

达芬奇 Xi 机器人辅助单孔腹腔镜在妇科阴道骶骨固定术中的应用

尚莹莹¹, 姚青青¹, 逯蕾¹, 邓花娟², 王海琳¹

(1. 西安国际医学中心医院妇科 陕西 西安 710100; 2. 西安医学院附属汉江医院妇产科 陕西 汉中 723003)

摘要 目的: 探讨 Da Vinci Xi 手术系统结合单孔腹腔镜技术在妇科盆底手术中的应用效果。**方法:** 选取 2019 年 10 月 1 日—2023 年 10 月 30 日西安国际医学中心医院妇科收治的 29 例盆腔器官脱垂患者为研究对象, 所有患者行机器人辅助单孔腹腔镜下阴道骶骨固定术。**结果:** 29 例手术均顺利完成, 手术时间 175~289 min, 术中出血 20~160 mL, 均未出现围手术期并发症, 无中转为开腹或多孔手术, 患者结局良好。**结论:** 达芬奇 Xi 机器人结合单孔腹腔镜技术在妇科盆腔脏器脱垂患者行阴道骶骨固定术中具有微创、操作便利且术后恢复快等显著优势, 可进行临床推广及应用。

关键词 机器人辅助手术; 机器人手术系统; 阴道骶骨固定术; 单孔腹腔镜手术

中图分类号 R608 R473.6 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 05-0714-05

Application of Da Vinci Xi robot-assisted single-port laparoscopic surgery in gynecological sacrocolpopexy

SHANG Yingying¹, YAO Qingqing¹, LU Lei¹, DENG Huajuan², WANG Hailin¹

(1. Department of Gynecology, Xi'an International Medical Center Hospital, Xi'an 710100, China; 2. Department of Gynecology and Obstetrics, Affiliated Hanjiang Hospital of Xi'an Medical University, Hanzhong 723003, China)

Abstract Objective: To investigate the efficacy of Da Vinci Xi robotic surgical system combined with single-port laparoscopic techniques in gynecological pelvic floor surgery. **Methods:** 29 patients with pelvic organ prolapse who were treated at the Department of Gynecology in Xi'an International Medical Center Hospital from October 1, 2019 to October 30, 2023 were selected, they were all underwent robot-assisted single-port laparoscopic sacrocolpopexy. **Results:** 29 procedures were all successfully completed, with an operative time of 175–289 min and intraoperative blood loss of 20–160 mL. No perioperative complications or conversions to open or multi-port surgery occurred, and all patients achieved favorable outcomes. **Conclusion:** The Da Vinci Xi robotic surgical system combined with single-port laparoscopic technique has significant advantages in sacrocolpopexy for gynecological patients with pelvic organ prolapse, including minimal invasiveness, easy operation, and rapid postoperative recovery, which is worthy of clinical promotion and application.

Key words Robot-assisted Surgery; Robotic Surgical System; Sacrocolpopexy; Single-port Laparoscopic Surgery

盆腔器官脱垂 (Pelvic Organ Prolapse, POP) 是育龄期妇女的常见病, 临床表现为子宫、阴道前壁或后壁向下移动, 伴或不伴膀胱、直肠等周围器官的脱垂, 严重影响患者的生活质量。高龄产妇、多胎分娩等产妇数量的增加, 进一步加剧了育龄期及中老年女性盆腔脏器脱垂的严重程度。POP 在女

性人群中的患病率高达 9.6%, 且常伴发多种临床表现^[1]。有研究预测, 2050 年全球成年女性 POP 患病率将达到 46%^[2]。手术治疗是盆腔器官脱垂的重要干预手段, 尤其对 II 度及以上患者具有明确疗效^[3]。在众多术式中, 腹腔镜骶骨阴道固定术因疗效确切被列为阴道穹隆脱垂的“金标准”^[4]。随着单孔腹

基金项目: 陕西省 2023 年重点研发计划 (2023-YBSF-223); 西安国际医学中心医院院级面上课题 (2021MS001)

Foundation Item: Key R&D Plan Project of Shaanxi Province in 2023(2023-YBSF-223); General Programme of Xi'an International Medical Center Hospital (2021MS001)

引用格式: 尚莹莹, 姚青青, 逯蕾, 等. 达芬奇 Xi 机器人辅助单孔腹腔镜在妇科阴道骶骨固定术中的应用 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6 (5): 714–718.

