

• 临床研究 Clinical research •

CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症风险及预测模型分析

刘书宇, 黄建伟, 柴方圆, 王静海

【摘要】 目的 探讨 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症风险, 并建立其预测模型。**方法** 收集 2018 年 9 月至 2023 年 9 月牡丹江医科大学附属红旗医院诊治的 180 例肺小结节患者临床和影像学资料, 所有患者均接受 CT 引导下经皮穿刺活检术诊断。采用 logistic 回归法筛选出 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后发生并发症的独立危险因素。根据回归分析结果构建风险预测模型。**结果** 180 例肺小结节患者术后出现并发症 42 例(23.33%), 其中气胸 18 例(10.00%), 出血 20 例(11.11%), 胸膜反应 2 例(1.11%), 体温升高 2 例(1.11%); 无并发症 138 例(76.67%)。有并发症组与无并发症组患者伴慢性阻塞性肺疾病(COPD)、结节直径、穿过胸膜次数、穿刺针停留时间、病灶距胸壁距离比较差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示, 伴 COPD($OR = 6.558, 95\%CI: 1.225 \sim 9.228, P = 0.028$)、结节直径 $< 8\text{ mm}$ ($OR = 5.387, 95\%CI: 1.773 \sim 16.367, P = 0.003$)、穿过胸膜次数 ≥ 3 次($OR = 2.044, 95\%CI: 1.275 \sim 3.278, P = 0.003$)、穿刺针停留时间 $> 10\text{ min}$ ($OR = 12.620, 95\%CI: 2.687 \sim 18.557, P = 0.001$)、病灶距胸壁距离 $> 30\text{ mm}$ ($OR = 1.992, 95\%CI: 1.049 \sim 2.217, P = 0.035$) 为 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后发生并发症的独立危险因素。将这些危险因素作为预测因子构建预测模型, 受试者工作特征曲线(ROC)图表明, 该模型预测 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症发生的临界值为 35.736, 曲线下面积(AUC)为 0.831($95\%CI: 0.788 \sim 0.913$), 灵敏度为 73.7%($95\%CI: 0.705 \sim 0.882$), 特异度为 90.6%($95\%CI: 0.811 \sim 0.985$)。**结论** 基于伴 COPD、结节直径 $< 8\text{ mm}$ 、穿过胸膜次数 ≥ 3 次、穿刺针停留时间 $> 10\text{ min}$ 、病灶距胸壁距离 $> 30\text{ mm}$ 建立的预测风险模型, 能较好地预测 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症发生, 临床应用价值较高。

【关键词】 肺小结节; CT 引导下经皮穿刺活检; 并发症; 预测模型

中图分类号: R563 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2025)-003-0291-05

The risk of complications occurring after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy and its prediction model LIU Shuyu¹, HUANG Jianwei², CHAI Fangyuan³, WANG Jinghai⁴.

1. Department of Radiology and 2. Department of Thoracic Surgery, Affiliated Hongqi Hospital of Mudanjiang Medical University, Mudanjiang, Heilongjiang Province 157011, China; 3. Operating Room and 4. Department of Medical Imaging, Second Affiliated Hospital of Mudanjiang Medical University, Mudanjiang, Heilongjiang Province 157041, China

Corresponding author: WANG Jinghai, E-mail: 274375004@qq.com

【Abstract】 Objective To discuss the risk of complications occurring after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy and to establish its prediction model. **Methods** The clinical data and imaging materials of 180 patients with small pulmonary nodules, who received CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy at the Affiliated Hongqi Hospital of Mudanjiang Medical University of China from September 2018 to September 2023, were collected. Logistic regression analysis was used to screen out the independent risk factors for the occurrence of complications after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy. Based on the results of logistic regression analysis, a risk prediction

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2025.03.012

基金项目: 黑龙江省自然科学基金(LH2021H074)

作者单位: 157011 黑龙江牡丹江 牡丹江医科大学附属红旗医院放射科(刘书宇), 胸外科(黄建伟); 牡丹江医科大学附属第二医院手术室(柴方圆), 影像科(王静海)

