

- [14] 武京鹏,何东风. 晚期胰腺癌患者介入治疗后的疗效评价[J]. 中国老年学杂志, 2016, 36: 4797-4799.
- [15] 李茂全. 晚期胰腺癌介入治疗临床操作指南(试行)(第六版)[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41: 594-607.
- [16] Muchmore JH, Carter RD, Preslan JE, et al. Regional chemotherapy with hemofiltration: a rationale for a different treatment approach to advanced pancreatic cancer [J]. Hepatogastroenterology, 1996, 43: 346-355.
- [17] Jin C, Mao A, Chen Y, et al. The study of clinical value of transarterial chemical perfusion as second-line therapy for late stage pancreatic cancer[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2014, 94: 1798-1800.
- [18] 何涛,罗晓峰,李荣,等. 姑息性手术联合区域性动脉灌注化疗对晚期胰头癌的临床观察[J]. 中国处方药, 2018, 16: 5-6.
- [19] Hong GB, Zhou JX, Sun HB, et al. Continuous transarterial infusion chemotherapy with gemcitabine and 5-fluorouracil for advanced pancreatic carcinoma[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2012, 13: 2669-2673.
- [20] 茅爱武,高中度,童林,等. 双介入疗法姑息性治疗晚期恶性肿瘤胰腺肿瘤[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2001: 75-78.
- [21] Chen C, Wang W, Wang W, et al. Locally advanced pancreatic carcinoma with jaundice: the benefit of a sequential treatment with stenting followed by CT-guided <sup>125</sup>I seeds implantation [J]. Eur Radiol, 2021, 31: 6500-6510.
- [22] 张成明. 碘 125 粒子治疗晚期恶性肿瘤现状与进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17: 28-29.
- [23] Chi Z, Chen L, Huang J, et al. A novel combination of percutaneous stenting with iodine-125 seed implantation and chemotherapy for the treatment of pancreatic head cancer with obstructive jaundice[J]. Brachytherapy, 2021, 20: 218-225.
- (收稿日期: 2023-08-16)  
(本文编辑: 茹实)

## • 临床研究 Clinical research •

# 胸腔镜术前 CT 导引下不同路径钩丝定位 $\leq 10$ mm 肺磨玻璃结节比较研究

邹兴雄, 夏俊杰, 李宏伟, 杨俊强, 邱宇, 杨明, 李文军, 谢文英, 薛会红, 游婧秀, 嘎米, 王娟

**【摘要】目的** 比较电视辅助胸腔镜手术(VATS)前 CT 导引下不同路径钩丝定位 $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节的安全性和有效性。**方法** 回顾性分析 2018 年 7 月至 2023 年 3 月在绵阳市第三人民医院接受 VATS 前 CT 导引下钩丝定位的 128 例 $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节患者临床资料。根据定位路径将患者分为垂直组(88 例)和非垂直组(40 例)。记录两组穿刺针数、定位手术持续时间、穿刺成功率、VAST 手术时间、穿刺相关并发症等。**结果** 两组患者性别、年龄、吸烟史、结节部位、穿刺体位、结节大小、结节密度特征、肺气肿情况、胸膜至病灶深度比较差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。垂直组与非垂直组相比,穿刺针数较少、定位手术持续时间较短、气胸发生率较低、VATS 手术时间较短,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。被肋骨遮挡肺结节亚组分析也得出同样结果。二元 logistic 回归分析显示,非垂直穿刺、穿刺针数是气胸发生的独立危险因素。**结论** VATS 术前 CT 导引下钩丝定位法定位 $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节安全有效。在确保病灶定位于 2.0 cm 范围内并有效避开肋骨、血管等遮挡情况下,优先选择垂直于胸膜进针可有效降低气胸发生率、缩短 VAST 手术时间。

**【关键词】** CT 定位; 钩丝定位; 肺结节; 胸腔镜

中国分类号: R734.2 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2024)-08-0884-06

CT-guided hook-wire localization of  $\leq 10$  mm pulmonary ground-glass nodules via different path ways before

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.08.014

基金项目: 四川省绵阳市第三人民医院科研项目(202009)

作者单位: 621000 四川绵阳 绵阳市第三人民医院(四川省精神卫生中心)放射科(邹兴雄、李宏伟、杨俊强), 呼吸与危重症医学科(夏俊杰、邱宇、杨明、李文军、谢文英、薛会红、游婧秀、嘎米、王娟)

