

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.17.014
文章编号: 1005-8982 (2026) 17-0089-07

临床研究·论著

老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的列线图 预测模型构建与验证*

刘宇罡¹, 李振宇², 石进琴¹, 靳志勇³, 郭晓庆¹, 杨锦峰¹

- (1. 中国人民解放军联勤保障部队第九六九医院 肿瘤科, 内蒙古 呼和浩特 010051;
2. 武警内蒙古总队医院 外二科, 内蒙古 呼和浩特 010020;
3. 内蒙古医科大学附属医院 胸外科, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 目的 探讨术前炎症指标及术中因素对老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的影响, 并基于此构建列线图预测模型。**方法** 本研究为单中心回顾性队列研究, 纳入中国人民解放军联勤保障部队第九六九医院2021年5月—2025年5月行胸腔镜肺癌根治术的260例老年患者。根据患者术后7 d内是否发生肺部感染分析基线资料、术前炎症指标[白细胞计数(WBC)、C反应蛋白(CRP)、血清淀粉样蛋白A(SAA)]、术中因素及术后指标。通过多因素Logistic回归模型分析筛选术后肺部感染的危险因素, 并构建、验证列线图预测模型。**结果** 260例老年患者中, 术后肺部感染发生49例, 发生率为18.85%。多因素回归分析结果显示, 术前WBC水平高[OR = 1.748(95% CI: 1.223, 2.496)]、术前CRP水平高[OR = 1.655(95% CI: 1.222, 2.241)]、术前SAA水平高[OR = 4.756(95% CI: 1.562, 14.484)]、术中单肺通气时间长[OR = 1.097(95% CI: 1.031, 1.167)]、手术时间长[OR = 1.078(95% CI: 1.009, 1.153)]、有吸烟史[OR = 6.502(95% CI: 1.541, 26.512)]及胸腔引流时间长[OR = 2.491(95% CI: 1.068, 5.811)]均为术后肺部感染的危险因素($P < 0.05$)。列线图预测模型具有较高的区分度, 曲线下面积为0.977; Hosmer-Lemeshow检验显示模型校准度良好($P > 0.05$)。决策曲线分析与临床影响曲线提示, 该模型在临床常用阈值范围内具有良好的净获益及临床实用性。**结论** 吸烟史、术前炎症指标升高及术中/术后时间延长是老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的独立危险因素。基于上述因素构建的列线图预测模型具有较好的预测效能及临床实用价值, 可为临床早期筛查及个体化干预提供科学依据。

关键词: 肺癌; 炎症指标; 术中因素; 肺部感染; 危险因素; 列线图

中图分类号: R734.2

文献标识码: A

Construction and validation of a nomogram prediction model for pulmonary infection after thoracoscopic radical resection of lung cancer in elderly patients*

Liu Yu-gang¹, Li Zhenyu², Shi Jin-qin¹, Jin Zhi-yong³, Guo Xiao-qing¹, Yang Jin-feng¹

- (1. Department of Oncology, the 969th Hospital of Joint Logistics Support Force, Hohhot, Inner Mongolia 010051, China; 2. Second Department of Surgery, Inner Mongolia Corps Hospital of Chinese People's Armed Police Force, Hohhot, Inner Mongolia 010020, China; 3. Department of Thoracic Surgery, the Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot, Inner Mongolia 010010, China)

Abstract: Objective To investigate the risk factors associated with postoperative pulmonary infection in elderly patients undergoing thoracoscopic radical lung cancer resection, with a focus on preoperative inflammatory

收稿日期: 2026-02-24

* 基金项目: 2024年度内蒙古自治区卫生健康科技计划项目(2024ZY0517)

