

孤立性肺结节定位方法的研究进展

马旭知远¹, 马金山²

1. 新疆医科大学, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆煤矿总医院胸外科, 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 计算机 X 线断层扫描筛查增加了外周肺实质中孤立性肺结节的检出率, 部分孤立性肺结节为早期肺癌, 电视辅助胸腔镜手术可显著提高患者生存率。孤立性肺结节术前定位可提高手术切除率, 提高患者总体受益。目前术前定位的方法主要为 CT 和支气管镜检查, 定位材料包括钩线、微线圈、染色剂、基准标记、造影剂和放射性示踪剂等。术中定位方法包括超声定位。本文通过对上述定位技术的优势和局限性进行讨论, 以期为临床应用提供参考依据。

关键词: 肺结节, 孤立性; 电视辅助胸腔镜手术; 计算机 X 线断层扫描; 定位

中图分类号: R 730.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2019)10-1441-04

肺癌是发病率及死亡率最高的恶性肿瘤, 占肿瘤总数 11.6%, 肿瘤死亡总数的 18.4%^[1], 肺癌预后大多不良, 近 90% 的肺癌患者死于肺癌本身。随着 CT 的广泛应用, 更多孤立性肺结节 (solitary pulmonary nodule, SPN) 被检出, 其中约 2.5% 怀疑为早期肺癌, 需进一步检查^[2]。SPN 是肺实质内孤立的圆形或卵圆形病变, 直径 ≤ 30 mm, 完全被含气肺组织包围, 不伴有肺门扩大、胸腔积液或肺不张。SPN 若为早期肺癌穿刺活检会增加术后肿瘤复发的风险^[3], 因此有恶性倾向的 SPN 应早期行电视辅助胸腔镜手术 (video-assisted thoracoscopic surgery, VATS) 切除, 术后病理检查明确诊断。SPN 定位在提高手术切除率、减少创伤、缩短手术时间等方面有至关重要的作用。SPN 的定位包括术前定位和术中定位, 目前多采用术前定位。其定位材料因国家、地区因素不同而种类多样, 并且各自具有其优点和缺点。术前定位工具主要有 CT 和支气管镜两种, 术前定位的材料包括染色剂、微线圈、钩线、基准标记、造影剂和放射性示踪剂等; 术中定位包括超声定位。本文对 SPN 定位方法的研究进展作一综述如下。

1 术前定位

1.1 CT 引导下 Hookwire 定位 CT 引导下 Hookwire 定位是使用最早、应用最广的定位技术。Hookwire 定位针是由一根穿刺针和针管内的一根记忆合金丝组成, 对肺部小结节有确切的定位作用, 最早应用于常规的乳腺结节 X 线定位, 而后应用于 SPN 术前定位。其操作流程为 Hookwire 定位针在 CT 定位下刺入 SPN, 当退出穿刺针管时, 钩子释放, 结节被牢牢钩住, 再次 CT 检查定位无误后送往手术室, VATS 下能明确看到病灶部位, 无需术中荧光透视和辐射照射。Hookwire 定位成功率高 (93% ~ 100%)、定位时间短 (9 ~ 33 min)^[4-5], Hookwire 定位的并发症包括脱钩, 大多为结节部位表浅造成, 脱钩率为 2.4% ~ 6.9%。其次包括定位线移位, 通常发生在患者被运送到手术室途中, 或手术前肺放气时。通过妥善的管理

和规范的操作可减少定位线移位的发生。其他并发症包括轻微气胸 (7.5% ~ 40.0%)、肺实质性出血 (13.9% ~ 36.0%) 和皮下肺气肿 (5.0%)^[6-8]。大量的胸腔积液和严重空气栓塞致死鲜有报道。此外, 还有一些定位困难的解剖部位, 包括肺尖定位、纵隔侧定位以及大血管附近的定位, 需要根据具体情况选择定位方法。

