

·临床研究·

# CT引导下经皮穿刺活检对周围孤立性肺磨玻璃结节的诊断价值

杜海豪 谭雄木 程留慧 王亚洲 窦允龙 王道清

河南中医药大学第一附属医院放射科, 郑州 450000

通信作者: 王道清, Email: [1226417279@qq.com](mailto:1226417279@qq.com)

**【摘要】目的** 探讨CT引导下经皮穿刺活检对周围孤立性肺磨玻璃结节(GGO)的诊断价值。**方法** 选取2017年1月至12月行CT检查的59例肺GGO患者,均接受CT引导下经皮穿刺活检,经手术、临床或随访结果证实。根据肺GGO轴位最大直径、实性成分所占比例、病变位置、距胸膜的距离、穿刺针-胸膜的角度、调针次数进行分组,采用单因素分析测定诊断的准确率、灵敏度、特异度及并发症的发生率。混合型GGO中实性成分 $\leq 50\%$ 和 $>50\%$ 之间的良恶性比较采用 $\chi^2$ 检验。**结果** CT引导下经皮穿刺活检对59例周围孤立性肺GGO患者诊断的准确率、灵敏度和特异度分别为89.8%(53/59)、84.2%(32/38)、100%(21/21),病理结果均证实为腺癌。根据方法中的不同分组,测定诊断的准确率较高且均 $\geq 80\%$ ,灵敏度均 $\geq 75\%$ ,特异度均为100%,但总体并发症的发生率较高。混合型GGO实性成分 $\leq 50\%$ 和 $>50\%$ 之间的良恶性比较,差异有统计学意义( $\chi^2=6.13, P=0.01$ )。**结论** CT引导下经皮穿刺活检对周围孤立性肺GGO具有较高的诊断价值,GGO中实性成分比例与其恶性程度有一定的相关性。

**【关键词】** 体层摄影术, X线计算机; 孤立性肺结节; 磨玻璃结节; 经皮穿刺活检术

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.006)

## Diagnostic value of CT guided percutaneous biopsy for peripheral solitary pulmonary ground-glass nodules

Du Haihao, Tan Xiongmu, Cheng Liuhui, Wang Yazhou, Dou Yunlong, Wang Daoqing

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: Wang Daoqing, Email: [1226417279@qq.com](mailto:1226417279@qq.com)

**【Abstract】 Objective** To evaluate the value of CT-guided percutaneous biopsy for diagnosis of solitary ground glass nodules(GGO) around the lung. **Methods** Fifty-nine patients with solitary frosted glass nodules around the lungs who underwent CT examinations from January 2017 to December 2017 were enrolled in the study. All patients underwent CT-guided percutaneous biopsy, which was confirmed by surgery, clinical, or follow-up, in accordance with the maximum diameter of the lung GGO axial position, the proportion of solid components, the location of the lesion, the distance from the pleura, the angle of the needle-pleural, and the number of needle adjustments. Univariate analysis was used to determine the diagnostic accuracy, sensitivity, specificity, and incidence of complications. A chi-square test was used to compare the benign and malignant between solid components  $\leq 50\%$  and  $>50\%$  in mixed GGO. **Results** The accuracy, sensitivity, and specificity of the diagnosis of 59 patients with solitary pulmonary GGO were 89.8%(53/59), 84.2%(32/38), and 100%(21/21), respectively, thereby confirming the disease as adenocarcinoma. According to different groups used in the method, the accuracy of the diagnosis is higher than 80%, the sensitivity is higher than 75%, and the specificity is 100%, but the incidence of overall complications is also higher. The difference between the mixed GGO solid components  $\leq 50\%$  and  $>50\%$  was statistically significant ( $\chi^2=6.13, P<0.05$ ). **Conclusions** CT-guided percutaneous biopsy has high diagnostic value for isolated GGO. The proportion of solid components in GGO has a certain correlation with the degree of

malignancy.