[通信作者] 李振宇, E-mail: 68708232@qq.com

indicators (white blood cell [WBC], C-reactive protein [CRP], and serum amyloid A [SAA]) and intraoperative factors. Based on the identified risk factors, a nomogram prediction model was established and validated to provide a reliable tool for clinical practice. **Methods** A single-center retrospective cohort study was conducted, and the clinical data of 260 elderly patients who underwent thoracoscopic radical lung cancer resection at the 969th Hospital of Joint Logistics Support Force from May 2021 to May 2025 were collected from the hospital medical record system. Patients were divided into two groups according to the presence or absence of pulmonary infection within 7 days after surgery. Baseline data, preoperative inflammatory indicators, intraoperative factors, and postoperative indicators were compared between the two groups. Multivariate regression analysis was performed to screen for independent risk factors for postoperative pulmonary infection, and a nomogram prediction model was further constructed and validated. **Results** Among the 260 enrolled elderly patients, 49 cases developed postoperative pulmonary infection, resulting in an incidence rate of 18.85%. Multivariate logistic regression analysis showed that high preoperative WBC level [$\hat{OR} = 1.748$ (95% CI: 1.223, 2.496)], high preoperative CRP level [$\hat{OR} = 1.655$ (95% CI: 1.222, 2.241)], high preoperative SAA level [$\hat{OR} = 4.756$ (95% CI: 1.562, 14.484)], prolonged intraoperative one-lung ventilation time [$\hat{OR} = 1.097$ (95% CI: 1.031, 1.167)], prolonged operative time [$\hat{OR} = 1.078$ (95% CI: 1.009, 1.153)], smoking history [$\hat{OR} = 6.502$ (95% CI: 1.541, 26.512)], and prolonged chest tube drainage time [$\hat{OR} = 2.491$ (95% CI: 1.068, 5.811)] were all risk factors for postoperative pulmonary infection ($P < 0.05$). The constructed nomogram prediction model exhibited excellent discriminative ability, with an area under the curve of 0.977. The Hosmer-Lemeshow test indicated good calibration of the model ($P > 0.05$). Decision curve analysis (DCA) and clinical impact curve (CIC) results suggested that the model had favorable clinical net benefits and practical application value within the commonly used clinical threshold range. **Conclusion** Smoking history, elevated preoperative inflammatory indicators (WBC, CRP, SAA), and prolonged intraoperative and postoperative relevant durations are independent risk factors for postoperative pulmonary infection in elderly patients undergoing thoracoscopic radical lung cancer resection. The nomogram prediction model established based on these risk factors has good predictive efficiency and clinical practicability, which can provide a scientific basis for early clinical screening and individualized intervention of postoperative pulmonary infection in this population.

Keywords: inflammatory markers; intraoperative factors; lung cancer; pulmonary infection; risk factors; nomogram

随着全球人口老龄化进程的加快,老年肺癌患者占比呈持续上升趋势^[1-2]。胸腔镜肺癌根治术凭借其创伤小、术后恢复快等优势,已成为老年肺癌患者的常用治疗手段,可有效切除肿瘤组织并改善生存预后,但术后并发症仍是影响康复进程的关键问题^[3-4]。术后肺部感染是其常见严重并发症之一。老年患者因免疫功能降低、生理性衰退及合并糖尿病等基础疾病,术后肺部感染风险较高,不仅可引发呼吸衰竭、脓毒症等严重不良事件,也会增加医疗费用、延长住院时间。目前,多数术后肺部感染风险评估研究聚焦于成年或混合手术人群,未充分考虑老年患者的术前炎症状态、术中单肺通气等特异性因素^[5-7],且术前炎症指标与术中因素的预测价值尚未被系统整合,难以满足临床对高风险人群的精准识别需求。因此,本研究拟基于术前炎症指标及术中因素,探讨老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的危险因素,并构建与验证个体化列线图预测模型,以期实现早期识别与干预。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为单中心回顾性分析,纳入2021年5月—2025年5月于中国人民解放军联勤保障部队第九六九医院接受治疗的老年患者病历资料。根据 Logistic 回归样本量估算的经验准则(自变量个数的10~15倍)^[8],本研究共纳入7个主要预测变量,所需样本量为70~105例。最终纳入260例,远超所需最低样本量,为模型构建提供了充足的样本支持。本研究通过联勤保障部队第九六九医院伦理委员会审批[伦审Y(202602002)号]。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①年龄 ≥ 60 岁;②符合《中华医学会肺癌临床诊疗指南患者版(2024版)》^[9]中肺癌的诊断标准,且经病理学确诊为原发性肺癌;③首次在本院接受胸腔镜肺癌根治术;④术前炎症指标、术中因素、基线资料等数据完整;⑤肿瘤淋巴结

转移分期(tumor node metastasis, TNM)为 I ~ IIIa 期。

1.2.2 排除标准 ①合并其他恶性肿瘤或严重免疫系统疾病;②术前存在肺部感染(如急性肺炎)或急性呼吸道疾病(哮喘急性发作、急性支气管炎等);③严重心、肝、肾功能不全;④术中中转开胸手术;⑤转移性肺癌;⑥术前接受放化疗、靶向治疗或免疫治疗。