Citation: SHANG Y Y, YAO Q Q, LU L, et al. Application of Da Vinci Xi robot-assisted single-port laparoscopic surgery in gynecological sacrocolpopexy [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(5): 714–718.

通讯作者 (Corresponding Author): 王海琳 (WANG Hailin), Email: Wanghailinyx@163.com

腔镜技术的临床应用,其切口隐蔽、疼痛轻、恢复快、并发症少等微创优势使其逐渐受到患者青睐,但传统术式存在操作角度受限(筷子效应)、器械干扰、止血分离困难等技术瓶颈^[5],制约了该术式在POP领域的推广。

自达芬奇机器人手术系统问世以来,其配备的360°机械臂、三维高清成像系统及人机协同操作模式显著提升了手术精准度与疗效,已逐步成为妇科微创手术的重要支撑^[6]。相较于前代Si系统,达芬奇Xi手术系统通过优化成像分辨率、增强机械臂自由度及整合荧光显影技术,在复杂术式中展现出更显著的技术优势^[7]。于此,本院创新性整合达芬奇Xi手术系统与单孔腹腔镜技术,通过经脐单孔入路成功实施29例阴道骶骨固定术,初步总结并探索了达芬奇手术机器人结合单孔腹腔镜技术在妇科盆腔器官脱垂手术中的优势及可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年10月1日—2023年10月30日西安国际医学中心医院妇科收治的29例POP患者为研究对象,患者均采用达芬奇Xi手术系统行机器人辅助单孔腹腔镜下阴道骶骨固定术,年龄50~70岁。纳入标准:①有症状的子宫脱垂、阴道前后壁脱垂患者,临床诊断为中骨盆脱垂,需采用骨盆底修复网片行阴道骶骨固定术;②无相关手术禁忌证;③自愿接受机器人手术;④愿意承担相关费用。排除标准:①合并严重心肺功能障碍等手术禁忌证的患者;②脐部发育不良或脐疝患者;③严重盆腔粘连患者。

1.2 方法 所有手术由获得达芬奇机器人手术主刀资质认证的同一位主刀医师完成,该医师已累计完成逾600例机器人辅助手术。

1.2.1 手术步骤 本研究采用的骨盆底修复网片由意大利赫美公司生产,原规格为15 cm×10 cm长方形。操作中将其裁剪为“T”形结构:上横臂尺寸为10 cm×3 cm,下竖臂尺寸为12 cm×2.5 cm(如图1)。网片长宽可根据患者宫颈及阴道长度、盆腔纵深等个体解剖差异进行适度调整。