通信作者: 夏俊杰 E-mail: 382044970@qq.com

**video-assisted thoracoscopic surgery: a comparative study** ZOU Xingxiong, XIA Junjie, LI Hongwei, YANG Junqiang, QIU Yu, YANG Ming, LI Wenjun, XIE Wenyong, XUE Huihong, YOU Jingxiu, GA Mi, WANG Juan. Department of Radiology, The Third Hospital of Mianyang (Sichuan Provincial Mental Health Center), Mianyang, Sichuan Province 621000, China

Corresponding author: XIA Junjie, E-mail: 382044970@qq.com

**【Abstract】 Objective** To compare the clinical safety and efficacy of CT-guided hook-wire localization of  $\leq 10$  mm pulmonary ground-glass nodule (GGN) via different path ways before video-assisted thoracoscopic surgery (VATS). **Methods** The clinical data of a total of 128 patients with  $\leq 10$  mm pulmonary GGN, who received CT-guided hook wire localization before VATS at The Third Hospital of Mianyang of China between July 2018 and March 2023, were retrospectively analyzed. According to the puncturing localization path way mode, the patients were divided into vertical puncturing group ( $n=88$ ) and non-vertical puncturing group ( $n=40$ ). The number of puncturing times, the time spent for puncturing localization, the success rate of puncture, the operation time of VATS, and puncture-related complications of the two groups were recorded. **Results** No statistically significant differences in the gender, age, smoking history, GGN location, puncture position, nodule size, density characteristics of GGN, emphysema, and nodules-pleura distance existed between the two groups (all  $P>0.05$ ). Compared with non-vertical puncturing group, in vertical puncturing group the number of puncturing times was smaller, the time spent for localization was shorter, the incidence of pneumothorax was lower, and the operation time of VATS was shorter, the differences in all the above indexes between the two groups were statistically significant (all  $P<0.05$ ); and the subgroup analysis of patients whose GGN was overlapped with rib shadow obtained the same results. Binary logistic regression analysis revealed that non-vertical puncturing and the number of puncturing times were the independent risk factors for the occurrence of pneumothorax. **Conclusion**

CT-guided hook-wire localization of  $\leq 10$  mm pulmonary GGN before VATS is clinically safe and effective. Under the condition when the lesion can be localized within the range of 2.0 cm and the shadow overlapping of GGN with the rib and blood vessel can be effectively avoided, vertical puncturing path way mode should be preferred, which can effectively reduce the incidence of pneumothorax and shorten the operation time of VATS

**【Key words】** CT-guided localization; hook-wire localization; pulmonary nodule; video-assisted thoracoscopic surgery

随着低剂量螺旋 CT 普及,越来越多肺小结节被发现。有研究显示直径 5~10 mm 肺小结节中恶性肿瘤发生率为 6%~28%,持续存在的磨玻璃结节恶性概率达 9%~73%<sup>[1]</sup>。以磨玻璃影为主  $\leq 10$  mm 早期肺癌手术切除后 5 年总生存率为 100%,5 年无复发生率为 99.7%<sup>[2]</sup>。电视辅助胸腔镜手术 (video-assisted thoracoscopic surgery, VATS) 具有创伤小、恢复快、并发症少等优点,已成为周围型肺小结节切除常规手术,但由于切口较小、操作空间不足等,术者很难通过手指触摸判断出结节精确位置<sup>[3]</sup>。有研究表明,术中通过手指触摸或卵圆钳滑动定位  $\leq 10$  mm 肺结节病灶成功率仅为 30%<sup>[4]</sup>。术前辅助定位技术弥补了这一不足,但经支气管电子导航技术操作复杂、费用昂贵、对外周支气管病变定位困难,CT 虚拟 3D 辅助定位技术精准度

不佳,CT 引导下钩丝定位法气胸、出血、脱钩等并发症相对较高<sup>[4-9]</sup>。有研究报道 CT 引导下肺穿刺活检中垂直胸膜进针,相较于成角进针发生气胸等并发症风险更低<sup>[10]</sup>。目前国内外鲜见关于 VATS 术前 CT 引导下不同穿刺路径钩丝定位  $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节安全性和有效性的比较研究,现就此报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 患者纳入和排除标准

