

- 宫复旧的临床研究[J]. 激光杂志, 2010, 31(2): 65-66.
- [8] Pandit SN, Khan RJ. Surgical techniques for performing caesarean section including CS at full dilatation[J]. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol, 2013, 27(2): 179-195.
- [9] 林召, 党小军. 血清 CA125 联合经阴道超声检查在子宫肌瘤肌病与子宫肌瘤鉴别诊断中的应用[J]. 国际检验医学杂志, 2011, 32(12): 1316-1317.
- [10] Horng HC, Wen KC, Su WH, et al. Review of myomectomy[J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2012, 51(1): 7-11.
- [11] Chang CC, Chen W. A comparison of surgical outcomes between laparoscopic and open myomectomy in Southern Taiwan[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2012, 119(2): 189-193.
- [12] Algara AC, Padilla EL, Hernández SL, et al. Myomectomy: laparoscopic or laparotomy technique? [J]. J Minim Invasive Gynecol, 2012, 19(6): 140-141.
- [13] Mattei A, Cioni R, Bargelli G, et al. Techniques of laparoscopic myomectomy[J]. Reprod Biomed Online, 2011, 23(1): 34-39.
- [14] 郑晨, 宋成利. 腹腔镜手术模拟训练系统的研究现状与分析[J]. 中华消化外科杂志, 2012, 11(4): 397-400.
- [15] Kelly BA, Bright P, Mackenzie IZ. Does the surgical approach used for myomectomy influence the morbidity in subsequent pregnancy? [J]. J Obstet Gynaecol, 2008, 28(1): 77-81.
- [16] Agdi M. Endoscopic management of uterine fibroids. Best practice and research[J]. Clinic Obstet Gynaecol, 2008, 22(4): 707-716.
- [17] Chyi-Long L, Chin-Jung W. Laparoscopic myomectomy [J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2009, 48(4): 335-341.
- [18] Roberge S, Chaillet N, Boutin A, et al. Single-versus double-layer closure of the hysterotomy incision during cesarean delivery and risk of uterine rupture[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2011, 115(1): 5-10.
- [19] Wortman M, Daggett A, Ball C. Operative hysteroscopy in an office-based surgical setting: review of patient safety and satisfaction in 414 cases[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2013, 20(1): 56-63.
- [20] 苏茂坚. 分娩期子宫破裂的防治[J]. 海南医学院学报, 2008, 64(3): 256-257.
- [21] Pistofidis G, Makrakis E, Balinakos P, et al. Report of 7 uterine rupture cases after laparoscopic myomectomy: update of the literature[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2012, 19(6): 762-767.
- [22] Parker WH, Einarsson J, Istre O, et al. Risk factors for uterine rupture after laparoscopic myomectomy[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2010, 17(5): 551-554.
- [23] Tusheva, Patel SD. Reproductive outcomes following robotic assisted laparoscopic myomectomy (RALM) [J]. Fertil Steril, 2011, 96(3): S148-S150.
- [24] Istre O. Managing bleeding, fluid absorption and uterine perforation at hysteroscopy[J]. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol, 2009, 23(5): 619-629.
- [25] Chang WC, Chang DY, Huang SC, et al. Use of three-dimensional ultrasonography in the evaluation of uterine perfusion and healing after laparoscopic myomectomy[J]. Fertil Steril, 2009, 92(3): 1110-1115.

(收稿日期: 2012-12-18 修回日期: 2013-02-15)

· 综 述 ·

## 电磁导航支气管镜临床应用及展望

徐志强, 王茂筠 综述, 梁宗安<sup>△</sup> 审校

(四川大学华西医院呼吸内科, 成都 610041)

**关键词:** 电磁导航支气管镜; 周围性肺部病变; 临床应用

doi: 10.3969/j.issn.1671-8348.2013.12.041

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)12-1421-04

周围性肺部病变(peripheral pulmonary lesions)诊断一直是困扰临床医生的一个难题。常用检查方法包括常规纤维支气管镜检查、经胸壁穿刺肺活检(transthoracic needle aspiration, TTNA)、支气管内径向超声(endobronchial ultrasound, EBUS)、诊断性手术等。但周围型肺部病灶在支气管镜下大多不能被直接观察到或仅见某些间接征象,而且支气管镜对周围型肺部病变诊断率受病灶大小影响,病灶越小,诊断率就越低<sup>[1]</sup>。2000年后,一项新的用于周围性肺部病变诊断技术—电磁导航支气管镜(electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB)问世。ENB技术集仿真支气管镜与可曲式支气管镜的优点于一身,不但可以准确到达常规支气管镜无法到达的周围

