

经支气管针吸活检术联合建隧活检在临床中的应用价值

徐可燚¹, 曹新娜², 徐龙辉¹, 倪广帅¹, 王法腾¹, 李 钊^{3*}

¹济宁医学院临床医学院(附属医院), 山东 济宁

²济宁医学院附属医院呼吸内镜室, 山东 济宁

³济宁医学院附属医院呼吸与危重症医学科, 山东 济宁

收稿日期: 2025年1月18日; 录用日期: 2025年2月11日; 发布日期: 2025年2月21日

摘 要

目的: 探讨经支气管针吸活检术联合建隧活检在临床中的应用价值。方法: 回顾性分析济宁医学院附属医院呼吸与危重症学科在2023年1月至2024年10月期间胸部CT/胸部增强CT示有肺门/纵隔淋巴结肿大和(或)肺周围病变的病例患者的临床资料分3组, 53例行C-TBNA检查的患者为1组、31例行C-TBNA联合建隧活检检查的患者为2组、324例行EBUS-TBNA检查的患者为3组, 收集上述3组患者的病理学检查结果、穿刺部位, 计算敏感度、特异度、准确率。结果: 行C-TBNA诊断的敏感度为79%, 特异度为100%, 诊断准确率为80.8%; 行C-TBNA联合建隧活检诊断的敏感度为95.4%, 特异度100%, 准确率96.7%; 行EBUS-TBNA诊断的敏感度为93.5%, 特异度100%, 准确率95%; 3组准确率相比差异有统计学意义($\chi^2 = 11.532, P = 0.002, P < 0.05$)。1组与2组($P = 0.045, P < 0.05$)及1组与3组($P = 0.001, P < 0.05$)准确率相比有统计学差异, 但2组与3组的准确率无统计学差异($P = 1.00, P > 0.05$)。结论: C-TBNA联合建隧活检诊断率高于C-TBNA, 且不劣于EBUS-TBNA相比, 该项技术可以用于纵隔和肺门淋巴结的诊断评估。

关键词

经支气管针吸活检术, 建隧活检, 经支气管镜超声引导针吸活检术

The Application Value of Transbronchial Needle Aspiration Biopsy Combined with Tunnel Biopsy in Clinical Practice

Keyi Xu¹, Xinna Cao², Longhui Xu¹, Guangshuai Ni¹, Fateng Wang¹, Zhao Li^{3*}

¹School of Clinical Medicine (Affiliated Hospitals), Jining Medical University, Jining Shandong

²Bronchoscope Unit, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining Shandong

³Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining Shandong

*通讯作者。

文章引用: 徐可燚, 曹新娜, 徐龙辉, 倪广帅, 王法腾, 李钊. 经支气管针吸活检术联合建隧活检在临床中的应用价值[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(1): 478-485. DOI: 10.12677/jcpm.2025.41071

Abstract

Objective: To investigate the clinical value of transbronchial needle aspiration biopsy combined with tunnel biopsy. **Methods:** A retrospective analysis was performed for the clinical data of patients with hilar/mediastinal lymphadenopathy and/or peripulmonary lesions on chest CT/chest contrast-enhanced CT from January 2023 to October 2024, including 1 group of 53 patients who underwent C-TBNA, 2 groups of 31 patients who underwent C-TBNA combined with tunnel biopsy, and 3 groups of 324 patients who underwent EBUS-TBNA. The pathological examination results and puncture sites of the above three groups were collected, and the sensitivity, specificity and accuracy were calculated. **Results:** The sensitivity, specificity and accuracy of C-TBNA were 79%, 100%, and 80.8%. The sensitivity and specificity of C-TBNA combined with tunnel biopsy were 95.4%, the specificity was 100%, and the accuracy was 96.7%. The sensitivity and specificity of EBUS-TBNA were 93.5%, the specificity was 100%, and the accuracy was 95%. There was a statistically significant difference in accuracy between the three groups ($\chi^2 = 11.532$, $P = 0.002$, $P < 0.05$). There were statistically significant differences in the accuracy between group 1 and group 2 ($P = 0.045$, $P < 0.05$) and group 1 and group 3 ($P = 0.001$, $P < 0.05$), but there was no significant difference in accuracy between group 2 and group 3 ($P = 1.000$, $P > 0.05$). **Conclusions:** Compared with EBUS-TBNA, this technique can be used for the diagnostic evaluation of mediastinal and hilar lymph nodes.

