·专家论坛·

气道内超声引导的纵隔开放技术

刘丹，万南生，王杰，李广生，谢巍，田羽，冯靖

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.01.001
【中图分类号】 R56 【文献标志码】 C 【文章编号】 1671-0800(2024)01-0001-04

气道内超声（endobronchial ultrasound，EBUS）引导下的纵隔开放系列技术包括EBUS引导下的软电刀纵隔建隧术、EBUS引导下的纵隔切开术、EBUS引导下的经气道淋巴结活检（EBUS TBNB）术、标准活检钳纵隔活检术、EBUS引导纵隔肿瘤激光多点消融联合冷冻术、EBUS引导通道减压沸腾式水隔离术以及EBUS引导下的纵隔锚定。在EBUS引导下，对气管支气管外、肺门和纵隔、血管和淋巴结等组织进行分辨、研判后，选择合适的位置和角度，经主气道建立透过黏膜及黏膜下各层组织结构到达气管外、纵隔病灶内的隧道（建隧），或切开纵隔，形成大小和深度均合适的切口（切开）；然后用超声活检钳或标准活检钳经建隧或切口自纵隔或紧邻主气道病灶活检取材（活检）。通过EBUS引导纵隔建隧、切开及活检等Feng’s纵隔技术取得代表性病灶，借助现场快速细胞学评价技术（ROSE）明确诊断的同时，旋即在同一次手术中开展EBUS引导靶病灶激光消融、通道减压沸腾式水隔离术及锚定等系列介入治疗技术。此系列技术常可用于：（1）纵隔组织学活检取材，如通过活检钳进行活检或通过冷冻探针冷冻活检；（2）纵隔肿瘤的消融和减压；（3）纵隔感染和坏死的清创；（4）置入缓释药物颗粒或放射性粒子等。

由于纵隔解剖结构的复杂性，纵隔疾病的诊断以及治疗往往给临床医生带来挑战[1]。根据笔者的临床实践，EBUS引导下的纵隔建隧、切开及活检系列技术在纵隔疾病，尤其良性病灶诊断中的敏感性和特异性均优于超声引导下经支气管针吸活检（EBUS-TBNA），且安全性好[2-4]。而且，国外相应临床研究中所使用的部分耗材并不能实际应用，或虽能使用，但会明显损伤超声内镜[4]。笔者基于本中心临床介入经验，在充分总结整理本中心经验基础上，阐述EBUS引导下的纵隔建隧、切开、活检、消融及锚定系列技术的标准操作流程。

1 术前评估

术前须对患者进行充分评估。EBUS引导下的建隧、切开、活检、消融及锚定等可在全身麻醉、肌肉松弛下进行，故需麻醉评估。通常情况下，EBUS引导下的建隧、切开及活检等对患者整体情况的要求与普通全身麻醉下支气管镜操作的要求大致相同。

2 全身麻醉、肌肉松弛下置入硬质气管镜

待全身麻醉、肌肉松弛满意后，置入硬质气管镜。可置入Feng’s弧形硬镜（如28/33 cm长，12.5/14号，3.5/4.5弧度的弧形硬镜）。弧形硬镜符合人体工学，在最大限度保护患者颈部和喉头的同时，提供良好顺畅的操作通道，并方便应对操作过程中可能发生的出血；或置入12.5/14号直式硬质气管镜，硬质气管镜应接驳喷射式开放通气呼吸机。如取材位置在左、右肺门区域，必要时可预置封堵止血球囊。

3 常规普通光支气管镜观察处理

置入硬质气管镜并调整硬质气管镜方向，然后用常规普通光支气管镜观察气道并完成前面其他常规操作，如黏膜活检或支气管肺泡灌洗等。

4 EBUS引导下的软电刀纵隔建隧术

4.1 EBUS建隧手术位置的选择 术前仔细阅读影像学资料，预判EBUS建隧手术位置；术中仔细研判

基金项目： 天津市“131”创新型人才团队建设项目（201940）
作者单位： 300052 天津，天津医科大学总医院
通信作者： 冯靖，主任医师，教授，博士研究生导师。中国医师协会呼吸内镜专业委员会常务委员，中国医师协会睡眠医学专业委员会常务委员。Email：zyyhxkfj@126.com

手术区域的EBUS图像，手术位置应尽量避开EBUS显示血管丰富的区域，如淋巴门等；并应选择EBUS显示手术区域相对安全的最大径线处，必要时反复寻找、更换手术区域和EBUS建隧手术位置；尽量选择气管软骨环间等柔软且有弹性的部位作为手术区域和EBUS建隧手术位置。