患者经气管插管全身麻醉成功后,取头低臀高截石位,常规消毒,铺巾。取脐部切口,纵行切开长2~3 cm切口进入腹腔(如图2A),放入单孔手术穿刺

器(如图2B~C),建立压力为12 mmHg的CO₂气腹(1 mmHg≈0.133 kPa)。将Da Vinci Xi机器人操作平台推至患者左侧,连接机械臂与单孔穿刺器套管(如图2D),机器人单孔手术常规应用3个机械臂,1号或4号机械臂闲置于不遮挡手术的角落位置。本科室根据习惯使用2、3、4号机械臂,镜头放置于中间机械臂孔道,双极放置于2号孔,单极放置于4号孔。30°镜头放置时镜头方向朝下,使机械臂上抬,可给单双极预留更多的手术操作空间(如图2E)。子宫保留与否需根据术前评估结果决定:若评估显示无需保留,则行全子宫切除术(术中需将膀胱下推至宫颈外口下方至少3 cm,操作标准同常规腹腔镜手术);若评估建议保留子宫,则需分离膀胱侧间隙,将网片缝合固定于骶韧带-宫颈交界处及阴道前后壁,此类患者术前应排除宫颈疾病、HPV感染、子宫内膜疾病等禁忌证^[4-8]。暴露骶前区,分离右侧宫骶韧带至骶骨,找到骶岬,打开骶前腹膜,暴露无血管区。分离阴道壁及腹膜,钝锐性分离膀胱阴道间隙和直肠阴道间隙,下推膀胱和直肠,使其距举宫杯杯缘4~5 cm,纵向打开右侧后腹膜直至直肠子宫陷凹,钝性分离直肠后间隙。展平T型网片的两短臂,0号可吸收线将网片两短臂与阴道前后壁间断缝合固定,每部位缝合2~3针(如图2F~G)。将网片长臂顶端间断缝合固定在S1锥体的前纵韧带上,并保证网片处于无张力状态(如图2H)。手术完成,连续缝合盆底腹膜,使手术创面达到腹膜化,放置盆腔引流管,0号可吸收线缝合脐部腹膜、鞘膜,逐层关闭脐部切口,手术结束(如图2I)。