**【 Key words 】** Tomography, X-ray computed; Solitary pulmonary nodule; Ground-glass nodule; Percutaneous biopsy

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.006](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.006)

肺磨玻璃结节(ground-glass opacity, GGO)即通常所称的毛玻璃密度结节,是肺结节非特异性的影像学表现之一,其包括单纯型肺GGO和混合型肺GGO。有研究表明,以肺GGO为表现的早期肺癌手术治疗后,5年生存率可达100%<sup>[1]</sup>。在早期鉴别出浸润性病变和微或无浸润性病变后,通过及时的治疗,对提高患者的生存率及生存质量有着重要意义<sup>[2]</sup>。若肺GGO过度诊断和治疗,不仅增加社会医疗负担,而且加重患者的心理负担。因此,对肺GGO良恶性的判定越来越受到影像科医师的重视,也成为临床医师面临的重大挑战。我们通过分析59例周围孤立性肺GGO患者,采用CT引导下经皮穿刺活检进行病理诊断,探讨其可行性及安全性,在保证样本质量的前提下,尽量避免气胸、出血等并发症的发生,为临床提供一种准确率高、风险小的方法。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2017年1月至12月就诊于我院行CT引导下经皮穿刺活检的59例周围孤立性肺GGO患者。其中男性34例、女性25例,年龄(51.82±2.73)岁(40~60岁)。纳入标准:①术前肺GGO性质待定,需行CT引导下经皮穿刺活检确诊;②无凝血障碍及出血倾向;③无严重的心肺功能疾病;④均签署知情同意书,能够接受告知的所有手术风险;⑤能够积极配合手术。反之则为排除标准。

### 1.2 仪器与试剂

德国SIEMENS公司生产的16排螺旋CT(Somatom Scope);美国BardMagnum公司生产的17自动弹射穿刺活检枪、17G同轴套管针。康乃欣生物医疗科技有限公司生产的标本固定液(10%福尔马林)、细胞固定液(TCT);深圳市思美泉生物科技有限公司生产的2%盐酸利多卡因;佛山双鹤药业有限责任公司生产的氯化钠溶液。

### 1.3 CT引导下的穿刺方法

术前1h患者肌肉注射2ku凝血酶1支,防止

术中出血。根据患者病变所在的位置,选取合适的体位。贴定位标记线。行胸部连续CT扫描,参数:电压100kV,电流150mA,准直1.5mm,层厚1mm,间距1mm。设定进针路径,用5mL的2%盐酸利多卡因逐层麻醉至胸膜,胸膜麻醉要充分,麻醉时边进针边抽吸,避免麻药注射进血管内。将17G同轴套管针沿设定好的进针路径破皮进针,行针约至胸膜处再次行CT扫描,确定穿刺针按原设计针道进针,如若偏离应及时调整。然后快速突破胸膜,缓慢进针至病灶位置,针尖应尽量位于GGO内部(混合型GGO,针尖尽量位于实性部分内)。应用17G全自动活检枪取材(若不满意,可用注射器旋转抽吸),取材范围尽量限定在结节内部。手术最后患者再行胸部CT扫描。嘱患者24h内卧床休息,避免剧烈运动、大声说话、剧烈咳嗽等常规注意事项。

### 1.4 观察指标与诊断标准

观察指标:CT引导下经皮穿刺活检,根据59例周围孤立性肺GGO的轴位最大直径、实性成分所占比例、病变位置、距胸膜的距离、穿刺针-胸膜的角度、调针次数进行分组,采用单因素分析测定诊断的准确率、灵敏度、特异度及并发症的发生率。

诊断标准:对恶性结节经手术后病理结果证实;良性结节根据随访过程中病灶大小稳定或缩小而确定。

### 1.5 统计学分析

采用SPSS19.0软件对数据进行统计学分析。恶性肺GGO为阳性,良性肺GGO为阴性。连续变量符合正态分布,肺GGO中实性成分>50%和≤50%之间的良恶性比较采用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

59例周围孤立性肺GGO患者中,真阳性病变32例、真阴性病变21例、假阴性病变6例,CT引导下经皮穿刺活检诊断的准确率、灵敏度和

特异度分别为 89.8%、84.2% 和 100%，误诊率为 0，漏诊率为 15.8%，阳性预测值为 100%，阴性预测值为 77.8%(表 1)。病理结果均为腺癌。典型病例的 CT 图像和病理图见图 1。

