

# 基于LASSO回归的CT引导下经皮肺穿刺术中并发症预测模型以及护理干预

朱 英, 边晓璐\*, 常 乐

海军军医大学第一附属医院长海医院放射诊断科, 上海

收稿日期: 2025年12月14日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月19日

## 摘要

肺部病变的早期精准诊断是改善患者预后的关键, CT引导下经皮肺穿刺活检术是肺部占位性病变定性诊断的核心微创技术, 但肺出血、术后气胸等并发症无法全部避免。本研究旨在构建术后并发症风险预测模型, 并制定针对性护理干预措施。收集2023年1月~2024年12月于我院接受CT引导下经皮肺穿刺活检术的231例患者临床资料, 根据术后并发症发生情况分为并发症组(106例)与无并发症组(125例)。通过单因素 $\chi^2$ 检验筛选差异有统计学意义的指标, 采用LASSO回归进行特征降维, 结合多元logistic回归构建并发症预测模型, 利用ROC曲线验证模型效能, 并提出个体化护理干预方案。结果显示, 231例患者穿刺活检成功率为100%, 并发症发生率为45.89%, 其中气胸占比最高(55.66%)。单因素分析提示年龄、合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度、病灶距胸壁距离、穿刺针停留时间、病灶位置与并发症发生相关( $P < 0.05$ ); LASSO回归进一步筛选出5个核心变量; 多元logistic回归证实合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度、病灶距胸壁距离、穿刺针停留时间是并发症发生的独立危险因素。模型预测并发症的AUC为0.848, 优于单一指标预测效能。基于危险因素制定的个体化护理干预措施, 可通过术前评估、术中配合及术后监测降低并发症风险。结论: 合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度过大、病灶距胸壁过远、穿刺针停留时间过长是术后并发症的高危因素; 基于LASSO回归构建的预测模型可有效识别高风险患者, 针对性护理干预有助于提升术中安全性。

## 关键词

CT引导, 皮肺穿刺活检术, 并发症, LASSO回归

# Intraoperative Complication Prediction Model for CT-Guided Percutaneous Lung Biopsy Based on LASSO Regression and Nursing Intervention

\*通讯作者。

**Ying Zhu, Xiaolu Bian\*, Le Chang**

Department of Diagnostic Radiology, Shanghai Hospital, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai

Received: December 14, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 19, 2026

## Abstract

Early accurate diagnosis of pulmonary lesions is crucial for improving patient prognosis. CT-guided percutaneous lung biopsy is a core minimally invasive technique for the qualitative diagnosis of space-occupying pulmonary lesions, but postoperative complications such as pneumothorax and pulmonary hemorrhage remain unavoidable. This study aimed to construct a risk prediction model for postoperative complications and develop targeted nursing intervention measures. Clinical data of 231 patients who underwent CT-guided percutaneous lung biopsy in our hospital from January 2023 to December 2024 were collected. Patients were divided into the complication group (106 cases) and non-complication group (125 cases) based on the occurrence of postoperative complications. Univariate chi-square test was used to screen indicators with statistically significant differences, LASSO regression was applied for feature dimensionality reduction, and multivariate logistic regression was combined to construct a complication prediction model. The model's performance was verified using ROC curves, and an individualized nursing intervention plan was proposed. Results showed that the success rate of percutaneous biopsy was 100% among the 231 patients, with a complication rate of 45.89%, of which pneumothorax accounted for the highest proportion (55.66%). Univariate analysis indicated that age, comorbidity with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), puncture depth, distance from the lesion to the chest wall, puncture needle retention time, and lesion location were associated with the occurrence of complications ( $P < 0.05$ ). LASSO regression further screened 5 core variables, and multivariate logistic regression confirmed that comorbidity with COPD, puncture depth, distance from the lesion to the chest wall, and puncture needle retention time were independent risk factors for complications. The AUC of the model for predicting complications was 0.848, which was superior to the predictive performance of a single indicator. Individualized nursing intervention measures developed based on risk factors can reduce the risk of complications through preoperative assessment, intraoperative coordination, and postoperative monitoring. Conclusion: Comorbidity with COPD, excessive puncture depth, excessive distance from the lesion to the chest wall, and prolonged puncture needle retention time are high-risk factors for postoperative complications. The prediction model constructed based on LASSO regression can effectively identify high-risk patients, and targeted nursing interventions are helpful for improving surgical safety.