4.2 EBUS建隧的具体操作过程 （1）预装Feng's EBUS软电刀于凸阵EBUS呼吸内镜，使鞘管略前出治疗孔道之外，于显示器可见，软电刀金属部再略前出鞘管约1 mm。（2）送入凸阵EBUS呼吸内镜，反复寻找、研判、确认手术区域和建隧手术位置。（3）于建隧位置处推进软电刀鞘管，使鞘管前端略突出金属部附着并略顶入建隧位置。（4）调节软电刀单极电切效果级为2，输出功率为40 W，始终在EBUS和显示器引导监视下，边踩电切踏板电烧，边慢慢推进鞘管，并嘱助手慢慢推出软电刀金属部，反复调整软电刀金属部伸出鞘管的长度，使软电刀金属部前进深入病灶内，并注意避免其进入不合适的组织层次。如有可能，争取鞘管也能随软电刀金属部整体前进深入，并来回抽提软电刀金属部和鞘管直至能整体通畅进入病灶内。实际操作中，仅软电刀金属部进入病灶也即足够，但如鞘管也能随软电刀金属部整体通畅进入病灶，则更方便后续纵隔活检或纵隔切开操作[5]。

5 EBUS引导下的纵隔切开术

EBUS引导下的纵隔切开术一般桥接在EBUS建隧手术之后。（1）在显示器监视下，将软电刀鞘管后撤至建隧入口处，助手推进软电刀金属部，并在EBUS监视下反复调整软电刀金属部伸出鞘管的长度，直至该长度在5～8 mm，并且在EBUS监视下软电刀金属部已深入病灶内达到满意的切割深度。（2）调节软电刀单极电切效果级为2，输出功率为40 W，始终在EBUS和显示器引导监视下，边踩电切踏板电烧，边进行切割。一般依术者操作手习惯，先向右旋转呼吸内镜进行切割，也可向左旋转，必要时后撤呼吸内镜向上切割或前推呼吸内镜向下切割。注意，应始终在显示器监视下确认软电刀金属部深入病灶，且不接触呼吸内镜尖端，以避免损伤呼吸内镜。（3）反复尝试、充分切开，直至切口位置、大小和深度达到手术的预期要求。（4）也可采用麦帝施接触式激光CFE0.6-SMA细光纤作为建隧和切开工具进行手术，手术方式与使用Feng's软电刀类似，建隧和切割过程中建议功率为7.5 W。应注意到麦帝施接触式激光CFE0.6-SMA细光纤只在光纤尖端释放能量，而且该尖端必须接触到黏膜组织方可产生切割效果，所以要求操作手法更为精细，需细致地分层切开黏膜组织，最终保证全通道全层切开[6]。

6 EBUS TBNB

EBUS TBNB一般桥接在EBUS建隧手术之后。（1）预装Feng's EBUS TBNB超声活检钳于凸阵EBUS呼吸内镜，准确把握活检钳锥形先端前出治疗孔道之外（前出活检钳钳杯、拉杆及基座部，共约7 mm）并于显示器可见。不可过多前出，以免活检钳丧失硬度且影响呼吸内镜送入推进。（2）送入凸阵EBUS呼吸内镜，直接看到或借助EBUS显示"针道"来找到EBUS建隧入口位置，始终在EBUS和显示器引导监视下，将超声活检钳插入建隧入口，连同镜身一起推进，使活检钳通过建隧入口并深入，注意避免其进入不合适的组织层次。（3）始终在EBUS和显示器引导监视下，将超声活检钳插入合适的深度，助手尝试反复开钳，以使活检钳钳杯处于打开姿势。在活检钳处于开钳状态下前推活检钳，并在前推过程中由助手再重复开钳，此时术者仍维持前推活检钳进程。在做开钳尝试并维持前推活检钳进程中，到达合适位置时立即夹闭活检钳完成取材，然后退出活检钳并观察取材是否满意。每次取材均应伴随ROSE操作[7]，并根据ROSE结果对取材位置进行必要调整。（4）维持凸阵EBUS呼吸内镜位置、方向和附壁力度不变，始终在EBUS和显示器引导监视下，以超声活检钳反复进出（连续法），重复上述活检取材至少4～6次。同时破拆局部以使活检钳完全打开，直至取得足够满意的标本。取材过程中也可用超声活检钳单次进出，每次取材后均退出EBUS呼吸内镜（单次法），重复活检取材至少4～6次。

