

Clinical characteristics and functional and oncologic results of patients with kidney tumors that underwent partial nephrectomy

Características clínicas, resultados funcionales y oncológicos de los pacientes con tumores renales tratados con nefrectomía parcial

 Javier Antonio Herrera Muñoz,^{1*}  Diego Antonio Preciado Estrella,¹  Luis Villalpando Gómez,¹
 Zael Santana Ríos,¹  Pedro Martínez Cervera,¹  Anna Scavuzzo,¹  Miguel Ángel Jiménez Ríos,¹

Abstract

Background: Partial nephrectomy has become standard treatment for T1 tumors (≤ 7 cm), solitary kidney, bilateral tumors, and hereditary cancer. There are few studies in Mexico that report on said procedure.

Aim: To know the clinical characteristics, perioperative morbidity, and functional and oncologic results of partial nephrectomy at the Instituto Nacional De Cancerología

Materials and methods: A retrospective, analytic study was conducted on patients that underwent partial nephrectomy within the time frame of 2000 to 2018, reporting the oncologic and perioperative results.

Results: Seventy-nine patients that underwent partial nephrectomy were analyzed. A total of 82 procedures were performed. Mean patient age was 52 years. Clinical stage was T1a and T1b in 62 (74.6%) and 20 (24.4%) cases, respectively. Warm ischemia was utilized in 39 (47.6%) patients and n ischemia was used in 35 (42.7%). Mean surgery duration was 162 min, mean blood loss was 449 ml, and mean hospital stay was 2.1 days. Open surgery was performed on 70 (85.4%) patients and 12 (14.6%) patients underwent the laparoscopic procedure. There were early complications in 17 (20%) patients that included 9 (11%) transfusions. Clear cell renal cell carcinoma was reported in 66 (80.5%) cases and surgical margins were negative in 73 (89%). Cancer-specific survival was 100% and overall survival was 92% at five years. The mean preoperative estimated glomerular filtration rate was 88 ml/min and it was 79 ml/min at one year. Renal ischemia influenced the decrease in the glomerular filtration rate.

Conclusions: The results of the present study are similar to those reported in other international referral centers, making the performance of partial nephrectomy in T1 tumors a safe procedure in our population.

Keywords:

Partial nephrectomy, survival, renal ischemia, glomerular filtration rate.

Correspondencia:

* Javier Antonio Herrera Muñoz. Instituto Nacional De Cancerología Av. San Fernando No. 22, Col. Sección 16, C.P. 14080, Ciudad de México. Correo electrónico uro.javant@gmail.com

Citación: Herrera-Muñoz J.A., Preciado-Estrella D.A., Villalpando-Gómez L., Santana-Ríos Z., Martínez-Cervera P.F., Scavuzzo A., Jiménez-Ríos. Características clínicas, resultados funcionales y oncológicos de los pacientes con tumores renales tratados con nefrectomía parcial. Rev. Mex. Urol. 2019;79(1):pp. 1-11

Recepción: 31 de octubre, 2018

Aceptación: 28 de diciembre, 2018

¹ Instituto Nacional De Cancerología (INCan), Ciudad de México



Resumen

Antecedentes: La nefrectomía parcial (NP) se ha convertido en el manejo estándar de los tumores T1 ($\leq 7\text{cm}$) y/o en riñón único, tumores bilaterales y cáncer hereditario. En México existen pocos estudios que reporten los resultados de dicho procedimiento.

Objetivo: Conocer las características clínicas, morbilidad perioperatoria y resultados oncológicos y funcionales de la NP en el INCan.

Materiales y métodos: Estudio retrospectivo y analítico de los pacientes de NP del año 2000 al 2018. Se reportaron resultados oncológicos y perioperatorios.

Resultados: Se analizaron 79 pacientes con 82 NP. Edad media 52 años. El T clínico fue T1a y T1b en 62 (74.6%) y 20 (24.4%) casos respectivamente. Se realizó isquemia caliente en 39 (47.6%) y sin isquemia en 35 (42.7%). La media de tiempo quirúrgico, sangrado y estancia hospitalaria fue de 162 min, 449 ml y 2.1 días respectivamente. El abordaje abierto fue en 70 (85.4%) y laparoscópico en 12 (14.6%). Las complicaciones tempranas se presentaron en 17 (20%) incluyendo 9 (11%) transfusiones; 66 (80.5%) procedimientos reportaron células claras. Los márgenes quirúrgicos fueron negativos en 73 (89%). La sobrevida cáncer específica y sobrevida global a los 5 años fue de 100% y 92% respectivamente. La media estimada de tasa de filtración glomerular (TFG) prequirúrgica fue 88ml/min y de 79ml/min al año. La isquemia renal influyó en la disminución de la TFG.