## Keywords

**CT Guidance, Percutaneous Lung Biopsy, Complications, LASSO Regression**

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

早期精准诊断肺部病变是改善患者预后的关键环节。CT 引导下经皮肺穿刺活检术凭借其微创性、定

位精准性及高取材成功率的优势，已成为肺部占位性病变良恶性鉴别、病理分型及基因检测的核心诊断技术[1]。随着胸部影像学诊断精度的提升及微创医疗理念的深入普及，该技术在各级医疗机构的临床应用日趋广泛，尤其为无法耐受外科手术或拒绝接受有创检查的患者提供了重要的诊断路径。然而，即便穿刺操作技术不断优化、影像引导精度持续提升，气胸、肺出血以及气胸合并肺出血等术后并发症仍难以完全规避，其总体发生率约为 8.1%~35% [2]。本研究聚焦 CT 引导下肺穿刺术中并发症的预测及护理效果评估两大核心议题：其一，基于机器学习算法(Lasso)构建并发症风险预测模型，筛选关键风险影响因素，实现对高风险患者的早期精准识别[3]；其二，依据风险预测结果制定个体化护理干预方案，通过收集相关临床指标进行分组，对比分析不同护理方案下的并发症发生率[4]。本研究旨在为提升 CT 引导下肺穿刺术的临床安全性、优化护理服务流程、降低医疗风险提供科学依据，进而推动微创诊疗技术与精准护理理念的深度融合。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 病例资料

病例资料收集我院于 2023 年 1 月~2024 年 12 月进行 CT 引导下经皮肺穿刺活检的患者 231 例。纳入标准：患者影像学检查提示肺占位性病变，可见明确肺部结节及肿块，直径范围 0.5~6.5 cm；已完善痰脱落细胞学检查、细菌学检查、纤维支气管镜检查及血清肺癌相关标志物检测等且上述检查结果均未能明确病灶病理性质；患者精神状态及认知功能正常，生命体征平稳，经评估符合 CT 引导下经皮肺穿刺活检术的临床指征；病灶符合穿刺解剖条件，术前检查提示无明确穿刺禁忌；穿刺目的为明确病理诊断，患者及家属签署知情同意书[5]。排除标准：凝血功能异常(凝血酶原时间或活化部分凝血活酶时间超出正常范围)；存在穿刺绝对禁忌证(如严重心肺功能不全、无法配合体位摆放)；各种原因导致无法耐受穿刺操作者[6]。

### 2.2. 分组方法

术中出现并发症的患者分为并发症组(106 例)，剩余患者分为无并发症(125 例)。

### 2.3. 研究方法

在实施穿刺检查前，首先对患者进行肺部 CT 平扫或增强扫描，以明确肺部病灶的大小、形态、位置及其与周围血管的关系[7]。随后结合患者术前评估结果，协助其调整至适宜体位，并于体表放置定位标尺。经 CT 扫描确定穿刺层面、穿刺点、进针角度及深度后，在体表标记穿刺位置，常规消毒铺巾，使用 2% 利多卡因进行局部浸润麻醉至胸膜。嘱患者深吸气后屏气，迅速将穿刺针进至预定位置。在 CT 平扫监测下确认穿刺针是否进入肿块内部(所有患者均采用同一型号 CT 设备及穿刺针)，快速进行组织取样，通常重复 3~4 次[8]。所获穿刺组织经固定后送至病理科进行检查。穿刺操作过程中，行胸部 CT 平扫以观察有无并发症发生。术中嘱患者保持平卧位，并密切监测其生命体征变化。后出现并发症的患者分为并发症组(106 例)，剩余患者分为无并发症(125 例)。

### 2.4. 观测指标

统计患者指标：性别(男/女)、年龄(≤50 岁组和>50 岁组)、体重指数(BMI，<25 kg/m<sup>2</sup> 组和≥25 kg/m<sup>2</sup> 组)、吸烟史(有/无)、合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)。穿刺技术参数：穿刺角度(≤15°组和>15°组，由 CT 扫描定位后测量穿刺针与胸壁切线的夹角)、穿刺深度(≤25 mm 组和>25 mm 组，定义为穿刺针从皮肤进针点至病灶中心的直线距离)、穿刺针停留时间(≤10 min 组和>10 min 组，从穿刺针到达病灶位置至拔出

针具的总时长); 进针点位置(正面/非正面, 正面定义为胸前壁、胸壁正中线两侧各3 cm 范围内, 其余为非正面)、穿刺术后体位(平卧位/自由体位, 平卧位指术后持续平卧 $\geq 2$  h, 自由体位指术后可根据舒适度自主调整体位)、病灶位置: 分为上叶(左肺上叶、右肺上叶)和非上叶(左肺下叶、右肺中叶、右肺下叶); 病灶直径(<2.5 cm 组和 $\geq 2.5$  cm 组, 由 CT 图像测量病灶最大长径)、病灶距胸壁距离( $\leq 3$  cm 组和 $>3$  cm 组, 测量 CT 图像上病灶边缘至胸壁内侧的最短直线距离)。并根据并发症是否发生进行分组, 探讨 CT 引导下经皮肺穿刺术中并发症的影响因素。