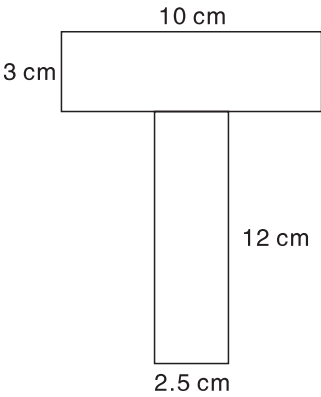


图1 网片裁剪形状
Figure 1 Mesh shape

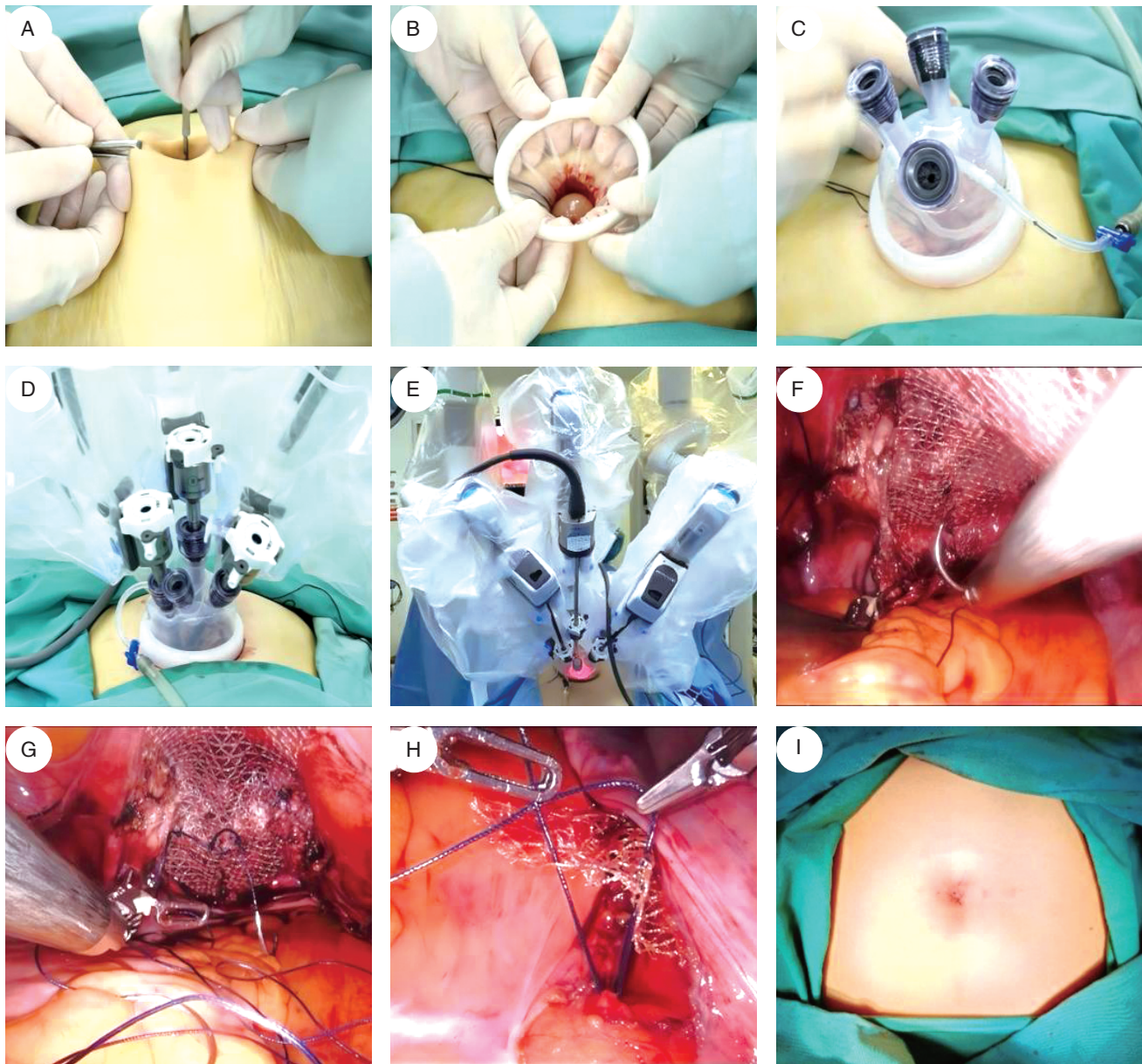


图2 达芬奇单孔腹腔镜下阴道骶骨固定术手术过程

Figure 2 Surgical procedures of Da Vinci Xi robot-assisted single-port laparoscopic sacrocolpopexy

注：A. 脐部切口 2~3 cm；B. 放置单孔保护套；C. 连接气腹；D. 放置 Trocar；E. 连接机械臂；F. 固定骨盆修复网片；G. 将网片缝合于阴道壁；H. 将网片固定于前纵韧带；I. 重塑脐孔

1.2.2 缝线选择 在阴道骶骨固定术中，用于固定骨盆修复网片的缝线主要分为可吸收线与不可吸收线两种类型。现有研究显示，两者在术后网片暴露率和手术成功率方面无显著差异^[9]。值得注意的是，有研究发现，虽然两组患者术后症状改善程度相似，但不可吸收线组在术后半年内出现 3 例缝线穿透阴道黏膜的并发症，而可吸收线组未发生缝线暴露现象^[10]。基于上述证据，建议在骨盆底修复网片固定缝合中优先选择可吸收缝线，此举可有效降低缝线对阴道黏膜的穿透风险及长期暴露可能性。

2 结果

29 例手术均顺利完成，手术时长 175~289 min，术中出血量 20~160 mL，无中转开腹或多孔手术，未出现术中并发症。患者术后 6 h 下床，术后 1~3 d 拔除尿管，术后疼痛轻，切口愈合良好，患者满意度高。

3 讨论

女性 POP 的治疗方式历经多次革新，从传统阴式手术逐步演进为经腹阴道骶骨固定术，继而向微创化发展。当前腹腔镜下阴道骶骨固定术已成为主流术

式^[11]，而自 2004 年首例机器人辅助阴道骶骨固定术被成功实施后^[12]，以机器人手术为代表的微创技术迅速普及，现已在妇科盆底手术中占据重要地位^[13]。随着医疗体系日趋成熟，临床焦点逐渐转向通过提升微创程度实现无可见瘢痕、缩短术后恢复周期这一目标，而这也是医患共同关注的核心诉求。

微创技术的快速发展为妇科 POP 患者提供了多样化术式选择，腹腔镜手术、机器人手术等创新技术已成功替代传统开腹手术。从患者角度而言，在同等治疗效果下，创伤更小、恢复更快且体表无可见瘢痕的微创术式成为优先选项。而对妇科医生而言，术式决策需在确保疗效的基础上，综合权衡手术并发症风险、术后康复周期及患者主观满意度等要素，最终实现精准的个体化治疗目标。