Conclusiones: La CCN en nuestros pacientes muestra resultados similares a lo reportado en otros centros de experiencia internacional por lo que intentar realizarlo en todos los tumores T1 es seguro en nuestra población.

Palabras clave:

Nefrectomía parcial, sobrevida, isquemia renal, tasa de filtrado glomerular.

Introducción

Se estima una incidencia mundial de tumores renales de 300,000 al año y más del 50% se diagnostica de forma incidental.⁽¹⁾ La nefrectomía parcial (NP) es el estándar en el manejo de las lesiones T1 ($\leq 7\text{ cm}$) y también debe de considerarse en riñón único anatómico o funcional, tumores bilaterales, cáncer renal hereditario y enfermedad renal crónica.^(2,3) Por otro

lado se ha reportado buenos resultados en algunos tumores T2.⁽⁴⁾ La NP ha demostrado menor disminución de filtrado glomerular y menor incidencia de enfermedad cardiovascular comparado con la nefrectomía radical (NR), con resultados oncológicos equiparables.^(5,6)

La complejidad de la nefrectomía parcial se ha valorado por diferentes scores, entre ellos el

PADUA (Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical), C índice y RENAL, éste último es el más utilizado.^(2,7)

EL éxito de la NP se ha valorado bajo el concepto de “trifecta” que incluye márgenes negativos, ausencia de complicaciones e isquemia menor a 25 minutos, que se reporta del 44% al 68%.^(7,8) Los márgenes positivos van del 4-7% y se han asociado a tumores centrales o de alta complejidad,⁽⁹⁾ algunos autores lo han asociado a recurrencia local o a distancia principalmente con factores adversos como T3 o grado nuclear III o IV,⁽¹⁰⁾ aunque la recomendación continúa siendo la vigilancia estrecha.^(2,9,11)

El sistema Clavien-Dindo,⁽¹²⁾ como en otras cirugías clasifica las complicaciones en la NP que se reporta aproximadamente en 14%, y se asocia a comorbilidad preoperatoria, múltiples tumores y de mayor tamaño;⁽¹³⁾ las principales complicaciones son transfusión, fuga urinaria, hemorragia y lesión renal aguda.⁽¹³⁻¹⁵⁾ El conocimiento de la isquemia originalmente es por estudios en animales, con un límite de isquemia caliente de 25 a 30 minutos y de isquemia fría entre 60 a 90 minutos; sin embargo, se ha concluido recientemente que el mayor impacto en la función renal es la cantidad y calidad del parénquima preservado.^(16,17) Actualmente la tendencia es no realizar isquemia con mejoría a largo plazo de la TFG y retraso en la progresión de la enfermedad renal crónica.⁽¹⁸⁾

Desde el año 2000 se reportó el retraso en la progresión a insuficiencia renal de la NP contra la NR.⁽¹⁹⁾ Posteriormente se estableció como resultados satisfactorios de la NP la disminución en la incidencia de enfermedad renal crónica,^(20,21) en la mortalidad por evento cardiovascular y mejoría en la sobrevida global.^(5,22)

El abordaje más realizado en el mundo es la nefrectomía parcial abierta (NPA); sin em-

bargo, el advenimiento de la cirugía de mínima invasión trajo el abordaje laparoscópico y robótico con adecuados resultados.^(23,24) La nefrectomía parcial laparoscópica (NPL) aunque ha mostrado excelentes resultados en manos expertas,⁽²⁵⁾ ha sido un reto con una larga curva de aprendizaje y se ha asociado a tiempos de isquemia prolongados por lo que la nefrectomía parcial robótica (NPR) ha tomado fuerza donde se cuenta con el robot Da Vinci, el cuál gracias a su visión tridimensional, ergonomía y movimiento de muñeca ha logrado resultados similares a la cirugía abierta en cuanto a la trifecta.^(26,27)

En México hay pocos reportes respecto a los resultados de la NP,⁽²⁸⁾ por lo que reportar las características clínicas, resultados perioperatorios, oncológicos y funcionales en una institución con alto volumen podrá realizar una evaluación de nuestro manejo respecto a centros de alta experiencia internacional.