## 2.5. 统计学及建模方法

采用 SPSS23.0 软件对数据进行统计分析。先采用  $\chi^2$  检验进行单因素分析, 然后应用 scikit-learn 库 1.7.0 版本对指标进行建模和机器学习分析。通过 LassoCV 自动最优正则化参数  $\alpha$ (5 折交叉验证) [9], 保留系数非零的特征, 使用筛选后的特征训练。

## 3. 结果

### 3.1. 穿刺活检成功率统计

本次研究数据范围内的患者共 231 例, 均一次性完成穿刺活检, 成功率为 100%。

### 3.2. 患者术后并发症类型统计

研究中患者 106 例发生了并发症, 发生率为 45.89% (106/231), 气胸占 55.66% (59 例), 出血占 31.13% (33 例), 体温升高占 12.26% (13 例), 胸膜反应占 0.94% (1 例)。

### 3.3. CT 引导下经皮肺穿刺术中并发症影响因素的单因素分析

遍历指标的列联表进行  $\chi^2$  检验, 可见年龄、合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度、病灶距胸壁距离、穿刺针停留时间、病灶位置组的 P 值显著( $P < 0.05$ ), 差异具有统计显著性(见表 1)。

**Table 1.** Univariate analysis of CT-guided percutaneous lung biopsy (cases)

**表 1.** CT 引导下经皮肺穿刺术中单因素分析(例)

指标	分组	总例数	并发症组	非并发症组	$\chi^2$ 值	P 值
性别	男	123	56	67	0.001	0.998
	女	108	50	58		
年龄	$\leq 50$ 岁	76	19	57	18.667	<0.001
	$>50$ 岁	155	87	68		
体重指数	$<25$	156	72	84	0.018	0.978
	$\geq 25$	75	34	41		
吸烟史	有	51	26	25	0.446	0.504
	无	180	80	100		
合并慢性阻塞性肺疾病	有	149	92	57	40.727	<0.001
	无	82	14	68		
穿刺角度	$\leq 15^\circ$	68	30	38	0.042	0.839
	$>15^\circ$	163	76	87		

续表

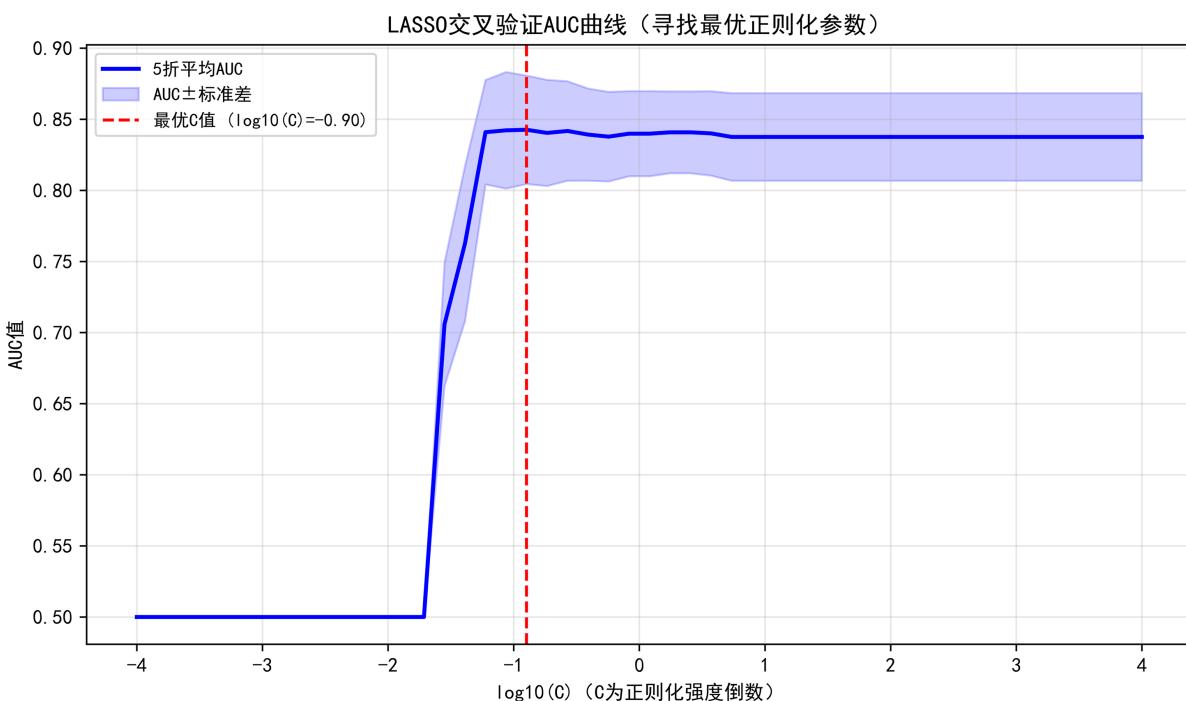
穿刺深度	$\leq 25$ mm	98	31	67	12.95	<0.001
	>25 mm	133	75	58		
病灶直径	<2.5 cm	168	82	86	1.709	0.191
	$\geq 2.5$ cm	63	24	39		
病灶距胸壁距离	$\leq 3$ cm	178	66	112	22.722	<0.001
	>3 cm	53	40	13		
穿刺针停留时间	$\leq 10$ min	42	9	33	11.193	<0.001
	>10 min	189	97	92		
进针点位置	正面	66	32	34	0.126	0.723
	非正面	165	74	91		
穿刺术后体位	平卧位	120	57	63	0.144	0.704
	自由体位	111	49	62		
病灶位置	上叶	79	42	37	2.034	0.044
	非上叶	152	64	88		