Keywords

Conventional Trans-Bronchial Needle Aspiration, Tunnel Biopsy, Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肺癌是全世界第二大常见、死亡率最高的恶性肿瘤[1], 位居我国恶性肿瘤发病率及死亡率首位[2], 肺门/纵隔淋巴结受累是定义治疗路径的最重要指标, 决定患者是否可以进行治疗性手术至关重要[3]。肺门/纵隔淋巴结主要引流肺部及纵隔结构内的淋巴液, 位置隐蔽, 常规支气管镜检查难以明确诊断。常规经支气管针吸活检术(Conventional Trans-Bronchial Needle Aspiration, C-TBNA)是第一个用于肺癌诊断/分期的肺门/纵隔淋巴结采样程序。2003 年经支气管镜超声引导针吸活检术(Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration, EBUS-TBNA)被引入临床实践[4], 在临床工作中发现 C-TBNA 联合建隧活检可以提高诊断阳性率, 然而目前少见相关文献报道。本研究旨在比较 C-TBNA、C-TBNA 联合建隧活检及 EBUS-TBNA 诊断疾病的敏感度、特异度、准确性, 并评估 C-TBNA 联合建隧活检在临床应用中的诊断率和安全性。现报道如下。

2. 资料与方法

2.1. 资料收集

选自 2023 年 1 月至 2024 年 10 月就诊于济宁医学院附属医院呼吸科的患者。53 例行 C-TBNA 检查

者中,男 25 例,女 28 例,年龄 27~71 岁;31 例行 C-TBNA 联合建隧活检检查者中,男 21 例,女 10 例,年龄 32~80 岁;324 例行 EBUS-TBNA 检查的患者 208 名男性,116 名女性,年龄 25~81 岁。

2.2. 排纳标准

① 纳入标准:1) 胸部 CT/增强 CT 提示肺门/纵隔淋巴结肿大或支气管周围病变或肺内肿块。2) 术前行常规检查如(血常规,肝肾功,凝血功能、心电图等)、肿瘤标志物(SCC、CEA、NSE、proGRP、细胞角蛋白 19 片段)等检查,心肺功能能耐受此项检查。3) 所有患者术前签署知情同意书。

② 排除标准:1) 活动性大咯血。2) 严重的高血压如收缩压 ≥ 160 mmHg 和/或舒张压 ≥ 100 mmHg,或高血压患者血压控制不稳、波动较大。3) 严重心、肺功能障碍例如如恶性心律失常、不稳定心绞痛、严重肺动脉高压、主动脉夹层、主动脉瘤。新近发生的心肌梗死或有不稳定型心绞痛发作史。4) 颅内高压、急性脑血管事件、严重精神疾病以及全身极度衰竭等。5) 不能纠正的出血倾向如凝血功能严重障碍、尿毒症等[5]。

2.3. 操作过程

2.3.1. C-TBNA

术前必须进行胸部增强 CT 检查,使用标准电子支气管镜(models BF-T160; Olympus; Tokyo, Japan)和王氏 MW-319 常规 TBNA 穿刺针进行 C-TBNA,检查在仅使用咪达唑仑和自主呼吸的最低程度镇静下进行,针头通过次数从 3 到 5 次不等,直到获得满意穿刺标本。

