

## Gas venoso portal intrahepático. Significado clínico y revisión de la bibliografía

Luis Alberto Magrach, Ernesto Martín, Ana Sancha, Marta García, Ignacio Cendoya, Ignacio Olabarria, Alberto Gómez-Portilla, Ignacio Tejada, Carlos Carrero, Jesús López de Torre, José Antonio García-Urra y Javier Echavarrí  
Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo. Hospital Santiago Apóstol. Vitoria. Álava. España.

### Resumen

La presencia de gas venoso portal intrahepático (GVPH) en adultos es una entidad poco común, y la causa subyacente más frecuente es la isquemia intestinal; sin embargo, cada vez se describen más casos asociados a patología benigna subsidiarios de tratamiento conservador. Se revisa la bibliografía para definir el significado clínico del gas en la vena porta, el papel de la tomografía computarizada y la necesidad o no de realizar una laparotomía exploradora urgente.

**Palabras clave:** Gas venoso portal hepático. Neumatosis intestinal.

### HEPATIC PORTAL VENOUS GAS. CLINICAL SIGNIFICANCE AND REVIEW OF THE LITERATURE

Hepatic portal venous gas in adults is a rare entity. The most frequent cause is intestinal ischemia. However, an increasing number of cases associated with benign conditions suitable for conservative treatment are being reported. We review the literature to define the clinical significance of portal venous gas, the role of computed tomography, and the need to perform emergency exploratory laparotomy.

**Key words:** Hepatic portal venous gas. Pneumatosis intestinalis.

### Introducción

El hallazgo de gas venoso portal (GVP) está asociado tanto a condiciones benignas como a otras potencialmente letales que precisan cirugía. El gas venoso portal intrahepático (GVPH) fue descrito por primera vez en neonatos con enterocolitis necrosante en 1955 por Wolf y Evans<sup>1</sup>. En 1960 Susman y Senturia describieron el primer caso en adultos<sup>2</sup>. Desde entonces, el número de casos publicados ha ido en aumento debido a la mejora de los métodos diagnósticos que incluyen la tomografía computarizada (TC) y la ecografía<sup>3-8</sup>. El GVPH se puede asociar con isquemia intestinal (43%), con unas tasas de supervivencia global de entre el 25 y el 44% debido a la

severidad del proceso, así como con una amplia variedad de procesos no isquémicos<sup>2-5,9</sup> que presentan unas tasas de mortalidad < 29%<sup>10,11</sup>. Se hace una revisión de la bibliografía para definir el significado clínico del hallazgo de gas en el territorio venoso portal, así como el papel que juega la laparotomía exploradora urgente.

### Etiología

En el adulto, la existencia de gas en el territorio venoso portal se ha descrito asociado con una amplia variedad de entidades clínicas (tabla 1)<sup>3,5,7,12-24</sup>, entre las más frecuentes hay que destacar la isquemia intestinal (43%), la dilatación del tracto digestivo (12%), los abscesos intra-abdominales o retroperitoneales (11%)<sup>12</sup> y la enfermedad inflamatoria intestinal (8%)<sup>13</sup>. En el niño se han descrito, en la enterocolitis necrosante, algunas malformaciones gastrointestinales como la enfermedad de Hirschprung<sup>24</sup> y la cateterización de la vena umbilical<sup>13,15</sup>.

La tasa de mortalidad varía según el proceso subyacente, y puede alcanzar hasta un 75% en el caso de isquemia intestinal, que varía según el grado y extensión

Correspondencia: Dr. L.A. Magrach Barcenilla.  
Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo.  
Hospital Santiago Apóstol.  
Olaguibel, 29. 01004 Vitoria. Álava. España.  
Correo electrónico: lmagrach@euskalnet.net

Manuscrito recibido el 22-11-2004 y aceptado el 19-10-2005.

