

# Análisis de la decisión médica en el dolor abdominal sugerente de apendicitis aguda

E. Díaz Moreno, M. García Gómez, J. Castejón Casado, E. Licerias Licerias, F. Martín Cano, M.A. Muñoz Miguelsanz

Unidad de Gestión Clínica Medicoquirúrgica de la Infancia. Servicio de Cirugía Pediátrica.  
Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada.

## RESUMEN

**Objetivos.** Aplicación del teorema de Bayes al estudio de la utilidad de las pruebas complementarias cuantitativas, y valoración cualitativa de la eficacia del diagnóstico ecográfico, con objeto de dotar al clínico de una herramienta para evaluar con exactitud la efectividad de dichas pruebas en el diagnóstico del dolor abdominal susceptible de cuadro apendicular.

**Método.** Cohorte retrospectiva de 184 pacientes atendidos desde enero 2009 a junio 2010 por dolor abdominal sugestivo de abdomen agudo, de los que 145 fueron intervenidos. Se fijaron como variables predictoras de enfermedad apendicular la exploración abdominal, la ecografía y los valores plasmáticos de PCR y leucocitos. La metodología estadística se desarrolló según la sistemática bayesiana, previa determinación de curva ROC, y cálculo de momios y probabilidades postprueba, según la probabilidad preprueba basada en la exploración física.

**Resultados.** El análisis ROC fijó los puntos de corte de las pruebas cuantitativas en valores de leucocitos >12.800 y PCR >1,8 mg/dl. La aplicación del modelo al conteo leucocitario aumentó la certidumbre clínica de esta prueba en 11,3 puntos y de la PCR en 13,9. El uso combinado de ambas subió este índice en 32 puntos. La eficacia del método ecográfico arrojó un valor estadísticamente significativo del 94% y un aumento de certidumbre diagnóstica de 48 puntos.

**Discusión.** Se recomienda basar el desarrollo de protocolos y guías clínicas en la práctica de la ecografía como prueba primera y determinación conjunta de marcadores inflamatorios, cuando aquella fuere dudosa o negativa. Se proponen estudios ulteriores que aumenten la certidumbre clínica para disminuir el índice de laparotomías blancas y demoras diagnósticas en esta afección.

**PALABRAS CLAVE:** Apendicitis; Niño; Ecografía; Leucocitos; Proteína C reactiva.

## ANALYSIS OF THE MEDICAL DECISION IN ABDOMINAL PAIN SUGGESTIVE OF ACUTE APPENDICITIS

### ABSTRACT

**Objectives.** Application of the theorem of Bayes for the study of the usefulness of complementary quantitative and qualitative assessment of the effectiveness of ultrasound diagnosis in order to provide the clinician with a tool to accurately assess the effectiveness of these tests in diagnosing abdominal pain appendix subject box.

**Methods.** Retrospective cohort of 184 patients treated from January 2009 to June 2010 for abdominal pain suggestive of acute abdomen, of which 145 were operated. Were established as predictors of appendiceal disease abdominal exploration, ultrasonography and plasma levels of CRP and leukocytes. The statistical methodology developed by the systematic Bayesian prior determination of ROC curve and calculation of odds and post-test probability as pretest probability based on physical examination.

**Results.** The ROC analysis cut-points set of quantitative tests on the values of WBC >12,800 and CRP >1.8 mg/dl. Applying the model to the white cell count increased clinical certainty of this test in 11.3 points and 13.9 PCR. The combined use of both the index rose 32 points. The effectiveness of ultrasound method showed a statistically significant 94% and an increase in diagnostic certainty of 48 points.

**Discussion.** It is recommended to base the development of protocols and clinical guidelines in practice of test ultrasound as first, and joint determination of inflammatory markers, when that was questionable or negative. Further studies are proposed to increase the clinical certainty to reduce laparotomy white and diagnostic delays in this condition.

