

文章编号:1009-6612(2026)09-0666-07  
DOI:10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2026.09.666

· 论 著 ·

## 中低位直肠癌低位前切除术后 吻合口相关并发症及功能不良结局的风险预测研究

李仰佳,魏 猛,崔晓晗,于文滨

(山东大学齐鲁医院普通外科,山东 济南,250012)

**【摘要】 目的:**探讨中低位直肠癌患者低位前切除术(LAR)后吻合口相关并发症及功能不良结局的相关因素,并构建风险预测模型。**方法:**回顾分析 2019 年 1 月至 2024 年 12 月接受 LAR 的 810 例中低位直肠癌患者的临床资料,记录吻合口出血、吻合口漏、吻合口狭窄、重度低位前切除综合征(LARS)的发生情况。采用单因素与多因素 Logistic 回归分析筛选影响因素,基于年龄、BMI、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口及手术时间构建预测模型。**结果:**810 例患者中,197 例(24.32%)发生至少 1 项吻合口相关并发症或功能不良结局。发生吻合口出血 16 例(1.98%)、吻合口漏 70 例(8.64%)、吻合口狭窄 48 例(5.93%)、重度 LARS 104 例(12.84%)。多因素分析显示,年龄增加、糖尿病、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口、手术时间延长与吻合口漏独立相关;年龄较小、男性、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口与吻合口狭窄独立相关;BMI 较低、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口与重度 LARS 独立相关。吻合口出血仅发生 16 例,未进行多因素回归分析,单因素分析提示,出血组吻合口高度更高,手术时间更长,术中出血量更多。在预测模型中,年龄、BMI、吻合口高度增加与吻合口相关并发症及功能不良结局的发生风险降低相关;新辅助放化疗、保护性造口、手术时间延长则与上述结局风险升高相关。模型 AUC 为 0.810,Bootstrap 校正后 AUC 为 0.804,10 折交叉验证所得 AUC 为(0.802±0.056)。**结论:**新辅助放化疗、吻合口高度较低与 LAR 术后多种吻合口相关并发症、功能不良结局密切相关。由年龄、BMI、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口、手术时间构建的预测模型具有一定的风险分层价值。

**【关键词】** 直肠肿瘤;低位前切除术;吻合口并发症;危险因素;预测模型

中图分类号:R735.3<sup>7</sup> 文献标识码:A

## Risk prediction of anastomosis-related complications and poor functional outcomes following low anterior resection in patients with mid-low rectal cancer

LI Yangjia, WEI Meng, CUI Xiaohan, et al.

Department of General Surgery, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China

**【Abstract】 Objective:**To investigate the related factors of anastomosis-related complications and poor functional outcomes after low anterior resection (LAR) in patients with mid-low rectal cancer, and to construct a risk prediction model. **Methods:**Clinical data of 810 patients with mid-low rectal cancer who underwent LAR between Jan. 2019 and Dec. 2024 were retrospectively analyzed. The occurrences of anastomotic bleeding, anastomotic leakage, anastomotic stenosis, and major low anterior resection syndrome (LARS) were recorded. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were used to screen the influencing factors. The prediction model was constructed based on age, BMI, neoadjuvant chemoradiotherapy (CRT), anastomotic height, diverting stoma, and operative time. **Results:**Among the 810 patients, 197 patients (24.32%) experienced at least one anastomosis-related complication or poor functional outcome. There were 16 cases (1.98%) of anastomotic bleeding, 70 cases (8.64%) of anastomotic leakage, 48 cases (5.93%) of anastomotic stenosis, and 104 cases (12.84%) of major LARS. Multivariate analysis showed that increased age, diabetes mellitus, CRT, lower anastomotic height, diverting stoma, and prolonged operative time were independently associated with anastomotic leakage. Younger age, male, CRT, lower anastomotic height, and diverting stoma were independently associated with anastomotic stenosis. Lower BMI, CRT, lower anastomotic height, and diverting stoma were independently associated with major LARS. Only 16 cases of anastomotic bleeding occurred, and thus multivariate regression analysis was not performed. Univariate analysis indicated that the bleeding group had higher anastomotic height, longer operative time, and more intraoperative blood loss. In the prediction