TABLA 1. Entidades clínicas asociadas a gas venoso portal intrahepático

Adulto
Isquemia intestinal (43%)
Dilatación del tracto digestivo (12%)
Abscesos intraabdominales (11%) <sup>12</sup>
Enfermedad inflamatoria intestinal (8%) <sup>13</sup>
Úlcera gástrica (4%)
Procedimientos endoscópicos complicados (4%) <sup>14</sup>
Tumor intraperitoneal (3%)
Otros (15%)
Diverticulitis
Apendicitis <sup>15</sup>
Colangitis
Traumatismo abdominal severo sin perforación intestinal <sup>16,17</sup>
Síndrome compartimental abdominal <sup>18</sup>
Ingestión de cáusticos <sup>19</sup>
Intoxicación por fármacos (colchicina) <sup>20</sup>
Íleo secundario a efectos anticolinérgicos de fármacos <sup>21</sup>
Crisis comiciales <sup>22</sup>
Pancreatitis aguda necrosante
Reacción de injerto contra huésped en trasplantes hepáticos o cardíacos <sup>3,5,13,23</sup>
Enfermedades sistémicas (LES)
Tratamiento quimioterápico
Infección por citomegalovirus en pacientes inmunodeprimidos <sup>7</sup>
Maniobras de resucitación pulmonar prolongadas
Niño
Enterocolitis necrosante
Gastroenteritis
Malformaciones gastrointestinales congénitas (enfermedad de Hirschprung) <sup>25</sup>
Cateterización de la vena umbilical <sup>13,15</sup>

LES: lupus eritematoso sistémico.

de la necrosis<sup>3,4,7,16,25,26</sup>. Existe una serie de condiciones no letales, como la enfermedad de Crohn no complicada, la pancreatitis, los traumatismos abdominales<sup>16,17,27,28</sup> y las complicaciones de procedimientos endoscópicos que pueden manejarse mediante tratamiento conservador<sup>5,19,29-32</sup>; sin embargo, otras como la enfermedad inflamatoria intestinal severa, la obstrucción intestinal con estrangulación, las lesiones traumáticas de estructuras vasculares intestinales<sup>32</sup> y los tumores<sup>3,33</sup> precisan un tratamiento quirúrgico. La supervivencia en los casos potencialmente letales depende del tratamiento adecuado de la enfermedad de base asociada con el GVPH<sup>3,5,24</sup>.

### Fisiopatología

La etiopatogenia del GVPH no está del todo aclarada y para ello habría que responder a 2 consideraciones, origen del gas y vía de llegada al sistema venoso portal<sup>34</sup>. El gas se compone de una mezcla variable de aire ingerido, gases intestinales, como metano, hidrógeno, dióxido de carbono o nitrógeno, y gases producto del metabolismo bacteriano intestinal<sup>8</sup>. Tanto un incremento de presión en el interior de la luz intestinal, como ocurre tras un traumatismo abdominal severo<sup>17</sup>, una endoscopia o una obstrucción intestinal, como una alteración de la barrera mucosa, en el caso de un carcinoma o una ingestión por cáusticos<sup>8</sup>, puede permitir que el gas disèque la pared y que entre en el sistema portal a través de las venas mesentéricas<sup>2-5,13,16,29,32</sup>. Estos 2 mecanismos fueron demostrados por Shaw et al<sup>2,35</sup> en 1967 en un modelo canino.

Cualquier cambio en la barrera mucosa, como puede suceder en la enfermedad de Crohn, en una úlcera gástrica, en una inmunodeficiencia congénita o adquirida, o bien tras una terapia inmunosupresora o citotóxica, puede llevar a una alteración de la pared de los vasos y del tejido circundante que evite su colapso y que facilite la entrada de aire<sup>6,16,34,36</sup>.

Un tercer mecanismo es mediado por bacterias formadoras de gas, fundamentalmente de tipo *Clostridium*, que son especialmente capaces de crecer y sobrepasar la submucosa a través de pequeños defectos mucosos en un intestino isquémico o infartado<sup>2,3,21,37-39</sup>.

