

## EBUS-GS对较大肺外周病灶(PPL)的诊断价值

赵彦程<sup>1</sup> 张 勇<sup>1</sup> 叶茂松<sup>1</sup> 李 春<sup>1</sup> 胡 洁<sup>1</sup> 洪群英<sup>1</sup> 张辉军<sup>1</sup>

徐晓波<sup>1</sup> 迪丽拜尔·艾尼瓦尔<sup>1</sup> 张新宇<sup>1</sup> 刘亚岚<sup>2</sup> 张 新<sup>1△</sup>

(<sup>1</sup>复旦大学附属中山医院呼吸科, <sup>2</sup>病理科 上海 200032)

**【摘要】 目的** 评价结合引导鞘的径向超声支气管镜(endobronchial ultrasound with guide-sheath, EBUS-GS)联合透视与单纯透视对大于20 mm的肺外周病灶(peripheral pulmonary lesion, PPL)的诊断价值。**方法** 收集2015年1月至2016年12月在复旦大学附属中山医院就诊、胸部CT显示直径大于20 mm的PPLs且行EBUS-GS联合透视(EBUS-XRF组)或单纯透视(XRF组)引导下经支气管肺活检(transbronchial lung biopsy, TBLB)的病例,比较两组的诊断率,并分层研究病灶大小、病灶部位等影响因素对诊断率的影响。**结果** 共计740例患者入组,其中399例纳入EBUS-XRF组、341例纳入XRF组,EBUS-XRF组诊断率显著高于XRF组(81.2% vs. 74.5%,  $P=0.028$ )。分层分析显示,当PPL位于右肺上叶时,EBUS-XRF组与XRF组的诊断率差异有统计学意义(86.3% vs. 75.0%;  $P=0.035$ )。EBUS-XRF组PPL的大小与诊断率呈正相关( $r=0.989, P=0.011$ ),而在XRF组PPL的大小与诊断率不相关( $r=0.239, P=0.761$ )。**结论** 对大于20 mm的PPL应用EBUS-GS联合透视引导活检优于单独透视引导活检,EBUS-GS也适用于更大的PPL。

**【关键词】** 支气管镜检查; 肺外周病变(PPL); X线透视; 腔内超声检查; 活检

**【中图分类号】** R734.2, R730.4 **【文献标志码】** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2020.02.019

## The clinical value of endobronchial ultrasound with guide-sheath (EBUS-GS) for large peripheral lung lesion (PPL)

CHAO Yen-cheng<sup>1</sup>, ZHANG Yong<sup>1</sup>, YE Mao-song<sup>1</sup>, LI Chun<sup>1</sup>, HU Jie<sup>1</sup>, HONG Qun-ying<sup>1</sup>,  
ZHANG Hui-jun<sup>1</sup>, XU Xiao-bo<sup>1</sup>, ANWAR Dilbar<sup>1</sup>, ZHANG Xin-yu<sup>1</sup>, LIU Ya-lan<sup>2</sup>, ZHANG Xin<sup>1△</sup>

(<sup>1</sup>Department of Pulmonary Medicine, <sup>2</sup>Department of Pathology, Zhongshan Hospital,  
Fudan University, Shanghai 200032, China)

**【Abstract】 Objective** To evaluate the diagnostic yield of endobronchial ultrasound with guide-sheath (EBUS-GS) plus fluoroscopy or fluoroscopy alone to diagnose the peripheral lung lesion (PPL) greater than 20 mm. **Methods** Between Jan. 2015 and Dec. 2016, patients with PPLs large than 20 mm of diameter who underwent the transbronchial lung biopsy (TBLB) guided by EBUS-GS plus fluoroscopy (EBUS-XRF group) or fluoroscopy alone (XRF group) at Zhongshan Hospital, Fudan University. The diagnostic yield and its influencing factors in patients of EBUS-XRF group were compared with those in patients of XRF group. **Results** A total of 740 patients were enrolled including 399 cases in EBUS-XRF group and 341 cases in XRF group were analyzed. There was a significant difference in the diagnostic yield between EBUS-XRF group (81.2%) and XRF group (74.5%) ( $P=0.028$ ). When PPLs were located in the right upper lobe, the diagnostic yield was significantly higher in EBUS-XRF group than it in XRF group (86.3% vs. 75.0%,  $P=0.035$ ). The size of PPLs was positive correlation with the diagnostic yield of EBUS-

