

Complicaciones en pacientes sometidos a nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido y factores asociados

José Antonio Rodríguez-Pontones y David Bretón-Reyes*

Servicio de Radiología, Hospital Regional de Especialidades N.º 25, Centro Médico Nacional del Noreste, Monterrey, N.L., México

Resumen

Introducción: Para el tratamiento de la hidronefrosis obstructiva que compromete la función renal se requieren procedimientos que disminuyan la presión intrarrenal, como la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido, que, como cualquier procedimiento, conlleva complicaciones. **Objetivo general:** Determinar las complicaciones de los pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido y los factores que se asocian a su desarrollo. **Material y métodos:** Estudio transversal, analítico, observacional y retrospectivo, que incluyó a pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) N.º 25 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del 1 de marzo de 2013 al 1 de marzo de 2014. Se obtuvieron los siguientes datos del expediente clínico electrónico: edad, género, antecedentes de diabetes mellitus (DM), hipertensión arterial (HTA), tabaquismo y alcoholismo, así como si hubo o no desarrollo de complicaciones después del procedimiento. Se analizó la asociación mediante la prueba de χ^2 y la *t* de Student, tomando como significativo un valor de $p < 0.05$, y para medir la magnitud de la asociación se midió la razón de momios (RM) con un intervalo de confianza (IC) del 95%, con ayuda del paquete estadístico SPSS (versión 18.0). **Resultados:** Se analizó un total de 84 pacientes de entre 31 y 79 años de edad; el 64.3% fueron mujeres. Las complicaciones posteriores a la nefrostomía se presentaron en el 19.0% de los casos: las comorbilidades como la DM se presentaron en el 56.2% de los casos; la HTA, en el 62.5%; la obesidad, en el 75.0%; el tabaquismo, en el 31.2%, y el alcoholismo, en el 43.7%; sólo se observó una asociación estadísticamente significativa ($p = 0.019$) con la presencia de obesidad, y la hematuria fue la complicación más comúnmente observada. **Conclusión:** A pesar de la presencia de varias comorbilidades en nuestra población sólo la obesidad influyó como factor asociado para el desarrollo de complicaciones en pacientes sometidos a una nefrostomía guiada por ultrasonido.

PALABRAS CLAVE: Factores asociados. Nefrostomía percutánea. Complicaciones.

Abstract

Introduction: For the treatment of obstructive hydronephrosis that compromises renal function, procedures are required to decrease pressure such as intrarenal ultrasound-guided percutaneous nephrostomy, which leads to complications like any procedure. **General objective:** To determine the complications of patients undergoing ultrasound-guided percutaneous nephrostomy and factors associated with their development. **Material and methods:** Cross-analytical, observational, retrospective study that included patients undergoing ultrasound-guided percutaneous nephrostomy in UMAE 25 IMSS, from

Correspondencia:

*David Bretón-Reyes
Servicio de Radiología
Hospital Regional de Especialidades N.º 25
Centro Médico Nacional del Noreste
Jardín de las Delicias, 3590
Col. Mitrás Norte, C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
E-mail: drdbretonr@gmail.com

Fecha de recepción: 25-01-2015
Fecha de aceptación: 03-02-2015

1 March, 2013 to 1 March, 2014. Electronic medical records were obtained: age, gender, history of diabetes mellitus, hypertension, smoking, and alcoholism, and whether or not there was the development of post-procedure complications. The association was analyzed by chi square test and Student's t test, taking as significant a value of $p = 0.05$ and the magnitude of association was measured with 95% confidence interval with SPSS v.18.0. **Results.** A total of 84 patients aged 31-79 years were analyzed, corresponding to 64.3% of women. Nephrostomy subsequent complications occurred in 19.0% of cases, of which diabetes mellitus comorbidities occurred in 56.2%, hypertension in 62.5%, obesity 75.0%, smoking 31.2%, and alcoholism 43.7%, with a statistically significant association ($p = 0.019$), with the presence of obesity hematuria being the most commonly observed complication. **Conclusion:** Despite the presence of several comorbidities in our population, only the influence of obesity was associated with the development of complications in patients who underwent ultrasound-guided nephrostomy. (Gac Med Mex. 2016;152:167-72)

Corresponding author: David Bretón Reyes, drdbreton@gmail.com

KEY WORDS: Associated factors. Percutaneous nephrostomy. Complications.