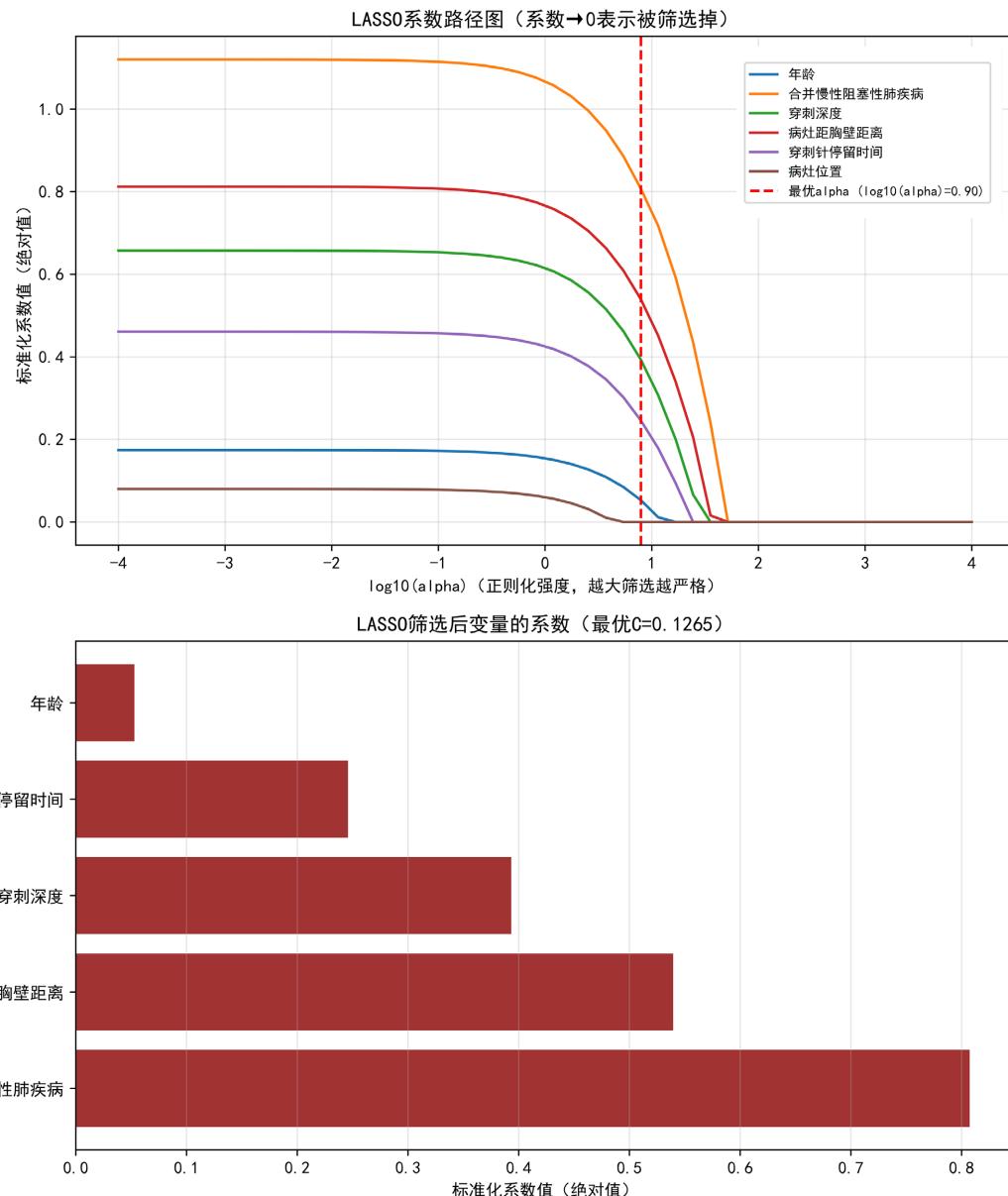
### 3.4. 基于 LASSO 回归的 CT 引导经皮肺穿刺术中并发症潜在影响因素分析

