

## ◆ 医学前沿与研究 ◆

## 虚拟支气管镜导航的临床应用研究进展\*

黎雨, 徐明鹏, 张昌文, 张彤彤, 杨彩珍, 李文涛, 柳广南\*\*

(广西医科大学第二附属医院呼吸与危重症医学科, 广西南宁 530007)

**摘要:**周围型孤立性肺结节活检临床需求日渐增多。虽然经皮穿刺肺活检的诊断率高于经支气管肺活检, 但是其气胸、出血等发生率也远高于经支气管肺活检。导航支气管镜技术的问世极大地提高了经支气管肺活检的诊断阳性率, 其中的虚拟支气管镜导航因其成本低、效率高, 提供了更好的选择。近年来虚拟支气管镜导航除了在周围型孤立性肺结节活检中的应用外, 还与射频消融、微波消融、光动力疗法、热蒸汽消融等相结合, 为未来早期肺癌患者因各种原因无法手术时提供选择替代治疗方案。本文从虚拟支气管镜导航的工作原理及方法、临床应用以及未来前景等方面进行了综述。

**关键词:**周围型肺癌 周围型孤立性肺结节 虚拟支气管镜导航 射频消融 微波消融 光动力疗法 热蒸汽消融

中图分类号: R562 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2022)03-0430-06

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20220720.005

美国肺癌筛查试验<sup>[1]</sup>表明, 对目标人群进行低剂量CT扫描可提高肺癌的早期发现率并降低死亡率。完成低剂量CT筛查的受试者中有39.1%至少存在一个阳性发现, 而这些阳性发现中约80%为肺周围型病灶。因此, 如何安全、有效、经济地获取组织标本, 明确病理诊断, 成为一个重要的问题。肺结节标本的获取方式包括手术活检、经皮穿刺活检和支气管镜活检。试验表明多数孤立性肺结节是良性的, 即使在高危患者中也只有1%的患者为恶性。因此, 临床工作通常更偏向于采用创伤性更小的诊断流程: 经支

气管或经皮穿刺肺活检。其中, CT引导下经皮穿刺肺活检对恶性肿瘤的敏感度接近90%, 特异性为97%<sup>[2]</sup>, 但是并发症中气胸的发生率为21%, 咯血的发生率为5%<sup>[3]</sup>。相比之下, 经支气管肺活检中出血发生率为0.73%, 气胸发生率为0.63%<sup>[4]</sup>。但是, 常规支气管镜对所有病变的诊断率为78%, 对于≤2cm病变的诊断率为34%。支气管镜对肺周围型病变诊断阳性率的限制因素包括病变大小、位置、性质、是否有气道相通, 以及如何引导活检工具正确到达病灶<sup>[5-8]</sup>。2015年, Herth等<sup>[9]</sup>首次应用LungPoint虚

收稿日期: 2022-02-19

\* 国家自然科学基金项目(81760001)资助。

## 【作者简介】

黎雨(1983-)男, 副主任医师, 主要从事介入呼吸病学研究。

## 【\*\*通信作者】

柳广南(1963-), 男, 主任医师, 博士研究生导师, 主要从事介入呼吸病学、肺癌研究, E-mail: 1821858774@qq.com。

## 【引用本文】

黎雨, 徐明鹏, 张昌文, 等. 虚拟支气管镜导航的临床应用研究进展[J]. 广西科学, 2022, 29(3): 430-435.

LI Y, XU M P, ZHANG C W, et al. Progress in Clinical Application of Virtual Bronchoscopy Navigation [J]. Guangxi Sciences, 2022, 29(3): 430-435.

拟支气管镜导航引导进行支气管镜下经肺实质结节抵达术(Bronchoscopic Transparenchymal Nodule Access, BTPNA)来获取孤立性肺结节(肺结节位于支气管管腔外)组织标本,从而使得肺周围型孤立性肺结节的诊断率上升到83%。

虚拟支气管镜导航指的是根据三维螺旋CT产生的图像来模拟真实支气管镜图像,从而产生通往病灶路径的虚拟支气管图像,并与相应的真实支气管图像同步显示,引导操作者控制支气管镜抵达目标病灶<sup>[10,11]</sup>。大量文献<sup>[12-15]</sup>显示该技术与超细支气管镜、环扫超声、锥形束CT、C臂等联合应用,极大地提高了支气管镜对于肺周围型病灶的诊断率。同时,该技术与治疗型工具的联合应用,也为周围型肺癌的微创治疗提供了新的思路。本文将从虚拟支气管镜导航的工作原理与方法、临床应用以及未来展望等方面进行阐述。