El GVPH puede ir asociado a neumatosis intestinal<sup>13</sup>, un hallazgo radiológico descrito por primera vez por Du Vernoi en 1730<sup>40</sup>, y que se caracteriza por la acumulación de gas en la pared intestinal. Se trata de un indicio más que de un diagnóstico definitivo, que sugiere la presencia de una patología intraabdominal severa como una enterocolitis necrosante<sup>34,41</sup> pero que no tiene un valor predictivo de su severidad<sup>2,4,34</sup>, y se ha asociado con isquemias reversibles<sup>2,4,6,16,40,42</sup>.

Se ha descrito asociación de gas en la vena porta con gas en las venas cava superior e inferior, mesentérica superior e inferior, hemorroidal e iliaca interna<sup>2,43</sup>. Según Mallens et al<sup>43</sup>, una cantidad importante de gas puede causar una obstrucción temporal de los sinusoides portales y un cortocircuito portosistémico. También se ha observado ecográficamente el paso del gas a tiempo real desde la vena porta a través del hígado hasta la circulación sistémica<sup>44</sup>.

Se han observado numerosos casos de gas en la vena porta intrahepática transitorios, sin consecuencias clínicas (enfermedad inflamatoria intestinal, dilatación aguda gástrica, traumatismo violento abdominal, tras inserción de catéteres de yeyunostomía)<sup>2,9,43</sup>.

### Diagnóstico

La imagen de GVPH puede verse en una radiografía convencional, mediante ultrasonografía o TC<sup>7,13,45</sup>. La radiografía abdominal simple puede detectar grandes cantidades de GVPH o gas intestinal intramural, pero su eficacia es inferior a la de la ecografía o TC, las cuales permiten una detección precoz de pequeñas cantidades de gas en el tracto portal<sup>2,46</sup>. El hallazgo de GVPH en una radiografía simple sugiere un mal pronóstico y se asocia comúnmente con isquemia intestinal<sup>5,8,46</sup>. Esta prueba es más sensible si se realiza con el paciente en decúbito lateral izquierdo<sup>2,4,5</sup>.

En la ecografía, el GVPH aparece como numerosas y pequeñas imágenes hiperecogénicas con sombra acústica intermitente<sup>2,5,8,13,25,46-48</sup>. El gas, dentro del sistema venoso portal, tiene un flujo sanguíneo centrífugo que aparece en la periferia hepática y se extiende hasta 2 cm de la cápsula hepática. Por el contrario, el gas en el tracto biliar sigue una dirección centrípeta que aparece más centralmente en el hígado<sup>5,13,30</sup>. La ultrasonografía da una información adicional a tiempo real que permite la observación del desplazamiento hepatofugo o hepatopeto<sup>2,49</sup>, y el diagnóstico es más difícil cuando existe hipertensión portal debido al desplazamiento más lento de las burbu-

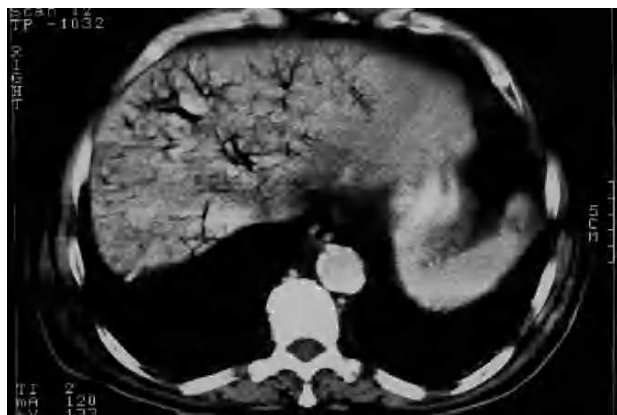


Fig. 1. Tomografía computarizada en la que se observa la presencia de gas en el árbol portal.

gas aéreas hasta la periferia hepática<sup>2,50</sup>. Es importante hacer un diagnóstico diferencial ante una historia de anastomosis biliodigestiva previa, papilotomía endoscópica, endoprótesis biliar o fístula coledocointestinal<sup>2,51</sup>.

