



## ARTÍCULO ORIGINAL

## Pielonefritis enfisematosa

Moreno Romero Rubén<sup>1</sup>, Viveros Contreras Carlos<sup>2</sup>, Lugo García Juan A.<sup>3</sup>, De la Cruz Trejo Juan<sup>1</sup>, Díaz Espinosa de los Monteros César<sup>1</sup>

## RESUMEN

**Antecedentes.** La pielonefritis enfisematosa es una infección rara, grave, formadora de gas del parénquima renal y áreas adyacentes. Su clasificación radiológica y esquema terapéutico son controversiales y los factores pronósticos permanecen inciertos.

**Métodos.** Se revisaron 20 expedientes de pacientes con diagnóstico de pielonefritis enfisematosa, atendidos en el servicio de Urología del Hospital Juárez de México, de enero 1 de 2000 al 31 de diciembre de 2004.

**Resultados.** La media de edad de los pacientes fue de 52.75 años. El 95% eran diabéticos, 15% cursaron con obstrucción urinaria, 70% con la tríada clásica de fiebre, dolor y síndrome de irritación urinaria bajo. *Escherichia coli* fue la bacteria más frecuentemente aislada en los urocultivos (85%). Los factores de mal pronóstico identificados fueron alteraciones del estado de conciencia, estado de choque y trombocitopenia, con una prueba exacta de Fisher  $p$  0.0002, e insuficiencia renal aguda con  $p$  0.013.

1 Residente de Urología, Hospital Juárez de México. 2 Jefe del Servicio de Urología, Profesor Titular del Curso Universitario de Urología, Hospital Juárez de México. 3 Urologo adscrito al Servicio de Urología, Profesor Adjunto del Curso Universitario de Urología, Hospital Juárez de México.

Correspondencia: Rubén Moreno Romero, Hospital Juárez de México. Av. Instituto Politécnico Nacional 5160, Col. Magdalena de las Salinas, Deleg. Gustavo A. Madero, México, D.F., CP 07760. Tel. 5747-7560 ext. 428

## SUMMARY

**Background.** Emphysematous pyelonephritis is a rare, severe gas forming infection of the renal parenchyma and adjacent areas. The radiological classification and adequate therapeutic regimen are controversial, and the prognostic factors remain uncertain.

**Methods.** A review of twenty case files of patients diagnosed and treated for emphysematous pyelonephritis at the Urology Department of the Hospital Juarez of Mexico between January 01 of 2000 and December 31 of 2004.

**Results.** The mean age of patients was 52.75 years. 95% were diabetic. 15% had urinary obstruction. 70% presented the classic triad of fever, pain and lower urinary irritative syndrome. *Escherichia coli* was the most frequently isolated microorganism in urine cultures (85%). The poor prognostic factors identified were altered state of consciousness, shock, and thrombocytopenia with an exact Fisher test  $p$  0.0002 and acute renal insufficiency with  $p$  0.013.

**Conclusions.** The associated factors to the development of emphysematous pyelonephritis are diabetes mellitus, urinary tract infection and urinary obstruction. The use of a tomographical imaging

## Abreviaturas

- DPC Derivación por catéter
- PE Pielonefritis enfisematosa

**Conclusiones.** Los factores asociados al desarrollo de pielonefritis enfisematosa son la diabetes mellitus, infección de vías urinarias y obstrucción urinaria. La realización del estudio tomográfico ofrece información y es factible de realizar en nuestro medio. *Escherichia coli* es el patógeno más común; los factores de mal pronóstico son las alteraciones del estado de conciencia, choque, trombocitopenia e insuficiencia renal aguda.

**Palabras clave:** pielonefritis enfisematosa, diabetes mellitus, tomografía, factores pronósticos, *Escherichia coli*.

*study provides valuable information and is feasible in our environment. Escherichia coli was the most frequent pathogen; the poor prognostic factors are an altered state of consciousness, shock, thrombocytopenia and acute renal insufficiency.*

**Key words:** emphysematous pyelonephritis, diabetes mellitus, tomography, prognostic factors, *Escherichia coli*.

## INTRODUCCIÓN

La pielonefritis enfisematosa se define como una infección necrotizante del parénquima renal y sus áreas circundantes, que da como resultado la presencia de gas en el parénquima renal, sistemas colectores o tejido perinéfrico.<sup>1-7</sup> La pielonefritis enfisematosa ocurre casi exclusivamente en pacientes con diabetes mellitus (DM), pero algunas veces se presenta en pacientes sin DM con obstrucción de la unidad renoureteral correspondiente.<sup>1,8-10</sup> Merece atención especial debido a su potencial amenaza de vida y habitualmente se ha considerado como una infección renal rara. Sin embargo, con el uso más extenso del ultrasonido abdominal (ecografía) y tomografía computarizada (TAC) para la valoración de pacientes con síntomas y signos de sepsis o infección complicada de vías urinarias (IVU), se han identificado más casos de PE que se publican en revistas de urología y radiología,<sup>1-22</sup> y con menos frecuencia en revistas de medicina interna o nefrología.<sup>23-31</sup> No obstante, no existen aún experiencias clínicas suficientes de PE que señalen fehacientemente el tratamiento y factores pronósticos. El mecanismo de formación de gas y patogenia de PE también son inciertos.<sup>1</sup>

Ahiring y cols.,<sup>8</sup> Pontin y cols.,<sup>9</sup> y Shokeir y cols.<sup>10</sup> sugieren que debe intentarse la reanimación vigorosa y un tratamiento médico apropiado, pero no debe retardarse la nefrectomía inmediata para el tratamiento exitoso de PE.