## 1 虚拟支气管镜导航的工作原理及方法

首先,通过螺旋CT对患者颈部和胸部进行扫描形成气道的原始图像。以0.6 mm一张图片的顺序实现X、Y和Z轴的分辨<sup>[16]</sup>。各个图像堆叠在彼此顶部,以创建存储在常见数字电视和医学数据格式的通信中的三维块。用灰度变化来表示这些图像内部结构的强度变化。对空气和组织所代表的不同强度的区域进行数据提取、分段,形成多边形网络,从而代表气道表面。按照以上原理,把空气组织界面模拟成气道黏膜表面,形成模拟的视觉图像投影在实时的监视器上,从而实时引导检查支气管镜逐步抵达目标靶段。可见虚拟支气管镜的图像分辨率与CT图像质量密切相关。在做CT扫描时,除了受CT性能的限制外,术前解除气道痉挛、排痰、嘱患者扫描时屏气、尽量缩短扫描完成时间等非常重要。此外,形成虚拟支气管镜图像时阈值的设定也是关键点,不同的阈值可能会形成不同的虚拟支气管镜图像,有时会导致一些气道分支的消失,误导支气管镜检查的真实路径。以上操作需要通过DirectPath、LungPoint等导航软件实现。

目前,支气管镜导航有两种位置追踪方法,分别是图像登记和磁性位置传感器。虚拟支气管镜导航属于图像登记。在LungPoint界面<sup>[17]</sup>设定靶点后会虚拟支气管镜图上自动形成引导路径,逐步引导真实支气管镜抵达靶点。

## 2 临床应用

现代虚拟支气管镜导航系统具备虚拟支气管镜图像和导航两种功能。这两种功能临床应用常见于以下几种情况。

### 2.1 虚拟支气管镜导航在非肿瘤性疾病中的临床应用

虚拟支气管镜导航有助于支气管异物的筛查和取出。Jung等<sup>[18]</sup>报道了虚拟支气管镜技术在婴幼儿支气管异物诊疗中的应用。文章回顾了2006年2月至2010年9月在一家三级培训医院,一名耳鼻喉科医生对10名儿童患者(男:女=5:5)进行严格的支气管镜检查以确诊并取出支气管异物,其中只有4名患者有明确的误吸病史,9名患者在胸部X线平片上发现患肺过度活动,在所有患者中,术前虚拟支气管镜均发现并定位支气管异物,其结果与术中支气管镜检查结果一致,这项研究的结果表明,虚拟支气管镜有助于支气管异物的诊断和术前规划。对于婴幼儿、心肺功能衰竭等不适合常规电子支气管镜探查的患者,虚拟支气管镜因其无创的优势,也能发挥很好的筛查作用。此外,在经支气管镜取出不规则形状的支气管异物手术中,虚拟支气管镜可以在术前更好地观察异物与气管、周围血管等的关系,从而规划更合理的手术方式,减少手术并发症。

此外,在真菌性肺炎的诊疗方面,虚拟支气管镜导航除了能提高诊断率外,在治疗方面也有重要作用。张会娟等<sup>[19]</sup>报道了通过虚拟支气管镜导航引导局部精准灌注两性霉素B两次,成功治愈肺毛霉病。当然,目前仍需更多的数据来探讨虚拟支气管镜导航引导下经支气管镜局部精准给药的有效性和安全性,以及具体的药物种类、剂量、给药频次等。

### 2.2 虚拟支气管镜导航在肺癌诊疗中的临床应用

虚拟支气管镜导航,一方面可以用无创的方法观察气道是否存在管壁不规则、软骨缺失和气道肿胀<sup>[20]</sup>;另一方面,在周围型肺癌的诊断、标记位置和内镜微创介入治疗等方面发挥着平台作用,使得支气管镜操作更加精准。

通常,外径5.9 mm的支气管镜只能进入第三或第四级支气管,靶病变位于节段支气管以外,白光支气管镜难以观察。对于这类周围型肺部病变,诊断性支气管镜检查可在X线透视引导下使用经支气管刷检、经支气管活检、经支气管针吸和支气管冲洗等几种不同的方法。其中,对小于2 cm的周围型