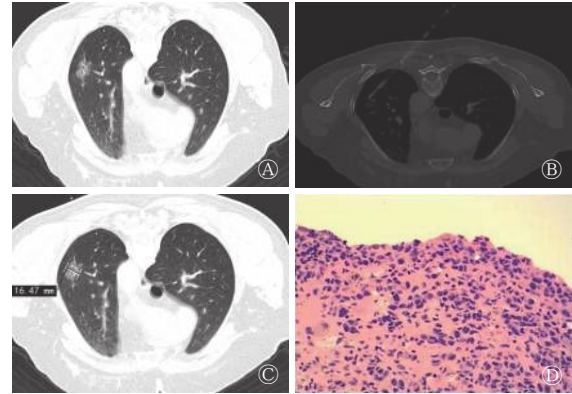
表 2 的结果显示，CT 引导下经皮穿刺活检对不同分组的 59 例周围孤立性肺 GGO 患者诊断的准确率较高且均 ≥80%，灵敏度均 ≥75%，特异度均为 100%，但总体并发症的发生率较高。

**表 1** CT 引导下经皮穿刺活检对 59 例周围孤立性肺磨玻璃结节患者的临床和病理结果(例)

**Table 1** Clinical and pathological results of 59 patients with isolated lung ground-glass opacity under CT guidance percutaneous biopsy(case)

病理结果	经手术、临床或随访结果证实		合计
	阳性(恶性)	阴性(良性)	
阳性(恶性)	32	0	32
阴性(良性)	6	21	27
合计	38	21	59

由表 3 可见，混合型肺 GGO 实性成分 ≤50% 和 >50% 之间的良恶性比较，差异有统计学意义



**图 1** 周围孤立性肺磨玻璃结节患者(男性, 47 岁)的 CT 图和病理图 图中, 左肺上叶磨玻璃结节, 大小约 16.47 mm, 周围少量索条影。A: 肺窗; B: 纵隔窗; C: 标尺测量磨玻璃结节直径肺窗; D: 病理图(苏木精-伊红染色法, ×400): 腺癌。

**Fig. 1** CT and pathology of patients with solitary lung ground glass-opacity (male, 47 year)

**表 2** CT 引导下经皮穿刺活检对不同分组的 59 例周围孤立性肺 GGO 患者的诊断结果

**Table 2** Diagnostic results of 59 patients with isolated lung ground-glass opacity in different groups under CT guided percutaneous biopsy

分组	例数	灵敏度(%)	特异度(%)	误诊率(%)	漏诊率(%)	准确率(%)	并发症的发生率(%)
轴位最大直径(d, cm)							
d<1	21	85.7(12/14)	100(7/7)	0	14.3(2/14)	90.5(19/21)	59.4
1 ≤ d < 2	27	82.4(14/17)	100(10/10)	0	17.6(3/17)	88.9(24/27)	42.7
d ≥ 2	11	85.7(6/7)	100(4/4)	0	14.3(1/7)	90.9(10/11)	31.1
实性成分所占比例							
pGGO	14	77.8(7/9)	100(5/5)	0	22.2(2/9)	85.7(12/14)	54.7
mGGO实性成分 ≤ 50%	29	89.5(17/19)	100(10/10)	0	10.5(2/19)	93.1(27/29)	36.2
mGGO实性成分 > 50%	16	80.0(8/10)	100(6/6)	0	20.0(2/10)	87.5(14/16)	41.1
病变位置							
上叶	27	82.4(14/17)	100(10/10)	0	17.6(3/17)	88.9(24/27)	42.3
中叶	6	75.0(3/4)	100(2/2)	0	25.0(1/4)	83.3(5/6)	39.7
下叶	26	88.2(15/17)	100(9/9)	0	11.8(2/17)	92.3(24/26)	59.6
距胸膜的距离(cm)							
<1	21	86.7(11/13)	100(8/8)	0	13.3(2/13)	90.5(19/21)	41.2
≥1	38	84.0(21/25)	100(13/13)	0	16.0(4/25)	89.5(34/38)	54.7
穿刺针-胸膜的角度(α)							
α < 30°	7	80.0(4/5)	100(2/2)	0	20.0(1/5)	85.7(6/7)	61.1
30° ≤ α < 60°	35	85.7(18/21)	100(14/14)	0	14.3(3/21)	91.4(32/35)	49.7
α ≥ 60°	17	83.3(10/12)	100(5/5)	0	16.7(2/12)	88.2(15/17)	41.1
调针次数(次)							
0	43	88.9(24/27)	100(16/16)	0	11.1(3/27)	93.0(40/43)	33.3
1	11	71.7(5/7)	100(4/4)	0	28.3(2/7)	81.8(9/11)	42.7
≥2	5	75.0(3/4)	100(1/1)	0	25.0(1/4)	80.0(4/5)	57.1

