

经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术初步经验

张成, 黄伟, 关龙辉, 周延煜, 庄锦标, 边启涛, 郭炬, 周强, 傅斌, 王共先

(南昌大学第一附属医院泌尿外科 江西 南昌 330006)

摘要 目的: 探讨经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术治疗前列腺癌患者的有效性和安全性。**方法:** 选取 2022 年 12 月—2023 年 3 月于南昌大学第一附属医院行经膀胱入路单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的 3 例患者临床资料, 并记录、分析患者术后尿控恢复时间和手术切缘等情况。**结果:** 3 例手术均顺利完成, 未发生中转开放手术或增加辅助手术通道。平均手术时间为 262 (209~334) min, 平均出血量 500 (300~800) mL, 术后 3 个月尿控良好, 均无 Clavien 分级 II 级以上并发症发生。**结论:** 经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术在前列腺癌患者中的应用是有效且安全的, 但本研究病例数有限, 大样本及长期的肿瘤控制需进一步研究。

关键词 单孔手术机器人; 机器人辅助手术; 根治性前列腺切除术; 经膀胱入路

中图分类号 R737.25 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 06-1018-06

Preliminary experience of domestic single-port transvesical robot-assisted radical prostatectomy

ZHANG Cheng, HUANG Wei, GUAN Longhui, ZHOU Yanyu, ZHUANG Jinbiao, BIAN Qitao, GUO Ju,

ZHOU Qiang, FU Bin, WANG Gongxian

(Department of Urology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China)

Abstract Objective: To evaluate the efficacy and safety of single-port transvesical robot-assisted radical prostatectomy (RARP) in patients with prostate cancer. **Methods:** Clinical data of 3 patients who underwent single-port transvesical RARP for localized prostate cancer in the First Affiliated Hospital of Nanchang University from December 2022 to March 2023 were prospectively collected and analyzed. **Results:** All surgeries were successfully completed without conversion to open surgery, and no extra auxiliary channels added. Urinary continence of the three patients were all recovered well, with the average operative time of 262(209-334) min and the average blood loss of 500 (300-800) mL. 1 case of positive surgical margins was found. No complications of Clavien grade II or above occurred. **Conclusion:** Single-port transvesical RARP is an effective and safe alternative for the treatment of prostate cancer. However, the number of cases in this study is limited, studies with large sample and long-term tumor control are needed to further confirm these results.

Key words Single-port Surgical Robot; Robot-assisted Surgery; Radical Prostatectomy; Transvesical Approach

前列腺癌是男性泌尿生殖系统中最常见的恶性肿瘤之一, 近年来发病率呈明显上升趋势^[1]。机器人辅助根治性前列腺切除术 (Robot-assisted Radical Prostatectomy, RARP) 是临床治疗局限

收稿日期: 2023-04-17 录用日期: 2023-06-06

Received Date: 2023-04-17 Accepted Date: 2023-06-06

基金项目: 国家自然科学基金 (82260527)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China(82260527)

通讯作者: 王共先, Email: wanggx-mr@126.com

Corresponding Author: WANG Gongxian, Email: wanggx-mr@126.com

引用格式: 张成, 黄伟, 关龙辉, 等. 经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术初步经验 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (6): 1018-1023.

Citation: ZHANG C, HUANG W, GUAN L H, et al. Preliminary experience of domestic single-port transvesical robot-assisted radical prostatectomy[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(6): 1018-1023.