Sin embargo, también se ha informado un tratamiento exitoso para PE utilizando drenaje con

catéter (DPC) y antibióticos,<sup>3-5,11-15</sup> por consiguiente, las modalidades terapéuticas adecuadas para PE aún son polémicas. La pielonefritis enfisematosa ha sido clasificada según la situación de acumulación de gas.<sup>1,26</sup> No obstante, no se ha estudiado adecuadamente su clasificación radiológica, tratamiento adecuado ni pronóstico.

Kelly y MacCallum<sup>23</sup> informaron el primer caso de infección renal formadora de gas (neumatúria) en 1898. Desde entonces se han utilizado diversos términos como “enfisema renal”, “neumonefritis” y “pielonefritis enfisematosa” para describir esta enfermedad infecciosa formadora de gas. Como sugirieron Schuitz y Klorfein<sup>32</sup> en 1962, pielonefritis enfisematosa (PE) es la designación más adecuada, ya que enfatiza la relación entre el proceso infeccioso agudo y la formación de gas. Algunos investigadores han sugerido que el término PE sólo debe aplicarse para la formación de gas dentro del parénquima renal o del espacio perinéfrico.<sup>8-10,21,29</sup> Sin embargo, otros han sugerido que la PE es una infección del parénquima renal y tejido perinéfrico que produce la presencia de gas en el sistema colector, parénquima renal o tejido perinéfrico.<sup>2-6,20</sup> Esta última definición parece oportuna porque incluye todas las posibles manifestaciones de las infecciones renales agudas formadoras de gas.

## CUADRO CLÍNICO Y DIAGNÓSTICO

En múltiples series se ha informado que la PE afecta preponderantemente a mujeres (propor-

ción mujer-varón de 5.9:1)<sup>2,9-10</sup> y se supone que esto se debe a la elevada susceptibilidad de sufrir IVU entre las mujeres.<sup>10</sup> El riñón izquierdo es afectado con mayor frecuencia que el derecho (67% contra 25%).<sup>1</sup>

Las manifestaciones clínicas más comunes de PE (p.ej, fiebre, dolor en flanco, y piuria) son inespecíficas y no diferentes de la tríada clásica de IVU superior diferente a la PE. Sin embargo, la trombocitopenia (46%), el deterioro agudo de la función renal (35%), perturbación del estado de conciencia (19%) y choque (29%) pueden ser las manifestaciones iniciales, sobre todo en casos graves o en pacientes no diagnosticados inicialmente y sin tratamiento.

El diagnóstico de PE habitualmente se realiza al demostrar la presencia de gas en riñón o tejido perinéfrico en la radiografía abdominal simple o en la ecografía renal. Sólo puede demostrarse el gas en 33% de los casos mediante radiografías abdominales simples,<sup>1</sup> y si se usa ecografía puede ser difícil distinguir el área de necrosis llena de gas del gas localizado en intestino.

En contraste, la TAC no sólo confirma el diagnóstico sino también puede mostrar la magnitud de la enfermedad. Por consiguiente, las manifestaciones graves o persistencia de fiebre después del tratamiento antibiótico en los pacientes con IVU superior debe despertar la sospecha de una infección renal aguda grave, como la nefritis bacteriana aguda,<sup>33</sup> absceso renal o PE. La TAC abdominal resulta necesaria para establecer un diagnóstico temprano y tratamiento oportuno de la PE. Los gérmenes más frecuentemente encontrados en los cultivos de pacientes con PE son *E. coli* (69%) y *Klebsiella* (29%).<sup>1</sup>

#### CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA

El diagnóstico de pielonefritis enfisematosa se establece por medio de radiografías. El gas distribuido en el parénquima puede observarse en las placas simples de abdomen como sombras sobre las siluetas renales; este dato con frecuencia se confunde con el gas intestinal. Debido a que es una infección progresiva, el gas se extiende al espacio perinéfrico y retroperitoneo. Esta distribución no debe ser confundida con casos de

pielitis enfisematosa, en la cual el gas se encuentra confinado al sistema colector del riñón. La pielitis enfisematosa es secundaria a una infección de vías urinarias por bacterias formadoras de gas, infrecuentemente ocurre en pacientes no diabéticos, es menos riesgosa y por lo general responde a la antibioticoterapia.<sup>1</sup>

La urografía excretora tiene poco valor para evaluar la pielonefritis enfisematosa debido a que el riñón afectado usualmente es no funcional o poco funcional, además del riesgo de nefropatía por contraste en pacientes deshidratados y diabéticos con función renal anormal. Puede practicarse pielografía retrógrada para descartar procesos obstructivos. La obstrucción se demuestra en aproximadamente 25% de los casos. El ultrasonido habitualmente muestra ecos intensos sugestivos de gas intraparenquimatoso. La tomografía axial computarizada es el método de imagen de elección para definir la extensión del proceso enfisematoso y guía de manejo. Debe realizarse un estudio nuclear renal para medir el grado de función renal y el estado del riñón contralateral.<sup>1</sup>

