



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2022.07.004

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2022.07.004>

· 论著 ·

虚拟导航支气管镜联合快速现场细胞学评价 对肺外周病变良、恶性的诊断价值

张天明 王虹 黄晖蓉

【摘要】 目的 探讨虚拟导航支气管镜(VBN)联合快速现场细胞学评价(ROSE)对肺外周病变(PPL)良、恶性的诊断价值。**方法** 根据所行检查不同,将 237 例 PPL 患者分为 VBN + 导向鞘引导的超声支气管镜下经支气管镜肺活检(EBUS-GS-TBLB)组 80 例、VBN + 经支气管镜肺活检(TBLB)组 77 例及 EBUS-GS-TBLB 组 80 例,所有患者均行 ROSE,比较 3 组患者的导航成功率、良、恶性病变诊断率、并发症发生率及 ROSE 诊断阳性率。**结果** VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者导航成功率比较差异有统计学意义(93.8% 比 88.3% 比 88.0%, $\chi^2 = 6.937, P = 0.031$),其中 VBN + EBUS-GS-TBLB 组高于 EBUS-GS-TBLB 组($\chi^2 = 6.632, P = 0.010$)。VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者良、恶性 PPL 的诊断率及 PPL 的总诊断率比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者并发症总发生率比较差异无统计学意义($H = 0.286, P = 0.867$)。237 例患者的 ROSE 结果与病理检查结果的诊断符合率为 82.3%。**结论** VBN、导向鞘引导的超声支气管镜联合 ROSE 对 PPL 有较高的诊断率,ROSE 结果与病理检查结果符合率高,值得临床推广。

【关键词】 肺外周病变; 虚拟导航支气管镜; 快速现场细胞学评价

【中图分类号】 R562.1

【文献标识码】 A

Value of virtual bronchoscopic navigation combined with rapid on-site evaluation for the diagnosis of benign and malignant peripheral lung lesions Zhang TianMing, Wang Hong, Huang Huirong.

Department of Respiratory Medicine, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, China

【Abstract】 Objective To explore the diagnostic value of virtual bronchoscopic navigation(VBN) combined with rapid on-site evaluation(ROSE) for benign and malignant peripheral lung lesions(PPL). **Methods** According to the different examinations performed, 237 patients with PPL were divided into VBN + guided sheath-guided ultrasound bronchoscopic transbronchoscopic lung biopsy(EBUS-GS-TBLB) group(80 cases), VBN + transbronchoscopic lung biopsy(TBLB) group(77 cases) and EBUS-GS-TBLB group(80 cases). All patients underwent ROSE. Navigation success rate, diagnostic rate of benign and malignant lesions, complications incidence and positive diagnostic rate of ROSE were compared among the three groups. **Results** There was significant difference of navigation success rate among patients in VBN + EBUS-GS-TBLB group, VBN + TBLB group and EBUS-GS-TBLB group(93.8% vs. 88.3% vs. 88.0%, $\chi^2 = 6.937, P = 0.031$), with that in VBN + EBUS-GS-TBLB group was higher than EBUS-GS-TBLB group($\chi^2 = 6.632, P = 0.010$). There were no significant differences in diagnostic rate of benign and malignant lesions and overall diagnostic rate among patients in VBN + EBUS-GS-TBLB group, VBN + TBLB group and EBUS-GS-TBLB group($P > 0.05$). There was no significant difference of total complication incidence among patients in VBN + EBUS-GS-TBLB group, VBN + TBLB group and EBUS-GS-TBLB group($H = 0.286, P = 0.867$). The diagnostic compliance rate between ROSE results and pathological examination results was 82.3% in 237 patients. **Conclusion** VBN and guided sheath-guided ultrasound bronchoscopy combined with ROSE have high diagnostic rate for PPL, and the ROSE results is in good agreement with pathological examination results, which is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Peripheral pulmonary lesion; Virtual bronchoscopic navigation; Rapid on-site evaluation

基金项目:甘肃省自然科学基金资助项目(20JR5RA335)