性前列腺癌常见的手术方式之一^[2-3]。近年来，国产手术机器人平台发展迅速，尤其是国产单臂手术机器人的出现，进一步促进手术微创化，加快了患者的术后恢复。经膀胱入路单孔机器人辅助手术的优势之一在于其能够在较小的解剖空间中操作，不会干扰肠道蠕动，有助于减少术后阿片类药物的使用，有利于促进患者的早期排便和恢复^[4-5]。本研究采用机器人手术系统进行单孔经膀胱入路RARP，现总结初步经验，分析术后短期疗效，并报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2022年12月—2023年3月南昌大学第一附属医院行经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的3例患者资料。所有患者术前经前列腺穿刺活检后病理确定为前列腺癌，并经前列腺MRI、胸部CT和全身骨扫描诊断为局限性前列

腺癌(2例患者cT_{2a}N₀M₀期,1例患者cT_{2c}N₀M₀期)。所有患者术前全天无漏尿,不需要使用尿垫。

纳入标准:①年龄18~80岁;②临床被确诊为局限性前列腺癌患者;③前列腺体积<80 mL。排除标准:①合并严重心、肺等脏器功能不全者;②合并全身远处转移者。

1.2 手术方法

1.2.1 手术设备及器械 所有手术均由同一术者团队完成。手术采用术锐SR-ENS-600型内窥镜机器人手术系统。机械臂通过一次性多通道单孔腹腔镜手术穿刺器(HK-FDDC-5DF)置入膀胱,并采用“可形变对偶连续体机构”技术,实现机械臂的全维运动,避免了术中机械臂碰撞问题。

纵行切开膀胱约4 cm,间断缝合固定膀胱至皮肤切缘(如图1A),置入一次性多通道单孔腹腔镜手术穿刺器HK-FDDC-5DF蓝色内圈,向内翻转白色外圈,使圈套固定于切口(如图1B)。套上两通道套管装置,使蓝色助手手孔位于正上

