

## ·非血管介入 Non-vascular intervention·

## 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

杨 波, 周大治, 汤 庆, 张雨欣, 陈武羲, 韦东君, 万登敏

**【摘要】 目的** 探究在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。**方法** 回顾分析 2022 年 3 月至 2022 年 7 月广州医科大学附属第一医院超声引导下经皮肺自动切割针穿刺活检患者共 267 例,统计常见并发症咯血、气胸及胸膜反应发生情况,分析其与性别、年龄、穿刺次数、病灶大小、空气支气管征、病灶血流、病理类型等因素的相关性,对单因素分析具有统计学意义的因素进行二元 logistic 回归分析。**结果** 本次回顾分析 267 例穿刺病例中常见并发症共 32 例(12%),其中并发咯血 17 例(6.4%),均为轻微咯血,予注射止血药物后咯血停止;并发气胸 12 例(4.5%),11 例为少量气胸,1 例气胸复查肺压缩 35%,气胸均自行吸收,临床未作特殊处理;并发胸膜反应 3 例(1.1%),均为轻症并自行缓解。 $\chi^2$  检验结果显示:咯血与病灶血流( $\chi^2=9.038, P=0.003$ )、空气支气管征( $\chi^2=8.044, P=0.005$ ),病理类型( $\chi^2=5.125, P=0.024$ )相关;气胸与病灶大小( $\chi^2=6.287, P=0.012$ )相关;胸膜反应与本次研究相关因素无关。多因素二元 logistic 回归分析提示:空气支气管征( $P=0.031, OR=0.306$ )和病灶血流( $P=0.006, OR=0.210$ )是咯血发生的独立危险因素。**结论** 超声引导下经皮肺自动切割针穿刺活检作为临床一种重要的有创辅助检查方法,并发症发生率较低,咯血的独立影响因素是空气支气管征和病灶血流,气胸的显著影响因素则是病灶大小。对此,穿刺过程中应谨慎操作,减少并发症的发生。

**【关键词】** 超声引导;肺穿刺;自动切割;并发症

中图分类号:R563 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-11-1083-05

**Analysis of risk factors for common complications in ultrasound-guided percutaneous lung biopsy with automatic cutting needle** YANG Bo, ZHOU Dazhi, TANG Qing, ZHANG Yuxin, CHEN Wuxi, WEI Dongjun, WAN Dengmin. Department of Ultrasound Medicine, Anshun Municipal People's Hospital, Anshun, Guizhou Province 561000, China

Corresponding author: WAN Dengmin, E-mail: 7863838804@qq.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the risk factors for common complications in ultrasound-guided percutaneous lung biopsy with automatic cutting needle. **Methods** The clinical data of a total of 267 patients, who received ultrasound-guided percutaneous lung biopsy with automatic cutting needle at the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University between March 2022 and July 2022, were retrospectively analyzed. The incidences of common complications, including hemoptysis, pneumothorax and pleural reaction, were calculated, and their correlations with the sex, age, number of puncture times, lesion size, air bronchogram sign, lesion's blood flow, pathological type of lesion, etc. were statistically analyzed. The factors that were statistically significant in the univariate analysis were analyzed by binary logistic regression. **Results** Of the 267 patients receiving puncture lung biopsy, common complications occurred in 32(12%). Hemoptysis occurred in 17 (6.4%) patients, all of which were mild hemoptysis, which was stopped after injection of hemostatic drugs. Pneumothorax occurred in 12 patients (4.5%), among them 11 patients had small amount of pneumothorax, only in one patient the lung compression was up to 35%, and in all patients the pneumothorax was spontaneously absorbed without using any special treatment. Pleural reaction was observed in 3 patients(1.1%), all of which were mild degree and were resolved spontaneously. The  $\chi^2$  test results indicated that the hemoptysis was well correlated with lesion's blood flow( $\chi^2=9.038, P=0.003$ ), air bronchogram sign( $\chi^2=8.044, P=0.005$ ),