型肺部病变部位,又可以获取病变组织进行病理检查。本文就ENB的设备、操作技术和优势、临床应用以及应用前景作一综述。

### 1 电磁导航系统的组成

**1.1 电磁定位板** 电磁定位板是一块 56 cm×47 cm×1 cm 大小的电磁板,可释放低频电磁波。检查时,电磁定位板放置于支气管镜检查床的头侧,患者平卧于其上方。

**1.2 导航探头** 可回缩的传感器探头被固定于一可弯曲金属电缆的尖端,探头将信息传送至计算机。探头与一根长 130 cm,直径为 1.9 mm 的导管合为一体,这根导管可以作为工作孔道(extended working channel, EWC)用于置入支气管镜操作

表 1 ENB 的有效性及其安全性

研究者	研究时间 (年)	患者数	平均病变大小 (mm)	麻醉方式	导航成功率 (%)	取样方式	诊断率 (%)	并发症
Becker	2005	30	39.81	全麻	83.3	钳取,刷检	69.0	1例气胸,3例自限性出血
Schwarz	2006	13	33.5	静脉注射咪唑啉,普鲁泊福	未描述	钳取,刷检	69.0	无
Gildea	2006	54例周围型	22.8周围型	静脉注射咪唑啉和吗啡	100	刷检2-3次,TBNA2-4次	74(周围型)	2例(3.6%)气胸
Makris	2007	40	23.5	全麻	18(例)≤8mm	TBBX8.5次(平均)	62.5	3例(7.5%)气胸
Eberhardt	2007	39	28	适度镇静或全麻	未描述	TBBX4.1次(仅钳取)	59.0	2例(5%)气胸
Eberhardt	2007	92	24	全麻55例,静脉注射咪唑啉34例	平均误差(9±6)mm	针吸,刷检,钳取(平均5.1次)	67.0	2例(2%)气胸,1例(1%)工作孔道穿孔,1例(1%)继发于镇静的呼吸衰竭
Wilson	2007	279	21	静脉注射咪唑啉,芬太尼,普鲁泊福	95.3%	TBNA和钳取(3~4个样本)	65.0	3例(1%)气胸,3例(1%)中度出血,1例(0.3%)血肿,1例(0.3%)肺炎
Bertoletti	2009	53	31.2	吸入氧气/一氧化氮	(10±5.9)mm从顶部到靶区中心	钳取,刷检	77.3	2例(4%)气胸
Seijo	2010	51	25	静脉注射咪唑啉,芬太尼	8mm从顶部到靶区中心	针吸,钳取	67.0	4例(8%)轻度低氧血症
Eberhardt	2010	55	23.3	未描述	(9±5)mm	导管抽吸2次,钳取活检5次	75.5	1例(1.9%)气胸

TBNA:经支气管针吸活检,TBBX:支气管活检。

器械,由导航系统引导至靶区进行操作。探头置于电磁场中,它的方位如X、Y、Z轴以及转动、倾斜等运动可以被系统所捕获。所捕获的信息实时显示,并与患者CT图像叠加。

**1.3 计算机软件与监视器** 操作过程中,操作者可以通过监视器从冠状位、矢状位、轴位观看3维CT图像以及与图像叠加的病灶区的解剖位置标记,并可了解操作中探头位置走向。

## 2 操作过程

**2.1 影像定位** 将数字化CT图像下载到ENB软件中,通过重建形成轴位、冠状位和矢状位的胸部图像以及虚拟支气管树。在CT图像和虚拟支气管树相应解剖位置作5~7个标记。病灶区也以同样的方式进行标记。

**2.2 支气管镜定位** 将传感器置于患者胸部,在局麻或全麻下对患者进行支气管镜检查,从支气管镜工作孔道置入定位探头,通过软件将虚拟支气管镜图像上定位标记与同一标记在体内确认,将两图像叠加配准。由计算机软件自动生成到达靶区的导航图。

**2.3 操作** 通过导航,将支气管镜嵌入靶段支气管内,将探头套入EWC后在导航下向前推进,传感器探头接收电磁板释放的电磁波信息并将其反馈回系统,系统可以准确感知探头的位置,操作者可适时对探头位置进行校正。到达病灶部位后,退出探头,置入支气管镜操作器械,明确操作器械与病灶和胸膜的关系后即可进行钳取等操作。

## 3 ENB的临床应用

Solomon等<sup>[2]</sup>在1998年首次报道了使用ENB的动物实验结果。研究者使用导航探头和定位软件,对8只猪进行了导航支气管镜针吸活检。结果发现ENB有助于提高支气管外周围型病变的诊断率。2000年Solomon等报道了15例人类临床病例<sup>[3]</sup>,同时对胸壁体表定位与气管内定位两种定位方法的准确性进行了比较,发现气管内定位法误差距离远低于体表定位法。此后,多位研究者报道了ENB在周围性肺部病变诊断中的应用情况。见表1。

