

腫瘍径 7 cm 以下の腎腫瘍に対する ロボット支援腎部分切除術の検証

三田 耕司, 野村 直史, 村田 大城
大原 慎也*, 加藤 昌生**, 望月 英樹
広島市立安佐市民病院泌尿器科

ROBOT-ASSISTED PARTIAL NEPHRECTOMY FOR RENAL TUMOR ≤ 7 cm IN DIAMETER

Koji MITA, Naofumi NOMURA, Daiki MURATA,
Shinya OHARA, Masao KATO and Hideki MOCHIZUKI
The Department of Urology, Hiroshima City Asa Hospital

The aim of this study was to compare the perioperative results of robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) with those of laparoscopic partial nephrectomy (LPN) for cT1 renal tumors. From August 2015 to March 2018, 63 consecutive cases undergoing LPN and RAPN (30 cases of LPN and 33 cases of RAPN) for renal tumors ≤ 7 cm in diameter (cT1a: 42 cases and cT1b: 21 cases) were evaluated. The trifecta was defined on the basis of the following three criteria: ischemic time less than 25 minutes, no positive surgical margin, and no perioperative complications within four weeks postoperative. The background factors were compared between the two groups. There were no cases requiring changes in the operation methods. There was no significant difference in age, body mass index, gender, or tumor side between the two groups. While the mean tumor diameter and mean RENAL nephrometry score (RNS) were 32.6 mm and 7.3, respectively, there were no differences between the two groups. The warm ischemic time of RAPN was significantly shorter than that of LPN (12.7 min vs 19.9 min, $P=0.0007$), and the estimated blood loss of RAPN was less than that of LPN (58.6 ml vs 160.3 ml, $P=0.0005$). While there was no apparent tumor damage, tumor exposure on the resection surface was observed in two cases. Perioperative complications were observed in four cases. The trifecta achievement rate of RAPN and that of LPN was 93.9% (31 cases) and 66.7% (20 cases), respectively. The initial perioperative results of RAPN were comparable with those of LPN for cT1 renal tumors.

(Hinyokika Kiyo 64 : 477-482, 2018 DOI: 10.14989/ActaUrolJap_64_12_477)

Key words : Renal tumor, Robot, Partial nephrectomy

緒 言

転移のない 7 cm 以下の cT1 腎腫瘍に対する標準治療は外科摘除が基本であり、適切な手術による治療効果は良好である¹⁾。かつて本邦では小径腎癌に対し根治的腎摘除術が広く行われていたが、根治的腎摘除術と腎部分切除術における長期的な癌制御の治療効果に有意差を認めず²⁾、腎機能温存による生命予後の優位性が報告され³⁾、現在では可能な症例には腎部分切除術が推奨されている¹⁾。

腎部分切除術における腹腔鏡下腎部分切除術 (laparoscopic partial nephrectomy: LPN) は1993年に報告され現在に至っているが⁴⁾、近年の LPN と開放腎部分切除術 (open partial nephrectomy: OPN) との比

較では LPN は OPN と同等の癌制御、術後腎機能の温存が可能で、かつ低侵襲である⁵⁾。

さらに、Da Vinci によるロボット支援腎部分切除術 (Robot-assisted partial nephrectomy: RAPN) では自由度の高い操作が可能である、などの利点から腫瘍切離や止血操作が LPN に比較してより容易とされる⁶⁾。本邦でも2016年4月より 7 cm 以下の限局性腎腫瘍に対し RAPN が保険収載され、腎腫瘍に対する治療選択肢の幅が大きく広がったが、RAPN の有用性についてはいまだに不明な部分もある。

今回、当院で施行した限局性腎腫瘍に対し RAPN を施行した初期症例の治療成績と LPN の治療成績の比較を行い、腎部分切除においてアウトカムの指標とされる切除断端腫瘍露出、阻血時間、周術期合併症の3項目を評価する Trifecta の検討を行い⁷⁾、その予測因子について後方視的な検証を行った。

* 現：県立広島病院泌尿器科

** 現：広島総合病院泌尿器科

対 象 と 方 法

2015年8月から2018年3月までに当院にて単一術者(KM)により腎腫瘍に対し腎部分切除術を施行した66例のうち、腫瘍径が7 cm以下でLPNまたはRAPNを施行した63例(LP N: 30例, RAPN: 33例)を対象とした。術式の変遷としてLPNは2010年7月より開始し2015年7月までに61例の経験を有している。RAPNは2016年8月から導入し2017年4月までLPNとRAPNを行ったが、2017年5月以後全例RAPNに移行した。

