

文章编号:1009-6612(2026)09-0658-08
DOI:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2026.09.658

· 论 著 ·

保留左结肠动脉的腹腔镜直肠癌根治术中
清扫 No. 253 淋巴结的难度因素分析及其对预后的影响

刘振鹏¹,张浩洋²,于德升³,于 澳²,刘子田²,闫治波²,王可新²

(1. 临朐县海浮山医院普通外科,山东 潍坊,262605;2. 山东大学齐鲁医院普通外科;3. 莒县人民医院普通外科)

【摘要】 目的:探讨保留左结肠动脉(LCA)的腹腔镜直肠癌根治术中 No. 253 淋巴结清扫难度的影响因素,并构建预测模型,分析手术难度与预后的关系。**方法:**回顾分析 2020 年 1 月至 2022 年 12 月接受保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术及 No. 253 淋巴结清扫患者的临床资料,依据手术难度进行分组。采用 Logistic 回归分析手术难度的影响因素,并构建预测模型;采用受试者工作特征曲线评价模型区分度,采用自助重抽样法进行内部验证,并通过校准曲线、决策曲线分析评价模型效能;采用 Kaplan-Meier 法与 Cox 回归分析手术难度与总体生存的关系。**结果:**共纳入 248 例患者,其中低难度组 144 例,高难度组 104 例。多因素 Logistic 回归分析显示,术前 CT 判断的转移淋巴结数量增多、BMI 升高、肿瘤最大径增大是手术难度较高的危险因素($P<0.05$),白蛋白升高是保护因素($P<0.05$)。预测模型的曲线下面积为 0.780(95% $CI=0.722\sim0.839$);自助重抽样内部验证的偏倚校正校准曲线显示,预测概率与实际发生概率具有较好的一致性;当阈值概率为 16%~89% 时,决策曲线分析显示模型具有临床净获益。Kaplan-Meier 生存分析显示,高难度组总体生存率低于低难度组(对数秩检验 $P=0.01$);Cox 回归分析显示,手术难度较高与死亡风险较高相关(风险比=2.04,95% $CI=1.17\sim3.55$, $P=0.0116$)。**结论:**术前 CT 判断的转移淋巴结数量增多、BMI 升高、肿瘤最大径增大、白蛋白降低与 No. 253 淋巴结清扫难度增加相关。基于上述因素建立的模型在本中心队列中显示出较好的区分度与校准度,可为术前风险分层提供参考,但其推广应用仍需多中心外部验证。

【关键词】 直肠肿瘤;直肠癌根治术;腹腔镜检查;左结肠动脉;No. 253 淋巴结;手术难度;预测模型
中图分类号:R735.3⁷ **文献标识码:**A

Factors influencing the surgical difficulty of No. 253
lymph node dissection during laparoscopic radical resection of rectal
cancer with preservation of the left colic artery and its prognostic significance

LIU Zhenpeng¹,ZHANG Haoyang²,YU Desheng³,et al.

1. Department of General Surgery, Linqu Haifushan Hospital, Weifang 262605, China; 2. Department of
Colorectal Surgery, Qilu Hospital of Shandong University; 3. Department of General Surgery, Ju County People's Hospital

【Abstract】 Objective:To investigate the influencing factors of the difficulty of No. 253 lymph node dissection during laparoscopic radical resection of rectal cancer with preservation of the left colic artery (LCA), construct a predictive model, and analyze the relationship between surgical difficulty and prognosis. **Methods:**The clinical data of patients who underwent laparoscopic radical resection of rectal cancer with LCA preservation and No. 253 lymph node dissection from Jan. 2020 to Dec. 2022 were retrospectively analyzed. Patients were grouped according to surgical difficulty. Logistic regression analysis was used to screen the influencing factors of surgical difficulty and establish a prediction model. The receiver operating characteristic curve was adopted to evaluate the discrimination of the model; bootstrap resampling was used for internal validation; calibration curve and decision curve analysis were performed to assess the efficacy of the model. Kaplan-Meier method and Cox regression analysis were used to analyze the correlation between surgical difficulty and overall survival. **Results:**A total of 248 patients were enrolled, including 144 patients in the low-difficulty group and 104 in the high-difficulty group. Multivariate logistic regression analysis showed that increased number of metastatic lymph nodes judged by preoperative CT, elevated BMI, and increased maximum tumor diameter were risk factors for high surgical difficulty ($P<0.05$), while elevated albumin level was protective factor ($P<0.05$). The area under the curve of the prediction model was 0.780

