机器人外科学杂志
CJRS
Chinese Journal of Robotic Surgery
论著 · Article
Vol. 6 No. 5 May. 2025
DOI: 10.12180/j.issn.2096-7721.2025.05.020

基于泊松回归的机器人辅助结直肠癌手术并发症危险因素分析

赵朋伟[1]，黄非[2]，马静[1]，乔莉娜[1]，胡晨浩[1]

（西安交通大学第一附属医院　1. 普通外科；2. 泌尿外科　陕西　西安　710061）

摘要　目的：基于泊松回归模型分析机器人辅助结直肠癌术后并发症发生的危险因素。方法：回顾性收集2023年6月—2024年6月于西安交通大学第一附属医院行机器人辅助结直肠癌手术的100例患者的一般资料及术后并发症情况，采用单因素分析及泊松回归模型筛选与并发症种类数相关的危险因素。结果：27%的患者出现术后并发症。并发症种类数的帕累托图分析显示，“0种”“1种”合计占比91%，为“至关重要项”，即常见事件；单因素分析显示“ASA分级、年龄≥65岁、机器人手术系统未行每6个月定期维护、中低位直肠癌”是并发症种类数增加的危险因素（P<0.05）；相关性分析显示上述4项指标与并发症种类数呈正相关（P<0.001）；泊松回归分析显示“ASA分级（Ⅲ）、肿瘤分期（Ⅲ、Ⅳ）、中低位直肠癌、有合并症、机器人手术系统未行每6个月定期维护”是并发症种类数增加的危险因素，但“上段直肠癌、BMI ≥ 25kg/m^2”是保护性因素。结论：结直肠癌患者行机器人辅助手术后发生并发症事件的种类数与多种因素相关，其中“ASA分级（Ⅲ）、机器人手术系统未行每6个月定期维护、肿瘤分期（Ⅲ、Ⅳ）、中低位直肠癌、有合并症”对并发症的发生有负向影响，临床应该加以重视。

关键词　结直肠癌；机器人辅助手术；并发症；危险因素；泊松回归

中图分类号　R735.3　**文献标识码**　A　**文章编号**　2096-7721（2025）05-0802-06

Risk factor analysis of complications in robot-assisted surgery for colorectal cancer based on Poisson regression

ZHAO Pengwei[1], HUANG Fei[2], MA Jing[1], QIAO Lina[1], HU Chenhao[1]

(1. Department of General Surgery; 2. Department of Urology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

Abstract　Objective: To analyze risk factors for the occurrence and types of postoperative complications in robot-assisted colorectal cancer surgery using a Poisson regression model. Methods: Retrospective data from 100 patients who underwent robot-assisted surgery for colorectal cancer at the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from June 2023 to June 2024 were collected. Univariate analysis and Poisson regression model were used to identify risk factors associated with the number of complication types. Results: Postoperative complications occurred in 27% of patients. Pareto chart analysis revealed that "0 complication type" and "1 complication type" accounted for 91% of cases, categorized as "critical items" (common events). Univariate analysis identified ASA classification, age ≥ 65 years, lack of biannual maintenance for the surgical robot, and mid-to-low rectal cancer as risk factors for increased complication types (P<0.05). Correlation analysis showed a positive association between these four factors and complication multiplicity (P<0.001). Poisson regression further confirmed ASA class Ⅲ, tumor stage Ⅲ / Ⅳ, mid-to-low rectal cancer, comorbidities, and lack of biannual robot maintenance as risk factors, while upper rectal cancer and BMI ≥ 25 kg/m^2 were protective factors. Conclusion: The number of postoperative complications after robot-assisted surgery for colorectal cancer is influenced by multiple factors. Clinicians should prioritize interventions for ASA class Ⅲ, irregular robot maintenance, advanced tumor stages (Ⅲ / Ⅳ), mid-to-low rectal cancer, and comorbidities, which negatively impact outcomes.

Key words　Colorectal Cancer; Robot-assisted Surgery; Complications; Risk Factor; Poisson Regression

基金项目：陕西省重点研发计划项目（2022SF-432）

Foundation Item: Key R&D Plan Project of Shaanxi Province (2022SF-432)

引用格式：赵朋伟，黄非，马静，等. 基于泊松回归的机器人辅助结直肠癌手术并发症危险因素分析[J]. 机器人外科学杂志（中英文），2025，6（5）：802-807.

