

单孔腹腔镜和机器人辅助结直肠癌术中意外和处理对策

宋子甲 赵任

上海交通大学医学院附属瑞金医院普通外科, 上海 200020

通信作者: 赵任, Email: zhaorensurgeon@aliyun.com

【摘要】 随着外科技术的快速发展和微创理念的不断深化, 单孔腹腔镜手术(SILS)和机器人辅助手术(RAS)作为现代外科手术向更微创化、更精准化方向发展的代表, 在结直肠癌治疗领域日益受到关注。这两种技术在为患者带来创伤小、疼痛轻以及恢复快等优势的同时, 也面临着一些独特的挑战。单孔腹腔镜高难的技术挑战以及机器人系统的力反馈缺乏等容易造成血管、组织或器官的意外损伤。不恰当的处理方式会增加手术复杂性并影响临床结果。及时识别并迅速正确地应对, 可避免对患者造成严重后果。本文基于笔者团队十余年来在SILS和RAS治疗结直肠癌的实践经验, 结合当前国内外最新研究进展, 阐述SILS与RAS的术中常见意外情况、处理方案及预防策略, 以期开展此类手术的外科医师提供参考。

【关键词】 结直肠肿瘤; 腹腔镜手术, 单孔; 机器人手术; 术中意外; 处理对策

基金项目: 上海市市级医院新兴前沿技术联合攻关项目(SHDC12022115); 上海市创新医疗器械应用示范项目(23SHS04000)

Intraoperative complications and management strategies for colorectal cancer in single-incision laparoscopic and robotic-assisted surgery

Song Zijia, Zhao Ren

Department of General Surgery, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200020, China

Corresponding author: Zhao Ren, Email: zhaorensurgeon@aliyun.com

【Abstract】 With the rapid development of surgical techniques and the deepening of minimally invasive concepts, single-incision laparoscopic surgery (SILS) and robot-assisted surgery (RAS) are gaining increasing attention in the field of colorectal cancer treatment as representatives of modern surgery's move towards more minimally invasive and precise approaches. While these technologies offer advantages such as reduced trauma, less pain, and faster recovery, they also introduce unique challenges. The high technical demands of SILS, along with the lack of force feedback in robotic systems, can easily lead to unexpected injuries of blood vessels, tissues, or organs. Inappropriate handling can increase the complexity of the surgery and affect clinical outcomes. Timely identification and swift, correct responses can prevent severe consequences for patients. Based on over a decade of experience by our team in treating colorectal cancer with SILS and RAS, and incorporating the latest research advancements both domestically and internationally, this article discusses common intraoperative incidents, management strategies, and preventive measures associated with SILS and RAS. It aims to provide valuable references for surgeons performing these procedures, enhancing their capability to manage intraoperative challenges effectively.

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20250204-00047

收稿日期 2025-02-04 本文编辑 王静

引用本文: 宋子甲, 赵任. 单孔腹腔镜和机器人辅助结直肠癌术中意外和处理对策[J]. 中华胃肠外科杂志, 2025, 28(4): 362-367. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20250204-00047.



【Key words】 Colorectal neoplasms; Laparoscopic surgery, single-incision; Robot-assisted surgery; Intraoperative complications; Management strategies

Fund programs: Shanghai Municipal Hospital Collaborative Research Project on Emerging Frontier Technologies (SHDC12022115); Shanghai Innovative Medical Device Application Demonstration Project (23SHS04000)

单孔腹腔镜手术(single-incision laparoscopic surgery, SILS)与机器人辅助外科手术(robot-assisted surgery, RAS)是现代微创外科技术治疗结直肠癌的两大重要进展。SILS通过腹部单一小切口置入多个腹腔镜器械进行操作,可以进一步减少手术创伤、减轻术后疼痛、改善美容效果并优化人力资源配置,为“无瘢痕”手术的发展奠定重要基础^[1]。RAS利用高精度的机器人系统控制数个多自由度机械臂来执行手术操作,提供超高清的三维视野、高度灵活且稳定的操作性能、优良的人体工程学设计,并成为实现远程手术的关键,代表了未来外科手术发展的主要方向。