基金项目:潍坊市青年医学人才托举工程
通信作者:王可新
作者简介:刘振鹏(1986—)男,山东省潍坊市临朐县海浮山医院普通外科主治医师,主要从事胃肠外科的研究。

(95% $CI=0.722\sim0.839$). The bias-corrected calibration curve of bootstrap resampling internal validation showed good consistency between predicted probability and actual occurrence probability. Decision curve analysis verified that the model had clinical net benefit when the threshold probability ranged from 16% to 89%. Kaplan-Meier survival analysis showed that the overall survival rate of the high-difficulty group was lower than that of the low-difficulty group (log-rank test, $P=0.01$). Cox regression analysis indicated that high surgical difficulty was correlated with increased mortality risk ($HR=2.04$, 95% $CI=1.17\sim3.55$, $P=0.0116$). **Conclusions:** Increased number of preoperative CT-detected metastatic lymph nodes, elevated BMI, enlarged maximum tumor diameter, and decreased albumin level are correlated with increased difficulty of No. 253 lymph node dissection. The model established based on the above factors presents good discrimination and calibration in this single-center cohort, which can provide a reference for preoperative risk stratification. However, multicenter external validation is required before its widespread clinical application.

【Key words】 Rectal neoplasms; Radical resection of rectal cancer; Laparoscopy; Left colic artery; No. 253 lymph node; Surgical difficulty; Prediction model

全直肠系膜切除术已成为直肠癌外科治疗的标准术式。随着腹腔镜技术的广泛开展,肠系膜下动脉(inferior mesenteric artery, IMA)的处理方式一直存在争议,主要集中在左结肠动脉(left colic artery, LCA)的保留及在保留 LCA 前提下能否完成 No. 253 淋巴结的彻底清扫^[1-5]。研究表明^[2-8],保留 LCA 可改善吻合口近端肠管血供,降低吻合口漏及部分术后功能障碍的发生风险,在规范化 D3 及 No. 253 淋巴结清扫的基础上,淋巴结清扫数量、远期肿瘤学结局并不劣于高位结扎。与此同时, No. 253 组淋巴结位于 IMA 根部,虽然总体转移率不高,但与肿瘤分期、预后密切相关,因此该区域的淋巴结清扫具有重要临床意义^[9-10]。然而,保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术需兼顾 IMA 根部淋巴结清扫、血管解剖辨认、神经保护、吻合口血供,技术要求更高,难度受多种因素影响^[11-16]。目前对于保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术中 No. 253 淋巴结清扫难度的影响因素及其与预后关系的研究仍较少。基于此,本研究拟分析影响该术式手术难度的相关因素并构建预测模型,同时结合随访资料探讨手术难度与预后的关系,以为术前风险评估、手术方式选择及围手术期管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性选择 2020 年 1 月至 2022 年 12 月山东大学齐鲁医院收治的行保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术并清扫 No. 253 淋巴结的患者。研究已通过山东大学齐鲁医院伦理审查。纳入标准:(1)经术后病理证实为直肠癌;(2)行保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术,并完成 No. 253 淋巴结清扫;(3)TNM 分期 I ~ III 期;(4)≥18 岁;(5)临床资料、影像学资料、手术视频及随访资料完整。排除标准:(1)合并其他恶性肿瘤;(2)急诊手术;(3)存在结直肠或腹部重大

手术史;(4)术前存在远处转移;(5)中转开腹。

1.2 观察指标

收集患者临床病理资料,包括性别、年龄、BMI、合并症、术前癌胚抗原、白蛋白、肿瘤最大径、临床 TNM 分期、术前 CT 判断的转移淋巴结数量、No. 253 淋巴结清扫时间、清扫时出血量、随访结果等。肿瘤分期依据国际抗癌联盟 TNM 分期系统。

1.3 CT 检查

术前患者均行腹部、盆腔增强 CT 检查,对肿瘤局部分期及淋巴结情况进行评估。检查采用 64 层螺旋 CT 扫描仪,扫描参数设定为管电压 120 kVp、管电流 220 mA、层厚 2 mm。由 2 名高年资影像科医师在不知晓患者分组及预后的情况下独立阅片,意见不一致时经协商确定最终结果。术前 CT 分期主要依据肿瘤侵犯肠壁深度、周围脂肪间隙改变及邻近组织受累情况进行判断。转移淋巴结主要依据淋巴结短径、形态、边缘及强化特征综合判断,包括淋巴结短径增大、形态不规则、边缘模糊、簇状分布或强化不均等表现。统计术前 CT 提示转移淋巴结的数量,并将其纳入后续分析。

1.4 No. 253 淋巴结清扫时间的统计方法

No. 253 淋巴结清扫时间通过回顾手术录像获得。由 2 名具有结直肠外科经验的医师独立观看手术视频并记录时间,意见不一致时经协商确定结果。No. 253 淋巴结清扫时间定义为自术者打开 IMA 根部区域浆膜、进入 No. 253 淋巴结清扫平面,至完成 IMA 根部及 LCA 起始部范围内淋巴脂肪组织清扫并完成相应血管处理。

1.5 随访及预后评价

采用门诊复查、电话方式进行随访。术后每 6 个月随访 1 次。随访内容包括患者生存状态、肿瘤复发转移情况、辅助治疗等。本研究以总体生存作为预后评价指标,定义为自手术日期至死亡或末次