Citation: ZHAO P W, HUANG F, MA J, et al. Risk factor analysis of complications in robot-assisted surgery for colorectal cancer based on Poisson regression[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(5): 802-807.

通讯作者（Corresponding Author）：胡晨浩（HU Chenhao），Email：821532977@qq.com

结直肠癌是全球常见的恶性肿瘤之一，发病率和死亡率居高不下，已成为癌症相关死亡的第二大原因。据《2022 全球癌症统计报告》[1-2] 显示，全球结直肠癌新增病例超过 180 万例，死亡病例达 90 万例，其发病率位居恶性肿瘤第三位，死亡率高居第二位，且呈持续上升趋势，其中男性发病率和死亡率均高于女性。目前，结直肠癌的主要手术方式包括开腹手术和腹腔镜手术，但这些传统术式存在创伤大、恢复慢、术后并发症较多等缺点 [3-5]。近年来，随着医疗技术的进步，机器人辅助手术系统逐渐应用于结直肠癌治疗，为患者提供了新的选择 [6-7]。该技术融合机器人学、计算机科学和医学等多学科优势，能够实现更精准、更安全的手术操作。借助机器人灵活的操作臂和高清三维成像系统，外科医生可更精确地切除肿瘤，减少术中出血和术后疼痛，从而改善患者预后和生活质量。然而，尽管机器人辅助手术具有诸多优势，术后并发症的发生仍不容忽视。现报道如下。

1　资料与方法

1.1 一般资料　回顾性选取 2023 年 6 月—2024 年 6 月于西安交通大学第一附属医院行机器人辅助结直肠癌手术的 100 例患者为研究对象。纳入标准：①经影像学和术后病理诊断为结直肠癌；②年龄≥ 18 岁；③临床资料完整；④限期开展机器人辅助手术。排除标准：①急诊行肠造瘘手术；②术前 1 周有严重外伤性感染；③合并严重心血管疾病、凝血功能障碍；④存在手术禁忌证；⑤存在严重认知障碍。本研究已通过医院伦理委员会审批 [2023 伦审科字第（460）号]。

1.2 观察指标　①并发症发生情况：吻合口出血、切口感染、肠梗阻、吻合口瘘、肺部感染等；②并发症事件种类数：患者术后发生并发症种类的频数之和；③ ASA 分级；④合并症：包括糖尿病、高血压、高血脂中的一项或几项；⑤年龄；⑥机器人手术系统维护情况：机器人手术系统相关器械、系统等每 6 个月进行一次维护、升级、更新等操作；⑦医生手术经验：医生操作机器人手术系统相关经验的年限；⑧是否为中低位直肠癌。

1.3 统计学方法　所有数据使用 SPSS 27.0 软件进行统计学分析。计数资料用例数（百分比）[n（%）] 表示，行 χ^2 检验；并发症种类数事件分析采用泊松回归。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1 并发症情况　各项并发症及其发生频数见表 1，共 27% 的患者出现并发症。对每位患者发生并发症的种类数行帕累托图分析，结果显示“0 种”“1 种”两项合计占比 91%，为“至关重要项”，即常见事件（如图 1）。

2.2 并发症发生的影响因素　结直肠癌患者行机器人辅助手术后发生并发症种类数相关的危险因素及频数见表 2。

2.3 单因素分析　单因素分析显示，“ASA 分级、年龄≥ 65 岁、机器人手术系统未行每 6 个月定期维护、中低位直肠癌”与患者术后发生并发症的种类数相关（P<0.05），见表 3。

表 1　并发症种类及频数 [n（%）]

Table 1　Types and frequency of complications [n（%）]

指标	分类	频数
吻合口出血	无	94（94.00）
	有	6（6.00）
切口感染	无	95（95.00）
	有	5（5.00）
肠梗阻	无	94（94.00）
	有	6（6.00）
吻合口瘘	无	93（93.00）
	有	7（7.00）
肺部感染	无	97（97.00）
	有	3（3.00）
腹腔感染	无	98（98.00）
	有	2（2.00）
心房颤动	无	99（99.00）
	有	1（1.00）
出血量大于 500 mL	否	92（92.00）
	是	8（8.00）
并发症	无	73（73.00）
	有	27（27.00）
并发症种类数	0 种	73（73.00）
	1 种	18（18.00）
	2 种	8（8.00）
	4 种	1（1.00）

