doi:10.11659/jjssx.12E018003

·临床研究·

术前低剂量 MSCT 引导下带钩钢针定位在电视胸腔镜肺结节手术中的应用

李俊生[1],李 旭[1],王 强[1],林善安[1],郭英伟[1],徐晓文[1],章雪林[1],吴海鸽[2],王晓军[1] [1.台州市中心医院(台州学院附属医院)心胸外科,浙江 台州 318000;2.台州市中心医院(台州学院附属医院)放射科,浙江 台州 318000]

[摘 要] **目的** 探讨术前低剂量 MSCT 引导下带钩钢丝针定位在电视胸腔镜肺结节手术中的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2018 年 1~8 月我院胸外科术前低剂量 MSCT 引导定位下经电视胸腔镜行肺结节手术治疗的 33 例患者的临床资料。所有患者均在手术前 1 h 行低剂量 MSCT 下穿刺定位,再行电视胸腔镜下肺结节部位楔形切除术。切除标本送快速冰冻切片病理分析,依据病理结果再决定下一步手术方案。分析术前结节大小、定位时间等相关指标与并发症、定位成功率等的关系。应用单因素及多因素回归分析探讨影响并发症及定位成功率的相关因素。**结果** 所有患者均顺利完成手术,结节大小 5~15 mm,距胸膜下距离 5~30 mm,进针深度 10~30 mm,定位成功率 94%。气胸、肺内血肿、定位针脱出等定位穿刺并发症 33%。术后病理:浸润性腺癌 5 例,微浸润性腺癌 6 例,原位腺癌 16 例,不典型腺瘤样增生 3 例,良性结节 3 例。单因素分析显示,仅进针角度是并发症发生的显著影响因素($P<0.05$)。多因素 Logistic 逐步回归模型分析显示穿刺时间($OR=1.356\ 0$,$P=0.042\ 0$)、进针角度($OR=0.959\ 6$,$P=0.021\ 6$)是并发症发生的独立危险因素。**结论** 术前低剂量 MSCT 引导下带钩钢针定位在电视胸腔镜肺部结节手术中易于操作,安全性高,并发症少,能够为电视胸腔镜手术降低难度、缩短手术时间。

[关键词] 低剂量 MSCT;带钩钢针;电视胸腔镜;肺结节;定位

[中图分类号] R655.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2018-12-13

[基金项目] 吉林省重点科技攻关项目(20170204054SF)

[通信作者] 王晓军,E-mail:769238170@qq.com

[14] Marcucci F,Stassi G,De Maria R. Epithelial-mesenchymal transition: a new target in anticancer drug discovery[J]. Nat Rev Drug Discov,2016,15(5): 311-325. doi: 10.1038/nrd.2015.13.

[15] Li YM,Xu SC,Li J,et al. Epithelial-mesenchymal transition markers expressed in circulating tumor cells in hepatocellular carcinoma patients with different stages of disease[J]. Cell Death Dis,2013,4: e831. doi:10.1186/s40169-015-0048-3.

[16] Heerboth S,Housman G,Leary M,et al. EMT and tumor metastasis [J]. Clin Transl Med,2015,4: 6. doi:10.1186/s40169-015-0048-3.

[17] Sun T,Zhao N,Zhao XL,et al. Expression and functional significance of Twist1 in hepatocellular carcinoma: its role in vasculogenic mimicry [J]. Hepatology, 2010, 51(2): 545-556. doi: 10.1002/hep.23311.

[18] Liu YK,Hu BS,Li ZL,et al. An improved strategy to detect the epithelial-mesenchymal transition process in circulating tumor cells in hepatocellular carcinoma patients[J]. Hepatol Int,2016,10(4): 640-646. doi: 10.1126/science.1228522.

[19] Yu M,Bardia A,Wittner BS,et al. Circulating breast tumor cells exhibit dynamic changes in epithelial and mesenchymal composition[J]. Science,2013,339(6119): 580-584. doi:10.1126/science.1228522.

[20] Sharma Y,Weaver MJ,Ludwig DR,et al. Serum alpha-fetoprotein level per total tumor volume as a predictor of recurrence of hepatocellular carcinoma after resection[J]. Surgery,2018,163(5): 1002-1007. doi:org/10.1016/S1499-3872(12)60234-3.

