



国产机器人手术系统在妇科手术中的应用

彭鸿灵^①, 郑莹^{①△}

四川大学华西第二医院 妇产科 出生缺陷与相关妇儿疾病教育部重点实验室(四川大学)(成都 610041)

【摘要】 近年来,国产手术机器人系统在妇科手术领域的探索逐渐从实验室阶段走向临床应用,呈现出多点突破、加速发展的态势。各类国产手术机器人系统如图迈、精锋、术锐、海山一及妙手S等,已相继在子宫肌瘤、卵巢囊肿以及宫颈癌、子宫内膜癌及卵巢癌等妇科恶性肿瘤的常规与复杂术式中开展临床实践,逐步构建起以“自主研发、临床验证、适应证拓展”为核心的国产技术路径。从手术操作角度看,国产系统普遍具备三维高清成像、机械臂灵活度高、精细解剖能力强等优势,能适应盆腔深部精密操作及多角度组织剥离需求,在部分复杂术式中可实现术中视野放大、操作稳定性提升及创伤控制优化。部分系统如术锐与精锋SP系列在单孔和自然腔道(如v-NOTES)路径下展现出良好适应性。此外,国产手术机器人系统已探索基于5G技术的远程手术,推动机器人手术在区域医疗协同与边远地区技术下沉方面取得初步进展。尽管目前大多数国产手术机器人系统仍处于临床研究和推广初期阶段,缺乏大规模对照研究与长期随访数据,但已有初步结果显示其在术中安全性、术后恢复及患者体验方面具备良好前景。本综述将从国产手术机器人的发展历程、技术特点、在妇科各类手术中的临床应用、远程手术应用现状以及面临的机遇与挑战等方面进行系统总结。相较于达芬奇系统,其在高难度肿瘤手术操作中的精细度、术中突发情况处理能力、长期肿瘤学结局验证等方面仍需进一步数据支撑。因此,未来亟待通过大样本、多中心、长期随访的前瞻性研究,验证其在妇科肿瘤治疗中的疗效与安全性,以促进国产机器人系统在妇科临床的规范化应用。

【关键词】 国产机器人手术系统 妇科手术 远程手术 综述

Application of Domestic Robotic Surgical Systems in Gynecologic Surgery

PENG Hongling^①, ZHENG Ying^{①△}. Department of Gynecology and Obstetrics, Key Laboratory of Birth Defects and Related Diseases of Women and Children, Ministry of Education, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: zhy_chd@126.com

【Abstract】 In recent years, domestically developed surgical robot systems have rapidly progressed from laboratory research to clinical applications in gynecological surgery, demonstrating multi-dimensional advancement and accelerated development. Systems such as Toumai, Jingfeng, Surui, Haishanyi, and MicroHand S have been progressively deployed in both routine and complex procedures, including surgeries for uterine fibroids, ovarian cysts, and gynecologic malignancies such as cervical, endometrial, and ovarian cancers. These systems have established a technology pathway characterized by independent research and development, clinical validation, and expanded indications. They generally offer advantages such as 3D high-definition imaging, highly flexible robotic arms, and precise dissection capabilities, enabling refined operations in the deep pelvis and supporting multi-angle tissue dissection with enhanced visualization, stability, and trauma control. Some systems, including the Surui and Jingfeng SP series, have also demonstrated strong adaptability in single-port and natural orifice (e.g., v-NOTES) approaches. Additionally, 5G-based telesurgery has been preliminarily explored, promoting regional medical collaboration and technology dissemination in underserved areas. Although most domestic systems remain in early-stage clinical adoption with limited large-scale comparative studies and long-term follow-up data, initial outcomes are promising in terms of intraoperative safety, postoperative recovery, and patient experience. However, compared to the Da Vinci system, further evidence is needed regarding their precision in highly complex tumor resections, management of intraoperative complications, and long-term oncological outcomes. Therefore, large-sample, multi-center, prospective studies with long-term follow-up are urgently needed to validate their efficacy and safety and to promote standardized application in gynecological oncology.

