

本文引文格式:利青,蒋玉洁,李智贤,等.超声引导下经皮穿刺活检术在周围型肺癌临床应用中的研究进展[J].右江民族医学院学报,2022,44(2):289-292.

【医学综述】

## 超声引导下经皮穿刺活检术在周围型肺癌临床应用中的研究进展

利青<sup>1</sup>,蒋玉洁<sup>2</sup>,李智贤<sup>3</sup>,蓝家富<sup>1</sup>,吴海萍<sup>1</sup>

1. 右江民族医学院附属医院超声科,广西 百色 533000;
2. 右江民族医学院附属医院呼吸科,广西 百色 533000;
3. 广西医科大学第一附属医院超声科,广西 南宁 530021)

**摘要:** 肺癌确诊和精准治疗的依据是组织病理学的诊断,经皮穿刺活检是获取病变组织标本的主要方式。该技术诊断性能高、操作简便、并发症少。而超声引导下经皮穿刺活检术在周围型肺癌中具有实时监控指导操作、多角度、无辐射,对体位要求低、廉价等优点并广泛应用于临床,但其诊断准确率及穿刺成功率受多方面因素的影响。本文就超声引导下经皮穿刺活检周围型肺病变在诊断准确率及并发症发生率方面进行总结阐述,以指导临床安全、有效地穿刺活检。

**关键词:** 活检术;介入超声;周围型肺癌

**中图分类号:** R734.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5817(2022)02-0289-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-5817.2022.02.030

肺癌指源于支气管黏膜上皮的恶性肿瘤,是最常见的癌症,死亡率高<sup>[1-2]</sup>。当前肺癌中腺癌所占比例最高,以周围型为主,周围型肺癌是位于三级支气管以下呼吸性细支气管以上的肿瘤,其靠近甚至贴近胸壁,为超声检查提供了可行性。超声引导下经皮穿刺活检术是诊断周围型肺部病变的重要方法<sup>[3]</sup>,因此本文就超声引导下肺周围型病变穿刺活检,在诊断准确率及并发症发生率方面进行总结阐述,以指导临床安全、有效地穿刺活检。

### 1 诊断准确率及其影响因素

影像学不能对肺部结节进行良恶性的定性诊断,组织病理学才是肺结节确诊的金标准和精准治疗的依据<sup>[3]</sup>。肺周围型结节确诊手段首选超声引导下经皮穿刺活检术,该技术具有较高的诊断准确性和安全性<sup>[4]</sup>。相关文献报道:超声引导下经皮穿刺活检肺周围型病变穿刺诊断率在80%~98.8%之间<sup>[5-9]</sup>,超声引导下经皮穿刺活检术穿刺的准确度、敏感性与肺部病灶的性质、大小、病灶内有无坏死、病理类型、操作医师临床经验水平以及活检针型号的选择、穿刺胸膜的次数等有关。以下着重就肺部病灶的大小、病灶内有无坏死组织、活检针型的选择对穿刺活检诊断准确性的影响进行阐述。

**1.1 病灶的大小及内部是否存在坏死组织对穿刺活检术诊断正确率的影响** 病灶大小是穿刺正确率的主要影响因素, Lee KH等<sup>[5]</sup>在经皮穿刺活检肺部病灶诊断正确率的多中心研究中,通过对9 239例患者总共进行了9 384次穿刺活检术,总体的准确率高达