LPNは外科手術用内視鏡システム「VISERA ELITE」(オリンパス, 東京)によるハイビジョンシステムを用い、腫瘍の位置、大きさによって経腹膜アプローチおよび後腹膜アプローチのいずれかのアプローチの選択を行った。腎血管の同定とテーピングを行った後に腎周囲を遊離し、腎腫瘍周囲では腎被膜と腎周囲脂肪組織の層で剥離を行った。超音波による腫瘍位置の確認、および腫瘍周囲の切離ラインの決定を行い、腎動脈および腎静脈の血流遮断、腫瘍周囲の切離を行った。腫瘍周囲の切離面に露出した血管断端や尿路開放には3-0 V-LocTM クロー ジャー デバイス(Covidien, 東京)で連続縫合を行い、その後腎動静脈の阻血を解除するearly unclamping techniqueを施行し⁸⁾、腎実質切離面の止血にはソフト凝固を用いた。腎実質は2-0 V-LocTMで連続縫合を行い、欠損部が大

きい場合はサージセル(ジョンソン・エンド・ジョンソン, 東京)を挟み込んで止血を行った。必要に応じてタコシール[®](CSL ベーリング, 東京)を貼付して完全に止血を確認して手術を終了した。これらの一連の操作中に気腹圧を一定に保つためAIRSEAL[®] システム(センチュリーメディカル, 東京)を用いた。

「Da Vinci Xi」(Intuitive Surgical, USA)によるRAPNもLPNと同様に腫瘍の位置、大きさによってアプローチの選択を行い、腫瘍周囲の切離、止血操作についてはLPNと同じ操作を行った。

腎部分切除術における腎腫瘍を評価する方法にはRENAL nephrometry score (RNS)を用いたが⁹⁾, R: radius (最大腫瘍径), E: exophytic/endophytic properties (外方突出型/内包型), N: nearness of the tumor to the collecting system or sinus (腫瘍最深部と尿路までの近接度), A: anterior/posterior/neither (腫瘍と腎冠状断面の相対位置), L: location relative to the polar lines (腫瘍と緯度線の相対位置)の5つの因子に分類して評価を行った⁹⁾。周術期合併症の評価にはClavien-Dindo分類を用いた¹⁰⁾。

RAPNとLPNについてその背景因子および周術期因子における2群間の比較を行った。2群間の有意差検定にはt検定および χ^2 乗検定を用いた。

Trifecta 達成は、腎部分切除面に腫瘍露出なし、阻血時間25分未満、術後4週間以内にClavien-Dindo II度以上の周術期合併症なし、の3項目をすべて満たす

Table 1. Patients background factors

	Total (n=63)	LPN (n=30)	RAPN (n=33)	P value
Age (yrs)*	66.0±11.8	63.5±14.0	68.2±9.0	0.1143
Body mass index (kg/m ²)*	24.7±3.3	24.4±2.9	25.0±3.6	0.5089
Gender				
Male : Female	45 : 18	19 : 11	26 : 7	0.1751
Tumor side				
Right : Left	26 : 37	11 : 19	15 : 18	0.4792
Operation approach				
Peritoneal : Retroperitoneal	36 : 27	13 : 17	23 : 10	0.0347
Tumor diameter (mm)*	32.6±13.7	34.7±15.2	30.7±12.0	0.2521
Clinical T stage				
cT1a	42	18	24	0.2845
cT1b	21	12	9	
RENAL nephrometry score				
4-6	21	7	14	0.0824
7-9	33	16	17	
10	9	7	2	
R : radius (maximal diameter)	1.32±0.47	1.40±0.50	1.24±0.43	0.1884
E : exophytic/endophytic properties	1.71±0.63	1.90±0.55	1.55±0.67	0.0240
N : nearness of the tumor to the collecting system or sinus	2.17±0.87	2.30±0.79	2.06±0.83	0.2822
A : anterior/posterior/neither	22/27/14	9/16/5	13/11/9	0.2646
L : location relative to the polar lines	2.08±0.92	2.37±0.85	1.82±0.92	0.0166

RAPN: Robot-assisted partial nephrectomy. LPN: Laparoscopic partial nephrectomy.

場合と定義し, これ以外は Trifecta 非達成と定義した. 3 項目のうち阻血時間についてはメタ解析の結果から阻血時間は短時間ほど術後可逆的腎機能回復に有利とする報告もみられるが¹¹⁾, 現在阻血時間25分未満と定義する報告が多くこれを採用した¹²⁾.

