

腎盂尿管癌に対する腹腔鏡下手術とロボット支援腎尿管摘除術の比較検討 —単一施設における症例解析—

佐賀大学医学部泌尿器科学講座

有 働 和 馬*・雪本弥仁雅・山口優香子・村上 道 洋・前 田 晃 宏
草 野 脩 平・柿 木 寛 明・東 武 昇 平・野 口 満

(受付日: 2025 年 3 月 24 日, 受理日: 2025 年 6 月 30 日)

抄録:

【緒言】腎盂尿管癌に対する根治的な治療として、腎尿管摘除術+膀胱部分切除が標準治療として確立されている。近年では、ロボット支援下手術の導入が進み、より精緻な手術操作が可能となり、さらなる低侵襲化が期待されている。今回、腎盂尿管癌に対するロボット支援下腎尿管摘除術 (Robot-Assisted Nephro-Ureterectomy: RANU) の初期経験について報告するとともに、これまでの腎尿管摘除+下部尿管摘除術との比較検討を行う。【対象と方法】2020 年から 2024 年に、当科で腎盂尿管癌に対し腎尿管摘除術を行った症例を対象とした。臨床データ、周術期成績などを後方視的に検討した。【結果】研究期間中に行われた腎尿管摘除術は 74 例であり、そのうち RANU は 12 例であった。RANU の使用機種は da Vinci Si 2 例, da Vinci Xi 10 例であり、全例経腹膜到達法で施行した。コンソール時間は 234-403 分(中央値 322 分)、手術時間は 308-493 分 (中央値 405 分)、出血量は 1-116 ml (中央値 40 ml) であった。腹腔鏡で施行した群と比較すると、総手術時間と腎摘除の時間には差はなかったが、下部尿管摘除の時間は有意に短く、また、出血量が少なかった。【結論】RANU は下部尿管摘除まで鏡視下で行うため、体位変換が不要で時間短縮になり、出血量が少ないという結果であった。また、ロボットでの縫合操作が経験できる点でも有用であると考えられた。

(西日泌尿. 87: 287-291, 2025)

キーワード: ロボット支援手術, 腎尿管摘除術, 腎盂癌, 尿管癌, 尿管摘除

緒 言

腎盂尿管癌は、腎盂または尿管の尿路上皮から発生する悪性腫瘍であり、根治的な治療としては腎尿管摘除術+膀胱部分切除が標準治療として確立されている¹⁾。従来、本手術は開放手術で行われてきたが、近年では腹腔鏡下手術が普及し、低侵襲な手術が可能となっている。さらに近年では、ロボット支援下手術の導入が進み、より精緻な手術操作が可能となり、さらなる低侵襲化が期待されている。

RANU は、ロボット支援下手術の利点を最大限に活用し、腎摘除から下部尿管摘除までを完全鏡視下で行う手術法である²⁾。RANU は、腹腔鏡下手術と比較して、

より精緻な手術操作が可能であり、出血量の減少や手術時間の短縮が期待される³⁾。しかし、RANU は比較的新しい手術法であり、その安全性や有効性についてはまだ十分なエビデンスが確立されていない。

そこで本研究では、当院における RANU の初期経験を報告し、腹腔鏡下手術との比較検討を行うことで、RANU の安全性および有効性を評価することを目的とした。

対 象 と 方 法

2020 年 1 月から 2024 年 12 月までの間に、当院で施行した腎尿管摘除術を対象とした。対象患者の臨床データは、電子カルテおよび手術記録から後方視的に収集した。

手術方法は、以下の 3 群に分類した。

①後腹膜鏡下腎摘除術+開放手術群: 後腹膜鏡下に腎摘除をおこない、開放手術 (後腹膜アプローチ) での下

*〒 849-8501 佐賀市鍋島 5 丁目 1 番 1 号
TEL 0952-34-2344, FAX 0952-34-2060
E-mail udokazu@gmail.com