1.2 染色剂定位 亚甲基蓝染料染色定位最早于二十年前被应用于肺结节定位, 其优点是成功率高、定位时间短, 且对基础设备要求低、操作难度小, 适合于大多数医疗机构, 同时可进行 CT 定位活检, 而不产生额外费用。与钩线定位相比, 几乎没有解剖学限制。同时, 放射科医师和外科医生也不会有辐射暴露风险。且并发症发生率及严重程度较 Hookwire 低, 但患者疼痛感较强, 这可能与染色剂刺激胸膜有关^[5]。该方法的主要缺点是若不能立即手术, 则染料会逐渐扩散, 影响定位准确性。因此, 定位完成后需要立即手术。有报道称, 使用自体血液配置亚甲蓝染料可减少染料扩散, 提高定位准确性。使用专利蓝色活性染料进行定位也具有高精度和安全性^[9]。其他轻微并发症包括极少的气胸和肺内出血。染色剂过敏是最严重的并发症, 但很少报道^[10]。

1.3 微线圈和基准标记定位 微线圈和基准标记定位与 Hookwire 定位方法相似, 微线圈通过同轴针头穿刺至 SPN 表面, 展开到针头远端的肺实质。其与 Hookwire 定位相比优点在于, CT 引导定位后金属微线圈和基准标记物没有穿过胸壁的定位导丝, 因此可极大减少患者不适反应及疼痛程度^[11-13]。微线圈和基准标记定位后手术可在 C 型臂 X 线荧光透视下完成, 可迅速找到 SPN 位置, 从而减少手术时间和手术切除范围, 减少患者肺损伤。其缺点在于定位期间需要透视引导, 会增加外科医生的辐射暴露风险, 但透视时间仅为数分钟, 辐射暴露风险较低。其定位成功率为 93.0% ~ 98.4%^[14], 较 Hookwire 的定位成功率略低, 其原因可能是微线圈和基准标记定位后出现移位导致定位失败。然而也有研

研究表明,微线圈和基准标记定位很少发生移位,且定位成功率及手术切除率高于 Hookwire 组,这可能与操作流程及熟练程度有关^[15]。微线圈和基准标记定位的并发症包括空气栓塞、基准标记栓塞、局灶性肺内出血、气胸和血胸。并发症的发生率及严重程度与 SPN 距离胸壁或胸膜距离相关,总体发生率约为 68%,与 Hookwire 并发症发生率无明显差异,且绝大多数不需要特殊治疗^[16]。因此,与 Hookwire 相比,微线圈和基准标记定位的效果相似,但就 VATS 手术时间和手术标本的切除体积而言,微线圈优于 Hookwire,具有移位发生率低和疼痛程度的优点。

1.4 注射对比剂定位 注射对比剂可代替金属材料定位 SPN,在 SPN 内或周围注射不溶于水的造影剂。传统染料会快速扩散肺组织周围,因此必须在定位后 3 h 内进行 VATS 手术,这需要同时有 CT 和手术室的复合手术室。此外,由于染料扩散,注射部位变得模糊,会影响术中定位。钡剂定位需同时使用支气管镜和 CT 检查,单个结节的标记大约需要 30 min,且钡剂会模拟苏木精-伊红染色切片上的病变,诱导肺组织中的炎症变化,影响病理诊断的准确性。因此,一般不使用钡剂染色,现在多用碘油进行定位。碘油操作流程为 CT 引导下针头注射或支气管镜下注射造影剂,然后通过荧光透视检测 SPN 是否标记成功,送往手术室后在 C 型臂 X 线荧光透视下找到标记点,环形钳抓取后完整切除,取出后再次确认结节是否完整切除,标本送病理检查。碘油定位的优势在于定位成功率高约为 100%,碘油注射后可长时间保留在肺实质中,最长可保留 3 个月。因此,碘油注射定位后,病人无需立即手术治疗,为临床医生提供了足够的准备时间。同时 SPN 切除术中在 C 型臂 X 线荧光透视下完成,可迅速找到 SPN 位置,从而减少手术时间和手术切除范围,减少患者肺损伤。注射对比剂的并发症包括气胸、少量胸腔积液和空气栓塞。因造影剂不溶于水,可能诱发血管栓塞,因此注射造影剂时应避开血管,同时注射量 $< 0.5 \text{ ml}$ ^[17-18]。因此碘油注射定位是一种简单、安全、便宜的定位方法。