将上述 P 值小于 0.05 的指标进行 LASSO 回归, 共筛选出 5 个非共线性变量[10], 即年龄、合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度、病灶距胸壁距离、穿刺针停留时间(见图 1)。

### 3.5. 对 CT 引导下经皮肺穿刺术中并发症因素应用多元 Logistic 回归

将以 LASSO 回归筛选出的年龄、合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺深度、病灶距胸壁距离及穿刺针停留



**Figure 1.** LASSO regression for complication factors**图 1.** 并发症因素的 LASSO 回归**Table 2.** Logistic regression assignment**表 2.** Logistic 回归赋值

变量类型	指标	分组(赋值对应情况)
因变量	术后并发症形成	0 = 否、1 = 是
自变量	合并慢性阻塞性肺疾病	0 = 否、1 = 是
自变量	病灶距胸壁距离	1 = 1~3 cm、2 = ≥3 cm
自变量	穿刺针停留时间	1 = ≤10 min、2 = >10 min
自变量	年龄	1 = ≤50 岁、2 = >50 岁
自变量	穿刺深度	1 = ≤25 mm、2 = >25 mm

**Table 3.** Logistic regression of complication indicators  
**表 3.** 并发症指标的 logistic 回归

因素	$\beta$	SE	Wald	P	OR	95% CI
合并慢性阻塞性肺疾病	1.1658	0.221	26.058	<0.001	3.095	2.006~4.777
穿刺针停留时间	0.4655	0.183	6.606	0.01	0.624	0.436~0.894
穿刺深度	0.6195	0.172	14.605	<0.001	0.518	0.370~0.726
病灶距胸壁距离	0.7776	0.188	18.726	<0.001	0.443	0.306~0.641
截距项	-0.2758	0.172	2.771	0.096	-	-

时间为自变量进行多因素回归分析(见表 2)，结果显示：年龄对 CT 引导下经皮肺穿刺活检术后并发症的发生无显著影响( $P > 0.05$ )；而合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺针停留时间延长、穿刺深度增加及病灶距胸壁距离缩短均为术后并发症的独立风险因素(均  $P < 0.05$ ) (见表 3)。