La TC abdominal da el diagnóstico en la mayoría de los casos donde el GVPH aparece como ramificaciones hipodensas en la periferia subcapsular hepática, fundamentalmente en el lóbulo izquierdo<sup>5,7,30</sup> (fig. 1), y es capaz de detectar pequeñas cantidades de gas, lo que permite un tratamiento quirúrgico precoz<sup>5,31</sup>. La TC abdominal con contraste tiene una sensibilidad del 64% y una especificidad del 92% en el diagnóstico de isquemia intestinal<sup>26,52</sup>. Los signos intestinales de necrosis son más específicos con la TC que con la ecografía. En caso de necrosis intestinal el gas generalmente produce una imagen de microburbujas, mientras que en los casos inocuos puede ser lineal o arracimada, más grande y más esférica<sup>2</sup>. Sin embargo, estos signos

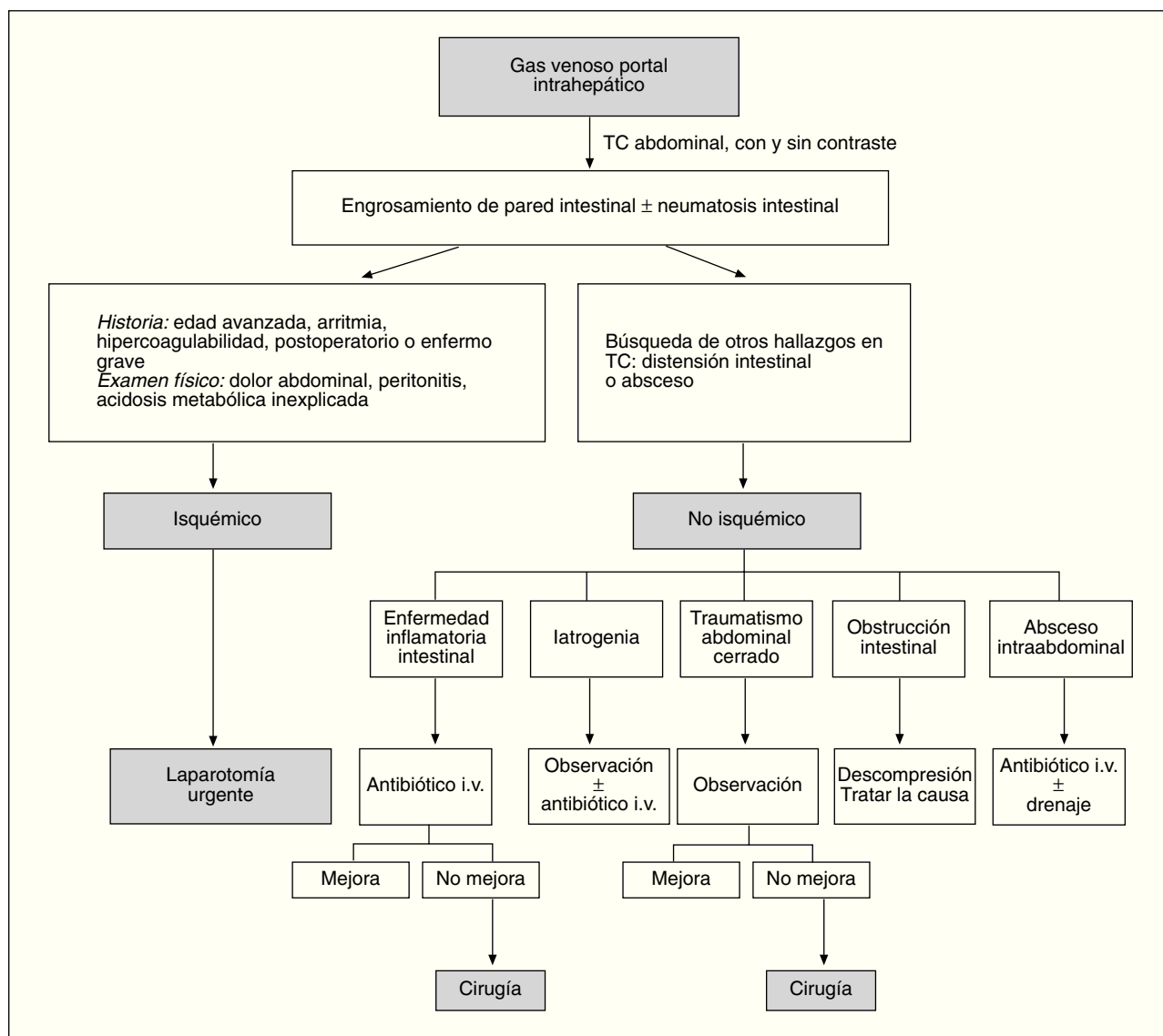


Fig. 2. Algoritmo de diagnóstico y tratamiento para pacientes con hallazgo radiológico de gas venoso portal intrahepático. TC: tomografía computarizada; i.v.: intravenoso.

no son específicos. El uso de la ventana pulmonar complementaria en la TC abdominal puede ser valioso cuando se sospecha neumatosis intestinal<sup>2,53</sup>.

En ausencia de una indicación clínica para una laparotomía urgente, la angiografía mesentérica es la prueba de elección ante la sospecha de isquemia mesentérica aguda<sup>26,52</sup>.

## Tratamiento

La presencia de factores predisponentes, como la edad, la arritmia cardíaca, un estado de hipercoagulabilidad, un postoperatorio o una situación de enfermedad grave, junto con una clínica de dolor abdominal, con o sin signos de irritación peritoneal o acidosis metabólica inexplicada, pueden alertar sobre la sospecha de una isquemia mesentérica<sup>26</sup>. Por ello, estará indicada una laparotomía exploradora en todo paciente en el que se sospeche una isquemia intestinal en base a los diferentes hallazgos