基金项目:山东大学横向课题(6010119075)

通信作者:于文滨

作者简介:李仰佳(2000—)男,山东大学齐鲁医院普通外科胃肠外科硕士研究生在读,主要从事胃肠、结直肠外科的研究。

model, increased age, BMI and anastomotic height were correlated with a reduced risk of anastomosis-related complications and poor functional outcomes, while CRT, diverting stoma and prolonged operative time were correlated with an increased risk of the above outcomes. The area under the curve (AUC) of the model was 0.810, bootstrap-corrected AUC was 0.804, and the AUC of 10-fold cross-validation was (0.802±0.056). **Conclusions:** CRT and lower anastomotic height are closely related to a variety of anastomosis-related complications and poor functional outcomes after LAR. The prediction model constructed by age, BMI, CRT, anastomotic height, diverting stoma, and operative time demonstrates certain value in risk stratification.

**[Key words]** Rectal neoplasms; Low anterior resection; Anastomotic complications; Risk factors; Prediction model

结直肠癌是全球第三大常见癌症,也是癌症相关死亡的第二大原因<sup>[1]</sup>。2024 年中国癌症统计数据<sup>[2]</sup>显示,结直肠癌发病率与死亡率分别居恶性肿瘤的第 2 位与第 4 位<sup>[2]</sup>。2022 年《中国结直肠癌手术病例登记数据库》报告显示,在结直肠癌手术患者中,直肠癌占比较高,其中以中低位直肠癌为主<sup>[3]</sup>。目前,直肠癌的治疗以外科手术为核心,并综合应用放化疗、靶向治疗、免疫治疗等手段<sup>[4]</sup>。全直肠系膜切除术可降低局部复发率、改善肿瘤学预后,已成为中低位直肠癌根治手术的重要原则<sup>[5]</sup>。低位前切除术(low anterior resection, LAR)作为遵循全直肠系膜切除原则的主要保肛术式,被广泛应用于中低位直肠癌的治疗<sup>[6]</sup>。然而,低位吻合位置较深、盆腔操作受限,吻合口血供与张力易受影响,术后吻合口相关并发症及功能不良结局仍是影响患者生活质量、预后的重要问题<sup>[7]</sup>。吻合口相关并发症及功能不良结局包括吻合口出血、吻合口漏、吻合口狭窄等结构性并发症,以及以低位前切除综合征(low anterior resection syndrome, LARS)为代表的功能不良结局<sup>[8]</sup>。这些事件并非完全独立,可能相互关联,共同影响患者康复<sup>[9-10]</sup>。将结构性并发症与功能结局置于同一研究框架,有助于更全面地评估 LAR 术后风险。目前, LAR 术后吻合口相关并发症及功能不良结局的相关因素仍存在争议,且针对结构性并发症与重度 LARS 的综合评估不足。本研究分析上述结局的相关因素,并构建复合结局预测模型,以期为高危患者的早期识别、围手术期管理提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾分析 2019 年 1 月至 2024 年 12 月在山东大学齐鲁医院胃肠外科采用直线切割吻合器行 LAR 的 810 例患者的临床资料,并评估术后吻合口相关并发症及功能不良结局的相关因素。纳入标准:(1)术后病理证实为中低位直肠癌,肿瘤下缘距肛缘≤10 cm;(2)接受 LAR;(3)手术切除上下切缘均为阴性;(4)临床资料完整。排除标准:(1)因穿孔、阻塞

等原因接受紧急手术;(2)远处转移或肿瘤复发;(3)合并其他活动性恶性肿瘤。本研究方案已获得山东大学齐鲁医院医学伦理委员会批准。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 数据收集与随访