1.3 资料收集

通过医院电子病历系统及病案管理系统收集符合纳入标准的 260 例老年患者临床资料。数据收集由经过统一培训的 2 名研究人员独立完成,采用双人核对法确保数据准确性。收集内容分为基线资料、术前炎症指标、术中因素及术后结局:①基线资料:年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、TNM 分期(I ~ IIIa 期)、肿瘤部位(左肺叶、右肺叶)、吸烟史、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)、第 1 秒用力肺活量占用力肺活量百分比(FEV_1/FVC);②术前炎症指标:术前 24 h 内白细胞计数(white blood cell count, WBC)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、血清淀粉样蛋白 A (serum amyloid A, SAA)、淋巴细胞计数(lymphocyte count, LYM)、中性粒细胞(Neutrophil, NEU);③术中因素:记录手术时间、手术切除类型(肺叶/亚肺叶)、术中失血量、切除范围(单叶、多叶)、胸腔粘连、单肺通气时间;④术后结局包括胸腔引流时间及术后 7 d 内肺部感染。肺部感染诊断参考《成人社区获得性肺炎基层诊疗指南(2018 年)》^[10],及围手术期感染相关共识标准,符合以下条件至少 2 项者可诊断:①胸片显示新出现或进行性发展的肺部浸润影、实变或空洞;②发热(体温 $>38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$),或外周血 $WBC > 12 \times 10^9/L$ 或 $< 4 \times 10^9/L$;③痰液性状改变,如新发脓痰、呼吸道分泌物增多、吸痰次数增加,或出现肺部啰音。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 和 R4.5.2 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;等级资料以等级表示,比较用秩和检验;影响因素的分析采用多因素逐步 Logistic 回归模型;构建列线图;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线;Bootstrap 法(重复

抽样 1 000 次)进行内部验证,计算 C-index 评估模型区分度;绘制校准曲线评价模型校准度;采用决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)及临床影响曲线(clinical impact curve, CIC)验证模型的临床效用。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肺部感染组与非肺部感染组临床资料比较

260 例中,发生肺部感染 49 例(18.85%),未发生感染 211 例(81.15%)。肺部感染组与非肺部感染组的年龄、性别构成、BMI、TNM 分期构成、肿瘤部位构成、高血压患病率、糖尿病患病率、高脂血症患病率、 FEV_1/FVC 、术前 Neu 水平、术前 LYM 水平、手术切除类型构成、术中失血量、胸腔粘连率及切除范围构成比较,经 $t/\chi^2/Z$ 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。肺部感染组与非肺部感染组的吸烟史率、术前 WBC 水平、术前 SAA 水平、术前 CRP 水平、手术时间、单肺通气时间及胸腔引流时间比较,经 t/χ^2 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);肺部感染组的吸烟史率、术前 WBC 水平、术前 SAA 水平、术前 CRP 水平均高于非肺部感染组,手术时间、单肺通气时间及胸腔引流时间均长于非肺部感染组。见表 1。

2.2 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染多因素逐步 Logistic 回归分析

以老年胸腔镜肺癌根治术后肺部是否感染(否=0,是=1)为因变量,以单因素分析中差异有统计学意义的吸烟史(否=0,是=1)、术前 WBC 水平、术前 SAA 水平、术前 CRP 水平、单肺通气时间、手术时间和胸腔引流时间(均为实测值)为自变量,进行多因素逐步 Logistic 回归分析(引入水准 0.05,排除水准 0.10)。结果显示:术前 WBC 水平高[$\hat{OR} = 1.748$ (95% CI: 1.223, 2.496)]、术前 SAA 水平高[$\hat{OR} = 4.756$ (95% CI: 1.562, 14.484)]、术前 CRP 水平高[$\hat{OR} = 1.655$ (95% CI: 1.222, 2.241)]、术中单肺通气时间长[$\hat{OR} = 1.097$ (95% CI: 1.031, 1.167)]、手术时间长[$\hat{OR} = 1.078$ (95% CI: 1.009, 1.153)]、有吸烟史[$\hat{OR} = 6.502$, (95% CI: 1.541, 26.512)]及胸腔引流时间长[$\hat{OR} = 2.491$ (95% CI: 1.068, 5.811)]均为术后肺部感染的危险因素($P < 0.05$)。见表 2。