部尿管摘除を行う。

②ロボット支援下腎摘除術+開放手術群：ロボット支援下に腹腔鏡下に腎摘除を行い、開放手術（後腹膜アプローチ）での下部尿管摘除を行う。

③RANU群：ロボット支援下で経腹膜アプローチにて、腎摘除+下部尿管摘除を行う。

後腹膜鏡下腎摘除の手術手技は、まず側臥位とし、ジャックナイフ位とする。後腹膜腔をバルーンダイセクターで拡張したのち、腎茎に到達する。腎血管を処理して腎を遊離し、必要に応じて傍大動脈リンパ節の郭清を行う。開放手術（後腹膜アプローチ）での下部尿管摘除は仰臥位とする。基本的には傍腹直筋切開で後腹膜腔に到達し、遊離した腎を確保した後、下部尿管を膀胱流入部まで剥離し、膀胱部分切除を行う。膀胱の切除部は吸収糸で2層に縫合する。

RANUの手術手技は、以下の通りである。すなわち、全身麻酔下に側臥位とし、ジャックナイフ位とする。腎血管を処理し腎を遊離した後、必要に応じて傍大動脈リンパ節の郭清を行う。その後、体位変換は行わず、尿管を膀胱壁近くまで剥離する。膀胱壁に支持糸を2カ所かけた後、膀胱部分切除を行い尿管口を含めた膀胱壁を切除する。支持糸を用いて膀胱壁を閉鎖し、腎・尿管を摘出し、標本摘出とする。

評価項目として、以下の項目を検討した。患者背景（年齢、性別、既往歴など）、腫瘍情報（腫瘍部位、臨床病期、病理学的病期など）、手術時間（総手術時間、腎摘除時間、下部尿管摘除時間）、出血量、術後合併症（Clavien-Dindo分類）。本研究において、術前補助化学療法の明確な取り決めはなく、Tステージや手術待機期間に応じて、主治医の判断で決定した。

統計解析には、EZR (Easy R) を用いた⁴⁾。連続変数は中央値（四分位範囲）で、カテゴリー変数は頻度（割合）で示した。群間比較には、連続変数にはMann-Whitney U検定またはKruskal-Wallis検定を、カテゴリー変数にはカイ二乗検定またはFisherの正確確率検定を用いた。3群間の分布の一致性の検定はKruskal-Wallis検定を用い、その有意差が認められた時にはSteel-Dwass法による多重比較検定を行った。 $p<0.05$ を有意差ありとした。

本研究は、当院の倫理委員会の承認を得て実施した。対象患者には、手術内容および研究内容について十分な説明を行い、同意を得た。

結 果

研究期間中に当院で施行した腎尿管摘除術は74例で

あった。

腎尿管摘除術74例のうち、2例では、後日膀胱全摘除術を予定していたため、下部尿管摘除を行わなかった。また、3例は膀胱全摘除術と併施していた。これら5例の下部尿管摘除+膀胱部分切除を行わなかった症例を除いた69例で手術時間と出血量について検討した。

患者背景をTable 1に示す。年齢は54～92歳（中央値75歳）であり、男性52例、女性17例であった。患側は左39例、右30例であった。腫瘍部位は腎盂43例、尿管26例であった。臨床病期はT1以下：14例、T2：42例、T3：13例であった。術前補助化学療法は18例（26%）に施行していた。

手術方法別の症例数は、①後腹膜鏡下腎摘除術+開放手術群が50例、②ロボット支援下腎摘除術+開放手術群が7例、③RANU群が12例であった。RANU群の背景をTable 2に示す。使用機種はda Vinci Si 2例、Xi 10例であり、全例経腹膜到達法で施行した。コンソール時間は234-403分（中央値322分）、手術時間は308-493分（中央値405分）、出血量は1-116 ml（中央値40 ml）であった。RANU群では、側臥位による腕神経叢障害を1例に認めたが、保存的に改善した（Clavien-Dindo分類Grade 2）。