单孔腹腔镜技术作为微创外科的延伸应运而生^[14]，但其技术特性存在显著限制：所有器械与镜头需经单一通道共轴进入盆腔，可能会导致操作器械相互碰撞且缺乏传统腹腔镜的操作三角，这不仅对术者技术水平要求极高^[15]，而且更易损伤邻近脏器。其技术瓶颈主要源于专用器械的匮乏，而常规器械在狭窄空间内易形成视野遮挡、“筷子效应”及三维视觉缺失^[16]，从而导致手术难度显著增加。上述问题导致术者学习曲线显著延长，严重制约其临床推广^[17]。尤其在肥胖患者群体中，单孔入路常面临术野暴露困难^[18]、骶前区解剖辨识度降低等问题，导致骨盆底修复网片的精准缝合及固定难以实现，甚至被迫中转其他术式。

达芬奇机器人手术系统相较于传统腹腔镜展现出明显的技术优势：其三维立体成像系统突破了平面视野限制，配备的 7 自由度可旋转机械臂能够实现精准的“腕式运动”，配合术者独立操控的智能摄像系统，能够在狭小空间内完成复杂的解剖操作^[11]。该系统的核心技术优势包括高清 10~14 倍光学放大、震颤过滤功能及仿生关节活动度^[19-20]，这些特性不仅弥补了传统腹腔镜的深度觉缺失，更显著提升了手术安全阈值与操作容错率^[21-22]。基于此技术平台，达芬奇机器人手术系统与单孔腹腔镜的创新性融合^[23]，已在妇科良性病种手术中展现出协同效应，二者联合应用的安全性及有效性已经得到临床证实^[24-25]。

本研究基于达芬奇 Xi 机器人平台开展单孔腹腔镜阴道骶骨固定术，纳入 29 例 POP 患者经脐单孔入路完成手术。数据显示该联合术式具备显著的围手术期优势：术中失血量和并发症发生率等关键指标优于传统术式，术后呈现切口愈合快、切口瘢痕隐蔽（脐部单切口）、疼痛轻及患者满意度高等特征^[26-27]。Matanes E 等人^[28]通过前瞻性研究验证了该术式在解剖复位成功率与生活质量改善方面的临床优势。Liu J 等人^[29]实施的 15 例机器人辅助单孔腹腔镜阴道骶骨固定术进一步证实了该术式治疗 POP 的安全性和有效性。

随着达芬奇机器人单孔腹腔镜手术在妇科 POP 治疗中的深入应用，我们在关注阴道骶骨固定术手术效果的同时，还要认真思考该技术在未来医学领域的发展方向。①机器人器械的改进与优化：随着医疗器械与科学技术的发展，达芬奇机器人手术系统可能会进一步优化，例如机械臂更小巧、镜头分辨率更高、操作系统更智能，这些将进一步提高手术的精确度和安全性，其在妇科 POP 患者手术中的应用范围可能进一步扩大。②机器人手术成本降低与技术下沉：达芬奇机器人手术系统价格昂贵，手术费用高，影响了其在全国范围的推广使用。随着科技的进步及国产化替代，手术机器人设备的生产及使用成本将逐步降低，未来将下沉到基层医院，从而使更多的患者受益。③建立标准化培训体系与多中心认证机制：机器人手术在临床中的深入应用，需要建立规范的操作流程和资质认证体系，从而确保手术的安全性。④推进多中心 RCT 研究：需要更多的研究来进一步论证机器人辅助手术的临床优势及效果，构建高级别临床证据，降低手术风险。⑤远程手术及多学科合作手术：达芬奇机器人手术系统除了上述优势，它还能实现远程手术，未来可借助达芬奇机器人手术系统可以在妇科 POP 患者中实现远程手术，使偏远地区女性患者得到顶级专家的手术治疗，实现更好的治疗效果。

对于阴道骶骨固定术是否保留子宫的问题，目前尚未形成明确共识，其临床决策需综合评估病理指征与患者需求。有研究发现，阴道骶骨固定术中保留子宫可降低术后网片暴露风险^[30]，但若合并宫颈疾病、子宫肌瘤、子宫内膜疾病，或患者有切除