表 1 行胸腔镜肺癌根治术治疗的老年患者临床资料单因素分析

组别	n	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	男/女/例	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	TNM 分期 例(%)			肿瘤部位(左肺叶) 例(%)	吸烟史 例(%)
					I 期	II 期	III a 期		
肺部感染	49	67.15 $\pm$ 3.06	26/23	25.18 $\pm$ 4.36	35(71.43)	8(16.33)	6(12.24)	22(44.90)	26(53.06)
非肺部感染	211	66.38 $\pm$ 2.74	109/102	26.15 $\pm$ 4.74	162(76.78)	29(13.74)	20(9.48)	85(40.28)	40(18.96)
t/ χ^2 /Z 值		1.733	0.031	1.309		0.798		0.350	24.418
P 值		0.084	0.860	0.192		0.425		0.554	0.000

组别	高血压 例(%)	糖尿病 例(%)	高脂血症 例(%)	FEV ₁ /FVC/(%, $\bar{x} \pm s$)	术前 WBC ($\times 10^9$ /L)	术前 Neu/ ($\times 10^9$ /L, $\bar{x} \pm s$)	术前 LYM/ ($\times 10^9$ /L, $\bar{x} \pm s$)	术前 SAA/(mg/mL, $\bar{x} \pm s$)
肺部感染	21(42.86)	17(34.69)	19(38.78)	66.18 $\pm$ 4.68	11.30 $\pm$ 3.05	6.82 $\pm$ 1.33	1.55 $\pm$ 0.38	5.81 $\pm$ 0.56
非肺部感染	94(44.55)	47(22.27)	67(31.75)	64.98 $\pm$ 4.55	8.29 $\pm$ 2.01	6.41 $\pm$ 1.63	1.45 $\pm$ 0.35	4.98 $\pm$ 0.46
t/ χ^2 /Z 值	0.046	3.305	0.886	1.654	8.472	1.638	1.772	10.900
P 值	0.830	0.069	0.347	0.099	0.000	0.103	0.077	0.000

组别	术前 CRP/(mg/mL, $\bar{x} \pm s$)	手术时间/(min, $\bar{x} \pm s$)	肺叶切除术 例(%)	术中失血量/(mL, $\bar{x} \pm s$)	单叶切除 例(%)	胸腔粘连 例(%)	单肺通气时间/(min, $\bar{x} \pm s$)	胸腔引流时间/(d, $\bar{x} \pm s$)
肺部感染	11.66 $\pm$ 2.90	198.30 $\pm$ 14.88	34(69.39)	201.18 $\pm$ 35.48	21(42.86)	14(28.57)	138.19 $\pm$ 15.71	5.24 $\pm$ 1.33
非肺部感染	8.09 $\pm$ 2.09	180.57 $\pm$ 12.46	136(64.45)	194.56 $\pm$ 30.48	120(56.87)	36(17.06)	119.50 $\pm$ 13.28	3.80 $\pm$ 0.74
t/ χ^2 /Z 值	9.949	8.637	0.428	1.327	3.147	3.392	8.562	10.316
P 值	0.000	0.000	0.513	0.186	0.076	0.066	0.000	0.000

表 2 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95% CI	
						下限	上限
术前 WBC	0.558	0.182	9.418	0.002	1.748	1.223	2.496
术前 CRP	0.504	0.155	10.620	0.001	1.655	1.222	2.241
术前 SAA	1.559	0.568	7.534	0.006	4.756	1.562	14.484
单肺通气时间	0.093	0.032	8.665	0.003	1.097	1.031	1.167
手术时间	0.075	0.034	4.883	0.027	1.078	1.009	1.153
吸烟史	2.015	0.807	6.228	0.013	6.502	1.541	26.512
胸腔引流时间	0.913	0.432	4.458	0.035	2.491	1.068	5.811

2.3 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染个体化预测列线图模型构建

基于多因素分析结果构建术后肺部感染个体化预测列线图模型。该模型总分为400分,得分越高,提示老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染风险越高。见图 1。

2.4 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染列线图模型验证

ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.977,敏感性为 93.88%(95% CI: 0.831, 0.987),特异性为 94.31%(95% CI: 0.903, 0.970)。见图 2。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示(χ^2 =6.220, P =