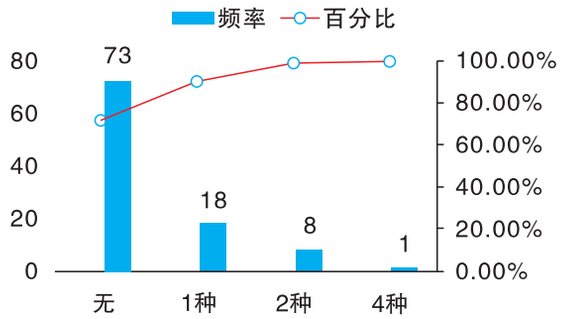

图 1　并发症种类数帕累托图

Figure 1　Pareto chart of the number of complication types

表 2　并发症种类数相关因素频数 [*n*（%）]

Table 2　Frequency of factors related to the number of complication types [*n*（%）]

指标	分类	频数
ASA 分级	Ⅰ级	47（47.00）
	Ⅱ级	34（34.00）
	Ⅲ级	19（19.00）
肿瘤分期	Ⅱ期	21（21.00）
	Ⅲ期	54（54.00）
	Ⅳ期	25（25.00）
肿瘤部位	下段	57（57.00）
	上段	43（43.00）
性别	男	55（55.00）
	女	45（45.00）
年龄（岁）	＜65	37（37.00）
	≥ 65	63（63.00）
BMI（kg/m^2）	＜25	52（52.00）
	≥ 25	48（48.00）
合并症	无	42（42.00）
	有	58（58.00）
医生手术经验（年）	≥ 5	38（38.00）
	＜5	62（62.00）
机器人手术系统未行每 6 个月定期维护	否	68（68.00）
	是	32（32.00）
中低位直肠癌	否	38（38.00）
	是	62（62.00）

2.4 相关性分析　相关性分析显示，发生并发症事件的种类数与“ASA 分级、年龄≥ 65 岁、机器人手术系统未行每 6 个月定期维护、中低位直肠癌”呈正相关，相关系数为 0.389（*P*<0.001）、0.646（*P*<0.001）、0.736（*P*<0.001）、0.745（*P*<0.001），如图 2。

2.5 多因素分析　将上述有统计学意义的“ASA 分级、年龄≥ 65 岁、机器人手术系统定期维护、是否为中低位直肠癌”及结合临床实际不可忽略的“BMI ≥ 25kg/m^2、合并症、手术经验时间 <5 年”共 7 项指标作为自变量，“发生并发症事件的种类数”作为因变量进行 Poisson 回归分析，各项变量赋值见表 4。模型伪 R 方为 0.413，即该模型可解释 41.3% 的并发症事件种类数的变化原因。Poisson 回归分析显示，“ASA Ⅲ级、肿瘤分期Ⅲ期、肿瘤分期Ⅳ期、中低位直肠癌、有合并症、机器人手术系统未行每 6 个月定期维护”是并发症种类数增加的危险因素，“肿瘤部位为上段、BMI ≥ 25kg/m^2”是保护性因素，见表 5。

3　讨论

机器人辅助手术作为现代医学的重要技术，凭借其高精度和低创伤性等优势，在结直肠癌治疗中发挥着关键作用[8-9]。然而，与其他手术方式一样，机器人辅助手术也存在潜在并发症风险。深入研究这些并发症的发生原因，如手术操作经验、设备运行维护、患者个体差异等，对于全面了解该技术的安全性、优化手术方案具有重要意义。本研究结果显示，ASA 分级与并发症种类数呈正相关关系，即 ASA 分级越高（患者健康状况越差），并发症种类数越多。这一发现与陈思芮等人[10]的研究结论一致，但该研究还指出生活质量和衰弱也是重要影响因素，而本研究未进行相关分析。李永胜等人[11]则针对老年患者群体，提出 ASA 分级、衰弱指数及营养状况是术后短期重度并发症的关键预测指标。在年龄因素方面，本研究发现年龄≥ 65 岁与并发症种类数显著相关（*r*=0.646，*P*<0.001），表明老年患者的生理功能衰退可能使其对手术的耐受性和恢复能力下降，增加了并发症风险。这一结果与多项研究[12-14]的结论相符，均认为高龄是结直肠癌术后并发症的重要影响因素。然而，Topal U 等人[15]持不同观点，认为机器人辅助手术在高龄患者中同样安全可行，年龄并非术后并发症的决定性因素，机器人操作本身也会带来风险。这一分歧提示机器人辅助手术的风险因素可能受多种变量影响，未来需进一步研究以明确其作用机制。