Materiales y métodos

Estudio retrospectivo, descriptivo y analítico. De enero del 2000 a junio de 2018 se analizaron 79 pacientes con 82 procedimientos. Se obtuvieron las siguientes características clínicas y perioperatorias: edad, género, comorbilidades, estadio clínico, RENAL score, abordaje quirúrgico, tipo de procedimiento realizado, tipo de isquemia renal, tiempo de isquemia renal, tiempo quirúrgico, sangrado transoperatorio, tasa de transfusión, días de estancia hospitalaria, complicaciones tempranas las cuáles se clasificaron en Clavien-Dindo y complicaciones tardías.

Las características oncológicas obtenidas fueron: tipo histológico, grado nuclear, presencia de márgenes positivos, sobrevida libre de

recurrencia (SLR), sobrevida libre de progresión (SLP), sobrevida cáncer específica (SCE) y sobrevida global (SG). Se analizó la relación de márgenes positivos, tipo histológico y grado nuclear con la recurrencia y progresión.

Respecto a los resultados funcionales se obtuvo la TFG prequirúrgica, a los 3 meses y a 1 año de la cirugía; se utilizó la fórmula de MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) abreviada utilizando género, creatinina, raza y edad. Se realizó análisis entre el papel de la isquemia y la TFG.

El análisis estadístico se realizó con los programas SPSS y GraphPad Prism 7, para el análisis de variables cualitativas se utilizó Chi Cuadrado de Pearson, y para el análisis de variables cuantitativas T de Student y U de Mann Whitney.

Resultados

Se realizaron 82 procedimientos de NP en 79 pacientes, 49 fueron hombres y 30 mujeres. presentaron tumores sincrónicos y la edad media fue de 52 años. Respecto a las indicaciones para NP, casi el 30% fue electiva, el 7% fue absoluta (monorreno anatómico o funcional) y el resto fue relativa (comorbilidad asociada). El estadio clínico T1a fue el más común (75%). En cuanto al RENAL score, la complejidad leve (4-6 puntos) fue la más común (64%). El abordaje más utilizado fue el abierto (85%); sin embargo, en los últimos 2 años ha aumentado el abordaje laparoscópico con ninguna conversión. El tipo de procedimiento quirúrgico más utilizado fue la enucleación (73%), luego la resección parcial o en cuña (22%) la cual se utilizó predominantemente en los primeros 17 procedimientos y por último la polectomía (5%). Se realizó is-

quemia en 47 (57.3%) y en 35 (42.7%) no se utilizó. No se presentó isquemia en 11 pacientes (91.7%) operados por vía laparoscópica. La hemorragia promedio en el abordaje abierto fue mayor contra el laparoscópico (409 vs 205ml) ($p=0.02$). (Tabla 1). Las complicaciones tempranas (<90 días) se presentaron en 17 (20%) procedimientos las cuales fueron: nueve transfusiones, dos fugas urinarias tratadas con drenaje percutáneo y catéter JJ, una retención del drenaje que ameritó reintervención, un paciente con fiebre postquirúrgica, dos con íleo y dos pacientes con infecciones del tracto urinario. Las complicaciones tardías fueron tres hernias postincisionales.

En cuanto a los resultados oncológicos, la histología más frecuente fue células claras (80.5%). Aunque clínicamente todas las NP fueron T1a o T1b, el 12.2% fueron T2a o T3a en el resultado histopatológico. Los márgenes positivos se presentaron en 11% (Tabla 2). Al realizar el análisis, ni el estadio patológico ($p=0.6$) ni el grado de complejidad RENAL ($p=0.5$) fueron factores para la presencia de márgenes positivos. Respecto al abordaje la NPL tuvo 2 (16%) casos con márgenes positivos contra la NPA con 7 (10%) sin diferencia estadísticamente significativa ($p=0.04$).

Seis pacientes tuvieron recurrencia local con una SLR del 98% y 89.3% a los 12 y 36 meses respectivamente (Figura 1); dichas recurrencias se trataron de la siguiente forma: cuatro con nefrectomía radical, uno con tumorectomía y el ultimo con radiofrecuencia. De los pacientes con recurrencia local ninguno tenía antecedente de margen positivo. La progresión de la enfermedad se presentó en cinco pacientes, dos de ellos a pulmón, dos a sistema nervioso central (SNC) y uno a hígado; la SLP fue de 96.5% a los 2 y 5 años (figura 2); sin

embargo, un paciente presentó progresión a 10 años de seguimiento. El factor que se asoció a progresión fue el grado nuclear (dos pacientes fueron grado 4; $p=0.02$).