0.622),预测概率与实际观察结果一致。见图 3

2.5 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染列线图模型临床效用分析

DCA 曲线分析结果显示,阈值概率 ≥ 0.1 的范围内曲线位于“*All*”和“*None*”基准线上方,说明阈值概率大于约 10%的范围内,使用该模型的净获益高于对所有患者干预和对所有患者不干预的策略。采用列线图预测模型对行胸腔镜肺癌根治术老年患者进行干预,可获得正向收益。见图 4。CIC 结果中,阈值概率在 0.0 ~ 1.0 之间列线图预测模型预测的老年患者胸腔镜肺癌根治术后肺部感染人数高于实际发生术后并发症的人数。见图 5。

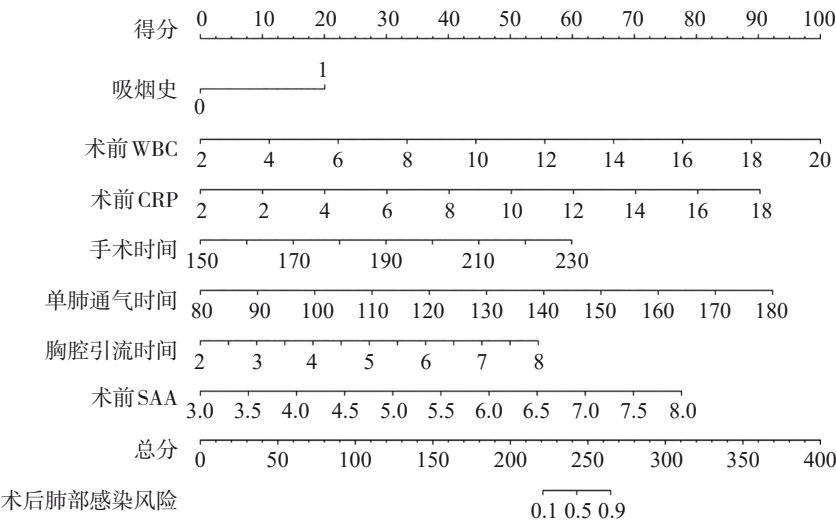


图 1 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的列线图模型

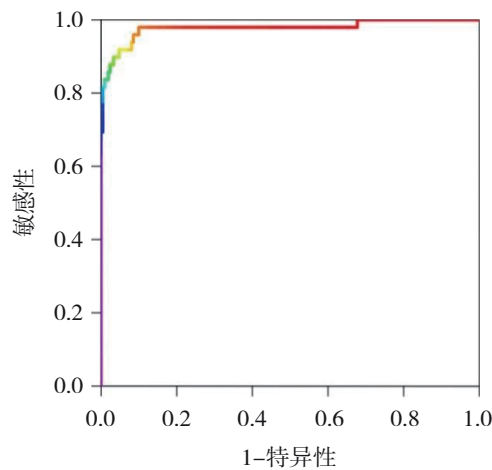


图 2 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染预测模型 ROC 曲线

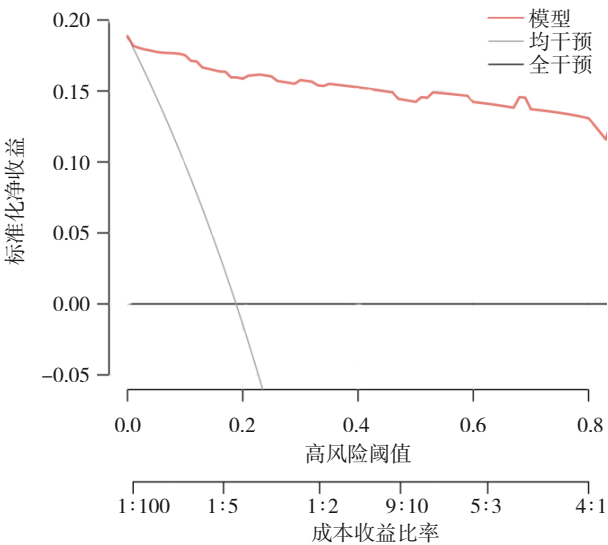


图 4 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染预测模型 DCA 曲线

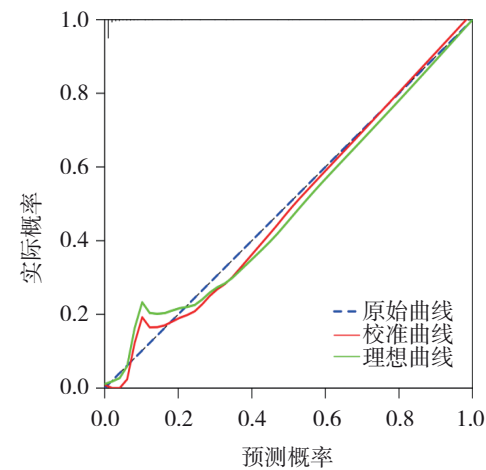


图 3 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染预测模型 校准曲线

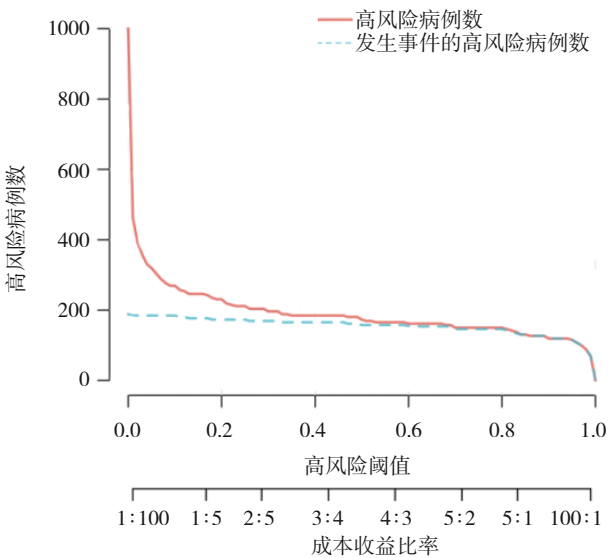


图 5 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染预测模型 CIC 曲线