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.11.006

作者单位: 561000 贵州安顺 贵州省安顺市人民医院超声医学科;广州医科大学附属第一医院超声医学科  
通信作者: 万登敏 E-mail: 7863838804@qq.com

and pathological type of lesion ( $\chi^2=5.125$ ,  $P=0.024$ ); the pneumothorax was significantly correlated with the lesion size ( $\chi^2=6.287$ ,  $P=0.012$ ); and the pleural reaction bore no relationship to the relevant factors involved in this study. Multivariate binary logistic regression analysis suggested that air bronchogram sign ( $P=0.031$ ,  $OR=0.306$ ) and lesion's blood flow ( $P=0.006$ ,  $OR=0.210$ ) were the independent risk factors for the occurrence of hemoptysis. **Conclusion** As a clinical important and invasive auxiliary examination method, ultrasound-guided percutaneous lung biopsy with automatic cutting needle carries low incidence of complications. The air bronchogram sign and lesion's blood flow are the independent risk factors for the occurrence of hemoptysis. The lesion size is the significant influencing factor for the occurrence of pneumothorax. Therefore, careful manipulation should be strictly emphasized during the puncture process so as to reduce the occurrence of complications. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 1083-1087)

【Key words】 ultrasound guidance; lung puncture; automatic cutting; complication

近年来,肺部疾病发病率不断递增,而全球范围内肺部疾病死亡的主要原因是肺癌。因而术前明确肺部病灶性质,对于临床治疗有着重要的指导意义。以往临床经皮穿刺活检的取材明确诊断主要依赖 CT 引导下完成,但随着近年来超声引导下经皮肺穿刺活检技术的成熟开展以及优势的凸显,已得到临床认可并广泛应用于临床实践。超声引导下经皮肺穿刺活检能有效地避开周围血管、脏器及病灶坏死组织,大大提高了周围型肺肿瘤的穿刺准确性,阳性率高,并发症少。

超声引导下经皮肺自动切割针穿刺活检属于一种有创检查,相对较安全,但也难免出现相关并发症,如咯血、气胸、胸膜反应、血胸、空气栓塞等,其中咯血、气胸及胸膜反应等为常见并发症,而咯血是肺穿刺相对危险的并发症,可能危及患者生命。此前的研究多关注患者年龄、性别、病灶大小、病灶血供、病理类型及穿刺次数等因素,罕有分析病灶内部支气管征对肺穿刺咯血的影响。此次研究主要对 267 例在超声引导下经皮肺穿刺活检患者进行回顾性分析,探究常见并发症发生的危险因素,重点研究了病灶内部有无支气管征这一影响因素,目的为预防和降低咯血、气胸及胸膜反应等常见并发症的发生。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

收集 2022 年 3 月至 2022 年 7 月广州医科大学附属第一医院超声科行超声引导下经皮肺自动切割针穿刺活检术共 274 例,7 例未能作出明确病理诊断予以排除,资料完整患者共 267 例,其中恶性病变 177 例,良性病变 90 例。纳入标准:①行穿刺活检术前全部患者经 CT 等影像学检查并显示肺部病灶紧贴胸膜者;②凝血功能及血常规各项指标

均未有明显异常;③穿刺术前 7 d 内未使用过抗凝药物。排除标准:①生命体征不稳定者;②严重精神障碍不能配合者;③严重器官功能衰竭者;④处于生理期女性患者;⑤具有任何有创操作禁忌证者;⑥组织病理未能明确诊断者。

### 1.2 穿刺仪器与器械

使用百盛及阿洛卡彩色超声诊断仪,均具有超声造影实时成像功能。运用线阵及凸阵探头,频率分别为 2.8~5.0 MHz 和 3~9 MHz。并选用 Bracco 公司的 SonoVue(注射用六氟化硫微泡)超声造影剂。活检针选用美国巴德(BARD)公司全自动切割活检针(18 G×10 cm, 18 G×16 cm, 20G×16 cm)。

### 1.3 方法

术前详细了解患者病史,认真查看相关影像学资料,了解病灶的部位、大小、回声、形态、毗邻关系,并运用彩色多普勒技术观察病灶内部血供及周围血管分布情况,必要时对病灶进行超声造影,观察并记录造影剂的灌注情况,选择超声造影增强的活性区域为穿刺区域。确定穿刺方案,如患者穿刺体位、穿刺点、穿刺路径及针具等。术前经患者及家属同意,并签署经皮肺穿刺及超声造影知情同意书(儿童需其监护人签字)。穿刺前进行消毒、铺巾,探头使用无菌套隔离及无菌耦合剂。超声实时引导下局部麻醉术后,用 BARD 18 G 或 20 G 自动活检枪在超声引导下切割组织条 1~5 条。将组织条送病理科进行组织学检查。术中注意观察患者生命体征情况,术后创口覆盖辅料,按压数分钟,超声复查未见明显异常,临床医生护送,坐轮椅或车床送返病房。嘱返病房卧床 4~6 h,避免穿刺点沾水及剧烈活动,观察患者有无并发症发生,必要时复查胸部 X 线或 CT。