Durante el seguimiento seis pacientes fallecieron, de los cuáles, tres acaecieron por cáncer renal, de ellos, dos fueron los que presentaron progresión a SNC. La SCE fue del 100% a los 24 y 60 meses, del 80% a los 96 meses y del 64.3% a los 120 meses (figura 3). Las otras tres muertes fueron por insuficiencia renal, segundo primario (sarcoma) y cardiopatía valvular; la SG fue de 98%, 92% y 53% a los dos, cinco y diez años (figura 4).

Los resultados funcionales de todas las NP reportaron una media de TFG de 88 ml/min, a los tres meses de 82 ml/min y al año de 79 ml/min. Al comparar el estadio clínico con la TFG, no hubo diferencias en el estadio T1a, aunque si con el estadio clínico T1b (87ml/min prequirúrgico vs 76ml/min al año) aunque sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ($p=0.4$) (Tabla 3).

Al valorar la isquemia como factor en la TFG, se observó que el porcentaje de disminución en la TFG en el grupo al que se le realizó isquemia fue mayor tanto a los tres y doce meses respecto al grupo que no se realizó isquemia (Tabla 4).

Tabla 1. Características clínicas

	n=82
Edad	(DE) 52 (± 12)
Género	H 49 M 30 (%)
Comorbilidades	
-Ninguna	24 (29.3)
-DM2	17 (20.7)
-HAS	20 (24.4)
-Monorreno	6 (7.3)
-VHL	4 (4.8)
-ERC	2 (2.4)
-Cardiopatía	1 (1.2)
-Segundo cáncer	13 (16)
Estadio clínico	
-T1a	62 (74.6)
-T1b	20 (24.4)
Abordaje	
-Abierto	70 (85.4)
-Laparoscópica	12 (14.6)
-Convertida	0 (0)
RENAL score	
-4-6	53 (64.7)
-7-9	25 (30.4)
-10-12	4 (4.9)
Isquemia	
-Caliente	39 (47.6%)
-Fría	8 (9.8%)
-Sin isquemia	35 (42.7%)
Tiempo quirúrgico (min)	(DE) 162 (± 44)
Tiempo isquemia (min)	
-Caliente	19 (± 8)
-Fría	33 (± 18)
Sangrado (ml)	449 (± 395)
-Cirugía abierta	490 (± 406)
-Cirugía laparoscópica	205 (± 189)
Estancia hospitalaria (días)	2.1

Continúa

	(%)
Transfusión	9 (11)
Complicaciones tempranas (<días)	
Clavien I	17 (20)
Clavien II	3
Clavien III	11 (9 transfusiones) 3
Complicaciones tardías (>90 días)	3 (3.6)

DE= desviación estándar

Tabla 2: Resultados oncológicos

	(%)
Histología	
-Células claras	66 (80)
*Grado 1	13 (15)
*Grado 2	39 (47)
*Grado 3	9 (11)
*Grado 4	5 (6.1)
Cromófobo	7 (8.5)
-Papilar	2 (2.4)
-Angiomiolipoma	5 (6.1)
-Oncocitoma	2 (2.4)
T. Patológico	
-T1a	53 (64.6)
-T1b	19 (23.2)
-T2a	5 (6.1)
-T3a	5 (6.1)
Márgenes positivos	9 (11)
Laparoscopia	2 (16.7)
Abierta	7 (10)

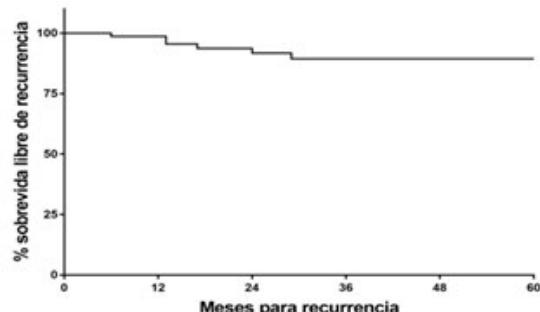


Figura 1: Sobrevida libre de recurrencia.