**KEY WORDS:** Appendicitis; Child; Echography; Leucocytes; Reactive C protein.

## INTRODUCCIÓN

La teoría de la probabilidad aplicada al estudio de la decisión clínica según la sistemática del teorema de Bayes se ha mostrado como una herramienta capaz de analizar los niveles de efectividad con que las pruebas complementarias nos ayudan al diagnóstico de las enfermedades. Es por ello que la aplicación de este método ha demostrado utilidad en el análisis de la incertidumbre intrínseca a la práctica de la medicina, sobre todo cuando se pretende evaluar la utilidad de pruebas diagnósticas de exactitud no absoluta<sup>(1,2)</sup>.

**Correspondencia:** Dr. J. Castejón Casado. c/ Tomillo, 5. 18198 Huévar Vega (Granada)

E-mail: javiercastejonster@gmail.com

Trabajo presentado en el L Congreso Nacional Sociedad Española de Cirugía Pediátrica. Barcelona 2011

Recibido: Octubre 2011

Aceptado: Enero 2012

**Tabla I. Variables predictoras**

**Diagnóstico preprueba** (signos apendiculares)

- Presentes
- Dudosos
- Ausentes

**Datos ecográficos de apendicitis**

- Ausencia datos
- Datos indirectos
- Datos directos
- Otra patología

**Proteína c reactiva (PCR)** (corte ROC)

- >1,8 mg/dl
- <1,8 mg/dl

**Recuento leucocitario** (corte ROC)

- >12.800 leucocitos/cc
- <12.800 leucocitos/cc

La apendicitis aguda en la edad pediátrica constituye el problema diagnóstico “en urgencias” más frecuente en la práctica clínica del cirujano pediátrico<sup>(3)</sup>. A pesar de que son bien conocidas las maniobras exploratorias necesarias para su diagnóstico, así como el concurso de pruebas complementarias útiles para el mismo, no dejan de repetirse casos de demora diagnóstica que redundan en cuadros peritoníticos susceptibles de haberse evitado en presencia de un diagnóstico precoz, así como de laparotomías blancas innecesarias por tratarse de cuadros no apendiculares. Está universalmente aceptado que el diagnóstico de abdomen agudo de etiología apendicular lleva en sí mismo un grado de incertidumbre no despreciable si además se tiene en cuenta su elevada frecuencia en la práctica clínica<sup>(4)</sup>.

El propósito de esta investigación es el de dotar al clínico de una herramienta que evalúe con exactitud la efectividad de las pruebas complementarias en que se apoya para su diagnóstico y su decisión de efectuar o no una laparotomía urgente para el tratamiento de un abdomen agudo de etiología apendicular.

## MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de cohorte retrospectiva en la que se incluyeron a todos los pacientes que desde el 01/01/2009 a 01/06/2010 fueron atendidos en el Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Virgen de las Nieves de Granada (España) por dolor abdominal sugestivo de abdomen agudo de etiología apendicular. Otros posibles síntomas de la anamnesis (fiebre, vómitos) no se consideraron dada su gran variabilidad y su escasa aportación a la decisión de efectuar o no una laparotomía urgente<sup>(3,5)</sup>.

Se identificaron como variables predictoras de la enfermedad apendicular (Tabla I) la valoración de la exploración abdominal por palpación (diagnóstico pre-prueba, el cual consideró tres situaciones: signos apendiculares no presentes, dudosos o presentes). Como variables de diagnóstico post-

prueba se consideraron los datos ecográficos (ausencia de datos apendiculares, datos indirectos, datos directos, o datos de otra patología) y los valores plasmáticos de proteína C reactiva (PCR) y recuento de leucocitos.

Los factores de estratificación fueron la confirmación diagnóstica de la enfermedad por laparotomía frente a la no confirmación mediante observación clínica, laparotomía blanca o error diagnóstico.

