

DOI: 10.3969/j.issn.1007-1989.2020.05.015
文章编号: 1007-1989 (2020) 05-0083-05

全息影像技术在机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术 治疗肾门部肿瘤中的应用

王亚楠, 肖俊, 余淦, 周辉, 胡恒龙, 杨春光, 曾星, 李恒,
管维, 胡志全, 王少刚, 叶章群, 王志华

(华中科技大学同济医学院附属同济医院 泌尿外科, 湖北 武汉 430030)

摘要: 目的 评价全息影像技术引导机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术(RAPN)治疗肾门部肿瘤的可行性与有效性。**方法** 回顾性分析该院2019年6月—2019年10月收治的11例肾门部肿瘤患者的临床资料。其中,男3例,女8例;左侧4例,右侧7例;患者年龄32~75岁,平均62.6岁,体质指数19.45~28.12 kg/m²,平均23.75 kg/m²,肿瘤直径1.1~6.7 cm,平均2.76 cm,R.E.N.A.L.评分8~12分,平均10.7分,患肾肾小球滤过率(GFR)22~51 mL/min,平均35 mL/min。患者术前行全腹部增强CT,利用CT数据进行全息影像重建。术中应用该技术结合达芬奇机器人辅助系统,精准分离、剝除肿瘤,并记录手术持续时间、出血量、肾脏热缺血时间、有无并发症及切缘阳性率等。**结果** 根据全息影像引导,11例患者均顺利剝除肿瘤,完成手术,无中转开放。手术时间60~130 min,平均90 min。术中出血量50~180 mL,平均100 mL,热缺血时间18~25 min,平均21 min,无术后发热、继发出血或漏尿等并发症。术后病理诊断肾透明细胞癌9例(Fuhrman I和II级),乳头状细胞癌1例,血管平滑肌脂肪瘤1例,无切缘阳性病例。术后随访3~7个月,平均4.3个月,患肾GFR18~43 mL/min,平均31 mL/min。术后3个月复查肾脏CT平扫及增强,全部患者未出现复发。**结论** 全息影像技术引导RAPN治疗肾门部肿瘤,围手术期并发症少,安全有效。

关键词: 全息影像;机器人;肾门部肿瘤;肾部分切除术

中图分类号: R737.11

Application of holography in treatment of renal hilar tumor by robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy

Ya-nan Wang, Jun Xiao, Gan Yu, Hui Zhou, Heng-long Hu, Chun-guang Yang, Xing Zeng, Heng Li,
Wei Guan, Zhi-quan Hu, Shao-gang Wang, Zhang-qun Ye, Zhi-hua Wang

(Department of Urology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of
Science and Technology, Wuhan, Hubei 430030, China)

Abstract: Objective To evaluate the feasibility and effectiveness of holographic image navigation in robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy (RAPN) for renal hilar tumors. **Methods** The clinical data of 11 patients who underwent RAPN for renal hilar tumors with holography during June to October of 2019 were respectively analyzed. There were 3 males and 8 females with an average age of 62.6 years (range 32 to 75 years), the average body mass index of 23.75 kg/m² (range 19.45 to 28.12 kg/m²), 4 cases of left and 7 cases of right renal tumors. The average tumor diameter was 2.76 cm (range 1.1 to 6.7 cm). The mean GFR is 35 mL/min (range 22 to 51 mL/min). The R.E.N.A.L. score was 10.7 (range 8 to 12). Holography based on enhanced CT data was applied for the purpose of precise separation, enucleation the tumor with the Da Vinci robot-assisted system. The operative time, warm ischemia time, intraoperative blood loss, complications, and oncologic outcomes were analyzed. **Results** According

收稿日期: 2020-01-20

[通信作者] 王志华, Email: zhwang_hust@hotmail.com; Tel: 027-83665308

to the holographic image, all operations were completed successfully and there was no open conversion and large vessel injury. The average operation time was 90 min (60~130 min), estimated blood loss was 100 mL (50~180 mL), warm ischemic time was 21 min (18~25 min), There was no postoperative fever, secondary blood loss, urine leakage or other complications. Pathologically, there were 9 cases of clear cell renal cell carcinoma (Fuhrman grade I~II), 1 case of papillary renal cell carcinoma, and 1 case of angioliomyolipoma, Surgical margins were negative for malignancy in all cases. At a mean follow-up period of 4.3 months, the mean GFR is 31 mL/min (range 18 to 43 mL/min) without any disease recurrence. **Conclusions** It is safe and effective for renal hilar tumors to use holographic image navigation in robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy, which has less perioperative complications.