radiológicos y clínicos<sup>2,5,29</sup>. El pronóstico viene determinado por la extensión del infarto transmural y la demora entre el diagnóstico y el tratamiento<sup>2,3,5,32</sup>, de forma que la supervivencia puede ser de hasta un 50% cuando el diagnóstico se realiza dentro de las primeras 24 h o < 30% cuando se retrasa<sup>26,52</sup>. Por otra parte, se podrá evitar una laparotomía exploradora en todas las condiciones no isquémicas asociadas con una evolución clínica favorable, a excepción de algunas entidades como la enfermedad inflamatoria intestinal complicada, la obstrucción intestinal con estrangulación o los traumatismos intestinales con lesión vascular, en cuyo caso será preciso una intervención quirúrgica urgente. En la figura 2 se expone un algoritmo de decisión para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes con gas venoso portal intrahepático.

## Conclusiones

El reconocimiento de GVPH en el adulto no es por sí mismo un factor predictivo de mortalidad<sup>8,54,55</sup>. Además, no hay una correlación directa entre la cantidad de GVPH y la mortalidad. Se trata de un signo radiológico más que diagnóstico<sup>3,5,13</sup>. Cuando se detecta GVPH, es importante diferenciar una isquemia mesentérica grave, con tasas de mortalidad que alcanzan el 56%<sup>13,56</sup>, de otras causas no isquémicas más benignas<sup>57</sup>. Para ello, la TC puede revelar una serie de signos que incluyen engrosamiento de pared, hematoma intramural, dilatación de asas intestinales llenas de líquido, neumatosis intestinal<sup>34</sup>, edema mesentérico, ascitis, presencia de gas venoso mesentérico y portal o tromboembolia mesentérica arterial o venosa<sup>26,52</sup>. Sin embargo, la mayoría de estos hallazgos no son específicos y deben ocurrir en asociación con una sospecha clínica de isquemia mesentérica para que puedan considerarse significativos.

