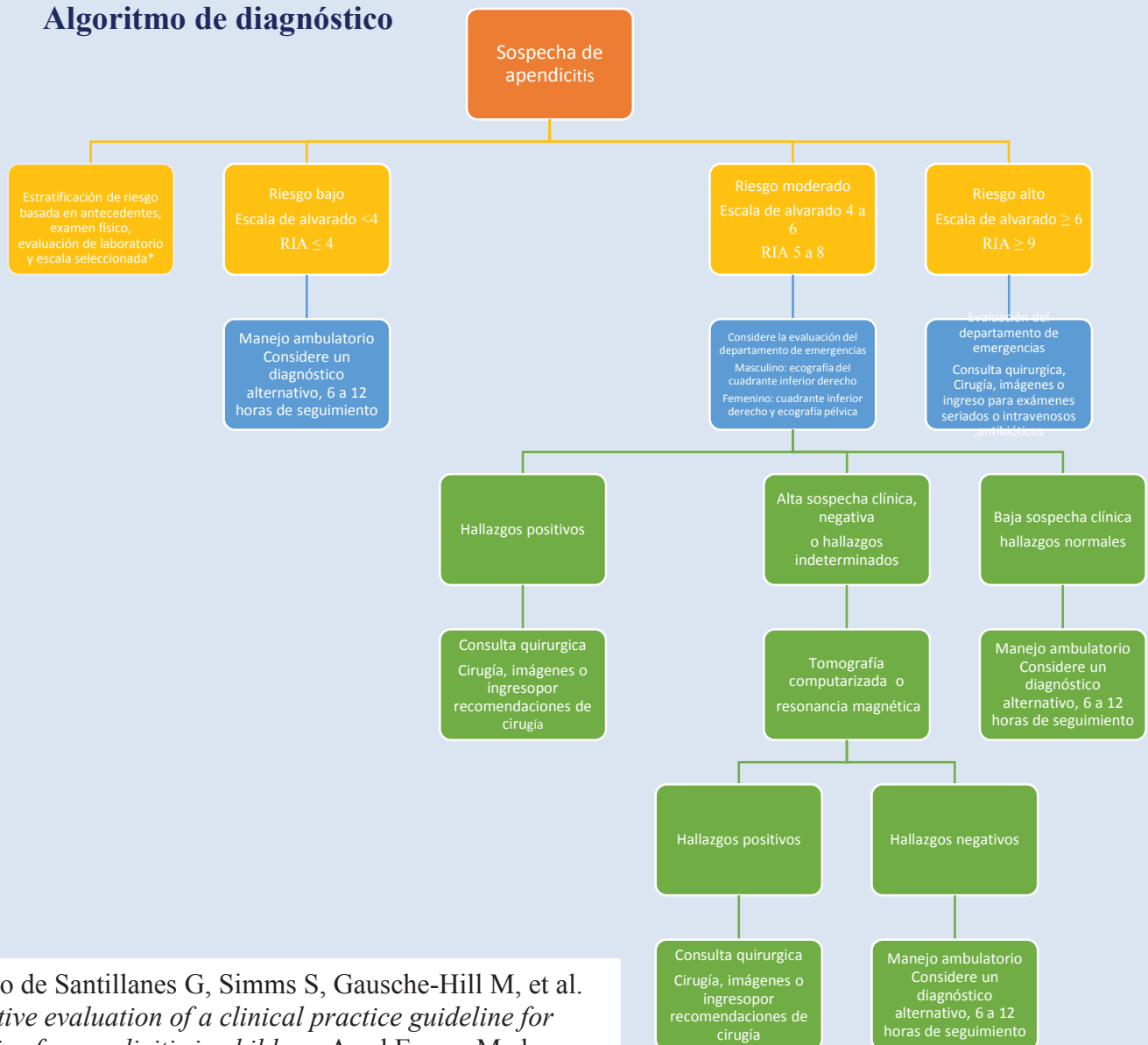
## **Analgésicos**

Un metaanálisis de nueve ensayos controlados aleatorios mostró que el uso de opioides no aumentó significativamente el riesgo de cirugía tardía o innecesaria en 862 adultos y niños con dolor abdominal agudo (18). Acetaminofén y los medicamentos antiinflamatorios, también deben considerarse para manejo del dolor en pacientes con sospecha de apendicitis aguda, especialmente, en aquellos con contraindicaciones para los opioides (18).