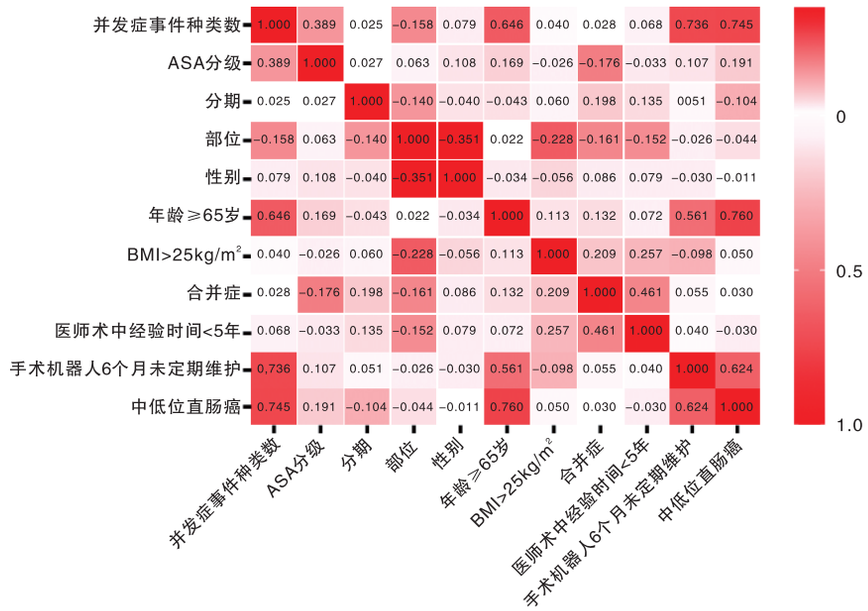

图 2　相关性热图

Figure 2　Correlations heatmap

表 3　并发症种类数影响因素的单因素分析 [*n*（%）]

Table 3　Univariate analysis of influencing factors for the number of complication types [*n*（%）]

指标		无	1 种	2 种	4 种	χ^2	*P* 值
ASA 分级	Ⅰ级	41（87.23）	6（12.77）	0（0.00）	0（0.00）	19.101	0.001
	Ⅱ级	20（58.82）	9（26.47）	5（14.71）	0（0.00）		
	Ⅲ级	9（47.37）	5（26.32）	4（21.05）	1（5.26）		
肿瘤分期	Ⅱ期	15（71.43）	4（19.05）	1（4.76）	1（4.76）	4.470	0.613
	Ⅲ期	38（70.37）	11（20.37）	5（9.26）	0（0.00）		
	Ⅳ期	17（68.00）	5（20.00）	3（12.00）	0（0.00）		
肿瘤部位	下段	36（63.16）	15（26.32）	5（8.77）	1（1.75）	4.292	0.232
	上段	34（79.07）	5（11.63）	4（9.30）	0（0.00）		
性别	男	33（73.33）	9（20.00）	3（6.67）	0（0.00）	1.433	0.695
	女	37（67.27）	11（20.00）	6（10.91）	1（1.82）		
年龄（岁）	＜65	59（92.19）	4（6.25）	1（1.56）	0（0.00）	42.013	<0.001
	≥ 65	11（30.56）	16（44.44）	8（22.22）	1（2.78）		
BMI（kg/m²）	＜25	37（71.15）	11（21.15）	4（7.69）	0（0.00）	1.382	0.710
	≥ 25	33（68.75）	9（18.75）	5（10.42）	1（2.08）		
合并症	无	30（71.43）	8（19.05）	4（9.52）	0（0.00）	0.800	0.849
	有	40（68.97）	12（20.69）	5（8.62）	1（1.72）		
医生手术经验（年）	≥ 5	28（73.68）	7（18.42）	3（7.89）	0（0.00）	0.891	0.828
	＜5	42（67.74）	13（20.97）	6（9.68）	1（1.61）		
机器人手术系统每 6 个月定期维护	否	8（23.53）	16（47.06）	9（26.47）	1（2.94）	54.161	<0.001
	是	62（93.94）	4（6.06）	0（0.00）	0（0.00）		
中低位直肠癌	否	62（95.38）	2（3.08）	1（1.54）	0（0.00）	57.035	<0.001
	是	8（22.86）	18（51.43）	8（22.86）	1（2.86）		