通信作者: 王静海 E-mail: 274375004@qq.com

model was constructed. **Results** Of the 180 patients with small pulmonary nodules, 42 (23.33%) developed postoperative complications (complication group), including pneumothorax ($n = 18, 10.00\%$), hemorrhage ($n = 20, 11.11\%$), pleural reaction ($n = 2, 1.11\%$), and fever ($n = 2, 1.11\%$). No complication occurred in the remaining 138 patients (76.67%, non-complication group). The differences in the coexisting chronic obstructive pulmonary disease (COPD), nodule diameter, number of needle-passing across the pleura, residence time of puncture needle, and distance between lesion and chest wall between the two groups were statistically significant (all $P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that coexisting COPD ($OR = 6.558, 95\%CI: 1.225-9.228, P = 0.028$), nodule diameter < 8 mm ($OR = 5.387, 95\%CI: 1.773-16.367, P = 0.003$), number of puncture needle-passing across the pleura ≥ 3 ($OR = 2.044, 95\%CI: 1.275-3.278, P = 0.003$), residence time of puncture needle > 10 min ($OR = 12.620, 95\%CI: 2.687-18.557, P = 0.001$) and distance between lesion and chest wall ≥ 30 mm ($OR = 1.992, 95\%CI: 1.049-2.217, P = 0.035$) were the independent risk factors for the occurrence of complications after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy. The above determined risk factors were used as the predictors to construct a prediction model. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis indicated that the critical value of this model to predict the occurrence of complications after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy was 35.736, the area under ROC curve (AUC) was 0.831 ($95\%CI: 0.788-0.913$), the sensitivity was 73.7% ($95\%CI: 0.705-0.882$), and the specificity was 90.6% ($95\%CI: 0.811-0.985$). **Conclusion** The predictive risk model, which is established based on the indicators of coexisting COPD, nodule diameter < 8 mm, number of puncture needle-passing across the pleura ≥ 3 , residence time of puncture needle > 10 min and distance between lesion and chest wall ≥ 30 mm, can well predict the occurrence of complications after CT-guided percutaneous puncture pulmonary nodule biopsy, and this model carries high clinical application value.

【Key words】 small pulmonary nodule; CT-guided percutaneous puncture biopsy; complication; prediction model

肺结节通常由肺部细胞异常增生形成,大多为良性,但有些可能是肺癌早期表现,因此及早诊断和治疗非常重要^[1-3]。肺小结节相对较小,初期往往不会引起特异性症状,多表现出非特异性呼吸道症状如咳嗽、胸闷、呼吸困难等,但这些症状也可能是其他疾病表现,这使得其诊断相对困难^[4-5]。既往临床诊断肺小结节多使用 X 线、CT、纤维支气管镜技术,但确诊率较低,定性诊断困难^[6]。近年随着 CT 引导下经皮穿刺活检术临床应用日益广泛,其结合了 CT 和穿刺活检两种技术,诊断准确率较高,但该术式属于有创检查,会产生出血、气胸、感染等并发症,影响患者预后^[7-8]。为此,本研究分析 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后发生并发症的危险因素并试建预测模型,以期及时采取有效措施干预,保护患者安全。现报道如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集 2018 年 9 月至 2023 年 9 月牡丹江医科大学附属红旗医院诊治的 180 例肺小结节患者临床和

影像学资料,所有患者均接受 CT 引导下经皮穿刺活检术诊断。其中男 110 例,女性 70 例,年龄(52.5 ± 7.4)岁(20~85 岁);病灶直径(7.65 ± 1.13)mm(4~10 mm)。纳入标准:①肺结节诊断与相关专家共识内容相符^[9];②结节直径 ≤ 10 mm;③年龄 > 45 岁;④患者签署穿刺活检术知情同意书。排除标准:①重要脏器功能存在明显障碍;②伴有肺内血管畸形、动脉瘤等其他肺部疾病;③穿刺路径出现肺大泡病灶;④伴有凝血功能异常或全身免疫性疾病;⑤伴有严重认知障碍。

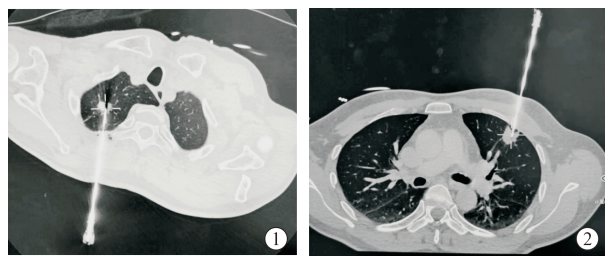
1.2 穿刺仪器与器械

使用美国 GE LightSpeed VCT 64 排 CT 机,层厚和层间距分别为 2.5 mm 或 5 mm。采用美国 BioPince™全自动活检针(18 G \times 15 cm)、Argon 同轴套管针(17 G \times 11.8 cm)及自制金属体表定位标记物。