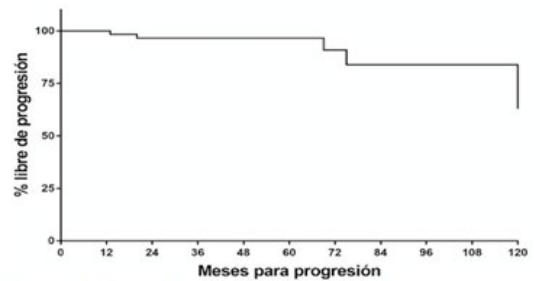


Figura 2: Sobrevida libre de progresión.

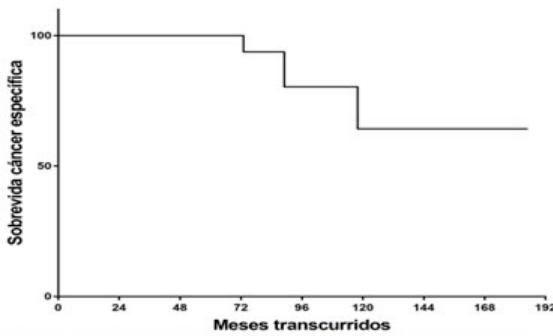


Figura 3: Sobrevida cáncer específica.

Tabla 3: TFG en base a estadio.

	<i>Nefrectomía parcial</i>	<i>Nefrectomía parcial T1a</i>	<i>Nefrectomía parcial T1b</i>
TFG Prequirúrgico	(DE) 88 (\pm 24)	88.5 (\pm 23)	87(\pm 30)
TFG 3 MESES Postquirúrgico	82 (\pm 22)	82 (\pm 21)	84 (\pm 29)
TFG 1 AÑO Postquirúrgico	79(\pm 24)	80 (\pm 26)	76 (\pm 20)

TFG=Tasa de filtrado glomerular; DE= desviación estándar.

Tabla 4: TFG en la NP realizada con o sin isquemia

	Con isquemia (n=47)	Sin isquemia (n=35)
	(DE)	(DE)
TFG Prequirúrgico (ml/min)	92 (\pm 28)	83 (\pm 16)
TFG 3 Meses postquirúrgico (ml/min)	84 (\pm 25)	79 (\pm 18)
TFG 1 Año postquirúrgico (ml/min)	78 (\pm 29)	79 (\pm 16)
% Cambio TFG a los 3 meses	9 %	5 %
% Cambio TFG a 1 año	15%	5%

TFG=Tasa de filtrado glomerular; DE= desviación estándar.

Discusión

Nuestra serie de 82 NP, aunque comparativamente con la literatura internacional es pequeña, en México es la serie más grande reportada. La mayoría de estudios de NP se han realizado en estadios clínicos T1a y T1b lo que coincide con nuestro estudio.^(1,3) En México, un estudio realizado en un hospital general analizó 18 pacientes tratados con nefrectomía parcial, el 61% tenía un RENAL score de baja complejidad,⁽²⁸⁾ similar a lo que se reporta en este análisis con 64.6%.

Lucas et al. reportaron un sagrado de 250 ml,⁽²⁹⁾ a diferencia de nuestro estudio que fue

mayor con una media de 449 ml. Diversos autores coinciden en el menor sangrado en la cirugía de mínima invasión contra la abierta,^(24,26,30) lo que es similar en nuestro estudio donde la NPL tuvo menor sangrado que la NRA (205 vs 490 ml). En una revisión de 38,064 NP se reportó una tasa de transfusión del 10.6% en la NPA coincidente con nuestro estudio con 11%.⁽³¹⁾

Se ha reportado entre 15% y 30.5% de complicaciones tempranas,^(15,31) las complicaciones más frecuentes descritas son hemorragia perioperatoria, transfusiones, lesión renal aguda, infección y fuga urinaria. En nuestro estudio

las complicaciones tempranas fueron del 20% y similares a las descritas.

Mir et al. realizaron un metanálisis donde la isquemia caliente iba en promedio o de 25 a 30 minutos,⁽¹⁶⁾ en nuestro estudio fue de 19 minutos. Múltiples autores han demostrado la factibilidad y tendencia de no realizar isquemia,⁽¹⁸⁾ lo que en nuestra institución ha aumentado en los últimos 3 años (más del 80% se han realizado sin isquemia en dicho periodo).