从电子病历系统收集术前、肿瘤及手术资料。术前资料包括年龄、性别、BMI、吸烟史、美国麻醉医师协会身体状况分级、糖尿病、高血压、冠心病;肿瘤资料包括临床 T 分期、临床 N 分期与新辅助放化疗;手术资料包括手术入路、吻合口高度、保护性造口、手术时间、术中失血量。吻合口高度定义为吻合口距肛缘的距离。术后住院期间记录早期并发症;术后(30±7)d 为吻合口漏、吻合口出血等短期结局的主要观察期;术后(90±7)d 采用 LARS 评分量表评价功能结局。术后以门诊或电话方式进行随访,随访截至 2025 年 12 月 30 日。本研究的复合结局定义为术后发生吻合口出血、吻合口漏、吻合口狭窄或重度 LARS 中的任一事件;不同事件可在同一患者中重叠发生。

#### 1.2.2 结局定义

吻合口漏定义为吻合口腔内与腔外存在连通,并依据临床表现、影像学证据或干预措施综合判定<sup>[11]</sup>。吻合口狭窄定义为术后肠镜或直肠指检证实吻合口径径明显缩小,表现为直径 12 mm 的标准内镜不能通过、直肠指检通过困难,或消化道造影提示吻合口直径<10 mm。吻合口出血定义为术后出现血便且肠镜证实吻合口活动性出血<sup>[12]</sup>。LARS 评分为 0~42 分,0~20 分为无 LARS,21~29 分为轻度 LARS,≥30 分为重度 LARS;本研究将重度 LARS 界定为功能不良结局。

### 1.3 统计学处理

应用 SPSS 26.0 软件完成统计分析,正态分布的连续变量以均数±标准差表示,组间比较采用 Student *t* 检验;非正态分布的连续变量以中位数(*Q*<sub>1</sub>, *Q*<sub>3</sub>)表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;分类变量以[n(%)]表示,采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。四类结局均使用同一组预设候选变量进行单因素分析,

单因素分析  $P<0.10$  的变量,结合临床可解释性及事件数纳入多因素 Logistic 回归。同时为避免过度拟合,候选变量数量受事件数约束。回归系数采用最大似然法估计,结果以比值比及 95% 置信区间表示。进入预测模型前采用方差膨胀因子进行多重共线性诊断,方差膨胀因子 $<5$  认为不存在明显共线性。模型拟合优度采用 Hosmer-Lemeshow 检验评价,区分度采用受试者工作特征曲线下面积(area under the curve,AUC)评价。所有检验均为双侧检验, $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 基线数据

本研究共纳入 810 例采用直线切割吻合器行 LAR 的中低位直肠癌患者。其中男 503 例(62.10%),女 307 例(37.90%);平均(60.78±9.03)岁。有吸烟史 184 例(22.72%),合并糖尿病 81 例(10.00%)、高血压 196 例(24.20%)、冠心病 77 例(9.51%)。美国麻醉医师协会身体状况分级以Ⅱ~Ⅲ级为主(607 例,74.94%)。122 例(15.06%)接受新辅助放化疗,137 例(16.91%)进行保护性造口。吻合口高度(5.53±1.07)cm,手术时间(187.49±37.65)min,术中失血量 104.00(66.00,163.00)mL。术后发生吻合口漏 70 例(8.64%)、吻合口狭窄 48 例(5.93%)、吻合口出血 16 例(1.98%)、重度 LARS 104 例(12.84%),由于部分患者可同时发生多种结局,最终 197 例(24.32%)发生上述至少 1 项吻合口相关并发症或功能不良结局。

### 2.2 吻合口相关并发症及功能不良结局的单因素风险分析

单因素分析结果显示,吻合口漏与年龄、糖尿病、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口、手术时间、手术入路相关,术中失血量呈趋势性差异( $P=0.061$ )。吻合口狭窄与年龄、性别、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口、手术入路相关。吻合口出血与吻合口高度、手术时间、术中失血量相关。重度 LARS 与 BMI、高血压、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口、手术时间、手术入路相关,年龄呈趋势性差异( $P=0.070$ )。见表 1。