注: 表中, GGO: 磨玻璃结节; pGGO: 单纯型GGO; mGGO: 混合型GGO。

**表 3** 45 例混合型肺磨玻璃结节不同比例实性成分的良好恶性对比

**Table 3** Comparison of benign and malignant ratios of solid components in 45 mixed lung milled glass nodules

分组	阳性 (例)	阴性 (例)	合计 (例)	阳性率 (%)	$\chi^2$ 值	P值
实性成分 $\leq$ 50%	11	18	29	37.93	6.13	0.01
实性成分 $>$ 50%	13	3	16	81.25		
合计	24	21	45	53.33		

( $\chi^2=6.13$ ,  $P=0.01$ )。

### 3 讨论

肺 GGO 在 CT 图像上表现为云雾状、浑浊、模糊的稍高密度影，但其内的血管及支气管纹理仍可见<sup>[3]</sup>。肺 GGO 形成的病理学基础包括患者在呼气相终末时，肺泡腔内含气量减少，单位像素内肺泡壁的数目增加，但肺间质正常；肺间质因肿瘤、纤维组织增生、炎症等病变增厚时，造成每个像素内空气含量减少而组织量增多；肺泡腔内出血或积液也可导致磨玻璃密度影。近年来，随着 CT 分辨率的提高以及低剂量 CT 筛查的普及，更多的肺 GGO(包括浸润性、微浸润性或非浸润性结节)被筛查出来，此时患者是否手术应慎重考虑。一方面，避免因切除非浸润性结节而造成胸部组织器官的损害，造成过度治疗；另一方面，恶性结节一旦被明确诊断，应该尽早手术，为患者争取更好的预后<sup>[4-5]</sup>。然而如何判断肺 GGO 的良好恶性成为影像科医师面临的重大挑战。

CT 引导下经皮穿刺肺 GGO 具有较高的准确率、灵敏度和特异度，又因并发症少、安全性好等优势而被用于临床诊断<sup>[6]</sup>。本研究 59 例肺周围孤立性肺 GGO 患者均行 CT 引导下穿刺活检，得到足够量的组织标本进行病理学检查，诊断的准确率为 89.8%、灵敏度为 84.2%、特异度为 100%、误诊率为 0、漏诊率为 15.8%、阳性预测值为 100%、阴性预测值为 77.8%。Kim 等<sup>[7]</sup>报道，CT 引导下经皮穿刺活检对肺部恶性 GGO 的准确率、灵敏度和特异度分别为 92%、90% 和 91%。与本研究的结果基本一致。肺 GGO 作为一种非特异性影像学表现，良恶性不易判断，通过早期对肺 GGO 的定性鉴别，恶性患者能得到及时治疗，良性患者避免过度治疗，使患者得到最大收益。

肺 GGO 在纵隔窗上不显影或仅显示 GGO 的

实性成分。国内外研究表明，肺 GGO 中所含实性成分越多，其恶性的可能性就越大<sup>[8-9]</sup>。Yanagawa 等<sup>[8]</sup>认为，混合密度的肺 GGO 内实性成分的多少，可作为鉴别良恶性及侵袭性的依据之一，即实性成分越多，恶性的可能性越大。若为恶性，则实性成分越多，侵袭性越大。本研究通过对 45 例混合型肺 GGO 中实性成分多少的对比分析得出，实性成分 $>$ 50% 和 $\leq$ 50% 之间的良恶性有明显差异，实性成分越多，穿刺成功率越高，并且对其诊断的准确率也越高。何慧等<sup>[9]</sup>认为，对部分实性肺 GGO 的恶性程度如高度怀疑，可进行穿刺活检或手术切除，单纯型 GGO 不伴其他影像学征象，可随访观察；单纯型 GGO 伴有分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征等影像学征象时，常常提示为恶性，可行胸腔镜下肺叶、肺段切除术。虽然混合型 GGO 内实性成分在某种程度上反映了肿瘤细胞增殖程度及浸润深度，但随着结节恶性程度及浸润深度的增加，磨玻璃样成分也增多。因此在判断结节性质时，要结合影像学特征及穿刺病理结果等其他检查综合评估其恶性风险。