## Bibliografía

- Wolf JN, Evans WA. Gas in the portal veins of the liver in infants: a roentgenographic demonstration with postmortem anatomical correlation. *AJR Am J Roentgenol.* 1955;74:486-9.
- Susman N, Senturia HR. Gas embolization of the portal venous system. *AJR Am J Roentgenol.* 1960;83:847-50.
- Peloponissios N, Halkic N, Pugnale M, Jornod P, Nordback P, Meyer A, et al. Hepatic portal gas in adults. Review of the literature and presentation of consecutive series of 11 cases. *Arch Surg.* 2003; 138:1367-70.
- Kinoshita H, Shinozak M, Tanimura H, Umemoto Y, Sakaguchi S, Takifuji K, et al. Clinical features and management of hepatic portal venous gas. Four case reports and cumulative review of the literature. *Arch Surg.* 2001;136:1410-4.
- Liebman PR, Patten MT, Manny J, Benfield JR, Hechtman HB. Hepatic portal venous gas in adults: etiology, pathophysiology and clinical significance. *Ann Surg.* 1978;187:281-7.
- Sen-Kuang H, Chii-Hwa C, Chong-Kuang H, Jen-Dar C, Lee-Min W, Chen-Hsen L. Hepatic portal venous gas: clinical significance of computed tomography findings. *Am J Emerg Med.* 2004;22:214-8.
- Little F, Ellis SJ. Benign hepatic portal venous gas. *Australas Radiol.* 2003;43:309-12.
- Chevallier P, Peten E, Souci J, Chau Y, Padovani B, Bruneton JN. Detection of portal venous gas on sonography, but not on CT. *Eur Radiol.* 2002;12:1175-8.
- Knechtle SJ, Davidoff AM, Rice RP. Pneumatosis intestinalis: surgical management and clinical outcome. *Ann Surg.* 1990;212:160-5.
- Furuya Y, Yasuhara H, Arikki K, Yanagie H, Naka S, Nojiri T, et al. Hepatic portal venous gas caused by blunt abdominal trauma: is it a true ominous sign of bowel necrosis?: report of a case. *Surg Today.* 2002;32:655-8.
- Faberman RS, Mayo-Smith WW. Outcome of 17 patients with portal venous gas detected by CT. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;169: 1535-8.
- Yoshida M, Mitsuo M, Kutsumi H, Fujita T, Soga T, Nishimura K, et al. A successfully treated case of multiple liver abscesses accompanied by portal venous gas. *Am J Gastroenterol.* 1996;91:2423-5.
- Yamamoto M, Ponsky JL. Hepatic portal venous gas: report of a case. *Surg Today.* 2000;30:647-50.
- Nguyen HN, Purucker E, Riehl J, Matern S. Hepatic portal venous gas following emergency endoscopic sclerotherapy of gastric varices. *Hepatogastroenterology.* 1998;45:1767-9.
- Tsai JA, Calissendorff B, Hanczewski R, Perment J. Hepatic portal venous gas and small bowel obstruction with no signs of intestinal gangrene after appendectomy. *Eur J Surg.* 2000;166:826-7.
- Kalb D, Shawn R, Cumming J. Portal venous gas after blunt trauma: a case report. *J Trauma.* 2003;55:982-4.
- Nesher E, Aizner A, Kashtan H, Kaplan O, Kluger Y, Greenberg R. Portal vein air embolization after blunt abdominal trauma: a case report and review of the literature. *Eur J Emerg Med.* 2002;9:163-5.
- Hayakawa M, Gando S, Kameue T, Morimoto Y, Kemmotsu O. Abdominal compartment syndrome and intrahepatic portal venous gas: a possible complication of endoscopy. *Intensive Care Med.* 2002;28:1680-1.
- Lewin M, Pocard M, Caplin S, Blain A, Tubiana JM, Parc R. Benign hepatic portal venous gas following caustic ingestion. *Eur Radiol.* 2002;12:S59-61.
- Saksena M, Harisinghani MG, Wittenberg J, Mueller PR. Hepatic portal venous gas: transient radiographic finding associated with colchicine toxicity. *Br J Radiol.* 2003;76:835-7.
- Quirque TE. Hepatic portal venous gas associated with ileus. *Am Surg.* 1995;61:1084-6.
- Kuan-Wen C, Jeng-Shian S, Chi-Hsien C, Lili C. Seizure: a rare and transient cause of portal venous gas. *Am J Gastroenterol.* 1997;92: 351-2.
- Jants H, Barton P, Fugger R. Sonographic demonstration of septicaemia with gas formatting organisms after liver transplantation. *Clin Radiol.* 1991;43:397-9.
- Cikrit D, Mastandrea J, Grosfeld JL, West KW, Schreiner RL. Significance of portal vein air in necrotizing enterocolitis: analysis of 53 cases. *J Pediatr Surg.* 1985;20:425-30.
- Brown MA, Hauschildt JP, Casola G, Gosink BB, Hoyt DB. Intravascular gas as an incidental finding at US after blunt abdominal trauma. *Radiology.* 1999;210:405-8.
- Oldenburg WA, Lau LL, Rodenberg TJ, Edmonds HJ, Burger CD. Acute mesenteric ischemia. A clinical review. *Arch Intern Med.* 2004;164:1054-62.
- Dill-Mackay MJ. Benign hepatic portal venous gas following blunt abdominal trauma. *Australas Radiol.* 1977;41:166-8.
- Vauthey N, Matthews CC. Portal vein air embolization after blunt abdominal trauma. *Am Surg.* 1988;54:586-8.