91.1%,可得出病灶 $<1$  cm是其诊断失败的独立危险因素之一。邱懿德等<sup>[6]</sup>在一项关于超声引导下经皮穿刺活检肺周围型小结节的应用价值的初步研究中,根据病变最大径是否 $\leq 3$  cm将826例肺周围型病变患者分为小结节及非小病灶,通过比较穿刺诊断成功率,结果发现肺周围型小结节的穿刺成功率(90.79%)低于非小病灶(94.89%),说明病灶小,穿刺困难、取得标本量少,病理诊断难度加大,准确率降低,而病灶大,容易取得样本且能够得到准确的结果。杨慧慧等<sup>[10]</sup>回顾性分析了超声引导下经皮穿刺活检肺周围型病变成功率的影响因素,结果显示病灶最大径 $\leq 2.0$  cm、 $2.1 \sim 6.0$  cm、 $>6.0$  cm者,其穿刺成功率分别为78.6%、91.7%和80.3%,表明病灶的大小是影响超声引导下肺周围型病变穿刺活检成功率的主要因素。Jeon KN等<sup>[8]</sup>在一项关于超声引导下经胸超声引导下肺周围型肺结节穿刺活检术正确率影响因素的研究中,将病灶根据与胸膜接触长度分成 $>30$  mm和 $<30$  mm,其诊断率分别为98%、85.4%,差异有统计学意义,这提示了超声引导下经胸穿刺活检术在周围型肺病变中,病灶-胸膜接触的长度是影响正确率的一个重要因素。以上文献均表明了在一一定的范围内病灶越大,超声引导下穿刺的命中率就越高,病灶与胸膜接触范围越大,穿刺成功率就越高。当病变内部存在液化坏死组织时,穿刺活检的诊断准确率会明显降低<sup>[10,11-12]</sup>。Guo YQ等<sup>[12]</sup>在一项关于超声引导下穿刺活检肺外周病变的诊断准确率和影响因素分析的研究中,通过637例肺外周病变患者总共648次穿刺活检的准确率和影响

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(81860021);广西百色市科学研究与技术开发计划项目(百科20204734)

**第一作者简介:** 利青(1984-),女,博士,副主任医师,研究方向:介入、造影、浅表血管、腹部超声, E-mail: 270122054@qq.com

**通讯作者简介:** 蒋玉洁(1980-),女,博士,副主任医师,研究方法:急性呼吸窘迫综合征, E-mail: yujie94@163.com

因素进行了研究分析,结果表明,病变 $>5\text{ cm}$ 的肺外周病变的诊断准确率显著降低,其原因与病灶存在坏死关系密切。李雪等<sup>[13]</sup>在CT引导下经皮穿刺活检诊断早期肺癌的意义及其与超声的对比分析的研究中,指出病灶直径 $>7\text{ cm}$ 漏诊率较多,研究中提到了病灶过大常出现中央坏死、液化组织及周围炎性浸润。常规超声无法辨别肺部大块内部的坏死物或脂肪变的组织,而坏死物未出现液化前,穿刺活检后所取得的炎性或坏死组织是无法进行正确的病理学诊断,因此就肺部肿块周围或内部是否存在肿瘤组织,组织内部是否存在坏死,肿块的哪部分更有活性更适合穿刺提出了新的挑战。超声造影有助于活检针的准确定位,减少因以上因素造成的穿刺困难。Wang S等<sup>[14]</sup>对142例肺癌患者进行超声造影对照研究,结果显示造影指导的肺穿刺活检成功率为96%,常规超声指导的成功率仅80%,造影指导的肺穿刺活检可更准确地获取有关周围型肺癌的病理组织类型等信息,为后续治疗提供理论依据。Cao BS等<sup>[15]</sup>研究发现超声造影引导组诊断准确率(93.6%)明显高于常规超声引导组的诊断准确率(78.0%),且41.9%含有坏死区域的结节,超声造影可准确鉴别出来;提出超声造影有助于提高穿刺活检准确率,并有助于鉴别坏死组织。黄伟俊等<sup>[16]</sup>的研究显示38个病灶中不均匀增强有29个,达76.3%(29/38),较大的病灶不均匀增强高达89.3%(25/28),表明超声造影更能体现病灶内部不同组织的血供情况,实时超声造影引导可以显示肿块的活性区,能避免穿刺路径上的大血管,可以对肺部肿块进行精确穿刺活检,明显提高穿刺的阳性率、准确率及安全性,因此对于邻近胸壁周围型肺病活检,超声引导下具有实时监控穿刺过程,避免损伤邻近结构的优势,联合超声造影更加能清晰显示肿块内供血血管和坏死病灶,提高穿刺活检的成功率。