术中近红外线成像 (near-infrared imaging, NIR) 作为 SPN 定位的辅助技术^[19-20],其操作流程为:术前 CT 引导下经皮或支气管镜穿刺至 SPN 处,使用 Hookwire 或微线圈定位后,同一部位继续注射吲哚菁绿,再次复查 CT 检查定位效果及是否有气胸、肺出血等并发症。术中胸腔镜下对可见的荧光标记部位完整楔形切除,对未显示荧光的 SPN 使用 NIR 成像,辅助 SPN 切除。其优点在于可为外科医师提供直观的部位信息,同时可以检测到肉眼不可见和不能触及的结节,最小可检测到 2 mm 的 SPN,没有辐射暴露风险,且不影响病理检查结果。NIR 成像缺点包括有假阳性和阴性干扰,荧光剂会随时间渗透至周围组织^[21-22]。因此 NIR 是一种安全有效的辅助定位技术。

1.5 放射性示踪标记定位 对于密度较低或尺寸较小的 SPN,术前定位较为困难,经支气管镜、穿刺活检及正电子发射断层扫描通常不能明确病变的良恶性,需要手术切除后病理活检明确诊断。对于此类 SPN 放射性示踪剂定位是一种简单且可行的方法,具有很高的成功率。放射性示踪剂通常使用 γ

射线放射性同位素 Tc-大颗粒聚人血清白蛋白 (Tc-macroaggregated albumin, Tc-MAA)。术前 CT 引导下经皮穿刺至 SPN 内或附近,置入 Tc-MAA,再次通过显像以确认放射性示踪剂的位置。术中可通过探头将 γ 射线辐射转换为数字信号以及音频信号,信号最强的区域为病变部位,其切除成功率为 100%。放射性示踪剂可以保持稳定长达 18 ~ 24 h,因此,术中可多次使用探头定位肺结节。缺点是由于 γ 探测器和辐射防护对设备要求高,大多数医院无法普及。同时外科医生和放射科医师会接触到辐射。其并发症与其它定位操作类似,包括气胸、血胸和局灶性肺内出血^[23]。放射性示踪标记定位可以在肺的任何区域标记结节,并且在手术期间可以通过使用放射探针连续重新评估结节位置,以确保切除病变组织,同时不会影响病理学检查结果,也可对标本进行快速冰冻分析和边缘评估。

1.6 其它 CT 引导定位 目前国内有报道使用 3D 打印技术对 SPN 进行定位。具体方法为根据患者胸部 CT 数据重建胸部 3D 模型,确定 SPN 位置后设计合适路径,避开肺裂及肺内大血管,采用 3D 打印技术构建外置导航模板。其优点在于定位成功率高,定位时间短,且在定位时不需要 CT 辅助定位,减少了医生和患者的辐射暴露风险。SPN 的定位成功率为 100%,定位时间平均为 13 min,无明显并发症发生,定位点和结节的中心之间的平均偏差为 10 mm。其缺点在于对医疗设备要求较高,且会增加患者的额外费用,同时对肥胖患者定位效果较差。且由于呼吸时肺下叶移动度较大,因此定位时易出现偏差^[24]。

此外,大多数研究机构使用单一技术进行肺结节定位,有研究表明 Hookwire 和放射性示踪剂/碘油的双重定位用于小肺结节的切除,不但可避免钩线脱落造成定位失败,提高切除成功率的同时不增加定位时间,定位成功率为 100%^[25-26]。

使用复合手术室进行术中评估和定位 SPN 可减少并发症发生。因为 SPN 定位时需要局部麻醉后侵入性操作,患者常感到不适。定位后患者有时不能立即手术治疗,转运至手术室期间会增加并发症的发生率,如气胸和胸腔积液等。复合手术室可避免这些问题,即使定位失败也可立即行补救 CT 扫描,同时术中 CT 扫描也可提供有关切除边缘的信息^[27-28]。但大多数医疗机构的复合手术室过少或设施不全,因此复合手术室只进行疑难 SPN 手术^[28]。

1.7 术前支气管镜引导定位 支气管镜是 SPN 术前定位以及病理活检常用的工具,其包括常规纤维支气管镜、支气管内径向超声 (radial endobronchial ultrasound, R-EBUS) 以及电磁导航支气管镜 (electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB)^[29-30]。支气管镜引导定位的优势在于不破坏胸膜组织,因而极少发生气胸。常规纤维支气管镜检查范围有限,因仪器限制,无法定位到小的支气管。R-EBUS 可在超声引导下定位,提高了 SPN 的检出率,且可避开大血管,减少肺出血的风险。R-EBUS 诊断率为 65%^[31],低于 CT 引导下经皮肺穿刺 (computed tomography-guided percutaneous needle biopsy, CT-PNB) (90.0% 以上),其气胸和出血并发症的总发生率分别为 1.2% 和 5.0%,而在 CT-PNB 组中,出血的气胸率为 17.5%,