Trifecta 達成の予測因子については年齢 (歳), BMI (kg/m^2), 性別 (男性/女性), 患側 (左/右), アプローチ (経腹膜/後腹膜), 術式 (RAPN/LPN), RNS の5つの因子などの背景因子についてロジスティック回帰分析を用いた検討を行った. RNS の R, E, N, L などの因子については連続変数として解析を行いオッズ比は連続変数1単位変化あたりの値とし, 術式についてはLPNに対するRAPNのオッズ比を算出した. Trifecta 達成について単変量解析で有意差が見られた項目について多変量解析を行った.

解析ソフトには Excel 統計2010を用い, 有意差検定は P 値 <0.05 を有意差ありとした.

結 果

(背景因子)

背景因子を Table 1 に示す. 全症例の年齢は $66.0 \pm$

11.8 歳 (平均値 $\pm$ 標準偏差), BMI は $24.7 \pm 3.3 \text{ kg}/\text{m}^2$, 性別は男性: 45例, 女性: 18例, 患側は右側: 26例, 左側: 37例でこれらの因子について RAPN と LPN の2群間に有意差は認めなかった. 一方, 経腹膜アプローチ: 36例, 経後腹膜アプローチ: 27例で RAPN は LPN に比較し有意に経腹膜アプローチの割合が多かった. 最大腫瘍径は $32.6 \pm 13.7 \text{ mm}$, cT1a: 42例, cT1b: 21例, RENAL Nephrometry Score (RNS) は 4-6: 21例, 7-9: 33例, 10: 9例で RAPN と LPN の2群間に有意差はみられなかった. RNS の5つの因子のうち LPN のスコアは RAPN のスコアと比較して E 因子 (1.90 ± 0.55 vs 1.55 ± 0.67 , $P = 0.0240$), L 因子 (2.37 ± 0.85 vs 1.82 ± 0.92 , $P = 0.0166$) のそれぞれにおいて有意に高かった. (周術期因子)

全症例の周術期因子を Table 2 に示す. 手術時間は 236.5 ± 56.4 分で2群間に有意差はみられなかったが, RAPN は LPN に比較してそれぞれ有意に阻血時間が短く (12.7 ± 4.3 vs 19.9 ± 10.6 分, $P = 0.0007$), 出血量が少なかった ($58.6 \pm 70.3 \text{ ml}$ vs $160.3 \pm 141.5 \text{ ml}$, $P = 0.0005$).

Table 2. Perioperative factors

	Total (n = 63)	LPN (n = 30)	RAPN (n = 33)	P value
Operation time (min)*	236.5 ± 56.4	249.7 ± 64.6	224.6 ± 45.5	0.0832
Warm ischemic time (min)*	16.1 ± 8.7	19.9 ± 10.6	12.7 ± 4.3	0.0007
Warm ischemic time <25 min	56	23	33	
Warm ischemic time ≥ 25 min	7	7	0	
Estimated blood loss (ml)*	107.1 ± 120.6	160.3 ± 141.5	58.6 ± 70.3	0.0005
Change of operation method	0	0	0	
Specimen weight (g)*	42.1 ± 39.2	48.3 ± 41.6	36.4 ± 36.5	0.2375
Apparent tumor damage	0	0	0	
Tumor exposure on the resection surface	2	1	1	0.5151
Perioperative complications	4	3	1	0.5380
Urinary fistula	2	2	0	
Retroperitoneal hematoma	1	0	1	
Abdominal wall hernia	1	1	0	
Pathological diagnosis				
Clear cell renal cell carcinoma	53	25	28	
Non-clear cell renal cell carcinoma	7	2	5	
Carcinoid	1	1	0	
Angiomyolipoma	2	2	0	
Pathological T stage				
pT1a	36	14	22	0.5068
pT1b	13	7	6	
pT3a	11	6	5	
Preoperative eGFR ($\text{ml}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$)*	65.6 ± 15.3	66.5 ± 16.0	64.8 ± 14.9	0.6622
Postoperative eGFR ($\text{ml}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$)*	57.9 ± 13.8	58.4 ± 13.9	57.5 ± 13.9	0.7954
Trifecta (Yes)	51	20	31	0.0150
Trifecta (No)	12	10	2	

* mean $\pm$ SD.

eGFR: estimated glomerular filtration rate.

