

シンポジウム 3 : 手術の坂と雲〜新時代へ進化〜

RAPN の新時代 —3D ナビゲーションの現状と可能性—

広島大学大学院 医系科学研究科 腎泌尿器科学

宮本 俊輔*・日向 信之

抄録：

ロボット支援腹腔鏡下腎部分切除術（RAPN）は多様性に富む術式であり症例毎の準備が重要となっている。そこで有用なのが 3D 画像によるナビゲーションだが、いわゆる AI 技術や処理能力の向上により、近年ではより正確で簡便なものになってきた。自施設での検討では、REBORAS による 3D 画像を用いた RAPN の方が、阻血時間が短縮され、trifecta 達成率が向上した。この技術を発展させ、手術視野への AR など、より直感的な手術支援機器の開発が、RAPN の新時代への一助となる。

(西日泌尿. 86 : 164-165, 2024)

キーワード：3D ナビゲーション, 3D 再構築, RAPN, 腎癌, Trifecta

緒 言

今日、本邦における RAPN は増加傾向にある。ナショナルデータベースによれば、腹腔鏡下腎悪性腫瘍手術(内視鏡手術用支援機器を用いるもの)の件数は、2017 年度の 2759 件から 2021 年度には 5822 件と 4 年の間で倍増しており、これらのほぼすべてが RAPN と考えると、いかに症例数が増えているのかがわかる。この変化に対応すべく、広島大学では ZOISOFT 社に開発協力を行い新たな 3D 医用画像ワークステーションである RAVORAS の開発に協力し活用している (Fig. 1)。今回は、その REBORAS を用いた、術前シミュレーション、及び術中ナビゲーションの有用性について比較検討を行った。

対 象 と 方 法

2015 年から 2023 年に広島大学病院で RAPN を施行した 230 例を対象とした。RAVORAS(ZOISOFT, 東京)による 3D 再構築画像を用いて術前シミュレーション、及び術中ナビゲーションを行った症例 57 例 (3D-NAVI 群) と、使用しなかった 173 例 (control 群) に分け、手術アウトカム (ロボット手術時間、出血量、切除断端、合併症、Trifecta 達成率) について比較した。230 例を 3D-NAVI 群 と control 群 の 2 群 に分け Propensity score (PS) matching を行い可能な限り背景をそろえた上で、マッチングした 50 例ずつの手術アウトカムにつ

いて比較した。PS は年齢, BMI, R.E.N.A.L nephrometry score, 腫瘍径, 手術到達法を共変量として多変量ロジスティックモデルから算出され、キャリパーを 0.2 に設定しマッチングを行った。合併症は Clavian-Dindo 分類 (CD) に従って評価した。Trifecta は、断端陰性、CD3 以上の合併症なし、温阻血時間 25 分未満と定義し検討を行った¹⁾。患者背景、手術アウトカムは Mann-Whitney U 検定、およびカイ二乗検定を用い $p < 0.05$ を有意とした。

結 果

PS matching 後の患者背景および手術結果を Table 1 に示す。3D-NAVI 群 と control 群 で、背景因子に有意差を認めなかった。ロボット手術時間、出血量及び切除

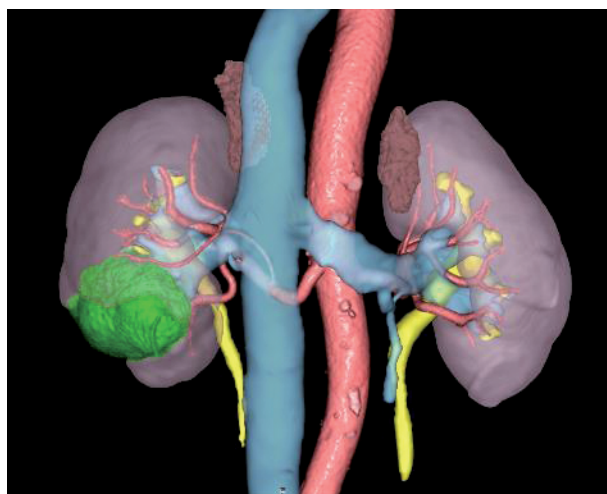


Fig. 1 REBORAS によって作成された 3D 再構築画像

* 〒734-8551 広島市南区霞 1-2-3
TEL 082-257-5242, FAX 082-257-5244
E-mail sm0025@hiroshima-u.ac.jp