[21] Zhang XF,Yin ZF,Wang K,et al. Changes of serum alpha-fetoprotein and alpha-fetoprotein-L3 after hepatectomy for hepatocellular carcinoma: prognostic significance[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int,2012,11(6): 618-623. doi:org/10.1016/S1499-3872(12)60234-3.

[22] Sauzay C,Petit A,Bourgeois AM,et al. Alpha-foetoprotein (AFP): A multi-purpose marker in hepatocellular carcinoma[J]. Clin Chim Acta,2016,463: 39-44. doi:10.1016/j.cca.2016.10.006.

[23] Craig AJ,Von FJ,Villanueva A. Molecular profiling of liver cancer heterogeneity[J]. Discovery Medicine,2017,24(131): 117.

[24] Tabrizian P,Jibara G,Shrager B,et al. Recurrence of hepatocellular cancer after resection:patterns,treatments,and prognosis[J]. Ann Surg,2015,261(5):947-955. doi:10.1097/SLA.0000000000000710.

[25] Qi LN,Xiang BD,Wu FX,et al. Circulating tumor cells undergoing EMT provide a metric for diagnosis and prognosis of patients with hepatocellular carcinoma[J]. Cancer Res,2018,78(16): 4731-4744. doi:10.1158/0008-5472.CAN-17-2459.

[26] Wang Z,Luo L,Cheng Y,et al. Correlation between postoperative early recurrence of hepatocellular carcinoma and mesenchymal circulating tumor cells in peripheral blood[J]. J Gastrointest Surg,2018,22(4): 633-639. doi:org/10.1016/S1499-3872(15)60353-8.

(编辑:左艳芳)

Clinical analysis of preoperative low dose MSCT guided positioning needle localization in video-assisted thoracoscopic surgery for pulmonary nodules

LI Jun-sheng[1], LI Xu[1], WANG Qiang[1], LIN Shan-an[1], GUO Ying-wei[1], XU Xiao-wen[1], ZHANG Xue-lin[1], WU Hai-ling[2], WANG Xiao-jun[1] [1. Department of Cardiothoracic Surgery, Taizhou Central Hospital (Affiliated Hospital of Taizhou University), Taizhou Zhejiang 318000, China; 2. Department of Radiology, Taizhou Central Hospital (Affiliated Hospital of Taizhou University), Taizhou Zhejiang 318000, China]

Abstract: Objective To investigate the clinical effect of preoperative low dose MSCT guided positioning needle localization in video-assisted thoracoscopic surgery for pulmonary nodules. **Methods** The clinical data of 33 patients who underwent low dose MSCT guided video-assisted thoracoscopic surgery in our hospital were collected from January 2018 to August 2018. All the patients underwent low-dose MSCT puncture localization 1 hour before surgery, followed by video-assisted thoracoscopic wedge resection of pulmonary nodules. The resected specimen was sent to fast frozen section for pathological analysis, and then the next operation plan was determined according to the pathological results. Analyzed the relationship between preoperative nodule size, positioning time and complications as well as the positioning success rate. Univariate and multivariate regression analysis was used to investigate the factors affecting the complications and the success rate of localization. **Results** All the patients successfully completed the operation. The size of nodules was 5 to 15 mm, the distance from the pleura was 5 to 30 mm, the depth of needle insertion was 10 to 30 mm, and the success rate of localization was 94%. Complications such as pneumothorax, intrapulmonary hematoma and removal of localization needle were 33%. According to the result of postoperative pathologies, there were 5 cases of invasive adenocarcinoma, 6 cases of micro-invasive adenocarcinoma, 16 cases of adenocarcinoma in situ, 3 cases of atypical adenomatous hyperplasia, and 3 cases of benign nodules. Univariate analysis showed that only the insertion angle was a significant factor ($P<0.05$). Multivariate logistic stepwise regression model analysis showed that puncture time ($OR=1.356\ 0$, $P=0.042\ 0$) and needle angle ($OR=0.959\ 6$, $P=0.021\ 6$) were independent risk factors for complications. **Conclusion** In the operation of video-assisted thoracoscopic surgery (VATS), preoperative low dose MSCT guided positioning needle localization has the advantages of easy to operate, high safety, and less complicationsn. Meanwhile, it can reduce the difficulty and time of video-assisted thoracoscopic surgery.