A su vez, el estudio de la decisión clínica se desarrolló en función de la idoneidad del tratamiento considerando “decisiones no idóneas” las laparotomías blancas y los pacientes con peritonitis apendicular que habían estado en observación clínica un período superior a 12 horas, así como aquellos que fueron dados de alta sin intervención y volvieron en las 96 horas subsiguientes afectados de cuadro de apendicitis. Por el contrario, se consideraron “decisiones idóneas” todos los pacientes intervenidos antes de 12 horas de observación clínica con apendicitis confirmada histológicamente o un período superior cuando ésta no fuese peritonitis por perforación apendicular, y aquellos que fueron dados de alta y no precisaron consulta ulterior.

La metodología estadística se desarrolló según la sistemática bayesiana, calculando la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo y razones de verosimilitud positiva y negativa para cada una de las pruebas predictoras descritas, previa determinación por el método de la curva ROC (característica operativa del receptor) del punto de corte idóneo para la aplicación del método, cuando la prueba era de carácter cuantitativo, o mediante estimación porcentual si la prueba era de carácter cualitativo.

Los resultados del estudio consignaron el porcentaje de decisiones clínicas “no idóneas” y la eficacia de cada una de las pruebas evaluadas como predictoras de enfermedad, en función del aumento de la certidumbre diagnóstica (diferencia preprueba y postprueba) de todas y cada una de las pruebas individualmente o de forma asociada en caso del conteo leucocitario y la PCR.

## RESULTADOS

Durante el período reseñado, se atendieron por dolor abdominal sugestivo de cuadro apendicular un total de 184 pacientes (110 varones y 74 hembras), de los que 148 fueron intervenidos por abdomen agudo de posible etiología apendicular. La edad se distribuyó de forma normal con una media y una desviación típica de  $8,95 \pm 2,78$  años.

La clasificación final de los pacientes en función de la idoneidad de la decisión clínica primera detectó hasta el 5% de pacientes que se habían tratado de forma “no idónea” (Fig. 1), considerando a este respecto 2 casos que habían sido dados de alta tras observación clínica y volvieron en las 48 horas posteriores afectados de abdomen agudo, 2 laparotomías blancas, un error diagnóstico (linfangioma) y 4 pacientes intervenidos con peritonitis con más de 12 horas de observación (Tabla II).

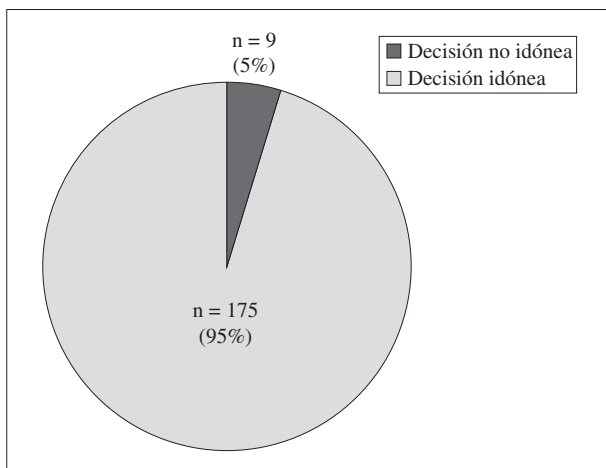


Figura 1. Idoneidad decisión clínica primera.

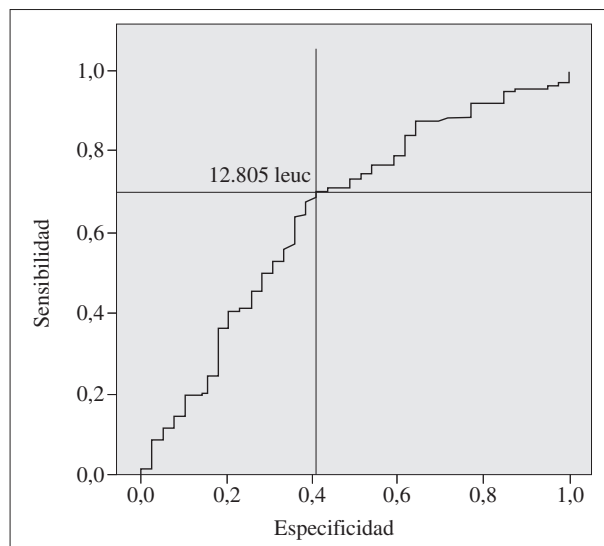


Figura 2. Curva ROC recuento leucocitario.