随访的时间。

1.6 统计学处理

应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以 *M* (*Q*₁, *Q*₃)表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数与百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析手术难度的影响因素,并构建预测模型;采用受试者工作特征曲线评价模型区分度;采用自助重抽样法进行内部验证,并绘制偏倚校正校准曲线评价模型的校准度;采用决策曲线分析评价模型的临床净获益。采用 Kaplan-Meier 法绘制生存曲线,并行对数秩检验比较组间生存差异;采用 Cox 比例风险回归模型分析手术难度与预后的关系,报告风险比及 95% *CI*。检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差

异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者一般情况及分组

依据 No. 253 组淋巴结清扫时间、清扫时出血量的第 75 百分位数(*P*₇₅)作为界值进行分组,其中清扫时间界值为 15 min,清扫时出血量界值为 17.75 mL。No. 253 组淋巴结清扫时间≥15 min 和(或)清扫时出血量≥17.75 mL 者定义为高手术难度,否则定义为低手术难度。本研究共纳入 248 例患者,其中低难度组 144 例,高难度组 104 例。

2.2 两组基线资料的比较

两组患者性别、年龄、BMI、肿瘤最大径、术前 CT 判断的转移淋巴结数量、癌胚抗原、白蛋白差异有统计学意义($P<0.05$);高血压、冠心病、糖尿病、肿瘤形态、cT 分期、cN 分期、血脂差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组患者基线临床病理特征的比较

指标	高难度组(<i>n</i> =104)	低难度组(<i>n</i> =144)	<i>t</i> / <i>Z</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄(岁)	64.04±10.01	61.16±10.25	2.204	0.030
性别[<i>n</i> (%)]			4.518	0.034
男	75(72.12)	85(59.03)		
女	29(27.88)	59(40.97)		
BMI(kg/m ²)	24.91±3.11	24.08±3.29	2.010	0.047
高血压[<i>n</i> (%)]	37(35.58)	48(33.33)	0.366	0.713
冠心病[<i>n</i> (%)]	9(8.65)	14(9.72)	-0.285	0.775
糖尿病[<i>n</i> (%)]	16(15.38)	27(18.75)	-0.689	0.490
肿瘤形态[<i>n</i> (%)]			0.526	0.468
溃疡型	64(61.54)	82(56.94)		
隆起型	40(38.46)	62(43.06)		
cT分期[<i>n</i> (%)]			3.561	0.446
1期	2(1.92)	10(6.94)		
2期	32(30.77)	38(26.39)		
3期	70(67.31)	96(66.67)		
cN分期[<i>n</i> (%)]			4.703	0.160
0期	58(55.77)	86(59.72)		
1期	32(30.77)	50(34.72)		
2期	14(13.46)	8(5.56)		
肿瘤最大径(cm)	4.87±1.45	3.53±1.71	6.516	<0.001
术前CT判断的转移淋巴结数量(<i>n</i>)	0(0,2.00)	0(0,1.00)	2.961	0.003
血脂(mmol/L)	1.38±0.55	1.34±0.90	0.433	0.665
白蛋白(g/L)	42.21±4.22	43.96±3.87	-3.400	0.001
癌胚抗原(ng/mL)	6.12±7.67	4.43±3.51	2.093	0.030
清扫时出血量(mL)	16.61±9.72	6.75±5.36	9.630	<0.001
No. 253 淋巴结清扫时间(min)	15.37±5.00	9.93±2.42	10.251	<0.001

2.3 影响手术难度的多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中差异有统计学意义的变量,即性别、年龄、BMI、肿瘤最大径、术前 CT 判断的转移淋巴结数量、癌胚抗原、白蛋白纳入多因素 Logistic 回归分析。结果显示,术前 CT 判断的转移淋巴结数量增多、BMI 升高、肿瘤最大径增大是手术难度较高的危险因素($P<0.05$),白蛋白升高是保护因素($P<0.05$);性别、年龄、癌胚抗原在多因素分析中差异无

统计学意义($P>0.05$),见表 2。

模型根据列线图总积分计算高手术难度的预测概率,其 Logistic 回归方程为: $\ln[P/(1-P)]=-4.8766+S/17.8676$,即 $P=1/\{1+\exp[-(-4.8766+S/17.8676)]\}$ 。 P 为发生高手术难度的预测概率, S 为列线图中各预测因子对应积分之和;各预测因子的回归系数见表 2。

表 2 多因素 Logistic 回归分析结果

指标	<i>B</i>	标准误	Wald 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>
年龄	0.015	0.015	1.021	0.312	1.016	0.986~1.064
性别	0.368	0.318	1.341	0.247	1.445	0.775~2.696
BMI	0.120	0.049	5.971	0.015	1.128	1.024~1.242
肿瘤最大径	0.431	0.102	18.027	<0.001	1.539	1.261~1.878
术前 CT 判断的转移淋巴结数量	0.202	0.097	4.380	0.036	1.224	1.013~1.480
白蛋白	-0.114	0.042	7.452	0.006	0.893	0.823~0.968
癌胚抗原	0.002	0.031	0.004	0.952	1.002	0.944~1.064