孤立性肺结节,不同位置的肺结节诊断率是不一样的。结节位于肺野中1/3带时诊断率为31%,而位于肺野外1/3带时诊断率仅占14%<sup>[20]</sup>。Tanner等<sup>[21]</sup>在一项多中心前瞻性随机试验中发现,对于周围型孤立性肺结节的常规支气管镜,在使用X线透视引导的情况下诊断率仍然只有37.7%,但如果该病灶CT显示有支气管征,那么诊断率可增加至73%。如何找到通向病灶的支气管并使支气管镜准确到达,在更进一步接近肺周围型病灶的地方对远端通过内镜不可直视到的病灶进行活检是关键。Eberhardt等<sup>[22]</sup>证明使用虚拟支气管镜导航引导超细支气管镜检查,到达或接近病灶后予环扫超声确定病灶并在病灶处留置活检鞘管,通过鞘管置入活检钳活检,可以使外周型肺孤立性结节的诊断率达到88%–93%。

虚拟支气管镜导航除了能提高周围型肺癌的诊断率外,在立体定向放射治疗和外科手术方面也能发挥重要作用。Harley等<sup>[23]</sup>研究表明EBUS联合虚拟支气管镜导航、电磁导航支气管镜释放定位标记物,用于为中心和外周肺癌患者准备立体定向放疗是安全、有效的。该试验纳入了43名患者(21名男性,22名女性;平均年龄74.4岁),其中42例患有非小细胞肺癌(5例复发),1例有类癌,22个肿瘤位于左肺,19个位于右肺,1个位于隆突,1个位于气管前,使用EBUS在所有肿瘤肿块内和周围放置2–5个定位标记物于外周病变,操作过程EBUS与导航支气管镜检查相结合,30名患者没有定位标记物移位,在13名存在1个以上定位标记物移位的患者中,使用剩余的定位标记物进行立体定向放射治疗也是有效的<sup>[23]</sup>。

Chen等<sup>[24]</sup>试验表明在应用胸腔镜切除肺结节前,虚拟支气管镜导航引导下经支气管镜放置微线圈术前定位肺结节是一种安全、稳定且有效的技术。该试验通过在3个猪模型中混合脂醇来模拟12个肺部病变,1周后,通过导航支气管镜经支气管镜,每个病变放置两个微线圈;然后在置入后1 d、1周、2周和4周进行计算机断层扫描,以评估微线圈相对于病变的位置;置入后5周在透视下对模拟病变进行手术切除,并评估了微线圈定位的准确性、稳定性和相关并发症;在此之后,对3名纯磨玻璃肺结节患者进行了探索性临床研究<sup>[24]</sup>。在动物试验和临床研究中,所有微线圈和靶病变均成功切除,在标志物置入或术后随访期间未观察到气胸等并发症。

在周围型肺癌的治疗方面,虚拟支气管镜导航除了在外科手术、放射治疗等传统治疗方式中起到重要作用外,在支气管镜介入新术式的探索中也发挥重要作用。在肺癌的治疗中,光动力疗法(Photodynamic Therapy, PDT)通常用于治疗位于中央的支气管内肿瘤。导航支气管镜检查的发展为使用PDT治疗外周肺肿瘤开辟了新路径。Musani等<sup>[25]</sup>报道了使用电磁导航支气管镜检查提供的PDT治疗犬的周围型肺癌,PDT在所有3只犬中都取得了成功,无严重不良反应;PDT治疗的肿瘤内部组织切片显示凝固性中央型坏死与少量炎症细胞混合,并形成动脉血栓,周边区域可见活的腺癌细胞。该试验显示通过精确放置光纤,可以最大限度地减少对周围非癌组织的损害,使人类周围型肺癌的该治疗方式成为可能。Zhang等<sup>[26]</sup>报道了应用PDT治疗气管支气管恶性肿瘤和周围型肺癌患者23例,其中周围型肺癌患者2例,1例应用CT和超声定位,另外1例应用导航支气管镜定位,成功插入光纤完成治疗,未见导航支气管镜相关并发症,这是电磁导航支气管镜首次应用于周围型肺癌光动力治疗的报道,该患者选用的是虚拟支气管镜成像和磁性位置传感器应用双重引导模式。

肺癌经皮消融术包括射频、微波、激光和冷冻消融,这些操作通常都是在影像学引导下进行的。消融针必须穿过胸膜抵达病灶,经皮消融术病例中气胸发生率高达50%<sup>[27]</sup>。理论上,通过支气管镜经人体自然腔道导入相关消融导管至病灶进行消融,可以减少气胸并发症。Tsushima等<sup>[28]</sup>和Koizumi等<sup>[29,30]</sup>报道了经支气管镜射频消融的应用。Koizumi等<sup>[29]</sup>报道了2006–2012年使用CT引导支气管镜冷却射频消融导管进行的20例肺癌患者的消融手术(23次初始治疗和5次再治疗),11个病灶显示肿瘤显著缩小,8个病灶显示稳定,局部控制率为82.6%,中位无进展生存期为35个月(95%可信区间:22–45个月),5 a总生存率为61.5%(95%可信区间:36%–87%),没有严重的不良事件。