【Key words】 Domestically produced robotic surgical systems Gynecological surgery Remote surgery Review

近年来,随着微创手术技术的快速发展,腔镜手术机器人系统凭借精准操作、三维高清视野及减轻医生疲劳

等优势,成为外科手术的重要工具。长期以来,以美国达芬奇系统为代表的进口设备垄断全球市场,我国虽起步较晚,但通过政策支持、产学研协同创新及企业自主攻关,国产腔镜手术机器人已实现从技术突破到商业化落

△ 通信作者, E-mail: zhy_chd@126.com

出版日期: 2026-05-20

地的跨越式发展。本综述将从国产手术机器人的发展历程、技术特点、在妇科各类手术中的临床应用、远程手术应用现状以及面临的机遇与挑战等方面进行系统总结,以期系统梳理国产手术机器人系统在妇科领域的技术现状与临床证据,探讨其在复杂妇科肿瘤手术、远程医疗及基层推广中的可行路径,并助力我国妇科微创手术实现更广泛的自主可控与高质量发展。

1 发展历程

在技术引进与早期探索阶段(2000–2010年),我国早期完全依赖进口,2006年解放军总医院引进首台达芬奇系统,标志着国内机器人手术的开端,与此同时,以天津大学王树新教授团队“妙手”机器人项目为代表,国内科研机构在“863计划”支持下开始自主攻关主从控制、机械臂设计等关键技术,但因核心零部件精度及系统集成能力不足,国产系统尚未成熟。进入关键技术突破与样机研发阶段(2010–2020年),在国家“十二五”“十三五”科技规划支持下,天津大学与威高集团联合研发的“妙手”系统在力反馈技术上取得突破,微创医疗的“图迈”系统实现0.1 mm运动精度,精锋医疗推出模块化设计的多孔机器人,苏州康多、哈尔滨思哲睿等在3D成像与智能导航方面也取得重要进展,为后续商业化奠定了坚实基础。在商业化落地与市场推广阶段(2020年至今),2021年威高“妙手S”系统获批成为国内首款上市的国产腔镜手术机器人,随后微创“图迈”四臂系统、精锋多孔机器人及国内首个独臂单孔系统、思哲睿“康多机器人”、术锐单孔系统以及瑞龙外科、敏捷医疗、唯精医疗等多款四臂及以上系统陆续获批,国产手术机器人已形成覆盖二臂至六臂、多孔至单孔的完整产品矩阵,目前已有50余家国内三甲医院常规开展相关手术。目前已经上市获批的用于妇科领域的国产机器人手术系统详见表1,已在50余家国

内三甲医院开展常规手术。

2 国产机器人手术系统的技术特点

国产腔镜机器人手术系统经过多年发展,已形成完整的技术体系。系统采用7自由度机械臂设计,定位精度达到0.1 mm,完全满足包括妇科恶性肿瘤在内的高难度精细手术的要求。4K超高清立体视觉系统提供清晰的手术视野,部分高端机型还整合了多光谱成像技术,可实时区分不同组织类型,为肿瘤边界判定提供重要依据。创新的力反馈系统通过视觉补偿算法,帮助术者准确感知操作力度,新一代机型正在测试的基于光纤传感器的力反馈系统,力感知分辨率可达0.1 N。

2.1 优化设计

国产系统针对中国医生的操作习惯和患者特点进行了多项优化。控制台采用符合人体工程学的设计,操作手柄较进口系统减轻30%以上重量,并整合了智能语音控制功能。特别值得一提的是,基于中国女性骨盆解剖特点开发的直径仅5 mm的细径器械,在盆腔手术中展现出明显优势。系统还配备了实时导航功能,可辅助识别输尿管、盆腔血管等重要解剖结构,大大提高了手术安全性。模块化设计支持快速更换不同功能的专用器械,显著提升了手术效率。

2.2 性价比优良

临床评估显示,国产系统在手术精度、成像质量等关键指标上已接近国际领先水平。在定位精度方面,以“图迈”系统为代表的国产设备可达 ± 0.1 mm,虽然略逊于达芬奇Xi系统的 ± 0.05 mm,但这一差异在绝大多数妇科手术中临床影响甚微。影像延迟方面,国产系统如苏州康多已优化至200 ms以内,与达芬奇系统(约100 ~ 150 ms)的差距正在缩小。术野放大倍数上,国产系统普遍可达同时国产系统术野放大倍数为10 ~ 15倍,与达芬奇Xi系