1.3 穿刺方法

术前所有患者均接受常规检查,并进行浅吸气状态下屏气的呼吸训练。依据患者肺小结节位置在 CT 机床上选取合适体位,进行常规 CT 扫描明确病灶扫描范围;将金属标记物固定在结节所对应的体

表部位(穿刺区域),再次扫描确定穿刺点、穿刺路径、穿刺层面,测量进针角度和深度;对穿刺区域消毒铺巾,2%利多卡因(新疆制药公司,国药准字H65020295,规格:5 mL:0.1 g)局部麻醉,嘱患者屏住呼吸,CT 引导下依据预先设计的角度和深度沿穿刺路径快速进针至胸膜,确定针尖置于病灶内,以针尖进入病灶最大截面距胸膜侧 ≥ 2 mm 处为穿刺成功,置入同轴引导活检针并根据病灶大小切取病变组织,随后放入含 4% 甲醛固定液器皿中送病理检查。穿刺结束后行常规 CT 扫描,明确患者是否发生并发症。见图 1。



①右肺上叶尖段占位穿刺,经后肋间隙入针;②左肺上叶前段结节穿刺,经左前肋间隙入针

图 1 肺小结节 CT 引导下经皮穿刺活检影像

1.4 观察指标

记录患者性别、年龄、体质量指数(BMI)、伴高血压、伴慢性阻塞性肺疾病(COPD)、病灶位置、结节直径、穿刺角度、穿刺深度、穿过胸膜次数、穿刺针停留时间、病灶距胸壁距离等情况以及穿刺术后出现气胸、出血、胸膜反应、体温升高等情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件分析患者临床资料,定性资料以频数(百分比)表示,组间比较用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后出现并发症的危险因素, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析预测模型,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 并发症发生情况

穿刺术后 180 例患者中 138 例未出现并发症,42 例(23.33%)出现并发症,包括气胸 18 例(10.00%,17 例为少量气胸,未予特殊处理 1 周内自行吸收,1 例经胸腔闭式引流治疗后缓解),出血 20 例(11.11%,表现为病灶及穿刺路径周围存在斑片状模糊影,未行特殊处理自行消失),胸膜反应 2 例(1.11%,表现为出汗、头晕,吸氧后症状消失),体

温升高 2 例(1.11%,未行特殊治疗自行缓解)。

2.2 基线资料单因素分析

有并发症组与无并发症组患者性别、年龄、BMI、伴高血压、病灶位置、穿刺角度、穿刺深度比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$),伴 COPD、结节直径、穿过胸膜次数、穿刺针停留时间、病灶距胸壁距离比较差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 1。

表 1 患者基线资料单因素分析[n(%)]

变量参数	有并发症组 (n=42)	无并发症组 (n=138)	χ^2 值	P 值
性别			0.232	0.630
男	27(64.29)	83(60.14)		
女	15(35.71)	55(39.86)		
年龄			0.211	0.646
≥ 60 岁	13(30.95)	48(34.78)		
< 60 岁	29(69.05)	90(65.22)		
BMI			0.410	0.522
≥ 24 kg/m ²	22(52.38)	80(57.97)		
< 24 kg/m ²	20(47.62)	58(42.03)		
伴高血压			0.243	0.622
是	12(28.57)	45(32.61)		
否	30(71.43)	93(67.39)		
伴 COPD			9.939	0.002
是	32(76.19)	67(48.55)		
否	10(23.81)	71(51.45)		
病灶位置			0.267	0.605
上叶	24(57.89)	85(61.59)		
中下叶	18(42.11)	53(38.41)		
结节直径			8.176	0.004
≥ 8 mm	8(19.05)	60(43.48)		
< 8 mm	34(80.95)	78(56.52)		
穿刺角度			1.981	0.371
$< 10^\circ$	22(52.38)	58(42.03)		
$10\sim 20^\circ$	13(30.95)	44(31.88)		
$> 20^\circ$	7(16.67)	36(26.09)		
穿刺深度			2.464	0.292
< 25 mm	24(57.14)	60(43.48)		
$25\sim 35$ mm	11(26.19)	50(36.23)		
> 35 mm	7(16.67)	28(20.29)		
穿过胸膜次数			9.303	0.002
≥ 3 次	24(57.14)	43(31.16)		
< 3 次	18(42.86)	95(68.84)		
穿刺针停留时间			5.111	0.024
> 10 min	26(61.90)	58(42.03)		
≤ 10 min	16(38.10)	80(57.97)		
病灶距胸壁距离			10.062	0.002
$10\sim 30$ mm	12(28.57)	78(56.52)		
> 30 mm	30(71.43)	60(43.48)		