随着传统腹腔镜手术在结直肠癌治疗中的广泛应用,SILS以及RAS等新兴技术逐渐吸引越来越多的外科医师关注。然而,由于这些技术与传统腹腔镜手术在操作模式上存在差异,可导致特有的术中意外事件,并且在处理策略上有所不同。据报道,SILS的术中并发症发生率为3.0%~9.7%^[2-6];而RAS为1.5%~15.3%^[7-10]。及时识别并迅速正确地应对这些术中意外,对于保障患者的安全至关重要。本文将基于笔者团队十余年来在SILS和RAS治疗结直肠癌的实践经验,结合当前国内外最新研究进展,阐述SILS与RAS的术中常见意外、处理方案及预防策略,以期开展此类手术的外科医师提供参考。

一、SILS与RAS术中常见意外及原因分析

SILS与RAS术中常见意外的发生与各自技术的特点密切相关,深入了解两种技术的固有局限性,是安全实施手术的关键前提。

在SILS中,操作三角丢失、直线型视野及器械平行共轴形成的“筷子效应”等技术挑战,限制了手术视野和操作空间,增加了器械间碰撞的风险。为了克服技术难点,术者通常需采用“蚕食性”解剖分离策略,通过局部小范围逐步游离不断积累以完成手术。这要求术者对解剖结构有深刻的理解,具备精确的组织抓持和牵拉技巧,并与扶镜手之间保持高度的默契配合。此外,由于缺少助手的协同暴露,SILS往往需要增加体位倾斜角度来利用重力改

善术野。因此在SILS中,容易出现出血、组织损伤、器械热损伤以及体位相关损伤等意外。

RAS的主要局限性在于缺乏力或触觉反馈^[11]。这意味着术者无法直接感知组织的质地或力量变化,通常仅靠视觉来判断牵拉张力,容易出现牵拉过度导致出血或组织损伤。同时,由于主刀医师远离手术台,难以实时监控机械臂的外部运动,可能会造成机械臂压迫或碰撞患者体外组织,引起神经、皮肤或肌肉等损伤。一些机器人系统的手术操纵平台体积较大,在装机对接时可能需要更大的体位倾斜角度,增加体位相关损伤的风险^[12]。另外,机器人系统也可能遭遇机械故障、软件错误或通信中断等技术问题,影响手术进程。

SILS与RAS术中意外主要包括以下六类^[1,11-13]:

(1)气腹相关并发症:主要包括建立气腹时各种操作不当引起的血管或组织损伤以及二氧化碳充气或吸收引起的皮下气肿、气胸、高碳酸血症或气体栓塞等。(2)体位相关并发症:主要包括体位压迫导致的神经、皮肤、肌肉的损伤以及血液循环不畅造成的深静脉血栓等。(3)血管及组织器官损伤:主要包括手术过程中发生的各种血管、输尿管、膀胱、前列腺、尿道、阴道、肠管、肝脏、胆囊、脾脏以及胰腺等损伤。(4)肠道吻合相关并发症:主要包括肠壁缺血性损伤,肠壁破裂,吻合口扭转、缺血、裂开以及出血等。(5)器械相关并发症:主要包括各种操作器械的机械性故障和能量器械引起的组织热损伤等。(6)机器人系统相关意外:主要包括机械臂失控、卡顿以及运动轨迹偏移,组织嵌入器械关节,热剪保护套破裂;器械无法达到手术区域;远程信号延迟中断等。

当前,详细记录术中意外情况的文献较少。许多术中出现的“小插曲”被迅速发现并妥善处理,未导致严重的后果,往往未能被充分记录。在SILS的相关研究中,5项RCT研究共记录了23例术中并发症,包括出血11例(47.8%),组织和器官损伤7例(30.4%),吻合相关并发症2例(8.7%),切口血肿2例(8.7%)以及急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)1例(4.3%)^[2-4,14]。而在RAS

相关研究中,3 项研究共记录了 45 例术中并发症,占比较高的是组织或器官损伤(13 例,24.4%)、出血(9 例,20.0%)、设备故障(8 例,17.7%)以及吻合相关并发症(7 例,15.5%)^[7-8,10]。

二、SILS 与 RAS 术中出血和组织或器官损伤以及处理策略

(一) 出血

出血可由腹壁血管损伤、术区血管损伤或腹膜后大血管损伤引起。动脉出血通常表现为鲜红色血液以喷射状流出,流量大且速度快,需迅速控制;静脉出血则多为暗红色,持续涌出,处理不当容易造成二次损伤加重出血;毛细血管出血一般为渗血,流速较缓慢,处理相对简单。当出血发生后,可遵循“快、准、稳”的处理策略。