表 1 已获批上市国产机器人手术系统

Table 1 Domestic robotic surgical systems approved for marketing

厂家	产品名称	机械臂	获批时间	适用领域
威高机器人	妙手S	二臂、三臂	2021	普外科、妇科
微创机器人	图迈	四臂	2022	泌尿外科、普外科、妇科
精锋医疗	精锋多孔机器人	四臂	2022	泌尿外科、普外科、胸外科、妇科
精锋医疗	精锋单孔机器人	单孔	2022	妇科
思哲睿	康多机器人	三臂、四臂	2023	泌尿外科、妇科
术锐机器人	术锐腹腔内窥镜单孔手术系统	单孔	2023	泌尿外科、普外科、妇科、儿科
瑞龙外科	海山一腔镜手术机器人	四臂~六臂	2024	泌尿外科、妇科
敏捷医疗	AGIBOT腔镜手术机器人	四臂	2025	泌尿外科、普外科、妇科
唯精医疗	四臂多孔腹腔镜手术机器人	四臂	2025	泌尿外科、普外科、妇科

数据来源于国家药监局(NMPA)医疗器械批准列表

统(10~12倍)相当,但多光谱成像技术对肿瘤边界的识别灵敏度提升20%^[1]。更重要的是,国产系统具有显著的成本优势,设备购置和单次手术耗材费用仅为进口系统的1/3~1/2,大大降低了医疗机构的采购压力和消耗成本。

2.3 技术创新与临床应用突破

近年来,国产手术机器人系统在多个关键技术领域实现了实质性突破。研究团队发出适配性更强的5 mm“蛇形腕”微创器械系统,具备更高的自由度与灵活性,尤其适用于女性盆腔区域或腹主动脉旁复杂解剖区的淋巴结清扫与取样操作^[2]。同时,国产系统集成多模态影像导航(CT、MRI、术中超声)与人工智能组织识别技术,可实时辅助定位输尿管等关键解剖结构。此外,部分平台正在开发术中冰冻病理的智能预测算法,基于图像纹理分析与深度学习模型,术中约30~60 s内可提供切缘状态的初步判断结果,目前处于多中心验证阶段。在手术协同与培训方面,国产系统通过构建“1+N”远程手术协作网络模式,即一个中心平台支持多个远程节点进行术中技术协助,配合“数字孪生”仿真系统实现术前训练与术中干预路径重建,为基层医院提升复杂手术能力提供了技术基础和训练平台支持。

2.4 机器人手术系统评价指标体系

机器人手术系统的综合性能可从多个维度进行系统性评价,为临床应用选择提供客观依据。主要包括以下核心指标:(1)操作精度与灵活性:包括机械臂定位误差(通常要求 ≤ 0.1 mm)、自由度数量、运动范围及器械末端灵活性。(2)影像系统性能:涵盖分辨率(如4K/3D)、立体视觉质量、图像传输延迟时间(通常要求 < 200 ms)及术野放大倍数。(3)人机交互体验:涉及操作手柄的力反馈精度、重量与舒适度、系统响应延迟,以及语音控制、触觉提示等辅助功能。(4)系统集成与效率:包括模块化程度、器械更换时间、系统对接与初始化时间,以及手术流程的流畅性。(5)临床效能指标:主要体现在手术时间、术中出血量、中转开腹率、术后并发症发生率及学习曲线长短。(6)经济性与可及性:包括设备购置成本、单次手术耗材费用、维护成本及医保覆盖情况。建立统一、量化的评价体系,有助于对不同国产手术机器人系统进行横向比较,客观展现各系统的技术特点与临床优势,推动技术迭代与临床应用的规范化。

3 国产机器人手术系统在妇科手术中的临床应用

3.1 精锋多孔MP1000和单孔SP1000

精锋多孔MP1000手术系统配备四个独立机械臂,每

支机械臂均具备7个自由度,可高度灵活地模拟人手的精细动作,支持术中多臂协同操作与快速功能切换,显著提升了手术的精准度和适应性。该系统于2021年完成泌尿外科上市前临床注册试验,并于2022年获国家药品监督管理局(NMPA)批准上市,成为首款覆盖全科室应用的国产多孔腹腔镜手术机器人系统。截至目前,MP1000已在全国62家医院累计完成超过1 500例手术,涵盖泌尿、普外、胸外及妇科等多个领域。在妇科手术中,MP1000表现出卓越的操作性能与临床价值。解放军总医院率先将其应用于高难度术式,包括完成国内首例机器人辅助宫颈根治术以及首例新辅助化疗后的IV期卵巢癌全面分期手术,体现了该系统在复杂妇科肿瘤手术中提升操作精度、减少术中出血和促进患者术后康复方面的显著优势。2025年,MP1000进一步推进创新应用,成为国内首个开展远程妇科手术安全性与有效性临床评估的国产机器人系统,相关多中心临床研究已完成注册(注册号:ChiCTR2500095745),旨在推动国产手术机器人在远程医疗中的应用突破。

