

· 综 述 ·

机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术的进展:手术入路、设备及技术优势与不足

李逍山¹, 秦 伟², 祁琳萍³, 尚攀峰¹

(兰州大学:1.第二医院泌尿外科;2.第一临床医学院;3.第二临床医学院,甘肃兰州 730030)

Progress in robot-assisted radical prostatectomy: surgical approach, equipment, advantages and limitations

LI Xiaoshan¹, QIN Wei², QI Linping³, SHANG Panfeng¹

(1.Department of Urology, The Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030; 2.The First Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730030; 3.The Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China)

ABSTRACT: Radical prostatectomy (RP) is the main therapeutic method for early localized prostate cancer. With the advancement of technology, robot-assisted radical prostatectomy (RARP) is widely applied, which can enable better achievement of the “five wins”, including long-term tumor control, recovery of urinary control, negative surgical margins, preservation of erectile function, and reduced postoperative complications, thereby improving the treatment efficacy. This paper reviews the various surgical approaches (transabdominal, transperitoneal, transvesical, transperineal, single-hole), current status of optional surgical equipment (da Vinci surgical robot, domestic robot), and advantages and limitations of RARP, so as to provide reference for clinicians in choosing the optimal surgical method for prostate cancer.

KEY WORDS: prostate cancer; robot-assisted surgery; laparoscope; radical prostatectomy; surgical approach

摘要: 根治性前列腺切除术(RP)是早期局限性前列腺癌(PCa)的主要治疗方法。随着科技的进步,机器人辅助腹腔镜下 RP (RARP)的临床应用越来越广泛,该方法可更好地实现“五连胜”,即长期肿瘤控制、尿控恢复、术后切缘阴性、勃起功能保留、减少术后并发症,明显提高了 PCa 的手术治疗效果。本文结合大量文献对 RARP 的手术入路(如经腹腔入路、经腹膜外入路、经膀胱入路、经会阴入路、单孔入路),可选手术设备现况(如达芬奇机器人、国产机器人),以及该手术方法的优势及不足等做一综述,以期临床医师选择 PCa 的最佳手术方式提供参考。

关键词: 前列腺癌;机器人辅助手术;腹腔镜;根治性前列腺切除术;手术入路

中图分类号:R737.25

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-8291.2025.04.015

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性泌尿生殖系统最常见的恶性肿瘤之一,不同人种、地域的 PCa 发病率和病死率存在明显差异。据国家癌症中心发布的中国恶性肿瘤疾病负担情况显示,2022 年我国新发 PCa 病例约 13.42 万人,发病率约 18.61/10 万,死亡病例约 4.75 万人,死亡率约 6.59/10 万,其发病率和死亡率均位居我国男性泌尿生殖系统恶性肿瘤第 1 位^[1]。我国 PCa 发病率较欧美国家低,但中国 PCa 患者 5 年的生存率仅有 66.4%,远低于欧美等发达国家^[2]。临床主要采用前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)和前列腺穿刺活检来确诊 PCa。目前根治性前列腺切除术(radical prostatectomy, RP)仍是早期局限性 PCa 的主要治疗方

法。行 PCa 的手术治疗不仅要求完整切除肿瘤,患者尿控及勃起功能的保留也是重要目标,即 RP 治疗的“三连胜”。随着医疗设备的不断更新,手术方法由早期开放的 RP(open radical prostatectomy, ORP),腹腔镜下 RP(laparoscopic radical prostatectomy, LRP),逐渐发展到机器人辅助 LRP(robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy, RARP)。RARP 是欧美国家治疗 PCa 的首选手术方式,国内部分中心也将其作为 PCa 的标准术式。本文就 RARP 的手术入路、手术设备选择及该手术的优势及不足做一综述,以期临床医师选择 PCa 的手术方式提供参考。