2.4 预测模型的构建与评价

根据多因素 Logistic 回归分析筛选出的独立影响因素构建高手术难度预测模型,并进一步绘制列线图。受试者工作特征曲线分析显示,模型预测高手术难度的曲线下面积为 0.780(95% $CI=0.722\sim0.839$),提示模型具有较好的区分能力。采用自助重抽样法进行内部验证,偏倚校正校准曲线显示模型预测概率与实际发生概率具有较好的一致性。决策曲线分析显示,阈值概率为 16%~89% 时,该模型较“全部按高手术难度处理”、“全部按低手术难度处理”策略具有更高的临床净获益,见图 1~图 4。

2.5 手术难度与预后的关系

Kaplan-Meier 生存分析显示,高难度组总体生存率低于低难度组,差异有统计学意义(对数秩检验 $P=0.01$),见图 5。进一步 Cox 回归分析显示,高手术难度与较高死亡风险相关(风险比=2.04,95% $CI=1.17\sim3.55$, $P=0.0116$),见图 6。

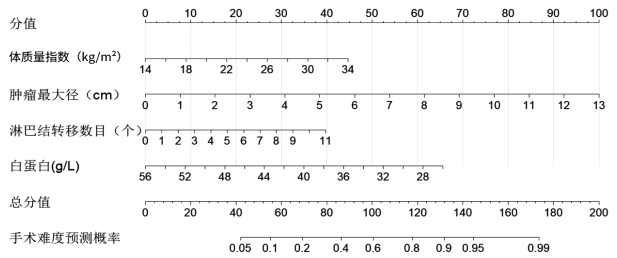


图 1 预测模型列线图

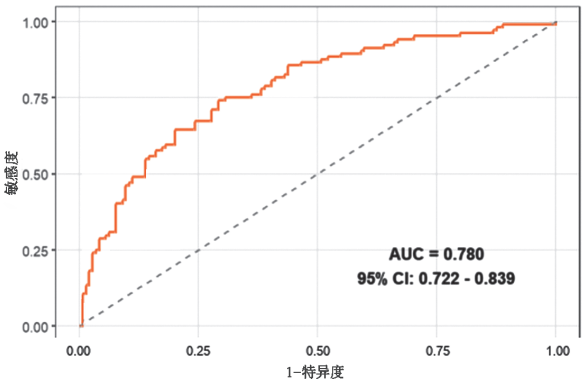


图 2 预测模型的受试者工作特征曲线

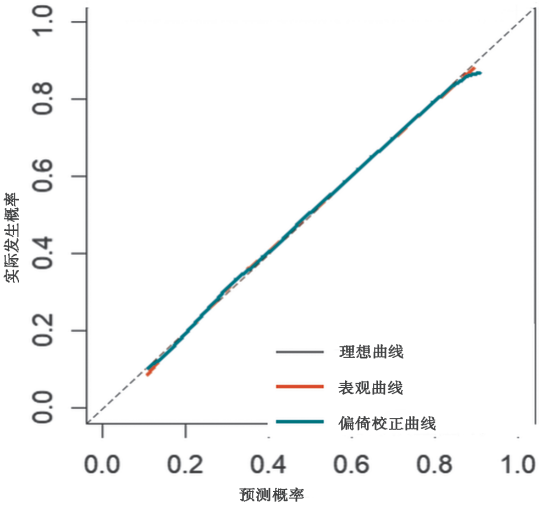


图 3 预测模型的自助重抽样内部验证校准曲线

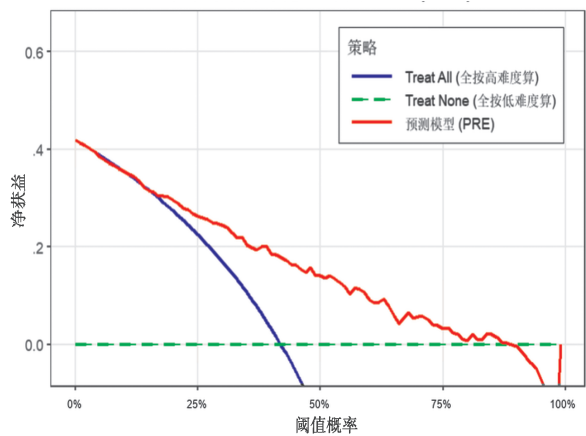


图 4 预测模型的决策曲线

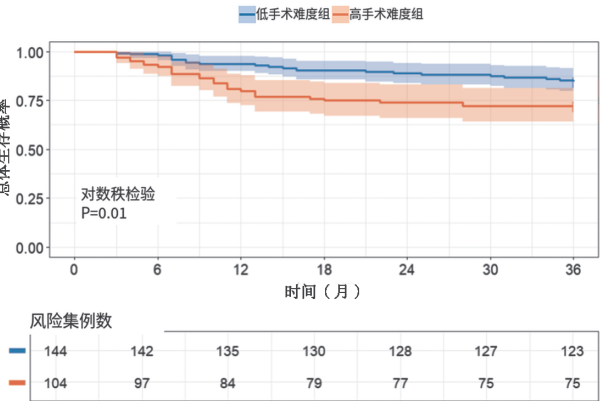


图 5 两组患者总体生存曲线

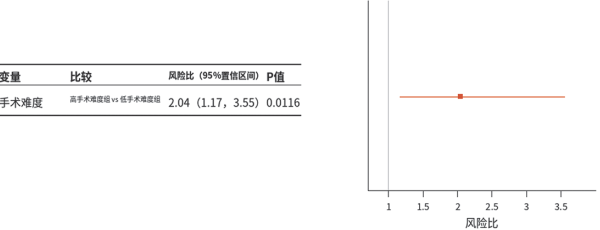


图 6 手术难度与总体生存的 Cox 回归结果

3 讨 论

保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术联合 No. 253 淋巴结清扫,是在保证肿瘤根治性的基础上兼顾吻合口血供及盆腔功能保护的重要术式;因需在 IMA 根部完成精细解剖、血管骨骼化及中央淋巴结清扫,手术复杂性明显增加^[1-3]。本研究结果显示,术前 CT 判断的转移淋巴结数量、BMI、肿瘤最大径是手术难度较高的独立危险因素,白蛋白为保护因素;进一步构建的预测模型受试者工作特征曲线下面积为 0.780(95% CI=0.722~0.839),自助重抽样内部验证的偏倚校正校准曲线显示预测概率与实际发生概率一致性较好,决策曲线分析提示模型在 16%~89% 的阈值概率范围内具有临床净获益;Kaplan-Meier 生存分析及 Cox 回归分析进一步显示,高难度