Tabla II. Decisión clínica primera vs. diagnóstico postoperatorio

|  |     |
|--|-----|
| Alta no operada y no vuelve                                  | 36  |
| Alta y vuelve con apendicitis                                | 2   |
| Observación >12 horas y peritonitis                          | 4   |
| Observación <12 horas y resultado anatomopatológico positivo | 121 |
| Laparotomía blanca   | 2   |
| Observación >12 horas y apendicitis no complicada            | 17  |
| Otra patología   | 1   |

Tabla III. Probabilidad preprueba vs. decisión clínica primera

|  |     |
|--|-----|
| p = 50% (palpación abdominal dudosa)<br>(ingreso para observación y petición de pruebas) | 118 |
| p = 90% (signos evidentes abdomen agudo)<br>(ingreso para tratamiento quirúrgico)        | 66  |

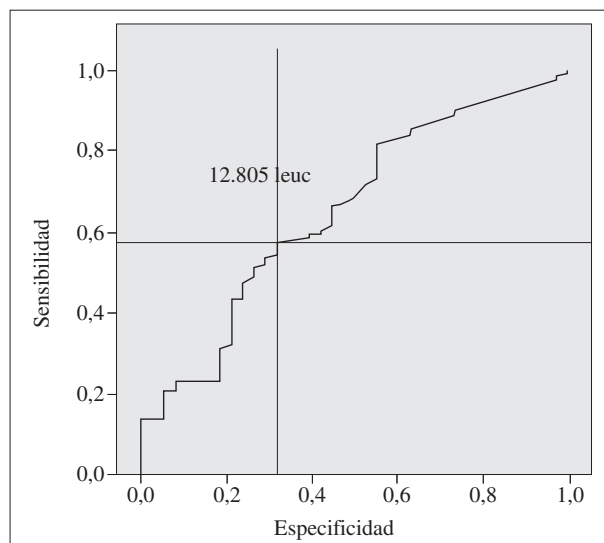


Figura 3. Curva ROC proteína C reactiva (PCR).

El cálculo de la probabilidad preprueba (efectuado según exploración dudosa o cierta de abdomen agudo) consignó 66 casos dudosos frente a 118 en que la exploración arrojó datos ciertos de abdomen agudo, lo que supuso una probabilidad preprueba (diagnóstico de certeza previo a la realización de pruebas complementarias) de 46,1% (Tabla III).

La curva ROC, calculada en base a datos previos de sensibilidad y especificidad de las pruebas cuantitativas, proporcionó sendos puntos de corte para conteo leucocitario (12.800 leucocitos/cc) (Fig. 2) y PCR (1,8 mg/dl) (Fig. 3).

Por su parte, la aplicación del método bayesiano al cálculo de la eficacia diagnóstica de la ecografía se hizo en base al 58,3% de ecografías con datos directos de apendicitis y el resto distribuido entre datos de carácter indirecto o negativos (Fig. 4).