### 1.4 观察指标

记录患者性别、年龄、病灶大小、切割次数、空

气支气管征、病灶血供、活检针型号、病理类型、慢性肺部疾病、高血压等情况。依据 Adler 等<sup>[1]</sup>标准将病灶血供分为 4 级:0 级,病灶内未见明显血流信号;Ⅰ级,病灶内见 1~2 个点状或细短棒状血流;Ⅱ级,病灶内见 3~4 个点状或 1 条长线状血流;Ⅲ级,病灶内见  $\geq 5$  个点状或 2 条较长血管分支血流。观察并记录穿刺术后出现咯血、气胸、胸膜反应的情况。

### 1.5 统计学处理

使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,计数资料用例(%)表示,咯血、气胸和胸膜反应的发生情况采用  $\chi^2$  检验,经单因素比较分析后筛选出具有显著影响的因素,并进一步采用二元多因素 logistic 回归分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 穿刺结果

274 例穿刺病例中病理作出诊断共 267 例,7 例穿刺未能作出明确病理诊断,穿刺阳性率为 97.4%。

### 2.2 病理诊断结果

267 例病理诊断明确,恶性病变 177 例(66%),其中腺癌 96 例(36%),鳞癌 32 例(12%),鳞腺癌 2 例(0.7%),神经内分泌癌 8 例(3%),非小细胞癌 9 例(3.4%),淋巴瘤 5 例(2.2%),其他恶性肿瘤 25 例(9.3%);良性病变 90 例(34%),其中良性肿瘤 8 例(3%),炎性感染病变 46 例(17%),肉芽肿性炎 9 例(3.4%),分枝杆菌感染 5 例(1.9%),隐球菌感染 12 例(4.5%),其他良性病变 10 例(3.7%)。

### 2.3 常见并发症发生情况

267 例穿刺病例中出现常见并发症共 32 例(12%),其中咯血 17 例(6.4%),均为轻微出血,予静推苏灵后咯血停止,未发生失血性休克、肺梗塞,甚至死亡病例;气胸 12 例(4.7%),11 例为少量气胸,1 例为气胸肺压缩 35%,气胸均自行吸收,临床未特殊处理;胸膜反应 3 例(1.2%),仅表现为头晕、出汗,予吸氧后自行缓解。

### 2.4 常见并发症影响因素分析

具有空气支气管征病例并发咯血 16%(8/49),无空气支气管征病例并发咯血 4.1%(9/218),两者之间差异有统计学意义( $\chi^2=8.044, P=0.005$ );恶性病变并发咯血 4%(7/177),良性病变并发咯血 11%(10/90),两者之间差异有统计学意义( $\chi^2=5.125, P=0.024$ );病灶血流 0~Ⅰ级 4.3%(10/230),病灶血流Ⅱ~Ⅲ级 19%(7/37),两者之间差异具有统计学意

义( $\chi^2=9.038, P=0.003$ )。单因素分析结果显示,咯血与空气支气管征、病灶血供及病灶病理类型等因素相关。小病灶(直径  $\leq 3$  cm)并发气胸发生率为 11%(7/64),大病灶( $> 3$  cm)并发气胸发生率为 2.5%(5/203),两者之间差异有统计学意义( $\chi^2=6.287, P=0.012$ );单因素分析,气胸发生率与病灶大小相关。单因素分析中,胸膜反应发生率与本研究相关因素无明显相关,见表 1。

将单因素分析与咯血具有统计学意义的 3 个因素,即空气支气管征、病灶血供及病理类型进行多因素 logistic 回归分析,结果显示空气支气管征( $P=0.031, OR=0.306$ )、病灶血供( $P=0.006, OR=0.210$ )是并发咯血的独立危险因素,见表 2。