Keywords: low dose MSCT; positioning needle; video-assisted thoracoscopic; pulmonary nodules; localization

随着胸部低剂量多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT,MSCT)筛查项目的广泛开展,越来越多的肺结节被检查发现[1]。肺内结节一般无任何临床症状,无肺不张、肺门淋巴结增大及胸腔积液等影像学表现,主要依据形态特征判断结节的良恶性[2]。目前共识明确,考虑微浸润腺癌或原位腺癌结节的需行手术治疗,但对于位置相对较深或不易触摸到的结节,手术难度相对较大,术前结节定位为电视胸腔镜手术治疗提供了便利,术中可以最大限度地保留肺组织,提高患者的生活质量[3-4]。我院目前对需要进行手术治疗的肺结节采用术前低剂量 MSCT 引导下带钩钢丝针定位,取得了满意的临床效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2018 年 1 ~ 8 月我院胸外科行术前低剂量 MSCT 引导下定位经电视胸腔镜肺结节手术治疗的 33 例患者的临床资料。其中男 13 例,女 20 例;年龄 38 ~ 71 岁,平均(58 ± 16)岁。所有患者结节直径均小于等于 20 mm,位于肺外周 1/3,所有结节均为亚实性结节且考虑微浸润腺癌或原位腺癌需行手术治疗,术前评估可以行电视胸腔镜下肺楔形切除术。

1.2 定位技术

患者于术前 1 h 送至 CT 室,采用低剂量 MSCT(管电压采用 100 ~ 140 kV,管电流小于 60 mAs)协助术前定位,患者所取体位依穿刺点距结节最优路径而定,尽量避开叶间裂。体表放置自制金属栅栏定位器,低剂量 MSCT 平扫体表定位后,确定穿刺角度及深度,常规消毒、铺巾,2% 利多卡因局部浸润麻醉至胸膜腔。20 G/10 cm 乳腺穿刺定位针,在低剂量 MSCT 引导下将穿刺针穿刺至预定深度且在结节旁,不要穿刺到结节内,再经低剂量 MSCT 扫描确定其位置后释放钩线钢丝,轻拉钢丝有抵抗感后拔出穿刺针鞘。再经低剂量 MSCT 扫描确认定位针位置,有无气胸、出血、肺内血肿等渗出征象,妥善固定体表外面定位针或平皮肤剪断钢丝,覆盖无菌纱布(图 1)。

1.3 手术方法

所有患者均采用全身麻醉、双腔气管插管行电视胸腔镜下手术。进胸后将定位钢丝针拉入胸腔,用剪刀剪去多余的钢丝,避免翻动肺组织时断端损伤胸壁及血管。根据定位针穿刺方向及深度初步判断结节所在范围,使用腔镜下直线型切割缝合器行肺组织楔形

切除术,保证切缘和结节的距离在 2.0 cm 以上。切除标本置入标本袋取出送快速冰冻切片病理,依据病理结果行下一步手术方案。若病理结果为良性或继发性肿瘤、不典型腺瘤样增生、原位腺癌、微浸润性腺癌,行淋巴结采样后结束手术;若术中病理为浸润性腺癌,根据患者一般情况及术后肺功能情况,能耐受手术者继续行肺叶切除 + 系统性淋巴结清扫。

所有患者均在电视胸腔镜下完成手术,无中转开胸等情况发生,手术时间 10 ~ 42 min,术中出血 5 ~ 50 mL,术中快速冰冻切片病理:浸润性腺癌 5 例,微浸润性腺癌 6 例,原位腺癌 16 例,不典型腺瘤样增生 3 例,良性结节 3 例。定位穿刺针脱出的患者以肺表面穿刺出血点或肺内血肿为标志行肺楔形切除术。5 例术中冰冻病理示浸润性腺癌患者均进一步行肺叶切除 + 系统淋巴结清扫术。

1.4 观察指标

记录肺部结节大小及胸膜下距离、穿刺定位时间、进针深度(定位针距皮肤的距离)、进针角度(经过结节距胸膜的最短距离穿刺为垂直,否则为不垂直)、定位成功率、穿刺后并发症发生情况、胸腔镜手术方式、中转开胸率、术后病理结果等资料。对影响穿刺定位及并发症的相关因素行单因素、多因素回归分析。