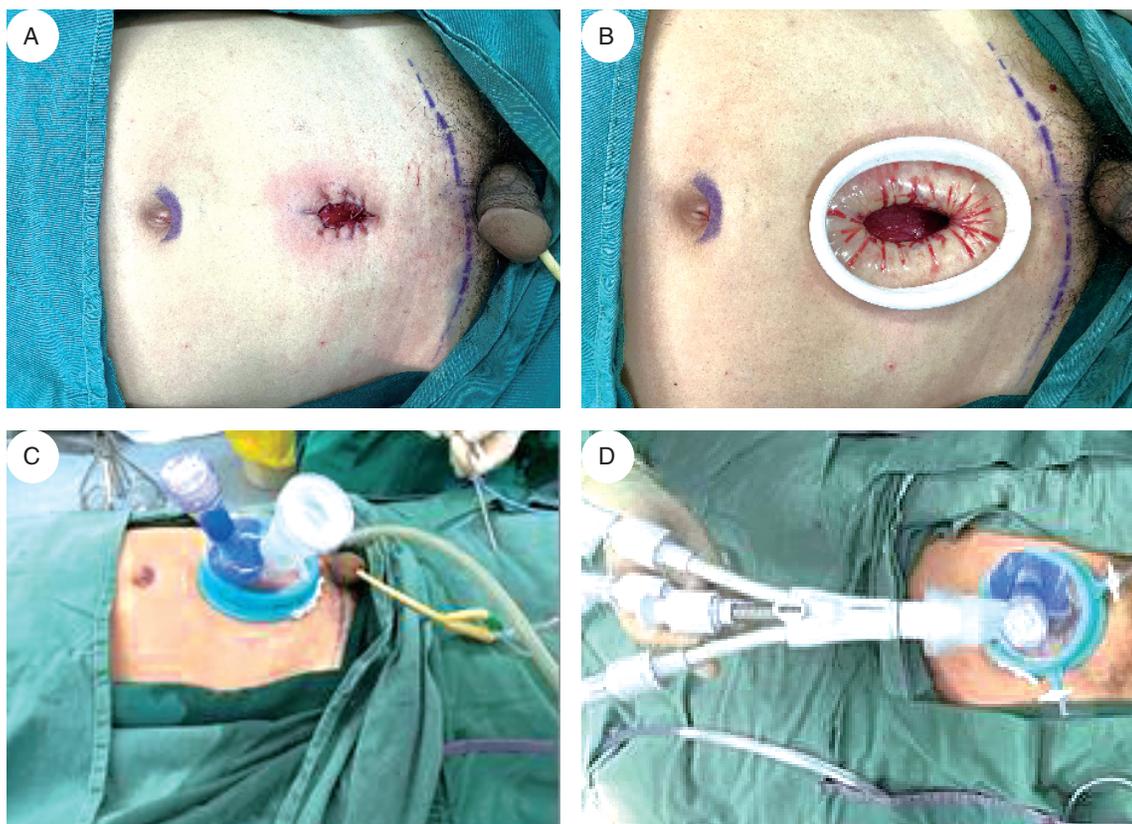


图1 套管摆位

Figure 1 Trocar layout

注:A.切开膀胱,间断缝合以固定膀胱和皮肤;B.一次性多通道单孔腹腔镜手术穿刺器底座;C.一次性多通道单孔腹腔镜手术穿刺器软罩;D.一次性腹腔镜器械鞘管

方便于术中操作（如图 1C）。气腹管连接于装置一侧阀门开口，另一侧阀门用于释放手术过程中产生的烟气。从白色孔置入一次性腹腔镜软器械鞘管，使内窥镜通道朝上（如图 1D）。泊位机械臂系统，连接外壳定位臂接口至机械臂，依次置入内窥镜、手术器械（包括电剪刀、双极抓钳、有创抓钳）。

1.2.2 手术步骤 ①辨认输尿管开口及定位前列腺：辨别双侧输尿管开口，判断前列腺大小（如图 2A）；用电剪刀沿尿道内口作一直径约 2 cm 的圆形切口，切开膀胱黏膜及肌层，该切缘应与输尿管开口保持一定的距离，避免在后续膀胱尿道吻合时损伤输尿管开口（如图 2B）。②分离输尿管、精囊及前列腺：沿此圆形切口下半圈向深面解剖分离，离断双侧输精管，直至充分暴露双侧精囊（如图 2C）；在前列腺后方依次打开筋膜外、筋膜间和筋膜内层次，显露前列腺包膜，沿狄氏筋膜紧贴前列腺包膜充分游离前列腺后壁直至前列腺尖部后方（如图 2D）。③分离血管神经束及尿道：在前列腺右后方 4~5 点处用双极抓钳紧贴前列腺包膜分离，用电剪刀推开盆侧筋膜脏层，显露前列腺右侧神经血管蒂。紧贴前列腺包膜，用 Hem-o-lock 夹及冷刀将前列腺组织与右侧神经血管束分开。同法处理左侧神经血管束（如图 2E）；沿圆形切口上半圈向深面分离至前列腺包膜，并紧贴包膜游离前列腺前壁至尖部前方，显露尿道（如图 2F）。④吻合膀胱颈及尿道：离断尿道，移除标本，膀胱颈网球拍样缝合（如图 2G）；术野彻底止血，用两根 RB-1 针 4-0 倒刺线分别连续缝合，完成膀胱-尿道吻合，留置 F20 三腔硅胶导尿管（如图 2H）。⑤缝合切口：撤去各套管，经单孔套管完整取出标本，分层关闭膀胱及腹壁切口（如图 2I~J）。

1.3 观察指标 完善术前常规检查，记录所有患者年龄、BMI、前列腺体积、Gleason 评分、tPSA、国际勃起功能指数-5（International Index of Erectile Function-5, IIEF-5）评分、手术时间、术中出血量、切口大小、围手术期并发症、病理检查结果等资料。记录患者术后尿控恢复时间和

手术切缘等情况。术后尿控评价标准：将每日尿垫用量 ≤ 1 片定义为“排尿可控”，将正常活动情况下每日使用 2~3 片尿垫定义为“轻度尿失禁”，而每日使用 3 片以上尿垫定义为“尿失禁”^[4]。