CT 引导下经皮穿刺活检是肺部非血管介入方面的重要手段之一，主要是因为准确率高、相对安全而被广泛用于肺部病变的临床诊断。但也有一些并发症存在，最常见并发症为气胸、出血(肺内出血、咯血)等。研究表明，肺部穿刺气胸、出血的发生率分别约为 20%、7%~30%<sup>[10-11]</sup>。气胸是在穿刺过程中脏层胸膜的损伤所致，脏层胸膜损伤越大，发生气胸的可能性越大，影响因素有病灶-胸膜的距离、调针次数、胸膜-进针角度等；出血主要与肺内穿刺深度，病灶到胸膜的距离、病灶周围血管及患者的凝血功能等相关，但大部分气胸、出血均为轻度，并不需要处理<sup>[12-13]</sup>。本研究结果发现，并发症的发生率和以往文献报道<sup>[10, 14-15]</sup>一致，并且对于肺部 GGO，术者操作的熟练程度也是成功的关键因素之一。随着穿刺技术的逐渐成熟，并发症的发生率呈下降趋势。术前应综合考虑各个方面的因素，根据肺 GGO 自身特点及与邻近器官、血管的关系制定合理的进针路径，取得患者的配合，提高手术的成功率，降低并发症的发生率。本研究结果发现，对于肺部 GGO 的穿刺应重点注意以下几个方面：①若为混合型 GGO，针尖尽量位于实性部分内，以保证每一枪都能穿刺病灶；②对于应用全自动活检枪的取材不满意时，可用注射器

旋转负压抽吸,但要掌握力度和深度,若旋转负压抽吸失败,可用注射器抽吸少量生理盐水注入病灶,再进行抽吸脱落细胞;③取材时应尽量避免损伤正常肺组织及周围血管,因为病灶周围一旦出血,极易掩盖病灶,会降低穿刺的准确性。

CT引导下经皮穿刺活检诊断周围孤立性肺GGO具有较高的准确率、灵敏度和特异度,同时操作简便、创伤小,患者的经济负担较轻,可以被大多数患者所接受。虽然整体并发症的发生率较高,但真正需要处理的并发症并不多。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 杜海豪负责资料的收集、论文的撰写;谭雄木负责资料的收集;程留慧负责论文的修订;王亚洲、窦允龙负责试验的实施;王道清负责研究命题的设计和统计分析。