本研究结果显示，“医师机器人手术经验<5年”虽然在相关性分析中与并发症种类数无显著关联，但在Poisson回归分析中却显示为危险因素（*OR*>1），这一矛盾结果提示该指标需要进一步验证。手术经验不足可能导致技术熟练度欠缺，从而增加并发症风险。裴炜等人[16]的研究也支持这一观点，但其以“术中经验<500台手术”为经验分界点，与本研究采用的5年经验标准存在差异。秦秀森等人[17]则从医疗中心层面指出，经验不足的中心开展复杂手术（如肿瘤细胞减灭术联合腹腔热灌注化疗）会增加并发症和死亡风险。中低位直肠癌与并发症种类数呈显著正相关，这可能与其解剖结构复杂、手术难度较大有关。本研究证实中低位直肠癌是并发症种类数增加的独立危险因素，与张书勤等人[18]的研究结论一致。李文娟等人[19]进一步指出，中低位直肠癌手术可能增加男性性功能障碍、前列腺转移、肺部转移等情况发生的风险。在设备维护方面，机器人手术系统超过6个月未定期维护与并发症种类数增加显著相关。定期维护可确保设备精准度，降低手术风险和并发症的发生率。这一发现与Arroyo A等人[20]的观点一致，认为保持良好的机器人手臂模块化设计和定期维护，对患者而言是安全可行的。Solis-Pazmino P等人[21]指出应用机器人手臂操作会增加结直肠癌患者肠梗阻的发生风险，未见其他风险。但Sawada H等人[22]认为机器人辅助手术与传统手术并发症发生率相当，只是在手术时间上有所不同。值得注意的是，国外多项研究[23–25]肯定了机器人辅助手术的优势，尤其在75岁以上的老年患者群体。但相关研究[26–28]也提醒需警惕吻合口出血等常见并发症风险。另有文献[29–30]指出，机器人手术系统在结直肠癌手术中的应用会拓展手术视野，精准祛除病灶，也可能带来医疗保险理赔或者医保报销结构的变化，使贫富阶层享受医疗水平的差距进一步拉大。

综上所述，结直肠癌患者机器人辅助手术后发

表4　Poisson回归分析变量赋值表

Table 4　Variable assignment in Poisson regression analysis

指标	赋值项	参照项
ASA分级	Ⅰ=1，Ⅱ=2，Ⅲ=3	Ⅰ
肿瘤分期	Ⅱ=1，Ⅲ=2，Ⅳ=3	Ⅱ
肿瘤部位	下段=0，上段=1	下段
性别	男=0，女=1	男
年龄≥65岁	否=0，是=1	否
BMI≥25kg/m^2	否=0，是=1	否
合并症	无=0，有=1	无
医生手术经验<5年	否=0，是=1	否
机器人手术系统未行每6个月定期维护	否=0，是=1	否
中低位直肠癌	否=0，是=1	否

表5　并发症种类数Poisson回归参数表

Table 5　Parameter estimates of Poisson regression for the number of complication types

指标	*β*值	*SE*值	χ^2值	*P*值	*OR*值	95% *CI*
常数	−29.457	0.428	4745.425	<0.001	—	—
ASA分级=Ⅲ	1.087	0.339	10.294	0.001	2.966	1.527~5.763
ASA分级=Ⅱ	0.378	0.311	1.474	0.225	1.459	0.793~2.686
肿瘤分期=Ⅳ	0.176	0.067	6.815	0.009	1.192	1.045~1.361
肿瘤分期=Ⅲ	0.367	0.101	13.327	<0.001	1.444	1.185~1.758
肿瘤部位=上段	−0.597	0.083	51.778	<0.001	0.550	0.468~0.648
性别=女	−0.119	0.073	2.628	0.105	0.888	0.769~1.025
年龄≥65岁=是	0.142	0.203	0.487	0.485	1.153	0.774~1.717
BMI≥25kg/m^2=是	−0.193	0.096	4.074	0.044	0.824	0.683~0.994
合并症=有	0.172	0.005	1378.847	<0.001	1.188	1.177~1.198
医生手术经验<5年=是	0.040	0.051	0.608	0.436	1.041	0.942~1.150
机器人手术系统未行每6个月定期维护=是	0.744	0.049	230.157	<0.001	2.104	1.911~2.316
中低位直肠癌=是	2.281	0.894	2.551	0.011	9.788	1.697~56.473