Introducción

La hidronefrosis consiste en la dilatación del tracto urinario sin que por ello tenga una naturaleza patológica. Sin embargo, la visualización del uréter (> 7 mm) y la dilatación calicial suelen tener un origen siempre patológico. La hidronefrosis gigante se ha definido como la dilatación del sistema pielocalicial con más de 1,000 cc de orina retenida, así como cuando el tamaño del riñón abarca más de la mitad del hemiabdomen y generalmente el grado de afección renal es directamente proporcional al tiempo de evolución de la obstrucción^{1,2}.

El alivio de la obstrucción urinaria representa la indicación más común para la realización de una nefrostomía percutánea; en varias series de estudios representa el 85-90% de los pacientes. Las tres causas más comunes de obstrucción renal en los adultos son los cálculos urinarios, la estenosis iatrogénica benigna y la maligna. En un estudio de una serie grande de pacientes se observó que el 26% de todos los tubos de nefrostomía colocados se debieron a una litiasis y el 61%, a una tumoración maligna³.

La nefrostomía percutánea consiste en la colocación, guiada por algún método de imagen (ultrasonido, tomografía computarizada, fluoroscopia), de un catéter dentro del sistema colector renal mediante una punción a través de la piel. Con esto no sólo se pretende obtener un método de diagnóstico preciso, sino también colocar un catéter del calibre adecuado para realizar los drenajes del sistema colector o la extracción de litiasis. Algunos de los aspectos más importantes del proceso son la adecuada selección de los pacientes, la técnica y realización del procedimiento, y el seguimiento⁴.

Existen cuatro indicaciones generales para la realización de una nefrostomía percutánea:

- Alivio de la obstrucción urinaria.
- Como prueba de diagnóstico.
- Como uso de acceso a intervenciones terapéuticas.
- Derivación urinaria.

Para determinar la idoneidad de la nefrostomía, son esenciales la familiaridad con la presentación clínica, el diagnóstico de trabajo y la gestión típica de cada indicación específica⁵.

En nuestra unidad hospitalaria se realizan aproximadamente 8-10 procedimientos de nefrostomía guiada por ultrasonido al mes. Siempre se realiza una estricta selección de los pacientes, con criterios como la inexistencia de alteraciones en los tiempos de coagulación, para evitar complicaciones hemorrágicas, y que la función renal esté preservada. A pesar de que la técnica de procedimiento de la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido se ha universalizado y perfeccionado, las complicaciones siguen presentándose, aunque su tasa ha disminuido.

Nuestro objetivo principal fue evaluar qué complicaciones se presentaban en los pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido y cuáles eran los factores asociados; se evaluó si la edad mayor a 50 años, el tabaquismo, el alcoholismo, la DM, la HTA y la obesidad eran factores asociados al desarrollo de complicaciones.

Material y métodos

En el Centro Médico Nacional del Noreste N.º 25, del IMSS se realizó un estudio transversal, analítico, observacional y retrospectivo, con apoyo del Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica. Se

Tabla 1. Características clínicas y demográficas de 84 pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido, clasificados de acuerdo a si presentaron o no complicaciones