Eberhardt等<sup>[4]</sup>将120例孤立性肺部结节患者随机分为3组,1组为单纯使用ENB,1组为单纯使用EBUS,第三组患者

为ENB联合EBUS诊断。在所有患者中,两种技术联合的确诊率为88%,明显高于单独使用EBUS组(69%)和ENB组(59%), $P=0.02$ 。研究认为EBUS与ENB两种技术联合应用以提高周围性肺部疾病确诊率,而不增加并发症风险。

Seijo等<sup>[5]</sup>纳入51例周围型肺部结节患者,平均结节大小为5mm,结节至胸膜的平均距离为11mm,大多数结节位于右肺上叶;将可能影响诊断率因素进行研究,包括结节大小,所处肺叶位置,结节至胸膜距离,结节在CT图像上的支气管充气征,导航与结节偏离差异等。结果发现ENB的总体诊断率为67%(34/51),对恶性肿瘤诊断敏感性为71%,特异性100%。ENB对支气管充气征阳性病例诊断率达到了79%(30/38),对于无明显支气管充气征病例诊断率仅有31%(4/13)。单因素分析显示诊断率与肿瘤结节的支气管充气征( $P=0.005$ )和结节大小( $P=0.04$ )有关;而多因素分析仅提示支气管充气征阳性对诊断率有影响( $OR=7.6,95\%CI 1.8\sim 31.7$ )。

同时,Wilson等<sup>[6]</sup>也发现结节大小对ENB诊断阳性率无影响。有些实验中还使用了荧光支气管镜及快速术中冰冻活检,这些都对诊断率有一定影响。但手术时间和活检次数对诊断率影响仍是未知的。

目前文献中提及ENB操作的麻醉方式主要为清醒镇静(conscious sedation)和全身麻醉(general anaesthesia,GA)两种,但对最佳麻醉方式至今仍有争议。在Eberhardt等<sup>[4]</sup>的研究中使用清醒镇静与使用全麻诊断率方面差异无统计学意义(sedation vs GA,67% vs 76%, $P=0.28$ ,64% vs 70%, $P=0.57$ )。Bertoletti等<sup>[7]</sup>则发现使用吸入50%/50%一氧化二氮/氧气混合气体进行麻醉对实施ENB检查的患者是有效而且容易耐受的。

病变取材方式或取材工具也可能对ENB诊断率有一定影响。Eberhardt等<sup>[8]</sup>近期使用抽吸管作为ENB操作的活检方式。结果发现75.5%样本的诊断与取材方式相关,同时发现EBUS探头不可视的病变采用导管抽吸方式诊断率达到了100%,远高于采用钳夹活检的33%。

Makris等<sup>[9]</sup>在2007年报道了CT影像与结节间差异

(CT-to-body divergence)对 ENB 诊断率的影响。实验纳入 40 个周围型肺部结节患者,病灶大小平均为  $(23.5 \pm 1.5)$  mm,病灶至胸膜距离  $(14.9 \pm 2.0)$  mm,ENB 检查总体诊断率为 62.5%。研究发现 CT 影像与真实包块间差异小于或等于 4 mm 时诊断率可以达到 77.2%。

与经胸壁穿刺肺活检(transthoracic needle aspiration,TTNA)相比,ENB 最大的优势在于它的安全性。因为在使用 ENB 进行肺活检时胸膜没有被破坏,所以 ENB 后出现的气胸发生率要比经皮肺穿刺低,约为 0%~10%<sup>[4,9]</sup>。仅有很少的患者检查后出现轻微的低氧血症和轻微的出血,目前为止没有死亡病例的报道。最近的研究显示对于安装永久起搏器的患者 ENB 检查操作不会引起心律失常和起搏器功能障碍<sup>[10]</sup>。

#### 4 ENB 检查的技术优势

**4.1 与其他检查对比** CT 引导的 TTNA 对周围型肺部病变有着较高的诊断率,但在安全性及并发症发生上均不及常规经支气管镜肺活检及 ENB。研究显示 TTNA 操作可引起 25% 的患者发生轻度气胸,这些气胸并发症的患者中有 5% 需要安置胸腔闭式引流<sup>[11]</sup>。而且病变越小,位置越深,病变周围有肺气肿就越容易在 TTNA 时产生气胸。TTNA 的出血风险也显著高于经支气管镜肺活检及 ENB 检查。常规纤维支气管镜对周围型肺部病变的敏感度为 14%~63%,受诸多因素影响:如病变大小、病变取材方式、活检次数等影响<sup>[1]</sup>。而 ENB 目前仅报道病变支气管充气征对诊断率有影响。