2 结果

2.1 一般资料 3 例患者手术均顺利完成，术中无 1 例中转开放或增加辅助通道，无严重术中、术后并发症发生，预后风险均为高危（见表 1）。

2.2 围手术期指标 3 例患者术后病理情况：1 例为 pT₂、1 例为 pT_{3a}、1 例为 pT_{3b}，术后平均 Gleason 评分 7（6~8）分；切缘阳性 1 例。术后 3 例患者均未使用阿片类镇痛药物，术后第 1 d 排气，术后 2 周拔除导尿管，切口大小约 5 cm，切口愈合良好。术后 2 例患者短期（3 个月）随访无漏尿，排尿可控。1 例患者未达随访时间（患者术后未达复查时间）。3 例患者均无切口疼痛或不适感，术后 1 个月、3 个月复查 tPSA < 0.01 ng/mL。所有患者术后均未尝试性活动，3 例患者自述恢复夜间阴茎勃起（见表 2）。

3 讨论

单孔腹腔镜技术是一种较为前沿和先进的微创手术技术，允许术者在单一小切口内进行全部手术操作。单孔腹腔镜技术减少了术中切口数量，减轻了术后疼痛，加速术后恢复及改善术后切口美观度^[5-7]。笔者于 2020 年首次报道了基于达芬奇 Xi 手术系统的多臂单孔经膀胱入路 RARP 的手术技巧和初步经验，该手术入路在术后尿

表 1 患者一般资料
Table 1 General data of patients

指标	均值（范围）
年龄（岁）	67.70（61~73）
BMI（kg/m ² ）	23.30（23.80~25.70）
tPSA（ng/mL）	31.50（27.09~37.71）
前列腺体积（mL）	56.20（23.60~77.50）
Gleason 评分（分）	
3+3	2
4+4	1
预后风险高危（例）	3
IIEF-5 评分（分）	9.30（2~22）