组总体生存率低于低难度组,死亡风险约为低难度组的 2.04 倍(风险比=2.04,95% CI=1.17~3.55,P=0.0116)。提示手术难度不仅反映术中操作复杂程度,可能也在一定程度上反映患者局部肿瘤负荷、整体体质状态及远期预后风险。

本研究发现,BMI 升高是手术难度较高的独立危险因素。研究表明^[17-21],BMI 较高可显著延长腹腔镜直肠癌的手术时间,增加术中出血及短期并发症发生率。肥胖患者常存在盆腔与肠系膜脂肪堆积、术区暴露不足、解剖层次辨认困难、器械活动空间受限的问题,尤其保留 LCA 的前提下行 No. 253 淋巴结清扫时,IMA 根部周围脂肪组织增厚,增加了血管主干及分支识别、淋巴脂肪组织整块清扫、神经保护的难度。因此,BMI 较高的影响并不仅仅是一般意义上的“手术更困难”,而是可直接影响 IMA 根部区域清扫的完整性与操作稳定性。肿瘤最大径也是影响手术难度的重要因素,且比值比最高。研究显示^[12-15,20],肿瘤直径是腹腔镜直肠癌手术难度的重要预测指标,常被纳入列线图或预测模型中;肿瘤越大,盆腔内占位效应越明显,局部操作空间越狭小,术中牵拉显露、直肠系膜游离、远端切缘处理、肠管重建均更为困难;同时,还可能存在更明显的局部炎症反应、纤维化及组织粘连,从而增加 IMA 根部及 No. 253 区域清扫的复杂性,术中出血的风险更高。因此,肿瘤最大径不仅反映肿瘤负荷,也在一定程度上决定了腹腔镜手术的技术可行性。

本研究中转移淋巴结数量来源于术前 CT 评估,而非术后病理结果,因此更具术前预测价值。研究表明^[22-28],增强 CT 对直肠癌区域淋巴结转移的评估具有一定准确性,虽然传统形态学判断总体仍存在局限,但能谱 CT、CT 影像组学及机器学习模型可进一步提高术前淋巴结转移的识别能力。同时,影像学淋巴结阳性状态与预后较差密切相关,提示术前影像学所反映的淋巴结负荷一定程度上代表了肿瘤侵袭性^[22-27]。本研究发现,术前 CT 判断的转移淋巴结数量增多是手术难度较高的独立危险因素,提示术前影像学检查提示淋巴结负荷较高时,直肠周围及 IMA 根部可能存在更明显的淋巴结肿大、周围脂肪间隙模糊、局部炎症或纤维化反应及解剖层次改变,从而增加 No. 253 区域的清扫难度。白蛋白在本研究中表现为保护因素,提示营养状态与手术难度密切相关。荟萃分析显示^[29],术前低白蛋白血症与结直肠癌患者术后并发症增加、住院时间延长显著