29. Wiesner W, Morteale KJ, Glickman JN, Ji H, Ros PR. Portal venous gas unrelated to mesenteric ischemia. *Eur Radiol.* 2002;12:1432-7.
30. Sebastia C, Quiroga S, Espin E, Esquivel J, Davis JM. Portomesenteric vein gas: pathologic mechanism, CT findings and prognosis. *Radiographics.* 2000;20:1213-24.
31. Hong JJ, Gadaleta D, Rossi P, Boye R, Álvarez Castells A, Armengol M. Portal vein gas, a changing clinical entity: report of 7 patients and review of the literature. *Arch Surg.* 1997;132:1071-5.
32. Kingsley DD, Albrecht RM, Vogt DM. Gastric pneumatosis and hepatportal venous gas in blunt trauma: clinical significance in a case report. *J Trauma.* 2000;49:951-3.
33. Nakao A, Iwagaki H, Isozaki H, Lanagawa T, Matsubara N, Tekamura N. Portal venous gas associated with splenic abscess secondary to colon cancer. *Anticancer Res.* 1999;19:5641-4.
34. Shawn P, Maher A, Keith AK. The spectrum of pneumatosis intestinalis. *Arch Surg.* 2003;138:68-75.
35. Shaw A, Cooperman A, Fuso J. Gas embolism produced by hydrogen peroxide. *N Engl J Med.* 1967;277:238-41.
36. Kaltzgraber F, Glenewinkel F, Fischler S, Rittner. Mechanism of fatal air embolism after gastrointestinal endoscopy. *Int J Legal Med.* 1998;111:154-6.
37. Lai CF, Chang WT, Liang PC, Lien WC, Wang HP, Chen WJ. Pneumatosis intestinalis and hepatic portal venous gas after CPR. *Am J Emerg Med.* 2005;23:177-81.
38. Cambria RP, Margolies MN. Hepatic portal venous gas in diverticulitis: survival in a steroid treated patient. *Arch Surg.* 1982;117:834-5.
39. Graham GA, Berstein RB, Gronner AT. Gas in the portal and inferior mesenteric veins caused by diverticulitis of the sigmoid colon: report of a case with survival. *Radiology.* 1975;114:601-2.
40. Ohtsubo K, Okay T, Yamaguchi Y, Watanabe H, Motoo Y, Matsui O, et al. Pneumatosis intestinalis and hepatic portal venous gas caused by mesenteric ischemia in an aged person. *J Gastroenterol.* 2001;36:338-40.
41. Boerner RM, Fried DB, Warshauer DM, Isaacs K. Pneumatosis Intestinalis: two case reports and a retrospective review of the literature from 1985 to 1995. *Dig Dis Sci.* 1996;41:2272-85.
42. Berne TV, Meyers HI, Donovan AJ. Gas in the portal vein of adults with necrotizing enteropathy. *Am J Surg.* 1970;120:203-9.