作者单位:730030 兰州,兰州大学第二医院呼吸内科

通讯作者:黄晖蓉, E-mail: huanghr@lzu.edu.cn

肺癌是我国发病率和死亡率最高的恶性肿瘤^[1], GLOBOCAN 2020 数据显示,中国肺癌患者发病率和死亡率分别占全球的 37.0% 和 39.8%^[2],目前通过胸部影像学诊断的肺外周病变(PPL)逐年增加,准确高效的诊断技术是制定治疗方案的关键。肺外周病变的诊断以病理活检为“金标准”,但临床活检取材存在较大困难。经支气管镜肺活检(TBLB)对于肺外周病变的诊断率较低,电视辅助胸腔镜下肺叶切除手术(VATS)是诊断 PPL 的手段之一,其诊断准确率高,但手术创伤大,患者经济负担较重^[3]。常规经支气管针吸活检术长期以来运用于 PPL 的诊断,但其诊断阳性率低^[4]。CT 引导下经皮肺穿刺术(CT-TTNA)是临床诊断 PPL 的常用手段,准确率高,但术后可能存在气胸、咯血、感染等并发症^[5]。支气管内超声引导针吸活检术(EBUS-TBNA)已被美国胸科医师学会推荐为肺癌术前淋巴结分期的重要诊断手段^[6],但在 PPL 的诊断中仍存在局限性,目前未得到充分利用^[7]。既往研究表明,导向鞘引导的超声支气管镜(EBUS-GS)下经支气管镜肺活检(EBUS-GS-TBLB)可明显提高 PPL 的诊断率^[8],同时联合虚拟导航支气管镜(VBN)可有效利用影像学资料将支气管束分割重建,规划目标路径,实现对气管镜的导航,缩短病灶定位时间,减少检查并发症的发生率^[9]。美国胸科医师学会指南推荐使用 EBUS-GS 联合 VBN 进行 PPL 的诊断^[10]。本研究主要探讨 VBN 联合 EBUS-GS-TBLB 相对于 EBUS-GS-TBLB 单独使用是否可提高 PPL 的诊断率及快速现场细胞学评价(ROSE)在电子支气管镜诊断 PPL 良、恶性中的应用价值。

对象与方法

1. 对象:2019 年 1 月~2021 年 3 月就诊于我科的 PPL 患者 237 例。纳入标准:(1)胸部增强 CT 检查结果符合 PPL 诊断;(2)支气管镜检查未见明确病变;(3)最终有明确临床诊断或病理诊断。排除标准:(1)胸部增强 CT 检查提示肺部病灶大小≤8 mm 或为

磨玻璃样结节;(2)支气管镜检查能直接明确诊断;(3)有支气管镜检查禁忌症。根据所行检查不同将患者分为 VBN + EBUS-GS-TBLB 组 80 例、VBN + TBLB 组 77 例及 EBUS-GS-TBLB 组 80 例,3 组患者性别、年龄、肺部病灶大小、病灶位置及超声探头与病灶位置关系比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。本研究经我院伦理委员会批准,所有患者术前均被充分告知检查内容、风险并签署知情同意书。

2. 方法

(1)设备:高清内镜主机,EU-ME1 超声主机,BF-P260F 电子支气管镜(外径 4.0 mm,操作孔道 2.0 mm),小探头驱动器(MAJ-935),环扫超声探头(UM-S20-17S),引导鞘管(K-201),以上设备均为日本 Olympus 公司产品。DirectPath[®]虚拟导航系统(Cybernet System Inc.,Tokyo,Japan);迪夫 A、B 溶液购自珠海贝索生物技术有限公司;磷酸盐缓冲液(PBS),购自广州和为医药科技有效公司。

(2)胸部增强 CT 检查:患者术前需行胸部增强 CT,将影像学数据转为 DICOM 格式,再用 DirectPath[®]虚拟导航系统重建生成虚拟支气管树图像,规划病灶处图像,规划最佳导航路径。

(3)支气管镜操作:根据《成人诊断性可弯曲支气管镜检查术应用指南(2019 年版)》的操作要求在目标病灶处进行活检、刷检及肺泡灌洗等操作。VBN + EBUS-GS-TBLB 组:利用 VBN 系统规划路径位置,使用 BF-P260F 型支气管镜,超声主机连接 UM-S20-17S 超声探头,经工作通道置入带 K-201 引导鞘管的 EBUS 超声探头,到达目标病灶附近利用超声探头观察超声所示图像并调整探头位置,观察超声探头所示病灶图像与支气管的毗邻关系及是否有血管影等,在目标病灶处获得满意超声图像后,固定鞘管退出超声探头,经鞘管进行活检(至少 3 次或获取满意组织块)、刷检及肺泡灌洗术,必要时送微生物学检查;若目标病灶处超声图像不满意,可在支气管镜所到达的末端支气管开口进行肺泡灌洗操作。检查结束后 2~4 h 行胸部