2.3.2. C-TBNA 联合建隧活检

术前必须进行胸部增强 CT 检查,可选用王氏 MW-319 常规 TBNA 穿刺针,利用穿刺进针印记,连续穿刺 3~5 针,不同次穿刺的针孔应彼此紧邻或部分重叠,直至 MW-319 针鞘管能通畅没入黏膜下层,以期形成(建立)能允许 1.8 mm 标准活检钳通过的隧道对肺进行取材。每次取材均应伴随 ROSE 操作,并根据 ROSE 结果对取材位置进行必要调整。活检取材操作完成后观察建隧开口,确认无明显出血等并发症后,结束本次系列操作。

2.3.3. EBUS-TBNA

术前必须进行胸部增强 CT 检查,EBUS-TBNA (BF-UC 260 FW, Olympus, Tokyo, Japan)在超声识别淋巴结肿大后,使用的针头为专门设计的 21 或 22 号活检 EBUS 器械针,并通过气管支气管壁进行穿刺,每组淋巴结至少进行 3 次针刺,直到获得满意穿刺标本。

将上述操作中获得的样品涂抹在干净的载玻片上,并在 95%乙醇中固定。然后对样本进行处理以进行明确的细胞学诊断。

2.4. 穿刺结果评判标准:

1) 能明确恶性肿瘤细胞即为恶性;2) 能明确肉芽肿性病变或其他良性病理类型者即为良性;3) 穿刺结果见异型细胞等可疑恶性肿瘤细胞,结合临床表现高度怀疑肺癌的,后行 CT 肺穿刺、手术等其他方法取得病理结果为恶性,认为最终诊断结果为恶性。

2.5. 统计学方法

统计患者的病理结果,分别计算三组检查的敏感度、特异度与准确率如下:① 敏感度 = 真阳性/(真阳性 + 假阴性) $\times 100\%$;② 特异度 = 真阴性/(真阴性 + 假阳性) $\times 100\%$;③ 准确率 = (真阳性 + 真阴性)/总例数 $\times 100\%$ 。采用 SPSS21.0 统计学软件进行统计分析。采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统

计学意义。

3. 结果

3.1. 使用 C-TBNA 对肺部疾病的诊断

在此队列中，53 名患者中 34 名患者被诊断为恶性病变，包括腺癌(n = 10)、鳞状细胞癌(n = 7)、小细胞肺癌(n = 15)、神经内分泌癌(n = 1)、转移癌(n = 1)；良性病变 4 例，包括肺脓肿(n = 1)、结节病(n = 1)、肺结核(n = 1)、正常/单纯淋巴结肿大(n = 1)；检查结果未见明显异常但仍高度怀疑恶性肿瘤(n = 9)，9 名患者后行 CT 引导下肺穿刺、超声支气管镜等其他检查最终诊断为肺癌，其中腺癌 3 例，鳞癌 4 例，小细胞肺癌 1 例，肺癌 1 例；未明确诊断(n = 4)。见表 1。

Table 1. Pathological diagnosis results using C-TBNA

表 1. 使用 C-TBNA 的病理诊断结果

C-TBNA 诊断	病理诊断		合计
	恶性	良性	
恶性	34	0	34
良性	9	4	13
合计	43	4	47

3.2. 使用 C-TBNA 联合建隧活检对肺部疾病的诊断

在此队列中，31 名患者中 21 名患者被诊断为恶性病变，包括腺癌(n = 6)、鳞状细胞癌(n = 4)、小细胞肺癌(n = 9)、肉瘤样癌(n = 1)、低分化癌(n = 1)；良性病变 9 例，包括肺脓肿(n = 2)、结节病(n = 2)、正常/单纯淋巴结肿大(n = 5)、检查结果未见明显异常但仍高度怀疑恶性肿瘤(n = 1)，后行 CT 引导下肺穿刺或其他检查最终诊断为肺癌。见表 2。