为 7.5%。CT-PNB 组气胸发生率明显高于 R-EBUS 组,且随着 SPN 到胸膜的距离越长,气胸及肺出血的发病率就越高。因此位于肺野外侧 1/2,胸膜附近或周围血管较少的 SPN 可能更适合 CT-PNB^[32]。

ENB 可定位到常规支气管镜无法到达的周围性肺部病变部位,又可以获取病变组织进行病理检查,同时可以利用三维 CT 图像叠加,提高定位的准确性,减少并发症^[33]。同时 ENB 也可应用于肺肿瘤定位,辅助放疗^[34-35]。ENB 定位全程在手术室内完成,全身麻醉后开始定位,可极大减少患者的不适症状,也减少了定位并发症的发生。同时 ENB 可定位多个肺结节,无需 CT 扫描系统,减少了外科医生的射线照射。

2 术中定位

SPN 定位还可用术中超声辅助定位,此方法不需要额外的术前定位,因此不存在术前定位引起的气胸、肺出血等并发症,且不需要 CT 医师参与,因此可减少操作流程及辐射暴露,但操作者需要较高的超声水平。术中可实时定位,使用方便,对患者损伤较少,定位成功率约为 93.3%。其缺点为术中需要肺部完全放气以提高超声图像质量,部分患者无法耐受。且对距离探头表面 15 mm 以内的高密度 SPN 定位效果较好,距离较深的显示不出明显的边缘。总之,超声定位是一种安全、方便、低成本的定位技术^[36]。

3 结 语

选择合适的 SPN 定位技术对提高 SPN 切除率及减少并发症有极其重要的作用。各种定位方法的基本流程与优缺点各不相同,因此术前应对患者进行评估,并根据 SPN 的部位、深度、基础设备等因素选择恰当的定位技术。同时应对操作者进行严格的培训,规范操作流程。随着医疗基础设施的进一步完善,使用复合手术室对未确诊的 SPN 进行术中定位,可以避免患者转运导致的并发症,可极大的减少患者的不适,是未来手术治疗的趋势。

参考文献

[1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68 (6): 394 - 424.

[2] Moyer VA, U. S. Preventive Services Task Force. Screening for lung cancer: US preventive services task force recommendation statement [J]. *Ann Intern Med*, 2014, 160(5): 330 - 338.

[3] Kashiwabara K, Semba H, Fujii S, et al. Preoperative percutaneous transthoracic needle biopsy increased the risk of pleural recurrence in pathological stage I lung cancer patients with sub-pleural pure solid nodules [J]. *Cancer Invest*, 2016, 34(8): 373 - 377.

[4] Qi H, Wan C, Zhang L, et al. Early effective treatment of small pulmonary nodules with video-assisted thoracoscopic surgery combined with CT-guided dual-barbed hookwire localization [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(24): 38793 - 38801.

[5] Kleedehn M, Kim DH, Lee FT, et al. Preoperative pulmonary nodule localization: A comparison of methylene blue and hookwire techniques [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 207(6): 1334 - 1339.

[6] Seo JM, Lee HY, Kim HK, et al. Factors determining successful computed tomography-guided localization of lung nodules [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 143(4): 809 - 814.

[7] Chen SF, Zhou JH, Zhang J, et al. Video-assisted thoracoscopic solitary pulmonary nodule resection after CT-guided hookwire localization: 43 cases report and literature review [J]. *Surg Endosc*, 2011, 25(6): 1723 - 1729.

[8] Yang W, Sun WK, Li Q, et al. Diagnostic accuracy of CT-guided transthoracic needle biopsy for solitary pulmonary nodules [J]. *PLoS One*, 2015, 10(6): e0131373.

[9] Lin MW, Tseng YH, Lee YF, et al. Computed tomography-guided patent blue vital dye localization of pulmonary nodules in uniportal thoracoscopy [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 152(2): 535 - 544. e2.

[10] Wu TT, Chang YC, Lee JM, et al. Anaphylactic reaction to patent blue V used in preoperative computed tomography-guided dye localization of small lung nodules [J]. *Taiwan Yi Zhi*, 2016, 115(4): 288 - 289.