7 标准活检钳纵隔活检术

经常规呼吸内镜以标准活检钳纵隔活检一般桥接在EBUS引导下的纵隔切开术之后。（1）通常使

用1.8～1.9 mm标准活检钳可取得满意组织粒。活检钳使用前应标记刻度，方便术者活检取材时知悉活检钳的进入深度。以手术刀或刻刀自活检钳前端每5 mm刻一个小细道，围圆周每120°刻一个小细道，刻至20 mm，共划刻3组、9个刻度。(2)使用常规呼吸内镜，准确把握活检钳先端少许向前探出治疗孔道(前出标准活检钳钳杯、拉杆及基座部，共约9 mm)并于显示器可见，连同镜身一起推进，使活检钳通过EBUS引导下的纵隔切开术切口并深入。(3)当标准活检钳的基座部深入切口并再少许向前推进(共深入10 mm以上)后，助手尝试反复开钳，以使活检钳钳杯处于打开姿势。在活检钳处于开钳状态下前推活检钳，并在前推过程中由助手再重复开钳，此时术者仍维持前推活检钳进程。在做开钳尝试并维持前推活检钳进程中，夹闭活检钳完成取材，然后退出活检钳并观察取材是否满意。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。(4)重复活检取材至少4次，破拆局部以使活检钳完全打开，直至取得足够满意的标本。取材过程中，应始终按照之前EBUS引导下的纵隔切开术过程中EBUS呼吸内镜的镜身方向和角度进行。注意观察刻度，不可超越之前EBUS引导下的纵隔切开术操作中预期取材适当的深度范围[5]。

8 EBUS引导建隧、切开及后续活检可能的失败原因及应对方法

(1)病灶局部血供过于丰富，预期将发生过多出血。应对方法：选择建隧、切开的位置应尽量避开血管，并应根据EBUS图像选择相对最大径线处，必要时更换位置；在反复寻找、更换位置后，仍预期将发生过多出血时应放弃操作。(2)建隧困难，软电刀不能进入，或切开困难，不能到达预期大小和深度。应对方法：应尽量选择气管软骨环间等柔软有弹性的部位作为建隧、切开位置，平行气管软骨方向切开。(3)超声活检钳或标准活检钳深入后不能张开，或沿建隧、切开线的内容被电灼变性或内容物被推开，致取材细小，或取到物为焦痂。应对方法：活检钳处于打开状态下前推，在前推过程中打开并维持前推活检钳进程，并在前推进程中夹闭活检，此方式可帮助活检钳在深入后能尽量打开。重复活检取材至少4～6次，以充分破拆局部，取得满意标本。注意观察刻度，不可超越EBUS观察到的预期活检取材时适当的深度范围以免发生意外。

9 EBUS的纵隔肿瘤激光多点消融联合冷冻术

本中心多采用麦帝施CFE0.6-SMA激光光纤进行该项手术，该光纤单点-5 W-60 s(1 p-5 W-60 s)的确切消融范围(白化范围)纵向约20 mm，径向(横向)约12 mm(20 mm×12 mm)。该光纤趋于向前发射能量，1 p-5 W-60 s时向前确切消融范围约15 mm，向后确切消融范围约5 mm。消融光纤应以“重新烧入”的方式在EBUS引导下进入纵隔并抵达预设消融点，不要经由EBUS引导纵隔切开的切口或之前的“烧入”路径抵达消融点，以免光纤边缘“漏气”。激光光纤“烧入”黏膜进入纵隔时，建议能量选择7.5～10 W。有条件时可使用超声造影(CEUS)评价消融效果，即消融术前和术毕分别于静脉注射超声对比剂，利用对比剂可以使向后散射回声增强的原理，评价术前、术毕组织灌注和微循环的情况。一部分病灶术毕时造影强化较治疗前明显减弱或消失，提示相应部位组织灌注和微循环阻断，消融效果满意。消融术中以覆盖率实时预估消融效果。术中以EBUS多普勒严密观察能量分布与新增高回声区域，实时预估消融效果。EBUS新增高回声区域大致代表组织内水分的沸腾区域，与白化范围(确切消融范围)高度吻合。新增高回声区域覆盖病灶的覆盖率＞80%，提示消融效果好[8]。冷冻探针(ERBE-直径1.7～2.2 mm)比较粗大，需插入纵隔切开切口，参数：CO_2气瓶压力不少于5 kg(5个大气压)，压力处于红绿相间部偏红处，消融时长5 min×3循环，充分利用“热沉效应”保护纵隔大血管，消融过程中消融探针第1标记后应始终处于结霜状态。

10 EBUS的通道减压沸腾式水隔离术

如纵隔消融术中所需消融范围距离血管近，为解决消融损伤，建议消融前行EBUS引导的通道减压沸腾式水隔离术，即先用EBUS针在病灶边缘(尤其是靠近血管部分)，少量注水。这样即使消融距离接近血管，水沸腾推开血管，也能保证病灶消融而血管不受伤。如进行此项技术，需预先做EBUS引导