1 手术入路

RARP 的手术入路主要包括经腹腔入路、经腹膜外入路、经膀胱入路、经会阴入路等,其中经腹腔入路最为常用,包括前入路、后入路、侧入路及经腹腔入

收稿日期:2024-07-07

修回日期:2024-10-14

通信作者:尚攀峰,主任医师。E-mail:shangpf@lzu.edu.cn

作者简介:李逍山,硕士研究生在读。研究方向:泌尿系肿瘤。

E-mail:lixsh2023@lzu.edu.cn

路 Vattikuti 研究所前列腺切除术 (Vattikuti Institute prostatectomy, VIP)。此外,手术可经单切口或多切口进行,标准 RARP 通常需要 5~6 个切口,通过单切口完成的 RARP 在 2009 年开始被报道,目前单孔 RARP 已成为国内外研究的热点。

1.1 经腹腔入路 RARP

1.1.1 前入路 经腹腔途径前入路操作空间大、可充分暴露解剖标志,是初学者常用的手术方式之一,其最大的特点是需要切开耻骨后间隙(Retzius 间隙)、分离盆内筋膜、缝扎背深静脉复合体(dorsal vascular complex, DVC),易损伤耻骨前列腺韧带,可能会导致腹股沟疝和术后勃起功能障碍。但有研究指出,与 LRP 和 ORP 相比,前入路 RARP 的学习曲线更短、手术并发症更少、切缘阳性率(positive surgical margin, PSM)更低^[3]。WAGASKAR 等^[4]提出保留 Retzius 间隙及筋膜组织的前入路 RARP,患者术后尿控和勃起功能恢复率被极大提高。随后国内外众多学者先后开展了改良前入路保留 Retzius 间隙筋膜内 RP^[5-6],证明了 WAGASKAR 等^[4]的结论。改良后的前入路 RARP 克服了传统前入路手术最大的缺点,即打开 Retzius 间隙,最大程度地保留了患者的尿控和勃起功能,成为目前最常用的手术方式之一。

1.1.2 后入路 耻骨前列腺韧带、盆内筋膜、神经血管束(neurovascular bundle, NVB)等结构均对患者术后功能恢复有影响。为了降低手术对这些结构的损伤,经后入路的 RP(Bocciardi 方法)被提出,也称保留 Retzius 间隙的后入路 RARP,开启了后入路 RARP 的先河。该术式的特点在于直接通过膀胱直肠陷凹实现完全筋膜内分离切除前列腺,完整保留 Retzius 间隙的组织结构,避免缝扎 DVC,在保证完整切除肿瘤的基础上,明显提高了患者的术后尿控及勃起功能恢复率^[7-8]。虽然此后也有研究证实该术式在早期尿控恢复方面优于经典前入路方式^[9],但随着改良前入路保留 Retzius 间隙筋膜内 RP 的开展,此术式的临床应用逐渐减少。

1.1.3 侧入路 经腹腔侧入路 RARP 在 2007 年被首次报道^[10],该术式的主要特点是经外侧入路优先对 NVB 进行筋膜内分离,再进行精囊等组织的分离,最后行膀胱尿道吻合(urethro vesical anastomosis, UVA),该入路在患者术后尿控及勃起功能恢复上有一定优势,HOEPFFNER 等^[11]验证了这一观点。侧入路可最大化地保留前列腺周围的 NVB,有利于提高术后尿控及勃起功能的恢复率,可达到理想的“三连胜”,适合早期、低危患者。

1.1.4 经腹腔途径 VIP 经腹腔途径 VIP 能更好的保留前列腺侧方及侧后方的筋膜组织,包括周围的尿控结构和勃起神经,更大程度保留了患者的术后尿控及勃起功能。早在 2003 年 MENON 等^[12]首次提出机器人辅助前列腺根治 VIP,并对开展的 100 例手术进行总结,指出经腹腔途径 VIP 在手术时间、出血量、留置尿管时间方面较 ORP 或 LRP 有明显优势^[13]。随后该团队在 VIP 的基础上进行了改良,特点是保留了前列腺侧后方的前列腺筋膜,进一步提高了患者术后尿控及勃起功能的恢复率^[14]。2009 年该团队对改良 VIP 进一步优化,保留 11 点到 1 点前列腺前面的神经、筋膜组织(称为超级面纱),通过对 1151 例接受改良 VIP 患者的临床资料进行分析,指出该术式进一步保留了患者的尿控及勃起功能,达到理想的“三连胜”^[15]。徐林锋等^[16]比较了传统 VIP 与改良 VIP 的临床效果,结果显示改良 VIP 可更大程度保留前列腺周围的筋膜组织,在不牺牲肿瘤控制的前提下促进了患者术后尿控恢复。由于此术式操作难度大,对术者及术者和助手间的配合要求较高,故而临床应用较少。