Keywords: holography; robot; renal hilar tumors; partial nephrectomy

保留肾单位手术 (nephron sparing surgery, NSS) 是目前治疗中早期肾肿瘤的重要手段, 其疗效与根治性肾切除术 (radical nephrectomy, RN) 相当^[1]。腹腔镜下肾部分切除术 (laparoscopic partial nephrectomy, LPN) 与开放肾部分切除术 (open partial nephrectomy, OPN) 具有相似的肿瘤学结局及肾功能恢复率, 而且术后并发症发生率更低、恢复更快^[2], 在临床应用中越来越普遍。然而, 对于解剖位置特殊的肾门部肿瘤, 由于其临近肾蒂及血管, LPN 精准剝除肿瘤、缝合肾脏难度大^[3], 热缺血时间延长, 发生围手术期并发症风险较高。因此, 如何改善 LPN 治疗肾门部肿瘤手术的局限性, 同时提高手术的安全性及有效性, 是临床泌尿外科医师面临的严峻考验。

近年来, 影像学新技术不断涌现, 使得外科医生的诊疗工作越来越精准化。全息影像技术是指在电脑数据分析、计算、融合和渲染等加工处理的基础上, 将增强 CT 的原始二维影像学数据呈现为三维组织形态结构, 进而更好地展示肾脏及临近组织结构, 如: 肾脉管系统、其内肿瘤形态及供应血管等。借助全息影像技术, 术者可以更为缜密地制定和实施手术方案, 提高手术的精准性和安全性^[4]。此外, 达芬奇机器人手术系统的三维视野、稳定高清图像、过滤生理震颤和多关节机械臂等特性, 克服了传统腹腔镜的不足, 更加适合肾门部等复杂性肾肿瘤的治疗^[5]。在本研究中, 11 例肾门部肿瘤全部采用全息影像与机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术 (Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy, RAPN) 融合技术完成手术, 取得了良好效果。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析该院 2019 年 6 月—2019 年 10 月收

治的 11 例肾门部肿瘤患者的临床资料。其中, 男 3 例, 女 8 例; 左侧 4 例, 右侧 7 例; 患者年龄 32~75 岁, 平均 62.6 岁, 体质指数 19.45~28.12 kg/m², 平均 23.75 kg/m², 病程 2 d~2 年, 平均 2.5 个月。临床表现腰痛 3 例, 血尿 1 例, 余 7 例为体检发现。其中 1 例伴有对侧输尿管结石, 1 例合并高血压病, 药物控制可。术前检查提示患肾肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR) 为 22~51 mL/min, 平均 35 mL/min, 其余生化检查未见明显异常。美国麻醉医师协会分级: I 级 6 例, II 级 3 例, III 级 2 例。肿瘤直径 1.10~6.70 cm, 平均 2.76 cm, 肿瘤分期: T_{1a} 期 8 例, T_{1b} 期 3 例, R.E.N.A.L. 评分 8~12 分, 平均 10.7 分。

1.2 设备

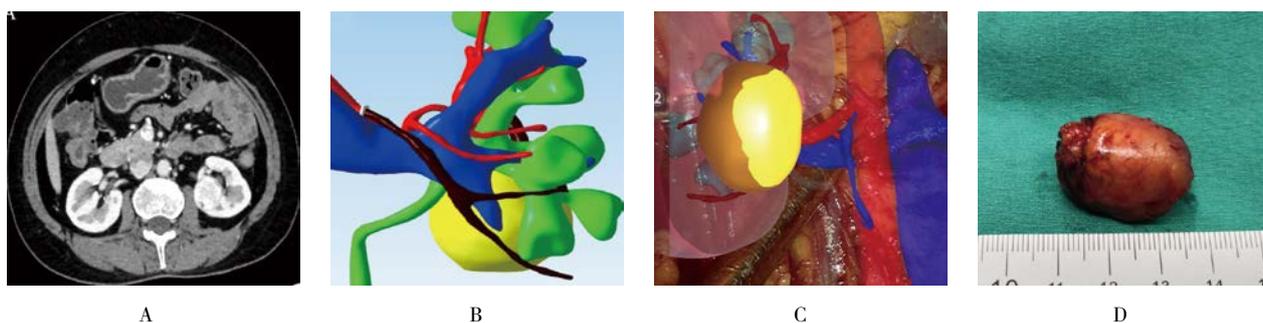
达芬奇机器人手术系统 (Da Vinci Robotic Assisted Surgical Systems) IS3000 (Intuitive Surgical Inc.)、手术机器人专用全息影像信息系统 (北京仁馨医疗科技有限公司)。