### 2.3 吻合口相关并发症及功能不良结局的多因素回归分析

多因素 Logistic 回归分析显示,年龄增加、糖尿病、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口、手术时间延长与吻合口漏独立相关;年龄较小、男性、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口与吻

口狭窄独立相关;BMI 较低、新辅助放化疗、吻合口高度较低、保护性造口与重度 LARS 独立相关( $P<0.05$ )。吻合口出血仅 16 例,未行多因素回归分析。

### 2.4 预测模型

以吻合口出血、吻合口漏、吻合口狭窄或重度 LARS 中的任一事件为复合结局,综合临床可及性、模型稳定性及共线性诊断,预测模型最终纳入年龄、BMI、新辅助放化疗、吻合口高度、保护性造口、手术时间 6 个变量,方差膨胀因子为 1.004~1.030,未见明显多重共线性。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄、BMI、吻合口高度增加与复合结局发生风险降低相关,新辅助放化疗、保护性造口、手术时间延长与风险升高相关,见表 2。

基于上述变量构建列线图预测模型,见图 1。AUC 为 0.810, Brier 评分为 0.140, Hosmer-Lemeshow 检验  $P=0.592$ ,提示模型具有较好的区分度与校准度;经 Bootstrap 重抽样校正后 AUC 为 0.804;10 折交叉验证所得 AUC 为 0.802±0.056,提示模型具有较好的内部稳定性,见图 2。

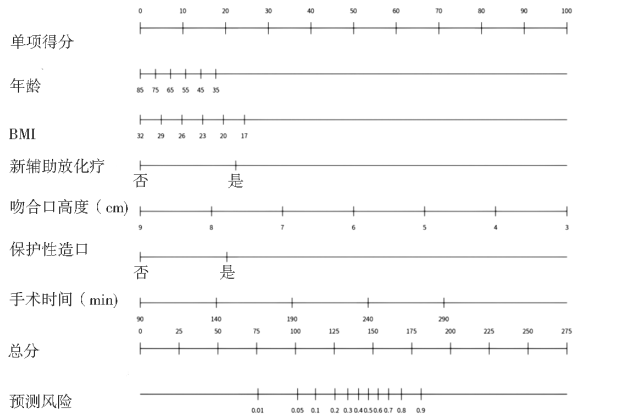


图 1 吻合口相关并发症及功能不良结局风险预测列线图

## 3 讨 论

本研究将吻合口出血、吻合口漏、吻合口狭窄与重度 LARS 纳入同一复合结局进行评估。810 例患者中,197 例(24.32%)至少发生 1 项结局,提示在围手术期管理与随访中同时关注结构性并发症与排便功能具有现实意义。多因素结果提示,新辅助放化疗及吻合口高度较低分别与多项结局相关,而不同结局的其余相关因素并不完全相同,说明吻合口愈合障碍、狭窄形成与功能障碍可能具有部分共同、部分特异的发生机制。

