

DOI: 10.12235/E20240368

文章编号: 1007-1989 (2025) 05-0072-08

技术创新·论著

手绘导航技术对经支气管镜腔内超声肺外周病变 确诊率的影响*

邬盛昌¹, 倪飞华², 段婷³, 邵方淳¹

[1.浙江省人民医院(杭州医学院附属人民医院) 肿瘤中心(呼吸与危重症医学科), 浙江 杭州 310014; 2.浙江大学医学院附属第二医院 健康管理中心, 浙江 杭州 310009; 3.浙江省人民医院(杭州医学院附属人民医院) 病理科, 浙江 杭州 310014]

摘要: **目的** 探讨手绘导航技术对经支气管镜腔内超声(EBUS)肺外周病变的超声到达率和确诊率的影响。**方法** 连续纳入该院肺外周病变患者105例, 根据不同导航方法, 将患者分为手绘导航-EBUS组($n=71$)与传统-EBUS组($n=34$)。收集两组患者年龄、性别、病灶影像学特点(密度、位置、有无支气管充气征)、活检次数和最终诊断等临床资料, 分析EBUS到达率和确诊率及其影响因素。**结果** 手绘导航-EBUS组的EBUS到达率明显高于传统-EBUS组。当病灶 >20 mm且 ≤ 30 mm时, 手绘导航-EBUS组确诊率明显高于传统-EBUS组。多因素Logistic回归分析显示, 病灶 >20 mm ($P=0.042$)和病灶位于 ≤ 5 级支气管 ($P=0.005$)是影响手绘导航-EBUS确诊率的有利因素。**结论** 手绘导航技术可以明显提高EBUS肺外周病变的超声到达率和确诊率。

关键词: 手绘导航; 肺外周病变; EBUS到达率; EBUS确诊率

中图分类号: R563

Improvements in diagnosing peripheral lung lesions with a hand-drawn bronchial map by endobronchial ultrasonography*

Wu Shengchang¹, Ni Feihua², Duan Ting³, Shao Fangchun¹

[1. Cancer Center (Department of Pulmonary and Critical Care Medicine), Zhejiang Provincial People's Hospital (People's Hospital of Hangzhou Medical College), Hangzhou, Zhejiang 310014, China; 2. Medical Health Management Center, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou, Zhejiang 310009, China; 3. Department of Pathology, Zhejiang Provincial People's Hospital (People's Hospital of Hangzhou Medical College), Hangzhou, Zhejiang 310014, China]

Abstract: Objective To evaluate whether the hand-drawn bronchial map can increase the endobronchial ultrasonography (EBUS) detection rate and the diagnosis rate for peripheral lung lesions. **Methods** We retrospectively analyzed 105 patients and divided them into hand-drawn navigation-EBUS group ($n=71$) and traditional navigation-EBUS group ($n=34$) according to different navigation methods. Collect case data on age, gender, lesion imaging characteristics (density, location, presence or absence of bronchial inflation sign), biopsy frequency, and final diagnosis from two groups of patients, and analyze the EBUS arrival rate, diagnosis rate, and influencing factors. **Results** Compared to that in the traditional navigation-EBUS group, the EBUS detection rate in the hand-drawn navigation-EBUS group was significantly higher. When lesions were >20 mm and ≤ 30 mm, the

收稿日期: 2024-06-26

* 基金项目: 浙江省基础公益研究计划项目 (No: LGF20H010008)

diagnosis rate in the hand-drawn navigation-EBUS group was significantly higher than that in the traditional navigation-EBUS group. Multivariate Logistic regression analysis showed that lesions > 20 mm ($P = 0.042$) and bronchial generation of lesions ≤ 5 th generation ($P = 0.005$) were favorable factors affecting the diagnosis rate of hand-drawn navigation-EBUS. **Conclusion** A hand-drawn bronchial map greatly increases the EBUS detection rate and diagnostic yield of bronchoscopy for peripheral lung lesions.