1.5 统计学方法

通过 Microsoft Office Excel 2016 对数据进行录入并整理。使用 SPSS 22.0 对数据进行统计描述和统计分析。定量资料的统计描述采用均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$),若定量资料满足正态性,采取独立样本 t 检验进行统计学分析。若不满足则采取秩和检验进行统计学分析。定性资料采取四格表或 R × C 列表进行统计学分析。

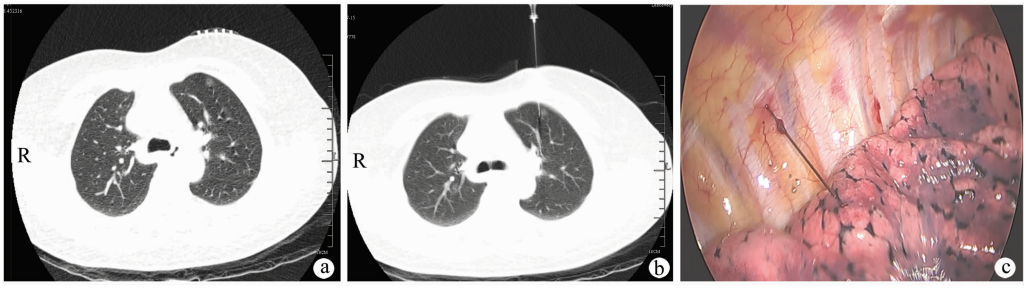
2 结果

2.1 穿刺情况

患者肺结节 5 ~ 15 mm,距胸膜下距离 5 ~ 30 mm,穿刺定位时间(自制金属定位器放体表第一次扫描到定位穿刺完成后最后一次扫描)8 ~ 28 min,进针深度 10 ~ 30 mm,进针角度垂直 22 例,非垂直 11 例,定位成功率 94%。其中穿刺定位并发症 11 例,并发症发生率 33%,主要为微量到少量气胸、肺内血肿、定位针脱出等,其中气胸 7 例,穿刺部位出血形成肺内血肿 1 例,气胸合并肺内血肿 1 例,定位针脱出 2 例,并发症发生率 33%,其中 1 例定位穿刺针脱出后缩入胸壁,最后切开胸壁行异物取出。

2.2 穿刺定位相关因素与并发症的单因素分析

对术前结节大小、定位时间等影响穿刺定位相关因素及并发症等进行单因素分析,结果显示仅进针角度是并发症发生的显著影响因素($P < 0.05$),见表 1。



a:自制金属栅栏定位器确定结节位置;b:将穿刺针穿刺至预定深度;c:术中观察穿刺定位针状态

图 1 低剂量 MSCT 引导下带钩钢针定位技术

表 1 影响穿刺定位相关因素与并发症的单因素分析

相关因素	无并发症 (n = 22)	有并发症 (n = 11)	χ^2	P
性别(男/女)	8/14	5/6	0.318	0.5728
年龄(<60 岁/≥60 岁)	15/7	9/2	0.172	0.678 5
结节大小(<10 mm/≥10 mm)	12/10	10/1	2.881	0.089 6
结节距胸膜距离(<10 mm/≥10 mm)	11/11	3/8	0.760	0.383 4
穿刺时间(<15 min/≥15 min)	19/3	7/4	1.111	0.292 0
穿刺角度(垂直/非垂直)	17/5	3/8	5.727	0.016 7
进针深度(<20 mm/≥20 mm)	14/8	4/7	1.237	0.266 0

2.3 穿刺定位相关因素与并发症的多因素 Logistic 分析

影响穿刺定位相关因素与并发症的多因素 Logistic 回归分析结果显示,穿刺时间(OR = 1.356 0;P = 0.042 0)、进针角度(OR = 0.959 6;P = 0.021 6)是并发症发生的独立危险因素,见表 2。

表 2 影响穿刺定位相关因素与并发症的多因素 Logistic 回归分析

相关因素	B	SE	$Wald$	P	OR	95% CI
穿刺时间	0.304 6	0.149 8	4.134 3	0.042 0	1.356 0	1.011 0 ~ 1.818 8
进针深度	-0.029 5	0.088 8	0.110 4	0.739 7	0.970 9	0.815 9 ~ 1.155 4
进针角度	-0.041 3	0.018 0	5.280 2	0.021 6	0.959 6	0.926 4 ~ 0.994 0