新辅助放化疗是本研究中多个结局的重要相关因素。放疗可能通过血管内皮损伤、微循环障碍、组织纤维化影响吻合口愈合;同时,盆腔神经肌肉损

伤、直肠感觉异常、剩余直肠顺应性下降可能参与 LARS 的发生<sup>[13-15]</sup>。因此,对于接受新辅助放化疗拟

行低位吻合的患者,应在术前风险沟通、术后随访中重点关注吻合口及功能恢复情况。

表 1 LAR 术后吻合口相关并发症及功能不良结局的单因素分析

| 结局与变量                   | 并发症组                      | 对照组                      | <i>t</i> / <i>X</i> <sup>2</sup> / <i>Z</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 吻合口漏                    |                           |                          |                                               |            |
| 年龄(岁)                   | 63. 83±8. 67              | 60. 49±9. 01             | 2. 974                                        | 0. 003     |
| 糖尿病[ <i>n</i> (%)]      | 14(20. 00)                | 67(9. 05)                | 8. 514                                        | 0. 004     |
| 新辅助放化疗[ <i>n</i> (%)]   | 22(31. 43)                | 100(13. 51)              | 16. 044                                       | <0. 001    |
| 吻合口高度(cm)               | 4. 96±0. 64               | 5. 58±1. 08              | -4. 691                                       | <0. 001    |
| 保护性造口[ <i>n</i> (%)]    | 20(28. 57)                | 117(15. 81)              | 7. 410                                        | 0. 006     |
| 手术时间(min)               | 202. 80±33. 87            | 186. 04±37. 69           | 3. 585                                        | <0. 001    |
| 术中失血量(mL)               | 116. 50(86. 25, 161. 25)  | 102. 00(65. 00, 163. 00) | 1. 874                                        | 0. 061     |
| 手术入路[ <i>n</i> (%)]     |                           |                          | 42. 003                                       | <0. 001    |
| 腹腔镜手术                   | 31(44. 29)                | 566(76. 49)              |                                               |            |
| 开腹手术                    | 28(40. 00)                | 94(12. 70)               |                                               |            |
| 中转开腹                    | 11(15. 71)                | 80(10. 81)               |                                               |            |
| 吻合口狭窄                   |                           |                          |                                               |            |
| 年龄(岁)                   | 53. 04±5. 63              | 61. 26±8. 98             | -6. 264                                       | <0. 001    |
| 性别(男)[ <i>n</i> (%)]    | 37(77. 08)                | 466(61. 15)              | 4. 868                                        | 0. 027     |
| 新辅助放化疗[ <i>n</i> (%)]   | 16(33. 33)                | 106(13. 91)              | 13. 315                                       | <0. 001    |
| 吻合口高度(cm)               | 5. 11±0. 95               | 5. 55±1. 07              | -2. 817                                       | 0. 005     |
| 保护性造口(是)[ <i>n</i> (%)] | 18(37. 50)                | 119(15. 62)              | 15. 387                                       | <0. 001    |
| 手术入路[ <i>n</i> (%)]     |                           |                          | 9. 351                                        | 0. 009     |
| 腹腔镜手术                   | 32(66. 67)                | 565(74. 15)              |                                               |            |
| 开腹手术                    | 14(29. 17)                | 108(14. 17)              |                                               |            |
| 中转开腹                    | 2(4. 17)                  | 89(11. 68)               |                                               |            |
| 吻合口出血                   |                           |                          |                                               |            |
| 吻合口高度(cm)               | 6. 40±0. 90               | 5. 51±1. 06              | 3. 324                                        | <0. 001    |
| 手术时间(min)               | 215. 31±21. 72            | 186. 93±37. 70           | 3. 000                                        | 0. 003     |
| 术中失血量(mL)               | 132. 50(104. 25, 218. 75) | 103. 00(66. 00, 161. 75) | 2. 596                                        | 0. 009     |
| 重度 LARS                 |                           |                          |                                               |            |
| 年龄(岁)                   | 59. 28±7. 82              | 61. 00±9. 17             | -1. 815                                       | 0. 070     |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 22. 68±2. 56              | 23. 53±2. 96             | -2. 805                                       | 0. 005     |
| 高血压[ <i>n</i> (%)]      | 16(15. 38%)               | 180(25. 50)              | 5. 052                                        | 0. 025     |
| 新辅助放化疗[ <i>n</i> (%)]   | 29(27. 88)                | 93(13. 17)               | 15. 336                                       | <0. 001    |
| 吻合口高度(cm)               | 4. 77±0. 72               | 5. 64±1. 07              | -7. 997                                       | <0. 001    |
| 保护性造口(是)[ <i>n</i> (%)] | 30(28. 85)                | 107(15. 16)              | 12. 090                                       | <0. 001    |
| 手术时间(min)               | 200. 20±32. 40            | 185. 62±38. 03           | 3. 716                                        | <0. 001    |
| 手术入路[ <i>n</i> (%)]     |                           |                          | 15. 825                                       | <0. 001    |
| 腹腔镜手术                   | 63(60. 58)                | 534(75. 64)              |                                               |            |
| 开腹手术                    | 29(27. 88)                | 93(13. 17)               |                                               |            |
| 中转开腹                    | 12(11. 54)                | 79(11. 19)               |                                               |            |