精锋SP1000手术机器人采用经典的“单臂单孔”一体化设计,在传统单孔架构基础上创新引入“藏袖”式器械控制技术,使手术器械可部分隐藏于套管内部进行操作,显著增强了近腹壁区域的操作能力,拓展了手术适用范围,有效拓展了单孔术式在妇科复杂手术中的应用范围,相关优势已在多项临床研究中得到验证^[3-4]。该系统自2021年起联合国内多家顶尖医院开展前瞻性多中心上市前妇科临床注册试验(注册号:ChiCTR2300067956)。2022年,解放军总医院孟元光教授团队完成了国内首例SP1000单孔腹腔镜辅助卵巢囊肿剥除术,随后四川大学华西第二医院郑莹教授团队成功实施首例单孔子宫切除术^[5]。在上市注册临床试验中,四川大学华西第二医院妇科团队共完成18例患者手术,病种涵盖卵巢囊肿、子宫内膜癌、宫颈癌及子宫肌瘤。研究数据显示:SP1000系统在良性疾病手术中平均时间为190 min,恶性病例为254 min,平均出血量仅25 mL,系统对接时间平均21 min,术后24 h疼痛评分中位数3分,住院时间中位数3 d^[4]。其中一例宫颈癌患者成功施行经脐单孔腹腔镜下C型根治性子宫切除术+双侧附件切除+前哨淋巴结活检术,手术时间307 min,出血量50 mL,患者术后5 d出院,28个月随访无复发及并发症,凸显了SP1000系统在复杂恶性肿瘤手术中的安全性与有效性^[5]。基于这些严谨的临床试验成果,精锋SP1000系统于2022年底成功获批上市。目前,SP1000与MP1000系统仍在持续推进多项研究者发起的多中心临床研究(如ChiCTR2400085538、ChiCTR

2100045537), 涵盖单孔/多孔机器人辅助子宫内腺癌分期术、宫颈癌根治术及全子宫切除术等, 进一步拓展国产手术机器人在妇科良、恶性肿瘤治疗中的应用深度与广度。

3.2 术锐 (Surgeii 单孔蛇形臂机器人)

术锐单孔手术机器人系统以其独有的高柔性蛇形机械臂为核心技术优势, 机械臂展开最短距离仅 7 cm, 在狭小空间中展现出卓越的操作灵活性和适应性。其蛇形臂设计特别适用于盆腔深部的精细解剖, 能在有限空间内实现多角度弯曲, 减少器械相互干扰, 在淋巴结清扫等复杂操作中优势明显。作为支持经后腹膜入路的单孔手术机器人, 该系统突破了传统多孔术式的限制, 显著拓展了在泌尿外科、妇科、普外科及儿科等领域的应用前景。该系统的临床验证进展显著: 自 2021 年起, 术锐完成了全球首项单孔手术机器人泌尿外科随机对照多中心注册临床试验; 2022 年 4 月, 北京协和医院成功实施国内首例术锐单孔机器人妇科注册临床手术; 2023 年, 由协和医院妇产科牵头、包含我院共同参与的一项前瞻性多中心注册临床试验(注册号: ChiCTR2300075431)顺利完成。该注册研究共纳入 63 例妇科良恶性疾病患者(病种涵盖卵巢囊肿、子宫肌瘤、宫颈上皮内瘤变及子宫内膜癌), 所有手术均未中转开腹或传统腹腔镜, 平均手术时间为 (157.03 ± 75.24) min, 术中出血量 (63.86 ± 98.33) mL, 术后平均住院时间仅 (3.63 ± 1.59) d, 显示出良好的围手术期结局^[6]。此外, 四川大学华西第二医院妇科郑莹教授团队在上市前注册临床试验中, 也成功将术锐系统应用于一例子宫内膜癌手术, 完成经脐单孔机器人全子宫+双附件切除+前哨淋巴结活检术, 进一步验证了该系统在妇科恶性肿瘤手术中的安全性与可行性^[7]。基于多项严谨的上市前临床注册试验所积累的充分证据, 术锐单孔手术机器人系统于 2023 年成功获批上市, 为我国单孔微创外科手术提供了又一先进的国产手术平台。