Table 2. Pathological diagnostic results of C-TBNA combined with tunnel biopsy

表 2. 使用 C-TBNA 联合建隧活检的病理诊断结果

C-TBNA 联合建隧活检诊断	病理诊断		合计
	恶性	良性	
恶性	21	0	21
良性	1	9	10
合计	22	9	31

3.3. 使用 EBUS-TBNA 对肺部疾病的诊断

在该队列中，324 名患者中 186 名患者被诊断为恶性病变，包括腺癌(n = 86)、鳞状细胞癌(n = 36)、小细胞肺癌(n = 42)、神经内分泌癌(n = 5)、低分化癌(n = 9)、未分化癌(n = 4)、肉瘤样癌(n = 3)、腺鳞癌(n = 1)；良性病变 109 例，包括肺炎(n = 9)、肺结核(n = 8)、结节病(n = 33)、正常/单纯淋巴结肿大(n = 44)、结果未见明显异常但仍高度怀疑恶性肿瘤(n = 15)，13 例患者进行其他部位肺活检或于外科行手术或纵隔镜取病理活检证实均为恶性肿瘤，其中腺癌 4 例，鳞癌 2 例，小细胞癌 2 例，腺鳞癌 1 例，低分化癌 2 例，肉瘤样癌 2 例。此外，未明确诊断(n = 31)。见表 3。

Table 3. Pathological diagnosis results using EBUS-TBNA
表 3. 使用 EBUS-TBNA 的病理诊断结果

EBUS-TBNA	病理诊断		合计
	恶性	良性	
恶性	186	0	186
良性	13	94	107
合计	199	94	293

3.4. 三组检查敏感度、特异度、并发症及穿刺部位比较

三组对比，1 组敏感度 79%，特异度 100%；2 组敏感度 95.4%，特异度 100%；3 组敏感度 93.5%，特异度 100% (见表 4)。

Table 4. Comparison of sensitivity, specificity, complications, and puncture sites among three groups
表 4. 三组检查敏感度、特异度、并发症及穿刺部位比较

分组	敏感度	特异度	并发症	穿刺部位
1 组(n = 53)	79% (34/43)	100%	14/53	7、4R、4L、11R、11L
2 组(n = 32)	95.4% (21/22)	100%	13/32	7、4R、4L、11R、11L
3 组(n = 324)	93.5% (186/199)	100%	100/324	7、2R、4R、4L、10R、10L、11R、11L、12R

3.5. 三组检查准确率比较

3 组数据准确率存在着统计差异($\chi^2 = 11.532, P < 0.05$)。1 组与 2 组存在着统计差异($P = 0.045, P = 0.05$)；1 组与 3 组准确率相比有统计学差异($P = 0.001, P < 0.05$)；2 组与 3 组准确率相比无统计学差异($P = 1.000, P > 0.05$)。C-TBNA 联合建隧活检及 EBUS-TBNA 对疾病诊断的准确率明显高于 C-TBNA (见表 5)。

Table 5. Comparison of accuracy of three groups of inspections
表 5. 三组检查准确率比较

分组	合计(例)	有效(例)	无效(例)	准确率	χ^2	P 值
1 组	47	38	9	80.8%	11.532	0.002
2 组	31	30	1	96.7%		
3 组	293	280	13	95%		

4. 讨论

鉴于肺周围病变及纵隔和肺门位置和结构的特殊性，对于该区域病变的诊断一直是呼吸内科及胸外科诊断的难点。尽管一些无创检查(如 CT，PET)可以识别可疑病灶，极大地改善了肺癌的检测和评估，但这些非侵入性方法不能提供明确的疾病确认，并且在肺癌分期上存在局限性。因此，准确的分期对于评估最合适的治疗和肺癌的预后至关重要[6] [7]。EBUS-TBNA 其通过多普勒模式实现了实时监测下淋巴结和肿瘤肿块的样本的穿刺，现成为诊断各种原因引起的纵隔和肺门淋巴结病疾病的主要检查手段[8] [9]。cTBNA 和 EBUS-TBNA 都有各自独特的优缺点。