注:表中仅列示在相应结局中 *P*<0. 10 的变量;未列出的候选变量在相应结局中的 *P* 值均≥0. 10。四类结局均采用相同的预设候选变量进行单因素分析。

吻合口高度较低与吻合口漏、吻合口狭窄、重度 LARS 均相关。低位吻合可能伴随残余直肠储库容

量减少、局部血供与张力条件不利,并增加对盆底结构、相关神经的影响,从而同时影响吻合口愈合与排

便功能<sup>[16-18]</sup>。在保证肿瘤根治的前提下,保留残余直肠储库功能及肛门括约肌神经反射通路,对降低术后功能障碍具有重要意义。吻合口出血仅 16 例,因此本研究未对该结局进行多因素回归,其单因素

结果显示,吻合口出血患者吻合口高度较高、手术时间较长、术中失血量较多。手术时间较长可能反映手术难度与局部操作复杂性增加,术中失血量较多可能提示组织操作范围较大或止血难度较高。

表 2 吻合口相关并发症及功能不良结局风险预测模型的多因素 Logistic 回归分析

| 变量                            | $\beta$ | 标准误   | Wald 值 | P 值    | OR 值  | 95% CI      |
|-------------------------------|---------|-------|--------|--------|-------|-------------|
| 年龄(每增加 1 岁)                   | -0.023  | 0.011 | 4.227  | 0.040  | 0.977 | 0.956~0.999 |
| BMI(每增加 1 kg/m <sup>2</sup> ) | -0.105  | 0.034 | 9.609  | 0.002  | 0.900 | 0.843~0.962 |
| 新辅助放化疗(是 vs. 否)               | 1.444   | 0.239 | 36.416 | <0.001 | 4.238 | 2.651~6.774 |
| 吻合口高度(每增加 1 cm)               | -1.076  | 0.121 | 79.270 | <0.001 | 0.341 | 0.269~0.432 |
| 保护性造口(是 vs. 否)                | 1.307   | 0.233 | 31.517 | <0.001 | 3.694 | 2.341~5.829 |
| 手术时间(每增加 10 min)              | 0.230   | 0.031 | 55.317 | <0.001 | 1.258 | 1.184~1.337 |

注:回归系数均由最大似然法估计;常数项为 3.425,模型方程为  $\text{logit}(P)=3.425-0.023\times\text{年龄}-0.105\times\text{BMI}+1.444\times\text{新辅助放化疗}-1.076\times\text{吻合口高度}+1.307\times\text{保护性造口}+0.230\times\text{手术时间}$ 。