El gas limitado al sistema colector (p.ej, en pielitis enfisematosa) se ha designado como pielonefritis enfisematosa grado 1. La presencia de gas en el parénquima renal se clasifica como PE grado 2. La afeción del espacio perirrenal se clasifica como PE grado 3A; la afeción del espacio pararrenal como PE grado 3B, y la afeción bilateral o afeción de riñón único se clasifica como PE grado 4. Sin embargo, no hay diferencia significativa en los rasgos clínicos entre las cuatro clases.<sup>1</sup>

#### FACTORES PRONÓSTICOS

Se ha demostrado que la edad, sexo, sitio de infección y nivel de glucosa en sangre no guardan relación con la mortalidad o mal pronóstico. Se postula que los niveles altos de glucosa en tejidos pueden ser un riesgo para desarrollar PE que lleva un curso fulminante en los pacientes con DM, ya que ofrece a los microorganismos formadores de gas un ambiente favorable para su crecimiento y catabolismo rápido.<sup>16-18</sup> Los pacientes inicialmente son atendidos con trombocitopenia (menos de 120,000/ml), deterioro de la función renal aguda

(creatinina sérica mayor a 3 mg/dL), perturbación del estado de conciencia o estado de choque (TA sistólica menor de 90 mmHg), cuadro que puede estar asociado con mortalidad o mal pronóstico. En los casos graves, la trombocitopenia probablemente se debe a coagulación intravascular diseminada. La mayoría también presenta prolongación del tiempo de protrombina, del tiempo parcial de tromboplastina activada y aumento de los productos de degradación de la fibrina. La perturbación del estado de conciencia implica la presencia de un trastorno del sistema nervioso central que podría deberse a una perfusión deficiente o diversos factores metabólicos.

El choque es una señal de derrumbamiento del sistema cardiovascular. Todos los datos antes mencionados pueden representar alteraciones del sistema hematológico, renal, nervioso central y cardiovascular, respectivamente. Los datos de este estudio mostraron también que la proteinuria intensa es un factor de riesgo independiente del resultado pobre, y al parecer es un factor de riesgo de enfermedad extensa (se desarrolló grado 3 en siete de los 10 pacientes con proteinuria intensa).

Sin embargo, la causa de proteinuria intensa es multifactorial. Cualquier análisis del resultado de pacientes con DM con sepsis, independiente de un diagnóstico de PE, puede revelar los mismos factores pronósticos, p.ej, choque, proteinuria intensa, trombocitopenia, deterioro agudo de la función renal y perturbación del estado de conciencia. No son únicos para PE y pueden aplicarse a otros pacientes con DM y sepsis. Por ello no debe posponerse un tratamiento intensivo.<sup>1</sup>

## TRATAMIENTO

Los pacientes con PE grado 1 tienen mejor pronóstico y todos evolucionan satisfactoriamente mediante la DPC (derivación por catéter), alivio de la obstrucción del tracto urinario (si existiera) o ambos métodos, combinados con tratamiento antibiótico apropiado. El pronóstico de pacientes con PE grado 2 es tan bueno como en el grado 1. En nuestra serie, todos los pacientes con PE grado 2

curaron mediante DPC combinada con un esquema antibiótico. Por consiguiente, DPC y alivio de la obstrucción del tracto urinario (si existe), combinadas con tratamiento antibiótico es la opción de modalidad para la enfermedad limitada (grado 1 o 2).

Para el manejo adecuado de la PE extensa con gas o extensión del absceso más allá de la cápsula renal o PE bilateral (grado 3 o 4), el estudio mostró que 17 (85%) de los 20 pacientes con menos de dos factores de riesgo (p.ej, trombocitopenia, deterioro de la función renal aguda, perturbación del estado de conciencia o choque) respondieron favorablemente mediante DPC combinada con tratamiento antibiótico; aquellos con dos o más factores de riesgo tuvieron una proporción de fracaso significativamente más alta que quienes tenían un solo factor de riesgo (92% contra 15%,  $P < .001$ ). La nefrectomía puede resultar el mejor tratamiento. Las ventajas de la DPC incluyen el drenaje de pus, alivio de presión de gas a la circulación local y una proporción de éxito alta en PE extensa. Por consiguiente, se sugiere que para los pacientes con PE extensa (grado 3 o 4) con manifestación benigna (p.ej,  $< 2$  factores de riesgo), DPC combinada con el tratamiento antibiótico puede intentarse debido a la proporción de éxito alta, pudiendo así conservar el riñón. Sin embargo, la nefrectomía puede proporcionar el mejor resultado de tratamiento y debe practicarse rápidamente en los casos con PE extensas de curso fulminante (p.ej,  $\geq 2$  factores de riesgo). En la PE grado 4, la DPC bilateral puede intentarse primero debido al riesgo alto de nefrectomía urgente en estos pacientes inestables, pero debe practicarse la cirugía si falla la DPC.<sup>1</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio clínico, descriptivo, retrospectivo, transversal, replicativo de pacientes con diagnóstico de pielonefritis enfisematosa, atendidos en el servicio de Urología del Hospital Juárez de México, entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2004.