下的纵隔切开术建立通道，为消融术中因水沸腾压力过高而达到减压目的。

11 EBUS 的纵隔锚定术

EBUS 引导纵隔隆突下腔锚定术可用于：(1)导向注药鞘管的隆突下腔锚定式内固定；(2)放射源隆突下腔锚定式内固定腔内照射放疗；(3)人体内生物信号采集设备的隆突下腔锚定式内固定等。具体操作过程如下：以导向注药鞘管的隆突下腔锚定式内固定为例，预先测量外管金属标记预定位置到隆突锚定区的距离，在外管金属标记向后量取与上述距离相同长度处，以窄而薄的透明胶带将锚定细线固定于外管；再留长约 1.5 cm 的双线，并在线头前端打结，系住长约 3 mm、直径 1.1 mm 的细塑料管，一般从超细针型细胞刷截取。以超声活检钳钳夹或使用 18 g 软针套管，在 EBUS 引导下，于建隧或切开位置，将线结细塑料管植入或以软针推入纵隔黏膜下锚定区，从而完成外管纵隔锚定[6]。

12 结束操作

操作完成后观察建隧、切开位置，确认无明显出血等并发症后，结束本次操作。在其他操作也已完成后结束手术并拔除硬质气管镜，插入喉罩接驳麻醉机通气，转入患者苏醒过程。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] WALLACE M B, PASCUAL J M, RAIMONDO M, et al. Minimally invasive endoscopic staging of suspected lung cancer[J]. JAMA, 2008, 299(5):540-546.

[2] HERTH F J, MORGAN R K, EBERHARDT R, et al. Endobronchial ultrasound-guided miniforceps biopsy in the biopsy of subcarinal masses in patients with low likelihood of non-small cell lung cancer[J]. Ann Thorac Surg, 2008, 85(6):1874-1878.

[3] HERTH F J, SCHULER H, GOMPELMANN D, et al. Endobronchial ultrasound-guided lymph node biopsy with transbronchial needle forceps: a pilot study[J]. Eur Respir J, 2012, 39(2):373-377.

[4] BRAMLEY K, PISANI M A, MURPHY T E, et al. Endobronchial Ultrasound-Guided Cautery-Assisted Transbronchial Forceps Biopsies: Safety and Sensitivity Relative to Transbronchial Needle Aspiration[J]. Ann Thorac Surg, 2016, 101(5):1870-1876.

[5] 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.

[6] 冯靖,刘丹,万南生,等.导向注药套管经鼻悬吊留置伴或不伴锚定治疗肺部霉菌病的操作流程[J].天津医药,2024,52(1):83-86.

[7] 国家卫计委海峡两岸医药卫生交流协会呼吸病学专业委员会,中华医学会结核病学分会呼吸内镜专业委员会, 中国医师协会儿科学分会内镜专业委员会(筹),等.诊断性介入肺脏病学快速现场评价临床实施指南[J].天津医药,2017,45(4): 441-448.

[8] 刘丹,万南生,王杰,等.气管内超声引导纵隔肿瘤激光多点消融操作流程[J].天津医药,2024,52(1):80-83.

收稿日期：2023-12-25

（本文编辑：陈志翔）

· 编读往来 ·

关于论文写作中的作者署名

1 署名的意义 (1)标明论文的责任人，文责自负。(2)医学论文是医学科技成果的总结和记录，是作者辛勤劳动的成果和创造智慧的结晶，也是作者对医学事业作出的贡献，并以此获得社会的尊重和承认的客观指标，是应得的荣誉，也是论文排版权归作者的一个声明。(3)作者署名便于编辑、读者与作者联系，沟通信息，互相探讨，共同提高。作者姓名在文题下按序排列，排序应在投稿时确定，在编排过程中不应再做更改；作者单位名称及邮政编码脚注于同页左下方。

2 作者应具备下列条件 (1)参与选题和设计，或参与资料的分析和解释者。(2)起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容者。(3)能对编辑部的修改意见进行核修，在学术界进行答辩，并最终同意该文发表者。以上 3 条均需具备。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者，仅对科研小组进行一般管理者也不宜列为作者。其他对该研究有贡献者应列入致谢部分。对文章中的各主要结论，均必须至少有 1 位作者负责。在每篇文章的作者中需要确定 1 位能对该文全面负责的通信作者。通信作者应在投稿时确定，如在来稿中未特殊标明，则视第一作者为通信作者。第一作者与通信作者不是同一人时，在论文首页脚注通信作者姓名、单位及邮政编码。作者中如有外籍作者，应附本人亲笔签名同意在本刊发表的函件。集体署名的论文于文题下列署名单位，于文末列整理者姓名，并于论文首页脚注通信作者姓名、单位和邮政编码。集体署名的文章必须将对该文负责的关键人物列为通信作者。通信作者只列 1 位，由投稿者决定。

本刊编辑部