	Total (n = 84)	Con complicaciones (n = 16)	Sin complicaciones (n = 68)	RM (IC 95%)	p
Edad (años)	50.7 ± 13.2	51.2 ± 12.4	49.6 ± 11.3	–	0.621
Edad > 50 años	29 (34.5%)	7 (43.7%)	22 (32.3%)	1.6 (0.3-2.5)	0.388
Género					
Masculino	30 (35.7%)	7 (43.7%)	23 (33.8%)	–	0.455
Femenino	54 (64.3%)	9 (56.3%)	45 (66.1%)		
DM	32 (38.0%)	9 (56.2%)	23 (33.8%)	2.5 (1.0-4.2)	0.096
HTA	45 (53.5%)	10 (62.5%)	35 (51.4%)	1.5 (0.6-2.8)	0.426
Obesidad	41 (48.8%)	12 (75.0%)	29 (42.6%)	4.0 (1.8-6.3)	0.019
Alcoholismo	33 (39.2%)	7 (43.7%)	26 (38.2%)	1.2 (0.4-2.1)	0.684
Tabaquismo	24 (28.5%)	5 (31.2%)	19 (27.9%)	1.1 (0.5-1.9)	0.792

incluyeron todos los pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2013 y el 1 de marzo de 2014; se excluyó a los pacientes con discrasias sanguíneas, y se eliminaron los que tenían el expediente incompleto o extraviado. La técnica de muestreo realizada fue no probabilística por conveniencia. Una vez recopilados por fechas los nombres de los pacientes, se procedió a obtener los siguientes datos del expediente clínico electrónico: edad, género, índice de masa corporal, antecedentes de diabetes, HTA, tabaquismo y alcoholismo, y si en las notas de evolución de los pacientes hubo o no desarrollo de complicaciones referidas después del procedimiento. Todos los datos obtenidos se vaciaron en el paquete estadístico SPSS (versión 18.0). Para la obtención del análisis descriptivo se midieron las frecuencias absolutas, los porcentajes, las medias o medianas y la desviación estándar o mínimo y máximo. Para el análisis inferencial se utilizó la prueba de χ^2 o la de probabilidad exacta de Fisher, y las pruebas t de Student o U de Mann-Whitney, para las muestras independientes. Para evaluar la magnitud de la asociación se midió la RM con un IC 95%, y se consideró como significativo un valor de $p < 0.05$.

Resultados

Se analizaron 96 expedientes del periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2013 y el 1 de marzo de

2014; 12 expedientes fueron excluidos porque no cumplían con los criterios de selección establecidos. Quedó un total de 84 pacientes, con edades comprendidas entre los 31 y los 79 años (promedio: 50.7 ± 13.2 años). Hubo 30 varones (35.7%) y 54 mujeres (64.3%). Tenían DM 32 (38.0%) pacientes; HTA, 45 (53.5%); obesidad, 41 (48.8%); alcoholismo, 33 (39.2%), y tabaquismo, 24 (28.5%). Las causas de la uropatía obstructiva por las que se solicitó la nefrostomía fueron, en orden de frecuencia, las siguientes: cáncer de cérvix en 26 casos (30.9%), cáncer de colon en 23 (27.3%), cáncer de próstata en 18 (21.4%), cáncer de vejiga en 11 (13.0%) y litiasis ureteral en 6 (7.1%).

Las complicaciones posteriores a la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido se presentaron en 16 pacientes (19.0%), que tenían una edad media de 51.2 ± 12.4 años; hubo 7 (43.7%) varones y 9 (56.3%) mujeres, y 7 (43.7%) pacientes eran mayores de 50 años. Presentaron diabetes 9 (56.2%) pacientes; 10 (62.5%), hipertensión; 12 (75.0%), obesidad; 5 (31.2%), antecedentes de tabaquismo, y 7 (43.7%), alcoholismo. Se observó una diferencia estadísticamente significativa con la presencia de obesidad ($p = 0.019$) en relación con el desarrollo de complicaciones en pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido (Tabla 1).

La principal complicación observada en los pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido fue la hematuria, que se presentó en 11 pacientes (13.0%), con una edad media de $51.3 \pm$

Tabla 2. Características clínicas de los 84 pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en relación con el desarrollo de hematuria