Keywords: hand-drawn bronchial map; peripheral lung lesions; endobronchial ultrasonography (EBUS) detection rate; EBUS diagnostic rate

随着体检时低剂量胸部CT的普及, 肺外周病变越来越多地被发现。肺外周病变常见的疾病包括: 早期肺癌、良性肿瘤、结核球、隐球菌病、曲霉结节和普通炎性结节等, 其诊断一直是困扰临床医生的难题。获得病理诊断是确诊这些肺外周病变的重要方式之一, 但如何精准到达病灶, 并能够获得足够的取材, 是诊断的前提。支气管镜检查因具有损伤较少和阳性率较高等优点, 已成为肺部疾病诊断的重要方式之一。如何引导支气管镜正确到达病灶位置, 是诊断过程中的主要难题之一。目前, 最主要的导航方式包括: 虚拟导航支气管镜 (virtual navigation bronchoscope, VNB)、电磁导航支气管镜 (electromagnetic navigation bronchoscope, ENB)^[1]和C臂CT等^[2-3]。但上述方式都需要昂贵设备, 不适合在基层医院开展^[4]。此外, 经支气管镜腔内超声 (endobronchial ultrasonography, EBUS) 虽然有一定的导航作用, 但其更多的作用是到达相应部位后对病灶进行确认, 从而告诉术者是否已经到达病灶, 并不是

指导术者如何到达病灶。手绘导航技术只需基于薄层胸部CT即可进行, 越来越受到支气管镜操作医生的重视, 但其是否可以提高确诊率, 以及影响确诊率的因素, 仍尚未明确。本研究探讨手绘导航技术对肺外周病变EBUS到达率和确诊率的影响, 以及影响确诊率的危险因素, 旨在为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

连续纳入2019年1月—2020年1月浙江省人民医院肺外周病变患者105例 (伦理批号: 2019KY336), 根据不同导航方法, 将患者分为手绘导航-EBUS组 ($n = 71$) 与传统-EBUS组 ($n = 34$)。手绘导航-EBUS组, 男47例, 女24例; 传统-EBUS组中, 男22例, 女12例。两组患者性别、年龄、病理类型、活检次数、病灶位置和病灶大小比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表1。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	年龄/岁	病理类型 例(%)		活检次数/次	病灶大小/mm
		恶性	良性		
手绘导航-EBUS组 ($n = 71$)	62.30±12.07	44(61.97)	27(39.03)	4.11±1.64	22.78±8.06
传统-EBUS组 ($n = 34$)	58.82±14.21	21(61.76)	13(38.24)	4.84±1.79	24.50±9.36
t/χ^2 值	1.31 [†]	0.20		-1.90 [†]	1.59 [†]
P 值	0.231	0.658		0.062	0.211

组别	性别 例(%)		病灶位置 例(%)		
	男	女	右上叶/左固有上叶	右中叶/左舌叶	右下叶/左下叶
手绘导航组 ($n = 71$)	47(66.20)	24(33.80)	35(49.30)	12(16.90)	24(33.80)
非导航组 ($n = 34$)	22(64.71)	12(35.29)	21(61.76)	6(17.65)	7(20.59)
t/χ^2 值	0.02		2.04		
P 值	0.880		0.361		