Se registró la edad, género, antecedente de diabetes mellitus y tiempo de evolución, obstrucción urinaria, cuadro clínico, presión arterial, presión arterial

media, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, estudios de laboratorio (hemoglobina, leucocitos, plaquetas, tiempo de protrombina, tiempo de trombloplastina, creatinina, urea, glucosa, urocultivo, examen general de orina), clasificación tomográfica, tratamiento aplicado y evolución.

Se descartó de esta serie a todos los pacientes que no contaban con el protocolo completo de estudios.

Se realizó estudio estadístico, frecuencia de casos, media, porcentajes, valores mínimos y valores máximos. Se validaron los factores de mal pronóstico al aplicar la prueba exacta de Fisher. La información obtenida se procesó en el programa SPSS (*Statistic Package for Social Sciences*) versión 11.0.

## RESULTADOS

Se revisaron 20 expedientes de pacientes con diagnóstico de pielonefritis enfisematosa atendidos en nuestro servicio entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2004, encontrando los siguientes resultados: la media de edad fue 52.75 años (rango de edad, 30 a 73 años). 19 pacientes (95%) tenían diabetes mellitus. Un paciente (5%) no diabético desarrolló pielonefritis enfisematosa (**figura 1**). Las mujeres excedieron en número a los varones 16/4 (80%/20%) (**figura 2**). Hubo tres casos (15%) con obstrucción urinaria, de los cuales dos eran diabéticos y uno no diabético (**figura 3**); en los tres casos la obstrucción urinaria fue secundaria a litiasis ureteral. El riñón afectado más frecuente fue el izquierdo en 16 casos (80%), el derecho en tres (15%) y otro más (5%) con afección bilateral (**figura 4**).

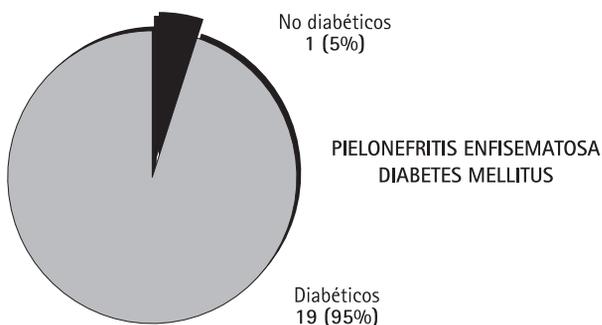


Figura 1.

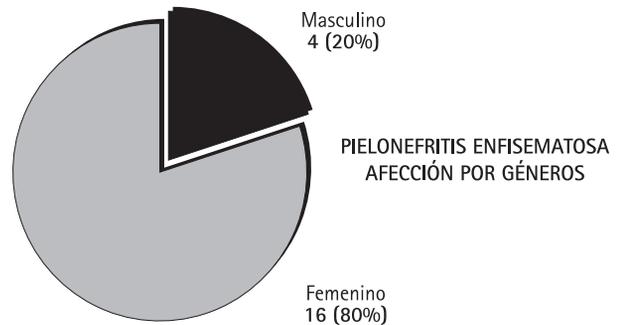


Figura 2.

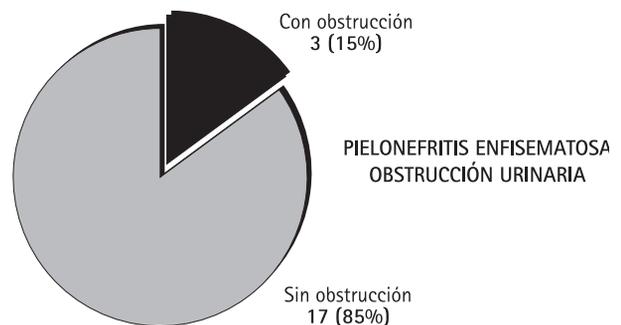


Figura 3.

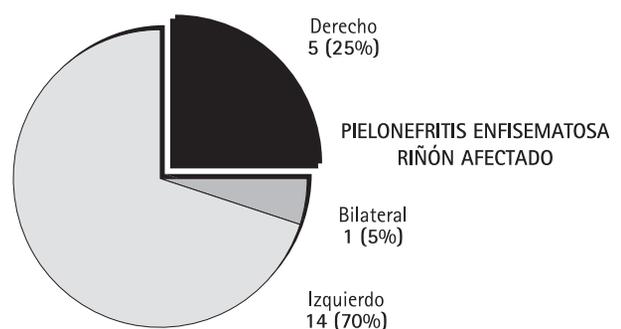


Figura 4.

El cuadro clínico en 14 pacientes (70%) se presentó con la tríada clásica de fiebre, dolor en fosa renal y síndrome de irritación urinaria baja (disuria, polaquiuria, etc.) y seis casos (30%) presentaron disnea, alteraciones del estado de conciencia, uremia, náusea, vómito y otros (**figura 5**).