表 1 3 组患者临床资料比较[例,(%)]

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病灶大小(mm)		病灶位置					超声探头与病灶位置关系		
				8~20	21~30	右上叶	右中叶	右下叶	左上叶	左下叶	病灶内	紧邻病灶	病灶之外
VBN + EBUS-GS-TBLB 组	80	46/34	56.96 ± 10.54	33(41.25)	47(58.75)	21(26.25)	6(7.50)	13(16.25)	18(22.50)	22(27.50)	46(57.50)	26(32.50)	8(10.00)
VBN + TBLB 组	77	43/34	57.49 ± 11.34	36(46.75)	41(53.25)	18(23.38)	8(10.39)	16(20.78)	16(20.78)	19(24.68)	-	-	-
EBUS-GS-TBLB 组	80	48/32	57.38 ± 10.19	38(47.50)	42(52.50)	22(27.50)	7(8.75)	14(17.50)	16(20.0)	21(26.25)	44(55.00)	25(31.25)	11(13.75)
χ^2/F 值		0.282	0.103		0.750			1.358				0.538	
P 值		0.868	0.748		0.687			0.995				0.764	

注:因 VBN + TBLB 组患者未行超声支气管镜,直接按导航进行活检,因此无超声探头与病灶位置关系的数据

X 线检查。VBN + TBLB 组:利用 VBN 系统确定路径位置,使用 BF-P260F 型支气管镜,按照导航规划的路径,尽量将支气管镜推送至外周目标支气管,当不能继续前进时,至目标病灶处进行活检、刷检及肺泡灌洗等操作。检查结束后 2 ~ 4 h 行胸部 X 线检查。EBUS-GS-TBLB 组:根据胸部增强 CT 规划目标病灶路径,使用 BF-P260F 型支气管镜,经引导鞘管插入 EBUS 探头进行超声扫描确认病灶位置,获取满意 EBUS 图像后,回撤引导鞘管至距超声所示病灶最大截面 1 cm 左右,或至病灶近端,退出超声探头,经鞘管进行刷检、活检及肺泡灌洗等操作。检查结束后 2 ~ 4 h 行胸部 X 线检查。记录 3 组患者导航完成情况。对未能明确诊断的患者于胸外科行胸腔镜手术明确诊断。

(4)ROSE:根据 2017 年发布的《诊断性介入肺脏病学快速现场评价临床实施指南》中关于 ROSE 细胞学片基快速染色的操作要求,将活检组织标本顺时针轻涂于载玻片进行染色,然后进行镜检,判断病灶活检组织良、恶性,并评估是否终止操作。

(5)病理检查:组织、细胞学标本病理检查结果及 ROSE 结果均由病理科医师判定。组织学或细胞学标本分型采用 2015 年版 WHO 肺肿瘤分类标准诊断。

(6)资料收集:诊断标准为临床及病理诊断,所获标本明确诊断为恶性者定义为阳性;诊断为良性病变(如结核、炎症、结节病等)或不能明确恶性诊断者定义为阴性。支气管镜检查无明确诊断者建议接受 CT 引导下穿刺或胸腔镜手术等方式确诊,拒绝者每 3 个月复查胸部 CT 进行随诊。统计 VBN 联合 EBUS-GS-TBLB 对 PPL 的诊断情况和并发症的发生情况,并分析 ROSE 与病理结果的符合情况。

3. 统计学处理:应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,3 组间比较采用方差分析;计数资料以例数和百分比表示,组间比较用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.3 组患者导航完成情况比较:VBN + EBUS-GS-TBLB 组患者导航失败率为 6.25% (5/80),其中 1 例

患者右上叶尖段病变,因支气管镜无法到达靶病灶,在相邻支气管行刷检。VBN + TBLB 组患者导航失败率为 11.69% (9/77),其中 1 例患者左肺下叶背段病变,因病灶处血管丰富,黏膜触之易出血,存在出血风险,在病灶处行刷检。EBUS-GS-TBLB 组患者导航失败率为 20.00% (16/80),其中 3 例患者因支气管呈瘢痕样狭窄,且支气管黏膜广泛炭沫样物质沉着,考虑出血风险高,故未行进一步操作。VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者导航成功率比较差异有统计学意义(93.8% 比 88.3% 比 88.0%, $\chi^2 = 6.937, P = 0.031$),其中 VBN + EBUS-GS-TBLB 组高于 EBUS-GS-TBLB 组($\chi^2 = 6.632, P = 0.010$),而其余两两比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 组患者良、恶性病变诊断率比较:支气管镜取材结合病理检查结果显示,VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者恶性 PPL 的诊断率分别为 90.77% (59/65)、89.10% (49/55)、86.89% (53/61),3 组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者良性 PPL 的诊断率分别为 73.33% (11/15)、54.55% (12/22)、63.16% (12/19),3 组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组患者 PPL 的总诊断率分别为 87.50% (70/80)、79.22% (61/77)、81.25% (65/80),3 组间及两两比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