注: †为 t 值。

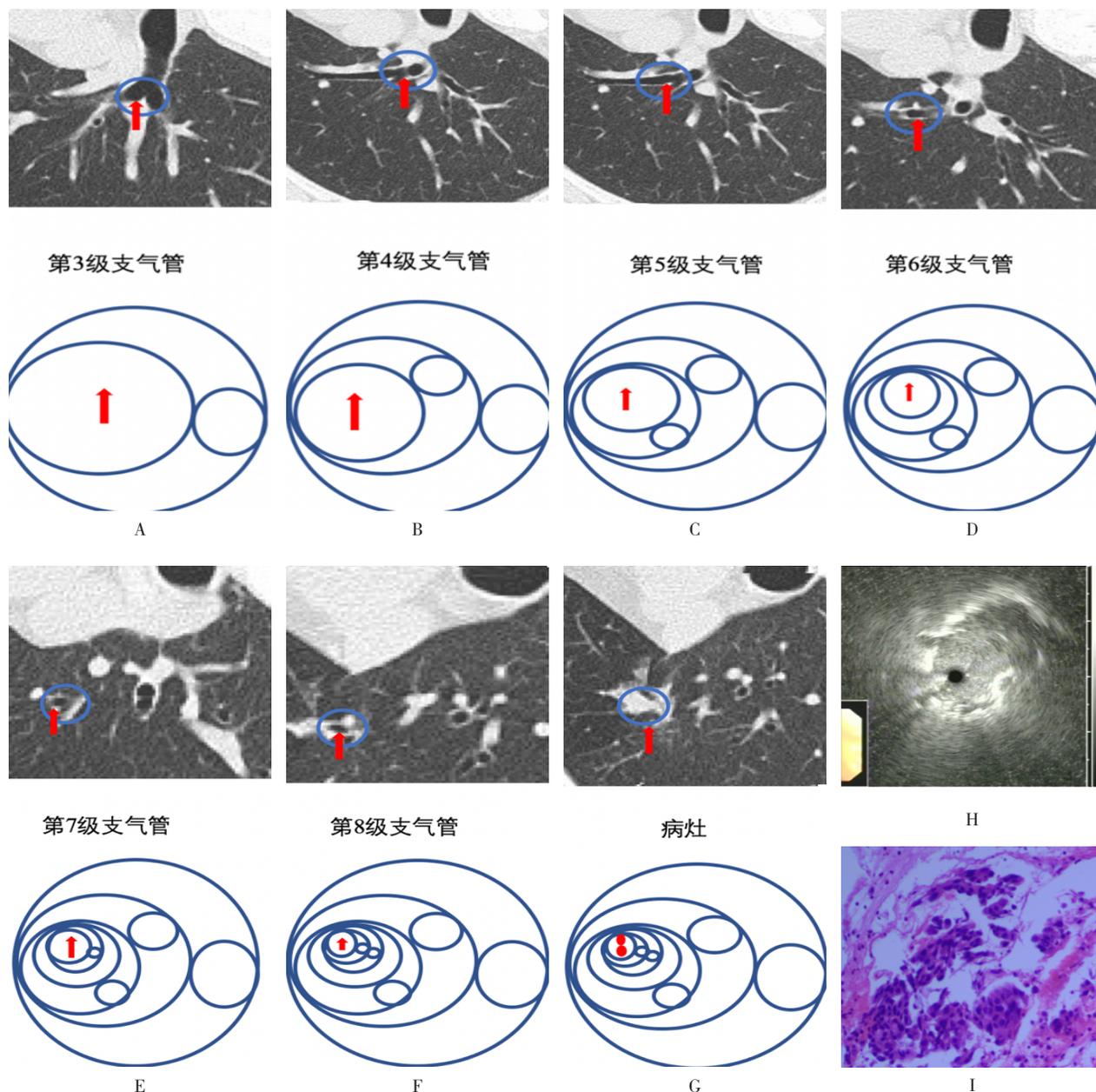
纳入标准：年龄 > 18 岁；性别不限；胸部 CT 提示肺外周病变；支气管镜下病灶不可见。排除标准：长期使用抗凝等相关禁忌药物，且无法暂停者；无法耐受气胸和出血等相关风险者；因心肺功能和脊柱畸形等原因无法行支气管镜检查者。

1.2 方法

1.2.1 操作设备 超声主机（生产厂家：奥林巴

斯，型号：EU-M30）、超声探头（生产厂家：奥林巴斯，型号：UM-S20-17S，直径：1.7 mm，频率：20 MHz）和支气管镜（生产厂家：奥林巴斯，型号：BF-P-260/BF-Q-290，工作孔道：2.0 mm）。

1.2.2 手绘导航-EBUS 步骤 手绘导航图绘制全过程一般在 5~10 min 内完成。见图 1。根据胸部 CT 仔细观察目标病灶，并确定目标支气管。确定目标支



A：第3级支气管；B：第4级支气管；C：第5级支气管；D：第6级支气管；E：第7级支气管；F：第8级支气管；G：病灶；H：EBUS探及病灶；I：病理检查方法（HE染色×400）。