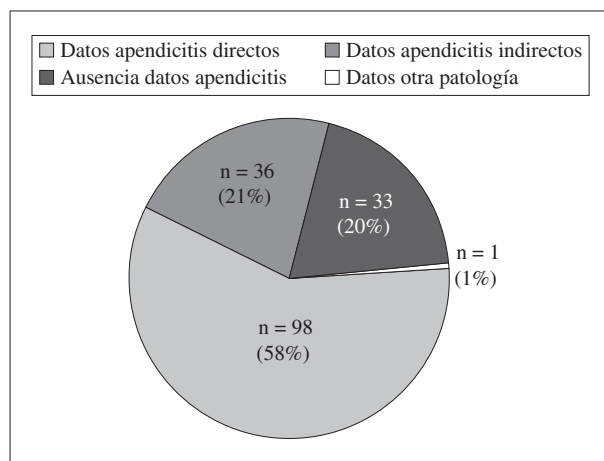
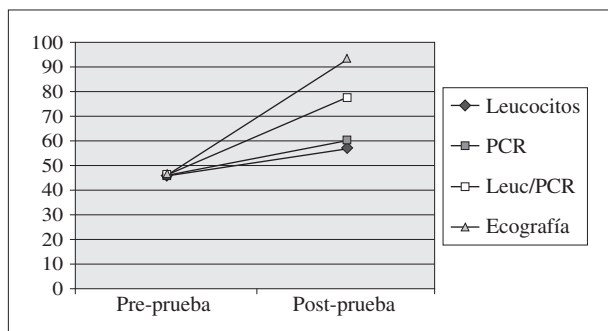


Figura 4. Datos ecográficos.

**Tabla IV. Resultados estadísticos análisis variables predictoras**

|            | <i>P-pre</i> | <i>M-pre</i> | <i>S</i> | <i>E</i> | <i>VPP</i> | <i>VPN</i> | <i>LR+</i> | <i>LR-</i> | <i>M-post</i> | <i>P-post</i> |
|------------|--------------|--------------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| Leucocitos | 46,1         | 0,84         | 0,69     | 0,58     | 0,85       | 0,34       | 1,61       | 0,55       | 1,35          | 57,4          |
| PCR        | 46,1         | 0,84         | 0,54     | 0,69     | 0,862      | 0,7        | 1,74       | 0,67       | 1,49          | 60            |
| Leuc/PCR   | 46,1         | 0,84         | 0,604    | 0,863    | 0,892      | 0,536      | 4,408      | 0,459      | 0,84          | 78,7          |
| Ecografía  | 46,1         | 0,84         | 0,738    | 0,957    | 0,979      | 0,086      | 18,867     | 0,459      | 15,85         | 94            |

*P-pre*: probabilidad preprueba; *M-pre*: momio preprueba; *S*: sensibilidad; *E*: especificidad; *VPP*: valor predictivo positivo; *VPN*: valor predictivo negativo; *LR+*: razón de verosimilitud positiva; *LR-*: razón de verosimilitud negativa; *M-post*: momio postprueba; *P-post*: probabilidad postprueba.



**Figura 5.** Incremento certidumbre clínica.

Las probabilidades post-prueba positiva fueron calculadas, previa determinación de momio preprueba, sensibilidad, especificidad, valores predictivos, razones de verosimilitud y momio postprueba para todas y cada una de las variables consignadas y fueron, respectivamente, 57,4% para el conteo leucocitario, 60% para la PCR, 78,7% para la determinación conjunta de leucocitos y PCR, y 94% para la ecografía (Tabla IV).

Estos datos supusieron, respecto a la probabilidad preprueba reseñada, un aumento de la certidumbre clínica de 11 puntos para el conteo leucocitario, 14 para la PCR, 32 para la determinación conjunta de leucocitos y PCR, y 48 para la ecografía (Fig. 5).

## DISCUSIÓN

La decisión de efectuar o no una laparotomía ante un cuadro de abdomen agudo sugestivo de etiología apendicular es uno de los problemas más frecuentes de la práctica clínica del cirujano pediátrico<sup>(3)</sup>. Esta decisión se realiza en base a los datos clínicos (exploración física en general y palpación abdominal en particular) y pruebas complementarias pertinentes. Sucede con frecuencia que ni una exploración física cuidadosa ni unos datos complementarios fidedignos arrojan resultados concluyentes que permitan una decisión inequívoca, dado el factor subjetivo de la exploración física<sup>(6)</sup> y la sensibilidad y especificidad no completas (equivalentes a valor 1) de las pruebas complementarias<sup>(7-9)</sup>. En este sentido, el error diagnóstico en cuadros de apendicitis continúa siendo aún según algunos autores, uno de los más frecuentes de la

práctica pediátrica, habiéndose aportado cifras de laparotomías blancas por sospecha de abdomen agudo de etiología apendicular entre 10 y 15% algo superiores al índice aportado en este trabajo<sup>(4,10,11)</sup>.