1.2 经腹膜外入路 RARP 经腹膜外入路 RARP 因其不打开腹膜、不进入腹腔、对肠道干扰少等特点而被广泛应用于临床。UY 等^[17]研究发现经腹膜外入路 RARP 在手术时间、住院时间、胃肠功能恢复时间以及腹股沟疝的发生率等方面明显优于经腹腔入路。李珂帆等^[18]对比经腹膜外入路 RARP($n=120$)与经腹膜外入路腹腔镜 RP($n=88$)发现,腹膜外入路 RARP 治疗 PCa 安全可行,在各方面优于或相似于传统腹腔镜手术,证明了经腹膜外入路 RARP 治疗 PCa 的安全性及可行性。

1.3 经膀胱入路 RARP 经膀胱入路 RARP 在 2008 年首次被报道^[19],此后逐渐应用于临床。该术式直接打开膀胱顶部,在膀胱腔内进行位置辨认及分离,减小了腹腔内脏器和膀胱周围组织对手术的干扰,不损伤 Retzius 间隙,对患者术后尿控及勃起功能影响较小。有研究指出,经膀胱入路单孔 RARP 较经膀胱入路多孔 RARP 更能实现“三连胜”,经膀胱入路单孔 RARP 更适合于有复杂腹部手术史及高危患者^[20]。但是该术式不能清晰地看到前列腺的周围结构,无法准确地进行切除部位层次的辨认及组织的分离,容易损伤周围组织且操作空间小,期待未来有进一步的改良。

1.4 经会阴入路 RARP 早期经会阴入路 RP(radical perineal prostatectomy, RPP)只是为了解除晚期 PCa 患者的尿路梗阻,而不是治愈肿瘤,因此未

被临床广泛应用。经会阴入路技术治疗 PCa 于 1867 年被首次报道^[21],此后该术式逐渐应用于临床。JAFRI 等^[22]认为经会阴入路 RARP 术后 6 个月患者的尿控恢复率较前入路更高,但二者术后 12、24 个月的尿控率相似。LENFANT 等^[23]指出,相较于经腹腔多孔 RARP,机器人单孔 RP 并发症发生率高、PSM 高、术后尿控恢复率低、预后差。但杜巍^[24]认为经机器人单孔 RP 对尿控功能保护良好。随着患者对手术无痕的需求,经会阴入路也许会成为未来研究的热点,期待更多研究验证该术式的安全性和可行性。

1.5 单孔入路 早期 RP 大部分经多通道完成,随着技术的进步、临床医师对前列腺解剖认识的提高以及患者微创需求的提高,越来越多的手术采用单孔 RP 完成,单孔 RP 成为目前研究的热点方向。机器人辅助单孔腹腔镜下 RP(single-port robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy, SP-RARP)发展尤其迅速,目前 SP-RARP 包括经腹、腹膜外、经膀胱和经会阴等多种入路。首例经腹腔单孔机器人手术、经会阴 SP-RARP 先后在 2009 年^[25]和 2014 年首次被报道^[26],2020 年 AGARWAL 等^[27]首次在临床上开展了保留 Retzius 间隙的 SP-RARP,证明了该技术安全可行。此后 SHIANG 等^[28]的研究证实,与多孔 RARP 相比,SP-RARP 达到了理想的“三连胜”。姜帅等^[29]也指出,与传统 RARP 比较,经膀胱 SP-RARP 具有术后恢复快的优势,在改善尿控的同时,也获得满意的肿瘤控制率。陈正军等^[30]对改良单切口入路($n=60$)和多切口入路($n=60$)术式比较发现,改良 SP-RARP 在取得疗效“三连胜”的基础上,还具有手术时间短、创伤小、恢复快、创口更美观等优势。胡海斌等^[31]比较了传统单孔腹腔镜 RP($n=30$)和 SP-RARP($n=26$)治疗 PCa 的效果,结果发现 SP-RARP 在手术时间、术中出血量和术后住院时间方面具有明显优势,在预防术后尿失禁及勃起功能障碍等方面也具有良好的效果。总之,相较于传统腹腔镜单孔 RP,SP-RARP 手术相对容易、学习曲线更短,在 30~40 例手术后,即达到学习曲线的“平台期”^[32],有助于 SP-RARP 的广泛推广和运用。然而,单孔腹腔镜手术缺乏器械操作的良好三角关系,术中操作存在器械间相互干扰、操作空间局限等难题。有研究指出,SP-RARP 的学习曲线斜率更大(即学习难度更大),这可能导致更高的手术切缘阳性率^[33]。SP-RARP 可能是将来 RP 发展的主要方向,但其远期疗效还需多中心、前瞻性研究加以证实。