1. 快:“快”指快速暴露定位出血点并实施初步控制。通常出血发生后,优先使用吸引器清理术区积血确定出血区域,吸引器使用时要注意避免暴力刮吸而进一步撕裂血管。确定出血区域后可先使用纱条进行压迫,毛细血管出血或小静脉出血多可在纱条压迫 5~10 min 后自行止血;较大血管出血时,纱条也可减缓出血速度,有助于定位出血点并为后续止血操作争取时间。在明确出血点后,可使用分离钳夹持血管断端控制出血。单孔手术条件下虽缺少助手的牵拉暴露,但多数出血可以通过左手精确夹持血管断端并维持足够的张力而控制出血,如暴露困难,可及时增加戳孔来辅助操作。机器人条件下可充分利用第三机械臂以及助手操作孔来辅助牵拉暴露。

2. 准:“准”指准确使用止血方式。目前常用的止血方式包括血管夹、能量器械、缝扎等。在初步控制出血后,不当的止血方式选择可能会加重出血或造成其他损伤。例如,血管断端显露不清时盲目使用血管夹夹闭,可能造成血管断端夹闭不全而持续出血,抑或损伤出血区域其他血管或组织,同时还会对后续的止血处理如缝扎等造成干扰。血管夹的使用应确保血管残端充分地显露,通常需要>1 mm。在血管断端显露不良时,应在控制出血的同时解剖游离血管周围组织,以确保血管被完全夹闭,较大的血管可以选择双道夹闭,若解剖困难,应考虑缝扎止血。能量器械止血多用于小血管或浅表组织渗血。缝扎止血多用于深部血管壁破损、吻合口出血或能量器械止血失败等,在缝合时应注意避免缝合过深导致血管狭窄或肠腔狭窄。在单孔条件下

常用利用能量器械以及血管夹止血,缝合难度较大,尤其是在需要同时控制出血时,因此在需要缝扎止血时,常需增加辅助孔恢复传统腹腔镜操作模式。机器人下缝合灵活且自由度高,缝合通常可顺利完成。

3. 稳:“稳”指在处理出血时,整个手术团队要保持心态和操作的稳定,尤其是主刀医师要保持冷静的头脑指挥团队配合完成止血。当发生以下情况时,应当考虑积极转为开腹手术:(1)出血速度超过吸引器清除能力,钳夹或压迫无法初步控制出血速度,术野显露困难;(2)两次 SILS 或 RAS 下尝试止血失败,在增加辅助操作孔后仍止血困难;(3)重要血管损伤:如腹膜后大血管损伤等,需开腹直视下修复;(4)团队能力不足:术者及团队经验有限或设备不完善,无法完成复杂止血操作。

(二) 组织或器官损伤

组织或器官损伤可分为实质脏器损伤或空腔脏器损伤。实质脏器损伤后多发生出血,空腔脏器损伤可造成消化液以及尿液外漏等。在 SILS 和 RAS 中,脾脏、肠管、输尿管以及切口或戳孔部位等损伤的发生率相对较高。

1. 脾脏损伤:根据损伤程度可采取局部纱条压迫、应用止血材料、高频电刀止血、缝合修补甚至全脾切除等措施。通常脾脏损伤发生于左半结肠手术或需游离脾曲的手术,因脾周韧带丰富且脾脏周围极易粘连,常因牵拉不当发生出血。出血后脾脏暴露较为困难,尤其是在 SILS 或 RAS 条件下,如在初步尝试无法充分暴露后,需及时转为传统腹腔镜手术或开腹手术,避免反复牵拉造成损伤加重。

2. 肠管损伤:一旦发生,需即刻进行修补,多数情况下可在 SILS 或 RAS 下完成修补,如单孔条件下缝合角度不佳,需增加辅助孔操作避免加重损伤或缝合不确切。对于能量器械引起的热损伤需警惕迟发性肠漏可能,可在肠管热损伤处行全层缝合预防其发生。