3. VBN + EBUS-GS-TBLB 组和 EBUS-GS-TBLB 组恶性病变患者病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系比较:VBN + EBUS-GS-TBLB 组超声探头紧邻病灶的恶性病变患者比例高于 EBUS-GS-TBLB 组($P < 0.05$),其余情况下恶性病变患者比例在两组间比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

4. VBN + EBUS-GS-TBLB 组不同病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系患者恶性病变诊断率比较:VBN + EBUS-GS-TBLB 组不同病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系患者恶性病变诊断率比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

5.3 组患者并发症发生情况比较:VBN + EBUS-

表 2 3 组患者良、恶性病变诊断率比较(例)

组别	例数	恶性病变			良性病变		
		经支气管镜 诊断明确	经支气管镜诊断不明确 但经胸腔镜明确诊断	合计	经支气管镜 诊断明确	经支气管镜诊断不明确 但经胸腔镜明确诊断	合计
VBN + EBUS-GS-TBLB 组	80	59	6	65	11	4	15
VBN + TBLB 组	77	49	6	55	12	10	22
EBUS-GS-TBLB 组	80	53	8	61	12	7	19

表 3 VBN + EBUS-GS-TBLB 组和 EBUS-GS-TBLB 组恶性病变患者病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系比较[例,(%)]											
组别	恶性病变 例数	病灶大小(mm)		病灶位置					超声探头与病灶位置关系		
		8 ~ 20	21 ~ 30	右上叶	右中叶	右下叶	左上叶	左下叶	病灶内	紧邻病灶	病灶之外
VBN + EBUS-GS-TBLB 组	59	23(38.98)	36(61.02)	15(25.42)	4(6.78)	8(13.56)	12(20.34)	20(33.90)	31(52.54)	22(37.29)	6(10.17)
EBUS-GS-TBLB 组	53	24(45.28)	29(54.72)	15(28.30)	3(5.66)	8(15.09)	10(18.87)	17(32.08)	33(62.26)	14(26.42)	6(11.32)
χ^2 值		0.338	0.642	0.054	0.737	0.054	0.064	0.887	0.634	5.027	0.833
P 值		0.561	0.423	0.817	0.391	0.816	0.800	0.346	0.426	0.025	0.361

表 4 VBN + EBUS-GS-TBLB 组不同病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系患者恶性病变诊断率比较[例,(%)]

因素	例数	恶性病变	χ^2 值	P 值
病灶大小(mm)	8 ~ 20	33	23(69.7)	0.477 0.490
	21 ~ 30	47	36(76.6)	
病灶位置	右上叶	21	15(71.4)	5.028 0.284
	右中叶	6	4(66.7)	
	右下叶	13	8(61.5)	
	左上叶	18	12(66.7)	
	左下叶	22	20(90.9)	
超声探头与 病灶位置关系	病灶内	46	31(67.4)	2.553 0.279
	紧邻病灶	26	22(84.6)	
	病灶之外	8	6(75.0)	

GS-TBLB 组患者发生气胸 2 例(2.5%),VBN + TBLB 组患者发生气胸 3 例(3.9%),发生咯血 1 例(1.3%);EBUS-GS-TBLB 组患者发生气胸 3 例(3.75%)。3 组并发症总发生率比较差异无统计学意义($H=0.286$, $P=0.867$)。

6. ROSE 结果与病理检查结果比较:237 例患者的活检标本均行 ROSE,最终 161 例病理诊断为恶性,35 例为良性,41 例诊断不明确,后两者均划分为非恶性。237 例患者的 ROSE 结果与病理检查结果的诊断符合率为 82.3%,Kappa 值为 0.599,ROSE 诊断的灵敏度为 85.7%(95%CI 79.1%~90.5%),特异度为 75.0%(95%CI 63.5%~83.9%),阳性预测值为 87.9%(95%CI 81.5%~92.4%),阴性预测值为 71.3%(95%CI 59.9%~80.5%)。见表 5。