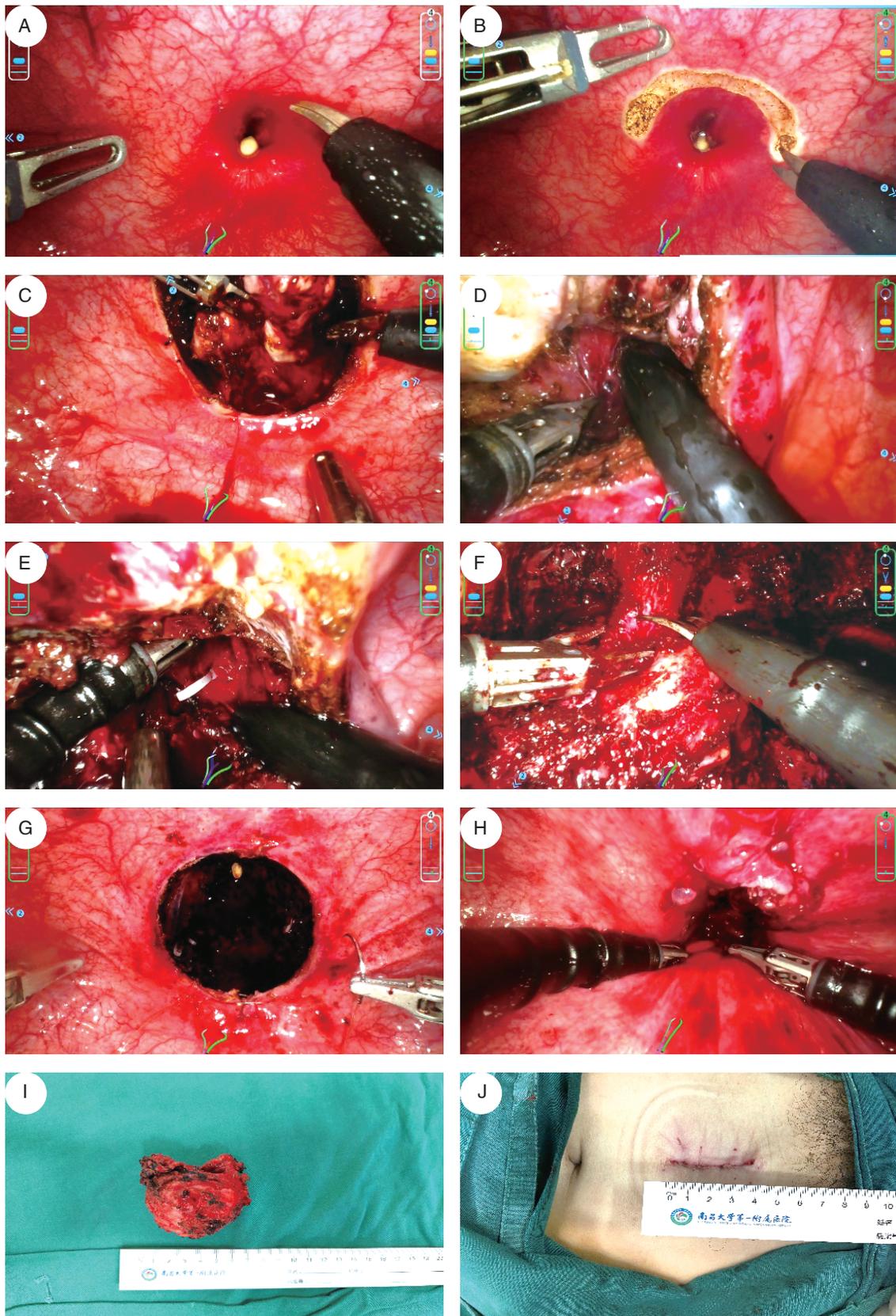


图2 手术步骤

Figure 2 Key surgical procedures

注：A. 打开膀胱；B. 分离尿道内口；C. 分离输精管和精囊；D. 分离前列腺后表面；E. 处理前列腺蒂并保留神经血管束；F. 分离前列腺尖部；G. 分离、离断尿道，移除标本；H. 尿道-膀胱颈吻合；I. 前列腺标本；J. 皮肤切口

表 2 患者围手术期指标
Table 2 Perioperative indicators of patients

指标	病例 1	病例 2	病例 3	均值
手术时间 (min)	334	243	209	262
出血量 (mL)	800	300	400	500
疼痛评分 (分)	4	3	2	3
术后住院时间 (d)	4	11	5	6.70
术后并发症 (例)	0	0	0	
Clavien-Dindo 分级	II	I	I	
术后肿瘤分期	T ₂	T _{3b}	T _{3a}	
切缘性质	-	+	-	
术后 1 周 tPSA (ng/mL)	0.81	3.66	1.35	1.94
术后 1 个月 tPSA (ng/mL)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
术后 3 个月 tSPA (ng/mL)	<0.01	<0.01	—	<0.01

注：病例 3 术后未达 3 个月随访时间，相关数据缺失

控功能保护和勃起功能恢复方面具有优势^[8]，然而当镜头及各种手术器械均经单一切口进入体腔时，器械在体腔内容易互相干扰，易造成“筷子效应”，进而影响操作，大大增加了手术操作难度。

本团队结合达芬奇 Si/Xi 手术系统的 4 臂四通道多套管经膀胱入路 RARP 术和达芬奇 Xi 手术系统的 4 臂单孔套管经膀胱入路 RARP 术的经验^[8-11]，首次介绍了经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的手术技巧和早期结果。本研究结果提示，3 例患者手术均顺利完成，无中转开放或其他术式，未见严重术中、术后并发症发生。3 例患者手术平均时间 262 min，这与经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的首次开展、单孔手术机器人的磨合以及手术存在学习曲线有关。随着手术例数的增加，经验的积累，手术时间也显著缩短。3 例患者术后均无需使用阿片类镇痛药。本研究中经膀胱入路的腹部单一切口，避免了腹腔内脏器操作，也避免了肠道粘连，进一步促进患者术后恢复^[12-14]。关于术后尿控功能，结果显示 2 例患者均在术后短期随访时间内实现了自主控尿。3 例患者中有 1 例术中出血量较多 (800 mL)，这可能与其前列腺体积较大 (77.50 mL)，手术时间较