総手術時間の中央値は、①群が353分、②群が379分、③群が405分であった。腎摘除と下部尿管摘除の時間の中央値はそれぞれ、①群191分と163分、②群210分と174分、③群205分と118分であった（Fig. 1a）。出血量の中央値は、①群110 ml、②群110 ml、③群40 mlであった（Fig. 1b）。③群は、①群②群と比較すると、総手術時間と腎摘除の時間には差はなかったが、下部尿管摘除の時間は有意に短く、また、出血量も有意に少なかった。

考 察

本研究では、RANUの初期経験の評価し、下部尿管処理の安全性と有効性、従来の手術法との比較について報告した。手術手技のアウトカム、若手医師の教育体制、そして本研究の限界点について考察する。

RANUにおける下部尿管摘除は、従来の開腹手術や腹腔鏡手術と比較して、低侵襲で安全かつ有効な手術法である可能性が示唆された。ロボット支援による高精細な3D画像と自由度の高い鉗子操作は、狭い骨盤腔内での繊細な手術操作を可能にし、出血量の減少や下部尿管摘除時間の短縮に貢献したと考えられる。しかし、本研究は初期経験であり、症例数や観察期間が限られているため、長期的な安全性と有効性を評価するためには、さ

らなる症例の蓄積と長期的な追跡調査が必要と考えられる。

次に、3つの手術法の利点と欠点について、教育的観点も含め考察する。①群はすべての操作が後腹膜腔で完結するため、腹腔内臓器・腸管への影響がほとんどないという点で低侵襲と考えられる。教育的観点では、最近機会が少ない腹腔鏡操作と開放手術の両方を経験できるという利点がある。②群は、上部と下部で展開腔が異なるため、やや手技的には煩雑になるという欠点がある。しかしこの方法はロボット支援下腎摘除術と開放手術の

組み合わせであるため、施設の初期症例であっても導入しやすいという利点がある。教育的観点では①群と同様に開放手術の経験が可能である。③群のRANUは、すべて鏡視下で手技が完遂するため出血量が少なく、さらに体位変換が不要であるため手術時間が短縮しやすいという利点がある。拡大視野による確実な尿管口の摘除も利点と考えられる。教育的観点でみれば、ロボットでの縫合操作の経験が可能である。

今回の検討では、RANU群は下部尿管摘除の時間は有意に短かったが、腎摘除の時間は有意差はないものの

Table 1 Patient characteristics

Characteristics, n (%)		ALL (N=69)	Group 1 (N=50)	Group 2 (N=7)	Group 3 (N=12)	p value
Age	Median	75	75	75	80	0.758
	(range)	(54-92)	(54-90)	(71-92)	(59-86)	
Gender	Male	52 (75.4%)	39 (78.0%)	3 (42.9%)	10 (83.3%)	0.134
	Female	17 (24.6%)	11 (22.0%)	4 (57.1%)	2 (16.7%)	
Affected side	Right	30 (43.5%)	20 (40.0%)	6 (85.7%)	4 (33.3%)	0.064
	Left	39 (56.5%)	30 (60.0%)	1 (14.3%)	8 (66.7%)	
Tumor location	Renal Pelvis	43 (62.3%)	33 (66.0%)	4 (57.1%)	6 (50.0%)	0.610
	Ureter	26 (37.6%)	17 (34.0%)	3 (42.9%)	6 (50.0%)	
Clinical stage	T1≥	14 (20.3%)	9 (18.0%)	2 (28.6%)	3 (25.0%)	0.546
	T2	42 (60.9%)	29 (54.0%)	5 (71.4%)	8 (66.7%)	
	T3	13 (18.8%)	12 (24.0%)	0 (0%)	1 (8.3%)	
Neoadjuvant chemotherapy	Yes	18 (26.1%)	6 (18.0%)	4 57.1%	8 (66.7%)	<0.001
	No	51 (73.9%)	44 (88.0%)	3 42.9%	4 (33.3%)	

Table 2 Surgical and procedural Information of the RANU group

Robot Model	da Vinci Si	2
	da Vinci Xi	10
Approach	Transperitoneal	12
	Retroperitoneal	0
Operative time (min)	Console (median)	234-403 (322)
	Laparoscopy (median)	256-437 (356)
	Total (median)	308-493 (405)
Bleeding (ml) (median)		1-116 (40)