3.3 海山一腔镜手术机器人系统

山海一手术机器人系统采用分体式架构设计, 将控制台、影像系统和多支机械臂作为独立模块, 可根据手术实际需求和手术室空间进行灵活配置。该系统配备三至四支高自由度机械臂, 能够精准模拟外科医生手部动作, 完成各类复杂精细操作。在上市之前, 该系统已经过严格的临床验证。妇科手术领域由郑州大学第一附属医院在 2024 年牵头开展的一项多中心前瞻性临床研究(注册号: ChiCTR2400085931), 评估了其在妇科恶性肿瘤手术中的表现。研究纳入 16 例宫颈癌及子宫内膜癌患者, 涵盖子宫切除术与广泛性子官切除术等术式。所有手术均

在机器人辅助下顺利完成, 无中转开腹, 术中出血量中位数为 20 ~ 30 mL, 研究结果证实了该系统具有良好的微创性能和操作安全性^[8]。基于充分的临床证据, 山海一手术机器人系统于 2025 年 3 月获得上市批准, 成为国内首个获批上市的分体式手术机器人。

3.4 图迈国产四臂腔镜手术机器人系统

在妇科领域, 该系统于 2021 年由南昌大学第一附属医院团队率先完成全国首例国产四臂机器人辅助全子宫切除术加双附件切除术; 2022 年由复旦大学牵头开展的妇科临床试验(注册号: ChiCTR2500107401)顺利完成, 该研究全面评估了图迈在妇科盆腔手术中的表现。至 2022 年 10 月, 大连医科大学附属第二医院进一步成功开展包括子宫内膜癌全面分期术(含高位腹主动脉旁淋巴结清扫)、宫颈癌 C2 型广泛子宫切除术及早期卵巢癌全面分期术在内的高难度妇科恶性肿瘤手术, 其配备的 4K 立体视觉系统和力反馈技术为这些复杂手术中的精细解剖和神经血管保护提供了重要技术支持, 标志着图迈系统已具备承担复杂妇科肿瘤手术的能力。基于这些扎实的临床验证结果, 图迈手术机器人系统于 2022 年正式获批上市。其核心特色包括四臂协同操作、7 自由度机械臂高度仿生操作、三维高清影像系统以及针对中国医生习惯的本土化智能适配, 目前已广泛应用于泌尿外科、妇科及普外科等领域。

3.5 妙手 S 手术机器人系统

妙手 S 手术机器人系统作为国产微创手术机器人领域的创新代表, 最早通过普外科领域的上市前临床研究获得验证, 并在此基础上于 2021 年获批上市。其核心特点包括三臂分离式结构设计、高精度力传感反馈系统和低延时操作响应性能, 可在狭小解剖空间内实现精细稳定的操作, 其力反馈系统在子宫肌瘤剔除等需要精细力控的手术中具有潜在优势, 有助于保护正常肌层组织。系统还配备一体化三维高清影像平台, 为术者提供立体真实视觉体验, 并针对中国医生的操作习惯进行了人机交互优化, 显著降低了学习门槛。在妇科应用方面, 妙手 S 系统于 2023 年正式启动了前瞻性、多中心、随机对照临床研究(注册号: ChiCTR2200063848), 计划纳入约 136 例受试者, 覆盖子宫肌瘤切除术、全子宫切除术、输卵管功能障碍修复等术式, 并明确包括对子宫内膜癌、宫颈癌及卵巢肿瘤等恶性疾病的应用可行性及安全性系统评估。尽管目前尚未公开具体的妇科恶性肿瘤手术案例报告, 但该系统已具备开展妇科复杂手术的临床研究基础, 并与全国多家高水平三甲医院建立合作, 持续推进其在妇科手术领域的应用探索与数据积累。