3. 输尿管损伤:应立即请泌尿外科医师台上会诊,根据缺损情况及损伤部位进行修复,可行输尿管吻合、输尿管再植等。

4. 切口及戳孔部位的损伤:多表现为出血或血肿。SILS 因经单一切口长时间器械操作,反复牵拉易造成切口边缘机械应力性损伤;而 RAS 中机械臂的刚性运动特性以及机械臂鞘管的摆动摩擦,可能引发腹壁血管剪切损伤。这些损伤相对隐匿,在最

后关闭切口撤出鞘管或切口保护套时仔细检查,避免遗漏。确切的缝合是处理的关键,单孔的切口建议在连续缝合的基础上间断缝合加固,而对于机器臂的戳孔建议均采用全层缝合,如有活动性出血可采用 8 字缝合确切止血。

三、SILS 与 RAS 术中意外的预防策略

术中意外的发生虽难以完全避免,但多数情况下有迹可循。这意味着通过细致的准备和严密的监测可以有效预防这些意外。具备处理术中意外的能力固然重要,但更为关键的是采取可能的措施最大限度减少术中意外的发生。

(一) 严格把握手术适应证

SILS 与 RAS 均应在满足传统腹腔镜手术的适应证与禁忌证的前提下进行。对于 RAS,需特别注意评估患者的体型以及计划切除的肠段范围。若患者体型过大,可能因器械长度限制而无法完成游离,而需要覆盖多个象限的操作。对于该类型患者而言,机器人系统可能因转换手术象限的复杂性而不适用。对于 SILS,由于技术难度较高,其开展需充分考虑患者肿瘤大小、肿瘤位置、肿瘤分期、组织条件以及体型等。在手术开展初期,建议选择分期较早、病灶较小、无腹部手术史、体型匀称且未接受过术前新辅助治疗的患者。当术者熟练度提升后,可适当扩大适应证。根据《单孔腹腔镜结直肠手术专家共识》(2019 版)的建议,患者的选择应满足以下要求:(1) 肿瘤最大径 ≤ 4 cm;(2) 体质指数 <30 kg/m²;(3) 肿瘤位于结肠以及中、高位直肠;(4) 经超声、CT 或 PET-CT 等检查判断无远处转移;(5) 无手术区域广泛粘连;(6) 根据第 8 版 AJCC 癌症分期手册,经肠镜、腹部(盆腔)CT 或 MRI 评估后临床肿瘤分期为 cT1~4aN0~2M0, 无论是否接受过术前放化疗^[1]。

(二) 重视手术技术的培训

任何新技术的临床应用均需经历学习曲线,处于该阶段术者并发症发生率显著高于技术成熟期,因此,优化学习曲线路径,避免陡峭的学习曲线带来的安全隐患,是保障安全的关键。现有文献显示,机器人结直肠手术的学习曲线在 12~65 例后趋于平稳^[15-19];而渡过单孔腹腔镜结直肠手术的学习曲线则需要 30~65 例^[20-22]。值得注意的是,单孔腹腔镜手术较难从传统腹腔镜手术中获取经验,练习减孔腹腔镜手术熟悉单人操作的手术模式有助于快速渡过学习曲线^[23-24]。

当前尚无标准的单孔腹腔镜手术以及机器人

辅助手术的培训体系。术者在新技术开展前可以构建多维训练路径:包括专项课程学习、模拟器操作训练以及动物实验验证等系统性培训。另外,助手的练习培训同样至关重要,单孔手术中扶镜手面临更高技术要求,需掌握主操作器械对侧置镜技术以避免器械“打架”,这需要通过大量模拟训练建立空间协调能力;而在机器人手术中,助手更要“眼观六路”,既要熟悉器械故障的应急处置,又要实时监控机械臂运动轨迹,对于可能发生的机械臂碰撞、患者体外组织受压等安全隐患,应及时向主刀医师反馈提醒。

(三) 结合现代技术的应用

随着科技的进步、医工交叉等领域的不断发展,有多项先进技术出现并在结直肠手术中开展应用以进一步提高手术精度。但这些技术的应用尚处于起步阶段,多数为探索性研究,一方面受制于技术的可获得性,另一方面多数外科医师仍比较依赖固有的解剖知识和经验。