表 5 ROSE 结果与病理检查结果比较(例)			
ROSE 结果	病理检查结果		合计
	恶性	非恶性	
恶性	138	19	157
非恶性	23	57	80
总计	161	76	237

讨 论

目前 PPL 良、恶性的诊断依旧给临床工作带来很大困扰,随着电子支气管镜技术的发展,特别是超声支气管镜在临床的应用,越来越多的研究也聚焦到两者

的对比中,但常规支气管镜对 PPL 的诊断率较低^[11],超声支气管镜在临床的应用则改变了这一现状,特别是径向探头超声支气管镜(R-EBUS)的应用,其通过支气管镜工作通道探针末端使用旋转超声波传感器有助于 PPL 的定位,从而提高 PPL 诊断率^[12]。Jacomelli 等^[13]的研究证实,R-EBUS 对 PPL 的诊断表现出良好的安全特征、较低的并发症发生率及较高的灵敏度,其总体灵敏度为 66.7%,在 R-EBUS 可见的病变中,肿块的灵敏度为 91.7%,结节的灵敏度为 74.1%,并发症主要为气胸和出血。2004 年,Noriaki 等^[14]设计了 EBUS-GS,其在前瞻性试验中证实了 EBUS-GS 诊断 PPL 的能力。Li 等^[15]的研究显示,EBUS-GS-TBLB 对 PPL 的诊断率为 74.4%,对恶性病变的诊断率为 84.4%,而对良性病变的诊断率为 67.4%,并发症主要为咯血,这也证实了 EBUS-GS-TBLB 是一种诊断率更高、并发症更少的 PPL 诊断方式。然而,EBUS 无法导航支气管镜本身,特别是对于 PPL,有 8.0%~20.8%的病例无法达到病变^[14],特别是对于直径较小的病灶。随着支气管外围分支直径的缩小,常规支气管镜无法进入周围肺部区域,对诊断存在一定的限制^[16]。因此,仍需寻求更为准确的方法来提高超声支气管镜对 PPL 的诊断率。

虚拟导航技术主要解决了 PPL 定位不准确的问题,可通过规划的路径让操作者更为顺利地取得病理组织,从而缩短操作时间^[10]。Ishida 等^[16]的一项多中心前瞻性研究将 199 例直径<30 mm 的肺结节患者随机分为 VBN 组和非 VBN 组(NVBN 组),结果显示,VBN 组的诊断率明显高于 NVBN 组(80%比 67%, $P=0.03$)。2013 年 Asano 等^[17]的前瞻性研究纳入了 334 例 PPL 患者,使用外径 2.8 mm 的 UTB,分为 VBN 组和 NVBN 组,结果显示,VBN 组(67.1%)的诊断率高于 NVBN 组(59.9%);亚组分析结果显示,VBN 组右上叶病变的诊断率显著高于 NVBN 组(81.3%比 53.2%, $P=0.004$)。Xu 等^[18]在一项纳入 115 例肺外周结节患者的前瞻性研究中发现,VBN + EBUS 组与 EBUS 组诊断率无明显差异(83.6%比 66.7%, $P=0.419$);对病灶大小<20 mm 的病变,VBN + EBUS 组

诊断率高于 EBUS 组(80.0% 比 53.6%, $P=0.041$); VBN + EBUS 组病灶定位时间短于 EBUS 组[(5.67 ± 2.48) min 比 (8.65 ± 2.23) min, $P=0.015$], 而两组总检查时间和并发症发生率比较差异均无统计学意义。结合以上研究结果, 不难发现使用 VBN 对 PPL 的诊断率似乎并无显著提高, 这与患者病灶大小、病灶性质(实性结节或磨玻璃结节)、病灶内超声探头的位置相关, 但肯定的是, 通过有效的规划路径可缩短手术时间。本研究中, VBN + EBUS-GS-TBLB 组、VBN + TBLB 组、EBUS-GS-TBLB 组对 PPL 的总诊断率分别为 87.5% (70/80)、79.22% (61/77)、81.25% (65/80), 但 3 组间比较差异无统计学意义。VBN + EBUS-GS-TBLB 组超声探头紧邻病灶的恶性病变患者比例高于 EBUS-GS-TBLB 组。同时本研究分析影响 VBN + EBUS-GS-TBLB 组对恶性病变诊断率的因素发现, 不同病灶大小、位置及超声探头与病灶位置关系患者恶性病变诊断率比较差异均无统计学意义, 考虑与本研究纳入的患者数量较少有关, 仍需多中心随机对照研究进一步证实。