Los márgenes positivos oscilan de forma global entre 2.5% - 7%,^(9,32,33) en nuestro estudio fue un poco mayor con 11%. En nuestro estudio ni el estadio patológico ($p=0.6$) ni el grado de complejidad RENAL ($p=0.5$), ni el abordaje ($p=0.4$) fueron factores para la presencia de márgenes positivos, esto probablemente a una adecuada técnica de enucleación implementada. Se ha concluido que los factores de recurrencia local son la asociación de tumores múltiples o centrales, el grado nuclear alto y margen positivo,⁽³⁴⁾ de la misma manera diversos autores concluyen que el análisis transoperatorio no tiene finalidad terapéutica y que no predice el estado del margen en el reporte histopatológico final.⁽⁹⁾ En nuestro estudio los márgenes positivos no se asociaron a recurrencia ($p=0.2$), pero sí lo hizo el de tipo grado nuclear (Fuhrman IV) ($p=0.02$). Por ello la recomendación ante márgenes positivos es la vigilancia.^(9,11,33)

Weber et al. reportaron a cinco y diez años una SG 91% y 73%; SCE 98%; SLR 97% y 95% y de SLP 98% y 96%.⁽¹⁹⁾ En nuestro estudio a 5 años la SG fue del 92%, SCE 100%, SLR 89.3% y SLP 96.5%. Simhan et al., reportaron una recurrencia a distancia de 2.1% y una mortalidad de 0.4% a cinco años⁽³⁰⁾ En el estudio de la EORTC por Van Poppel et al., se mostró una progresión en diez años de 4.1% para NP.⁽⁶⁾ En nuestro estudio la recurrencia a distancia o progresión fue en cinco

pacientes (6.3%) y con una mortalidad por cáncer de tres pacientes (3.8%) pero a diez años de seguimiento, lo que concluye en resultados oncológicos similares otros centros de experiencia.

Por último, diversos estudios y metanálisis coinciden en que la NP preserva mejor la TFG postquirúrgica respecto a la NR.^(19,20) Andrade et al. reportó en 115 NP una preservación del filtrado glomerular en el 87.8%.⁽⁸⁾ En nuestro estudio la disminución de la media en TFG fue mínima a los 3 y 12 meses, coincidiendo que el estadio T1b tiene mayor disminución en la TFG probablemente por la pérdida mayor de parénquima renal. Diversos autores han demostrado que no realizar isquemia, o isquemia menor a 20 minutos influirá en la función renal postquirúrgica,^(18,35) en nuestro estudio la disminución en la TFG en los pacientes sin isquemia fue menor que en los pacientes con isquemia (5% vs 15% al año).

Las debilidades del estudio es que aún son pocos casos los analizados y que se trata de un estudio retrospectivo.

Conclusiones

Los resultados reportados en nuestra serie son equiparables con la literatura internacional. Al analizar nuestros resultados observamos que el buen manejo perioperatorio influye directamente en el adecuado control oncológico y funcional. La tendencia actual en el INCan y a nivel internacional es realizar NP en todos los tumores T1 y algunos T2a cuando sea técnicamente factible y de preferencia sin isquemia y con técnicas de mínima invasión, sin comprometer el resultado

oncológico o el incremento en las complicaciones. Este estudio nos permite proponer futuros análisis prospectivos que mejoren el manejo y resultados de los pacientes candidatos a NP.