收集 2018 年 7 月至 2023 年 3 月在绵阳市第三人民医院接受 VATS 前 CT 引导下钩丝定位肺磨玻璃结节患者临床资料。纳入标准:①磨玻璃结节直径  $\leq 10$  mm;②无胸膜、肺门浸润;③定位后 4 h 内接受 VATS;④临床资料完整。排除标准:①穿刺路径有肺大泡、粗大血管不能避开,有严重肺间质纤维化、重

度肺气肿等;②一次定位 $\geq 2$ 个结节;③定位非固定由两名高年资主治医师共同完成;④VATS 主刀医师非由胸外科副主任及以上医师担任。最终纳入 128 例患者 128 枚肺结节,其中穿刺路径垂直于胸膜或偏移夹角 $\leq 10^\circ$ 患者归为垂直组,偏移夹角 $> 10^\circ$ 患者为非垂直组(见图 1)。所有患者均签署手术知情同意书。

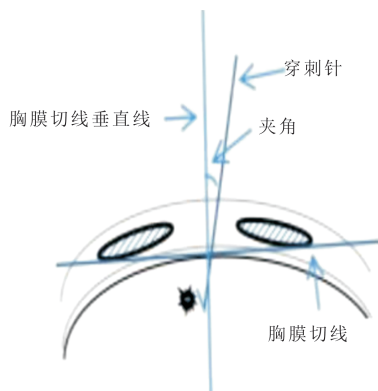


图 1 穿刺夹角示意图

## 1.2 CT 导引钩丝定位

采用德国 Siemens 64 排螺旋 CT 机,扫描参数为管电压 120 kV,管电流 80~100 mA,重建层厚 1.5 mm。所有操作均由两名具有 5 年以上操作经验的高年资主治医师完成,穿刺前共同商讨穿刺路径。所有患者定位前血常规、凝血功能检查均无明显异常,服用阿司匹林、利伐沙班、氯吡格雷等抗凝及抗血小板药物患者均停药 7 d。

定位操作流程:①根据术前影像学资料选择适当体位,进行全肺 CT 扫描确定结节位置;②穿刺时尽量避开大血管、肺大泡、肋骨,尽量采取 2 针穿刺法,第 1 针固定在胸壁软组织内,第 2 针快速穿过胸膜后到达预定位置;③消毒铺巾后使用 2%利多卡因 5 mL 行局部麻醉;④嘱患者平静呼吸后经穿刺点置入 20 G  $\times$  9.6 cm 定位套针(一次性使用乳腺定位丝及其引导针,浙江伽奈维医疗科技公司);⑤CT 扫描确认套针到达预定位置后,拔出导引针针芯,插入导丝并释放导丝,拔出套针;⑥CT 扫描观察钩线末端位置及患者有无气胸、咯血等并发症;⑦修剪、固定钩线并覆盖无菌纱布;⑧定位完成及时转运手术室,准备 VATS。

## 1.3 VATS

采用静脉复合麻醉下双腔气管插管,健侧卧位。根据病灶解剖部位选择 2 个操作孔、1 个观察孔处于适当位置。手术时全面检查胸腔,伸入手指探查并结合影像学资料。根据钩丝定位判断结节具体位置,距结节 2 cm 以直线型切割缝合器楔形切除病灶。根据术中情况制定下一步手术方案。主刀医师

由 4 年以上 VATS 手术经验的胸外科副主任及以上医师担任,并完成手术。

## 1.4 观察指标

一般情况观察:患者年龄,性别,吸烟史,结节部位、密度特征、大小(最大径+最大径垂直短径/2)、胸膜至病灶深度,肺气肿情况,穿刺体位。

观察指标:定位手术持续时间(局部麻醉结束至释放钩丝后复查时间)、穿刺成功率(脱钩、钩丝偏离病灶 $> 2$  cm、各种原因所致操作中视为失败,其余为成功)、穿刺相关并发症(气胸、出血)、VATS 手术时间(皮肤切开至切除病变肺组织时间)、穿刺针数(第 1 次穿破胸膜记为 1 次,后每调整 1 次计数增加 1 次)、结节病理类型。通过钩丝释放过程分析及大量实际操作观察发现,钩丝释放时周围肺组织少量出血是必然的,因此本研究将钩丝周围 3 mm 范围内出血视为正常,但 $> 3$  mm 范围出血定义为并发症。