图1 右肺上叶手绘导航-EBUS 步骤

Fig.1 Right upper lobe hand-drawn navigation-EBUS steps

气管的原则:是否进入病灶,气道有无截断,所处气道级数是否最少。若无法同时满足上述条件,则选择尽可能多地满足上述条件的气道,以找到最佳路径。按中央气道(叶、段气道)-目标支气管-病灶顺序,绘制手绘导航路径图(注意每层分叉气道开口大小和相对位置等细节)。根据术前手绘导航路径图,行支气管镜操作,以到达导航目标支气管。在此过程中,可能出现直视下气道开口分布与手绘导航不符的情况。此时,可根据实际情况重新阅读胸部CT,对手绘导航路径图进行修正。将径向超声送至目标亚段支气管直至目标病灶,反复2次,以确认是否能探及病灶。探及超声图像符合CT病灶密度改变时,可初步判断超声探查成功,若无法探及,则判定为超声探查失败。退出超声探头,完成经支气管肺活检、刷检和灌洗。所有行支气管镜操作的医生,均具有7年以上支气管镜操作经验,以及手绘导航操作3年以上经验。

1.2.3 诊断建立 1) 诊断建立:肿瘤性疾病,均需得到明确病理结果;感染性疾病,病理符合感染性疾病病理表现(急性期见中性粒和淋巴等炎症细胞,后期见机化等表现),肺泡灌洗获得相应病原菌,影像学符合病原菌诊断,同时相应抗感染治疗后患者好转;非肿瘤非感染性疾病,病理符合相应疾病病理表现,遵循各自诊断标准;2) 经支气管镜肺活检或支气管肺泡灌洗等方式无法确诊的病例,需要通过经皮肺穿刺活检或行外科手术等方式明确诊断;3) 病理确诊病例,可判为支气管镜下确诊病例;4) 由两位医生独立判断EBUS图像,对于符合疾病表现者,可判为EBUS到达病例。

1.3 观察指标

1.3.1 主要观察指标 肺外周病变确诊率。确诊率=支气管镜下确诊病例数/入组病例数 $\times 100.00\%$ 。

1.3.2 次要观察指标 肺外周病变EBUS到达率。EBUS到达率=EBUS探查成功病例数/入组病例数 $\times 100.00\%$ 。

1.3.3 观察指标 包括:年龄、性别、病理结果、病灶大小、病灶位置、是否存在支气管征和活检次数等。

1.4 统计学方法

选用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。计量资

料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,比较用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较用 χ^2 检验;采用单因素分析和多因素Logistic回归模型,分析影响手绘导航-EBUS确诊率的独立危险因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病理结果

65例(61.90%)为恶性疾病。其中,腺癌40例(38.10%),鳞癌5例(4.76%),未分化型非小细胞肺癌13例(12.38%),小细胞癌5例(4.76%),转移癌2例(1.90%)。40例(38.10%)患者为良性疾病,包括:细菌感染21例(20.00%),结核感染9例(8.57%),机化性肺炎5例(4.76%),真菌感染4例(3.81%),肺囊肿1例(0.95%)。通过支气管镜下确诊病例为63例。其中,恶性病变35例,良性病变28例。

2.2 两组患者EBUS确诊率和到达率比较

2.2.1 主要研究终点 虽然手绘导航组-EBUS组的总体确诊率无明显提高,但是进一步亚组分析显示:当 $30\text{ mm}\geq$ 病灶 $>20\text{ mm}$ 时,手绘导航组-EBUS的确诊率明显高于传统-EBUS组($P=0.032$)。见表2。

2.2.2 次要研究终点 手绘导航-EBUS组的EBUS到达率明显高于传统-EBUS组(83.10%和58.82%, $P=0.007$),手绘导航-EBUS组探及病灶中央者为38例(64.41%,38/59),探及偏心者为21例(35.59%,21/59)。见表3。

2.3 影响手绘导航-EBUS确诊率的单因素分析

单因素分析结果显示,病灶 $>20\text{ mm}$ 、实性结节、病灶位于右上叶/右中叶/左下叶、病灶中气道截断和病灶位于 ≤ 5 级支气管与手绘导航-EBUS的确诊率有关。这些因素影响手绘导航-EBUS的确诊率,是手绘导航-EBUS确诊率的有利因素。见表4。