<sup>△</sup>Corresponding author E-mail: zhang.xin@zs-hospital.sh.cn

网络首发时间: 2020-03-16 08:46:11 网络首发地址: <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/31.1885.r.20200312.2157.034.html>

XRF group ( $r=0.989, P=0.011$ ), but there was no relationship between the size of PPLs and the diagnostic yield in XRF group ( $r=0.239, P=0.761$ ). **Conclusion** EBUS-GS plus fluoroscopy was superior to X-ray fluoroscopy alone for the diagnosis of PPLs greater than 20 mm. It is also worthwhile to apply EBUS-GS for larger PPLs.

**【Key words】** bronchoscopy; peripheral pulmonary lesion (PPL); X-ray fluoroscopy; endobronchial ultrasound; biopsy

大量肺部疾病可以表现为肺外周病灶(peripheral pulmonary lesions, PPLs)<sup>[1]</sup>,经支气管肺活检(transbronchial lung biopsy, TBLB)是确诊PPL性质最常用的方法。透视引导下TBLB应用时间最长,但随病灶部位、大小不同,诊断率差异较大,对<2 cm的肺外三分之一带病灶的诊断率甚至低于30%<sup>[2]</sup>。近年来支气管镜引导技术不断发展,先后出现结合引导鞘的径向超声支气管镜(endobronchial ultrasound with guide-sheath, EBUS-GS)<sup>[3]</sup>、支气管镜导航技术<sup>[4-5]</sup>等。EBUS-GS改善了支气管镜诊断PPL的效果,提高了对较小PPL的诊断率<sup>[2,6]</sup>。对于较大的病灶(如直径>20 mm),EBUS-GS是否优于单纯透视引导TBLB,研究数据非常有限、研究病例数偏少且得出的结论存在矛盾<sup>[7-8]</sup>。本研究旨在以较大样本量比较EBUS-GS与单纯透视引导TBLB对较大PPLs的诊断价值,并分析病灶大小及部位对诊断率的影响。

## 资料和方法

**研究对象** 选取2015年1月至2016年12月因PPL在复旦大学附属中山医院呼吸内科行支气管镜检查的患者。本研究通过复旦大学附属中山医院伦理委员会的批准。纳入标准:(1)能从中山医院PACS系统(Picture Archiving and Communication Systems)中查询到支气管镜检查前的胸部CT或PET-CT记录;(2)PPL为可测量的病灶且病灶直径>20 mm;(3)患者接受过EBUS-GS联合透视或单独透视引导的TBLB;(4)有病理记录及完整的检查后病史记录。排除标准:(1)支气管镜检查发现病灶已侵犯支气管腔;(2)操作前经透视未见胸部CT或PET-CT所示病灶;(3)胸部CT显示为肺弥漫性病变;(4)检查过程中不能耐受;(5)因各种原因未行活检。入组患者需满足所有纳入标准,且不

符合任何一项排除标准。根据患者接受的支气管镜引导技术类型分为EBUS-GS联合透视组和单纯透视组(XRF组)。

**主要仪器** X线透视机(型号:BSX-50ACPAS,日本岛津公司),支气管镜检查系统(主机型号:CLV-260SL,日本Olympus公司),单独透视引导TBLB用BF 260型气管镜(外径4.9 mm,活检孔道2.0 mm),活检钳(型号:FB-19C-1),径向超声用BF 1T260型气管镜(外径5.9 mm,活检孔道2.8 mm),超声(主机型号:EU-EM2),30 MHz径向超声探头(型号:UM-S30-20R)及K-203活检套装。