2 机器人设备选择

2.1 达芬奇机器人 目前世界上应用最多的手术机器人是达芬奇手术系统,该系统于 1999 年被首次报道,并于 2000 年获得美国食品药品监督管理局批准使用。达芬奇机器人的 3D 高清三维成像系统使得手术视野更加清晰,机械臂能够模拟腕式器械的 540°旋转使得手术操作更加灵活,可自动过滤人手的抖动使得操作更加精细稳定,达到精准手术的目的。前列腺由于其特殊的生理解剖位置,手术空间狭小,使用机器人辅助手术比传统的开放或腹腔镜手术更具优势。全球首例 RARP 在 2001 年完成,国内首例 RARP 于 2007 年完成,达芬奇手术机器人应用于临床至今已 20 余年。美国 RP 几乎均采用达芬奇机器人完成,而我国仅部分大型综合医院配备了达芬奇机器人。

2.2 国产机器人 由于达芬奇机器人核心技术的垄断,其售价和维护费用高昂,我国仅部分配备该设备的大型综合医院可开展 RARP,这激发了国产手术机器人研究的热潮。目前国内多家单位正在研发国产手术机器人,知名度最高的属康多手术机器人系统。康多机器人与达芬奇机器人相似,由医生控制台、患者手术平台及影像台车组成,最大的区别在于康多机器人只有 3 个机械臂,且医生在操作时需佩戴 3D 眼镜。

康多机器人在按计划完成动物实验之后,又于多中心先后进行了肾盂成型术、肾部分切除术、RP、输尿管成形术等临床试验,并取得了较好的临床效果,目前康多机器人已在我国开始逐步投入使用。FAN 等^[34]使用康多手术机器人完成了 16 例 RARP,验证了该系统行 RARP 的可行性、安全性和有效性。王杰等^[35]通过分析 6 例接受康多机器人进行经腹膜外 RARP 及尿道周围全重建术患者的资料指出,康多机器人与达芬奇机器人行 RARP 效果相当,证明了康多手术机器人的安全性和有效性。

除康多手术机器人外,国产手术机器人还有图迈、术锐、精锋等。张忠等^[36]分析了接受图迈机器人辅助腹腔镜手术患者的临床特征、术中和术后指标以及术后随访 9 个月结果:20 例患者(包括 4 例 PCa 患者)均顺利完成手术,无中转开放手术,无严重并发症发生,住院期间无非计划重返二次手术,术后无非计划再次入院和死亡病例,证明了该手术系统的可行性和安全有效性。魏勇等^[37]使用术锐单孔蛇形臂机器人手术系统完成 9 例单孔 RP 治疗,验证了该手术系统完成腹膜外入路 SP-RARP 的安全性、有效性。刘

洋等^[38]报道了 4 例接受国产精锋机器人辅助腹腔镜优化后入路 RP,术后短期随访疗效满意,证明该手术系统的可行性和安全性。但国产机器人应用于 RP 的可行性、安全性以及治疗效果等仍需更大样本量的临床研究加以验证,期待国产机器人能够广泛应用于临床,打破达芬奇机器人的垄断时代。