3 讨论

目前,随着胸部低剂量多层螺旋 CT(MSCT)筛查项目的广泛开展,越来越多的肺部结节被检查发现[5-8]。术前判断其良恶性是决定手术与否及手术方式的关键,然而对于这些结节,术前无法取得病理结果。对于大多数患者而言,其手术方式需依据术中病理结果再决定下一步治疗方案。特别是一些质地较软的单纯磨玻璃结节,与周围正常肺组织无明确分界,手指及器械无法探及到,在标本切下后甚至需反复探查才能找到[9]。

术前结节的精确定位对于手术效果至关重要[10-11]。目前定位的方法主要有[12-16]:术前 CT 引导的 Hook-wire、弹簧圈定位;亚甲蓝、钡剂、碘油、多聚乳酸等染料、放射性核素示踪定位;以及经支气管镜联合超声技术或是磁导航技术定位;术中超声定位;术中肉眼观察、手指触诊等。以上方法各有其优势及不足,但目前应用最多的是带钩钢丝针定位。

1992 年 Mack 等[3]首次报道提出了 Hook-wire 定位肺结节,此方法被认为是最传统的定位技术,且实践应用中取得了较好的临床效果,其准确的定位使手术时间缩短。特别是对于亚厘米级结节(小于 8 mm)术前的准确定位是目前实施电视胸腔镜手术最有效的治疗方法。低剂量 MSCT 的概念首先由 Naidich 等[17]于 1990 年首次提出,其原理主要是降低 X 射线管的管电流从而使受检者的辐射剂量减少,其较常规 MSCT(180 ~220 mA)的辐射剂量下降约 80%,最大限度减少患者的辐射损伤[18-19]。由于术前结节定位需反复 MSCT 照射,为了最大限度地降低医源性辐射引起恶变的风险,我院将低剂量 MSCT 与 20 G/10 cm 乳腺穿刺定位针结合应用于术前结节的定位。

本研究术前定位方法的主要并发症为气胸、肺内血肿及定位针脱出。其中出现气胸 7 例,穿刺部位出血形成血肿 1 例,气胸合并肺内血肿 1 例,定位针脱出 2 例,并发症发生率 33%,定位成功率 94%。现有报道其定位成功率在 58% ~98%[20],术前 MSCT 引导下带钩钢丝针定位的并发症并不严重,术中能够对以上并发症进行治疗[21-22]。根据我院影响穿刺定位相关因素与并发症单因素分析结果显示:仅进针角度是并发症发生的主要因素,这与陆艳艳等[23]报道的结节与胸膜的距离、进针角度、进针深度及穿刺时间是影响定位穿刺并发症的影响因素不完全一致。分析原因可能是乳腺穿刺定位针相对于传统报道的 Hook-wire 定位针更柔软,在穿刺定位过程中对肺组织的损伤相对更小,同时也不排除样本量相对较少引起的结果不一致。

本研究 1 例出现定位针脱出缩回至胸壁组织,可能与患者胸壁组织厚,在搬运过程、肺呼吸运动、肺组织萎陷过程中定位针脱出肺组织,加之肌肉的收缩移位致使定位针缩回胸壁组织,最后切开胸壁行异物取出。1 例肺结节位于右肺上叶后段近叶间裂处,定位针穿过叶间裂定位于右肺下叶,之后我们总结经验,当结节邻近肺裂时,可将穿刺针定位于结节旁远离肺裂,且肺组织较厚实的一侧。

多因素 Logistic 回归分析结果显示,穿刺时间、进针角度是并发症发生的独立危险因素。分析其原因可能为定位穿刺时间越长,尤其是反复穿刺肺组织形成的损伤加重,对肺组织的损伤也越多,继而出现气胸、肺内血肿的概率越大,并发症的发生率也会相应增高[23-24]。Saji 等[25]于 2002 年也报道了定位穿刺时尽量与肺表面垂直以减少针道长度,从而减少出血等并发症的发生。