EBUS 的优势在于对小气道及周围组织有 360 度的超声波视图,可以区分肺实质与固体肿瘤病变,提高诊断率。但 EBUS 缺乏可以指导操作者从中央气道到外周病变靶区的实时监控导航系统,从而影响了诊断率的提高。

**4.2 费用** ENB 检查费用比较昂贵,主要原因可能与一次性耗材的使用及其设备及软件价格贵。目前 ENB 在澳大利亚费用平均是 2 000 澳元/例,约合人民币 12 000 元。

**4.3 ENB 在其他领域内的应用** 目前 ENB 还用来肿瘤放疗时基准标记的放置,指导纵隔淋巴结和支气管周围占位的活检,以及手术治疗前经支气管镜胸腔染料标记定位病变。运用 ENB 导航能提高安置放疗标记的准确性。研究<sup>[12]</sup>显示通过 ENB 安置放疗基准标记 9 例病变有 8 例准确定位,1 周后标记保存率为 90%。在另外 1 项研究<sup>[13]</sup>中,在对患者实施射波刀(cyberknife)前,215/217(99%)患者的螺旋弹簧基准标记通过 ENB 准确安置,相对于常规方法安置线性基准标记(8/17,58%)优势明显,且气胸发生率仅为 5.8%。

#### 5 展 望

ENB 检查技术已经受到越来越多的关注。虽然 ENB 进一步的临床应用结果还需要通过大样本的多中心随机对照研究确认,随着 ENB 系统软硬件不断提高与完善,为周围性肺部疾病病理诊断提供了新的手段。ENB 的应用将使周围性肺部病变在手术之前通过微创获得病理诊断成为可能,同时也使介入性肺病学研究领域从中心气道到周围气道成为可能,是支气管镜技术发展历史上的又一个飞跃。

#### 参考文献:

[1] Rivera MP, Mehta AC, American College of Chest Physicians. Initial diagnosis of lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines [J]. Chest, 2007, 132(3 Suppl):S131-148.

[2] Solomon SB, White P Jr, Acker DE, et al. Real-time bronchoscope tip localization enables three-dimensional CT image guidance for transbronchial needle aspiration in swine [J]. Chest, 1998, 114(5):1405-1410.

[3] Solomon SB, White P Jr, Wiener CM, et al. Three-dimensional CT-guided bronchoscopy with a real-time electromagnetic position sensor: a comparison of two image registration methods [J]. Chest, 2000, 118(6):1783-1787.

[4] Eberhardt R, Anantham D, Ernst A, et al. Multimodality bronchoscopic diagnosis of peripheral lung lesions: a randomized controlled trial [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 176(1):36-41.

[5] Seijo LM, de Torres JP, Lozano MD, et al. Diagnostic yield of electromagnetic navigation bronchoscopy is highly dependent on the presence of a Bronchus sign on CT imaging: results from a prospective study [J]. Chest, 2010, 138(6):1316-1321.

[6] Wilson DS, Bartlett RJ. Improved diagnostic yield of bronchoscopy in a community practice: combination of electromagnetic navigation system and rapid on-site evaluation [J]. J Bronchol, 2007, 14:227-232.

[7] Bertolotti L, Robert A, Cottier M, et al. Accuracy and feasibility of electromagnetic navigated bronchoscopy under nitrous oxide sedation for pulmonary peripheral opacities: an outpatient study [J]. Respiration, 2009, 78(3):293-300.

[8] Eberhardt R, Morgan RK, Ernst A, et al. Comparison of suction catheter versus forceps biopsy for sampling of solitary pulmonary nodules guided by electromagnetic navigational bronchoscopy [J]. Respiration, 2010, 79(1):54-60.

[9] Makris D, Scherpereel A, Leroy S, et al. Electromagnetic navigation diagnostic bronchoscopy for small peripheral lung lesions [J]. Eur Respir J, 2007, 29(6):1187-1192.

[10] Khan AY, Berkowitz D, Krinsky WS, et al. Safety of pacemakers and defibrillators in electromagnetic navigation bronchoscopy [J]. Chest, 2013, 143(1):75-81.

[11] Gould MK, Fletcher J, Lannetoni MD, et al. Evaluation of patients with pulmonary nodules: when is it lung Cancer ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition) [J]. Chest, 2007, 132(3 Suppl):S108-130.

[12] Anantham D, Feller-Kopman D, Shanmugham LN, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy-guided fiducial placement for robotic stereotactic radiosurgery of lung tumors: a feasibility study [J]. Chest, 2007, 132(3):930-935.

[13] Schroeder C, Hejal R, Linden PA. Coil spring fiducial markers placed safely using navigation bronchoscopy in inoperable patients allows accurate delivery of CyberKnife stereotactic radiosurgery [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 140(5):1137-1142.