2.4 影响手绘导航-EBUS确诊率的多因素Logistic分析

将单因素分析中差异有统计学意义的因素纳入多因素Logistic回归分析,结果显示,病灶 $>20\text{ mm}$ 和病灶位于 ≤ 5 级支气管是影响手绘导航-EBUS确诊率的有利因素。见表5。

表2 两组患者疾病确诊率比较

Table 2 Comparison of disease diagnosis rates between the two groups

组别	确诊率 例(%)	病灶大小亚组确诊率/%		
		≤ 20 mm	>20 mm 且 ≤ 30 mm	> 30 mm
手绘导航-EBUS组(n = 71)	47(66.20)	50.00(19/38)	80.77(21/26)	100.00(7/7)
传统-EBUS组(n = 34)	16(47.06)	23.07(3/13)	45.45(5/11)	80.00(8/10)
χ^2 值	3.51	2.86	4.61	1.58
P值	0.061	0.091	0.032	0.208

表3 两组患者EBUS到达率比较

Table 3 Comparison of EBUS arrival rates between the two groups

组别	EBUS到达率 例(%)	超声探及中央/%	超声探及偏心/%
手绘导航-EBUS组(n = 71)	59(83.10)	64.41(38/59)	35.59(21/59)
传统-EBUS组(n = 34)	20(58.82)	80.00(16/20)	20.00(4/20)
χ^2 值	7.27		
P值	0.007		

表4 影响手绘导航-EBUS确诊率的单因素分析

Table 4 Univariate analysis of the factors affecting diagnosis rate of hand-drawn navigation-EBUS

影响因素	确诊率 例(%)	χ^2 值	P值
性别			
男(n = 47)	28(59.57)	2.73	0.099
女(n = 24)	19(79.17)		
病灶大小			
≤20 mm(n = 38)	19(50.00)	9.59	0.002
> 20 mm(n = 33)	28(84.85)		
病灶密度			
实性结节(n = 58)	43(74.14)	8.93	0.003
非实性结节(n = 13)	4(30.77)		
病灶位置			
右下叶/左上叶(n = 35)	17(48.57)	9.58	0.002
右上叶/右中叶/左下叶(n = 36)	30(83.33)		
病灶和气道关系			
截断(n = 41)	33(80.49)	8.86	0.003
未截断(n = 30)	14(46.67)		
内部有无支气管征			
有(n = 42)	30(71.43)	1.29	0.262
无(n = 29)	17(58.62)		
支气管级数			
≤第5级(n = 41)	35(85.37)	15.93	0.000
> 第5级(n = 30)	12(40.00)		
病理类型			
恶性(n = 44)	28(63.64)	0.34	0.560
良性(n = 27)	19(70.37)		

表5 影响手绘导航-EBUS确诊率的多因素Logistic回归分析
Table 5 Multivariate Logistic regression analysis of the factors affecting diagnosis rate of hand-drawn navigation-EBUS

影响因素	B	SE	Wald χ^2 值	\hat{OR}	95%CI	P值
病灶 > 20 mm	-1.512	0.744	4.123	0.221	0.051~0.949	0.042
实性结节	-1.168	0.809	2.084	0.311	0.064~1.519	0.149
病灶位于右下叶/右中叶/左上叶	1.179	0.679	3.017	3.251	0.860~12.295	0.082
病灶中气道截断	-0.432	0.708	0.373	0.649	0.162~2.599	0.541
病灶位于 ≤ 5级支气管	-1.852	0.666	7.738	0.157	0.043~0.579	0.005