常规经支气管穿刺活检术(C-TBNA)一直被认为是一种廉价且安全的肺癌患者纵隔分期手术，TBNA

是基于解剖位置和静态 CT, 直接通过支气管镜进行引导, 对于右肺旁和隆突下淋巴结效果最好, 特别是 > 2 cm 的淋巴结[10] [11]。C-TBNA 具有更方便、更便宜的优势, 可以选择更多类型的常规支气管镜[12]; 但 TBNA 唯一的一大缺陷是它的“盲目性”[13], 导致其诊断率较低。在很大程度上, 操作者的对解剖位置的熟悉程度和完整系统的训练能力会影响抽吸结果, 导致 C-TBNA 的诊断率在已发表的文献中差异很大, 美国胸科医师学会在 2013 年指南(ACCP)报告指出, C-TBNA 对肺癌的平均敏感性为 76%, 范围为 14%~100% [10] [14] [15]。虽然在肺门/纵隔病变具有较高的诊断价值, 对淋巴结活检的“盲目性”是其主要限制[12] [16]-[18]。该项研究结果显示 C-TBNA 对诊断肺门/纵隔病变的准确率为 80.8%。

C-TBNA 通常是一种安全的手术, 据报道并发症发生率低, 其潜在的并发症是出血、气胸或纵隔气肿。在 Holty 等人的荟萃分析中, 总体主要并发症发生率为 0.26% [19]。该项研究中, C-TBNA (14/53)及 C-TBNA 联合建隧活检(13/32)仅有少量患者有局部少量出血, 个别患者出血量较多, 给予稀释肾上腺素及冰盐水镜下止血后出血停止, 无大出血及术后出血。未出现气胸, 纵膈血肿、纵膈感染等严重并发症。

支气管内超声引导下经支气管针吸术(EBUS-TBNA)是一种微创超声引导下的活检, 通过多普勒模式, 既可以在穿过支气管壁时进行针头可视化, 也可以对纵隔结构进行采样, 实时对病灶的血供情况及周围血管进行观察, 引导穿刺针进入病灶, 显示穿刺路径, 使临床医生能够避开主要血管和其他关键部位, 从而降低严重出血的风险并提高取样的准确性。可为诊断不明原因的肺门/纵隔淋巴结、肺和纵隔肿块以及肺和肺外肿瘤的淋巴结分期和再分期[20]-[22]。EBUS-TBNA 几乎可以对所有纵隔和肺门淋巴结(小至 4 mm)进行采样[23] [24]。可进入气管旁上部(2R 和 2L 站)、气管下部(4R 和 4L 站)、隆突下(7 站)、肺门(10R 和 10L 站)、肺叶间(11R 和 11L 站)、肺叶(12R)淋巴结, 扩大了检查区域[25]-[28]。该研究显示在 2R、10R、10L、12 组淋巴结更多应用 EBUS-TBNA; 另外, 在处理位于 4L 区域等困难位置的较小淋巴结时有更大优势。但其也有自身的局限性。

由于超声支气管镜(EBUS)增加了超声探头, 操作灵活性较差, 并且支气管镜医生需要学习如何准确识别和解释不同淋巴结的超声图像, 不正确使用器械会增加并发症的风险[29]-[31]。该手术与软式支气管镜检查不同, 需要更长的学习时间, 并且需要更多的培训[32] [33]。EBUS-TBNA 需要其特殊的 CP-EBUS 设备, 这些设备成本高昂, 这也限制了 EBUS 在某些领域的更广泛应用, 因此无法在所有支气管镜检查中心常规使用[19]。

C-TBNA 联合建隧活检, 包括 TBNA、建隧和活检钳取材 3 个步骤[34], C-TBNA 穿刺针连续穿刺 3~5 针, 建立一条纤细的隧道, 使活检钳得以通过并取得适量、合适的标本。C-TBNA+建隧活检是操作难度及费用相对较低, 如遇复杂病例亦可联合超声定位, 还可以增加标本量, 从而提升活检的阳性率。现很少有报道指出关于 C-TBNA 联合建隧活检对疾病的诊断性。我们的研究表明 C-TBNA 联合建隧活检的诊断的敏感性、诊断性均高于 C-TBNA, 但与 EBUS-TBNA 相比无统计学意义。