与射频消融相比,微波消融受散热器和组织电导率的影响较小,可以产生更大的消融体积<sup>[31]</sup>。Lau等<sup>[32]</sup>报道了一项单臂研究,该研究纳入了3例转移性肺癌患者(2例结肠直肠癌和1例子宫内膜癌),其中女性2例,男性1例,平均年龄70.3岁,均接受支气管镜微波消融术,消融的肺部病灶4个[中位大小10.5 mm(范围7–13 mm),3例无支气管征],所有病例均在电磁导航支气管镜和锥形束CT引导定位



下经支气管镜置入微波消融探针消融肺部肿瘤(消融功率 100 W,消融时间 10 min),术后锥形束 CT 扫描影像提示消融的病变区域为磨玻璃影覆盖,未见气胸、出血等严重并发症。

此外,近年来也有通过支气管镜进行支气管热蒸汽能量消融周围型肺癌的报道。Ferguson 等<sup>[33]</sup>报道了一项针对直径为 2-4 mm、治疗能量不同的气道的随访人类尸体研究,该研究显示在含有恶性病变的离体肺中,肿瘤完全被控制在消融区内。最近一项单臂治疗临床可行性研究也提示了支气管热蒸汽消融术对于周围型肺癌消融治疗的可行性,该研究纳入了 6 例周围型肺癌患者,均通过支气管镜向靶病变提供 330 cal(约 1 381.64 J)热蒸汽能量消融治疗,其中 5 例术后接受了肺病变外科切除,组织学结果显示,热损伤边缘界限清晰,预期坏死变化与理论上有效的消融术一致<sup>[34]</sup>。如何确定最佳导管位置、剂量等还有待进一步研究。

### 3 展望

随着医疗设备研发的进步,针对周围型肺癌的经支气管镜介入治疗手段逐渐增多,如何准确引导支气管镜通过支气管树的自然腔道尽量接近肺部病灶,然后通过操作孔导入诊疗工具准确抵达病灶,一直是临床难题。本文中所提到的新的治疗手段,其中虚拟支气管镜导航可用于术前规划,形成固定的虚拟支气管镜图像,但均不是在单独使用虚拟支气管镜导航的情况下完成,手术中或联用了磁性位置传感器,即电磁导航支气管镜,或联用了锥形束 CT 或低剂量螺旋 CT 等。目前报道的经支气管镜介入治疗周围型肺癌的试验中较多应用电磁导航支气管镜,因为该设备术前可形成虚拟支气管镜图像以引导支气管镜进镜,术中联合应用磁性位置传感器辅助而达到双重模态确认位置。单独使用虚拟支气管镜导航在支气管镜进镜过程中会做出转动镜子的动作。目前的虚拟支气管镜导航无法实现实时图像自动匹配,需要操作者根据经验手动纠正,这样就有可能出现进镜过程选错气道。此外,支气管镜进镜过程中患者呼吸运动幅度与术前 CT 扫描时的差异也会导致病灶出现偏移。为了补偿呼吸导致的位置误差,胸腔表面放置多个运动传感器,计算其运动轨迹以生成呼吸模型,从而尽可能减少误差,这是目前对 LungPonit 等虚拟支气管镜导航所做的改进,同时也克服了电磁导航支气管镜在临床应用中因存在一次性高值耗材的使用而难以推