3 讨论

3.1 经皮肺活检的临床应用效果

目前, 肺外周病变的内科取材方式主要分为经皮和经支气管镜两种。经皮肺活检可以经CT或经B超引导。EZENAGU等^[5]对1 063例行CT引导下经皮肺穿刺活检患者进行分析, 结果显示, 该方法具有较高的诊断效能。经皮肺活检具有操作简单和诊断率高等优势, 已成为临床用于肺结节诊断的重要方式之一。但该方法仍有局限性: 1) 病灶位置对诊断结果影响较大, 如: 受呼吸活动影响较大的下肺病灶、被骨骼(肩胛骨和肋骨)遮盖的病灶和靠近大血管的病灶, 均可能影响穿刺的诊断率; 2) 病灶大小和性质也会对结果产生影响, 病灶体积较小、存在坏死和为磨玻璃密度等因素均会影响最终的诊断率。经皮肺活检较经支气管镜下活检更易发生并发症。其中, 气胸^[6]和出血^[7]是最常见并发症, 尤其对于非胸膜下病灶更为明显。其他并发症还包括: 感染、空气栓塞和针道转移等^[2-8]。

3.2 各种导航技术辅助经支气管镜下肺活检的优缺点

对于病灶离胸壁较远, 经皮肺穿刺活检有困难或不能耐受气胸等风险的患者, 经支气管镜下肺活检是首选的诊断方式。肺中央型病变支气管镜下大多可直视, 而肺外周病灶多无法直视, 这时, 如何精准到达病灶, 成为决定诊断效能的关键。目前, 气道内超声、X线引导、VNB和ENB是常用的导航方式。但前两种方式的作用主要在于判断是否到达病灶, 无法直接形成导航路径到达目标病灶。VNB和ENB是目前对于肺外周结节路径导航最有效的方式。VNB是一种基于CT三维成像技术, 通过图像识别建立虚拟支气管路径, 从而引导支气管镜到达目标病灶进行活检

的技术^[9-10]。VNB对病灶定位的精确度明显优于传统支气管镜检查, 其可较好地解决定位难和操作时间久等问题。MATSUMOTO等^[11]研究显示, VNB可以更快捷和准确地诊断肺外周病变。但VNB仍存在一些不足: 1) 需要专门的设备, 若本单位未配备, 则无法顺利开展; 2) 对于小于3 mm的气道, 支气管树直径变化明显时, 如: 扭曲和突然狭窄等, 都可能造成重建失败或出现偏差等问题。ENB是一种以电磁定位技术为基础, 结合虚拟支气管镜和三维CT成像的新一代支气管镜检查技术, 其优势在于: 可实时导航, 且可到达更远端的肺外周病变处^[12]。但为了减少咳嗽及对呼吸的影响, 多数患者需行全身麻醉, 且设备费用高, 大大地限制了应用范围^[13]。

3.3 手绘导航技术的优势

手绘导航技术是一种基于胸部薄层CT的病灶路径绘制技术, 可将胸部CT横断面图像逐层追溯, 建立各级气道与到达目标病灶之间的关系, 并绘制成路径图, 从而指导经支气管镜下肺活检操作的技术^[14]。BAE等研究^[15]显示, VNB与手绘导航技术相比, 仅能缩短一定的操作时间, 但诊断率并无明显差异。与目前主流的导航定位方式相比, 该技术最大优势为: 1) 其是基于呼吸内科医生最熟悉的胸部CT阅读, 易于入门; 2) 对于医院科室来说, 不需添加额外的设备, 仅需日常可完成薄层扫描(2 mm及以下)的胸部CT即可; 3) 对于患者本身, 不需额外增加支出, 仅需承担完成一次普通支气管镜下肺活检费用; 4) 最大获益群体为基层医生, 且不局限于基层医生, 对于有较先进导航设备的上级单位, 也可辅以该技术, 来避免时常会出现的导航规划路径错误、无法提取正确路径、设备不能使用和患者无法承担较高费用等问题; 5) 该技术虽然易于入门, 但是可能需