1. 虚拟现实(virtual reality, VR)和增强现实(augmented reality, AR)技术:VR 通过特定的软件提供患者特定解剖结构的 3D 重建,用于虚拟手术分割、探索及规划。AR 是将患者术前的 CT 和(或)MRI 等检查虚拟重建的器官图像叠加到真实的患者解剖结构上。利用这两种技术进行术前规划、模拟以及术中导航,能够提供精确的解剖结构视图,帮助医师更好地理解手术区域的具体情况,从而减少误操作的风险。在 Guerriero 等^[25]的研究中,通过 VR 发现了 CT 阅片遗漏的来自肠系膜下动脉的血管解剖变异;Atallah 等^[26]在经肛门微创手术-全直肠系膜切除术(transanal minimally invasive surgery-total mesorectal excision, TAMIS-TME)手术中使用 AR 技术进行术中导航,成功完成了精准的完整系膜切除。

2. 荧光引导手术(fluorescence image-guided surgery, FigS):FigS 是一种基于光学的成像技术,能够让外科医师在术中看到通常肉眼难以识别的结构,并可以评估如器官灌注等动态代谢活动。在结直肠手术中,可以利用荧光涂层导管提高输尿管的识别来避免输尿管损伤,使用神经特异性荧光剂来识别骨盆神经提高神经的保护,使用荧光淋巴结示踪剂来提高淋巴结的清扫率。在一项前瞻性研究 PiLLar II 中,使用 FigS 评估吻合部位的灌注情况帮助外科医师在 10% 的病例中调整了临床选定的肠段切除水平,避免了吻合口漏的发生^[27]。

3. 高光谱增强现实技术(hyperspectral enhanced reality, Hyper):这是一种无需对比剂的实时光学成像技术,它将分光镜与照相机结合在一起,可以提供关于氧饱和度、近红外灌注指数、血红蛋白指数和组织水分指数的定量信息。Jansen-Winkeln 等^[28]报道了在进行左半结肠切除术时,该技术能够精确识别氧合下降的区域,指导吻合肠段的选择;该研究中的 20 例患者均未发生吻合口漏。

4. 人工智能(artificial intelligence, AI):当前基于深度学习的 AI 正不断取得进展,正逐步进入医疗领域。其在手术数据提取分析、手术决策制定以及自动化手术操作等方面展示出巨大潜力,具有广阔的应用前景^[29-32]。AI 可以自动从围手术期过程中提取数据进行分析,识别正常和异常的手术工作流程,在出现偏差时发出警报,同时还能够自动生成手术报告,确保标准化并减少人为错误。AI 辅助的手术决策制定可以覆盖风险与安全评估、器械选择与放置、手术进度评价、行动规划以及并发症检测与预测等多个方面。而对于手术操作,AI 正逐渐实现一些简单任务的自动化,如 Saeidi 等^[33]报道使用自主机器人系统完成了猪小肠吻合。未来,外科手术可能会由人类外科医师和 AI 及机器人共同完成。