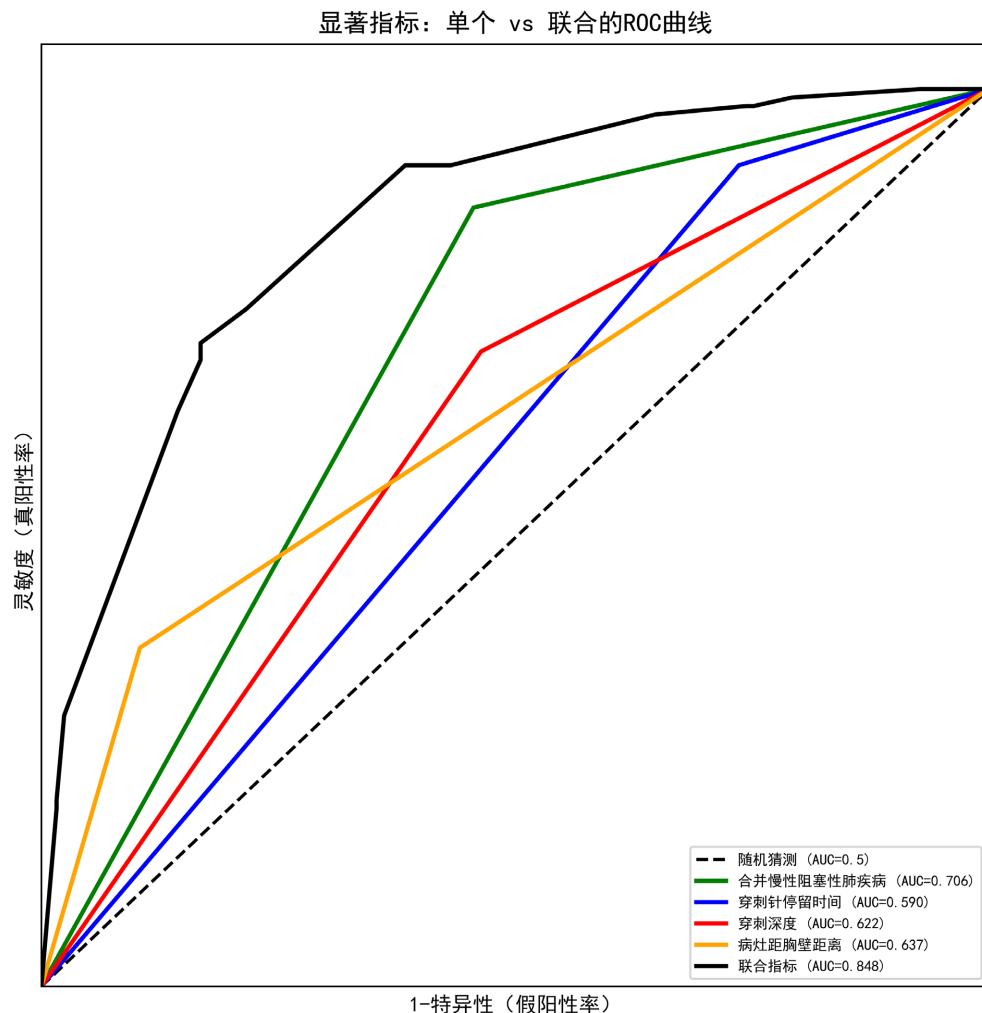
### 3.6. 模型预测 CT 引导下经皮肺穿刺术并发症的 ROC 曲线研究

根据多元 logistic 回归模型筛选出主要风险因素，建立预测模型， $Y = -0.2758 + 1.1658 \times \text{合并慢性阻塞性肺疾病} + 0.4655 \times \text{穿刺针停留时间} + 0.6195 \times \text{穿刺深度} + 0.7776 \times \text{病灶距胸壁距离}$ 。将收集到的 4 个指标数据代入模型公式，计算线性预测值 Y，利用 logistic 函数将线性预测值 Y 转换为患者发生并发症的概率 P (取值范围 0~1)，从而预测并发症(有 = 1，无 = 0)，模型的 AUC 为 0.848，显著优于单个指标预测效果[11] (见图 2)。

## 4. 结果

CT 引导下经皮肺穿刺活检是临床获取肺组织样本、明确肺部病变性质的重要微创诊断技术。相较于支气管镜检查，该技术无需经咽部操作，患者耐受性更佳，且病灶部位可及性更高；同时，借助切割针取材可获得更充足的病变组织标本，进而显著提升诊断准确性[11]。尽管 CT 引导下经皮肺穿刺活检具备高安全性、微创性等突出优势，但作为临床常用的侵入性操作，其并发症风险仍无法完全规避，需引起临床重视。临床实践中，气胸与出血是 CT 引导下经皮肺穿刺活检最主要的并发症类型：其中术后气胸易引发患者病情恶化、住院周期延长，对于恶性肿瘤患者而言，该并发症还可能在一定程度上延误抗肿瘤治疗进程。出血多表现为自限性，但大量出血时仍存在致命风险。基于此，本研究以 CT 引导下经皮肺穿刺活检术中并发症进行分析预测，以此对护理干预措施进行指导，降低术后并发症风险。

本研究在单因素分析显著的 6 个变量中通过 LASSO 回归筛选出 5 个非共线性变量，LASSO 通过 L1 正则项稀疏化特征进而消除相关变量。这里首先排除病灶位置变量，分析其原因在于核心并发症为气胸和出血，本质是穿刺针损伤胸膜，进而胸膜裂口漏气导致肺组织压缩，由于肺上叶和下叶胸膜结构基本一致，即使病灶在肺上叶，若患者肺功能正常，胸膜裂口仍能快速闭合，可见病灶位置是否在上叶并不是核心致病原因。多元 logistic 回归分析显示，合并慢性阻塞性肺疾病( $OR = 3.095$ )、穿刺针停留时间( $OR = 0.624$ )、穿刺深度( $OR = 0.518$ )、病灶距胸壁距离( $OR = 0.443$ )均是并发症出现的高危因素。而年龄在统计学意义上不显著( $P < 0.05$ )。由于年龄增长带来的生理性肺弹性下降是缓慢的，并且本研究中已经将合并慢性阻塞性肺疾病作为高危因素，其病理性肺弹性破坏的影响远大于年龄，因此在多元建模阶段年龄变量不具有统计显著性。因此本研究不认为年龄指标与并发症存在关联，需要更大样本进一步验证。相比于现有文献单纯分析并发症预防措施[12]，和仅仅使用多元模型拟合潜在高危因素与并发症的线性关系[7]，本文使用 LASSO 方法进行变量筛选，降低了过拟合和共线性风险，从而对系数的估计更加稳定。