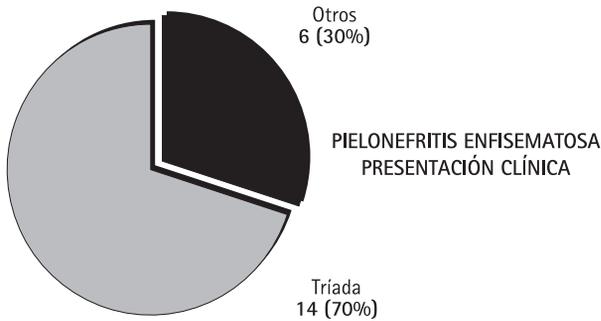


Figura 5.

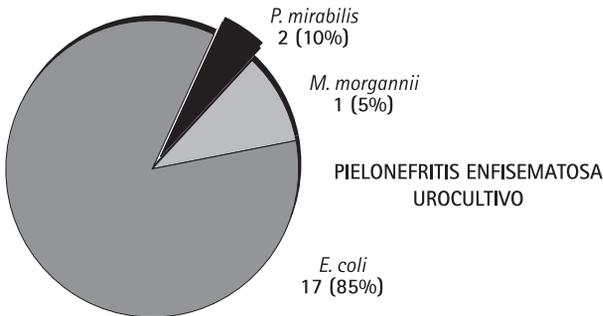


Figura 6.

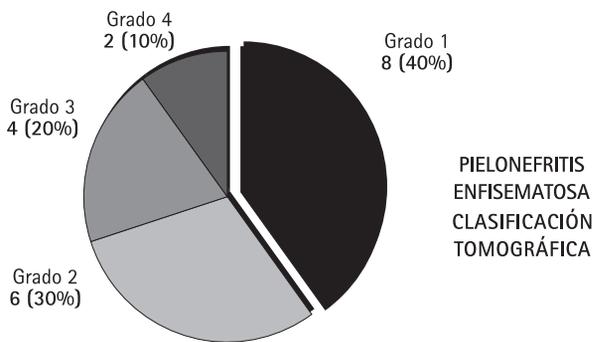


Figura 7.

*Escherichia coli* fue el microorganismo más comúnmente aislado de los urocultivos de nuestros pacientes, en 17 casos (85%). También se aisló *Proteus mirabilis* en dos casos (10%) y *Morganella morgannii* en otro caso (5%) (figura 6).

Clasificación tomográfica: ocho casos grado 1 (40%), seis grado 2 (30%), cuatro grado 3 (20%) y dos grado 4 (10%) (figura 7). El tratamiento se realizó con base en la clasificación tomográfica: en los

ocho casos con PE grado 1 se aplicó antibioticoterapia y a dos de ellos se les colocó catéter ureteral por vía retrógrada para drenaje, ya que presentaban litiasis ureteral del mismo lado y dilatación ureteropielocaliceal. A los seis pacientes con PE grado 2 se les prescribieron antibióticos y a uno se le practicó nefrectomía simple debido a que no mejoró con el tratamiento antibiótico.

A los cuatro pacientes con PE grado 3 se les manejó con nefrectomía más antibiótico. De los dos pacientes con PE grado 4, uno fue sometido a nefrectomía simple y el otro falleció en la sala de urgencias antes de recibir tratamiento quirúrgico (figura 8).

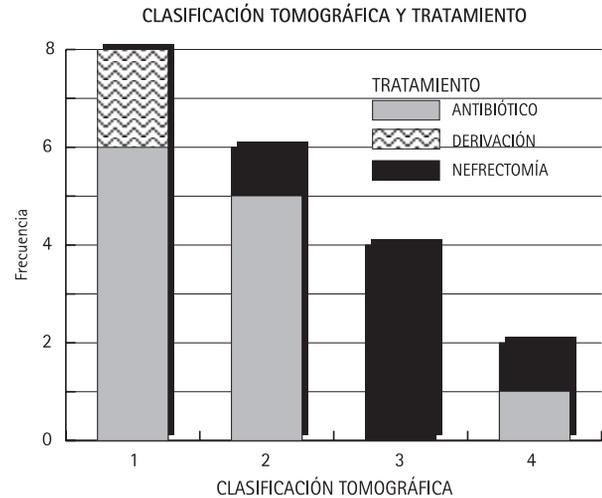


Figura 8.

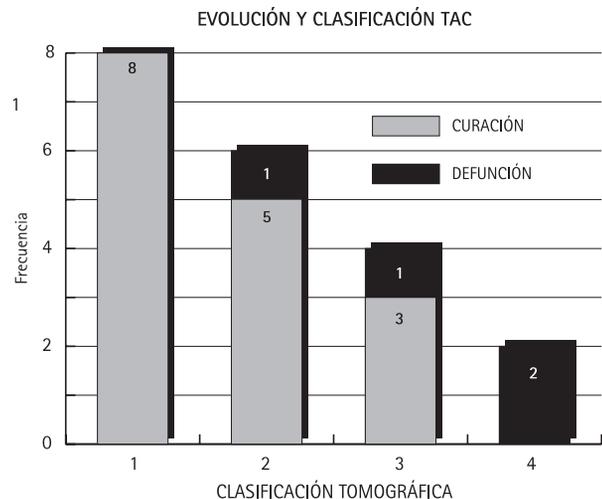


Figura 9.