除了上述机器人手术系统以外,康多和AGIBOT腹腔镜手术机器人也在逐步开展临床试验(ChiCTR2100045983, ChiCTR2200063173)。目前国产腹腔镜手术机器人系统在妇科手术肿瘤治疗中的应用涵盖子宫肌瘤、卵巢囊肿、子宫颈癌、子宫内膜癌及卵巢癌等常见病种。相较于传统腹腔镜或达芬奇机器人,国产系统在手术效率、成本控制与空间适应性等方面亦具备潜力。然而,当前国产手术机器人在妇科肿瘤领域仍处于临床研究早期阶段,应用主要集中于三甲医院的注册临床试验或小规模前瞻性研究,病例数多在50~200例之间。多数研究为单中心或多中心非对照研究,短期围手术期结局(如手术时间、出血量、住院天数)已初步证实安全性与可行性,但在长期生存结局(如无疾病进展生存率、总生存率)方面尚无充分数据支持,缺乏对传统腹腔镜及进口系统的直接对比性评价。因此,未来仍需依托大样本、多中心、随机对照研究进一步明确其在妇科肿瘤根治性手术中的疗效。

4 国产机器人远程手术

机器人远程手术的核心价值在于突破地域限制,实现优质医疗资源的跨区域共享。从临床应用角度来看,这项技术主要体现两大价值:一是通过5G网络等传输和高清三维成像技术,使专家能够远程实施精细操作;二是实现“一对多”的手术指导模式,有效提升优质医疗资源的利用效率和优质医疗技术的下沉。三是构建标准化、可复用的远程手术培训体系,借助实时影像共享、操作数据记录与力反馈模拟,为青年外科医生提供沉浸式、交互化的手术学习平台,缩短复杂术式的学习曲线,系统化提升微创外科人才队伍的整体水平。目前,国产手术机器人系统(如精锋、图迈)在妇科肿瘤领域的远程手术已广泛开展。国内多个医疗团队已开展示范性手术,包括北京-新疆、北京-深圳(孟元光教授团队,子宫全切术、子宫颈癌根治术),成都-西藏、成都-广州(郑莹教授团队,子宫全切术)等跨省手术案例。其中最关键的问题之一是网络传输的稳定性与实时性。在术中突发大量出血(如>500 mL)等紧急情况时,远程操作无法实现与现场团队同等速度的协调应对,极易导致止血不及时、抢救不及时等严重后果。因此,远程机器人手术在妇科恶性肿瘤等高风险手术中的广泛应用仍需突破术中应急干预能力的技术瓶颈。在数据安全层面,远程传输涉及患者敏感医疗数据的跨区域流动,需要建立完善的数据加密和隐私保护机制。另一个突出问题是高昂的实施成本,不仅需要两地医院都配备机器人手术系统和5G专用网络,还要求两端都有经过专业培训的手术团队和技术支持人员。同

时伦理规范和保障制度的建立也是远程手术实施的重要保证。

5 机遇和挑战

2024年中国腹腔镜手术总量突破800万台次,其中妇科手术占比约30%,这一庞大的临床需求为国产手术机器人系统提供了广阔的发展空间。随着精准外科理念不断深入和患者对生活质量要求的提高,保留生育功能、神经保护等精细化术式需求正在迅速增长,对手术机器人的操作精度和功能适配提出了更高要求。

与此同时,国家政策环境为国产机器人发展提供了有力支持。《“十四五”医疗装备产业发展规划》将手术机器人列为重点发展领域;创新医疗器械特别审批程序加快了产品上市进程;国家医保局逐步将符合条件的国产机器人手术费用纳入支付范围,显著降低了患者经济负担与医院采购门槛。这些政策红利正加速国产系统的市场推广与技术迭代。

国产手术机器人系统近年来虽在妇科肿瘤领域取得显著进展,但仍面临多重挑战。在核心技术方面,高精度减速器、伺服电机等关键部件仍依赖进口,国产替代产品在性能一致性和长期可靠性方面仍有差距,直接影响整机稳定性与使用寿命。商业化进程中,尽管设备及手术费用已显著低于进口系统,但成本控制与医保覆盖仍是推广的关键制约。临床证据方面,国产机器人的手术案例数量与达芬奇等系统数百万例的规模尚有距离,现有研究多为单中心、小样本报道,尤其在妇科恶性肿瘤等复杂手术中的高级别循证医学证据仍较为有限。未来需从多维度协同推进:加强核心部件“产学研医”联合攻关,逐步实现全产业链自主可控;组织开展多中心、大样本、前瞻性随机对照研究,构建高级别临床证据体系