综上所述, C-TBNA 联合建隧活检技术在灵敏度、准确性均高于 C-TBNA; 且不劣于 EBUS-TBNA。另外与 EBUS-TBNA 相比, C-TBNA 联合建隧活检技术在设备需求、学习曲线及患者费用方面也具有优势。故 C-TBNA 联合建隧活检技术可以作为肺门/纵膈肿大淋巴结肿大的优选诊断技术。该研究也存在一定局限性, 为单中心研究, 且 C-TBNA 联合建隧活检技术入组患者较少, 期待该项技术推广后多中心大规模研究。

利益冲突

所有作者声明无利益冲突。

作者贡献声明

徐可燚: 采集/数据数据、分析 / 解释数据、文章撰写; 曹新娜: 论文审阅; 徐龙辉: 收集数据; 倪广帅: 论文审阅; 王法腾: 论文审阅; 李钊: 研究指导、论文审阅、经费支持。

致 谢

感谢本次科研及论文协作过程中导师及科室同事的指导和大力支持。

基金项目

济宁市科技局(2022YXNS053)。

参考文献

- [1] Siegel, R.L., Miller, K.D., Fuchs, H.E. and Jemal, A. (2022) Cancer Statistics, 2022. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **72**, 7-33. <https://doi.org/10.3322/caac.21708>
- [2] 秦娜, 马红霞, 靳光付, 等. 肺癌流行病学研究年度进展 2022 [J]. 中华医学杂志, 2023, 103(14): 1068-1073.
- [3] Torre, M., Reda, M., Musso, V., Danuzzo, F., Mohamed, S. and Conforti, S. (2021) Diagnostic Accuracy of Endobronchial Ultrasound-Transbronchial Needle Aspiration (EBUS-TBNA) for Mediastinal Lymph Node Staging of Lung Cancer. *Mediastinum*, **5**, 15-15. <https://doi.org/10.21037/med-21-2>
- [4] Yasufuku, K., Chiyo, M., Sekine, Y., Chhajed, P.N., Shibuya, K., Iizasa, T., *et al.* (2004) Real-Time Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration of Mediastinal and Hilar Lymph Nodes. *Chest*, **126**, 122-128. <https://doi.org/10.1378/chest.126.1.122>
- [5] 中华医学会呼吸病学分会. 诊断性可弯曲支气管镜应用指南(2008 年版) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2008, 31(1): 14-17.
- [6] Li, Y., Yan, B. and He, S. (2023) Advances and Challenges in the Treatment of Lung Cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **169**, Article ID: 115891. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115891>
- [7] Vitale, C., Galderisi, A., Maglio, A., Laperuta, P., Di Crescenzo, R.M., Selleri, C., *et al.* (2016) Diagnostic Yield and Safety of C-TBNA in Elderly Patients with Lung Cancer. *Open Medicine*, **11**, 477-481. <https://doi.org/10.1515/med-2016-0084>
- [8] Li, S.Y., Chen, X.B., He, Y., Wang, J.L., Chen, Y. and Zhong, N.S. (2009) [Real-Time Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration: Preliminary Study on Mediastinal and Hilar Lymph Nodes of Lung Cancer]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, **89**, 1672-1675.
- [9] Dhooria, S., Agarwal, R., Aggarwal, A.N., Bal, A., Gupta, N. and Gupta, D. (2014) Differentiating Tuberculosis from Sarcoidosis by Sonographic Characteristics of Lymph Nodes on Endobronchial Ultrasonography: A Study of 165 Patients. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **148**, 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.01.028>