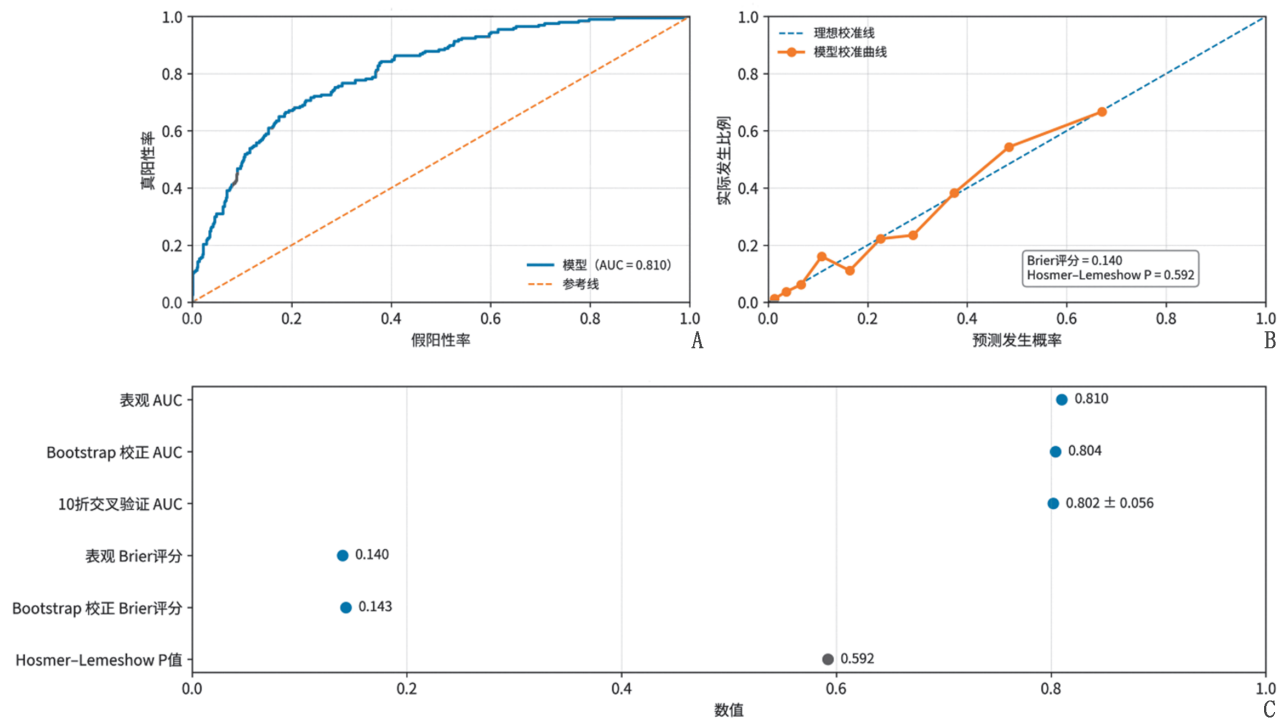


图 2 吻合口相关并发症及功能不良结局风险预测模型性能评价  
(A:受试者工作特征曲线;B:校准曲线;C:模型内部验证及校准指标)

保护性造口常用于 LAR 术后吻合口风险较高的患者,主要作用在于分流粪便、降低吻合口污染、减轻吻合口漏的严重后果<sup>[19]</sup>。本研究中,保护性造口与吻合口漏、吻合口狭窄、重度 LARS 及复合结局风险升高相关,这可能反映了低位吻合、水肿或术中条件欠佳等高危状态,而非造口本身所致。造口分流后,远端肠管因长期缺乏粪便通过及周期性扩张刺激,可能促进吻合口狭窄的形成或导致功能恢复迟缓<sup>[20]</sup>。LARS 的发生涉及残余直肠储库功能下降、盆腔神经损伤、括约肌功能受损、近端结肠动力改变、吻合口相关并发症等多方面因素<sup>[21-23]</sup>。本研究

中,BMI 较低与重度 LARS、复合结局风险升高相关。较低 BMI 可能提示营养储备不足、肌少症风险或对手术应激的耐受性较差,从而不利于组织修复与功能恢复;这一解释仍需前瞻性研究验证。吻合口漏、吻合口狭窄在单因素分析中未显示与重度 LARS 有关,未进入相应的多因素模型。在复合结局模型中,年龄增加与风险降低相关,可能受吻合口狭窄在较年轻患者中更常见的影响。同时年龄与不同单项结局的方向并不一致,如吻合口漏随年龄增加而增多。因此,年龄在本模型中的“保护性”统计关联不能被解释为高龄具有生物学保护作用,而应理解为复合

结局构成及病例特征共同作用的结果。

本研究均使用直线切割吻合器完成肿瘤切除，建立的预测模型使用常规临床资料即可完成估计，适用于术前及围手术期的风险分层。模型中新辅助放化疗与保护性造口可能一定程度上代表既有高风险状态，模型的用途是预测而非判定因果。

本研究仍存在一定局限。首先，本研究为回顾性研究，难以完全避免选择偏倚与信息偏倚。其次，虽然样本量相对较大，但研究结果仍需多中心、前瞻性队列进一步验证。第三，本研究仅将术后(90±7) d 重度 LARS 作为功能不良结局，可能低估轻中度 LARS 及远期功能障碍的影响。此外，手术入路选择