然而,挑战之中亦蕴藏重大机遇。国产系统凭借其快速迭代能力、本土化设计及更优性价比,正逐步扩大临床应用范畴。多家企业已围绕妇科专项术式开发配套器械与智能算法,并通过多中心随机对照试验积极构建临床证据体系。随着技术成熟度提升、产业链本土化推进及国家政策支持力度加大,国产手术机器人有望在不久的将来打破国外垄断,为医患提供更可及、更精准的微创外科解决方案,最终实现从跟跑、并跑到领跑的跨越。

* * *

作者贡献声明 彭鸿灵负责论文构思、数据审编和初稿写作,郑莹负责论文构思和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊,且对将要发表版本进行最终定稿,并同意对工作的所有方面负责。

Author Contribution PENG Hongling is responsible for

conceptualization, data curation, and writing--original draft. ZHENG Ying is responsible for conceptualization and writing--review and editing. Both authors consented to the submission of the article to the Journal. Both authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 本文作者郑莹是本刊编委会编委。该文在编辑评审过程中所有流程严格按照期刊政策进行,且未经其本人经手处理。除此之外,所有作者均声明不存在利益冲突。

Declaration of Conflicting Interests ZHENG Ying is a member of the Editorial Board of the journal. All processes involved in the editing and reviewing of this article were carried out in strict compliance with the journal's policies and there was no inappropriate personal involvement by the author. Other than this, both authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- [1] LI C, ZHANG G, ZHAO B, *et al.* Advances of surgical robotics: image-guided classification and application. *Natl Sci Rev*, 2024, 11(9): nwae186. doi: [10.1093/nsr/nwae186](https://doi.org/10.1093/nsr/nwae186).
- [2] YU S, XU W, REN H. Slender snake-like endoscopic robots in surgery. *Flexible Robotics in Medicine*, 2020, 20(1): 1-7. doi: [10.1007/978-3-030-56941-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56941-5_1).
- [3] 苏梦婵, 郑莹, 王乔, 等. 国产单孔机器人经脐全子宫切除术: 如何避免辅助孔. *中华腔镜外科杂志(电子版)*, 2022, 15(5): 307-310. doi: [10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.012](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.012).
SU M C, ZHENG Y, WANG Q, *et al.* Transumbilical total hysterectomy with domestic single-port robotic surgical system: how to avoid the assistant port. *Chinese Journal of Laparoscopic Surgery (Electronic Edition)*, 2022, 15(5): 307-310. doi: [10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.012](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2022.05.012).
- [4] CHEN Y, ZHENG Y, WANG P, *et al.* Single-port robotic surgery using the EDGE SP1000 surgical system in gynaecology: Initial experience of a single institution. *Int J Med Robot*, 2023 Sep 19: e2578. doi: [10.1002/rcs.2578](https://doi.org/10.1002/rcs.2578).
- [5] DENG L, WANG Q, ZHENG Y. EDGE SP1000 Robotic System-assisted transumbilical laparoendoscopic single-site radical hysterectomy plus sentinel lymph node biopsy. *Videoscopy*, 2025, 35(1): 1-3. doi: [10.1089/vor.2024.0021](https://doi.org/10.1089/vor.2024.0021).
- [6] CHANG R, PING D, YANG S, *et al.* Effectiveness and safety of SR-ENS-600 endoscopic surgical system in benign and malignant gynecological diseases: a prospective, multicenter, clinical trial with 63 cases. *J Robotic Surg*, 2024, 18(1): 210. doi: [10.1007/s11701-024-01871-4](https://doi.org/10.1007/s11701-024-01871-4).
- [7] WANG N, ZHENG Y, LIU J. Performing endometrial cancer surgery using the new single-port robotic laparoscopic surgical system (Shurui). *Asian J Surg*, 2024 Sep 10: S1015-9584(24)01887-6. doi: [10.1016/j.asjsur.2024.08.147](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2024.08.147).
- [8] LIU Y, ZHAO Z, XU P, *et al.* Initial experience with the Carina™ platform in robotic-assisted hysterectomy for gynecological malignant disease. *Surg Endosc*, 2025, 39(4): 2346-2353. doi: [10.1007/s00464-025-11588-6](https://doi.org/10.1007/s00464-025-11588-6).

(2025-09-21收稿, 2026-04-24修回)

编辑 吕 熙



开放获取 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用 4.0国际许可协议(CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

© 2026《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*