- [10] Bonifazi, M., Zuccatosta, L., Trisolini, R., Moja, L. and Gasparini, S. (2013) Transbronchial Needle Aspiration: A Systematic Review on Predictors of a Successful Aspirate. *Respiration*, **86**, 123-134. <https://doi.org/10.1159/000350466>
- [11] Sehgal, I.S., Dhooria, S., Gupta, N., Bal, A., Aggarwal, A.N., Behera, D., *et al.* (2016) Factors Determining Successful Diagnostic Yield of Conventional Transbronchial Needle Aspiration in the Diagnosis of Sarcoidosis. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **23**, e1-e3. <https://doi.org/10.1097/lbr.0000000000000242>
- [12] Trisolini, R., Patelli, M. and Gasparini, S. (2010) While Waiting to Buy a Ferrari, Do Not Leave Your Current Car in the Garage! *Respiration*, **79**, 452-453. <https://doi.org/10.1159/000287250>
- [13] Goussard, P., Gie, R.P., Kling, S., Nel, E.D., Louw, M., Schubert, P.T., *et al.* (2010) The Diagnostic Value and Safety of Transbronchial Needle Aspiration Biopsy in Children with Mediastinal Lymphadenopathy. *Pediatric Pulmonology*, **45**, 1173-1179. <https://doi.org/10.1002/ppul.21303>
- [14] Toloza, E.M., Harpole, L., Detterbeck, F. and McCrory, D.C. (2003) Invasive Staging of Non-Small Cell Lung Cancer. *Chest*, **123**, 157S-166S. https://doi.org/10.1378/chest.123.1_suppl.157s
- [15] Bonifazi, M., Zuccatosta, L., Trisolini, R., Moja, L. and Gasparini, S. (2013) Transbronchial Needle Aspiration: A Systematic Review on Predictors of a Successful Aspirate. *Respiration*, **86**, 123-134. <https://doi.org/10.1159/000350466>
- [16] Melloni, G., Bandiera, A., Muriana, P., Sestini, S., Picchio, M. and Zannini, P. (2011) Combined Use of TBNA and EBUS-TBNA in the Preoperative Staging of Lung Cancer Patients. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **18**, 311-316. <https://doi.org/10.1097/lbr.0b013e318231168f>
- [17] Herth, F., Becker, H.D. and Ernst, A. (2004) Conventional vs Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration. *Chest*, **125**, 322-325. <https://doi.org/10.1378/chest.125.1.322>
- [18] Fiorelli, A., Rambaldi, P., Vicidomini, G., di Serio, U., Accardo, M., Rotondo, A., *et al.* (2014) Combined Transbronchial Needle Aspiration and ^{99m}Tc-2-Methoxy-Isobutyl-Isonitrile Single Photon Emission Computed Tomography for