并非随机分配，开腹手术与吻合口漏之间的关系可能受到病例选择、肿瘤局部进展程度、既往手术史、盆腔条件等未测量混杂因素影响。最后，本研究构建的预测模型目前仅完成内部验证，尚缺乏独立外部验证，其临床推广价值仍需进一步评估。

综上所述，LAR 术后吻合口相关并发症及功能不良结局受患者基础状态、新辅助放化疗、吻合口高度、手术复杂程度、保护性造口等多因素影响。新辅助放化疗及吻合口高度较低分别与多项结局相关。基于常规临床变量构建的预测模型可为围手术期风险分层提供参考，但其稳定性、临床适用性仍需外部验证。

参考文献：

[1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2024, 74 (3): 229-263.

[2] Diao X, Guo C, Jin Y, et al. Cancer situation in China: an analysis based on the global epidemiological data released in 2024 [J]. Cancer Commun (Lond), 2025, 45 (2): 178-197.

[3] 姚宏伟, 李心翔, 崔龙, 等. 中国结直肠癌手术病例登记数据库2022年度报告：一项全国性登记研究[J]. 中国实用外科杂志, 2023, 43 (1): 93-99.

[4] Benson A B, Venook A P, Al-Hawary M M, et al. NCCN Guidelines Insights: Rectal Cancer, Version 6. 2020[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2020, 18 (7): 806-815.

[5] Roodbeen S X, Penna M, van Dieren S, et al. Local Recurrence and Disease-Free Survival After Transanal Total Mesorectal Excision: Results From the International TaTME Registry[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2021, 19 (11): 1232-1240.

[6] de'Angelis N, Marchegiani F, Martínez-Pérez A, et al. Robotic, transanal, and laparoscopic total mesorectal excision for locally advanced mid/low rectal cancer: European multicentre, propensity score-matched study[J]. BJS Open, 2024, 8 (3): zrae044.

[7] Sparreboom C L, van Groningen J T, Lingsma H F, et al. Different Risk Factors for Early and Late Colorectal Anastomotic Leakage in a Nationwide Audit[J]. Dis Colon Rectum, 2018, 61 (11): 1258-1266.

[8] Keller D S, Berho M, Perez R O, et al. The multidisciplinary management of rectal cancer[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2020, 17 (7): 414-429.

[9] Kumar A, Daga R, Vijayaragavan P, et al. Anterior resection for rectal carcinoma-risk factors for anastomotic leaks and strictures[J]. World J Gastroenterol, 2011, 17 (11): 1475-1479.

[10] Polese L, Vecchiato M, Frigo A C, et al. Risk factors for colorectal anastomotic stenoses and their impact on quality of life: what are the lessons to learn? [J]. Colorectal Dis, 2012, 14 (3): e124-128.

[11] Rahbari N N, Weitz J, Hohenberger W, et al. Definition and grading of anastomotic leakage following anterior resection of the rectum: a proposal by the International Study Group of Rectal Cancer[J]. Surgery, 2010, 147 (3): 339-351.

[12] 李干斌, 韩加刚, 王振军. 结直肠术后吻合口出血的预防与诊治探讨[J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23 (12): 1149-1154.

[13] Hu M H, Huang R K, Zhao R S, et al. Does neoadjuvant therapy increase the incidence of anastomotic leakage after anterior resection for mid and low rectal cancer? A systematic review and meta-analysis[J]. Colorectal Dis, 2017, 19 (1): 16-26.

[14] Yu Z, Xu C, Song B, et al. Tissue fibrosis induced by radiotherapy: current understanding of the molecular mechanisms, diagnosis and therapeutic advances[J]. J Transl Med, 2023, 21 (1): 708.

[15] Marijnen C A M, Kapiteijn E, van de Velde C J H, et al. Acute side effects and complications after short-term preoperative radiotherapy combined with total mesorectal excision in primary rectal cancer: report of a multicenter randomized trial[J]. J Clin Oncol, 2002, 20 (3): 817-825.