ROSE 联合诊断 PPL 的研究越来越受到关注。Maekura 等^[19] 在一项前瞻性研究中证实, VBN 联合 EBUS 对 PPL 的总诊断率为 77.7%, 其中对肺癌的确诊率为 84.2%。以最终病理检查结果为标准, ROSE 的灵敏度为 90.6%, 特异度为 92.3%, 阳性预测值为 96.7%, 阴性预测值为 80.0%。本研究中, 我们也将 ROSE 结果与最终病理检查结果进行比较, 结果显示, 237 例患者的 ROSE 结果与病理检查结果的诊断符合率为 82.3%, ROSE 诊断的灵敏度为 85.7%, 特异度为 75.0%, 阳性预测值为 87.9%, 阴性预测值为 71.3%。ROSE 可达到快速诊断的目的, 对于行支气管镜检查的患者评价取材是否满意、快速明确细胞学类型、指导介入操作即后续标本的处理方案均有益处, 但 ROSE 是否可提高支气管镜活检的诊断阳性率仍值得进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 刘威, 胡轶. 肺癌的诊断[J]. 临床内科杂志, 2020, 37(2): 73-77.
- [2] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries [J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [3] 潘蕾. 虚拟支气管镜导航联合经支气管超声导向鞘引导技术与常

规支气管镜诊断周围型肺癌的临床研究[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2017, 2(10): 124-129

- [4] Mondoni M, Sotgiu G, Bonifazi M, et al. Transbronchial needle aspiration in peripheral pulmonary lesions: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur Respir J, 2016, 48(1): 196-204.
- [5] Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, et al. Deaths and complications associated with respiratory endoscopy: a survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy in 2010 [J]. Respirology (Carlton, Vic), 2012, 17(3): 478-485.
- [6] Schwartz AM, Rezaei MK. Diagnostic surgical pathology in 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): e251S-e262S.
- [7] Ost DE, Ernst A, Lei X, et al. Diagnostic Yield and Complications of Bronchoscopy for Peripheral Lung Lesions. Results of the AQUIRE Registry [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 193(1): 68-77.
- [8] Hayama M, Izumo T, Chavez C, et al. Additional transbronchial needle aspiration through a guide sheath for peripheral pulmonary lesions that cannot be detected by radial EBUS [J]. Clin Respir J, 2017, 11(6): 757-764.
- [9] 方芳, 潘蕾, 薄丽艳, 等. 导向鞘引导的超声支气管镜联合虚拟导航对周围型肺癌的诊断价值 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(6): 472-476.
- [10] Usuda J. Virtual Bronchoscopic Navigation (VBN) and Electromagnetic Navigation System [J]. Kyobu Geka, 2018, 71(10): 843-849.
- [11] 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.
- [12] Chen A, Chenna P, Loisele A, et al. Radial probe endobronchial ultrasound for peripheral pulmonary lesions. A 5-year institutional experience [J]. Ann Am Thorac Soc, 2014, 11(4): 578-582.
- [13] Jacomelli M, Demarzo SE, Cardoso PFG, et al. Radial-probe EBUS for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions [J]. J Bras Pneumol, 2016, 42(4): 248-253.
- [14] 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.
- [15] 李明, 彭爱梅, 张国良, 等. 支气管超声下经引导鞘肺活检术诊断肺周围性病变的价值 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(1): 36-40.
- [16] Ishida T, Asano F, Yamazaki K, et al. Virtual bronchoscopic navigation combined with endobronchial ultrasound to diagnose small peripheral pulmonary lesions: a randomised trial [J]. Thorax, 2011, 66(12): 1072-1077.
- [17] 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.
- [18] Xu C, Yuan Q, Wang Y, et al. Usefulness of virtual bronchoscopic navigation combined with endobronchial ultrasound guided transbronchial lung biopsy for solitary pulmonary nodules [J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(7): e14248- e14248.
- [19] Maekura T, Sugimoto C, Tamiya A, et al. Combination of virtual bronchoscopic navigation, endobronchial ultrasound, and rapid on-site evaluation for diagnosing small peripheral pulmonary lesions: a prospective phase II study [J]. J Thorac Dis, 2017, 9(7): 1930-1936.

(收稿日期: 2021-11-30)

(本文编辑: 周三凤)