直径小于 10 mm 或结节至胸膜表面的距离为 5 ~ 15 mm 的患者,推荐采用 Hook-wire 定位[26]。在操作过程中应尽量遵循无瘤原则,尽量避免反复穿刺肺组织。据报道定位针穿刺肺结节或结节旁肺组织,中远期预后无明显差别,但远期效果仍有待进一步观察随访[9,27]。反复穿刺可能造成肺静脉气体栓塞[28]。

综上所述,术前低剂量 MSCT 引导下带钩钢针定位在电视胸腔镜肺结节手术中安全性高,并发症少,易于操作,能够降低电视胸腔镜手术难度、节省手术时间。同时,应尽量避免定位针反复穿刺肺组织、尽量缩短穿刺时间,穿刺时尽量与肺表面垂直,以减少并发症的发生。

[参考文献]

[1] Sim HJ, Choi SH, Chae EJ, et al. Surgical management of pulmonary adenocarcinoma presenting as a pure ground-glass nodule[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2014, 46(4): 632 – 636. doi: 10.1093/ejcts/ezu007.

[2] 罗 军, 纪 祥, 张柏林, 等. 动态 CT 增强技术在孤立性肺结节中的诊断价值[J]. 现代中西医结合杂志, 2015, 24(31): 3429 – 3431. doi: 10.3969/j.issn.1008 – 8849.2015.31.003.

[3] Mack MJ, Gordon MJ, Postma TW, et al. Percutaneous localization of pulmonary nodules for thoracoscopic lung resection[J]. Ann Thorac Surg, 1992, 53(6): 1123 – 1124.

[4] 张艳娇, 高禹舜. 肺癌胸腔镜肺叶切除、胸腔镜肺段切除与开胸肺叶切除术后对肺功能影响的研究[J]. 中国肺癌杂志, 2016, 19(10): 700 – 704. doi: 10.3779/j.issn.1009 – 3419.2016.10.15.

[5] Gould MK. Clinical practice. Lung-cancer screening with low-dose computed tomography[J]. N Engl J Med, 2014, 371(19): 1813 – 1820. doi: 10.1056/NEJMcp1404071.

[6] Weinstock T, Kidambi P, Channick CL, et al. Implementation of lung

cancer screening programs with low-dose computed tomography in clinical practice[J]. Ann Am Thorac Soc,2016 ,13(3):425 - 427. doi:10.1513/AnnalsATS.201512 - 804CME.

[7] Black WC,Keeler EB,Soneji SS. Cost-effectiveness of CT screening in the National Lung Screening Trial[J]. N Engl J Med,2015,372(4):388. doi:10.1056/NEJMc1414726.

[8] Tanner NT,Silvestri GA. Screening for lung cancer using low-dose computed tomography. Are we headed for DANTE's paradise or inferno?[J]. Am J Respir Crit Care Med,2015,191(10):1100 - 1101. doi:10.1164/rccm.201503 - 0565ED.

[9] 李 冬,沈琦斌,郑屹峰,等. 肺部小结节胸腔镜术前 CT 引导下钩线穿刺定位的临床应用[J]. 浙江医学,2017,39(13):1113 - 1115. doi:10.12056/j.issn.1006 - 2785.2017.39.13.2015 - 1380.

[10] Moon Y,Sung SW,Lee KY,et al. Pure ground-glass opacity on chest computed tomography:predictive factors for invasive adenocarcinoma[J]. J Thorac Dis,2016,8(7):1561 - 1570. doi:10.21037/jtd.2016.06.34.

[11] Lazarus DR,Ost DE. The solitary pulmonary nodule-deciding when to act?[J]. Semin Respir Crit Care Med,2013,34(6):748 - 761. doi:10.1055/s - 0033 - 1358556.

[12] 黄浩哲,李文涛,何新红,等. CT 引导下 hook-wire 定位在肺小结节胸腔镜切除术中的应用价值[J]. 肿瘤影像学,2013,22(4):309 - 313.

[13] Hanauer M,Perentes JY,Krueger T,et al. Pre-operative localization of solitary pulmonary nodules with computed tomography-guided hook wire:report of 181 patients[J]. J Cardiothorac Surg,2016,16(11):5. doi:10.1186/s13019 - 016 - 0404 - 4.