**Figure 2.** ROC curve of the model for predicting complications of CT-guided percutaneous lung biopsy  
**图 2.** 模型预测 CT 引导下经皮肺穿刺术并发症的 ROC 曲线

现对 LASSO 回归其 4 个变量分析原因以及对应护理干预: ① 合并慢性阻塞性肺疾病后, 患者多会出现喘息、胸闷、咳嗽, 由于肺代偿功能差, 胸膜穿刺后空气进入胸膜腔内易引起气胸。因此需术前详细评估患者呼吸功能及基础病情, 备好吸氧装置、无创呼吸机等急救设备; 术中密切监测患者呼吸频率、节律及血氧饱和度, 及时发现喘息、发绀等异常症状并告知医生; 协助患者摆放舒适且利于穿刺的体位, 减少呼吸幅度对穿刺操作的影响; 术后加强呼吸道护理, 指导患者进行有效咳嗽排痰, 避免剧烈咳嗽诱发气胸, 同时持续监测呼吸功能变化。② 穿刺针停留期间, 患者呼吸运动可导致胸壁与肺组织产生持续性相对位移, 使得穿刺针与胸膜穿刺点、周围软组织及血管的机械性摩擦和牵拉时间延长, 不仅会扩大局部组织的损伤范围, 还可能增加血管壁破裂出血的概率[12]。因此要求术前做好患者健康宣教, 告知穿刺过程中配合要点(如平稳呼吸、避免随意活动), 减轻患者紧张情绪以提升配合度; 术中配合医生操作, 提前备好穿刺相关器械并快速传递, 减少操作等待时间; 密切观察患者体位变化, 及时提醒并协助调整, 避免因体位不当导致穿刺针移位或操作延迟, 从而缩短穿刺针在体内的停留时间。③ 随着穿刺深度增加, 针道需穿过的胸壁软组织、胸膜及肺实质厚度显著增加, 机械性损伤的范围和程度同步扩大——过深的穿刺会导致肺实质损伤层面增多, 肺泡破裂数量增加, 不仅会升高气胸发生率, 还可能因肺内小血管(如肺小叶间动脉、静脉分支)损伤概率上升, 引发咯血或肺内血肿[13]。因此术前协助医生核对术前 CT 扫描

的量化评估数据,整理并标注关键参数供医生参考;术中配合实时 CT 引导操作,精准摆放患者体位并固定,避免体位晃动影响进针深度判断;密切关注手术进程,及时传递术中所需的定位辅助器械,协助医生动态调整进针角度与深度;同时需强化患者生命体征监测,一旦出现胸痛加剧、咯血等异常症状,需立即通报医师并协助做好急救准备。④若病灶与胸壁距离较远,穿刺路径会相应延长,这不仅会增加进针难度,还会延长穿刺深度,进而可能损伤肺组织及周围血管,最终增加术后并发症的发生风险。因此要求术中协助医生固定患者胸壁,减少操作过程中患者身体的轻微晃动,为医生精准进针提供稳定支撑;术后密切观察穿刺部位有无渗血、渗液,监测患者呼吸状态,发现异常及时上报并协助处理[14]。

本研究虽取得一定成果,但仍存在以下局限性:①潜在混杂因素未完全纳入:本研究未考虑患者的凝血功能状态、长期服用抗凝血药物史、吸烟史等,上述因素均可能通过影响血管凝血功能、肺组织修复能力或穿刺损伤程度,间接影响并发症发生风险[15];同时,患者的营养状况、心理状态等因素也可能通过影响机体应激反应及愈合能力,对并发症产生潜在作用,但本研究未予以纳入分析。②合并终点事件的局限性:本研究将气胸与出血合并作为结局事件进行建模,未区分两种并发症的特异性危险因素,气胸的发生主要与胸膜损伤及肺组织弹性相关,而出血更多与血管损伤及凝血功能相关,合并终点可能掩盖了针对单一并发症的关键危险因素,导致模型对单一并发症的预测精准度不足。③样本量与研究设计限制: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,且部分罕见危险因素(如特殊穿刺路径导致的血管损伤)未被充分捕捉;同时,回顾性设计无法实时记录穿刺过程中的操作细节(如进针速度、穿刺次数),可能影响危险因素分析的全面性。