2.3 多因素 logistic 回归分析

多因素 logistic 回归分析结果显示,伴 COPD、结节直径 < 8 mm、穿过胸膜次数 ≥ 3 次、穿刺针停留时间 > 10 min、病灶距胸壁距离 > 30 mm 为 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后发生并发症的独立危险因素(均 $P<0.05$),见表 2。

表 2 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症多因素 logistic 回归分析

变量参数	回归系数	标准误	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
伴 COPD	1.881	0.856	4.827	0.028	6.558	1.225~9.228
结节直径	1.684	0.567	8.821	0.003	5.387	1.773~16.367
穿过胸膜次数	0.715	0.241	8.815	0.003	2.044	1.275~3.278
穿刺针停留时间	2.535	0.789	10.320	0.001	12.620	2.687~18.557
病灶距胸壁距离	0.689	0.327	4.436	0.035	1.992	1.049~2.217
常量	-35.912	8.423	15.337	<0.001		

2.4 构建预测模型的 ROC 曲线

根据多因素 logistic 逐步回归分析结果,将上述危险因素纳入 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症发生预测模型, $\text{Logit}(P) = -35.912 + 1.881 \times \text{伴 COPD} + 1.684 \times \text{结节直径} + 0.715 \times \text{穿过胸膜次数} + 2.535 \times \text{穿刺针停留时间} + 0.689 \times \text{病灶距胸壁距离}$ 。ROC 曲线图显示,模型预测 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症发生的临界值为 35.736,曲线下面积(AUC)为 0.831(95%CI: 0.788~0.913),灵敏度为 73.7%(95%CI: 0.705~0.882),特异度为 90.6%(95%CI: 0.811~0.985),见图 2。

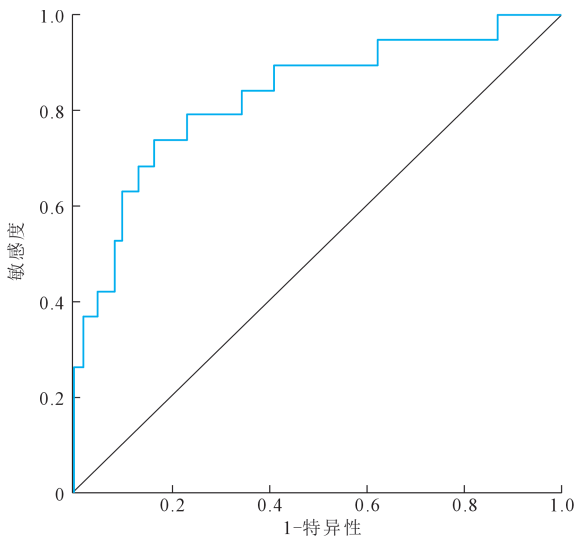


图 2 构建预测模型的 ROC 曲线

3 讨论

CT 引导下经皮穿刺活检术优点在于其精确性和安全性,其能通过 CT 实时引导确保目标结节位置和大小,根据 CT 成像结果选择最佳穿刺路径和角度确保活检针能准确到达目标组织并进行取样,大大提高了穿刺活检准确程度,有助于了解送检病变组织样本性质和恶性程度,为后续治疗提供重要依据^[10-12]。但肺小结节直径较小且多位于肺实质深处,周围往往被肺组织包裹,使得穿刺活检难度和风险均有所增加,穿刺过程中可能误伤周围正常肺组织,增加并发症发生可能性。因此,积极寻找 CT