3 RARP 的技术优势与不足

3.1 RARP 的优势 有研究指出 RARP 比传统的开放或腹腔镜 RP 更具优势,原因是机器人手术系统可为术者提供 3D 立体视野,同时提高视野清晰度,使术者能更好地分辨盆腔解剖结构,更容易辨认前列腺边界、静脉丛以及肿瘤边缘;机械臂可进行 540° 旋转,在缝扎 DVC、保留膀胱颈及吻合尿道膀胱颈上有明显优势;可以自动过滤人手的抖动,使术者能够更精细地进行手术操作;清晰显露血管神经等解剖结构,有效保留肛提肌、尿道膜部及尿道括约肌,降低缝合难度,确保结扎处理的可靠性,避免对周围正常组织造成损伤,减小手术创伤,实现“三连胜”^[39-42]。另外有研究指出,RARP 在肿瘤控制、PSM、减少并发症、术后尿控与勃起功能恢复等方面全面比肩甚至超越 ORP 及 LRP^[43]。

3.2 RARP 的不足 虽然 RARP 与 LRP 相比优势明显,但需要注意的是,RARP 在治疗费用上远高于 LRP,且只有部分配备手术机器人的大型综合医院可行 RARP,普及度低,另外手术机器人存在发生电子或机械故障等危险事件的风险。为进一步降低患者住院费用、提高手术机器人的普及度、保障手术安全性,应积极研发高质量国产机器人手术操作系统。此外,机器人手术如果纳入医保,可降低患者的手术费用,促进 RARP 技术的普及。还需进一步优化、稳定和升级机器人手术系统,尽可能减少和避免器械故障的发生,降低手术风险。不断加强对临床医师关于机器人辅助手术的培训、学习,提高系统操作娴熟度,制定机器人手术操作规范,提高机器人手术的规范性。

4 小结与展望

综上所述,随着机器人手术设备的快速发展,RARP 已逐步广泛应用于 PCa 的治疗,其不仅能够进一步优化 PCa 患者围手术期相关指标,在改善患者术后尿控和性功能恢复方面也展现出明显优势,有望成为治疗早期局限性 PCa 的首选方式。期待未来 PCa 手术治疗能完全实现“三连胜”乃至“五连胜”。

参考文献:

- [1] HAN B, ZHENG R, ZENG H, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2022[J]. J Natl Cancer Cent, 2024, 4(1): 47-53.
- [2] SIEGEL RL, GIAQUINTO AN, JEMAL A. Cancer statistics, 2024[J]. CA Cancer J Clin, 2024, 74(1): 12-49.
- [3] COUGHLIN GD, YAXLEY JW, CHAMBERS SK, et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: 24-month outcomes from a randomised controlled study[J]. Lancet Oncol, 2018, 19(8): 1051-1060.
- [4] WAGASKAR VG, MITTAL A, SOBOTKA S, et al. Hood technique for robotic radical prostatectomy-preserving periurethral anatomical structures in the space of Retzius and sparing the pouch of Douglas, enabling early return of continence without compromising surgical margin rates[J]. Eur Urol, 2021, 80(2): 213-221.
- [5] COVAS MOSCHOVAS M, BHAT S, ONOL FF, et al. Modified apical dissection and lateral prostatic fascia preservation improves early postoperative functional recovery in robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy: results from a propensity score-matched analysis[J]. Eur Urol, 2020, 78(6): 875-884.
- [6] 李辉, 杨超, 汪凯红, 等. 改良前入路保留 Retzius 间隙机器人辅助腹腔镜根治性前列腺筋膜内切除术在 10 例前列腺癌患者的应用[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(3): 201-205.
- [7] MENON M, DALELA D, JAMIL M, et al. Functional recovery, oncologic outcomes and postoperative complications after robot-assisted radical prostatectomy: an evidence-based analysis comparing the retzius sparing and standard approaches[J]. J Urol, 2018, 199(5): 1210-1217.
- [8] DALELA D, JEONG W, PRASAD MA, et al. A pragmatic randomized controlled trial examining the impact of the Retzius-sparing approach on early urinary continence recovery after robot-assisted radical prostatectomy[J]. Eur Urol, 2017, 72(5): 677-685.
- [9] 周晓晨, 胡兵, 傅斌, 等. 3 种机器人辅助腹腔镜根治性前列腺切除术手术入路对比研究: 前入路、后入路及经膀胱入路[J]. 临床泌尿外科杂志, 2019, 34(7): 501-506.
- [10] MATTEI A, NASPRO R, ANNINO F, et al. Tension and energy-free robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy with interfascial dissection of the neurovascular bundles[J]. Eur Urol, 2007, 52(3): 687-694.
- [11] HOEPFFNER JL, GASTON R, MUGNIER C, et al. Minimally invasive radical prostatectomy: contribution of robotic support, functional and oncological outcomes[J]. Bull Cancer, 2016, 103(5): 461-468.
- [12] MENON M, TEWARI A, PEABODY J, et al. Vattikuti Institute prostatectomy: technique[J]. J Urol, 2003, 169(6): 2289-2292.
- [13] TEWARI A, SRIVASATAVA A, MENON M, et al. A prospective comparison of radical retropubic and robot-assisted prostatectomy: experience in one institution[J]. BJU Int, 2003, 92(3): 205-210.
- [14] MENON M, SHRIVASTAVA A, KAUL S, et al. Vattikuti Institute prostatectomy: contemporary technique and analysis of