術中合併症は腎静脈損傷が RAPN の 1 例に見られたが術中修復が可能であった。全例他術式への移行はなく、輸血症例はなかった。

摘除標本の観察では腫瘍への明らかな損傷はなかったが、切除表面に腫瘍の露出が 2 例に観察された。

術後 4 週間以内の Clavien-Dindo II 度以上の周術期合併症は 4 例に発生し、尿瘻 2 例、後腹膜膿瘍 1 例、腹壁ヘルニア 1 例であった。

悪性腫瘍は 60 例、非悪性腫瘍は 3 例に見られ悪性腫瘍の内訳は、淡明型腎細胞癌が 53 例、非淡明型腎細胞癌が 7 例、病理学的病期は pT1a : 36 例、pT1b : 13 例、pT3a : 11 例であった。

腎機能は平均 eGFR が術前 65.6 ± 15.3 ml/min/ 1.73 m²、術後 1 カ月後 57.9 ± 13.8 ml/min/ 1.73 m² に推移した。

(Trifecta)

全症例 63 例のうち、阻血時間 25 分未満の症例は 56 例 (88.9%)、切除面腫瘍露出なしが 61 例 (96.8%)、周術期合併症なしが 59 例 (93.7%) であった。すべての項目を満たす Trifecta 達成は 51 例 (81.0%) に観察され、Trifecta 非達成は 12 例であった。

RAPN および LPN の Trifecta 達成率は、それぞれ RALP 31 例 (93.9%)、LPN 20 例 (66.7%) であった (Table 2)。

(Trifect 予測因子)

年齢 (歳)、BMI (kg/m²)、性別 (男性/女性)、患側 (左/右)、アプローチ (経腹膜/後腹膜)、術式 (RAPN/LPN)、RNS の各因子などの背景因子のうち単変量解析で有意差が見られた項目について多変量解析を行い Trifecta 達成の有意な予測因子として RNS の E 因子 (外方突出型/内包型) (オッズ比 0.0804, $P=0.0213$) と L 因子 (腫瘍と緯度線の相対位置) (オッズ比 0.2432, $P=0.0461$) を同定した (Table 3)。

考 察

本研究では cT1b 症例が全症例の約 1/3 を占めており比較的難易度の高い症例を多く含んでいたが、Trifecta 達成に必要な切除面に腫瘍露出なし、術後 4

週間以内の周術期合併症なし、のいずれの項目においても高い割合で達成されており、手術操作の質は比較的担保されているものと考えられた。

腎腫瘍に対する腎部分切除術は腫瘍の大きさ、解剖学的な位置などによって難易度が大きく異なることから個々の症例に応じたアプローチを考える必要がある⁹⁾。これらを客観的に評価する方法として RNS が考案され、腫瘍の最大径、埋没の割合、尿路との距離、位置、などの因子によってスコア化が行われ治療戦略の判断材料として用いられている¹³⁾。RNS は腎部分切除術時の腎実質欠損範囲や腎血流遮断の時間に影響を与える予測因子とも考えられ、手技の難易度や術後残存腎機能などに関連する。

今回の検討において RAPN と LPN のいずれも同様の操作を行い 2 群間の比較を行ったが、周術期因子の検討では RAPN は LPN に比較して有意に阻血時間が短く、出血量が少なかった。しかしながら背景因子のうち RNS 因子別の検討で LPN の E 因子および L 因子は RAPN のそれに比較して有意に高く 2 群間に偏りが認められた。このため腎部分切除術に関する周術期アウトカム、術後腎機能などを予測する Trifecta¹⁴⁾ について検討を行ったが Trifecta 達成の予測因子として術式が同定されなかったことから RAPN の初期手術成績は LPN のそれと比較して劣るものではないと考えられた。RAPN は従来の LPN と比較して剥離操作の際の視認性の向上、腫瘍切除の際の切離方向の自由度、止血操作の際の自由度などの特徴があげられるが¹⁵⁾、これらの優位性から RAPN は LPN に比較して阻血時間が短く、腎機能温存に有利とする報告も見られる⁷⁾。

一方、阻血時間 25 分未満とした今回の Trifecta 達成の予測因子に RNS 因子の E 因子および L 因子を同定したことから、腎実質に深く埋没している腫瘍や腎莖部に近い部位に位置する腫瘍では阻血時間の延長、腎部分切除術時の腫瘍露出や周術期合併症のリスクが高くなる可能性が考えられた。