生并发症的种类数与多种因素密切相关，其中 ASA 分级、肿瘤位置（中低位直肠癌）以及手术机器人定期维护是需要特别关注的关键因素。然而，作为单中心小样本研究，本研究的结论在推广性和普适性方面存在一定局限。未来需要通过扩大样本量、开展多中心研究来进一步验证。此外，机器人操作的技术差异、患者个体化特征等因素也可能对研究结果造成偏差。未来，随着人工智能技术的持续发展，机器人手术系统将不断完善，有望显著降低结直肠癌患者术后并发症的发生率。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：赵朋伟负责文稿撰写及修改；黄非负责数据收集，数据录入，统计学分析；马静、乔莉娜负责提出意见，文献核查；胡晨浩负责文稿审核，文稿修改。

参考文献

[1] XIN J Y, DU M L, GU D Y, et al. Risk assessment for colorectal cancer via polygenic risk score and lifestyle exposure: a large-scale association study of East Asian and European populations[J]. Genome Med, 2023, 15(1): 4.

[2] 姚一菲 , 孙可欣 , 郑荣寿 .《2022 全球癌症统计报告》解读 : 中国与全球对比 [J]. 中国普外基础与临床杂志 , 2024, 31(7): 769–780.

[3] Ustuner M A, Deniz A, Simsek A. Laparoscopic versus open surgery in colorectal cancer: is laparoscopy safe enough?[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2022, 32(9): 1170–1174.

[4] Hashida H, Mizuno R, Iwaki K, et al. Laparoscopic surgery for colorectal cancer in super-elderly patients: a single-center analysis[J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2020, 31(3): 337–341.

[5] Michaud M M, English W J, Nandakumar M, et al. The impact of frailty on clinical outcomes in colorectal cancer surgery: a systematic literature review[J]. ANZ J Surg, 2021, 91(11): 2322–2329.

[6] 毛翌皓 , 冯青阳 , 许剑民 . 人工智能时代机器人结直肠癌手术的现状及进展 [J]. 中华消化外科杂志 , 2024, 23(4): 573–578.

[7] 李松岩 , 闻巍 , 戴飞翔 , 等 . 超远程手术机器人辅助直肠癌根治术临床初步研究 [J]. 中国实用外科杂志 , 2024, 44(3): 308–311.

[8] Cuk P, Tiskus M, Möller S, et al. Surgical stress response in robot-assisted versus laparoscopic surgery for colon cancer (SIRIRALS): randomized clinical trial[J]. Br J Surg, 2024, 111(3): znae049.

[9] Park J S, Lee S M, Choi G S, et al. Comparison of laparoscopic versus robot-assisted surgery for rectal cancers: the COLRAR randomized controlled trial[J]. Ann Surg, 2023, 278(1): 31–38.

[10] 陈思芮 , 陈海林 , 杨雪梅 , 等 . 老年结直肠癌患者术前衰弱与术后并发症的相关性 [J]. 中华老年多器官疾病杂志 , 2023, 22(2): 119–123.

[11] 李永胜 , 孙家和 , 郭书伟 , 等 . 高龄结直肠癌患者根治术后短期并发症及其影响因素 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2023, 17(9): 962–967.

[12] 杨新霞 , 徐霞 , 陈冬冬 . 改良衰弱指数联合外科 Apgar 评分对腹腔镜结直肠癌根治术老年患者术后并发症的预测效能 [J]. 中国医科大学学报 , 2024, 53(7): 616–620.