长有关。一项回顾性研究分析了 419 例 RARP 术后患者切缘阳性的高危因素，结果显示术前 tPSA>10 ng/mL，术中出血量 >200 mL，术后病理分期 pT₃ 是切缘阳性的独立预测因素^[15]。切缘阳性率受 tPSA 和病理状态的影响^[16]，本研究 3 例患者中有 1 例出现术后切缘阳性，其术后病理分期为 T_{3b}，双侧精囊腺见癌累及，属于局部进展性前列腺癌，这可能是导致本研究中患者切缘阳性的原因。常规放置引流管在 RARP 中的作用是有争议的^[17-18]，本研究 3 例患者术后均未留置引流管。根据术中膀胱灌注测漏试验，术后患者均未发生膀胱渗漏。

经膀胱入路的手术操作局限于膀胱内，保留了耻骨后间隙和直肠膀胱陷凹的完整性，初步手术效果提示该入路对患者术后尿控、勃起功能和肿瘤控制效果比较理想^[19-20]。以往用多孔、多臂手术机器人模拟单通道手术时，在四支手术臂中选取三支进行操作，在缺少第四臂牵拉辅助的情况下，手术难度大大增加；而且经膀胱入路的手术操作空间深而狭窄，多臂器械之间相互干扰，操作困难，存在器械的“筷子效应”。相比之下，单孔经膀胱入路 RARP 术式的单孔通道集中于一个切口，无需另加助手孔，避免了较大或多个穿刺孔可能引起的损伤和术后并发症，进一步减少了对患者的创伤；此外，术

中可以清晰观察双侧输尿管口，减少手术损伤输尿管的可能，并且国产单孔手术机器人蛇形机械臂操作灵活，在进入患者体内时会先形成操作三角，从而避免了多臂单孔的“筷子效应”，可在膀胱内轻松完成膀胱颈-尿道的吻合。因经膀胱入路手术区域相对狭小，在进行单孔经膀胱入路 RARP 时，建议选择肿瘤负荷较低的局限性前列腺癌患者，且前列腺体积 <80 mL。此外，经膀胱入路的关键在于找到正确的解剖平面，因此应最先分离输精管和精囊，并沿前列腺后表面向前列腺尖部分离，避免损伤直肠，同时沿此平面向两侧分离神经血管束和前列腺血管蒂。最后吻合膀胱颈-尿道，吻合方式与前入路相同，可采用双针双线连续缝合技术。

经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术技术仍有一定的局限性。国产单孔手术机器人蛇形机械臂双极抓钳电凝效率较低，容易形成焦痂，影响止血效果；单孔多腔道套管助手腔道与其余腔道相距较近，影响助手操作；个别蛇形臂在操作碰撞中张力高，容易造成蛇形臂滑脱，引起手术副损伤。在目前手术入路下进行盆腔淋巴结清扫术是很困难的，因此建议将该技术应用于 Briganti nomogram 淋巴结转移可能性 <7% 的特定患者^[21]。

综上所述，本研究初步证明了经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术是有效且安全的。但样本量少、随访时间短以及缺乏对照组，未来需要更大的样本量研究以进一步验证经膀胱入路国产单孔手术机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术在泌尿外科实践中的作用。