Referencias

1. Campbell S, Uzzo RG, Allaf ME, Bass EB, Cadeddu JA, Chang A, et al. Renal Mass and Localized Renal Cancer: AUA Guideline. *J Urol.* 2017;198(3):520–9. doi: 10.1016/j.juro.2017.04.100
2. NCCN. NCCN Guidelines for Patients. Prostate Cancer. Plymouth: National Comprehensive Cancer Network; 2018.
3. Agrawal S, Sedlacek H, Kim SP. Comparative Effectiveness of Surgical Treatments for Small Renal Masses. *Urol Clin North Am.* 2017;44(2):257–67. doi: 10.1016/j.ucl.2016.12.011
4. Lee HJ, Liss MA, Derweesh IH. Outcomes of partial nephrectomy for clinical T1b and T2 renal tumors. *Curr Opin Urol.* 2014;24(5):448–52. doi: 10.1097/MOU.0000000000000081
5. Huang WC, Elkin EB, Levey AS, Jang TL, Russo P. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy in patients with small renal tumors—is there a difference in mortality and cardiovascular outcomes? *J Urol.* 2009 Jan;181(1):55–61; discussion 61–62. doi: 10.1016/j.juro.2008.09.017
6. Van Poppel H, Da Pozzo L, Albrecht W, Matveev V, Bono A, Borkowski A, et al. A prospective, randomised EORTC intergroup phase 3 study comparing the oncologic outcome of elective nephron-sparing surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. *Eur Urol.* 2011;59(4):543–52. doi: 10.1016/j.eururo.2010.12.013
7. Novara G, La Falce S, Kungulli A, Gandaglia G, Ficarra V, Mottrie A. Robot-assisted partial nephrectomy. *Int J Surg Lond Engl.* 2016;36(Pt C):554–9. doi: 10.1016/j.ijsu.2016.05.073
8. Andrade HS, Zargar H, Caputo PA, Akca O, Kara O, Ramirez D, et al. Five-year Oncologic Outcomes After Transperitoneal Robotic Partial Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma. *Eur Urol.* 2016;69(6):1149–54. doi: 10.1016/j.eururo.2015.12.004
9. Steinestel J, Steffens S, Steinestel K, Schrader AJ. Positive surgical margins in nephron-sparing surgery: risk factors and therapeutic consequences. *World J Surg Oncol.* 2014;12. [accessed 4 Apr 2019] Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4249770/>
10. Shah PH, Moreira DM, Okhunov Z, Patel VR, Chopra S, Razmaria AA, et al. Positive Surgical Margins Increase Risk of Recurrence after Partial Nephrectomy for High Risk Renal Tumors. *J Urol.* 2016;196(2):327–34. doi: 10.1016/j.juro.2016.02.075
11. Kim SP, Abouassaly R. Treatment of Patients with Positive Margins after Partial Nephrectomy. *J Urol.* 2016;196(2):301–2. doi: 10.1016/j.juro.2016.05.078
12. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004;240(2):205–13.
13. Zaid HB, Parker WP, Lohse CM, Cheville JC, Boorjian SA, Leibovich BC, et al. Patient factors associated with 30-day complications after partial nephrectomy: A contemporary update. *Urol Oncol.* 2017;35(4):153.e1–153.e6. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.11.001
14. Spana G, Haber G-P, Dulabon LM, Petros F, Rogers CG, Bhayani SB, et al. Complications after robotic partial nephrectomy at centers of ex-

- cellence: multi-institutional analysis of 450 cases. *J Urol.* 2011;186(2):417–21. doi: 10.1016/j.juro.2011.03.127
- 15.** Van Poppel H, Da Pozzo L, Albrecht W, Matveev V, Bono A, Borkowski A, et al. A prospective randomized EORTC intergroup phase 3 study comparing the complications of elective nephron-sparing surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. *Eur Urol.* 2007;51(6):1606–15. doi: 10.1016/j.euro.2006.11.013
- 16.** Mir MC, Pavan N, Parekh DJ. Current Paradigm for Ischemia in Kidney Surgery. *J Urol.* 2016;195(6):1655–63. doi: 10.1016/j.juro.2015.09.099
- 17.** Funahashi Y, Yoshino Y, Sassa N, Matsukawa Y, Takai S, Gotoh M. Comparison of warm and cold ischemia on renal function after partial nephrectomy. *Urology.* 2014;84(6):1408–12. doi: 10.1016/j.urology.2014.08.040
- 18.** Deng W, Liu X, Hu J, Chen L, Fu B. Off-clamp partial nephrectomy has a positive impact on short- and long-term renal function: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol.* 2018;19(1):188. [accessed 4 Apr 2019] Available from: <https://doi.org/10.1186/s12882-018-0993-3>
- 19.** Lau WK, Blute ML, Weaver AL, Torres VE, Zincke H. Matched comparison of radical nephrectomy vs nephron-sparing surgery in patients with unilateral renal cell carcinoma and a normal contralateral kidney. *Mayo Clin Proc.* 2000;75(12):1236–42.
- 20.** Kim SP, Thompson RH, Boorjian SA, Weight CJ, Han LC, Murad MH, et al. Comparative effectiveness for survival and renal function of partial and radical nephrectomy for localized renal tumors: a systematic review and meta-analysis. *J Urol.* 2012;188(1):51–7. doi: 10.1016/j.juro.2012.03.006
- 21.** Scosyrev E, Messing EM, Sylvester R, Campbell S, Poppel HV. Renal Function After Nephron-sparing Surgery Versus Radical Nephrectomy: Results from EORTC Randomized Trial 30904. *Eur Urol.* 2014;65(2):372–7. [accessed 4 Apr 2019] Available from: [https://www.europeanurology.com/article/S0302-2838\(13\)00659-3/abstract](https://www.europeanurology.com/article/S0302-2838(13)00659-3/abstract)
- 22.** Capitanio U, Terrone C, Antonelli A, Minerini A, Volpe A, Furlan M, et al. Nephron-sparing techniques independently decrease the risk of cardiovascular events relative to radical nephrectomy in patients with a T1a-T1b renal mass and normal preoperative renal function. *Eur Urol.* 2015;67(4):683–9. doi: 10.1016/j.euro.2014.09.027
- 23.** Krane LS, Hemal AK. Emerging technologies to improve techniques and outcomes of robotic partial nephrectomy: striving toward the pentafecta. *Urol Clin North Am.* 2014;41(4):511–9. doi: 10.1016/j.ucl.2014.07.006
- 24.** Leow JJ, Heah NH, Chang SL, Chong YL, Png KS. Outcomes of Robotic versus Laparoscopic Partial Nephrectomy: an Updated Meta-Analysis of 4,919 Patients. *J Urol.* 2016;196(5):1371–7. doi: 10.1016/j.juro.2016.06.011
- 25.** Lane BR, Gill IS. 7-year oncological outcomes after laparoscopic and open partial nephrectomy. *J Urol.* 2010;183(2):473–9. doi: 10.1016/j.juro.2009.10.023
- 26.** Aboumarzouk OM, Stein RJ, Eyraud R, Haber G-P, Chlosta PL, Somani BK, et al. Robotic versus laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2012;62(6):1023–33. doi: 10.1016/j.euro.2012.06.038
- 27.** Khalifeh A, Autorino R, Hillyer SP, Layden H, Eyraud R, Panumatrassamee K, et al. Comparative outcomes and assessment of trifecta in 500 robotic and laparoscopic partial