受付日：2024 年 1 月 10 日
受理日：2024 年 2 月 2 日

Table 1 マッチング後の患者背景および手術結果

matched cohort		Control 群 n=50	3D-NAVI 群 n=50	p value
背景	年齢 歳	62 (54-72)	63 (56-71)	0.86
	BMI kg/m ²	23.7 (21.5-26.2)	23.6 (21.4-27.0)	0.63
	性別 男/女	38 (76)/12 (24)	35 (70)/15 (30)	0.50
	局在 右/左	27 (54)/23 (46)	19 (38)/31 (62)	0.42
	腫瘍径 mm	30 (23-37)	35.5 (25-44)	0.12
	RENAL nephrometry score	8 (8-9)	8 (7-9)	0.69
	到達法 経腹膜/後腹膜	30 (60)/20 (40)	32 (64)/18 (36)	0.68
手術結果	ロボット手術時間 分	137 (117-161)	144 (117-175)	0.58
	温阻血時間 分	21.5 (18-25)	19 (17-21)	0.02
	温阻血時間 < 25 分	37 (74)	47 (94)	0.01
	出血量 ml	100 (41-291)	112 (60-228)	0.40
	切除断端陽性	0 (0)	0 (0)	1.00
	主な合併症 (>CD Ⅲ)	4 (8)	0 (0)	0.04
	Trifecta 達成	35 (70)	46 (92)	0.01

median (IQR) or n (%)

断端陽性率に有意差を認めなかったが、温阻血時間、合併症については control 群と比較し 3D-NAVI 群で有意差に短縮、低減しており、その結果、有意に trifecta 達成率が高かった。

考 察

RAPN は、癌制御を確実に達成しながら、同時に腎機能の温存が要求される難易度の高い手術である²⁾。この一助として、RAPN に対する 3D 画像の有用性がこれまでも報告されてきた^{3,4)}。今回我々の検討では、REVORAS による 3D 画像を用いて手術ナビゲーションを行った方が、温阻血時間が短縮し、合併症が低減する

結果となった。これは、2D の CT 画像に比べ手術視野に近い 3D 画像を用い緻密な手術計画を行うことで腫瘍の切除、腎の縫合に要する時間が短縮し、また、3D 画像を用いた直感的なコミュニケーションが、術者と助手のみならず手術室全体での共通理解を容易にし、より円滑な手術を可能にしたものと考えられた。今後、これらの技術がさらに発展し、AR 技術を用いて術中 3D 画像に直接投影するようなさらに直感的な手術支援機器の登場が期待される。

文 献

- 1) Hung AJ, et al.: “Trifecta” in partial nephrectomy. *J Urol* **189**: 36-42, 2013.
- 2) Guo J, et al.: Comparison Studies of “Ultrathin Parenchyma” Resection and Sharp Dissection in Robotic Partial Nephrectomy for Renal Tumors. *J Endourol* **34** (3): 281-288, 2020.
- 3) von Rundstedt FC, et al.: Utility of patient-specific silicone renal models for planning and rehearsal of complex tumour resections prior to robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *BJU Int* **119** (4): 598, 2017.
- 4) Crestani A, et al.: Sliding-clip technique for renorrhaphy improves perioperative outcomes of open partial nephrectomy. *Scandinavian J Urol* **52** (5-6): 401-406, 2018.

A NEW ERA OF RAPN — NAVIGATION WITH 3D RECONSTRUCT MODELS —

SHUNSUKE MIYAMOTO AND NOBUYUKI HINATA

Department of Urology, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

Abstract

Robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) is a diverse procedure that requires meticulous preparation for each case. The use of 3D image navigation is considered beneficial, and recent advancements in AI technology and processing capabilities have further enhanced its accuracy and simplicity. In our research, RAPN using 3D reconstructed images by REVORAS demonstrated a shortened ischemia time and an improved trifecta achievement rate compared to conventional methods. Advancing this technology and developing more intuitive surgical support devices, such as augmented reality for the surgical field, will be instrumental in ushering in a new era for RAPN. (Nishinoh J. Urol. **86**: 164-165, 2024)

key words: 3Dnavigation, 3D reconstructed model, RAPN, RCC, Trifecta