## Antibióticos

Los antibióticos se inician una vez que se realiza el diagnóstico de apendicitis. Inicialmente, se utilizó un régimen tripleantibiótico que consistía en ampicilina, gentamicina y clindamicina. Con los cambios en los regímenes antibióticos para adultos, la cirugía pediátrica también ha evolucionado. Se ha demostrado que tanto piperacilina / tazobactam como cefoxitina son al menos tan eficaces como el régimen de triple fármaco y también pueden disminuir la duración de la estadía y los costos farmacéuticos (11). El tratamiento con antibióticos resultó en una disminución de la tasa de complicaciones menos licencia por enfermedad y menos necesidad para medicación para el dolor (18).

## Algoritmo de diagnóstico



Adaptado de Santillanes G, Simms S, Gausche-Hill M, et al. *Prospective evaluation of a clinical practice guideline for diagnosis of appendicitis in children.* Acad Emerg Med.

## Puntos clave

1. El juicio clínico y los estudios acertados son los mejores métodos para evaluar la apendicitis. Se ha demostrado que los sistemas de puntuación son útiles con la adición de imágenes selectivas y pruebas de laboratorio.
2. La apendicitis sigue siendo un diagnóstico frecuente entre los pacientes pediátricos y ha sufrido varios cambios en el tratamiento en las últimas dos décadas.
3. La apendicectomía ahora se realiza casi exclusivamente por vía laparoscópica.
4. La alta frecuencia de este diagnóstico ha llevado al uso de protocolos, vías clínicas, sistemas de puntuación e imágenes selectivas para maximizar la precisión del diagnóstico y reducir los costos, las imágenes innecesarias y la exposición a la radiación ionizante.

## Responsabilidades morales, éticas y bioéticas

**Protección de personas y animales:** los autores declaramos que, para este estudio, no se realizó experimentación en seres humanos ni en animales. Este trabajo de investigación no implica riesgos ni dilemas éticos, por cuanto su desarrollo se hizo con temporalidad retrospectiva. El proyecto fue revisado y aprobado por el comité de investigación del centro hospitalario. En todo momento se cuidó el anonimato y confidencialidad de los datos, así como la integridad de los pacientes.

**Confidencialidad de datos:** Los autores declaramos que se han seguido los protocolos de los centros de trabajo en salud, sobre la publicación de los datos presentados de los pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado:** Los autores declaramos que en este escrito académico no aparecen datos privados, personales o de juicio de recato propio de los pacientes.

**Financiación:** No existió financiación para el desarrollo, sustentación académica y difusión pedagógica.

**Potencial Conflicto de Interés(es):** Los autores manifiestan que no existe ningún(os) conflicto(s) de interés(es), en lo expuesto en este escrito estrictamente académico.



## Referencias

1. Charity C. Glass MD, MPP, Shawn J. Rangel MD, MSCE, Overview and diagnosis of acute appendicitis in children, Seminars in Pediatric Surgery, <http://dx.doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2016.05.001>

2. Almaramhy, H. (2017). Acute appendicitis in young children less than 5 years: review article. *Italian Journal of Pediatrics*, 43(1).
3. Rentea, R. and St. Peter, S. (2017). Contemporary Management of Appendicitis in Children. [online] Elsevier Inc. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yapd.2017.03.008> 0065-3101/17/a 2017 [Accessed 10 Feb. 2020].
4. Buschard K, Kjaeldgaard A. Investigation and analysis of the position, fixation, length and embryology of the vermiform appendix. *Acta Chir Scand*. 1973;139:293–8.
5. Rassi, R., Muse, F. and Cuestas, E. (2019). Apendicitis aguda en niños menores de 4 años:Un dilema diagnóstico.. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba* 2019; 76(3): 180-184.
6. Stringer, M. (2017). Acute appendicitis. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 53(11), pp.1071-1076.
7. Papadopoulos AA, Polymeros D, Kateri M, Tzathas C, Koutras M, Ladas SD. Dramatic decline of acute appendicitis in Greece over 30 years: index of improvement of socioeconomic conditions or diagnostic aids? *Dig Dis*. 2008;26:80–4.
8. Andersen S, Paerregaard A, Larsen K. Changes in the epidemiology of acute appendicitis and appendectomy in Danish children 1996–2004. *Eur J Pediatr Surg*. 2009;19:286–9.
9. Williams NM, Jackson D, Everson NW, Johnstone JM. Is the incidence of acute appendicitis really falling? *Ann R Coll Surg Engl*. 1998;80:122–4.
10. Peivasteh M., Askarpour S. et al. Modified Alvarado Score in children with Diagnosis of appendicitis. *ABCD Arq Bras Cir Dig* 2017;30(1):51-52.
11. Rentea R, St. Peter S. Pediatric Appendicitis [Internet]. Elsevier Inc. 2017 [cited 15 February 2020]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2016.08.009>
12. Benito J, Acedo Y, Medrano L, et al. Usefulness of new and traditional serum biomarkers in children with suspected appendicitis. *Am J Emerg Med* 2016; 34(5):871–6.
13. Ebell MH, Shinholser J. What are the most clinically useful cutoffs for the Alvarado and Pediatric Appendicitis scores? A systematic review. *Ann Emerg Med*. 2014;64(4):365-372.e2.
14. Kollár D, McCartan DP, Bourke M, Cross KS, Dowdall J. Predicting acute appendicitis? A comparison of the Alvarado score, the Appendicitis Inflammatory Response score and clinical assessment [published