随着微创外科技术的不断发展以及未来更多新技术的应用,术中意外的发生率将进一步降低,但这并不能完全取代医师的专业判断和临床经验,作为主导手术治疗的医师同道,应时刻保持敬畏之心,不断学习和适应新技术,确保在面对任何突发情况时都能迅速作出正确的决策。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会单孔腹腔镜专委会. 单孔腹腔镜结直肠手术专家共识(2019 版)[J/CD]. 中华结直肠疾病电子杂志, 2019, 8(4): 343-348. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3224.2019.04.004.
- [2] Lee YS, Kim JH, Kim HJ, et al. Short-term outcomes of single-port versus multiport laparoscopic surgery for colon cancer: the simple multicenter randomized clinical trial[J]. Ann Surg, 2021, 273(2): 217-223. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003882.
- [3] Kang BM, Park SJ, Lee KY, et al. Single-port laparoscopic surgery can be performed safely and appropriately for colon cancer: short-term results of a pilot randomized controlled trial[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2017, 27(5): 501-509. DOI: 10.1089/lap.2016.0467.
- [4] Song Z, Liu K, Li Y, et al. Short-term outcomes of single-incision laparoscopic surgery for colorectal cancer: a single-center, open-label, non-inferiority, randomized clinical trial[J]. Front Oncol, 2021, 11: 762147. DOI: 10.3389/fonc.2021.762147.
- [5] Yun JA, Yun SH, Park YA, et al. Oncologic outcomes of single-incision laparoscopic surgery compared with conventional laparoscopy for colon cancer[J]. Ann Surg, 2016, 263(5): 973-978. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001226.
- [6] ElSherbiney M, Khawaja AH, Noureldin K, et al. Single incision laparoscopy versus conventional multiport laparoscopy for colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2023, 105(8): 709-720. DOI: 10.1308/rcsann.2022.0132.
- [7] Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: the ROLARR randomized clinical trial[J]. JAMA, 2017, 318(16): 1569-1580. DOI: 10.1001/jama.2017.7219.
- [8] Kim MJ, Park SC, Park JW, et al. Robot-assisted versus laparoscopic surgery for rectal cancer: a phase II open label prospective randomized controlled trial[J]. Ann Surg, 2018, 267(2): 243-251. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002321.
- [9] 李森, 薛勇敢, 柯沐, 等. 机器人与腹腔镜手术治疗肥胖中低位直肠癌患者短期疗效比较[J]. 解放军医学院学报, 2023, 44(6): 624-630. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2023.06.009.
- [10] Polat F, Willems LH, Dogan K, et al. The oncological and surgical safety of robot-assisted surgery in colorectal cancer: outcomes of a longitudinal prospective cohort study[J]. Surg Endosc, 2019, 33(11): 3644-3655. DOI: 10.1007/s00464-018-06653-2.
- [11] 中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会机器人手术专业委员会, 中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会. 机器人结直肠癌手术中国专家共识(2020 版)[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2021, 2(3): 225-240. DOI: 10.12180/j.issn.2096-7721.2021.03.012.
- [12] Jara RD, Guerrón AD, Portenier D. Complications of robotic surgery[J]. Surg Clin North Am, 2020, 100(2): 461-468. DOI: 10.1016/j.suc.2019.12.008.
- [13] Watrowski R, Kostov S, Alkatout I. Complications in laparoscopic and robotic-assisted surgery: definitions, classifications, incidence and risk factors - an up-to-date review[J]. Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne, 2021, 16(3): 501-525. DOI: 10.5114/wiitm.2021.108800.
- [14] Huscher CG, Mingoli A, Sgarzini G, et al. Standard laparoscopic versus single-incision laparoscopic colectomy for cancer: early results of a randomized prospective study[J]. Am J Surg, 2012, 204(1): 115-120. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2011.09.005.
- [15] Barrie J, Jayne DG, Wright J, et al. Attaining surgical competency and its implications in surgical clinical trial design: a systematic review of the learning curve in laparoscopic and robot-assisted laparoscopic colorectal cancer surgery[J]. Ann Surg Oncol, 2014, 21(3): 829-840. DOI: 10.1245/s10434-013-3348-0.
- [16] Horesh N, Anteby R, Shiber M, et al. Learning curve of robotic-assisted low anterior resection for low and mid rectal cancer[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2024, 34(12): 1051-1055. DOI: 10.1089/lap.2024.0221.
- [17] Gao Y, Pan H, Ye J, et al. Robotic intersphincteric resection