[14] Xu X,Yao Y,Shen Y,et al. Clinical analysis of percutaneous computed tomography-guided hook wire localization of 168 small pulmonary nodules[J]. Ann Thorac Surg,2015,100(5):1861 - 1867. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.05.029.

[15] Hsu HH,Shen CH,Tsai WC,et al. Localization of nonpalpable pulmonary nodules using CT-guided needle puncture[J]. World J Surg Oncol,2015,13:248. doi:10.1186/s12957 - 015 - 0664 - 9.

[16] Ohtaka K,TakahashiY,Kaga K,et al. Video-assisted thoracoscopic surgery using mobile computed tomography:New method for locating of small lung nodules[J]. J Cardiothorac Surg,2014,9:110. doi:10.1186/1749 - 8090 - 9 - 110.

[17] Naidich DP,Marshall CH,Gribbin C,et al. Low-dose CT of the lungs:preliminary observations[J]. Radiology,1990,175 (3) :729 - 731.

[18] Haipt F,Kirsch M,Hosten N. Evaluation of a leaden radiation protection barrier for dose reduction for the physician during CT fluoroscopy-guided interventions[J]. Rofo,2010,182(6):512 - 517. doi:10.1055/s - 0028 - 1109877.

[19] 刘士远,于 红. 积极推进胸部低剂量 CT 扫描的临床应用[J]. 中华放射学杂志,2010,44(1):6 - 7. doi:10.3760/cma.j.issn.1005 - 1201.2010.01.002.

[20] Zaman M,Bilal H,Woo CY,et al. In patients undergoing video assisted thoracoscopic surgery excision,what is the best way to locate a subcentimetre solitary pulmonary nodule in order to achieve successful excision?[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg,2012,15(2):266 - 272. doi:10.1093/icvts/ivs068.

[21] Li WT,Wang W,He XH,et al. Combination of CT guided hookwire localization and video assisted thoracoscopic surgery for pulmonary nodular lesions:analysis of 103 patients[J]. Oncol Lett,2012,4(4):824 - 828. doi:10.3892/ol.2012.800.

[22] Yoshida Y,Inoh S,Murakawa T,et al. Preoperative localization of small peripheral pulmonary nodules by percutaneous marking under computed tomography guidance[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg,2011,13(1):25 - 28. doi:10.1510/icvts.2011.266932.

[23] 陆艳艳,陈宏伟,鲍 健,等. CT 引导下 Hookwire 定位孤立性肺结节的应用价值及对并发症的影响观察[J]. 临床肺科杂志,2018,23(3):425 - 428. doi:10.3969/j.issn.1009 - 6663.2018.03.011.

[24] 李 莹,谢继承,王 琤. 螺旋 CT 多层扫描结合 99mTC-甲氧异丁基异腈亲肿瘤显像在孤立性肺结节病变诊断中的应用[J]. 中国基层医药,2016,23(20):3045 - 3049. doi:10.3760/cma.j.issn.1008 - 6706.2016.20.002.

[25] Saji H,Nakamura H,Tsuchida T,et al. The incidence and the risk of pneumothorax and chest tube placement after percutaneous CT-guided lung biopsy:the angle of the needle trajectory is a novel predictor[J]. Chest,2002,121:1521 - 1526. doi:10.1378/chest.121.5.1521.

[26] Pittet O,Christodoulou M,Pezzetta E,et al. Video-assisted thoracoscopic resection of a small pulmonary nodule after computed tomography-guided localization with a hook-wire system. Experience in 45 consecutive patients[J]. World J Surg,2007,31(3):575 - 578. doi:10.1007/S00268 - 006 - 0343 - 7.

[27] Miyoshi K,Toyooka S,Gobara H,et al. Clinical outcomes of short hook wire and suture marking system in thoracoscopic resection for pulmonary nodules[J]. Eur J Cardiothorac Surg,2009,36(2):378 - 382. doi:10.1016/j.ejcts.2009.03.039.

[28] Horan TA,Pinheiro PM,Araujo LM,et al. Massive gas embolism during pulmonary nodule hook wire localization[J]. Ann Thorac Surg,2002,73(5):1647 - 1649. doi:10.101/S003 - 4975(01)03371 - 9.

(编辑:陈庆利)