相关。前瞻性研究亦提示^[30],术前低白蛋白血症是老年结直肠癌患者术后并发症的独立危险因素。其可能机制在于,低白蛋白患者常伴营养不良、慢性消耗、炎症反应增强,术中容易出现组织水肿、脆性增加、渗血增多,进而影响解剖层次的辨认、操作的流畅性。也有研究未发现术前低蛋白血症是直肠癌术后并发症的独立危险因素^[31];提示其作用可能受研究人群、结局定义的影响。结合本研究结果,白蛋白更适合作为反映患者整体体质状态、手术耐受能力的指标,而不宜被简单理解为单一并发症的预测因子。

本研究构建的预测模型具有较好的区分度与校准度,决策曲线分析显示,在 16%~89% 的阈值概率范围内具有临床净获益,提示该模型在术前风险分层中具有一定的应用价值。与既往直肠癌手术难度预测的研究^[12-15,20]相似,本研究纳入的变量均为术前临床或影像资料中容易获得的信息。因此,对于 BMI 偏高、肿瘤较大、术前 CT 提示转移淋巴结数量较多且白蛋白较低的患者,应高度警惕手术困难,术前应完善盆腔影像学评估、制定更合理的血管处理与淋巴结清扫策略,同时加强营养支持及围手术期管理。由于目前尚缺乏外部验证,上述临床应用仍应视为探索性风险提示。

预后方面,本研究 Kaplan-Meier 生存分析及 Cox 回归分析均提示高难度组总体生存率低于低难度组。围手术期并发症尤其吻合口漏,可对直肠癌长期肿瘤学结局产生不利影响。系统评价与荟萃分析显示^[32],吻合口漏与总体生存、无病生存、肿瘤特异性生存下降及局部复发增加显著相关;大样本队列研究亦证实^[33],吻合口漏是直肠癌患者总体生存、无病生存的独立危险因素;研究提示^[34],不仅手术并发症,非手术并发症与混合并发症同样会影响结直肠癌患者的长期生存,且在直肠癌患者中,这种负面影响在 1 年后仍存在。此外,技术困难本身也可能与不良预后相关。研究发现^[33],腹腔镜直肠癌手术中转开腹可反映手术难度增加,并与较差的无病生存相关。因此,本研究中高难度组较差的生存结局可能并非由单一指标决定,更可能是肿瘤负荷较大、局部解剖条件更复杂及由此带来的技术失败、吻合

口漏、围手术期并发症风险增加共同作用的结果。

值得注意的是,保留 LCA 并清扫 No. 253 淋巴结的临床价值在于兼顾中央组淋巴结清扫质量与吻合口血供保护。研究表明,在规范化 D3、No. 253 淋巴结清扫框架下,保留 LCA 并不会明显削弱淋巴结清扫效果及长期肿瘤学结局,且有助于减少吻合口相关并发症并改善部分功能结局^[2-5,8]。同时, No. 253 组淋巴结虽总体转移率不高,但一旦发生转移,常提示更重的肿瘤负荷、更差的预后,因此该区域清扫具有重要分期与预后意义^[9-10]。也正因为如此,围绕该术式建立手术难度预测模型并进一步分析其与预后的关系,更具现实临床意义。

本研究仍存在一定局限性:(1)本研究为单中心回顾性研究,样本量有限,可能存在选择偏倚;(2)尽管采用自助重抽样法进行了内部验证,但未设置独立时间验证集,也未采用外部多中心数据进行验证,模型的区分度、校准度及临床净获益可能被高估,其推广性仍有限;(3)手术难度的界定通常与手术时间、术中出血量、中转开腹、术者经验等多因素相关,不同中心间的标准可能并不完全一致;(4)虽然本研究所纳入的转移淋巴结数量来源于术前 CT 评估,增强了模型的术前应用价值,但影像学判断与最终病理结果之间仍可能存在不一致;(5)本研究关于预后的分析主要基于 3 年随访结果,仍需更长时间的随访。后续拟开展前瞻性、多中心研究,在具有不同病例构成、术者经验的独立队列中进行外部验证,并根据验证结果对模型进行更新,以进一步评估其稳定性、可迁移性与临床实用性。

综上所述,保留 LCA 的腹腔镜直肠癌根治术中行 No. 253 淋巴结清扫时,术前 CT 判断转移淋巴结数量增多、BMI 升高、肿瘤最大径增大是手术困难的独立危险因素,白蛋白水平较高为保护因素。基于上述因素建立的预测模型在本中心队列中表现出较好的区分度、校准度及一定的临床净获益,可为术前识别手术困难提供参考。同时,高难度手术患者较差的总体生存提示,手术难度不仅反映操作复杂性,还可能与远期预后密切相关。鉴于目前尚缺乏独立外部验证,模型尚不能直接外推至其他中心,仍需通过前瞻性多中心队列进一步验证。

参考文献:

[1] Zhong W, Liu C, Zhang L, et al. Comparison of high or modified low tie of the inferior mesenteric artery in laparoscopic rectal cancer surgery: A meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101 (47): e32065.