### 参 考 文 献

- [1] 严高武,孙清泉,严高文,等. CT引导下经皮肺穿刺活检诊断肺部磨玻璃样病变[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2016, 13(2): 77-80. DOI: [10.13929/j.1672-8475.2016.02.004](https://doi.org/10.13929/j.1672-8475.2016.02.004).  
Yan GW, Sun QQ, Yan GW, et al. Percutaneous transthoracic needle biopsy under CT guidance for ground-glass opacity pulmonary lesions[J]. *Chin J Interv Imaging Ther*, 2016, 13(2): 77-80. DOI: [10.13929/j.1672-8475.2016.02.004](https://doi.org/10.13929/j.1672-8475.2016.02.004).
- [2] 卢涛,陈韵彬,刘向一. 肺磨玻璃结节的形态特征及病理分型间对照研究[J]. *医学影像学杂志*, 2017, 27(11): 2098-2101.  
Lu T, Chen YB, Liu XY. Comparative analysis of shape features and histopathology in pulmonary ground-glass nodules[J]. *J Med Imaging*, 2017, 27(11): 2098-2101.
- [3] 董明,徐晓倩,陈军. LDCT筛查肺磨玻璃结节的影像学特征及临床诊疗进展[J/OL]. *转化医学电子杂志*, 2017, 4(12): 7-10[2018-05-12]. [http://www.ejotm.com/ch/reader/create\\_pdf.aspx?file\\_no=20170207002&flag1&journalid=zhyxdzzz&yearid=2017](http://www.ejotm.com/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=20170207002&flag1&journalid=zhyxdzzz&yearid=2017).  
Dong M, Xu XQ, Chen J. The imaging features and progress on the screening for lung ground-glass opacity nodules with LDCT[J/OL]. *E-J Transl Med*, 2017, 4(12): 7-10[2018-05-12]. [http://www.ejotm.com/ch/reader/create\\_pdf.aspx?file\\_no=20170207002&flag1&journalid=zhyxdzzz&yearid=2017](http://www.ejotm.com/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=20170207002&flag1&journalid=zhyxdzzz&yearid=2017).
- [4] Asamura H, Hishida T, Suzuki K, et al. Radiographically determined noninvasive adenocarcinoma of the lung: survival outcomes of Japan Clinical Oncology Group 0201[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 146(1): 24-30. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2012.12.047](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.12.047).
- [5] Sakurai H, Asamura H. Sublobar resection for early-stage lung cancer[J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2014, 3(3): 164-172. DOI: [10.3978/j.issn.2218-6751.2014.06.11](https://doi.org/10.3978/j.issn.2218-6751.2014.06.11).
- [6] 沈健,陈琰,倪才方,等. CT引导下经皮穿刺同轴活检术在肺部病变诊断中的应用[J]. *实用放射学杂志*, 2014, 30(1): 108-110. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2014.01.025](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2014.01.025).  
Shen J, Chen L, Ni CF, et al. Application of CT-guided percutaneous coaxial biopsy in diagnosis of pulmonary lesions[J]. *J Pract Radiol*, 2014, 30(1): 108-110. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2014.01.025](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2014.01.025).
- [7] Kim TJ, Lee JH, Lee CT, et al. Diagnostic accuracy of CT-guided core biopsy of ground-glass opacity pulmonary lesions[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(1): 234-239. DOI: [10.2214/AJR.07.2441](https://doi.org/10.2214/AJR.07.2441).
- [8] Yanagawa M, Tanaka Y, Kusumoto M, et al. Automated assessment of malignant degree of small peripheral adenocarcinomas using volumetric CT data: correlation with pathologic prognostic factors[J]. *Lung Cancer*, 2010, 70(3): 286-294. DOI: [10.1016/j.lungcan.2010.03.009](https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2010.03.009).
- [9] 何慧,孙鹏飞,曹向荣,等. 肺局灶性磨玻璃密度结节的多层螺旋CT诊断[J]. *中国医学影像学杂志*, 2014, 2(2): 121-123. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2014.02.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2014.02.012).  
He H, Sun PF, Cao XR, et al. Multi-slice Spiral CT in the Diagnosis of Pulmonary Focal Ground Glass Opacity[J]. *Chin J Med Imaging*, 2014, 2(2): 121-123. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2014.02.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2014.02.012).
- [10] Inoue D, Gobara H, Hiraki T, et al. CT fluoroscopy-guided cutting needle biopsy of focal pure ground-glass opacity lung lesions: diagnostic yield in 83 lesions[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(2): 354-359. DOI: [10.1016/j.ejrad.2010.11.025](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.025).
- [11] Hur J, Lee HJ, Nam JE, et al. Diagnostic accuracy of CT fluoroscopy-guided needle aspiration biopsy of ground-glass opacity pulmonary lesions[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 192(3): 629-634. DOI: [10.2214/AJR.08.1366](https://doi.org/10.2214/AJR.08.1366).
- [12] Lin MW, Tseng YH, Lee YF, et al. Computed tomography-guided patent blue vital dye localization of pulmonary nodules in uniportal thoracoscopy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 152(2): 535-544. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2016.04.052](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.04.052).
- [13] 张秋丽,毕然,靳甜,等. CT引导下经皮穿刺活检技术在肺部微小结节诊断中的价值[J]. *放射学实践*, 2015, 30(10): 1019-1022. DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.10.011](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.10.011).  
Zhang QL, Bi R, Jin T, et al. The exploration of value and method CT guided percutaneous biopsy in the diagnosis of pulmonary micronodules[J]. *Radiol Pract*, 2015, 30(10): 1019-1022. DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.10.011](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.10.011).
- [14] 王斌,伍安,范晔,等. CT引导下经皮肺穿刺活检对肺部恶性肿瘤的诊断价值[J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(38): 3023-3026. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.38.005](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.38.005).  
Wang B, Wu A, Fan Y, et al. Diagnostic value of computed tomography-guided percutaneous lung biopsy for malignant lung tumors[J]. *Natl Med J China*, 2013, 93(38): 3023-3026. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.38.005](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.38.005).
- [15] 沈查. CT引导下经皮肺穿刺活检并发症原因分析及预防[J]. *重庆医学*, 2012, 41(22): 2314-2315. DOI: [10.3969/j.issn.1671-8348.2012.22.037](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8348.2012.22.037).  
Shen C. Cause analysis and prevention of complications of CT-guided percutaneous lung biopsy[J]. *Chongqing Med J*, 2012, 41(22): 2314-2315. DOI: [10.3969/j.issn.1671-8348.2012.22.037](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8348.2012.22.037).

(收稿日期: 2018-06-03)