	Hematuria		RM (IC 95%)	p
	Sí (n = 11)	No (n = 73)		
Edad media (años)	51.3 ± 14.5	50.1 ± 13.4	–	0.765
Edad > 50 años	5 (45.4%)	24 (32.8%)	1.7 (0.5-2.9)	0.413
Género				
Masculino	3 (27.2%)	27 (36.9%)	–	0.530
Femenino	8 (72.8%)	46 (63.1%)		
DM	5 (45.4%)	27 (36.9%)	1.4 (0.4-2.3)	0.589
HTA	7 (63.6%)	38 (52.0%)	1.6 (0.8-2.9)	0.472
Obesidad	9 (81.8%)	32 (43.8%)	5.7 (1.4-7.8)	0.018
Alcoholismo	5 (45.4%)	28 (38.3%)	1.3 (0.4-2.7)	0.653
Tabaquismo	3 (27.2%)	21 (28.7%)	0.9 (0.2-1.4)	0.918

14.5 años; hubo 3 varones (27.2%) y 8 mujeres (72.8%), y 5 (45.4%) eran mayores de 50 años; 5 (45.4%) de estos pacientes eran diabéticos; 7 (63.6%), hipertensos; 9 (81.8%), obesos; 3 (27.2%) presentaron antecedentes de tabaquismo y 5 (45.4%), de alcoholismo. Sólo se observó una diferencia estadísticamente significativa con la presencia de obesidad ($p = 0.018$) con respecto al desarrollo de hematuria en pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea (Tabla 2).

Otras complicaciones encontradas en los pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido fueron: dolor y hematoma subcapsular en tres pacientes e infección en la piel del sitio de la nefrostomía en dos; la mayoría eran mujeres, obesas, diabéticas e hipertensas. No se observaron complicaciones como la fístula arteriovenosa, el empeoramiento de la función renal y el daño a otros órganos.

Discusión

En las últimas décadas, la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en primera instancia, seguida del estudio fluoroscópico, ha sido ampliamente utilizada para el alivio de la obstrucción del tracto urinario superior, independientemente de la causa que la ha producido⁶.

Por lo general, en los hospitales de tercer nivel, la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido forma parte del tratamiento de muchos pacientes con enfermedad neoplásica, por lo que es nuestro deber conocer y evaluar las condiciones de los pacientes, dado que

un estado de salud deficiente podría estar relacionado con los diferentes tipos de complicaciones. Sin embargo, no se debe perder de vista y hay que tener en cuenta el mejoramiento de la técnica, que es importante e indispensable. En la actualidad, son temas discutibles el momento en que se realiza el procedimiento, las comorbilidades y el estado de salud del paciente, así como la imprescindible experiencia del ejecutor y las posibles complicaciones derivadas del procedimiento⁷.

Debido a la confluencia y diversidad de la población que recibe, en la UMAE N.º 25 del IMSS del noreste de la República Mexicana se practican semanalmente 2-3 nefrostomías percutáneas guiadas por ultrasonido como mínimo, y los pacientes sometidos a este tipo de procedimiento suelen traer consigo diferentes comorbilidades y adicciones.

Los diagnósticos referidos por los que los pacientes fueron sometidos a la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido para el alivio de la obstrucción del aparato urinario fueron, en orden decreciente de frecuencia, los siguientes: cáncer cervicouterino, cáncer de colon, cáncer de próstata, cáncer de vejiga y litiasis ureteral. Se trata de hallazgos muy similares a los de otras publicaciones⁸. Las complicaciones presentes más frecuentes (ocurrieron en muy bajo porcentaje) fueron, en su gran mayoría, complicaciones menores, como hematuria (cedió en menos de 48 h), dolor en el sitio de punción, hematoma subcapsular e infección en la piel en el sitio de la nefrostomía percutánea, sin que se presentasen complicaciones mayores, como se ha reportado en algunos estudios recientes.

Debido al estilo de vida y a la dieta mal balanceada que se presenta muy comúnmente en nuestro país, muchos de estos pacientes suelen tener comorbilidades, como la DM y la HTA. En estos pacientes la presencia de toxicomanías como el tabaquismo y el alcoholismo suele ser poco frecuente, pero conlleva un riesgo mucho mayor que en la población general de que se produzcan alteraciones sistémicas, junto con el ya de por sí daño renal existente debido al tiempo de evolución de la uropatía obstructiva⁹.