广的问题。

笔者认为开发出带有自动追踪、图像标注功能的虚拟支气管镜导航更加符合临床工作的需求。虚拟支气管镜导航因其成本低、效率高,未来可能应用更加广泛。

### 参考文献

- [1] ABERLE D R, ADAMS A M, BERG C D, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening [J]. *The New England Journal of Medicine*, 2011, 365(5): 395-409.
- [2] RIVERA M P, MEHTA A C, CHEST P A C. Initial diagnosis of lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd ed.) [J]. *Chest*, 2007, 132(Suppl 3): 131S-148S.
- [3] MANHIRE A, CHARIG M, CLELLAND C, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy [J]. *Thorax*, 2003, 58(11): 920-936.
- [4] 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*, 2012, 17(3): 478-485.
- [5] JIANG S M, XIE F F, MAO X W, et al. The value of navigation bronchoscopy in the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: A meta-analysis [J]. *Thoracic Cancer*, 2020, 11(5): 1191-1201.
- [6] KATO A, YASUO M, TOKORO Y, et al. Virtual bronchoscopic navigation as an aid to CT-guided transbronchial biopsy improves the diagnostic yield for small peripheral pulmonary lesions [J]. *Respirology*, 2018, 23(11): 1049-1054.
- [7] KALANJERI S, HOLLADAY R C, GILDEA T R. State-of-the-art modalities for peripheral lung nodule biopsy [J]. *Clinics in Chest Medicine*, 2018, 39(1): 125-138.
- [8] CHERIAN S V, KAUR S, KARANTH S, et al. Diagnostic yield of electromagnetic navigational bronchoscopy: A safety net community-based hospital experience in the United States [J]. *Annals of Thoracic Medicine*, 2021, 16(1): 102-109.
- [9] HERTH F J, EBERHARDT R, STERMAN D, et al. Bronchoscopic transparenchymal nodule access (BTPNA): First in human trial of a novel procedure for sampling solitary pulmonary nodules [J]. *Thorax*, 2015, 70(4): 326-332.
- [10] ASANO F, MATSUNO Y, SHINAGAWA N, et al. A virtual bronchoscopic navigation system for pulmonary

- peripheral lesions [J]. *Chest*, 2006, 130(2): 559-566.
- [11] EDELL E, KRIER-MORROW D. Navigational bronchoscopy: Overview of technology and practical considerations – New current procedural terminology codes effective 2010 [J]. *Chest*, 2010, 137(2): 450-454.
- [12] BO L Y, LI C C, PAN L, et al. Diagnosing a solitary pulmonary nodule using multiple bronchoscopic guided technologies: A prospective randomized study [J]. *Lung Cancer*, 2019, 129: 48-54.
- [13] BOLTON W D, COCHRAN T, BEN-OR S, et al. Electromagnetic navigational bronchoscopy reduces the time required for localization and resection of lung nodules [J]. *Innovations (Philadelphia, Pa.)*, 2017, 12(5): 333-337.
- [14] PIRO R, FONTANA M, CASALINI E, et al. Cone beam CT augmented fluoroscopy allows safe and efficient diagnosis of a difficult lung nodule [J]. *BMC Pulmonary Medicine*, 2021, 21(1): 327. DOI: 10.1186/S12890-021-01697-Y.
- [15] STEINFORT D P, KHOR Y H, MANSER R L, et al. Radial probe endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral lung cancer: Systematic review and meta-analysis [J]. *European Respiratory Journal*, 2011, 37(4): 902-910.
- [16] FERGUSON J S, MCLENNAN G. Virtual bronchoscopy [J]. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 2005, 2(6): 488-491, 504-505.
- [17] 付鹏, 黄文婷, 龙发, 等. LungPoint 虚拟导航辅助支气管镜检查在肺外周结节诊断中的应用 [J]. *临床肺科杂志*, 2020, 25(10): 1462-1467.
- [18] JUNG S Y, PAE S Y, CHUNG S M, et al. Three-dimensional CT with virtual bronchoscopy: A useful modality for bronchial foreign bodies in pediatric patients [J]. *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, 2012, 269(1): 223-228.
- [19] 张会娟, 牟向东, 尹洪芳, 等. 经导航支气管镜局部灌注两性霉素 B 治愈肺毛霉病一例 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2021, 44(8): 733-735.
- [20] BAAKLINI W A, REINOSO M A, GORIN A B, et al. Diagnostic yield of fiberoptic bronchoscopy in evaluating solitary pulmonary nodules [J]. *Chest*, 2000, 117(4): 1049-1054.
- [21] TANNER N T, YARMUS L, CHEN A, et al. Standard bronchoscopy with fluoroscopy vs thin bronchoscopy and radial endobronchial ultrasound for biopsy of pulmonary lesions: A multicenter, prospective, randomized trial [J]. *Chest*, 2018, 154(5): 1035-1043.
- [22] EBERHARDT R, KAHN N, GOMPELMANN D, et al. LungPoint – A new approach to peripheral lesions [J]. *Journal of Thoracic Oncology*, 2010, 5(10): 1559-1563.
- [23] HARLEY D P, KRIMSKY W S, SARKAR S, et al. Fiducial marker placement using endobronchial ultrasound and navigational bronchoscopy for stereotactic radiosurgery: An alternative strategy [J]. *Annals of Thoracic Surgery*, 2010, 89(2): 368-373.
- [24] CHEN J X, PAN X F, GU C J, et al. The feasibility of navigation bronchoscopy-guided pulmonary microcoil localization of small pulmonary nodules prior to thoracoscopic surgery [J]. *Translational Lung Cancer Research*, 2020, 9(6): 2380-2390.
- [25] MUSANI A I, VEIR J K, HUANG Z, et al. Photodynamic therapy via navigational bronchoscopy for peripheral lung cancer in dogs [J]. *Lasers in Surgery and Medicine*, 2018, 50(5): 483-490.
- [26] ZHANG Q, ZHENG K F, GU X, et al. Photodynamic therapy for primary tracheobronchial malignancy in Northwestern China [J]. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 2021, 37: 102701. DOI: 10.1016/j.pdpdt.2021.102701.
- [27] MOORE W, TALATI R, BHATTACHARJI P, et al. Five-year survival after cryoablation of stage I non-small cell lung cancer in medically inoperable patients [J]. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2015, 26(3): 312-319.
- [28] TSUSHIMA K, KOIZUMI T, TANABE T, et al. Bronchoscopy-guided radiofrequency ablation as a potential novel therapeutic tool [J]. *European Respiratory Journal*, 2007, 29(6): 1193-1200.
- [29] KOIZUMI T, TSUSHIMA K, TANABE T, et al. Bronchoscopy-guided cooled radiofrequency ablation as a novel intervention therapy for peripheral lung cancer [J]. *Respiration*, 2015, 90(1): 47-55.
- [30] KOIZUMI T, KOBAYASHI T, TANABE T, et al. Clinical experience of bronchoscopy-guided radiofrequency ablation for peripheral-type lung cancer [J]. *Case Reports in Oncological Medicine*, 2013: 515160. DOI: 10.1155/2013/515160.
- [31] PILLAI K, AKHTER J, CHUA T C, et al. Heat sink effect on tumor ablation characteristics as observed in monopolar radiofrequency, bipolar radiofrequency, and microwave, using ex vivo calf liver model [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(9): e580.
- [32] LAU K, SPIERS A, PRITCHETT M, et al. Broncho-