**操作方法** 所有支气管镜检查均在2%利多卡因局部麻醉下完成。检查前参照CT或PET-CT,透视预判病灶位置,未使用虚拟导航或电磁导航。单独透视引导TBLB者不采用引导鞘,按正侧位透视引导确认活检钳达病灶位置并进行活检,每个病例活检约5块大小合适的组织,活检后行刷检。径向超声操作时将带着超声探头的引导鞘经支气管镜活检孔道深入肺外周,在超声联合透视引导下到达病灶位置,根据EBUS图像判断超声探头与病灶的位置关系<sup>[9]</sup>,随后固定引导鞘并退出超声探头,将活检钳插入引导鞘内至病灶位置后进行活检,每个病例活检约5块大小合适的组织,活检后行刷检。支气管镜检查由8位具有5年以上支气管镜检查经验的呼吸科医师执行。

**病理结果** 所有病理结果都由至少两位经验丰富的病理医师诊断。对于首次支气管镜检查不能确诊的病例,采用再次支气管镜检查(包括EBUS-TBNA)、CT引导下肺穿刺、外科手术等进行诊断;对于感染性疾病,采用综合支气管镜刷检病原体进行涂片检查和组织培养,结合治疗效果进行诊断。其他病例诊断根据临床资料及治疗反应随访至少24个月来判断。

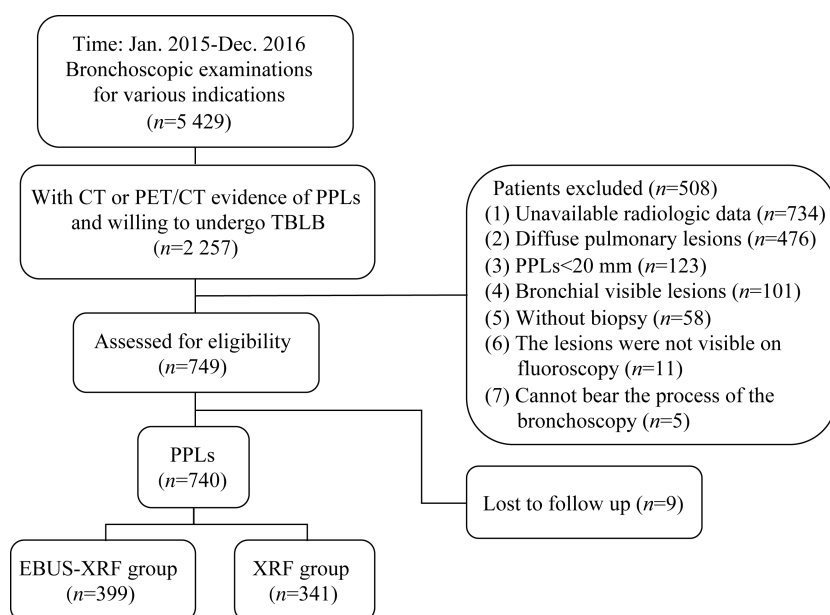
**统计学方法** 应用SPSS 23.0进行统计分析,

连续变量表示为 $\bar{x} \pm s$ ,使用Student's  $t$ 检验进行比较。分类变量表示为百分比,采用Pearson  $\chi^2$ 检验进行比较。相关性分析采用Pearson积差分析。均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

**入组结果及一般资料** 2015年1月1日至2016年12月31日在我院呼吸内科行支气管镜检查的患

者共计5 429例,目标病灶是PPL的患者有2 257例。由于大多数病例检查前胸部CT来自于其他医院,无可追溯的影像资料,故符合本研究入排标准的患者有749例,另有9例患者因未行随访而剔除,最终740例纳入分析(图1)。在740例PPL中,平均大小为 $(39.0 \pm 17.0)$ mm,其中399例行EBUS-GS联合透视引导下TBLB检查(EBUS-XRF组);341例行单纯透视引导下TBLB检查(XRF组)(表1)。



PPLs: Peripheral pulmonary lesions; TBLB: Transbronchial lung biopsy; EBUS-XRF: Bronchoscope under endobronchial ultrasound with a guide sheath plus X-ray fluoroscopy; XRF: Bronchoscope under X-ray fluoroscopy.