## 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。连续数值变量符合正态分布表示为均数 $\pm$ 标准差,组间比较用独立样本 *t* 检验;分类变量表示为率或构成比,组间比较用卡方检验、连续校正卡方检验/Fisher 精确检验;多因素分析使用二元 logistic 回归分析法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

共纳入 128 例患者,其中垂直组 88 例,非垂直组 40 例,两组一般资料比较见表 1。所有患者均无因死亡或严重并发症中止手术,未出现张力性气胸、大咯血、空气栓塞等严重并发症,无患者转为开胸手术。

垂直组、非垂直组患者脱钩发生率分别为 1.1% (1/88)、5.0% (2/40),差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组患者穿刺成功率、并发出血率差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),定位手术持续时间、穿刺针数、并发气胸、VATS 手术时间差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )(见表 2)。

亚组分析被肋骨遮挡肺结节结果显示,垂直组与非垂直组相比穿刺针数更少、定位持续时间偏短、气胸并发症发生率较低、VATS 手术时间缩短,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )(见表 3)。

单因素分析结果显示,穿刺角度、穿刺针数、病变部位是气胸发生的危险因素(见表 4)。多因素分析结果显示,非垂直穿刺、穿刺针数是气胸发生的独立危险因素(见表 5、6)。

表 1 两组患者一般资料比较

参数	垂直组( <i>n</i> = 88)	非垂直组( <i>n</i> = 40)	<i>P</i> 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	52.1 ± 12.1	51.4 ± 11.5	0.749
性别(男/女)( <i>n</i> )	29/59	10/30	0.365
吸烟史(是/否)( <i>n</i> )	15/73	6/34	0.772
结节部位(右上/右下/左上/左下)( <i>n</i> )	20/25/25/18	9/8/14/9	0.753
穿刺体位(仰卧、侧卧、俯卧)( <i>n</i> )	27/39/22	15/18/7	0.584
结节大小(mm, $\bar{x} \pm s$ )	7.5 ± 1.7	7.8 ± 1.8	0.492
肺气肿(是/否)( <i>n</i> )	25/63	12/28	0.854
结节密度特征(纯磨玻璃/混合磨玻璃)( <i>n</i> )	67/21	29/11	0.660
胸膜至病灶深度(mm, $\bar{x} \pm s$ )	13.5 ± 4.8	14.5 ± 6.3	0.318

表 2 两组定位手术、并发症、成功率及 VATS 时间比较

参数	垂直组( <i>n</i> = 88)	非垂直组( <i>n</i> = 40)	<i>P</i> 值
定位手术			
穿刺针数(次, $\bar{x} \pm s$ )	1.3 ± 0.5	1.9 ± 0.8	0.01
持续时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	9.8 ± 2.0	11.7 ± 2.5	<0.05
定位相关并发症(%)			
出血	11/88(12.5)	8/40(20.0)	0.269
气胸	10/88(11.4)	16/40(40.0)	<0.05
穿刺成功率(%)	87/88(98.9)	38/40(95.0)	0.230
VATS 手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	30.0 ± 2.3	33.7 ± 3.4	<0.05
结节病理类型( <i>n</i> )			
IA/MIA/AIS/AAH/炎症或良性病变	5/39/23/14/7	3/18/10/5/4	0.972

IA:浸润性癌;MIA:微浸润癌;AIS:原位癌;AAH:不典型腺瘤样增生

表 3 两组被肋骨遮挡肺结节定位手术及

VATS 时间亚组分析比较			
参数	垂直组( <i>n</i> = 88)	非垂直组( <i>n</i> = 40)	<i>P</i> 值
定位手术			
穿刺针数(次, $\bar{x} \pm s$ )	1.3 ± 0.6	2.1 ± 0.8	0.010
持续时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	9.8 ± 1.5	11.7 ± 2.4	0.030
定位相关并发症(%)			
出血	2/24(8.3)	4/21(19.0)	0.538
气胸	2/24(8.3)	8/21(38.1)	0.042
VATS 手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	31.0 ± 2.4	33.4 ± 2.5	0.002