子宫的意愿,则无须保留子宫,需行全子宫切除的阴道骶骨固定手术。2021年加拿大妇产科学会发布的临床实践指南指出,保留或不保留子宫,并不影响患者术后的主客观治愈率^[25]。因此,达芬奇机器人辅助下单孔阴道骶骨固定术中是否保留子宫,需根据患者情况具体决定。

总之,达芬奇 Xi 机器人辅助单孔腹腔镜阴道骶骨固定术作为妇科 POP 的革新性术式,其在微创化、切口美观度、术后恢复时间等方面具有明显的优势和潜力^[31]。随着医疗技术及设备的发展,其将妇科 POP 的治疗中发挥越来越重要的作用,使更多患者获益。同时,应进一步探索机器人手术成本控制策略并积极推进规范化培训及资质认证体系的建立,从而推动这一技术的下沉与普及。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 尚莹莹、姚青青、逯蕾、邓花娟均参与撰写文章;尚莹莹负责研究设计,数据分析,文章修改;尚莹莹、王海琳负责文章草稿校对;王海琳负责论文指导和审校。

参考文献

- [1] 中华医学会妇产科学分会妇科盆底学组. 盆腔器官脱垂的中国诊治指南(2020年版)[J]. 中华妇产科杂志, 2020, 55(5): 300-306.
- [2] Handa V L, Garrett E, Hendrix S, et al. Progression and remission of pelvic organ prolapse: a longitudinal study of menopausal women[J]. Am J Obstet Gynecol, 2004, 190(1): 27-32.
- [3] Coolen A W M, van Ijsselmuiden M N, van Oudheusden A M J, et al. Laparoscopic sacrocolpopexy versus vaginal sacrospinous fixation for vaginal vault prolapse, a randomized controlled trial: SALTO-2 trial, study protocol[J]. BMC Womens Health, 2017, 17(1): 52.
- [4] Oliver J L, Kim J H. Robotic sacrocolpopexy-is it the treatment of choice for advanced apical pelvic organ prolapse?[J]. Curr Urol Rep, 2017, 18(9): 66.
- [5] Boruta D M. Laparoendoscopic single-site surgery in gynecologic oncology: an update[J]. Gynecol Oncol, 2016, 141(3): 616-623.
- [6] 周星楠, 符华影, 刘娟. 单孔腹腔镜在妇科盆底手术中的应用[J]. 实用妇产科杂志, 2019, 35(3): 172-174.
- [7] Koythong T, Thigpen B, Sunkara S, et al. Surgical outcomes of hysterectomy via robot-assisted versus traditional transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2021, 28(12): 2028-2035.
- [8] Maher C, Feiner B, Baessler K, et al. Surgical management of pelvic organ prolapse[J]. Climacteric, 2019, 22(3): 229-235.
- [9] Matthews C A, Geller E J, Henley B R, et al. Permanent compared with absorbable suture for vaginal mesh fixation during total hysterectomy and sacrocolpopexy: a randomized controlled trial[J]. Obstet Gynecol, 2020, 136(2): 355-364.
- [10] Reisenauer C, Andress J, Schoenfish B, et al. Absorbable versus non-absorbable sutures for vaginal mesh attachment during sacrocolpopexy: a randomized controlled trial[J]. Int Urogynecol J, 2022, 33(2): 411-419.
- [11] Maher C, Feiner B, Baessler K, et al. Surgery for women with apical vaginal prolapse[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2023, 7(7): CD012376.
- [12] Di Marco D S, Chow G K, Gettman M T, et al. Robotic-assisted laparoscopic sacrocolpopexy for treatment of vaginal vault prolapse[J]. Urology, 2004, 63(2): 373-376.
- [13] 郭楠, 倪观太, 丁锦, 等. 经脐单孔腹腔镜卵巢囊肿手术[J]. 中国微创外科杂志, 2019, 19(6): 515-517, 522.
- [14] Navarrete Arellano M, Garibay González F. Robot-assisted laparoscopic and thoracoscopic surgery: prospective series of 186 pediatric surgeries[J]. Front Pediatr, 2019. DOI: 10.3389/fped.2019.00200.
- [15] Matanes E, Lauterbach R, Boulus S, et al. Robotic laparoendoscopic single-site surgery in gynecology: a systematic review[J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2018. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2018.10.006.