- results[J].*Eur Urol*, 2007, 51(3): 648-658.
- [15] MENON M, SHRIVASTAVA A, BHANDARI M, et al. Vattikuti Institute prostatectomy: technical modifications in 2009[J].*Eur Urol*, 2009, 56(1): 89-96.
- [16] 徐林峰, 邱雪峰, 杨阳, 等. 改良 VIP 术治疗局限性前列腺癌[J]. *中华男科学杂志*, 2021, 27(4): 314-318.
- [17] UY M, CASSIM R, KIM J, et al. Extraperitoneal versus transperitoneal approach for robot-assisted radical prostatectomy: a contemporary systematic review and meta-analysis[J].*J Robot Surg*, 2022, 16(2): 257-264.
- [18] 李珂帆, 孙鼎琪, 张克勤, 等. 经腹膜外途径机器人辅助腹腔镜根治性前列腺切除术的临床疗效[J]. *泌尿外科杂志(电子版)*, 2023, 15(1): 24-28.
- [19] DESAI MM, ARON M, BERGER A, et al. Transvesical robotic radical prostatectomy[J].*BJU Int*, 2008, 102(11): 1666-1669.
- [20] ZHOU X, FU B, ZHANG C, et al. Transvesical robot-assisted radical prostatectomy: initial experience and surgical outcomes[J].*BJU Int*, 2020, 126(2): 300-308.
- [21] GARISTO J, BERTOLO R, WILSON CA, et al. The evolution and resurgence of perineal prostatectomy in the robotic surgical era[J].*World J Urol*, 2020, 38(4): 821-828.
- [22] JAFRI SM, NGUYEN LN, SIRLS LT. Recovery of urinary function after robotic-assisted laparoscopic prostatectomy versus radical perineal prostatectomy for early-stage prostate cancer[J].*Int Urol Nephrol*, 2018, 50(12): 2187-2191.
- [23] LENFANT L, GARISTO J, SAWCZYN G, et al. Robot-assisted radical prostatectomy using single-port perineal approach: technique and single-surgeon matched-paired comparative outcomes[J].*Eur Urol*, 2021, 79(3): 384-392.
- [24] 杜巍. 多种路径单孔机器人辅助腹腔镜下根治性前列腺切除术技术介绍及短期临床疗效分析[D]. 上海: 中国人民解放军海军军医大学, 2021.
- [25] KAOUK JH, GOEL RK, HABER GP, et al. Robotic single-port transumbilical surgery in humans: initial report[J].*BJU Int*, 2009, 103(3): 366-369.
- [26] LAYDNER H, AKÇA O, AUTORINO R, et al. Perineal robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: feasibility study in the cadaver model[J].*J Endourol*, 2014, 28(12): 1479-1486.
- [27] AGARWAL DK, SHARMA V, TOUSSI A, et al. Initial experience with da Vinci single-port robot-assisted radical prostatectomies[J].*Eur Urol*, 2020, 77(3): 373-379.