引导下经皮穿刺活检后发生并发症的危险因素,并采取有效措施进行干预,对降低活检后并发症、提高患者生活质量十分重要^[13-15]。本研究中 180 例肺小结节患者术后出现并发症 42 例(23.33%),其中气胸 18 例(10.00%),出血 20 例(11.11%),胸膜反应 2 例(1.11%),体温升高 2 例(1.11%)。这与既往研究^[16]结果相近。

本研究结果显示,伴 COPD、结节直径<8 mm、穿过胸膜次数≥3 次、穿刺针停留时间>10 min、病灶距胸壁距离>30 mm 为 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后发生并发症的独立危险因素。分析可能的原因:①COPD 患者肺部功能下降、气流受限,多表现出呼吸困难、气短等,加上本身肺部结构已发生改变,肺组织弹性降低,肺泡壁脆弱,易受到外界刺激发生破裂,而活检时穿刺针需要穿越肺组织,这可能增加肺泡破裂风险,导致胸膜腔内有空气进入引发气胸^[17-20]。②结节直径越小穿刺活检难度和风险就越大,这是因为小结节组织结构相对较为紧密,穿刺时易造成组织损伤和出血而增加并发症发生风险^[21-23]。③胸膜是肺部与外界环境间一重要屏障,其完整性和稳定性对于维护肺部健康至关重要,经皮穿刺活检时不可避免涉及胸膜穿刺,而穿刺次数多少则可能对术后并发症产生重要影响^[24]。穿刺次数增加意味着对胸膜组织损伤相应增加,穿刺针穿过胸膜可能损伤肺组织或血管,导致气体或血液进入胸膜腔,引发气胸或血胸,同时穿刺次数增多外部细菌或病毒通过穿刺孔进入胸膜腔机会也相应增加,进而加大并发症风险^[25-26]。④穿刺针长时间停留不仅延长手术时间、增加患者不适感,还可能加剧对周围组织刺激和损伤,可能导致肺组织局部缺血、水肿和炎症反应,从而增加气胸和出血风险^[27-28]。⑤病灶距胸壁较远时穿刺路径变长,穿刺针需要经过更多正常肺组织才能到达病灶,这不仅增加穿刺难度,还可能增加出血等并发症风险^[29]。此外,较远病灶距离还可能导致穿刺针在肺内移动范围较大,从而影响活检组织准确性和代表性^[30]。

综上,基于伴 COPD、结节直径<8 mm、穿过胸膜次数≥3 次、穿刺针停留时间>10 min、病灶距胸

壁距离 >30 mm 建立的预测风险模型,能较好地预测 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节后并发症发生,临床应用价值较高。

[参 考 文 献]