43. Mallens WM, Schepers-Bok R, Nicolai JJ, Jacobs FA, Heyerman HG. Portal and systemic venous gas in a patient with cystic fibrosis: CT findings. *AJR Am J Roentgenol.* 1995;165:338-9.
44. Kriegshauser JS, Reading CC, King BF, Welch TJ. Combined systemic and portal venous gas: sonographic and CT detection in two cases. *AJR Am J Roentgenol.* 1990;154:1219-21.
45. Schulze CG, Blum U, Haag K. Hepatic portal venous gas. Imaging modalities and significance. *Acta Radiol.* 1995;36:377-80.
46. Bodewes HW, Puylaert JB. Ultrasound in detection of portal venous gas in adults. *Gastrointest Radiol.* 1991;16:35-7.
47. Laing FC, Rego JDJ, Jeffrey RB. Ultrasonographic identification of portal vein gas. *J Clin Ultrasound.* 1984;12:512-4.
48. Merritt CRB, Goldsmith JP, Sharp MJ. Sonographic detection of portal venous gas in infants with necrotizing enterocolitis. *AJR Am J Roentgenol.* 1984;143:1059-62.
49. Nachtegaele P, Afschrift M, Vandendriessche M, Van RR, Voet D, Verdonk G. Sonographic diagnosis of gas embolism in the portal vein. *Gastrointest Radiol.* 1982;7:375-7.
50. Lefleur RS, Ambos MA, Rothberg M, Benjamin J. Angiographic demonstration of gas and thrombus in the portal vein. *AJR Am J Roentgenol.* 1978;130:1171-3.
51. Gosink BB. Intrahepatic gas: differential diagnosis. *AJR Am J Roentgenol.* 1981;137:763-7.
52. Kirkpatrick DC, Kroeker MA, Greenberg HM. Biphasic CT with mesenteric CT angiography in the evaluation of acute mesenteric ischemia: initial experience. *Radiology.* 2003;229:91-8.
53. Scheidler J, Stabler A, Kleber G, Neidhardt D. Computed tomography in pneumatosis intestinalis: differential diagnosis and therapeutic consequences. *Abdom Imaging.* 1995;20:523-8.
54. Chiu HH, Chen CM, Lu YY, Tzer Lin JC, Mo LR. Hepatic portal venous gas. *Am J Surg.* 2005;189:501-3.
55. Ikehata A, Hirano T, Ono S. Portal venous gas associated with nonocclusive mesenteric infarction. *Am J Gastroenterol.* 2001;96:609-10.
56. Wiesner W, Morteale KJ, Glickman JN, Ji H, Ros PR. Pneumatosis intestinalis and portomesenteric venous gas in intestinal ischemia: correlation of CT findings with severity of injury and clinical outcome. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;177:1319-23.
57. Hashimoto A, Fuke H, Shimizu A, Shiraki K. Hepatic portal venous gas caused by non-obstructive mesenteric ischemia. *J Hepatol.* 2002;37:870.