- [28] SHIANG AL, PALKA JK, BALASUBRAMANIAN S, et al. Comparison of single-port and multi-port Retzius-sparing robot-assisted laparoscopic prostatectomy[J].*J Robot Surg*, 2023, 17(3): 835-840.
- [29] 姜帅, 熊鹰, 戚宇, 等. 耻骨上经膀胱单孔机器人辅助前列腺根治性切除术的单中心中期疗效分析[J]. *上海医学*, 2023, 46(10): 676-680.
- [30] 陈正军, 聂钰, 卫义, 等. 改良单切口多通道腹膜外机器人辅助腹腔镜前列腺根治性切除术(附 120 例报告)[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2022, 40(6): 743-747.
- [31] 胡海斌, 魏勇, 孙圣杰, 等. 机器人辅助单孔腹腔镜前列腺根治性切除术在中高危前列腺癌患者中的应用(附视频)[J]. *机器人外科学杂志(中英文)*, 2024, 5(1): 20-24.
- [32] 宋子健, 潘家骅, 朱寅杰, 等. 经腹膜外途径单孔机器人辅助根治性前列腺切除术的学习曲线分析[J]. *上海医学*, 2023, 46(10): 654-661.
- [33] NG CF, TEOH JY, CHIU PK, et al. Robot-assisted single-port radical prostatectomy: a phase 1 clinical study[J].*Int J Urol*, 2019, 26(9): 878-883.
- [34] FAN S, ZHANG Z, WANG J, et al. Robot-assisted radical prostatectomy using the KangDuo surgical robot-01 system: a prospective, single-center, single-arm clinical study[J].*J Urol*, 2022, 208(1): 119-127.
- [35] 王杰, 张中元, 樊书波, 等. 国产机器人辅助腹腔镜经腹膜外根治性前列腺切除及尿道周围全重建初步经验[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2023, 38(2): 92-98.
- [36] 张忠, 代海涛, 刘远华, 等. 图迈国产机器人辅助腹腔镜在泌尿外科手术中的安全性研究[J]. *微创泌尿外科杂志*, 2023, 12(4): 229-232.
- [37] 魏勇, 沈露明, 杨健, 等. 运用国产单孔机器人手术系统完成腹膜外入路前列腺根治性切除术的初步经验[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2023, 43(8): 1156-1160.
- [38] 刘洋, 刘子豪, 王准, 等. 国产精锋机器人辅助腹腔镜优化后入路根治性前列腺切除术 4 例报道[J]. *微创泌尿外科杂志*, 2024, 13(1): 49-52.
- [39] 袁志, 盛欧阳, 刘启航, 等. 机器人辅助腹腔镜根治性前列腺切除术治疗寡转移性前列腺癌疗效分析[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2021, 26(11): 934-938.
- [40] 黄勇, 罗俊航, 莫承强, 等. 机器人辅助前列腺癌根治术和腹腔镜前列腺癌根治术的回顾性比较[J]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2017, 11(2): 76-80.
- [41] MATHUR P, SAMEI G, TSANG K, et al. On the feasibility of transperineal 3D ultrasound image guidance for robotic radical prostatectomy[J].*Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2019, 14(6): 923-931.
- [42] 吴建红, 陈之灏, 孙可宁, 等. 内分泌治疗联合机器人辅助腹腔镜根治性前列腺切除术治疗寡转移前列腺癌的临床研究[J]. *微创泌尿外科杂志*, 2022, 11(2): 87-90.
- [43] 薛梅平, 王春樱, 胡文婷, 等. 机器人辅助手术改善腹腔镜下前列腺癌根治术患者术后尿控功能恢复程度的临床疗效观察[J]. *中华男科学杂志*, 2022, 28(6): 501-505.

(编辑 闫玉梅)