Últimamente la edad ha tenido mucha importancia como factor de riesgo para muchas enfermedades y para el pronóstico de diferentes procedimientos. El deterioro cronológico progresivo influye sobre muchos órganos y sistemas del cuerpo humano, y tiene como consecuencia su pobre funcionamiento. A diferencia de lo que refieren algunos autores sobre cómo influye la edad en el desarrollo de complicaciones, en este estudio no se observó una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de complicaciones, a pesar de que 7 pacientes de los 29 que tenían más 50 años de edad las desarrollaron; sin embargo, su presencia sí implicó un riesgo aumentado (se observó un riesgo de 1.6)¹⁰.

La DM se considera una de las enfermedades crónicas degenerativas más frecuentes, con repercusiones hemodinámicas y sistémicas, que atrae derroches económicos en materia de salud en los países occidentales, como México. El aumento de la prevalencia de la diabetes ha llevado a un incremento de pacientes con nefropatía diabética, y en estos pacientes con una enfermedad neoplásica agregada que produce una uropatía obstructiva el daño a los riñones es más acelerado, lo que lleva con mayor rapidez a una enfermedad renal en etapa terminal. A pesar de que la DM estuvo presente en 32 pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido, sólo nueve desarrollaron complicaciones, cinco de los cuales presentaron hematuria, sin que se encontrara ninguna asociación estadísticamente significativa que pudiera sugerirse como factor asociado al desarrollo de complicaciones, pero se observó un riesgo aumentado de hasta 1.4 en comparación con el resto de la población general, probablemente debido al daño que se produce de forma generalizada en los diferentes sistemas del organismo, sobre todo a nivel de la microvasculatura renal¹¹.

La influencia de la HTA sistémica en los diferentes lechos capilares es muy importante, sobre todo en los vasos renales. En algunas publicaciones se ha observado la asociación que existe entre la HTA y el aumento

en el tiempo de sangrado y en el sangrado en los procedimientos quirúrgicos¹². En nuestro estudio encontramos que 45 pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea padecían HTA sistémica y sólo 10 de estos pacientes desarrollaron complicaciones, sin observarse una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de complicaciones como la hematuria, pero sí un riesgo aumentado de hasta 1.5 para su presentación.

El alcohol tiene un efecto bifásico sobre el cuerpo, lo que quiere decir que sus efectos cambian con el tiempo; en el sistema vascular suele producir una vasodilatación periférica, a dosis elevadas produce hipertensión, inhibe la producción de glóbulos rojos y blancos, disminuye las vitaminas del complejo B y altera el funcionamiento del riñón al reducir los niveles de la hormona antidiurética, provocando deshidratación. No hemos encontrado publicaciones que expliquen una posible asociación entre el alcoholismo y el desarrollo de complicaciones de forma posterior a la punción de la nefrostomía percutánea. En nuestro estudio el alcoholismo se presentó en 33 pacientes, de los cuales sólo siete desarrollaron complicaciones y cinco de ellos presentaron hematuria durante las primeras 48 h después del procedimiento, sin observarse una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de complicaciones, pero sí un riesgo aumentado de 1.2 para su presentación.

En nuestro país la obesidad ha ido en aumento y, con ello, el alza de enfermedades sistémicas y metabólicas. En algunas investigaciones realizadas con antelación, se ha observado un incremento de las complicaciones en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos; sobre todo con el aumento de infecciones, así como, mayor tiempo de estancia intra hospitalaria, secundario al aumento del IMC del paciente; lo cual conlleva también a un aumento de la complejidad de la realización del evento quirúrgico¹³. A pesar de que no existen en la actualidad estudios que expliquen el porqué de las complicaciones en pacientes obesos sometidos a una nefrostomía percutánea, en nuestra investigación encontramos que de los 41 pacientes sometidos a una nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido presentaban obesidad en el momento del procedimiento, 12 de los cuales desarrollaron complicaciones (la hematuria fue la complicación más frecuentemente observada en este tipo de pacientes), y cabe destacar un riesgo aumentado de hasta 5.2 y una asociación estadísticamente significativa ($p = 0.019$) con el desarrollo de complicaciones en este tipo de pacientes. Tal vez la visualización más

difícil de la anatomía renal por medio del ultrasonido en pacientes con obesidad dificulte la localización del área de Brodel, la zona del riñón con menor aporte vascular, localizada en el borde posterior y lateral del riñón, lo que implicaría que la punción del procedimiento de la nefrostomía tal vez fuera realizada en una área muy cercana a ésta pero con mayor aporte vascular, y esto podría explicar el desarrollo de complicaciones como la hematuria.