- [16] Uccella S, Casarin J, Marconi N, et al. Laparoscopic versus open hysterectomy for benign disease in women with giant uteri (>=1500 g): feasibility and outcomes[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2016, 23(6): 922-927.
- [17] Stewart K I, Fader A N. New developments in minimally invasive gynecologic oncology surgery[J]. Clin Obstet Gynecol, 2017, 60(2): 330-348.
- [18] 齐金红, 袁勇, 冯文娟, 等. 达芬奇机器人在妇科手术应用中的安全性评价[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2021, 2(2): 111-122.
- [19] MEI H, TANG S T. Robotic-assisted surgery in the pediatric surgeons' world: current situation and future perspectives[J]. Front Pediatr, 2023. DOI: 10.3389/fped.2023.1120831.
- [20] Mizuno K, Kojima Y, Nishio H, et al. Robotic surgery in pediatric urology: current status[J]. Asian J Endosc Surg, 2018, 11(4): 308-317.
- [21] Yeung J, Crisp C C, Mazloomdoost D, et al. Liposomal bupivacaine during robotic colpopexy and posterior repair: a randomized controlled trial[J]. Obstet Gynecol, 2018, 131(1): 39-46.
- [22] Gallotta V, Giudice M T, Conte C, et al. Minimally invasive salvage lymphadenectomy in gynecological cancer patients: a single institution series[J]. Eur J Surg Oncol, 2018, 44(10): 1568-1572.
- [23] Moukharzel L A, Sinno A K, Fader A N. Comparing single-site and multiport robotic hysterectomy with sentinel lymph node mapping for endometrial cancer: surgical outcomes and cost analysis[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2017, 24(6): 977-983.
- [24] Prodromidou A, Spartalis E, Tsourouffis G. Robotic versus laparoendoscopic single-site hysterectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. J Robot Surg, 2020, 14(5): 679-686.
- [25] Geoffrion R, Larouche M. Guideline No. 413: surgical management of apical pelvic organ prolapse in women[J]. J Obstet Gynaecol Can, 2021, 43(4): 511-523.
- [26] 田东立, 李丰鑫, 窦磊, 等. 达芬奇机器人系统在肥胖患者手术中的应用优势——附 1 例病例分析[J]. 妇产与遗传(电子版), 2019, 9(2): 30-32.
- [27] Kampers J, Gerhardt E, Sibbertsen P, et al. Protective operative techniques in radical hysterectomy in early cervical carcinoma and their influence on disease-free and overall survival: a systematic review and meta-analysis of risk groups[J]. Arch Gynecol Obstet, 2021, 304(3): 577-587.
- [28] Matanes E, Lauterbach R, Mustafa-Mikhail S, et al. Single port robotic assisted sacrocolpopexy: our experience with the first 25 cases[J]. Female Pelvic Med Reconstr Surg, 2017, 23(3): e14-e18.
- [29] Liu J, Bardawil E, Zurawin R K, et al. Robotic single-site sacrocolpopexy with retroperitoneal tunneling[J]. JSLS, 2018, 22(3): e2018.00009.
- [30] Campagna G, Vacca L, Panico G, et al. Laparoscopic sacral hysteropexy versus laparoscopic sacral colpopexy plus supracervical hysterectomy in patients with pelvic organ prolapse[J]. Int Urogynecol J, 2022, 33(2): 359-368.
- [31] Corrado G, Cutillo G, Mancini E, et al. Robotic single site versus robotic multiport hysterectomy in early endometrial cancer: a case control study[J]. J Gynecol Oncol, 2016, 27(4): e39.

收稿日期: 2024-08-27

编辑: 刘静凯