[2] Wang X, Li J, Chen W, et al. Preserving the left colonic artery in radical sigmoid and rectal cancer surgery is feasible: A meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103 (4): e37026.

[3] Luo Y, Li R, Wu D, et al. Long-term oncological outcomes of low anterior resection for rectal cancer with and without preservation of the left colic artery: a retrospective cohort study[J]. *BMC Cancer*, 2021, 21 (1): 171.

[4] Lan K, Yang H, Shu S L, et al. Effect of left colonic artery preservation on perfusion at the anastomosis in rectal cancer surgery evaluated with intraoperative ultrasound[J]. *Tech Coloproctol*, 2024, 28 (1): 157.

[5] 黄国勋, 姚敦陆, 姚乐, 等. 腹腔镜直肠癌D3淋巴结清扫中保留左结肠动脉与高位结扎肠系膜下动脉的肿瘤及功能结局对比[J]. *实用医学杂志*, 2026, 42 (1): 64-71.

[6] 黄植斌, 黄权. 腹腔镜直肠癌 Dixon 术中保留左结肠动脉的临床应用研究进展[J]. *中外医学研究*, 2025, 23 (13): 167-170.

[7] 谢彝忠, 王治帮, 由媛丽, 等. 腹腔镜直肠癌根治术中保留左结肠动脉对老年患者并发症及预后的影响[J]. *临床误诊误治*, 2025, 38 (16): 77-80.

[8] 镇俊烽, 刘文明, 严想元, 等. 第 253 组淋巴结清扫术联合血管低位或高位结扎对直肠癌术后低位前切除综合征发生率的影响[J]. *武汉大学学报 (医学版)*, 2025, 46 (8): 1009-1013.

[9] 樊钊强, 骆洋, 温小军, 等. 腹腔镜直肠癌手术中肠系膜下动脉根部淋巴结转移的危险因素分析[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2023, 28 (4): 266-270.

[10] 石晶. 结直肠癌相关 NO. 253 淋巴结转移危险因素及预后分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2025.

[11] 杨杰熙, 李沁宇, 王少勇, 等. 基于人工智能的腹腔镜直肠癌 No. 253 组淋巴结清扫手术技能评价研究[J]. *临床和实验医学杂志*, 2025, 24 (24): 2629-2633.

[12] Ye C, Wang X, Sun Y, et al. A nomogram predicting the difficulty of laparoscopic surgery for rectal cancer[J]. *Surg Today*, 2021, 51 (11): 1835-1842.

[13] Sun Y, Chen J, Ye C, et al. Pelvimetric and Nutritional Factors Predicting Surgical Difficulty in Laparoscopic Resection for Rectal Cancer Following Preoperative Chemoradiotherapy[J]. *World J Surg*, 2021, 45 (7): 2261-2269.

[14] 廖健南, 郭水莲, 刘展慧, 等. 腹腔镜直肠癌前切除术难易程度的相关因素分析[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2014, 19 (7): 505-508.

[15] 晋新峰, 张雪涛, 赵英志, 等. 术前 MRI 骨盆测量指标与腹腔镜直肠癌前切除术手术时间和术中出血量的关系[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2024, 38 (3): 217-223.

[16] 余森, 李瑞杰, 袁子涵, 等. 骨盆影像学测量预测直肠癌手术难度的研究进展[J]. *江苏大学学报 (医学版)*, 2024, 34 (1): 25-29, 36.

[17] Hasegawa H, Matsuda T, Yamashita K, et al. Obesity and narrow pelvis prolong the operative time in conventional laparoscopic rectal cancer surgery, but not in a two-team transanal total mesorectal excision approach[J]. *Asian J Endosc Surg*, 2023, 16 (2): 189-196.

[18] Sun Y, Xu Z, Tang Y, et al. Unveiling the impact of body mass index on surgical difficulty and oncological prognosis in low rectal cancer: post-hoc analysis of the LASRE trial[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2025, 40 (1): 185.

[19] Teng W, Liu J, Chen M, et al. BMI and pelvimetry help to predict the duration of laparoscopic resection for low and middle rectal cancer[J]. *BMC Surg*, 2022, 22 (1): 402.

[20] Li X, Zhou Z, Zhu B, et al. Development and validation of machine learning models and nomograms for predicting the surgical difficulty of laparoscopic resection in rectal cancer[J]. *World J Surg Oncol*, 2024, 22 (1): 111.

[21] 贺子妍, 刘桂娜, 邹雨恒, 等. 结直肠癌患者 BMI 影响手术难度和手术反应: 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 (1): 85-92.

[22] Abbaspour E, Karimzadhashgh S, Monsef A, et al. Application of radiomics for preoperative prediction of lymph node metastasis in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2024, 110 (6): 3795-3813.