要反复训练,达到熟练建立起胸部CT与支气管镜下对应空间结构的能力,才能熟练掌握,乃至精通该项技术。

3.4 影响手绘导航-EBUS确诊率的因素

本研究显示,手绘导航-EBUS组的超声到达率明显高于传统-EBUS组(83.10%和58.82%, $P=0.007$),且其探查到偏心病灶的比例也更高。手绘导航技术可以明显提高20~30 mm的肺外周病变诊断阳性率。本研究患者分布特点中,两组病灶整体大小虽无统计学差异,但是,进一步对两组病灶大小分层分析发现,手绘导航组 ≤ 20 mm病灶的患者比例更高,而传统组 > 30 mm病灶的患者比例更高,故笔者对确诊率进行了分层分析。当病灶 > 30 mm时,两组都获得了极高的确诊率,虽然手绘导航-EBUS组的确诊率高于传统-EBUS组(100.00%和80.00%),但统计学上未出现明显差异。而当病灶为 >20 mm且 ≤ 30 mm时,本研究显示,手绘导航-EBUS组可明显提高肺外周病变的确诊率($P=0.032$)。当病灶 ≤ 20 mm时,手绘导航-EBUS组确诊率同样高于传统-EBUS组(50.00%和23.07%),但两者并无统计学差异($P=0.091$),考虑可能和该亚组样本量较小有关,未来需进一步扩大样本量,以探讨手绘导航-EBUS是否能提高这部分病灶的确诊率。手绘导航技术对于难度更高的偏心病灶探查率及 ≤ 30 mm的病灶确诊率,更有优势。

不同性质病变诊断是否会影响支气管镜下疾病诊断率,目前尚仍无定论。良性疾病还是恶性疾病是否会获得更高的诊断率,不同研究仍有不同结论^[15-16]。在本研究中,病灶良恶性对于支气管镜下确诊率并无明显差异($P=0.560$),考虑这可能与本研究纳入的病种类型有关。经支气管镜肺活检术诊断肺部疾病的难点在于:非感染非肿瘤性疾病(如:间质性肺疾病、淋巴瘤等)。而本研究纳入的疾病主要为肺癌和感染性疾病,故此时只要通过经支气管镜肺活检就可以到达病灶,保持较高的确诊率。因此,病灶良恶性的确诊率并无明显区别。

本研究多因素分析显示,病灶 > 20 mm($P=0.042$),以及病灶位于 ≤ 5 级支气管($P=0.005$)是影响手绘导航-EBUS组确诊率的有利因素。既往研究对于内镜下肺外周病变诊断的影响因素包括:支气管征^[17]、病理类型^[18]、非上叶病灶和吸烟史^[19]等。

然而,本研究显示,对于确诊率的影响,取决于病灶本身特征及病灶位置这两类因素。而病灶本身特征中最主要的因素是病灶大小,与其密度、支气管充气征和是否截断并无统计学差异。而病灶位置特点中,病灶所在支气管级数最为关键,与病灶所在支气管叶段的位置无关。

3.5 本研究的局限性

本研究为单中心研究,未将手绘导航-EBUS与VBN和ENB等进行比较,且纳入的样本量较少。有待未来进一步扩大样本量行前瞻性、多中心的研究进行佐证。

综上所述,手绘导航技术可以明显提高EBUS肺外周病变超声到达率和确诊率,且性价比高,值得临床应用。

参考文献:

- [1] ZHANG S L, GUO F L, WANG H J, et al. Comparative analysis of electromagnetic navigation bronchoscopy versus computed tomography-guided lung puncture for the sampling of indeterminate pulmonary nodules in the middle of an anatomic lung segment: a cohort study[J]. Thorac Cancer, 2023, 14(2): 149-155.
- [2] ZHANG J S, CHEN E G, XU S, et al. Virtual bronchoscopic navigation with intraoperative cone-beam CT for the diagnosis of peripheral pulmonary nodules[J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 146.
- [3] ZENG C X, YANG G, WEI L, et al. Accurate and non-invasive localization of multi-focal ground-glass opacities via electromagnetic navigation bronchoscopy assisting video-assisted thoracoscopic surgery: a single-center study[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1255937.
- [4] ZHANG Z H, ZHANG J B, CHEN X, et al. Comparison of efficacy and safety of different guided technologies combined with ultrathin bronchoscopic biopsy for peripheral pulmonary lesions[J]. Clin Respir J, 2024, 18(10): e70012.
- [5] EZENAGU O C, GABRIEL G E, SAHA S P. Computed tomography (CT)-guided needle biopsy of lung lesions: a single center experience[J]. Healthcare (Basel), 2024, 12(13): 1260.
- [6] DENG X B, XIE L, ZHU H B, et al. The nodule-pleura relationship affects pneumothorax in CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy: avoiding to cross pleural tail sign may reduce the incidence of pneumothorax[J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 490.
- [7] ZHOU S Q, LUO F, LI K, et al. Association between needle track bleeding and postoperative immediate pneumothorax in CT-guided percutaneous transthoracic lung biopsies: a cross-sectional study[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 18811.