Sería conveniente ampliar mucho más en un futuro el tamaño de la muestra, para establecer valores más confiables de asociación, e incluir otras variables que pueden influir en el desarrollo de complicaciones, como los diferentes medicamentos que suelen tomar estos tipos de pacientes.

Conclusión

En nuestro medio hospitalario no estuvo presente la prevalencia de complicaciones mayores posteriores a la realización de la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en el Servicio de Radiología intervencionista. Podemos afirmar que, aunque su frecuencia fue baja, la mayoría de complicaciones fueron menores y no tuvieron repercusiones clínicas, por lo que no podrían contraindicar el uso de la nefrostomía percutánea guiada por ultrasonido en pacientes con alguna uropatía obstructiva. La gran mayoría de características clínicas estudiadas en los pacientes sometidos a

la nefrostomía percutánea no se asociaron con el desarrollo de complicaciones, excepto la obesidad, que influyó como factor asociado al desarrollo de complicaciones, sobre todo hematuria, en este tipo de pacientes.

Bibliografía

1. Ramchandani P, Cardella J, Grassi C, et al. Society of Interventional Radiology Standards of Practice Committee Quality improvement guidelines for percutaneous nephrostomy. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14(9 Pt 2):277-81.
2. Farrell T, Hicks M. A review of radiologically guided percutaneous nephrostomies in 303 patients. *J Vasc Interv Radiol.* 1997;8(5):769-74.
3. Klahr S. Pathophysiology of obstructive nephropathy. *Kidney Int.* 1983;23(2):414-26.
4. Vaughan E, Marion D, Poppas D, Felsen D. Pathophysiology of unilateral ureteral obstruction: studies from Charlottesville to New York. *J Urol.* 2004;172(6 Pt 2):2563-9.
5. Pearle M, Pierce H, Miller G, et al. Optimal method of urgent decompression of the collecting system for obstruction and infection due to ureteral calculi. *J Urol.* 1998;160(4):1260-4.
6. Baishya RK, Dhawan DR, Jagtap J, et al. Percutaneous nephrostomy under ultrasound guidance. *Indian J Nephrol.* 2011;21(1):67-71.
7. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care.* 2004;27(5):1047-53.
8. Tervaert TW, Mooyaart AL, Amann K, et al. Pathologic classification of diabetic nephropathy. *J Am Soc Nephrol.* 2010;21(4):556-63.
9. Mise K, Hoshino J, Ubara Y, et al. Renal prognosis a long time after renal biopsy on patients with diabetic nephropathy. *Nephrol Dial Transplant.* 2014;29(1):109-18.
10. Byun JM, Lee CH, Lee SR, et al. Renal outcomes and clinical course of nondiabetic renal diseases in patients with type 2 diabetes. *Korean J Intern Med.* 2013;28(5):565-72.
11. Iwakiri T, Sato Y, Matsuura Y, Hatakeyama K, et al. Association between renal vasculature changes and generalized atherosclerosis: an autopsy survey. *J Atheroscler Thromb.* 2014;21(2):99-107.
12. Gonzalez V, Saldías R, Castillo O. Utilización de la nefrostomía percutánea en la práctica clínica urológica. *Rev Chil Uro.* 2009;74(3):34-45.
13. Dyer RB, Regan JD, Kavanagh PV, Khatod EG, Chen MY, Zagoria RJ. Percutaneous nephrostomy with extensions of the technique: Step by step. *Radiographics.* 2002;22(3):503-25.