[23] 刘岩, 王萌, 冷磊, 等. CT 能谱成像技术在评估结直肠癌病灶周围淋巴结术前转移的临床价值[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2024, 22 (10): 133-135.

[24] Niu Y, Yu X, Wen L, et al. Comparison of preoperative CT- and MRI-based multiparametric radiomics in the prediction of lymph node metastasis in rectal cancer[J]. *Front Oncol*, 2023, 13: 1230698.

[25] Bedrikovetski S, Dudi-Venkata N N, Kroon H M, et al. Artificial intelligence for pre-operative lymph node staging in colorec-

tal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Cancer, 2021, 21 (1): 1058.

[26] 李泽茂, 马铁丁, 周伟, 等. 基于能谱 CT 参数及其影像组学数据构建机器学习模型术前评估结直肠癌淋巴结转移价值分析[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2024, 27 (5): 507-514.

[27] 曾志明, 朱攀, 马德财, 等. 联合术前 MRI 和术后病理评估淋巴结转移在直肠癌患者预后预测中的价值[J]. 实用医学杂志, 2024, 40 (11): 1560-1567.

[28] 于静舟, 任帅, 于洁, 等. 术前增强 CT 在直肠癌 T 分期及淋巴结转移评估中的价值[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2026, 18 (1): 51-56.

[29] Christina N M, Tjahyanto T, Lie J G, et al. Hypoalbuminemia and colorectal cancer patients: Any correlation?: A systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102 (8): e32938.

[30] Chen W S, Huang Y S, Xu L B, et al. Effects of sarcopenia, hypoalbuminemia, and laparoscopic surgery on postoperative complications in elderly patients with colorectal cancer: A prospective study[J]. Neoplasma, 2020, 67 (4): 922-932.

[31] 林雨昕, 王涵硕, 贾林·呼安尼西, 等. 术前低蛋白血症与直肠癌患者术后并发症的关系: 基于 DACCA 的真实世界数据研究[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2025, 32 (3): 305-312.

[32] Yang J, Chen Q, Jindou L, et al. The influence of anastomotic leakage for rectal cancer oncologic outcome: A systematic review and meta-analysis[J]. J Surg Oncol, 2020, 121 (8): 1283-1297.

[33] Furnée E J B, Aukema T S, Oosterling S J, et al. Influence of Conversion and Anastomotic Leakage on Survival in Rectal Cancer Surgery; Retrospective Cross-sectional Study[J]. J Gastrointest Surg, 2019, 23 (10): 2007-2018.

[34] Warps A K, Tollenaar R A E M, Tanis P J, et al. Postoperative complications after colorectal cancer surgery and the association with long-term survival[J]. Eur J Surg Oncol, 2022, 48 (4): 873-882.

(收稿日期:2026-04-24)
(英文编辑:陈俊强)

(上接第 650 页)

[12] 卞清明, 王丽君, 宋正环, 等. 预先单肺通气联合呼吸暂停对支气管封堵器用于胸腔镜手术单肺通气时肺萎陷的影响[J]. 中国内镜杂志, 2024, 30 (5): 9-15.

[13] 丁海兵, 秦海峰, 王熠, 等. 两种单肺通气方案在胸腔镜食管癌根治术患者中的应用效果[J]. 南通大学学报(医学版), 2022, 42 (2): 153-156.

[14] 卜林, 胡书群, 晁亚丽, 等. 压力控制容量保证通气模式对心脏瓣膜手术患者呼吸力学、心肌损伤及术后肺部并发症的影响[J]. 实用医学杂志, 2026, 42 (3): 531-540.

[15] 张洪松, 刘朋飞, 李强, 等. 高频喷射通气对肺癌根治术中单肺通气患者氧合与肺分流的影响[J]. 癌症进展, 2025, 23 (10): 1131-1134, 1193.

[16] 马静雅, 王文婷. 基于随机森林算法的胸腔镜下肺叶部分切除术后患者苏醒期低氧血症风险预测模型的构建[J]. 江西医药, 2025, 60 (12): 1121-1126.

[17] 牛伟, 孔双, 孟宏伟, 等. Tubeless 麻醉技术在胸腔镜下肺癌根治术中的应用效果[J]. 中国当代医药, 2025, 32 (25): 84-89, 94.

[18] 李国红. 左侧与右侧双腔支气管导管用于胸腔镜手术麻醉管理中的价值研究[J]. 实用中西医结合临床, 2024, 24 (6): 100-103.

[19] 王清原, 王梦瑞, 周阳. 胸科手术单肺通气期间肺保护通气研究进展[J]. 中国微创外科杂志, 2025, 25 (1): 35-40.

[20] 白颖. 不同吸入氧浓度对单肺通气患者术中呼吸功能的影响[D]. 承德: 承德医学院, 2022.

(收稿日期:2026-04-13)
(英文编辑:赵恒心)