3 讨论

本研究结果显示,老年患者行胸腔镜肺癌根治术后肺部感染率约为18.85%,这一结果与其他研究存在一定差异。在Ma等^[11]的研究中,接受肺癌高风险手术患者术后感染发生率为9.66%;在Ding等^[12]的研究中,胸腔镜下非小细胞肺癌术后并发症发生率约为11.06%。分析产生这一差异的原因,一方面可能源于纳入标准的差异:本研究限定入组患者年龄 ≥ 60 岁(而对比研究未作此年龄限制),这在一定程度上筛选出了术后感染的高危人群,使得我们对老年群体的并发症特征有了更细致的观察;另一方面,老年肺癌患者因肺功能生理性衰退、免疫功能老化及合并多种基础疾病,其术后感染风险显著升高。因此,肺部感染已成为导致该类患者住院时间延长、影响术后康复进程的主要并发症。目前,临床尚缺乏针对老年肺癌患者术后肺部感染的专用综合预测工具,使得该高风险群体的早期甄别存在明显滞后,常错失最佳的干预窗口。基于此,本研究立足于术前易于获取的炎症指标,并整合术中关键操作因素,尝试构建适用于老年患者的术后肺部感染风险预测模型。

本研究结果显示,吸烟史是老年患者术后肺部感染的独立危险因素,与张秀强等^[13]的研究结论一致。烟草中的尼古丁、焦油等有害物质可长期损伤气道黏膜上皮细胞,诱发纤毛摆动功能障碍及黏液分泌亢进,最终导致气道廓清能力进行性下降^[14-15]。这一病理生理改变在老年患者中表现更为严峻,因其黏膜修复能力显著衰退,气道结构损伤难以在短期内逆转,术后易出现痰液滞留,进而削弱机体的局部抗感染屏障,显著增加肺部感染风险。因此,在临床中应加强对有吸烟史老年患者的针对性干预,如术前戒烟、术后强化祛痰干预等。

术前炎症指标(WBC、CRP、SAA)水平升高均为术后肺部感染的独立危险因素,进一步揭示了术前系统性炎症负荷对老年患者术后感染风险的驱动效应^[7]。WBC升高可反映机体潜在的炎症负荷或感染倾向。老年肺癌患者因免疫调节功能衰退,术前即使WBC仅呈轻度升高,亦提示其免疫稳态受损,术后感染易感性随之显著增加^[16]。CRP经