- [8] RYAN T, RUTH M D, TROTMAN-DICKENSON B, et al. Frequency and severity of pulmonary hemorrhage in patients undergoing percutaneous CT-guided transthoracic lung biopsy: single-institution experience of 1 175 cases[J]. *Radiology*, 2016, 279(1): 287-296.
- [9] ZHENG X X, ZHONG C H, XIE F F, et al. Virtual bronchoscopic navigation and endobronchial ultrasound with a guide sheath without fluoroscopy for diagnosing peripheral pulmonary lesions with a bronchus leading to or adjacent to the lesion: a randomized non-inferiority trial[J]. *Respirology*, 2023, 28(4): 389-398.
- [10] JIANG S, XIE F F, MAO X W, et al. The value of navigation bronchoscopy in the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: a Meta-analysis[J]. *Thorac Cancer*, 2020, 11(5): 1191-1201.
- [11] MATSUMOTO Y, IZUMO T, SASADA S, et al. Diagnostic utility of endobronchial ultrasound with a guide sheath under the computed tomography workstation (ziostation) for small peripheral pulmonary lesions[J]. *Clin Respir J*, 2017, 11(2): 185-192.
- [12] KIM Y W, KIM H J, YOON S H, et al. Evaluation of the synergistic impact of needle and forceps biopsy with electromagnetic navigation bronchoscopy: the confident-ENB trial design[J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 319.
- [13] RICKETS W, LAU K K W, POLLIT V, et al. Exploratory cost-effectiveness model of electromagnetic navigation bronchoscopy (ENB) compared with CT-guided biopsy (TTNA) for diagnosis of malignant indeterminate peripheral pulmonary nodules[J]. *BMJ Open Respir Res*, 2020, 7(1): e000595.
- [14] KURIMOTO N, MURAYAMA M, YOSHIOKA S, et al. Analysis of the internal structure of peripheral pulmonary lesions using endobronchial ultrasonography[J]. *Chest*, 2002, 122(6): 1887-1894.
- [15] BAE S, LIM S, AHN J J, et al. Diagnosing peripheral lung lesions using endobronchial ultrasonography with guide sheath: a prospective registry study to assess the effect of virtual bronchoscopic navigation using a computed tomography workstation[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(17): e19870.
- [16] SUN X Y, CHEN H, LI S, et al. Value of ultrathin bronchoscope in improving the endobronchial ultrasound localization rate and diagnosing peripheral pulmonary nodules by cryobiopsy[J]. *BMC Pulm Med*, 2024, 24(1): 439.
- [17] LEE K M, LEE G, KIM A, et al. Clinical outcomes of radial probe endobronchial ultrasound using a guide sheath for diagnosis of peripheral lung lesions in patients with pulmonary emphysema[J]. *Respir Res*, 2019, 20(1): 177.
- [18] DHILLON S S, HARRIS K. Bronchoscopy for the diagnosis of peripheral lung lesions[J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9(Suppl 10): s1047-s1058.
- [19] OST D E, ERNST A, LEI X D, 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.

(吴静 编辑)

本文引用格式:

邬盛昌, 倪飞华, 段婷, 等. 手绘导航技术对经支气管镜腔内超声肺外周病变确诊率的影响[J]. *中国内镜杂志*, 2025, 31(5): 72-79.

WU S C, NI F H, DUAN T, et al. Improvements in diagnosing peripheral lung lesions with a hand-drawn bronchial map by endobronchial ultrasonography[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2025, 31(5): 72-79. Chinese