El valor de los marcadores inflamatorios en el contexto de un cuadro apendicular es un hecho reconocido, así como su utilidad para acercarnos al diagnóstico. No obstante, esta supuesta utilidad diagnóstica no ha sido evaluada matemáticamente hasta la fecha, llegando incluso algunos autores a negar el supuesto carácter de uno o ambos marcadores de cuadro apendicular, dada su baja especificidad<sup>(12)</sup>. En este contexto, el clínico no puede conocer con certeza el grado de verosimilitud de tales datos diagnósticos. Aun así, es prácticamente reconocido el valor diagnóstico de estos marcadores, sobre todo en lo referido al conteo leucocitario y la determinación de proteína C reactiva (PCR), habiéndose llegado a sugerir cifras de ambas determinaciones diagnósticas como muy sugerentes de la afección<sup>(13,14)</sup>. En este sentido, Kwan y Nager concretan en 12.000 leucocitos/cc y 3 mg/dl de PCR los valores por encima de los cuales se obtendría una certeza diagnóstica en valores abdominales sugestivos del cuadro<sup>(15)</sup>. Los valores expuestos en esta aportación, se acercan en lo referente a los leucocitos en que se sugiere la cifra de 12.800 leucocitos/cc (quizá más cerca de los 12.500 leucocitos/cc referidos por Keskek en la curva ROC representada en su estudio sobre adultos intervenidos), como fuertemente sugerente de diagnóstico de certeza<sup>(16)</sup> aunque, en lo referido a la PCR, nuestro estudio aporta una cifra sensiblemente inferior (1,8 mg/dl). No obstante todo ello, tanto de lo referido en la literatura como del estudio aportado en el que se evidencian áreas bajo curva ROC para leucocitos (Fig. 3) y PCR (Fig. 4) de escasa significancia y poco incremento de la certidumbre diagnóstica antes y después de la prueba, se desprende un escaso valor diagnóstico de estas pruebas que permita al clínico tomar en base a su consideración aislada una decisión clínica basada en la certidumbre (Fig. 5)<sup>(17)</sup>.

En lo que sí parece existir una homogeneidad de criterio es en la asertividad diagnóstica del uso combinado de ambas pruebas, tal y como se desprende de los datos aportados en este estudio, en que este uso eleva la certidumbre diagnóstica en 32 puntos (Fig. 5), en la línea que aportan numerosos autores<sup>(13,15,17,18)</sup>.

Por su parte, la contribución de la ecografía al diagnóstico de la apendicitis aguda parece tener una eficacia demostra-

da fuera de toda duda al menos cuando se detectan signos inflamatorios apendiculares inequívocos (visualización de apéndice vermiforme mayor de 6 mm y/o plastrón en fosa ilíaca derecha), y de forma menos patente cuando las imágenes detectadas son más inespecíficas dada la posible existencia de otros cuadros inflamatorios susceptibles de asentar en la misma región (adenitis mesentérica, ileítis, etc.)<sup>(19-22)</sup>. Incluso parece haberse demostrado su bajo valor predictivo negativo, esto es, una ecografía negativa no parece suficiente para descartar un cuadro apendicular, según diversos autores<sup>(21,23,24)</sup>. Esta cuestión ha supuesto que algunos autores se inclinen por el uso de la tomografía axial computadorizada (TAC). No obstante, la TAC no parece haber supuesto un incremento de la eficacia diagnóstica muy significativo sobre la anterior, sugiriendo prácticamente la generalidad de autores y coincidiendo en esta afirmación con los autores del presente trabajo, que la TAC siempre debería realizarse de forma posterior a la ecografía, cuando ésta es de resultado no concluyente<sup>(25-28)</sup>. En este mismo sentido, algunos autores no consideran despreciable la radiación inducida por esta técnica, siendo este otro motivo por el que debiera ser una técnica diagnóstica de último recurso<sup>(29-32)</sup>.