1.3 全息影像重建

所有患者术前均行全腹部增强 CT, 由本院同一位影像科医师结合患者病史进行影像诊断。将 CT 图像的 DICOM 数据上传全息分析规划系统工作站 (北京仁馨医疗科技有限公司), 由同一位工程师进行全息影像重建, 用于术前谈话及术中导航。见附图。

1.4 手术方法

所有患者均按常规 RAPN 手术方式进入后腹腔^[6], 分离后腹腔与肾周筋膜间隙。将重建后的全息影像数据导入机器人手术系统, 使手术实时影像与全息影像虚拟肾脏模型相融合。根据融合定位, 确定肾脏血管位置, 避免分离过程中损伤血管, 紧贴肿瘤包膜将各分支动脉、静脉及集合系统剥除肿瘤表面, 选择性夹闭并离断肿瘤供应血管, 精准剝除肿瘤。在完整切除



A: 术前CT; B: 全息影像重建, 黑色为模拟阻断的肾动脉分支, 黄色为肿瘤; C: 全息影像与手术图像同屏显示; D: 术中切除的肿瘤组织

附图 全息影像在肾门部肿瘤中的应用

Attached fig. The application of holography in renal hilar tumor

肿瘤的前提下, 尽可能地保护周围组织、避免破坏肾单位和供应动脉。若主要静脉血管或者集合系统破损, 及时予以修补。

2 结果

本组 11 例患者手术均顺利完成, 无中转开放手术。手术时间 60 ~ 130 min, 平均 90 min, 热缺血时间 18 ~ 25 min, 平均 21 min, 术中出血量 50 ~ 180 mL, 平均 100 mL。引流管留置 3 ~ 5 d, 平均 4.2 d, 术后住院时间 4 ~ 12 d, 平均 6.2 d。术后病理诊断透明细胞癌 9 例 (Fuhrman I 和 II 级), 乳头状细胞癌 1 例, 血管平滑肌脂肪瘤 1 例, 所有患者切缘均阴性。术后随访 3 ~ 7 个月, 平均 4.3 个月, 患肾 GFR 18 ~ 43 mL/min, 平均 31 mL/min。术后 3 个月复查 CT 平扫及增强, 全部患者未出现复发。

3 讨论

3.1 RAPN 的应用

肾门部肿瘤为靠近肾门、与肾盂或肾门血管的距离 < 5 mm 的肿瘤^[7]。因肿瘤位置特殊, 操作难度、围手术期风险高, 行 LPN 往往较为困难。GETTMAN 等^[8]在 2004 年实施了第一例 RAPN, 此后, 多项研究^[9-10]结果证明了 RAPN 治疗肾门部肿瘤的优越效果, 因其更细致、更安全的操作特点, 已经被国内外多家大型医学中心应用于临床。RAPN 的适应证与传统腹腔镜、开放手术相似, 甚至在复杂性肿瘤方面应用更加广泛。

3.2 全息影像技术用于 RAPN 的优势

临床实践发现, 肾门部肿瘤围手术期风险明显高于其他部位肾肿瘤。但目前常规的影像学检查仅提供二维的图像或计算机数据, 不能直观地在三维空间中

准确且立体地反映人体特定解剖结构, 外科医师须依靠个人经验和空间思维能力在脑中重建三维结构, 容易与术中实际情况出现偏离^[11]。本研究所采用的全息影像技术是基于患者术前增强 CT 的 DICOM 数据, 对目标区域内正常骨骼、血管和肌肉等组织进行区分, 经可视化检测、分割提取、测量、验证和计算, 进行全息重建。