图1 病例的纳入、排除及分组流程图

Fig 1 The flow diagram inclusion, exclusion and grouping of patients

**支气管镜检查结果** 经由上述两种引导技术明确病理诊断的有578例,总体诊断率为78.1%。支气管镜活检未能确诊的病灶通过下列方式进行诊断:胸腔镜手术67例,CT引导下经皮肺穿刺33例,颈淋巴结穿刺3例,再次支气管镜检查(包括EBUS-TBNA)22例,胸水或痰脱落细胞检测8例,经药物治疗效果等临床证据综合诊断25例,另有4例随访24个月以上病灶大小未改变而判断为良性病变。由此确诊,恶性病灶644例,良性病灶96例(表2)。

**诊断率及其影响因素** EBUS-XRF组及XRF组的诊断率分别为81.2%与74.5%,差异有统计学意义( $P=0.028$ )。EBUS-XRF组的诊断率与病灶大小呈正相关( $r=0.989, P=0.011$ );XRF组的诊断率

与病灶大小不相关( $r=0.239, P=0.761$ )(图2)。将目标病灶按所在肺叶分类;当病灶位于右肺上叶,EBUS-XRF组的诊断率为86.3%,显著高于XRF组的75.0%( $P=0.035$ );病灶位于其他肺叶,两组诊断率无显著差异(表3)。

**安全性** EBUS-XRF组和XRF组的患者均可耐受支气管镜操作且无严重并发症,在XRF组中仅有1例出现少量气胸,但不需要行闭式胸腔引流。两组在活检后均有少量出血,出血量均不超过100 mL。

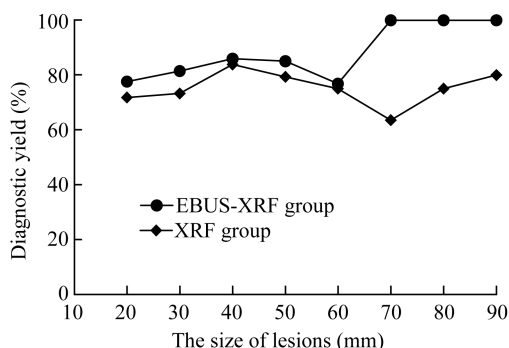
## 讨 论

在支气管镜检查中X线透视引导是重要的诊疗手段,已在临床应用40余年<sup>[10]</sup>,可提供实时放射

表1 两组患者的一般情况及病灶特征  
Tab 1 Characteristics of patients and lesions in

the two groups <span>[\bar{x} \pm s or n (%)]</span>		
Variable	EBUS-XRF group (n=399)	XRF group (n=341)
Participant demographics		
Age (y)	63.0 \pm 10.7	62.8 \pm 9.9
Male	264 (66.2)	213 (62.5)
Lesion characteristics		
Size (mm)	37.4 \pm 15.7	40.9 \pm 18.1
Lesion location		
Right upper lobe	117 (29.3)	96 (28.2)
Right middle lobe	31 (7.8)	16 (4.7)
Right lower lobe	94 (23.6)	78 (22.9)
Left upper lobe	74 (18.5)	75 (22.0)
Lingula	29 (7.3)	20 (5.9)
Left lower lobe	54 (13.5)	56 (16.4)
Final diagnosis		
Malignant	360 (90.2)	284 (83.3)
Benign	39 (9.8)	57 (16.7)

EBUS-XRF: Bronchoscope under endobronchial ultrasound with a guide sheath plus X-ray fluoroscopy; XRF: Bronchoscope under X-ray fluoroscopy.



EBUS-XRF: Bronchoscope under endobronchial ultrasound with a guide sheath plus X-ray fluoroscopy; XRF: Bronchoscope under X-ray fluoroscopy.

图2 两组中不同大小病灶的诊断率  
Fig 2 Diagnostic yield of lesions with different sizes in the two groups

成像引导金属活检钳的前进方向及进钳深度,以判断是否到达病灶位置,且对较大的PPL有比较满意的诊断率(50%~80%)<sup>[2]</sup>。2004年Kurimoto等<sup>[9]</sup>首次提出EBUS-GS技术,先在透视引导下将结合引导鞘的超声探头定位到病灶位置,应用环形扫描的超声小探头通过病灶特征性的超声影像判断探头与病灶位置关系,再用活检钳经由引导鞘对病灶做