Fig. 1a

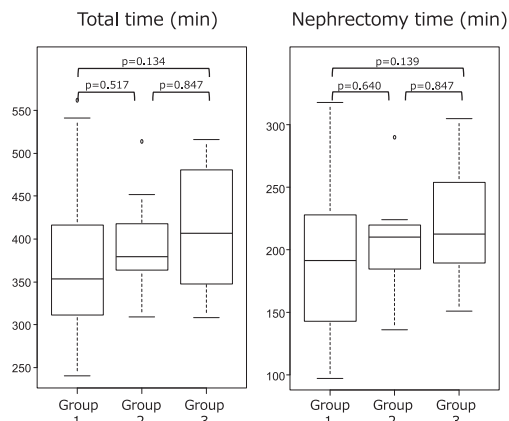


Fig. 1b

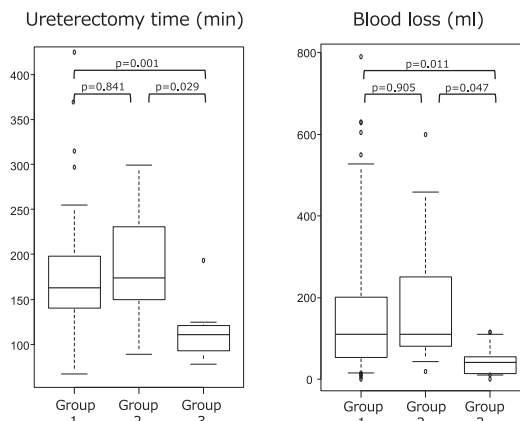


Fig. 1a, 1b Box and whisker plot of a) surgical time and b) blood loss according to surgical procedure.

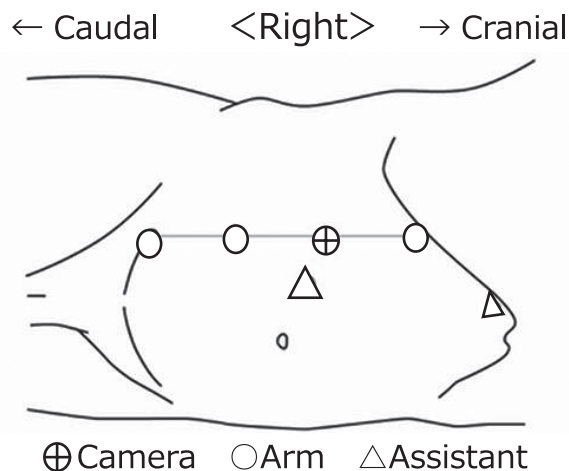


Fig. 2 We usually use four regular da Vinci ports and one air seal port for the assistant (5 mm on the right for liver lift). The distance between ports is at least 7 cm.

やや長く、総手術時間は3群間に差がない、という結果であった。これは、ロボットのセッティングに時間を要することや、腎摘除部分を若手医師が執刀する機会が多かったためと思われる。今後、症例を積み重ねることにより、総手術時間の短縮も期待できるとと思われる。

RANUのセッティングやポート配置については、さまざまな報告がある⁵⁾⁶⁾。具体的には、ポート配置、ターゲティングの施行回数、カメラポートの位置変更、ポート追加の要否、などが検討項目である。現在われわれの施設では、ポートは腹直筋外縁からやや内側で1直線になるように配置し、助手用ポートは1本としている(Fig. 2)。また、術中の操作性を感じつつ、ターゲティングやカメラ配置を症例毎に調節している。患側が左の症例の方が、下部尿管の処理の際に右手が膀胱に近くなるため、

右利きの術者にとっては膀胱の縫合が容易にできる印象がある。

本研究は初期経験であり、いくつかの限界点がある。症例数が少なく観察期間が限られているため、長期的な安全性や有効性を評価するには不十分である。また、単施設研究であるため結果の一般化には限界がある。さらに、症例の選択バイアスや、術者による手技の差が、結果に影響を与えている可能性がある。より客観的な評価を行うためには、多施設による共同研究や手術手技の標準化が必要と考えられる。