3.2.1 术前医患沟通更加有效 医患沟通是医患双方的互动, 医患之间医疗信息的不对称是目前双方关系紧张的一个重要因素。全息影像技术可以较好地解决这一问题, 它具有三维、可缩放和结构清楚等特点, 有助于患者及其亲属了解病情及手术方案, 知晓手术难点, 一定程度上缩小医患双方的专业知识的差距, 降低医患矛盾风险。

3.2.2 术前规划更加全面和精确 重建获得的全息影像可以全角度旋转、缩放, 并根据需要任意拆分、隐藏或显示特定的器官、组织或血管等。因此, 术者在术前可以充分了解肿瘤的大小、位置以及与周围重要组织和器官的毗邻关系和供应肿瘤的具体血管等情况^[12], 有助于选择更加合适的手术入路, 以便获得较好的肿瘤切除及肾脏缝合角度。

3.2.3 术中损伤肾门重要组织结构风险降低 肾门部肿瘤由于毗邻肾脏集合系统及主干血管, 传统手术方式易造成周围组织损伤, 术后易发生出血及尿漏等并发症。根据全息影像机器人术中导航定位技术, 术者可精细游离肾门部组织, 防止在切除肿瘤过程中损伤肾集合系统及周围血管。

3.2.4 肾脏热缺血时间可能更短 肾动脉阻断时间与术后肾功能的恢复密切相关。NGUYEN 等^[13]认为, 肾动脉阻断的每一分钟都可能导致术后肾功能受损。

因此, 必须尽可能缩短热缺血时间。肾门部肿瘤手术难度大, 肾蒂阻断时间往往较长, 这将导致肾功能进一步受损。全息影像引导下高选择性夹闭并离断肿瘤供应血管, 缩短局部肾脏热缺血时间, 有助于术后肾功能的恢复^[14]。

3.2.5 医师手术学习难度降低 泌尿外科手术要求操作精细、准确和微创, 尤其是肾门部位手术, 需要系统的术前设计讨论、准确的术中分析定位以及完善的术后评价, 医师很难在短时间内熟练掌握。全息影像有助于充分理解肿瘤病变部位的解剖结构、肿瘤与集合系统及肾门血管的关系, 理清供应肿瘤的动脉分支, 制定合理的手术规划, 有助于提高医师对手术的理解, 降低学习难度, 提高手术的安全性, 促进解决我国现阶段高级别临床医师短缺问题。

3.3 手术并发症

全息影像机器人术中导航技术结合肾部分切除术治疗肾门部肿瘤在技术上是可行的, 但漏尿、出血、肾功能不全及泌尿系统感染是肾部分切除术后最常见的并发症^[15]。为避免上述并发症发生, 关键要注意手术中彻底暴露肾门, 精细分离、减少血管及集合系统损伤, 若肿瘤与周围组织粘连较重导致损伤, 需用可吸收线缝扎止血, 集合系统损伤范围较大或者炎症明显者, 术后可考虑放置双J管减少尿漏的发生。

3.4 本研究的局限性

①全息影像与真实空间的匹配精度仍需进一步提升, 这也是该技术的重点与难点: 术中肿瘤周围组织解剖位置和全息影像模型的解剖位置会发生一定变化, 如: 呼吸运动产生解剖结构的相对运动, 可导致数据的采集、处理出现误差, 而全息影像与影像数据精准度有关, 若精准度较差, 则模型的建立不够精准, 影响术中导航效果; ②本研究手术例数有限, 需要增加手术例数及随访时间的随机对照研究, 进一步证明其有效性和安全性; ③目前的融合软件需要进一步提高精细程度和仿真效能, 降低费用, 以便更大范围推广。

综上所述, RAPN 的目标是实现控制肿瘤、保留肾单位、减少并发症, 本组的初步经验显示, 全息影像模型立体地呈现了肿瘤与周围血管及集合系统的关系, 有助于术者更加精准地进行肿瘤切除, 有效控制肿瘤, 减少复发率。

参 考 文 献:

- [1] CAMPBELL S, UZZO R G, ALLAF M E, et al. Renal mass and localized renal cancer: AUA Guideline[J]. J Urol, 2017, 198(3): 520-529.
- [2] ROBERTS J, WONG J, HAXHIMOLLA H, et al. Laparoscopic nephron sparing surgery: an Australian experience[J]. ANZ J Surg, 2016, 86(11): 926-929.
- [3] GAO Y, LI H, YAO Y, et al. Vessel and tension-free reconstruction during robot-assisted partial nephrectomy for hilar tumors: "Garland" technique and midterm outcomes[J]. J Endourol, 2020, 34(4): 469-474.
- [4] ARFI A, ARFI-ROUCHE J, BARRAU V, et al. Three-dimensional computed tomography angiography reconstruction of the origin of the uterine artery and its clinical significance[J]. Surg Radiol Anat, 2018, 40(1): 85-90.
- [5] DENG W, LI J, LIU X, et al. Robot-assisted versus laparoscopic partial nephrectomy for anatomically complex T_{1b} renal tumors with a RENAL nephrometry score ≥ 7 : a propensity score-based analysis[J]. Cancer Med, 2020, 9(2): 586-594.
- [6] 张旭, 李宏召, 马鑫, 等. 泌尿外科腹腔镜与机器人手术学 [M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 1.
- [6] ZHANG X, LI H Z, MA X, et al. Laparoscopic and robotic surgery in urology[M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015: 1. Chinese
- [7] TSUBOI M, NODA H, WATANABE F, et al. Complete resection of a complicated huge mesenteric lymphangioma guided by mesenteric computed tomography angiography with three-dimensional reconstruction: report of a case[J]. Int Surg, 2015, 100(3): 574-578.
- [8] GETTMAN M T, BLUTE M L, CHOW G K, et al. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci Robotic System[J]. Urology, 2004, 64(5): 914-918.
- [9] SAGALOVICH D, DAGENAIS J, BERTOLO R, et al. Trifecta outcomes in renal hilar tumors: a comparison between robotic and open partial nephrectomy[J]. J Endourol, 2018, 32(9): 831-836.
- [10] BOYLU U, BASATAC C, YILDIRIM U, et al. Comparison of surgical, functional, and oncological outcomes of open and robot-assisted partial nephrectomy[J]. J Minim Access Surg, 2015, 11(1): 72-77.
- [11] 马小军, 林艳萍, 黄亚磊, 等. 混合现实技术对脊柱经皮后突成形术的探索与应用 [J]. 上海交通大学学报 (医学版), 2019, 39(6): 636-641.
- [11] MA X J, LIN Y P, HUANG Y L, et al. Application and exploration of mixed reality technology in accurate operation of percutaneous vertebroplasty of spine[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University (Medical Science), 2019, 39(6): 636-641. Chinese
- [12] WANG J, LU Y, WU G, et al. The role of three-dimensional

- reconstruction in laparoscopic partial nephrectomy for complex renal tumors[J]. *World J Surg Oncol*, 2019, 17(1): 159.
- [13] NGUYEN MM, GILL IS. Halving ischemia time during laparoscopic partial nephrectomy[J]. *J Urol*, 2018, 179(2): 627-632.
- [14] 魏澎涛, 乔保平, 张寒, 等. 高选择性肾动脉阻断技术在腹腔镜下保留肾单位手术中的应用研究 [J]. *中国内镜杂志*, 2018, 24(1): 56-59.
- [14] WEI P T, QIAO B P, ZHANG H G, et al. Application of highly selective renal artery occlusion in laparoscopic partial nephrectomy[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2018, 24(1): 56-59. Chinese
- [15] ARON M, GILL I S. Minimally invasive nephron-sparing surgery (MINSS) for renal tumours part I: laparoscopic partial nephrectomy[J]. *Eur Urol*, 2007, 51(2): 337-346.

本文引用格式:

王亚楠, 肖俊, 余淦, 等. 全息影像技术在机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术治疗肾门部肿瘤中的应用 [J]. *中国内镜杂志*, 2020, 26(5): 83-87.

WANG Y N, XIAO J, YU G, et al. Application of holography in treatment of renal hilar tumor by robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2020, 26(5): 83-87. Chinese

(吴静 编辑)