- Diagnosing Enlarged Mediastinal Lymph Nodes. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*, **50**, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.arbr.2013.12.007>
- [19] Evison, M., Crosbie, P.A.J., Martin, J., Bishop, P., Doran, H., Joseph, L., *et al.* (2014) EBUS-TBNA in Elderly Patients with Lung Cancer: Safety and Performance Outcomes. *Journal of Thoracic Oncology*, **9**, 370-376. <https://doi.org/10.1097/jto.0000000000000085>
 - [20] Steward, M. and Dickson, C. (2023) Sonography Endobronchial Assessment, Protocols, and Interpretation. StatPearls.
 - [21] Chen, Y., Jiang, J., Mao, J. and Huang, J. (2016) Diagnostic Value of Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration (EBUS-TBNA) in Solitary Mediastinal, Hilar Lymphadenectasis, or Peribronchial Lesions. *Medicine*, **95**, e5249. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000005249>
 - [22] Yang, J., De Cardenas, J., Nobari, M., Miller, R. and Cheng, G. (2020) Narrative Review of Tools for Endoscopic Ultrasound-Guided Biopsy of Mediastinal Nodes. *Mediastinum*, **4**, 34-34. <https://doi.org/10.21037/med-20-25>
 - [23] Dhooria, S., Aggarwal, A.N., Gupta, D., Behera, D. and Agarwal, R. (2015) Utility and Safety of Endoscopic Ultrasound with Bronchoscope-Guided Fine-Needle Aspiration in Mediastinal Lymph Node Sampling: Systematic Review and Meta-analysis. *Respiratory Care*, **60**, 1040-1050. <https://doi.org/10.4187/respcare.03779>
 - [24] Mehta, R.M., Biraris, P.R., Pattabhiraman, V., Srinivasan, A., Singla, A., Kumar, S., *et al.* (2018) Defining Expanded Areas in EBUS Sampling: EBUS Guided Trans- and Intra-Pulmonary Artery Needle Aspiration, with Review of Transvascular EBUS. *The Clinical Respiratory Journal*, **12**, 1958-1963. <https://doi.org/10.1111/crj.12764>
 - [25] Fuso, L., Varone, F., Magnini, D., Calvello, M., Lo Greco, E. and Richeldi, L. (2018) Ultrasonography of the Mediastinum: Techniques, Current Practice, and Future Directions. *Respiratory Care*, **63**, 1421-1438. <https://doi.org/10.4187/respcare.06047>
 - [26] Ge, X., Guan, W., Han, F., Guo, X. and Jin, Z. (2015) Comparison of Endobronchial Ultrasound-Guided Fine Needle Aspiration and Video-Assisted Mediastinoscopy for Mediastinal Staging of Lung Cancer. *Lung*, **193**, 757-766. <https://doi.org/10.1007/s00408-015-9761-3>
 - [27] Figueiredo, V.R., Cardoso, P.F.G., Jacomelli, M., Santos, L.M., Minata, M. and Terra, R.M. (2020) EBUS-TBNA versus Surgical Mediastinoscopy for Mediastinal Lymph Node Staging in Potentially Operable Non-Small Cell Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, **46**, e20190221.
 - [28] Yasufuku, K., Pierre, A., Darling, G., de Perrot, M., Waddell, T., Johnston, M., *et al.* (2011) A Prospective Controlled Trial of Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration Compared with Mediastinoscopy for Mediastinal Lymph Node Staging of Lung Cancer. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **142**, 1393-1400.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.08.037>
 - [29] Fernández-Villar, A., Leiro-Fernández, V., Botana-Rial, M., Represas-Represas, C. and Núñez-Delgado, M. (2012) The Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Biopsy Learning Curve for Mediastinal and Hilar Lymph Node Diagnosis. *Chest*, **141**, 278-279. <https://doi.org/10.1378/chest.11-1986>
 - [30] Medford, A.R.L. (2012) Learning Curve for Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration. *Chest*, **141**, 1643. <https://doi.org/10.1378/chest.12-0317>
 - [31] Jantz, M.A. and McGaghie, W.C. (2012) It's Time for a STAT Assessment of Bronchoscopy Skills: The Endobronchial Ultrasound Bronchoscopy (EBUS)-STAT and EBUS-Transbronchial Needle Aspiration Skill Evaluation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **186**, 703-705. <https://doi.org/10.1164/rccm.201208-1398ed>
 - [32] Wahidi, M.M., Hulett, C., Pastis, N., Shepherd, R.W., Shofer, S.L., Mahmood, K., *et al.* (2014) Learning Experience of Linear Endobronchial Ultrasound among Pulmonary Trainees. *Chest*, **145**, 574-578. <https://doi.org/10.1378/chest.13-0701>
 - [33] Stather, D.R., Chee, A., MacEachern, P., Dumoulin, E., Hergott, C.A., Gelberg, J., *et al.* (2014) Endobronchial Ultrasound Learning Curve in Interventional Pulmonary Fellows. *Respirology*, **20**, 333-339. <https://doi.org/10.1111/resp.12450>
 - [34] 冯靖, 石瑜. 气管内超声引导建隧活检术及规范操作要点[J]. 天津医药, 2021, 49(6): 633-635.