表2 两组的支气管镜病理诊断及最终诊断结果  
Tab 2 Bronchoscopic diagnoses and final diagnoses in the two groups (n)

Diagnoses	EBUS-XRF group (n=399)	XRF group (n=341)
Bronchoscopic diagnoses (n=578)		
Malignant	301	226
Adenocarcinoma	219	161
Squamous cell carcinoma	53	41
Small cell carcinoma	11	10
Large cell carcinoma	3	1
NSCLC-NOS	7	8
Other	8	5
Benign	23	28
Pneumonia	10	14
Granuloma	11	10
Fungal infection	1	2
Other	1	2
Nondiagnostic (n=162)		
Malignant	59	58
Benign	16	29

NSCLC-NOS: Non-small cell lung cancer (not otherwise specified); EBUS-XRF: Bronchoscope under endobronchial ultrasound with a guide sheath plus X-ray fluoroscopy; XRF: Bronchoscope under X-ray fluoroscopy.

表3 两组不同位置病灶的诊断率  
Tab 3 Diagnostic yield of lesions with different locations in the two groups

Lesion location	EBUS-XRF group (%)	XRF group (%)	P <sup>a</sup>
Right upper lobe	86.3 (101/117)	75.0 (72/96)	<b>0.035</b>
Right middle lobe	80.6 (25/31)	75.0 (12/16)	0.943
Right lower lobe	79.8 (75/94)	73.1 (57/78)	0.300
Left upper lobe	67.6 (50/74)	74.7 (56/75)	0.339
Lingula	93.1 (27/29)	80.0 (16/20)	0.351
Left lower lobe	85.2 (46/54)	73.2 (41/56)	0.123
Total lesions	81.2 (324/399)	74.5 (254/341)	<b>0.028</b>

EBUS-XRF: Bronchoscope under endobronchial ultrasound with a guide sheath plus X-ray fluoroscopy; XRF: Bronchoscope under X-ray fluoroscopy.<sup>a</sup>Pearson  $\chi^2$  test.

精准活检。

已有多篇文献报道EBUS-XRF对比XRF用于<20 mm PPL的诊断率,EBUS-XRF组和XRF组的诊断率分别为57%~86%<sup>[11]</sup>和27%~77%<sup>[2]</sup>。既往报道认为,单独透视引导对于小病灶的诊断效果



不佳<sup>[12-13]</sup>,因为透视成像只可提供低分辨率的支气管成像且仅能呈现肺部的二维成像。一般认为EBUS-GS联用透视对较小的PPL(<20 mm)有诊断优势,但较大的病灶是否有必要联用EBUS-GS,既往的研究中没有给出明确的答复<sup>[7-8]</sup>。本研究通过大样本对比EBUS-GS联合透视与单纯透视引导下TBLB对>20 mm PPL的诊断价值。

在本研究中,EBUS-GS联合透视TBLB对>20 mm PPL的诊断率为81.2%,单独透视TBLB的诊断率为74.5%,均与既往报道相似<sup>[11,14]</sup>。本研究第一次在大样本中发现两类引导技术对较大PPL的诊断率差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。Boonsarngsuk等<sup>[7]</sup>研究显示,EBUS-XRF组诊断率为85.7%(24/28),高于XRF组的72.2%(26/36),但差异无统计学意义。Sánchez-Font等<sup>[8]</sup>对大于30 mm PPL行EBUS-GS联合透视及单独透视引导下的TBLB,诊断率分别为75.0%(30/40)及75.7%(53/70),前者略低于后者。上述两份研究的病例数偏少,容易产生Ⅰ类或Ⅱ类错误而造成结论不一致,本研究通过增加样本数减少误差而得到更为可靠的结论:EBUS-GS联合透视优于单独透视引导活检。