Se registró tratamiento exitoso en 16 pacientes (80%) y cuatro defunciones (20%). Los ocho pacientes con PE grado 1 curaron. De los seis pacientes con PE grado 2 hubo cinco curaciones y una defunción. De los cuatro pacientes con PE grado 3, tres curaron y hubo una defunción. Los dos pacientes con PE grado 4 fallecieron (figura 9).

En los decesos se registraron alteraciones del estado de conciencia (figura 10), estado de choque, (presión arterial sistólica menor a 90 mmHg) (figura 11) y trombocitopenia (plaquetas menores de 120,000 cel/ml) (figura 12) a su ingreso hospitalario. Se aplicó la prueba exacta de Fisher a estos factores encontrando una  $p$  0.0002, considerando por lo tanto estos parámetros como factores de mal

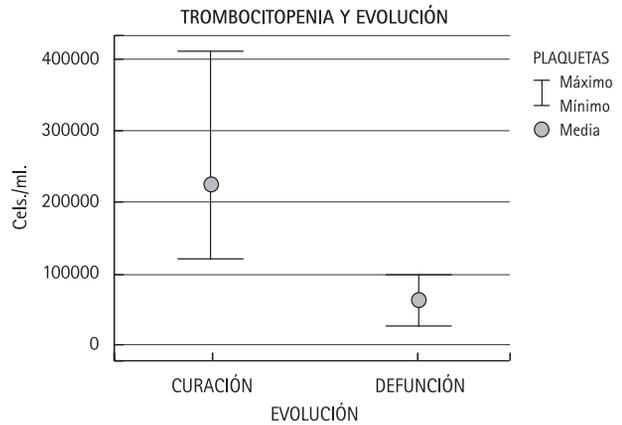


Figura 12.

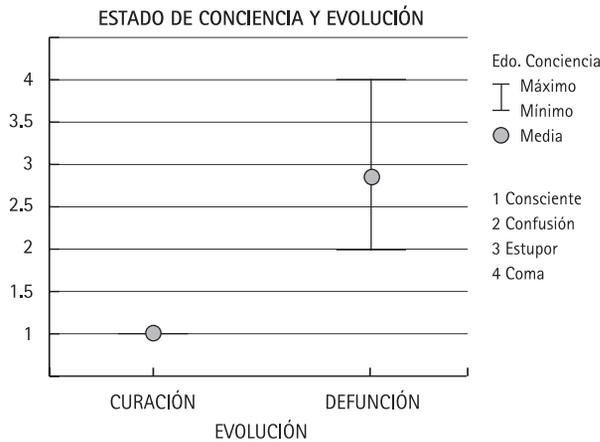


Figura 10.

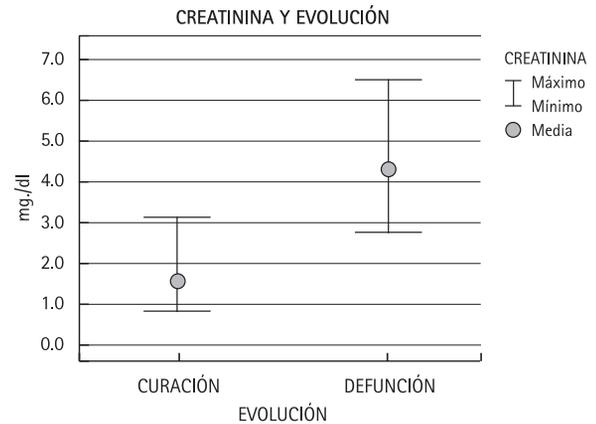


Figura 13.

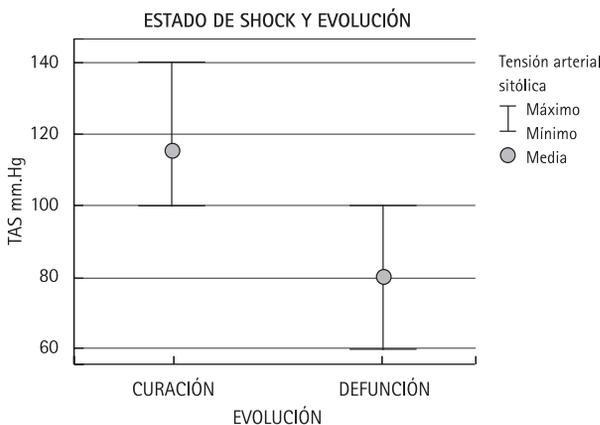


Figura 11.

pronóstico. No se registró tal situación en los pacientes con evolución satisfactoria. La creatinina sérica fue mayor a 3 mg/dL en tres pacientes de los cuatro con mal pronóstico, y en uno de los 16 con buen pronóstico, con una prueba exacta de Fisher  $p$  0.013. Por lo tanto, estos valores resultaron ser estadísticamente significativos.