综上所述,CT 引导下经皮肺穿刺活检作为肺部病变诊断的重要微创技术,其术后并发症的发生与合并慢性阻塞性肺疾病、穿刺针停留时间、穿刺深度及病灶距胸壁距离等多种危险因素密切相关。本研究通过 LASSO 方法明确危险因素,为临床护理干预提供了更加精准的方向,具有降低并发症发生风险的潜力,提升手术安全性与患者耐受性。临床实践中,护理人员可参考本研究结论,针对高危患者实施个体化护理措施,强化各环节的护理配合与风险防控。此外,鉴于本研究存在样本量有限、单中心开展等固有局限性,未来建议开展多中心、大样本量的前瞻性研究,进一步验证上述危险因素的可靠性,同时探索更多与并发症相关的潜在危险因素,为优化 CT 引导下经皮肺穿刺活检术护理策略、改善患者预后提供更充分的循证依据,推动该微创诊断技术在临床更安全、广泛地应用。

## 参考文献

- [1] 丁振兴,侯永乐,刘圣杰,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检失误分析及经验总结[J]. 实用放射学杂志, 2024, 40(2): 293-296.
- [2] Tomiyama, N., Yasuhara, Y., Nakajima, Y., Adachi, S., Arai, Y., Kusumoto, M., et al. (2006) CT-Guided Needle Biopsy of Lung Lesions: A Survey of Severe Complication Based on 9783 Biopsies in Japan. *European Journal of Radiology*, 59, 60-64. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2006.02.001>
- [3] 郭军号, 金刚, 赵智, 等. 基于临床影像学指标的 CT 引导下经皮肺穿刺活检术后肺部并发症风险预测模型构建[J]. 临床放射学杂志, 2025, 44(5): 877-881.
- [4] 李亚丹, 王猛, 杜可朴, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检学习曲线累积和分析[J]. 介入放射学杂志, 2025, 34(7): 784-788.
- [5] 李慧敏, 李元. CT 引导下经皮肺穿刺活检气胸发生风险因素的临床研究[J]. 内蒙古医科大学学报, 2024, 46(6): 607-612.
- [6] 梁承友, 王姗姗, 姚德炯. CT 引导下经皮肺穿刺活检术诊断肺部肿瘤 63 例报告及文献复习[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(10): 180-182.
- [7] 宋玉, 才立梅, 刘京, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术后并发症的高危因素及护理干预对策[J]. 中国医药导报, 2022, 19(32): 159-163.
- [8] Li, C., Hu, X., Li, C., Jiang, G. and Jiang, Y. (2025) Novel Laser System-Assisted CT-Guided Percutaneous

- Transthoracic Lung Biopsy in Patients with COPD Combined with Pulmonary Nodules. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **20**, 2371-2379. <https://doi.org/10.2147/copd.s530756>
- [9] Duan, S., Huang, S., Bu, W., Ge, X., Chen, H., Liu, J., et al. (2021) Lightgbm Low-Temperature Prediction Model Based on LassoCV Feature Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, **2021**, Article ID: 1776805. <https://doi.org/10.1155/2021/1776805>
- [10] 尤荣娜, 陈明华. LASSO 回归建立肝硬化伴食管胃底静脉曲张患者急性出血的预测模型[J]. 医学理论与实践, 2025, 38(23): 4060-4063.
- [11] 沈玉芹, 刘慧. ROC 曲线分析 CD105 标记的微血管密度在口腔扁平苔藓病情复发中的预测价值[J]. 口腔材料器械杂志, 2025, 34(1): 22-26+42.
- [12] 叶蕴瑶, 王伟成, 孙光志, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检的诊断意义及并发症分析[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(13): 72-75+80.
- [13] 耿雷, 黄晓明, 周建国. CT 引导下经皮肺穿刺活检术的并发症预防及处理[J]. 山西医药杂志, 2010, 39(2): 171-172.
- [14] Ohno, Y., Hatabu, H., Takenaka, D., Higashino, T., Watanabe, H., Ohbayashi, C., et al. (2003) CT-Guided Transthoracic Needle Aspiration Biopsy of Small ( $\leq 20$  mm) Solitary Pulmonary Nodules. *American Journal of Roentgenology*, **180**, 1665-1669. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.6.1801665>
- [15] 张广东, 袁牧, 李伍好, 等. CT 引导下肺穿刺活检术出血与气胸并发症的主要影响因素分析[J]. 中华全科医学, 2021, 19(5): 771-774.