[11] Finley RJ, Mayo JR, Grant K, et al. Preoperative computed tomography-guided microcoil localization of small peripheral pulmonary nodules: a prospective randomized controlled trial [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 149(1): 26 - 31.

[12] Toba H, Kondo K, Miyoshi T, et al. Fluoroscopy-assisted thoracoscopic resection after computed tomography-guided bronchoscopic metallic coil marking for small peripheral pulmonary lesions [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 44(2): e126 - e132.

[13] Sancheti MS, Lee R, Ahmed SU, et al. Percutaneous fiducial localization for thoracoscopic wedge resection of small pulmonary nodules [J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(6): 1914 - 1918.

[14] Su TH, Fan YF, Jin L, et al. CT-guided localization of small pulmonary nodules using adjacent microcoil implantation prior to video-assisted thoracoscopic surgical resection [J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(9): 2627 - 2633.

[15] Hwang S, Kim TG, Song YG. Comparison of hook wire versus coil localization for video-assisted thoracoscopic surgery [J]. *Thorac Cancer*, 2018, 9(3): 384 - 389.

[16] Olaiya B, Gilliland CA, Force SD, et al. Preoperative computed tomography-guided pulmonary lesion marking in preparation for fluoroscopic wedge resection-rates of success, complications, and pathology outcomes [J]. *Curr Probl Diagn Radiol*, 2019, 48(1): 27 - 31.

[17] Kawanaka K, Nomori H, Mori T, et al. Marking of small pulmonary nodules before thoracoscopic resection: injection of lipiodol under CT-fluoroscopic guidance [J]. *Acad Radiol*, 2009, 16(1): 39 - 45.

[18] Watanabe K, Nomori H, Ohtsuka T, et al. Usefulness and complications of computed tomography-guided lipiodol marking for fluoroscopy-assisted thoracoscopic resection of small pulmonary nodules: experience with 174 nodules [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2006, 132(2): 320 - 324.

- 究[J]. 护理学杂志, 2017, 32(24): 30-32.
- [12] 任芬, 孙宁, 寇丽红. 农村妇女产后抑郁的危险因素探讨及护理干预[J]. 中国实用护理杂志, 2015, 31(18): 1334-1337.
- [13] Werner E, Miller M, Osborne LM, et al. Preventing postpartum depression: review and recommendations [J]. Arch Womens Ment Health, 2015, 18(1): 41-60.
- [14] 傅月珍. 情志护理配合穴位按摩对产后抑郁患者康复的影响[J]. 护理与康复, 2009, 8(6): 463-465.
- [15] 邓琼涛, 钟向阳. 中医情志护理在产后抑郁患者中的临床应用[J]. 护理实践与研究, 2018, 15(9): 140-141.
- [16] 李真, 马文娟, 李怡冰, 等. 产妇产后抑郁的相关性研究[J]. 护理学杂志, 2017, 32(8): 87-89.
- [17] 王蓉, 谭玲玲, 董红建, 等. 衡阳市某三级甲等医院产褥期妇女育儿胜任感现状及影响因素分析[J]. 护理研究, 2018, 32(3): 397-400.
- [18] Logsdon MC, Martin VH, Stikes R, et al. Lessons learned from adolescent mothers: advice on recruitment [J]. J Nurs Scholarsh, 2015, 47(4): 294-299.
- [19] Brown M, Reynolds P. Delivery of CBT to treat postnatal depression: health visitors' perceptions [J]. Community Pract, 2014, 87(10): 26-29.
- [20] Habel C, Feeley N, Hayton B, et al. Causes of women's postpartum depression symptoms: men's and women's perceptions [J]. Midwifery, 2015, 31(7): 728-734.
- [21] Feeley N, Bell L, Hayton B, et al. Care for postpartum depression: what do women and their partners prefer? [J]. Perspect Psychiatr Care, 2016, 52(2): 120-130.
- [22] 何巧, 刘宇, 马雪玲, 等. 产后抑郁护理相关研究的文献计量学分析[J]. 解放军护理杂志, 2016, 33(19): 16-20.
- [23] 钟伟金, 李佳. 共词分析法研究(一)——共词分析的过程与方式[J]. 情报杂志, 2008, 27(5): 70-72.
- 收稿日期: 2019-02-09 修回日期: 2019-03-10 编辑: 石嘉莹