### COMENTARIO

Los resultados de esta serie concuerdan con los de la literatura internacional en cuanto a la afección en pacientes diabéticos de 96%<sup>1</sup> contra 95% en nuestra serie. Se encontró obstrucción en 15% de nuestros pacientes, comparado con 22% de otras series.<sup>1</sup>

El rango de edad en nuestra serie fue de 30 a 73, años con una media de edad de 52.7 años, comparado con el rango de 37 a 83 años con media de 60 años de otros informes.<sup>1</sup>

La afección por géneros tuvo predominio femenino sobre los varones (80 vs 20%), en comparación con 83% vs 17% de otros trabajos.<sup>1</sup>

El cuadro clínico incluyó dolor lumbar, fiebre y síndrome irritativo urinario bajo, el cual es inespecífico y suele confundirse con otras infecciones de vías urinarias superiores; sin embargo, al asociarse con datos de afección sistémica como alteraciones del estado de conciencia, hipotensión, insuficiencia renal aguda y trombocitopenia, debe sospecharse pielonefritis enfisematosa.<sup>1</sup>

El tratamiento que se dio a nuestros pacientes fue similar al de otros estudios internacionales, siendo conservador en casos con pielonefritis enfisematosa grados 1 y 2, asociado con derivación urinaria por catéter en los casos en que había además obstrucción urinaria. En los pacientes con pielonefritis enfisematosa con evolución infructuosa y grado 3 o 4 asociados con factores de mal pronóstico se practicó nefrectomía.<sup>1</sup>

La mortalidad en nuestra serie fue de 20%, contra 40% de otros autores. Esto probablemente se debió a una mayor incidencia de pielonefritis enfisematosa grado 1 y 2 en nuestra serie.

Huang y cols informaron la presencia de trombocitopenia (p 0.05), insuficiencia renal aguda (p 0.05), alteraciones del estado de conciencia (p 0.04) y estado de choque (p 0.05) como factores de mal pronóstico. En nuestra serie la trombocitopenia, estado de choque y alteraciones del estado de conciencia fue p 0.0002, mientras que resultó de 0.013 para la insuficiencia renal aguda. Por tanto, estos valores son estadísticamente significativos.<sup>1</sup>

Se encontró que en nuestro medio la clasificación tomográfica al momento de solicitar atención médica es principalmente de grado 1, 2, 3, 4, en orden descendente de frecuencia.

Los agentes etiológicos en nuestra serie fueron *E. coli* en 85%, *P. mirabilis* 10% y *M. morganii* en 5%. En diversos informes internacionales *E. coli* representa 69% y *Klebsiella pneumoniae* 29%.<sup>1</sup>

## CONCLUSIONES

En nuestro estudio los factores asociados al desarrollo de pielonefritis enfisematosa fueron la diabetes mellitus, infección de vías urinarias y obstrucción urinaria. Esta alteración afecta principalmente al sexo femenino.

El estudio tomográfico ofrece información útil para la toma de decisiones terapéuticas y es factible de realizar en nuestro medio.

El tratamiento adecuado para los pacientes con pielonefritis enfisematosa debe ser conservador, con aplicación de antibióticos y derivación urinaria por catéter en los casos de obstrucción, y quirúrgico en los casos de mala evolución o pobre respuesta al tratamiento conservador. El tratamiento quirúrgico no debe posponerse en pacientes con estado de gravedad al momento de su ingreso (alteración del estado de conciencia, estado de choque, insuficiencia renal aguda o trombocitopenia). Además, se determinó la validez estadísticamente significativa de estos factores de mal pronóstico en nuestro medio.

Se observó que *E. coli* es el principal agente etiológico de pielonefritis enfisematosa en nuestro medio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Huang, Jeng-Jong MD; Tseng, Chin-Chung MD. Emphysematous pyelonephritis: clinicoradiological classification, management, prognosis and pathogenesis. *Arch Intern Med.* 2000;160:797-805.
2. Wan YL, Lee TY, Bullard MJ, Tsai CC. Acute gas-producing bacterial renal infection: correlation between imaging findings and clinical outcome. *Radiology.* 1996;198:433-438.
3. Godec CJ, Cass AS, Berkseth R. Emphysematous pyelonephritis in a solitary kidney. *J Urol.* 1980;124:119-121.
4. DePauw AP, Ross G Jr. Emphysematous pyelonephritis in a solitary kidney. *J Urol.* 1981;125:734-746.
5. Hudson MA, Weyman PJ, van der Vliet AH, Catalona WJ. Emphysematous pyelonephritis: successful management by percutaneous drainage. *J Urol.* 1986;136:884-886.
6. Paivansalo M, Hellstrom P, Siniluoto T, Leinonen A. Emphysematous pyelonephritis: radiologic and clinical findings in six cases. *Acta Radiol.* 1989;30:311-315.
7. Gold RP, McClennan BL. Acute infection of the renal parenchyma. In: Pollack HM, ed. *Clinical Urography.* Philadelphia, Pa: WB Saunders Co; 1990:799-821.