本研究中PPL的直径与EBUS-XRF组的诊断率呈正相关,PPL直径越大,EBUS-XRF组与XRF组的诊断率差异越大,当PPL>70 mm时两组差异更加明显。一般认为对较大的PPL进行TBLB时EBUS-GS的优势并不明显,在本研究中EBUS-XRF组的诊断率高于XRF组且差异有统计学意义,意味着EBUS-GS联合透视引导对较大PPL活检存在优势。类似结果也见于其他研究<sup>[15]</sup>:对>70 mm的病灶,加用现场快速评估(rapid on-site evaluation, ROSE)同样显著改善TBLB的诊断率。出现这种结果的原因可能为,随着PPL体积增加,病灶会推移附近支气管,容易让操作者误认为到达病灶而不再寻找最佳的活检位置,增加了病理阴性的比例,从而导致诊断率下降;若加上确认病灶的手段,如本研究的EBUS-GS或既往研究的ROSE<sup>[15]</sup>,则诊断率会提高。

PPL的位置是影响支气管镜活检阳性率的重要因素<sup>[12,14]</sup>。Asano等<sup>[16]</sup>及Oki等<sup>[6]</sup>研究发现,一种及以上的支气管引导技术(如虚拟导航、EBUS-GS、磁导航等)与透视引导联用,对于右肺上叶的PPL有较高的诊断率,本研究也得出相似结论。呼吸运

动会影响支气管镜操作,但是右肺上叶受到的呼吸波动相较小且几乎不受心跳及心影的影响,使得EBUS-GS联合透视的操作更加流畅,这可能是右肺上叶PPL诊断率显著增加的原因;在引导鞘的引导下,重复活检时活检钳更容易达到病灶处,这可能是EBUS-GS对右肺上叶的病灶诊断率更高的另一个原因。

PPL活检时使用EBUS-GS联合透视引导的理由如下:(1)单独透视引导下TBLB不能保证活检钳每次都能达到病灶位置,结合EBUS-GS后,在超声探头确认病灶位置后,可以通过引导鞘重复活检,活检到的病灶组织量可能更多,利于后续的检查项目<sup>[9,11]</sup>;(2)透视有利于锚定引导鞘位置,避免引导鞘随呼吸运动或重复活检操作而导致的移位,而且在透视的辅助下还可以明确超声探头延伸方向,从而缩短寻找病灶的时间;(3)在安全性方面,引导鞘可以间接压迫活检后的出血点,起到辅助止血的作用,而且对于活检临近胸膜的病灶,透视有利于减少气胸的发生<sup>[17]</sup>;(4)EBUS-XRF组的诊断率高于XRF组,相对于明确病理诊断的必要性,增加的费用有限<sup>[18]</sup>;(5)对经验不足的医师或单位,EBUS-GS联合透视引导可以提供较为稳定且可接受的诊断率<sup>[19]</sup>。

本研究的不足之处在于:(1)虽然样本量较大,但混杂因素较多,且为回顾性研究,数据收集的工作量和难度都比较大;(2)支气管镜检查由8位具有5年以上支气管镜检查经验的呼吸科医师执行,没有进一步分析操作者是否会对支气管镜检查的诊断率产生影响;(3)没有细化PPL与胸膜之间的距离等因素对诊断率的影响。

对于较大的肺外周病灶,EBUS-GS联合透视引导下TBLB与CT引导下经皮肺穿刺的诊断率相似,既往研究显示CT引导下经皮肺穿刺的并发症发生率较高<sup>[20]</sup>。临床需要综合考虑决定活检方式。综上所述,对>20 mm的PPL应用EBUS-GS联合透视引导优于单独透视引导活检,因此EBUS-GS也适用于更大的PPL。

## 参考文献

- [1] GOULD MK, TANG T, LIU IL, *et al.* Recent trends in the identification of incidental pulmonary nodules[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 192(10):1208-1214.