## 3 讨论

超声引导下经皮肺穿刺活检术主要适用于肺周围型病灶,通过穿刺活检明确病灶病理性质,以及进一步基因分子诊断<sup>[2]</sup>,以便指导临床应用正确的治疗方案。超声引导经皮肺穿刺可以实时显示病灶部位、大小,提高穿刺准确率;彩色多普勒超声能够更清晰地显示病灶的血供情况、血管走行,从而在引导穿刺时更好地避开大血管及周围脏器,减少咯血并发症;联合超声造影显示病灶坏死区域,提高穿刺阳性率<sup>[3]</sup>;超声实时引导充分麻醉,减少患者疼痛,降低胸膜反应发生率;实时监测穿刺过程中有无出血、气胸,以便及时处理。本次回顾性研究 274 例超声引导下经皮肺穿刺病例,267 例明确病理诊断,阳性率达 97.5%,与既往相关研究报道<sup>[4-5]</sup>相符。其中出现常见并发症共 32 例(12%),其中咯血 17 例(6.4%),气胸 12 例(4.5%),胸膜反应 3 例(1.1%),与既往刘士源等<sup>[6]</sup>研究结果基本一致,且超声引导经皮肺穿刺并发咯血及气胸概率明显低于 CT(23%和 11.5%)<sup>[7]</sup>。

超声引导下经皮肺穿刺活检技术已较成熟,但难免在穿刺操作中出现相关并发症,如咯血、气胸、胸膜反应等,本文旨在回顾性分析超声引导下经皮肺穿刺活检术常见并发症发生情况及其危险因素。单因素分析结果显示,并发咯血与空气支气管征、病灶血供及病灶良恶性因素相关,二元多因素 logistic 回归进一步分析空气支气管征、病灶血供是咯血的独立影响因素;既往罗玮雯、Heerink、曾学文等<sup>[8-10]</sup>报道的病灶大小、穿刺次数、年龄等危险因素在本次研究中无明显相关,分析原因可能是一方面目前超声引导下经皮肺穿刺活检技术已经成熟,介

表 1 单因素分析各因素与常见并发症的相关性分析

相关危险因素	例数	咯血			气胸			胸膜反应		
		n(%)	$\chi^2$ 值	P 值	n(%)	$\chi^2$ 值	P 值	n(%)	$\chi^2$ 值	P 值
性别			3.727	0.54		0.000	1.000		0.461	0.497
男	182	8(4.4)			8(4.4)			1(0.5)		
女	85	9(10.6)			4(4.7)			2(2.4)		
年龄			4.55	0.500		1.801	0.180		0.145	0.703
<60 岁	105	8(7.6)			2(1.9)			2(1.9)		
≥60 岁	162	9(5.6)			10(6.2)			1(0.6)		
穿刺次数			0.000	1.000		1.89	0.663		0.219	0.640
≤2 次	24	2(8.3)			2(8.3)			1(4.2)		
>2 次	243	15(6.2)			10(4.1)			2(0.8)		
病灶大小			0.700	0.403		6.287	0.012		1.128	0.288
≤3 cm	64	6(9.4)			7(10.9)			2(3.1)		
>3 cm	203	11(5.4)			5(2.5)			1(0.5)		
空气支气管征			8.044	0.005		3.074	0.080		0.000	1.000
有	49	8(16.3)			5(10.2)			1(2.0)		
无	218	9(4.1)			7(3.2)			2(0.9)		
病灶血流			9.038	0.003		0.512	0.474		0.020	0.887
0~Ⅰ级	230	10(4.3)			9(3.9)			2(0.9)		
Ⅱ~Ⅲ级	37	7(18.9)			3(8.1)			1(2.7)		
穿刺针型号			0.000	1.000		0.117	0.732		0.000	1.000
18 G	260	17(6.5)			11(4.2)			3(1.2)		
20 G	7	0(0)			1(14.3)			0(0)		
病理类型			5.125	0.024		2.354	0.125		0.000	1.000
恶性	177	7(4.0)			5(2.8)			2(1.1)		
良性	90	10(11)			7(7.8)			1(1.1)		
慢性肺部疾病			0.250	0.617		0.000	1.000		0.000	1.000
有	34	1(3)			2(5.9)			0(0)		
无	233	16(6.9)			10(4.3)			3(1.3)		
高血压			0.000	1.000		2.296	0.130		0.000	1.000
有	38	2(5.3)			4(10.5)			0(0)		
无	229	15(6.6)			8(3.5)			3(1.3)		