- for low rectal cancer: a cumulative sum analysis for the learning curve[J]. Surg Today, 2024, 54(11): 1329-1336. DOI: 10.1007/s00595-024-02841-x.
- [18] Burghgraef TA, Sikkenk DJ, Crolla R, et al. Assessing the learning curve of robot-assisted total mesorectal excision: a multicenter study considering procedural safety, pathological safety, and efficiency[J]. Int J Colorectal Dis, 2023, 38(1):9. DOI: 10.1007/s00384-022-04303-7.
- [19] Parascandola SA, Horsey ML, Hota S, et al. The robotic colorectal experience: an outcomes and learning curve analysis of 502 patients[J]. Colorectal Dis, 2021, 23(1): 226-236. DOI: 10.1111/codi.15398.
- [20] Kirk KA, Boone BA, Evans L, et al. Analysis of outcomes for single-incision laparoscopic surgery (SILS) right colectomy reveals a minimal learning curve[J]. Surg Endosc, 2015, 29(6): 1356-1362. DOI: 10.1007/s00464-014-3803-4.
- [21] Haas EM, Nieto J, Ragupathi M, et al. Critical appraisal of learning curve for single incision laparoscopic right colectomy[J]. Surg Endosc, 2013, 27(12): 4499-4503. DOI: 10.1007/s00464-013-3096-z.
- [22] Kim CW, Kim WR, Kim HY, et al. Learning curve for single-incision laparoscopic anterior resection for sigmoid colon cancer[J]. J Am Coll Surg, 2015, 221(2): 397-403. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.02.016.
- [23] Pucherh P, Sodergren M, Singh P, et al. Have we learned from lessons of the past? A systematic review of training for single incision laparoscopic surgery [J]. Surg Endosc, 2013, 27(5): 1478-1484. DOI: 10.1007/s00464-012-2632-6.
- [24] Madhoun N, Keller DS, Haas EM. Review of single incision laparoscopic surgery in colorectal surgery[J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(38): 10824-10829. DOI: 10.3748/wjg.v21.i38.10824.
- [25] Guerriero L, Quero G, Diana M, et al. Virtual reality exploration and planning for precision colorectal surgery [J]. Dis Colon Rectum, 2018, 61(6): 719-723. DOI: 10.1097/DCR.0000000000001077.
- [26] Atallah S, Martin-Perez B, Larach S. Image-guided real-time navigation for transanal total mesorectal excision: a pilot study[J]. Tech Coloproctol, 2015, 19(11): 679-684. DOI: 10.1007/s10151-015-1329-y.
- [27] Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): a multi-institutional study[J]. J Am Coll Surg, 2015, 220(1): 82-92. e1. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2014.09.015.
- [28] Jansen-Winkel B, Holfert N, Köhler H, et al. Determination of the transection margin during colorectal resection with hyperspectral imaging (HSI) [J]. Int J Colorectal Dis, 2019, 34(4): 731-739. DOI: 10.1007/s00384-019-03250-0.
- [29] 梁伟祺,陈韬,余江. 人工智能技术在胃癌诊疗中的应用与进展[J]. 中华胃肠外科杂志, 2022, 25(8): 741-746. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20220329-00120.
- [30] 付占威,蔡正昊,马君俊. 人工智能在直肠癌外科精准化诊疗中的应用价值[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(6): 574-578. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240412-00133.
- [31] 颜上程,彭巍,程明,等. 人工智能用于胃癌淋巴结转移预测的研究进展[J]. 中华胃肠外科杂志, 2025, 28(1): 95-102. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20240510-00172.
- [32] 魏炜,何坤山,胡振远,等. 人工智能在结直肠癌诊疗中的研究进展及前景展望[J]. 中华胃肠外科杂志, 2024, 27(1): 15-23. DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20231114-00174.
- [33] Saeidi H, Opfermann JD, Kam M, et al. Autonomous robotic laparoscopic surgery for intestinal anastomosis [J]. Sci Robot, 2022, 7(62): eabj2908. DOI: 10.1126/scirobotics.abj2908.

·读者·作者·编者·

本刊文稿中部分常用名词的使用要求

箭头后为正确用语

大肠→结肠	纵膈→纵隔	机理→机制	愈合期→恢复期
食道→食管	尿生殖隔→尿生殖膈	机能→功能	图象→图像
瘘道→瘘管	盆膈→盆膈	机率→概率	影象→影像
返流性食管炎→反流性食管炎	直肠阴道膈→直肠阴道隔	记数法→计数法	瘀血→淤血
胃食管返流→胃食管反流	体重→体质量	其它→其他	血象→血常规
克隆氏病→克罗恩病	体质量指数→体质指数	松弛→松弛	血色素→血红蛋白
炎症性肠病→炎性肠病	淋巴腺→淋巴结	疤痕→瘢痕	血液动力学→血流动力学
何杰金病→霍奇金病	探察→探查	石腊→石蜡	报导→报道
节段性肠炎→局限性肠炎	化验检查→实验室检查	H-E染色→苏木精-伊红染色	侧枝→侧支
应急性溃疡→应激性溃疡	禁忌症→禁忌证	肝昏迷→肝性脑病	发烧→发热
肛皮线→齿状线	适应症→适应证	抗菌素→抗生素	份量→分量
提肛肌→肛提肌	综合症→综合征	粘膜→黏膜	成份→成分
横膈→横膈	指征→指征	粘液→黏液	浮肿→水肿