炎症刺激后会快速升高,术前CRP水平与手术创伤后炎症反应会加剧肺组织炎症损伤,破坏气道黏膜屏障功能,进而引发肺部感染^[17]。SAA作为一种敏感的急性时相反应蛋白,其术前水平升高提示患者存在潜在的亚临床炎症或高炎症反应状态。此种状态可能在手术创伤基础上进一步加剧全身性炎症级联反应,并削弱局部免疫防御能力,从而增加术后肺部感染的发生风险^[18-19]。

术中因素中,单肺通气时间延长与手术时间延长是术后肺部感染的关键危险因素,这一结果与Zhang等^[20]、Ma等^[21]的研究结果相一致。针对老年患者,长期单肺通气可诱发患侧肺部萎缩与缺氧,进而引发肺组织氧化应激损伤及气道黏膜屏障破坏;同时,缺氧环境可抑制中性粒细胞的吞噬功能,促进细菌定植。此外,手术时间的延长不仅增加肺部暴露于创伤刺激的时长,还可加重全身炎症反应,而持续存在的炎症状态将进一步抑制免疫功能,最终协同升高术后肺部感染风险。

本研究中,胸腔引流时间作为术后指标被纳入独立危险因素,与马世鑫等^[22]的研究结论一致。其本质在于老年患者术后肺功能恢复延迟,排痰能力下降致使胸腔内积液、积气残留,需延长引流时间以充分引流。然而,老年人群免疫功能低下,细菌易沿引流管逆行侵入胸腔,引流时间越长,逆行感染风险越高,最终诱发肺部感染^[23-24]。

基于上述7项独立危险因素构建的个体化列线图预测模型具有一定实用价值和临床优势。本列线图模型所纳入的变量中,吸烟史及术前炎症指标(WBC、CRP、SAA)均为临床常规检测项目,单肺通气时间、手术时间及胸腔引流时间亦属手术/术后常规记录参数,无需依赖特殊检测设备,具有良好的临床可操作性与基层推广价值。模型效能分析显示,AUC为0.977,提示该模型具备极高的区分能力。采用Bootstrap法进行内部验证,结果显示模型拟合良好,且有效控制了过拟合风险。临床实践中,可通过列线图可视化评分快速估算个体术后肺部感染风险。DCA显示,模型在较宽的干预阈值范围内均具有净临床获益;CIC进一步表明,模型所识别的高风险患者人数与实际感染人数具有良好的一致性,证实该模型具备切实的临床实用价值。然而,本研究也存在一定局限性:一

方面,研究为单中心回顾性设计,缺乏多中心、大样本外部验证,结果外推性受限;另一方面,未纳入部分潜在危险因素,如营养状况、镇痛方式等,可能影响模型预测效能。未来,需扩大样本量,开展多中心前瞻性研究,纳入更多潜在影响因素,外部验证和确认其泛化性能,进一步验证和提升本模型的实用价值。

综上所述,吸烟史、术前 WBC、CRP、SAA 升高、单肺通气时间延长、手术时间延长及胸腔引流时间延长是老年患者胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的独立危险因素。基于这些因素构建的列线图预测模型有利于早期预防,降低术后肺部感染发生率,改善预后。

参 考 文 献 :

- [1] Bade B C, Dela Cruz C S. Lung cancer 2020: epidemiology, etiology, and prevention[J]. Clin Chest Med, 2020, 41(1): 1-24.
- [2] Smolarz B, Łukasiewicz H, Samulak D, et al. Lung cancer-epidemiology, pathogenesis, treatment and molecular aspect (review of literature)[J]. Int J Mol Sci, 2025, 26(5): 2049.
- [3] Xu Z N, Li C L, Ni Y J, et al. Retrospective comparative study of thoracoscopic lobectomy vs. segmentectomy: enhancing recovery and lung function in early-stage non-small cell lung cancer[J]. Medicine (Baltimore), 2025, 104(47): e45655.
- [4] Wu Y K, Xu M, Ma Y G. Fast-track surgery in single-hole thoracoscopic radical resection of lung cancer[J]. J BUON, 2020, 25(4): 1745-1752.
- [5] 郝学峰, 柯立晖, 真德智, 等. 老年肺癌患者行胸腔镜肺癌根治术后肺部并发症调查及影响因素分析[J]. 中华保健医学杂志, 2025, 27(5): 748-752.
- [6] Chen Z Y, Hong Z Q, Wang T Q, et al. Risk factors for pulmonary infection after thoracoscopic radical resection of lung cancer in elderly patients with diabetes mellitus[J]. World J Diabetes, 2025, 16(7): 106903.
- [7] 刘京松, 钱伟民, 王正, 等. 肺癌胸腔镜术后肺部感染的危险因素探讨及术前 CRP/Alb、PCT、SAA 对感染风险的预测价值[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(7): 1358-1363.
- [8] 高永祥, 张晋昕. Logistic 回归分析的样本量确定[J]. 循证医学, 2018, 18(2): 122-124.
- [9] 中华医学会肿瘤学分会. 中华医学会肺癌临床诊疗指南患者版(2024 版)[J]. 中华肿瘤杂志, 2025, 47(1): 26-38.
- [10] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 成人社区获得性肺炎基层诊疗指南(2018 年)[J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(2): 117-126.
- [11] Ma J J, Xue B, Zhang Z M, et al. Incidence, risk factors, and predictive modeling of pulmonary infection after high-risk surgery for lung cancer: a retrospective case-control study[J]. J