以上、当科におけるRANUの初期経験について報告した。RANU群では、下部尿管摘除にかかる時間が短く、出血量が少ないという利点があった。今後症例を積み重ね、制癌性を含めた長期成績について検討していく予定である。

結 語

RANUの初期経験について報告した。RANUによる下部尿管摘除は、低侵襲で安全かつ有効な手術法である可能性が示唆された。若手医師に対する手術指導体制の改善、手術手技の標準化、新しい方法の開発など、様々な課題に取り組むことで、RANUがより安全で質の高い手術法として確立されることが期待される。

文 献

- 1) 日本泌尿器科学会編：腎盂・尿管癌診療ガイドライン 2023年版。In：III 総論。pp. 72-73, 医学図書出版株式会社, 東京, 2023.
- 2) Nanigian, D. K. et al.: Robot-assisted laparoscopic nephroureterectomy. J. Endourol. 20 (7):

- 463-465, 2006.
- 3) O'Sullivan, N. J. et al.: Robotic-assisted versus laparoscopic nephroureterectomy; a systematic review and meta-analysis. *BJUI Compass*. **4** (3): 246-255, 2023.
- 4) Kanda, Y.: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*. **48**: 452-458, 2013.
- 5) 清水龍太郎・他：ロボット支援腎尿管全摘術. *Jpn. J. Endourol. Robot*. **36** (1): 12-17, 2023.
- 6) Motoyama, D. et al.: Robot-assisted radical nephroureterectomy for upper urinary tract tumor: initial experience with the use of novel surgical robot system, hinotori. *Transl. Cancer Res*. **12** (12): 3522-3529, 2023.

COMPARISON OF LAPAROSCOPIC NEPHROURETERECTOMY AND ROBOT-ASSISTED NEPHROURETERECTOMY FOR UPPER URINARY TRACT UROTHELIAL CARCINOMA: A SINGLE-CENTER CASE ANALYSIS

KAZUMA UDO, MINIKA YUKIMOTO, YUKAKO YAMAGUCHI,
MICHIHIRO MURAKAMI, AKIHIRO MAEDA, SHUHEI KUSANO,
HIROAKI KAKINOKI, SHOHEI TOBU AND MITSURU NOGUCHI

Department of Urology, Faculty of Medicine, Saga University, Saga, Japan

Abstract :

(Introduction) Nephroureterectomy with partial cystectomy has been established as the standard of care for curative treatment of renal pelvis and ureteral cancer. In recent years, robot-assisted surgery has been introduced, enabling more precise surgical manipulation, and is expected to become even less invasive. In this report, we describe our initial experience of RANU.

(Materials and Methods) Patients who underwent nephroureterectomy for renal pelvis and ureteral cancers in our institute between 2020 and 2024 were included. Clinical data and perioperative outcomes were retrospectively reviewed.

(Results) There were 74 nephroureterectomies during the study period, 12 of which were RANU. The models used were da Vinci Si in two cases and da Vinci Xi in 10 cases, and in all cases surgery was performed via the transperitoneal approach. Console time ranged from 234-403 minutes (median, 322 minutes), operative time ranged from 308-493 minutes (median, 405 minutes), and blood loss ranged from 1-116 ml (median, 40 ml). Compared to the group that underwent laparoscopic surgery, there was no difference in total operative time or nephrectomy time, but the time for lower ureteral resection was significantly shorter and the amount of blood loss was reduced.

(Conclusion) The RANU procedure, in which even lower ureteral processing was performed under a specular view, eliminated the need for positional changes, shortened the operating time, and resulted in reduced blood loss. RANU was also considered to be useful in terms of suture experience by the robot.

(Nishinohon J. Urol. **87**: 287-291, 2025)

key words : Robotic surgery, Nephroureterectomy, Renal pelvic tumor, Ureteral cancer, Ureterectomy