### 1.2 活检针类型对穿刺活检术诊断正确率的影响

经皮穿刺活检针主要分为两大类:切割针和抽吸细针。切割针活检则是切取小段组织作组织病理学检查,细针穿刺抽吸活检是利用负压吸出物作细胞学检查。董宝玮等<sup>[17]</sup>通过对1302例患者超声引导下使用粗针及细针进行组织活检比较研究,结果显示455例粗针活检,平均进针2.2次/例,847例细针,平均进针2.8次/例。粗、细针间诊断的准确性,敏感性,特异性及并发症发生率均无显著性差异,但粗针穿刺组织活检所取标本相对较大,较完整,更有利于组织学分型。赵炜红等<sup>[18]</sup>应用粗针切割和细针抽吸分别对96例肺周围型疾病患者进行穿刺组织学活检,粗针切割和细针抽吸对恶性病变正确率分别为95.6%(44/46)和76.0%(19/25),而对良性病变正确率分别为93.0%(40/43)、45.7%(16/35),研究中粗针切割对恶性病灶及良性病灶的正确率均高于细针抽吸。国外的文献<sup>[19-21]</sup>也

报道了细针由于细胞学检查和标本量的限制,诊断的敏感性尤其是在对良性病变方面,要明显低于切割活检针。切割针中不同直径大小的活检针对穿刺活检成功率也有一定的影响,一项由李凤等<sup>[22]</sup>回顾性分析了194例16G穿刺活检针和711例18G穿刺针对超声引导下经皮穿刺活检周围型病变的影响的研究,结果发现在1针穿刺取材成功率中,16G的取材成功率(14.4%)高于18G的取材成功率(9.1%),差异有统计学意义。因此应尽可能地使用自动活检枪配切割针或用全自动活检针活检,不但能有效提高取材成功率,且具有较高的病理肿瘤细胞分析能力,有利于做出正确的病理组织学诊断,提高肺癌的诊断准确率,减少误诊率,更能为药物治疗和外科手术提供尤为重要的病理学依据<sup>[23]</sup>。

## 2 经皮穿刺活检术并发症发生率及其发生的影响因素

据文献报道超声引导下经皮穿刺活检术并发症总体发生率为4.08%~12.8%<sup>[12,24-26]</sup>,包括出血、气胸、皮下气肿、空气栓塞、肿瘤的针道种植转移等,其中出血及气胸的发生率较其他的并发症发生率高,以下着重就经皮穿刺活检术并发出血的发生及其影响因素着重进行阐述。

### 2.1 并发出血及影响因素

出血主要表现为咯血、痰中带血、肺内实质出血及血胸等,是超声引导下经皮穿刺活检术的常见并发症之一。有文献报道,穿刺病灶并发出血的发生率为5%~31.38%<sup>[24,26,27]</sup>,咯血的发生约1.25%~8%<sup>[11-12,22,26]</sup>,患者大部分为自限性,可自行吸收,不需要处理,但也有因肺内大出血死亡的病例报道,发生率约0.061%<sup>[28-29]</sup>。赵罡等<sup>[30]</sup>关于CT引导下肺内直径 $\leq 30\text{ mm}$ 以下结节穿刺活检:探讨穿刺活检准确率的影响因素及其安全性的研究中,通过回顾性分析经皮穿刺肺活检的155例肺部直径 $\leq 30\text{ mm}$ 结节并发出血的发生率,结果发现直径 $\leq 10\text{ mm}$ 出血发生率为28.57%(2/7),要高于直径 $>10\sim 20\text{ mm}$ 结节出血的发生率7.41%(6/81)。Yeow KM等<sup>[31]</sup>在一项关于肺部病变的穿刺活检的研究中报道了 $\leq 2\text{ cm}$ 的病变并发出血的发生率是 $>2\text{ cm}$ 病变的6倍。Zhu JB等<sup>[32]</sup>将1050例肺病病变患者分为小病灶组(直径 $\leq 3\text{ cm}$ )和大病灶组(直径 $>3\text{ cm}$ ),分析穿刺活检术并发出血和咯血危险因素的研究,结果发现小病灶、穿刺活检的出血风险较高。相关文献<sup>[33-35]</sup>也与上述文献报道的一致,小病灶与并发出血的发生率有相关性,分析其原因可能为病灶越小,患者的呼吸运动对病灶的影响程度越大,在穿刺活检过程中,呼吸运动有可能导致病灶偏移,或者是穿刺较小的病灶时<sup>[36]</sup>,不可避免地获取小病灶周围的正常肺组织及血管。全自动活检枪窃取的范围是相对恒定的,病灶越小,切取正常肺组织或穿透血管的可能性就越大,