(上接第 1443 页)

- [19] Keating JJ, Kennedy GT, Singhal S. Identification of a subcentimeter pulmonary adenocarcinoma using intraoperative near-infrared imaging during video-assisted thoracoscopic surgery [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 149(3): e51-e53.
- [20] Anayama T, Hirohashi K, Miyazaki R, et al. Near-infrared dye marking for thoracoscopic resection of small-sized pulmonary nodules: comparison of percutaneous and bronchoscopic injection techniques [J]. J Cardiothorac Surg, 2018, 13(1): 5.
- [21] Ujite H, Kato T, Hu HP, et al. A novel minimally invasive near-infrared thoracoscopic localization technique of small pulmonary nodules: A phase I feasibility trial [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2017, 154(2): 702-711.
- [22] Nagai K, Kuriyama K, Inoue A, et al. Computed tomography-guided preoperative localization of small lung nodules with indocyanine green [J]. Acta Radiol, 2018, 59(7): 830-835.
- [23] Galetta D, Bellomi M, Grana C, et al. Radio-guided localization and resection of small or ill-defined pulmonary lesions [J]. Ann Thorac Surg, 2015, 100(4): 1175-1180.
- [24] Zhang L, Li M, Li ZY, et al. Three-dimensional printing of navigational template in localization of pulmonary nodule: A pilot study [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2017, 154(6): 2113-2119.
- [25] Doo KW, Yong HS, Kim HK, et al. Needlescopic resection of small and superficial pulmonary nodule after computed tomographic fluoroscopy-guided dual localization with radiotracer and hookwire [J]. Ann Surg Oncol, 2015, 22(1): 331-337.
- [26] Kang DY, Kim HK, Kim YK, et al. Needlescopic-assisted resection of pulmonary nodule after dual localisation [J]. Eur Respir J, 2011, 37(1): 13-17.
- [27] Ng CSH, Chu CM, Lo CK, et al. Hybrid operating room Dyna-computed tomography combined image-guided electromagnetic navigation bronchoscopy dye marking and hookwire localization video-assisted thoracic surgery metastasectomy [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2018, 26(2): 338-340.
- [28] Stanzi A, Mazza F, Lucio F, et al. Tailored intraoperative localization of non-palpable pulmonary lesions for thoracoscopic wedge resection using hybrid room technology [J]. Clin Respir J, 2018, 12(4): 1661-1667.
- [29] Tay JH, Wallbridge PD, Larobina M, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy-directed pleural tattoo to aid surgical resection of peripheral pulmonary lesions [J]. J Bronchology Interv Pulmonol, 2016, 23(3): 245-250.
- [30] Chee A, Stather DR, Maceachern P, et al. Diagnostic utility of peripheral endobronchial ultrasound with electromagnetic navigation bronchoscopy in peripheral lung nodules [J]. Respirology, 2013, 18(5): 784-789.
- [31] 王昌国, 曾大雄, 雷伟, 等. CT 引导下经皮肺穿刺与超声引导下经支气管镜活检对肺周围型病变的诊断价值 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(12): 897-900.
- [32] Wang W, Yu LK, Wang YC, et al. Radial EBUS versus CT-guided needle biopsy for evaluation of solitary pulmonary nodules [J]. Oncotarget, 2018, 9(19): 15122-15131.
- [33] Qiu T, Yu BH, Xuan YP, et al. Vectorial localization of peripheral pulmonary lesion guided by electromagnetic navigation: a novel method for diagnostic surgical resection without dye marking [J]. Thorac Cancer, 2018, 9(4): 502-504.
- [34] Bolton WD, Howe H, Stephenson JE. The utility of electromagnetic navigational bronchoscopy as a localization tool for robotic resection of small pulmonary nodules [J]. Ann Thorac Surg, 2014, 98(2): 471-475.
- [35] Anayama T, Qiu J, Chan H, et al. Localization of pulmonary nodules using navigation bronchoscope and a near-infrared fluorescence thoracoscope [J]. Ann Thorac Surg, 2015, 99(1): 224-230.
- [36] Mattioli S, D'Ovidio F, Daddi N, et al. Transthoracic endosonography for the intraoperative localization of lung nodules [J]. Ann Thorac Surg, 2005, 79(2): 443-449.
- 收稿日期: 2019-03-18 修回日期: 2019-04-01 编辑: 王国品