[13] 龚佳祺 , 曾渝 , 刘莹 , 等 . 结直肠癌患者的年龄与手术反应及术后院内并发症的关系——基于 DACCA 的真实世界数据研究 [J]. 中国普外基础与临床杂志 , 2022, 29(5): 666–671.

[14] 安琦 , 马福海 , 崔健 , 等 . 高龄结直肠癌患者术后并发症发生情况及危险因素分析 [J]. 中华老年医学杂志 , 2023, 42(6): 683–688.

[15] Topal U, Yüksel S, Songür M Z, et al. Safety and feasibility of robotic surgery in geriatric patients with rectal cancer[J]. Tech Coloproctol, 2024, 28(1): 152.

[16] 裴炜 , 周思成 , 梁建伟 , 等 . 80 岁及以上结直肠癌患者术后严重并发症的危险因素分析 [J]. 中华胃肠外科杂志 , 2020, 23(7): 695–700.

[17] 秦秀森 , 王怀明 , 黄榕康 , 等 . 结直肠癌腹膜转移治疗中心的建设 [J]. 中华胃肠外科杂志 , 2023, 26(5): 429–433.

[18] 张书勤 , 吴舟桥 , 霍博文 , 等 . 一项基于全国多中心前瞻性登记队列研究 (PACAGE) 的中国胃癌和结直肠癌患者术后并发症现状分析 [J]. 中华胃肠外科杂志 , 2024, 27(3): 247–260.

[19] 李文娟 , 刁德昌 , 林佳鑫 , 等 . 基于膜解剖的“三面包抄式”关键技术应用于中低位直肠癌腹腔镜侧方淋巴结清扫术的可行性 [J]. 中华胃肠外科杂志 , 2023, 26(10): 968–976.

[20] Arroyo A, Sánchez-Romero A, Soler-Silva Á, et al. Utility guideline and considerations for the novel Hugo™ RAS (robotic-assisted surgery) system in colorectal surgery: surgical outcomes and initial experience in a tertiary center[J]. Int J Colorectal Dis, 2024, 39(1): 144.

[21] Solis-Pazmino P, Oka K, La K, et al. Robotic right versus left colectomy for colorectal neoplasia: a systemic review and meta-analysis[J]. J Robot Surg, 2023, 17(5): 1907–1915.

[22] Sawada H, Egi H, Hattori M, et al. Initial experiences of robotic versus conventional laparoscopic surgery for colorectal cancer, focusing on short-term outcomes: a matched case-control study[J]. World J Surg Oncol, 2015. DOI: 10.1186/s12957–015–0517–6.

[23] YANG L L, FANG C F, BI T N, et al. Efficacy of robot-assisted vs. laparoscopy surgery in the treatment of colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Res Hepatol Gastroenterol, 2023, 47(7): 102176.

[24] Yamato M, Kinugasa Y. Current status and prospects of robot–assisted surgery in colorectal cancer[J]. Gan To Kagaku Ryoho, 2023, 50(4): 432–436.

[25] CHUNG K C, WU K L, SU Y L, et al. Outcomes of robot-assisted versus laparoscopic surgery for colorectal cancer in adults aged 75 years and older: a propensity score-matched analysis of the US nationwide Inpatient sample[J]. Dis Colon Rectum, 2024, 67(9): 1121–1130.

[26] Kusafuka H, Hiraki M, Kawai K, et al. Usefulness of blood flow evaluation by indocyanine green fluorescence in laparoscopic or robot-assisted surgery for colorectal cancer with persistent descending mesocolon[J]. Asian J Endosc Surg, 2023, 16(4): 804–808.

[27] Alekberzade A, Borisov V, Kirov K, et al. Robotic and laparoscopic surgical procedures for colorectal cancer[J]. J Robot Surg, 2023, 17(2): 375–381.

[28] Kampman S L, Smalbroek B P, Dijksman L M, et al. Postoperative inflammatory response in colorectal cancer surgery: a meta-analysis[J]. Int J Colorectal Dis, 2023, 38(1): 233.

[29] Childers C P, Uppal A, Tillman M, et al. Insurance disparities in access to robotic surgery for colorectal cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2023, 30(6): 3560–3568.

[30] Erozkan K, Gorgun E. Robotic colorectal surgery and future directions[J]. Am J Surg, 2024, 230: 91–98.

收稿日期：2024–12–13

编辑：魏新珂