出血的风险也就越高<sup>[36]</sup>。在穿刺过程中,往往为了获取更多的组织标本,需要多次进针以满足病理诊断的需要,沈梦君等<sup>[26]</sup>在超声引导下经皮穿刺术 1 444 例并发症分析的大样本研究中,统计并发症发生情况,发现切割针活检次数 > 2 次并发症发生率 77.78% (28/36) 显著高于切割针活检次数 ≤ 2 次者 (22.22%, 8/36),说明在一个相对狭小的范围内反复穿刺,尽管已避开了重要的器官和血管,选择了最佳的穿刺路径,但也增加肺内血管损伤并发出血的风险。

有文献报道<sup>[21]</sup>,同轴切割针芯活检与细针抽吸式活检相比,出血风险比为 34% vs 9%,但也有研究认为这两种类型的针在出血率方面无显著区别<sup>[18]</sup>。肺动脉内径与升主动脉直径比值 > 1,实性病变可增加出血的风险。Zhu JB 等<sup>[32]</sup>在 1 050 例肺病变患者的 1 090 次 CT 引导下穿刺活检术并发出血和咯血危险因素的一项研究中,通过对患者的特征、肺动脉直径与升主动脉直径之比,与穿刺的次数,病理结果的分析,肺出血发生率为 31.38% (342/1090),其中低度出血占 24.4% (266/1090),重度出血占 6.97% (76/1090),咯血发生率为 3.03% (33/1090),经多因素分析统计显示,肺出血与肺下叶病变、实性病变和较小的病变、较大病变的深度和肺转移瘤显著相关。对于较高级别的肺出血,肺动脉主干内径/升主动脉内径比值 > 1、病灶较小、病变深度较大、肺气肿和肺转移是危险因素。肺动脉主干内径/升主动脉内径比值 > 1 是术后并发较高级别的肺出血的独立危险因素。而在实性病变、部分实性病变及空洞性病变中,空洞性病变更易并发咯血。

有研究<sup>[35,37-38]</sup>表明联合使用抗凝药物或抗血小板则会使用出血风险显著提高,但单独使用的抗凝药物,并不会导致出血<sup>[35]</sup>。对于联合使用抗凝血药物会增加出血的风险,这一评估的准确性有待进一步证实,因为通常在穿刺前凝血功能异常的患者已进行了相关的治疗。

2.2 其他并发症及其影响因素 气胸是常见的并发症,发生率 8% ~ 16%<sup>[19,25,32-33]</sup>,多数是在穿刺后。一般不需要处理,只有不到 10% 的气胸需要引流。影响的因素很多,包括:病灶大小、活检针型号及管径的大小,是否存在肺气肿、是否多次反复穿刺、活检针与胸膜间的角度等。并发空气栓塞在经皮穿刺活检术中发生比较罕见,但致死率较高。机制可能为<sup>[39]</sup>:当大气压超过肺静脉压力时,如果活检针的尖端卡在肺静脉内,在去除内针时,快速吸气可能会发生空气栓塞。或是当活检针同时穿过含空气的空间和相邻的肺静脉时,可能会发生瘘管,咳嗽时肺泡气压大于肺静脉压时,空气就会经瘘管进入肺静脉。据文献报道肿瘤沿针道种植转移发生率为 0.012%,是一种罕见的并发症<sup>[26,28]</sup>。

### 3 小结与展望

病灶的大小及内部是否存在坏死组织是超声引导下经皮穿刺活检诊断肺周围型病变的主要影响因素,出血及气胸是术中、术后的主要并发症。超声引导下经皮穿刺活检术对周围型肺病变具有确诊率高、并发症少、安全性高等优势。

综上所述,超声引导下经皮穿刺活检术取材诊断成功率高,并发症少且轻,但也会遇到一些引导穿刺上取材困难的病例,特别是当病灶小,与胸膜之间存在部分充气肺组织或骨组织阻挡时,超声无法显示病灶全部范围;当病灶大,二维超声图像有时很难决定坏死组织部位。因而如何提高超声引导经皮肺活检对周围型肺癌的诊断率,需要不断地总结分析对超声引导穿刺活检的影响因素,提高引导技能,是超声临床研究的热点。