Si se contrastan estas aportaciones con los resultados del presente estudio, que aporta *a priori* una certeza diagnóstica del 58,3% (Fig. 4), con un alto valor predictivo positivo, aunque bajo valor predictivo negativo (94 y 27,8%, respectivamente) y un aumento de certidumbre clínica entre la pre y la postprueba de 48 puntos (Fig. 5), se puede afirmar que estos valores están en consonancia con los aportados por otros investigadores<sup>(3,4,10,21,25)</sup>.

## CONCLUSIÓN

Por todo lo anteriormente explicitado, sugerimos que cualquier vía clínica o protocolo a seguir en cuadros de dolor abdominal sugestivos de abdomen agudo de etiología apendicular en la infancia, debería proponer en primer lugar la ecografía como método diagnóstico, y sólo recurrir a la determinación de contaje leucocitario y PCR en casos de negatividad de la anterior.

Se proponen investigaciones ulteriores basadas en herramientas que acerquen la evidencia diagnóstica de estos cuadros a niveles de certidumbre más elevados para que, en la práctica clínica, dejen de darse demoras diagnósticas y errores diagnósticos que aumentan la morbimortalidad de la enfermedad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Spiegelhalter DJ, Myles JP, Jones DR, Abrams KR. Methods in health service research: An introduction to bayesian methods in health technology assessment. *BMJ*. 1999; 319: 508-12.
2. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall; 2004.
3. Bundy DG, Byerley JS, A, Perrin EM, Katznelson J, Rice HE. Does this child have appendicitis? *JAMA*. 2007; 298 (4): 438-51.
4. Singh H, Thomas EJ, Wilson L, Kelly PA, Pietz K, Elkeeb D, et al. Errors of diagnosis in pediatric practice: a multisite survey. *Pediatrics*. 2010; 126 (1): 70-9.
5. Kharbanda AB, Taylor GA, Fishman St J, Bachur RG. A clinical decision rule to identify children at low risk for appendicitis. *Pediatrics*. 2005; 116 (3): 709-16.
6. Sandeep J. The Demise of the physical exam. *N Engl J Med*. 2006; 354: 548-51.
7. Sengupta A, Bax G, Paterson-Brown S. White cell count and C-reactive protein measurement in patients with possible appendicitis. *Ann R Coll Surg Engl*. 2009; 91: 113-5.
8. Andersson RBE. Meta-analysis of the clinical and laboratory diagnosis of appendicitis. *Br J Surg*. 2004; 91 (1): 28-37.
9. Yildirim O, Solak C, Koçer B, Unal B, Karabeyoglu M, Bozkuri B et al. The role of serum inflammatory markers in acute appendicitis and their success in preventing negative laparotomy. *J Invest Surg*. 2006; 19 (6): 345-52.
10. Wente MN, Waleczek H. Strategy for avoidance of negative appendectomies. *Chirurg*. 2009; 80 (7): 588-93.
11. Von Suchodoletz H, Völzer H. Distinctive features of appendicitis in childhood. *Zentralbl Chir*. 2008; 133 (6): 554-8.
12. Birchley D. Patients with clinical acute appendicitis should have pre-operative full blood count and C-reactive protein assays. *Ann R Coll Surg Engl*. 2006; 88 (1): 27-32.
13. Lin KC, Wu HP, Huang CY, Lin CY, Chang CF. Discriminant analysis of serum inflammatory biomarkers which differentiate pediatric appendicitis from other acute abdominal diseases. *Acta Paediatr Taiwan*. 2007; 48 (3): 125-30.
14. Wang LT, Prentiss KA, Simon JZ, Doody DP, Ryan DP. The use of white blood cell count and left shift in the diagnosis of appendicitis in children. *Pediatr Emerg Care*. 2007; 23 (2): 69-76.
15. Kwan KY, Nager AL. Diagnosing pediatric appendicitis: usefulness of laboratory markers. *Am J Emerg Med*. 2010; 28 (9): 1009-15.
16. Keskek M, Tez M, Yoldas O, Acar A, Akgul O, Gocmen E, et al. Receiver operating characteristic analysis of leukocyte counts in operations for suspected appendicitis. *Am J Emerg Med*. 2008; 26 (7): 769-72.
17. Ortega-Deballon P, Ruiz de Adana-Belbel JC, Hernández-Matías A, García-Septiem J, Moreno-Azcoita M. Usefulness of laboratory data in the management of right iliac fossa pain in adults. *Dis Colon Rectum*. 2008; 51 (7): 1093-9.
18. Khan MN, Davie E, Irshad K. The role of white cell count and C-reactive protein in the diagnosis of acute appendicitis. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2004; 16 (3): 17-9.
19. Strouse PJ. Pediatric appendicitis: an argument for US. *Radiology*. 2010; 255 (1): 8-13.
20. Zielke A, Sitter H, Rampf T, Bohrer T, Rothmund M. Clinical decision-making, ultrasonography, and scores for evaluation of suspected acute appendicitis. *World J Surg*. 2001; 25: 578-84.
21. Kessler N, Cyteval C, Gallix B, Lesnik A, Blayac PM, PUJOL J, et al. Appendicitis: evaluation of sensitivity, specificity, and predictive values of US, Doppler US, and laboratory findings. *Radiology*. 2004; 230 (2): 472-8.
22. Pacharn P, Ying J, Linam LE, Brody AS, Babcock DS. Sonography in the evaluation of acute appendicitis: are negative sonographic findings good enough? *J Ultrasound Med*. 2010; 29 (12): 1749-55.