表 2 咯血相关因素的多因素 logistic 回归分析

相关因素	B 值	SE	Wald	OR 值	P 值	95%CI
空气支气管征	-1.184	0.548	4.670	0.306	0.031	0.105~0.896
病灶血供	-1.559	0.565	7.619	0.210	0.006	0.070~0.636
病理类型	1.056	0.542	3.802	2.876	0.051	0.995~8.316

入超声医师技术娴熟,了解既往研究报道常见并发症的危险因素,对于高龄、小病灶等高危患者术前评估谨慎,术中操作更加精细。另一方面,病理科诊断技术的不断提高,少量组织即可满足病理诊断,从而整体减少了穿刺活检次数有关。

空气支气管征是肺部实性病变常见的超声表现,既往主要研究空气支气管征的超声特点、病理学基础及其在良恶性病灶鉴别中的作用,而罕见研究其与穿刺活检咯血并发症之间的关系;而此次研究发现空气支气管征为肺穿刺活检并发咯血的独立危险因素,应引起高度重视,这与 Zhang 等<sup>[11]</sup>报道观点一致。空气支气管征是肺部病灶内支气管存在残余气体,超声波扫描时气体产生强反射,在超声图像上表现为点状或线状强回声,它反映了支气

管未完全闭塞,内部有残腔存在,残腔可能与正常支气管相通,当穿刺时未避开支气管残腔,并损伤与支气管伴行支气管动脉或病灶内其他血管,血液通过针道流入残腔,并通过残腔流入正常支气管至中央支气管,从而导致咯血发生。空气支气管征在良性及恶性病灶中均可出现,但良性病变中支气管很少被破坏,支气管走行正常,内部气体保留,故在超声检查时呈现出“支气管征”声像;而在恶性病变中,由于恶性病变的侵蚀性及其分泌黏液的能力容易破坏病灶中支气管结构及走行,使支气管堵塞、实变,从而导致支气管内气体消失而无空气支气管征表现,故良性病变中空气支气管征的出现率更高<sup>[12-13]</sup>,这也解释了单因素分析中咯血的发生率与病灶的良恶性类型因素相关。但在实际操作中也曾发现,部分病例穿刺过程中即使未避开支气管但没有出现咯血症状,这可能与病灶内支气管被完全阻塞,未与主支气管相通有关,亦或是超声所看到的强回声为软骨或钙化灶<sup>[14]</sup>,而非真正的支气管。



而部分穿刺病例超声未见有空气支气管征,穿刺后患者仍然发生咯血,可能与超声部分容积效应或扫查时受体位、肋骨遮挡等多因素的影响,降低了超声对空气支气管征的显示率,故穿刺前应结合 CT 综合评估。

①活检针击发前,穿刺路径末端可见支气管征;②击发后,针尖穿过支气管征;③拔针后,见血液沿针道流入支气管,并流向肺门,引起咯血。

肺咯血的主要原因是穿刺时肺部或病灶血管损伤,血液流入气管,发生咯血。此次研究中病灶血供为另一个咯血独立危险因素,与以往张欣等<sup>[15]</sup>研究一致,认为血供丰富的病灶、邻近血管的小结节、弥漫性间质性肺炎及感染性病灶穿刺活检时易出血。路明宇等<sup>[13]</sup>认为血流为Ⅱ~Ⅲ级的多为良性病变,而良性病变往往保持原有的肺组织结构以及支气管形态,更容易形成空气支气管征,进一步增加咯血风险,这也与本次研究结果空气支气管征为咯血的独立危险因素相符。

此次研究中气胸的危险因素是病灶大小,与欧阳志成等<sup>[16]</sup>研究一致。分析原因可能是病灶越小,穿刺针容易穿过病灶损伤肺组织,且病灶越小,受患者呼吸影响越大,穿刺时难度增大,一次性穿刺取材成功率低,增加穿刺次数,从而增加并发气胸风险。