#### 参考文献:

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] 毕珂, 夏德萌, 王晋人, 等. 超声新技术在肺活检术中的应用进展 [J]. *中国医学影像技术*, 2017, 33(10): 1566-1569.
- [3] Zhao ZL, Peng LL, Wei Y, et al. The accuracy of ultrasound-guided lung biopsy pathology and microbial cultures for peripheral lung lesions [J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12(3): 858-865.
- [4] 陈薇, 徐丽伟, 邢恩芳, 等. 超声造影及介入在周围型肺部病变诊断中的价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(12): 1080-1082.
- [5] Lee KH, Lim KY, Suh YJ, et al. Diagnostic accuracy of percutaneous transthoracic needle lung biopsies: A multicenter study [J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(8): 1300-1310.
- [6] 邱懿德, 何艳萍, 黄伟俊, 等. 超声引导经皮穿刺活检在定性诊断肺周围型小结节的应用价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(10): 881-884.
- [7] 王运昌, 张周龙, 姚俊东, 等. 超声引导经皮穿刺活检对肺周围型病变诊断的临床价值 [J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(8): 687-689.
- [8] Jeon KN, Bae K, Park MJ, et al. US-guided transthoracic biopsy of peripheral lung lesions: pleural contact length influences diagnostic yield [J]. *Acta Radiol*, 2014, 55(3): 295-301.
- [9] García-Ortega A, Briones-Gómez A, Fabregat S, et al. Benefit of chest ultrasonography in the diagnosis of peripheral thoracic lesions in an interventional pulmonology unit [J]. *Arch Bronconeumol*, 2016, 52(5): 244-249.
- [10] 杨慧慧, 刘军杰, 陈圆圆, 等. 超声引导下肺周围型病变穿刺活检成功率的影响因素分析 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2014, 22(2): 117-120.
- [11] 楼军, 雷志镛, 唐丽建, 等. 超声引导下精准穿刺活检在周围型肺小结节中的应用价值 [J]. *中国超声医学杂志*,