- nephrectomy cases: a single surgeon experience. *J Urol.* 2013;189(4):1236–42. doi: 10.1016/j.juro.2012.10.021
- 28.** Uberetagoyena-Tello de Meneses I, Sedano-Basilio JE, Trujillo-Ortiz L, Palmeros-Rodríguez A, Cornejo-Dávila V, Martínez-Arroyo C, et al. Resultados oncológicos y seguimiento en pacientes con cáncer renal localizado sometidos a nefrectomía parcial. *Rev Mex Urol.* 2016;76(2):94–8. [accessed 4 Apr 2019] Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007408516000148>
- 29.** Lucas SM, Mellon MJ, Erntsberger L, Sundaram CP. A comparison of robotic, laparoscopic and open partial nephrectomy. *JSLS.* 2012;16(4):581–7. doi: 10.4293/108680812X13462882737177
- 30.** Simhan J, Smaldone MC, Tsai KJ, Li T, Reyes JM, Canter D, et al. Perioperative outcomes of robotic and open partial nephrectomy for moderately and highly complex renal lesions. *J Urol.* 2012;187(6):2000–4. doi: 10.1016/j.juro.2012.01.064
- 31.** Ghani KR, Sukumar S, Sammon JD, Rogers CG, Trinh Q-D, Menon M. Practice patterns and outcomes of open and minimally invasive partial nephrectomy since the introduction of robotic partial nephrectomy: results from the nation-wide inpatient sample. *J Urol.* 2014;191(4):907–12. doi: 10.1016/j.juro.2013.10.099
- 32.** Choi JE, You JH, Kim DK, Rha KH, Lee SH. Comparison of perioperative outcomes between robotic and laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2015;67(5):891–901. doi: 10.1016/j.euru-ro.2014.12.028
- 33.** Tabayoyong W, Abouassaly R, Kiechle JE, Cherullo EE, Meropol NJ, Shah ND, et al. Variation in Surgical Margin Status by Surgical Approach among Patients Undergoing Partial Nephrectomy for Small Renal Masses. *J Urol.* 2015;194(6):1548–53. doi: 10.1016/j.juro.2015.06.076
- 34.** Wood EL, Adibi M, Qiao W, Brandt J, Zhang M, Tamboli P, et al. Local Tumor Bed Recurrence Following Partial Nephrectomy in Patients with Small Renal Masses. *J Urol.* 2018;199(2):393–400. doi: 10.1016/j.juro.2017.09.072
- 35.** Funahashi Y, Hattori R, Yamamoto T, Kamihira O, Kato K, Gotoh M. Ischemic renal damage after nephron-sparing surgery in patients with normal contralateral kidney. *Eur Urol.* 2009;55(1):209–15. doi: 10.1016/j.euru-ro.2008.07.04