われわれの検討では全症例の平均阻血時間が 16.1 分と比較的短時間であったが、阻血時間短縮の課題に対し LPN および RAPN に共通している手技として縫合

Table 3. Predictive factors for trifecta for cT1 renal tumor

	Univariate			Multivariate		
	P value	OR	CI	P value	OR	CI
Operation type (RAPN)	0.0132	7.7500	1.5354-39.1187	0.2268	4.6017	0.3871-54.6995
R : radius (maximal diameter)	0.0349	0.2444	0.0660-0.9048	0.4762	0.4753	0.0614-3.6788
E : exophytic/endophytic properties	0.0020	0.0858	0.0181-0.4077	0.0213	0.0804	0.0094-0.6869
N : nearness of the tumor to the collecting system or sinus	0.0226	0.2789	0.0931-0.8359	0.6651	0.7527	0.2080-2.7239
L : location relative to the polar lines	0.0139	0.2719	0.0963-0.7674	0.0461	0.2432	0.0606-0.9761

RAPN : Robot-assisted partial nephrectomy. OR : Odds Ratio. CI : Confidence Interval.

時に V-LocTM による self-retaining barbed suture を用いることで縫合時間の短縮を狙い¹⁶⁾, early unclamping technique での早期の阻血解除を行っている⁸⁾. Early unclamping technique では術中出血量は増加するが, 術中の確実な血管断端の処置によって術後仮性動脈瘤発生を有意に減少させるとの報告もみられる¹⁷⁾. 腎実質切離面の止血に対し縫合を行わずソフト凝固による止血も阻血時間の短縮に寄与するが¹⁸⁾, ソフト凝固による止血と腎実質縫合による止血のいずれが術後腎機能温存に有利かについての結論はいまだに出てない^{19, 20)}.

一方で阻血時間が比較的短時間の母集団を対象にした部分切除術後の残存腎機能については阻血時間の影響よりも切除範囲がより大きな影響を及ぼす可能性が示されており, 腫瘍切離の技術も良好なアウトカムを得るために必要と思われる²¹⁾.

今回, 周術期合併症について Clavien-Dindo II 度以上の合併症が6.7% (4例)に見られたが, 一般に腎部分切除術後では再出血や尿瘻などの発生が多い²²⁾. 緊急性を要する術後合併症として仮性動脈瘤があげられ, その確実な予防策が乏しいのが現状ではあるが腫瘍が腎の中心部に近い場合に発生しやすいことから比較的大きな血管に対する損傷がその原因と推測される²³⁾. 一方で RAPN の合併症は, その多くが Clavien-Dindo I 度以下で保存的な経過観察による対応が可能とされる²⁴⁾. 腫瘍の切離面に露出する血管の認識とこれに対する丁寧な処理はこれらの合併症発生に対して有用と考えられ, 特に RAPN による安定した 3D 視野での切離面の詳細な観察や, これに基づく術中の切離ライン決定は LPN に比較して RAPN に有利に働く可能性があり, 初期症例においても LPN に劣ることのない周術期成績が期待できる可能性が考えられた.

適切に加療された小径腎癌に対する腎部分切除術後の癌制御は良好であり, 術後 5 年癌特異的非再発率は T1a : 98.8%, T1b : 90%と報告されている²⁵⁾. 今回の検討では制癌性の検討は行っていないが, これまでの報告では RAPN の短期的な治療成績は LPN や開放手術などの術式と比較して有意差はない²⁶⁾.

本研究のリミテーションとして後方視的な少数例の検討であり, 観察期間が短いことが挙げられる. 今後とも継続した長期間の検討を続けて行く必要がある.

結 語

腫瘍径 7 cm 以下の腎腫瘍に対する RAPN の初期周術期成績は LPN に比較して遜色のないものと考えられた.