23. Schuh S, Man C, Cheng A, Murphy A, Mohanta A, Moineddin R, et al. Predictors of non-diagnostic ultrasound scanning in children with suspected appendicitis. *J Pediatr.* 2011; 158 (1): 112-8.
24. Schupp CJ, Klingmüller V, Strauch K, Bahr M, Zovko D, Hannmann T, et al. Typical signs of acute appendicitis in ultrasonography mimicked by other diseases? *Pediatr Surg Int.* 2010; 26 (7): 697-702.
25. Kosloske AM, Love CL, Rohrer JE, Goldthorn JF, Lacey SR. The diagnosis of appendicitis in children: outcomes of a strategy based on pediatric surgical evaluation. *Pediatrics.* 2004; 113: 29-34.
26. García Peña BM, Cook EF, Mandl KD. Selective imaging strategies for the diagnosis of appendicitis in children. *Pediatrics.* 2004; 113: 24-8.
27. Ramarajan N, Krishnamoorthi R, Barth R, Ghanouni P, Mueller C, Dannenburg B, et al. An interdisciplinary initiative to reduce radiation exposure: evaluation of appendicitis in a pediatric emergency department with clinical assessment supported by a staged ultrasound and computed tomography pathway. *Acad Emerg Med.* 2009; 16 (11): 1258-65.
28. Kaiser S, Frenckner B, Jorulf HK. Suspected appendicitis in children: US and CT--a prospective randomized study. *Radiology.* 2002; 223 (3): 633-8.
29. Terasawa T, Blackmore CC, Bent S, Kohlwes RJ. Systematic review: computed tomography and ultrasonography to detect acute appendicitis in adults and adolescents. *Ann Intern Med.* 2004; 141: 537-46.
30. Rosendahl K, Aukland SM, Fosse K. Imaging strategies in children with suspected appendicitis. *Eur Radiol.* 2004; 14 (4): 138-45.
31. Doria AS. Optimizing the role of imaging in appendicitis. *Pediatr Radiol.* 2009; 39 (2): S144-8.
32. Shirazi AS, Sametzadeh M, Kamankesh R, Rahim F. Accuracy of sonography in diagnosis of acute appendicitis running. *Pak J Biol Sci.* 2010; 13 (4): 190-3.