- 2017,33(11):967-969.
- [12] Guo YQ, Liao XH, Li ZX, et al. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Biopsy for Peripheral Pulmonary Lesions: Diagnostic Accuracy and Influencing Factors[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2018, 44(5): 1003-1011.
- [13] 李雪, 张申众, 袁秀敏, 等. CT 引导下经皮肺穿刺活检诊断早期肺癌的意义及其与超声的对比分析[J]. *实用癌症杂志*, 2019, 34(4): 603-606.
- [14] Wang S, Yang W, Zhang H, et al. The Role of Contrast-Enhanced Ultrasound in Selection Indication and Improving Diagnosis for Transthoracic Biopsy in Peripheral Pulmonary and Mediastinal Lesions[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 231782.
- [15] Cao BS, Wu JH, Li XL, et al. Sonographically guided transthoracic biopsy of peripheral lung and mediastinal lesions: role of contrast-enhanced sonography[J]. *J Ultrasound Med*, 2011, 30(11): 1479-1490.
- [16] 黄伟俊, 邱懿德, 黄婷, 等. 超声造影在经皮肺穿刺活检肺周围型病变中的临床研究[J]. *中华肺部疾病杂志电子版*, 2014, 7(1): 43-47.
- [17] 董宝玮, 梁萍, 于晓玲, 等. 超声引导粗针与细针穿刺活检比较[J]. *中华超声影像学杂志*, 2000, 9(2): 71-73.
- [18] 赵炜红, 李拾林, 苏立阳, 等. 超声引导经皮粗针切割与细针抽吸肺活检的比较[J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(1): 11-13.
- [19] Takeshita J, Masago K, Kato R, et al. CT-guided fine-needle aspiration and core needle biopsies of pulmonary lesions: a single-center experience with 750 biopsies in Japan[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2015, 204(1): 29-34.
- [20] Zhang HF, Zeng XT, Xing F, et al. The diagnostic accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy and fine needle aspiration in pulmonary lesions: a meta-analysis[J]. *Clin Radiol*, 2016, 71(1): e1-10.
- [21] Capalbo E, Peli M, Lovisatti M, et al. Trans-thoracic biopsy of lung lesions: FNAB or CNB? Our experience and review of the literature[J]. *Radiol Med*, 2014, 119(8): 572-594.
- [22] 李凤, 黄伟俊, 方芹, 等. 16G 与 18G 穿刺针对超声引导下经皮肺穿刺活检的影响[J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(12): 1092-1095.
- [23] Ocak S, Duplaquet F, Jamart J, et al. Diagnostic Accuracy and Safety of CT-Guided Percutaneous Transthoracic Needle Biopsies: 14-Gauge versus 22-Gauge Needles[J]. *J Vas Interv Radiol*, 2016, 27(5): 674-681.
- [24] Meena N, Bartter T. Ultrasound-guided Percutaneous Needle Aspiration by Pulmonologists: A Study of Factors With Impact on Procedural Yield and Complications[J]. *J Bronchology Interv Pulmonol*, 2015, 22(3): 204-208.
- [25] Rodriguez EF, Pastorello R, Osmani L, et al. Ultrasound-Guided Transthoracic Fine-Needle Aspiration: A Reliable Tool in Diagnosis and Molecular Profiling of Lung Masses[J]. *Acta Cytol*, 2020, 64(3): 208-215.
- [26] 沈梦君, 毕珂, 张怡, 等. 超声引导下经皮肺穿刺术 1444 例并发症分析[J]. *肿瘤影像学*, 2019, 28(5): 301-305.
- [27] 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(4): 202-205.
- [28] Tomiyama N, Yasuhara Y, Nakajima Y, et al. CT-guided needle biopsy of lung lesions: a survey of severe complication based on 9783 biopsies in Japan[J]. *Eur J Radiol*, 2006, 59(1): 60-64.
- [29] Huang WM, Chen CH, Liang SH, et al. Multiplanar reconstruction technique for difficult computed tomography-guided lung biopsy: Improved accuracy and safety[J]. *Thorac Cancer*, 2018, 9(10): 1333-1337.
- [30] 赵罡, 史晓宝, 卢再鸣. CT 引导下肺内直径小于等于 30 mm 以下结节穿刺活检: 探讨穿刺活检准确率的影响因素及其安全性[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2015, 26(6): 391-394, 399.
- [31] Yeow KM, Tsay PK, Cheung YC, et al. Factors affecting diagnostic accuracy of CT-guided coaxial cutting needle lung biopsy: retrospective analysis of 631 procedures[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, 14(5): 581-588.
- [32] Zhu JB, Qu YM, Wang XL, et al. Risk factors associated with pulmonary hemorrhage and hemoptysis following percutaneous CT-guided transthoracic lung core needle biopsy: a retrospective study of 1090 cases[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2020, 10(5): 1008-1020.
- [33] Chassagnon G, Gregory J, Al Ahmar M, et al. Risk factors for hemoptysis complicating 17-18 gauge CT-guided transthoracic needle core biopsy: multivariate analysis of 249 procedures[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2017, 23(5): 347-353.
- [34] Hwang EJ, Park CM, Yoon SH, et al. Risk factors for haemoptysis after percutaneous transthoracic needle biopsies in 4172 cases: Focusing on the effects of enlarged main pulmonary artery diameter[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(4): 1410-1419.
- [35] Tai R, Dunne RM, Trotman-Dickenson B, et al. Frequency and Severity of Pulmonary Hemorrhage in Patients Undergoing Percutaneous CT-guided Transthoracic Lung Biopsy: Single-Institution Experience of 1175 Cases[J]. *Radiology*, 2016, 279(1): 287-296.
- [36] Yeow KM, Su IH, Pan KT, et al. Risk factors of pneumothorax and bleeding: multivariate analysis of 660 CT-guided coaxial cutting needle lung biopsies[J]. *Chest*, 2004, 126(3): 748-754.
- [37] Song YS, Park CM, Park KW, et al. Does antiplatelet therapy increase the risk of hemoptysis during percutaneous transthoracic needle biopsy of a pulmonary lesion? [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(5): 1014-1019.
- [38] Atwell TD, Smith RL, Hesley GK, et al. Incidence of bleeding after 15181 percutaneous biopsies and the role of aspirin[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194(3): 784-789.
- [39] Hiraki T, Fujiwara H, Sakurai J, et al. Nonfatal systemic air embolism complicating percutaneous CT-guided transthoracic needle biopsy: four cases from a single institution[J]. *Chest*, 2007, 132(2): 684-690.

收稿日期: 2021-09-13; 修回日期: 2021-11-10