- scopic image-guided microwave ablation of peripheral lung tumours - early results [J]. *Journal of Thoracic Oncology*, 2018, 13 (10): S542. DOI: 10. 1016/j. jtho. 2018. 08. 757.
- [33] FERGUSON J S, HENNE E. Bronchoscopically delivered thermal vapor ablation of human lung lesions [J]. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, 2019, 26(2): 108-113.
- [34] STEINFORT D P, CHRISTIE M, ANTIPPA P, et al. Bronchoscopic thermal vapour ablation for localized cancer lesions of the lung: A clinical feasibility treatment-and-resect study [J]. *Respiration*, 2021, 100 (5): 432-442.

## Progress in Clinical Application of Virtual Bronchoscopy Navigation

LI Yu, XU Mingpeng, ZHANG Changwen, ZHANG Tongtong, YANG Caizhen, LI Wentao, LIU Guangnan

(Department of Respiratory and Critical Care Medicine of the Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi, 530007, China)

**Abstract:** Peripheral solitary pulmonary nodular biopsy is increasingly needed. Although the diagnostic rate of percutaneous lung biopsy is higher than that of Transbronchial Lung Biopsy (TBLB), the incidence of pneumothorax and bleeding is also much higher than that of TBLB. The advent of navigational bronchoscopy has greatly improved the diagnostic rate of TBLB. Among them, Virtual Bronchoscopy Navigation (VBN) provides more choices due to its low cost and high efficiency. In recent years, in addition to the application of VBN in peripheral solitary pulmonary nodules biopsy, it has also been combined with radiofrequency ablation, microwave ablation, photodynamic therapy, thermal steam ablation, etc., to provide alternative treatment options for patients with early lung cancer who are unable to operate due to various reasons in the future. Bronchoscopic intervention is a viable alternative because it is less invasive and has more therapeutic options. This article reviews the working principle, operation method, clinical application and future prospect of virtual bronchoscopy navigation.

**Key words:** peripheral lung cancer; peripheral solitary pulmonary nodules; virtual bronchoscopy navigation; radiofrequency ablation; microwave ablation; photodynamic therapy; thermal steam ablation

责任编辑:陆媛峰



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxk@gxas.cn

投稿系统网址:http://gxxk.ijournal.cn/gxxk/ch