文 献

- 1) Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, et al.: EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update. *Eur Urol* **67**: 913-924, 2015
- 2) Russo P and Huang W: The medical and oncological rationale for partial nephrectomy for the treatment of T1 renal cortical tumors. *Urol Clin North Am* **35**: 635-643, 2008
- 3) Huang WC, Levey AS, Serio AM, et al.: Chronic kidney disease after nephrectomy in patients with renal cortical tumours: a retrospective cohort study. *Lancet Oncol* **7**: 735-740, 2006
- 4) Winfield HN, Donovan JF, Godet AS, et al.: Laparoscopic partial nephrectomy: initial case report for benign disease. *J Endourol* **7**: 521-526, 1993
- 5) Ng AM, Shah PH and Kavoussi LR: Laparoscopic partial nephrectomy: a narrative review and comparison with open and robotic partial nephrectomy. *J Endourol* **31**: 976-984, 2017
- 6) Benway BM, Bhayani SB, Rogers CG, et al.: Robot assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors: a multi-institutional analysis of perioperative outcomes. *J Urol* **182**: 866-872, 2009
- 7) Khalifeh A, Autorino R, Hillyer SP, et al.: Comparative outcomes and assessment of trifecta in 500 robotic and laparoscopic partial nephrectomy cases: a single surgeon experience. *J Urol* **189**: 1236-1242, 2013
- 8) Peyronnet B, Baumert H, Mathieu R, et al.: Early unclamping technique during robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy can minimise warm ischaemia without increasing morbidity. *BJU Int* **114**: 741-747, 2014
- 9) Simhan J, Smaldone MC, Tsai KJ, et al.: Objective measures of renal mass anatomic complexity predict rates of major complications following partial nephrectomy. *Eur Urol* **60**: 724-730, 2011
- 10) Dindo D, Demartines N and Clavien PA: Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6,336 patients and results of a survey. *Ann Surg* **240**: 205-213, 2004
- 11) Volpe A, Blute ML, Ficarra V, et al.: Renal ischemia and function after partial nephrectomy: a collaborative review of the literature. *Eur Urol* **68**: 61-74, 2015
- 12) Zargar H, Allaf ME, Bhayani S, et al.: Trifecta and optimal perioperative outcomes of robotic and laparoscopic partial nephrectomy in surgical treatment of small renal masses: a multi-institutional study. *BJU Int* **116**: 407-414, 2015
- 13) Shin SJ, Ko KJ, Kim TS, et al.: Trends in the use of nephron-sparing surgery over 7 years: an analysis using the RENAL nephrometry scoring system. *PLoS One* **10**: e0141709, 2015
- 14) Hung AJ, Cai J, Simmons MN, et al.: "Trifecta" in

- partial nephrectomy. *J Urol* **189**: 36–42, 2013
- 15) Honda M, Morizane S, Hikita K, et al.: Current status of robotic surgery in urology. *Asian J Endosc Surg* **10**: 372–381, 2017
- 16) Erdem S, Tefik T, Mammadov A, et al.: The use of self-retaining barbed suture for inner layer renorrhaphy significantly reduces warm ischemia time in laparoscopic partial nephrectomy: outcomes of a matched-pair analysis. *J Endourol* **27**: 452–458, 2013
- 17) Kondo T, Takagi T, Morita S, et al.: Early unclamping might reduce the risk of renal artery pseudoaneurysm after robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *Int J Urol* **22**: 1096–1102, 2015
- 18) Ota T, Komori H, Rii J, et al.: Soft coagulation in partial nephrectomy without renorrhaphy: feasibility of a new technique and early outcomes. *Int J Urol* **21**: 244–247, 2014
- 19) Takagi T, Kondo T, Omae K, et al.: Assessment of surgical outcomes of the non-renorrhaphy technique in open partial nephrectomy for $\geq$ T1b renal tumors. *Urology* **86**: 529–533, 2015
- 20) Bahler CD, Dube HT, Flynn KJ, et al.: Feasibility of omitting cortical renorrhaphy during robot-assisted partial nephrectomy: a matched analysis. *J Endourol* **29**: 548–555, 2015
- 21) Mir MC, Campbell RA, Sharma N, et al.: Parenchymal volume preservation and ischemia during partial nephrectomy: functional and volumetric analysis. *Urology* **82**: 263–268, 2013
- 22) Meeks JJ, Zhao LC, Navai N, et al.: Risk factors and management of urine leaks after partial nephrectomy. *J Urol* **180**: 2375–2378, 2008
- 23) Shapiro EY, Hakimi AA, Hyams ES, et al.: Renal artery pseudoaneurysm following laparoscopic partial nephrectomy. *Urology* **74**: 819–823, 2009
- 24) Moskowitz EJ, Paulucci DJ, Reddy BN, et al.: Predictors of medical and surgical complications after robot-assisted partial nephrectomy: an analysis of 1,139 patients in a multi-institutional kidney cancer database. *J Endourol* **31**: 223–228, 2017
- 25) Pierorazio PM, Johnson MH, Patel HD, et al.: Management of renal masses and localized renal cancer: systematic review and meta-analysis. *J Urol* **196**: 989–999, 2016
- 26) Vartolomei MD, Foerster B, Kimura S, et al.: Oncologic outcomes after minimally invasive surgery for cT1 renal masses: a comprehensive review. *Curr Opin Urol* **28**: 132–138, 2018

(Received on March 28, 2018)
(Accepted on August 20, 2018)