- correction appears in World J Surg. 2015;39(1):112]. World J Surg. 2015; 39(1):104-109.
15. Pogorelić Z, Rak S, Mrklič I, Jurić I. Prospective validation of Alvarado score and Pediatric Appendicitis Score for the diagnosis of acute appendicitis in children. *Pediatr Emerg Care*. 2015;31(3):164-168.
  16. Khanafer I, Martin DA, Mitra TP, et al. Test characteristics of common appendicitis scores with and without laboratory investigations: a prospective observational study. *BMC Pediatr*. 2016;16(1):147.
  17. Scott AJ, Mason SE, Arunakirinathan M, Reissis Y, Kinross JM, Smith JJ. Risk stratification by the Appendicitis Inflammatory Response score to guide decision-making in patients with suspected appendicitis. *Br J Surg*. 2015;102(5):563-572.
  18. Snyder M, Guthrie M, Cagle S. Acute Appendicitis: Efficient Diagnosis and Management. *American Family Physician*. 2018;98(1):25-33.
  19. Williams RF, Blakely ML, Fischer PE, et al. Diagnosing ruptured appendicitis preoperatively in pediatric patients. *J Am Coll Surg* 2009;208(5):819–25.
  20. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. *Radiology* 2006;241(1):83–94.
  21. Yi\_giter M, Kantarcı M, Yalcı O, et al. Does obesity limit the sonographic diagnosis of appendicitis in children? *J Clin Ultrasound* 2010;39(4):187–90.
  22. Servaes S, Srinivasan A, Pena A, et al. CT diagnosis of appendicitis in children: comparison of orthogonal planes and assessment of contrast opacification of the appendix. *Pediatr Emerg Care* 2015;31(3):161–3.
  23. Fraser JD, Aguayo P, Sharp SW, et al. Accuracy of computed tomography in predicting appendiceal perforation. *J Pediatr Surg* 2010;45(1):231–4 [discussion:234].
  24. Garcia K, Hernanz-Schulman M, Bennett DL, et al. Suspected appendicitis in children: diagnostic importance of normal abdominopelvic CT findings with nonvisualized appendix 1. *Radiology* 2009;250(2):531–7.
  25. Hall EJ. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol* 2002;32(10):700–6.
  26. Fefferman NR, Roche KJ, Pinkney LP, et al. Suspected appendicitis in children: focused CT technique for evaluation. *Radiology* 2001;220(3):691/5.
  27. Sharp NE, Raghavan MU, Svetanoff WJ, et al. Radiation exposure - how do CT scans for appendicitis compare between a free standing children's

- hospital and non-dedicated pediatric facilities? *J Pediatr Surg* 2014;49(6):1016–9 [discussion:1019].
28. Kulaylat AN, Moore MM, Engbrecht BW, et al. An implemented MRI program to eliminate radiation from the evaluation of pediatric appendicitis. *J Pediatr Surg*. December 2014.
  29. Mandeville K, Monuteaux M, Pottker T, Bulloch B. Effects of timing to diagnosis and appendectomy in pediatric appendicitis. *Pediatr Emerg Care*. 2015; 31(11): 753-758.
  30. Van den Bogaard VA, Euser SM, van der Ploeg T, et al. Diagnosing perforated appendicitis in pediatric patients: a new model. *J Pediatr Surg*. 2016; 51(3): 444-448.