Thorac Dis, 2025, 17(6): 3702-3715.

- [12] Ding Z Z, Wang X Q, Jiang S, et al. Risk factors for postoperative pulmonary infection in patients with non-small cell lung cancer: analysis based on regression models and construction of a nomogram prediction model[J]. Am J Transl Res, 2023, 15(5): 3375-3384.
- [13] 张秀强, 杨涛. 基于列线图模型对肺癌胸腔镜术后并发肺部感染的临床预测[J]. 肿瘤防治研究, 2023, 50(1): 52-57.
- [14] 刘远灵, 冯聪锐, 陈于莹, 等. 吸烟对老年非小细胞肺癌患者外周血调节性 T 细胞及 TGF- β 1、IL-10 的影响[J]. 中华健康管理学杂志, 2025, 19(6): 429-433.
- [15] 陈仕敏, 王盛书, 刘少华, 等. 北京 60 岁及以上老年人吸烟状况与死亡风险的关联研究[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(9): 1403-1411.
- [16] 余龙海. 血 PCT、WBC 和 CRP 对成人开胸手术后早期肺部感染的诊断价值[J]. 中国实验诊断学, 2018, 22(7): 1172-1173.
- [17] 王昌敏, 陈程, 庞秀慧. 肺癌术后肺部感染患者血清 CRP、TNF- α 、IL-2 水平变化及临床意义[J]. 癌症进展, 2019, 17(19): 2296-2298.
- [18] 王玲玲, 吕磊, 周艳, 等. SAA、HBP、CRP 对肺癌术后并发肺部感染的预测价值[J]. 湖北科技学院学报(医学版), 2024, 38(3): 230-233.
- [19] 曹伯雄, 魏强, 冯昊, 等. 肺癌术后合并肺部感染患者血清 SAA、HMGB1、sCD14 水平动态变化及临床意义[J]. 徐州医科大学学报, 2022, 42(1): 57-62.
- [20] Zhang C, Fu Y X, Chen Q J, et al. Risk factors for postoperative pulmonary infections in non-small cell lung cancer: a regression-based nomogram prediction model[J]. Am J Cancer Res, 2024, 14(11): 5365-5377.
- [21] Ma S X, Li F, Li J, et al. Risk factor analysis and nomogram prediction model construction of postoperative complications of thoracoscopic non-small cell lung cancer[J]. J Thorac Dis, 2024, 16(6): 3655-3667.
- [22] 马世鑫, 王伦青. 肺癌胸腔镜术后并发肺部感染的列线图模型构建[J]. 现代肿瘤医学, 2024, 32(13): 2374-2379.
- [23] 李佳红, 谭化, 赵雅丽, 等. 老年 CHF 合并肺部感染患者免疫炎症特征及与预后的相关性[J]. 标记免疫分析与临床, 2025, 32(7): 1450-1456.
- [24] 王君, 代玺. 系统性免疫炎症指数与 microRNA-145 对肺癌根治术患者发生肺部感染的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(22): 1-7.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 刘宇罡, 李振宇, 石进琴, 等. 老年胸腔镜肺癌根治术后肺部感染的列线图预测模型构建与验证[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(17): 89-95.

Cite this article as: Liu Y G, Li Z YU, Shi J Q, et al. Construction and validation of a nomogram prediction model for pulmonary infection after thoracoscopic radical resection of lung cancer in elderly patients[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(17): 89-95.