本次研究,超声引导下经皮肺自动切割针穿刺并发咯血及气胸的危险因素明显少于胡富天等<sup>[17]</sup>报道的 CT 引导下经皮肺穿刺并发咯血和气胸的危险因素,其咯血及气胸的发生率也明显低于 CT<sup>[18-19]</sup>。分析其原因源于超声引导下经皮肺穿刺技术的优势,如实时动态、可视化,可实时清晰地显示病灶情况及周围脏器、血管,联合超声造影可以避开血管和病灶坏死区域,提高穿刺安全性和穿刺准确率。另外,随着超声引导下经皮肺穿刺技术越来越成熟,介入性超声医师安全意识增强,警惕性高,遇到有高危并发症因素患者,术前仔细评估、术中谨慎操作、术后动态监测,大大减少了穿刺并发症发生。

综上所述,超声引导下经皮肺穿刺活检相较于 CT 引导更加安全、有效,其在诊断肺周围型病变的应用越来越广泛,但仍具有一定的并发症,其主要并发症为咯血、气胸及胸膜反应,特别是在咯血、气胸等较危险的并发症方面,应警惕空气支气管征、病灶血流丰富、小病灶等穿刺并发症高危因素,以减少并发症的发生。

## [参考文献]

- [1] Adler DD, Carson PL, Rubin JM, et al. Doppler ultrasound color flow imaging in the study of breast cancer: preliminary findings[J]. *Ultrasound Med Biol*, 1990, 16: 553-559.
- [2] 周大治,张雨欣,汤庆,等. 超声引导胸膜活检肺癌基因诊断的临床应用[J]. *介入放射学杂志*, 2020, 29:690-693.
- [3] 刘群,房秀霞. 超声造影引导肺周围性病变活检的价值[J]. *内蒙古医科大学学报*, 2021, 43:14-17, 30.
- [4] 蔡清源,李凤霞,陈锦珍,等. 超声和 CT 引导经皮胸膜下肺病变穿刺活检的比较[J]. *中国超声医学杂志*, 2021, 37:397-399.
- [5] 黎秋,时彩红. 超声引导经皮肺穿刺活检诊断肺周围型占位性病变的临床价值[J]. *广西医学*, 2018, 40:97-98, 101.
- [6] 刘士源,林浩,李谦,等. 超声引导下经皮肺穿刺组织学活检对周围型肺病变的诊断价值[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2022, 19:573-577.
- [7] 钱坤,赵昕,谭晓刚,等. 电子计算机断层扫描引导下经皮肺穿刺活检磨玻璃结节的诊断价值[J]. *首都医科大学学报*, 2022, 43:558-563.
- [8] 罗玮雯,李拾林,吕国荣,等. 超声引导下经皮肺穿刺并发症及相关因素分析[J]. *介入放射学杂志*, 2021, 30:1243-1246.
- [9] Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, et al. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27: 138-148.
- [10] 曾学文. CT 引导下经皮肺穿刺活检术并发症发生情况及危险因素回顾性分析[J]. *中国社区医师*, 2018, 34:108-109, 111.
- [11] 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.
- [12] 李静,陈正贤. 周围型肺癌支气管内超声支气管充气征及其病理学基础[J]. *中国肺癌杂志*, 2010, 13:424-431.
- [13] 路明宇,都晓英,李阳,等. 超声引导穿刺活检在胸膜下肺部疾病诊断中的应用价值[J]. *中华解剖与临床杂志*, 2021, 26:623-627.
- [14] Chao TY, Lie CH, Chung YH, et al. Differentiating peripheral pulmonary lesions based on images of endobronchial ultrasonography[J]. *Chest*, 2006, 130: 1191-1197.
- [15] 张欣,肖越勇,张肖,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检并发出血的预防和处理[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2015, 12: 202-205.
- [16] 欧阳志成,李小玲,董利民. 肺穿刺活检术后患者发生气胸、出血的影响因素分析[J]. *中国医学创新*, 2022, 19:123-127.
- [17] 胡富天,黄大钊,李晓群,等. C 臂 CT 引导肺穿刺活检术并发症的危险因素分析[J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28:49-53.
- [18] Yuan H, Li D, Zhang Y, et al. Value of low-dose and optimized-length computed tomography (CT) scan in CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules[J]. *J Interv Med*, 2021, 4: 143-148.
- [19] 李峻杭,殷翠华,胡锦波,等. CT 引导下经皮肺穿刺活检术气胸并发症的危险因素分析[J]. *影像研究与医学应用*, 2023, 7:67-69, 73.

(收稿日期:2023-03-04)

(本文编辑:茹实)