8. Ahiering TE, Boyd SD, Hamilton CL, *et al.* Emphysematous pyelonephritis: a 5-year experience with 13 patients. *J Urol.* 1985;134:1086-1088.
9. Pontin AR, Barnes RD, Joffe J, Kahn D. Emphysematous pyelonephritis in diabetic patients. *Br J Urol.* 1995;75:71-74.
10. Shokeir AA, EI-Azab M, Mohsen T, EI-Diasty T. Emphysematous pyelonephritis: a 15-year experience with 20 cases. *Urology.* 1997;49:343-346.
11. Zagoria RJ, Dyer RB, Harrison LH, Adams PL. Percutaneous management of localized emphysematous pyelonephritis. *J Vasc Interv Radiol.* 1991;2:156-158.
12. Hall JR, Choa RG, Wells IP. Percutaneous drainage in emphysematous pyelonephritis: an alternative to major surgery. *Clin Radiol.* 1988;39:622-624.
13. Corr J, Glesson M, Wiison G, Grainger R. Percutaneous management of emphysematous pyelonephritis. *Br J Urol.* 1993;71:487-488.
14. Koh KB, Lam HS, Lee SH. Emphysematous pyelonephritis: drainage or nephrectomy? *Br J Urol.* 1993;71:609-611.
15. Cardinael AS, Blay DV, Gilbeau JP. Emphysematous pyelonephritis: successful treatment with percutaneous drainage. *AJR Am J Roentgenol.* 1995;164:1554-1555.
16. Yang WH, Shen NC. Gas-forming infection of the urinary tract: an investigation of fermentation as a mechanism. *J Urol.* 1990;143:960-964.
17. Huang JJ, Chen KW, Ruaan MK. Mixed acid fermentation of glucose as a mechanism of emphysematous urinary tract infection. *J Urol.* 1991;146:148-151.
18. Chen KW, Huang JJ, Wu MH, Un XZ, Chen CY, Ruaan MK. Gas in hepatic veins: a rare and critical presentation of emphysematous pyelonephritis. *J Urol.* 1994;151:125-126.
19. Turman AE, Rutherford C. Emphysematous pyelonephritis with peri-nephric gas. *J Urol.* 1971;105:165-170.
20. Lee SE, Yoon DK, Kim YK. Emphysematous pyelonephritis. *J Urol.* 1997;118:916-918.
21. Pode D, Periberg S, Fine H. Emphysematous renal and perirenal infection in non-diabetic patient. *Urology.* 1985;26:313-315.
22. Langston CS, Pfister RC. Renal emphysema: a case report and review of the literature. *AJR Am J Roentgenol.* 1970;110:778
23. Kelly HA, MacCallum WG. Pneumatouria. *JAMA.* 1998;31:375-381.
24. Fouty R, Cutler RE. Emphysematous pyelonephritis: a new case and review of previous observations. *Am J Med.* 1968;44:134-139.
25. Spagnola AM. Emphysematous pyelonephritis: a report of two cases. *Am J Med.* 1978;64:840-844.
26. Evanoff GV, Thompson CS, Foley R, Weinamn EJ. Spectrum of gas within the kidney: emphysematous pyelonephritis and emphysematous pyelitis. *Am J Med.* 1987;83:149-154.
27. Nagappan R, Kletchko S. Bilateral emphysematous pyelonephritis resolving to medical therapy. *J Intern Med.* 1992;231:77-80.
28. Pappas S, Peppas ThA, Sotiropoulos A, Katsadoros D. Emphysematous pyelonephritis: a case report and review of the literature. *Diabetes Med.* 1993;10:574-576.
29. Goyzueta JD, Katz R, Dumitrescu O, Choi HS, Kahn T. The disappearing kidney: a case of emphysematous pyelonephritis. *Arch Intern Med.* 1994;154:2613-2615.
30. Gerorge J, Chakravarthy S, John GT, Jacob CK. Bilateral emphysematous pyelonephritis responding to non-surgical management. *Am J Nephrol.* 1995;15:172-174.
31. Huang JJ, Chen KW, Ruaan MK, Tsai HM. Recurrent emphysematous pyelonephritis: a case report. *Int Urol Nephrol.* 1994;26:389-393.
32. Schuitz EH, Klorfein EH. Emphysematous pyelonephritis. *J Urol.* 1962;87:762-766.
33. Huang JJ, Sung JM, Chen KW, Ruaan MK, Shu HF, Chuang YC. Acute bacterial nephritis: a clinico-radiological correlation based on computed tomography. *Am J Med.* 1992;93:289-298.
34. Alexander JC. Pneumopyonephrosis in diabetes mellitus: case report. *J Urol.* 1941;45:570.
35. Bontemps S, Bryk D. Pyonephrosis with pneumoureteropyelogram. *J Urol.* 1973;109:160.
36. Davis BD. Bacterial physiology and bacterial genetics: nutrition, energy, membrane transport, chemotaxis. In: Davis BD, Dulbecco R, Eisen HN, Ginsberg HS, eds. *Microbiology.* 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Pa: Harper & Row; 1990:65-90.
37. Christensen J, Bistrup C. Emphysematous pyelonephritis caused *Clostridium* septicum and complicated by a mycotic aneurysm: case report. *Br J Radiol.* 1993;66:842-843.