- [1] Iaccarino JM, Steiling K, Slatore CG, et al. Patient characteristics associated with adherence to pulmonary nodule guidelines[J]. *Respir Med*, 2020, 171: 106075.
- [2] Gupta A, Saar T, Martens O, et al. Automatic detection of multisize pulmonary nodules in CT images: Large-scale validation of the false-positive reduction step[J]. *Med Phys*, 2018, 45: 1135-1149.
- [3] Wang D, Li P, Fei X, et al. A combined diagnostic model based on circulating tumor cell in patients with solitary pulmonary nodules[J]. *J Gene Med*, 2023, 25: e3529.
- [4] 赖 婵, 李儒琼, 张嘉瑜, 等. 最大径 ≤ 1 cm 肺小结节螺旋 CT 靶扫描及重建的良恶性判断分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2020, 18: 41-42.
- [5] 李 辉, 胡树志, 李首崇. 多层螺旋 CT 在诊断肺小结节及早期肺癌的价值及其与病理结果对比分析[J]. *中国实验诊断学*, 2021, 25: 1139-1141.
- [6] 张晶晶, 张 强, 董旭鹏. 低剂量 CT 扫描结合 CD147、TK1 水平检验在肺小结节良恶性鉴别中的应用价值[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22: 1327-1330.
- [7] Liang T, Du Y, Guo C, et al. Ultra-low-dose CT-guided lung biopsy in clinic: radiation dose, accuracy, image quality, and complication rate[J]. *Acta Radiol*, 2021, 62: 198-205.
- [8] Drumm O, Joyce E, de Blacam C, et al. CT-guided lung biopsy: effect of biopsy-side down position on pneumothorax and chest tube placement[J]. *Radiology*, 2019, 292: 190-196.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会肺癌学组, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺部结节诊治中国专家共识[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2015, 38: 249-254.
- [10] 潘良东, 王 炯. CT 引导下经皮肺穿刺活检术对肺小结节诊断价值[J]. *临床肺科杂志*, 2020, 25: 537-541.
- [11] 蒲德利, 何 艳, 潘晓杰, 等. CT 引导下经皮肺穿刺与经支气管镜透壁肺活检对无反应性肺炎的诊断价值[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32: 676-679.
- [12] Subramanian M, Ravilla V, Yalagudri S, et al. CT-guided percutaneous epicardial access for ventricular tachycardia ablation: a proof-of-concept study[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2021, 32: 2665-2672.
- [13] 赵玉达, 张 楠, 杨连君, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术在肺部占位性病变中的应用研究[J]. *国际呼吸杂志*, 2021, 41: 367-371.
- [14] 杨 波, 周大治, 汤 庆, 等. 超声引导下经皮肺自动切割针穿刺活检常见并发症危险因素分析[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32: 1083-1087.
- [15] Schwarzman LS, Abern MR, Garvey DF, et al. The association of previous prostate biopsy related complications and the type of complication with patient compliance with rebiopsy scheme[J]. *J Urol*, 2018, 200: 1062-1067.
- [16] 袁天华, 王斌杰, 贺 祥, 等. 小视野扫描方法在 CT 引导下经皮穿刺活检肺小结节中的应用及对气胸、肺内出血发生率的影响[J]. *临床医学研究与实践*, 2021, 6: 24-26.
- [17] Bhatt KM, Tandon YK, Graham R, et al. Electromagnetic navigational bronchoscopy versus CT-guided percutaneous sampling of peripheral indeterminate pulmonary nodules: a cohort study[J]. *Radiology*, 2018, 286: 1052-1061.
- [18] 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: 159-163.
- [19] Polverino F, Hysinger EB, Gupta N, et al. Lung MRI as a potential complementary diagnostic tool for early COPD[J]. *Am J Med*, 2020, 133: 757-760.
- [20] 曾诗涵, 胡良安, 杨 丽. 慢性阻塞性肺疾病合并肺结节患者行 CT 引导下肺穿刺活检术的诊断有效性及安全性分析[J]. *黑龙江医学*, 2022, 46: 2575-2578.
- [21] 杨少军, 叶争渡, 田 果, 等. 肺周围型病灶 CT 特征对超声引导下经皮穿刺活检诊断准确率的影响分析[J]. *中国超声医学杂志*, 2020, 36: 991-994.
- [22] Zhang HF, Liao MY, Zhu DY, et al. Lung radiodensity along the needle passage is a quantitative predictor of pneumothorax after CT-guided percutaneous core needle biopsy[J]. *Clin Radiol*, 2018, 73: 319. e1-319. e7.
- [23] 王立学, 董鸿鹏, 白博锋, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检对不同大小肺结节的诊断效能及并发症相关因素分析[J]. *放射学实践*, 2020, 35: 1409-1414.
- [24] Grigoletto V, Tagarelli A, Atzeni C, et al. Pleuropulmonary blastoma: a report from the TREP (tumori rari in età pediatrica) project[J]. *Tumori*, 2020, 106: 126-132.
- [25] Dumazet A, Launois C, Dury S, et al. Hereditary multiple exostoses of the ribs as an uncommon cause of pneumothorax: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97: e11894.
- [26] 柯 君, 王亚奎. CT 引导下经皮肺穿刺活检对不同大小肺结节诊断效能及术后气胸发生危险因素分析[J]. *山西医药杂志*, 2023, 52: 1140-1143.
- [27] Yue Y, Ren Z, Liu Y, et al. Corrigendum to “Changes in the frequency of myeloid-derived suppressor cells after transarterial chemoembolization with gelatin sponge microparticles for hepatocellular carcinoma”[J]. *J Interv Med*, 2019, 2: 97-98.
- [28] 张晓东, 郑晓霆, 张万林, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术在肺部疾病诊断中的应用价值及术后并发症的危险因素研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2021, 29: 108-112.
- [29] Zhang Y, He L, Zhou X, et al. Hemoptysis complicating ultrasound-guided transthoracic needle lung biopsy: air bronchial sign is a risk predictor[J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12: 3167-3177.
- [30] 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: 771-774.

(收稿日期: 2024-05-23)

(本文编辑: 谷 珂)