利益冲突声明： 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明： 张成，黄伟负责设计论文框架，起草论文；张成，黄伟，关龙辉，周延煜，庄锦标，边启涛，郭炬，周强，傅斌，王共先均参与该项目具体操作及研究过程的实施；关龙辉，周延煜，庄锦标，边启涛负责数据收集与分析，绘制图表；郭炬，周强负责论文修改；傅斌，王共先负责拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] Welch H G, Albertsen P C. Reconsidering prostate cancer mortality - the future of PSA screening[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(16): 1557-1563.
- [2] Lowrance W T, Eastham J A, Savage C, et al. Contemporary open and robotic radical prostatectomy practice patterns among urologists in the United States[J]. *J Urol*, 2012, 187(6): 2087-2092.
- [3] Faria E F, Maciel C V M, Berger A, et al. Recommendations on robotic-assisted radical prostatectomy: a Brazilian experts' consensus[J]. *J Robot Surg*, 2021, 15(6): 829-839.
- [4] Lepor H, Kaci L, Xue X. Continence following radical retropubic prostatectomy using self-reporting instruments[J]. *J Urol*, 2004, 171(3): 1212-1215.
- [5] 王林辉, 吴震杰, 朱清毅. 中国泌尿外科单孔腹腔镜技术的发展与展望[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2020, 41(11): 807-810.
- [6] 高利军. 单孔腹腔镜和常规腹腔镜手术对前列腺癌根治术后康复的影响[J]. *临床医药文献电子杂志*, 2018, 5(5): 55, 58.
- [7] 江春, 黄健, 林天歆, 等. 梁宽单孔腹腔镜下前列腺癌根治术 20 例 3 年随访结果[J]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2013, 7(4): 254-258.
- [8] 周晓晨, 张成, 傅斌, 等. 单孔经膀胱机器人根治性前列腺切除术: 一种保护术后尿控的新术式[J]. *机器人外科学杂志(中英文)*, 2020, 1(1): 11-17.
- [9] 姜帅, 许培榕, 姚家喜, 等. 耻骨上经膀胱单孔机器人前列腺癌根治术的初步尝试[J]. *中国临床医学*, 2019, 26(2): 215-217.
- [10] Kaouk J, Valero R, Sawczyn G, et al. Extraperitoneal single-port robot-assisted radical prostatectomy: initial experience and description of technique[J]. *BJU Int*, 2020, 125(1): 182-189.
- [11] ZHOU X C, FU B, ZHANG C, et al. Transvesical robot-assisted radical prostatectomy: initial experience and surgical outcomes[J]. *BJU Int*, 2020, 126(2): 300-308.
- [12] Kaouk J, Beksac A T, Abou Zeinab M, et al. Single port transvesical robotic radical prostatectomy: initial clinical experience and description of technique[J]. *Urology*, 2021. DOI: 10.1016/j.jurology.2021.05.022.
- [13] Ramos-Carpinteyro R, Ferguson E L, Chavali J S, et al. First 100 cases of transvesical single-port robotic radical prostatectomy[J]. *Asian J Urol*, 2023, 10(4): 416-422.
- [14] Soputro N A, Kaouk J. Single-port robot-assisted radical prostatectomy[J]. *World J Urol*, 2024, 42(1): 245.
- [15] Yang C W, Wang H H, Hassouna M F, et al. Prediction of a positive surgical margin and biochemical recurrence after robot-assisted radical prostatectomy[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 14329.
- [16] Yossepowitch O, Briganti A, Eastham J A, et al. Positive surgical margins after radical prostatectomy: a systematic review and contemporary update[J]. *Eur Urol*, 2014, 65(2): 303-313.
- [17] Zhong W, Roberts M J, Saad J, et al. A systematic review and metaanalysis of pelvic drain insertion after robot-assisted radical prostatectomy[J]. *J Endourol*, 2020, 34(4): 401-408.
- [18] Porcaro A B, Siracusano S, Bizzotto L, et al. Is a drain needed after robotic radical prostatectomy with or without pelvic lymph node dissection? Results of a single-center randomized clinical trial[J]. *J Endourol*, 2021, 35(6): 922-928.
- [19] 周晓晨, 傅斌, 张成, 等. 经膀胱入路机器人辅助根治性前列腺切除术的短期疗效分析[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2019, 40(2): 127-131.
- [20] 姜帅, 戚宇, 陈翔, 等. 耻骨上经膀胱单孔机器人辅助前列腺癌根治术单中心结果初步分析[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2022, 37(1): 34-36.
- [21] Gandaglia G, Ploussard G, Valerio M, et al. A Novel nomogram to identify candidates for extended pelvic lymph node dissection among patients with clinically localized prostate cancer diagnosed with magnetic resonance imaging-targeted and systematic biopsies[J]. *Eur Urol*, 2019, 75(3): 506-514.

编辑：魏小艳