- [ 2 ] RIVERA MP, MEHTA AC, WAHIDI MM. Establishing the diagnosis of lung cancer: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines [J]. *Chest*, 2013, 143(5 Suppl): e142S-e165S.
- [ 3 ] HERTH FJ, ERNST A, BECKER HD. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial lung biopsy in solitary pulmonary nodules and peripheral lesions [J]. *Eur Respir J*, 2002, 20(4): 972-974.
- [ 4 ] ASANO F, ISHIDA T, SHINAGAWA N, *et al*. Virtual bronchoscopic navigation without X-ray fluoroscopy to diagnose peripheral pulmonary lesions: a randomized trial [J]. *BMC Pulm Med*, 2017, 17(1): 184.
- [ 5 ] FOLCH EE, PRITCHETT MA, NEAD MA, *et al*. Electromagnetic navigation bronchoscopy for peripheral pulmonary lesions: one-year results of the prospective, multicenter navigate study [J]. *J Thorac Oncol*, 2019, 14(3): 445-458.
- [ 6 ] OKI M, SAKAI H, ANDO M, *et al*. Ultrathin bronchoscopy with multimodal devices for peripheral pulmonary lesions. A randomized trial [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 192(4): 468-476.
- [ 7 ] BOONSARNGSUK V, RAWHEELERT P, JUTHAKARN S. Endobronchial ultrasound plus fluoroscopy versus fluoroscopy-guided bronchoscopy: a comparison of diagnostic yields in peripheral pulmonary lesions [J]. *Lung*, 2012, 190(2): 233-237.
- [ 8 ] SANCHEZ-FONT A, GIRALT L, VOLLMER I, *et al*. Endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions. A controlled study with fluoroscopy [J]. *Arch Bronconeumol*, 2014, 50(5): 166-171.
- [ 9 ] KURIMOTO N, MIYAZAWA T, OKIMASA S, *et al*. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath increases the ability to diagnose peripheral pulmonary lesions endoscopically [J]. *Chest*, 2004, 126(3): 959-965.
- [ 10 ] LEVIN DC, WICKS AB, ELLIS JH. Transbronchial lung biopsy via the fiberoptic bronchoscope [J]. *Am Rev Respir Dis*, 1974, 110(1): 4-12.
- [ 11 ] ALI MS, TRICK W, BIMBA, *et al*. Radial endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: a systematic review and meta-analysis [J]. *Respirology*, 2017, 22(3): 443-453.
- [ 12 ] BAAKLINI WA, REINOSO MA, GORIN AB, *et al*. Diagnostic yield of fiberoptic bronchoscopy in evaluating solitary pulmonary nodules [J]. *Chest*, 2000, 117(4): 1049-1054.
- [ 13 ] SCHREIBER G, MCCRORY DC. Performance characteristics of different modalities for diagnosis of suspected lung cancer: summary of published evidence [J]. *Chest*, 2003, 123(1 Suppl): 115S-128S.
- [ 14 ] CHECHANI V. Bronchoscopic diagnosis of solitary pulmonary nodules and lung masses in the absence of endobronchial abnormality [J]. *Chest*, 1996, 109(3): 620-625.
- [ 15 ] CHEN CH, CHENG WC, WU BR, *et al*. Improved diagnostic yield of bronchoscopy in peripheral pulmonary lesions: combination of radial probe endobronchial ultrasound and rapid on-site evaluation [J]. *J Thorac Dis*, 2015, 7(Suppl 4): S418-S425.
- [ 16 ] ASANO F, SHINAGAWA N, ISHIDA T, *et al*. Virtual bronchoscopic navigation combined with ultrathin bronchoscopy. A randomized clinical trial [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 188(3): 327-333.
- [ 17 ] KIKUCHI E, YAMAZAKI K, SUKOH N, *et al*. Endobronchial ultrasonography with guide-sheath for peripheral pulmonary lesions [J]. *Eur Respir J*, 2004, 24(4): 533-537.
- [ 18 ] LIZAMA C, SLAVOVA-AZMANOVA NS, PHILLIPS M, *et al*. Implementing endobronchial ultrasound-guided (EBUS) for staging and diagnosis of lung cancer: a cost analysis [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 582-589.
- [ 19 ] EOM JS, MOK JH, KIM I, *et al*. Radial probe endobronchial ultrasound using a guide sheath for peripheral lung lesions in beginners [J]. *BMC Pulm Med*, 2018, 18(1): 137.
- [ 20 ] ZHU J, TANG F, GU Y. A prospective study on the diagnosis of peripheral lung cancer using endobronchial ultrasonography with a guide sheath and computed tomography-guided transthoracic needle aspiration [J]. *Ther Adv Med Oncol*, 2018, 10: 1758834017752269.

(收稿日期: 2019-05-03; 编辑: 段佳)