表 4 发生气胸单因素分析结果

变量	患者( <i>n</i> )	气胸( <i>n</i> )	发生率(%)	$\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
性别				0.256	0.607
男	39	9	23.08		
女	89	17	19.10		
穿刺角度				13.932	<0.01
垂直	88	10	11.36		
非垂直	40	16	40.00		
年龄				1.400	0.706
30~39 岁	28	4	14.28		
40~49 岁	33	6	18.18		
50~59 岁	32	7	21.88		
≥60 岁	35	9	25.71		
肺气肿				1.450	0.229
有	37	10			
无	91	16			
吸烟状况				1.059	0.304
吸烟	21	6	28.57		
不吸烟	107	20	18.69		
结节密度特征				0.064	0.800
纯磨玻璃	96	19	19.79		
混合磨玻璃	32	7	21.88		
定位持续时间				0.006	0.939

续表

变量	患者( <i>n</i> )	气胸( <i>n</i> )	发生率(%)	$\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
<10 min	55	11	20.00		
≥10 min	72	15	20.55		
穿刺针数				21.153	<0.01
1 针	75	7	9.30		
2 针	40	11	27.50		
3 针	13	8	61.50		
病变部位				9.225	0.026
右上	29	4	13.79		
右下	33	4	12.12		
左上	39	7	17.95		
左下	27	11	40.74		
胸膜至病灶深度				0.984	0.321
≤20 mm	89	16	17.98		
>20 mm	39	10	25.64		
穿刺体位				1.150	0.563
仰卧位	42	7	16.67		
侧卧位	57	14	24.56		
俯卧位	29	5	17.24		

表 5 二元 logistic 回归变量赋值情况

变量	赋值
气胸	0 = 否, 1 = 是
穿刺角度	0 = 垂直, 1 = 非垂直
病变部位	0 = 右上, 1 = 右下, 2 = 左上, 3 = 左下

表 6 发生气胸多因素分析结果

因素	系数值	标准误	卡方值	OR 值	95%CI	<i>P</i> 值
穿刺角度						
垂直				1.000		
非垂直	1.145	0.554	3.142	0.670	1.060~9.315	0.039
穿刺针数	1.066	0.389	3.523	2.905	1.356~6.222	0.006
病变部位						
右上				1.000		
右下	-0.306	0.827	0.137	0.737	1.146~3.726	0.712
左上	0.027	0.739	0.001	1.027	0.241~4.374	0.971
左下	1.395	0.743	3.523	4.033	0.940~17.302	0.061

### 3 讨论

有研究发现,直径 $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节无术前定位情况下 VATS 转为开胸手术率高达 46%<sup>[11-12]</sup>。CT 导引下钩丝定位法并发症相对较高,但很少导致生命危险,其并发症是可接受的<sup>[4,13]</sup>。气胸是 CT 导引下钩丝定位法最常见并发症。本研究中气胸总发生率为 20.3%,与既往研究相似<sup>[14-15]</sup>。肺呼吸是以肺门为中心、在胸膜垂直方向进行的往返运动,垂直进针时穿刺针或钩丝顺应肺运动方向,减少了对胸膜的摩擦和牵拉,而非垂直进针时两者存在夹角,且定位结束至手术前定位丝会滞留患者体内,活动和呼吸导致定位丝和胸膜间反复牵拉使胸膜裂口增大,增加气胸发生风险。Maalouf 等<sup>[16]</sup>研究 CT 导引下肺穿刺,指出穿刺针角度偏离垂直线致使穿刺针穿透胸膜表面积增大,所以气胸发生率增高。Shiekh 等<sup>[17]</sup>研究分析 215 例肺纵隔病变患者,发现针-胸膜角度与气胸显著相关,针-胸膜角度为 80~90°情况下气胸发生率最低,针-胸膜角偏离垂直线 $> 10^\circ$ 时气胸发生率高。Hiraki 等<sup>[18]</sup>分析 1 098 例患者,结果显示针-胸膜角 $< 45^\circ$ 是发生气胸危险因素。既往针对 CT 导引下经皮肺活检研究显示,偏离垂直线角度越大气胸发生风险越高<sup>[16,19]</sup>。但 Chami 等<sup>[20]</sup>研究分析 163 例患者显示,针-胸膜轨迹角度与气胸发生无显著关系。CT 导引下钩丝定位与 CT 导引下经皮肺活检操作相似,本研究结果显示垂直进针组与非垂直组相比气胸发生风险更低,多因素回归分析显示非垂直进针是气胸发生的危险因素,与既往研究一致。Iguchi 等<sup>[21]</sup>报道分析 276 例钩丝定位患者,结果显示定位时间是气胸发生的独立预测因素。本研究中非垂直进针组患者比垂直组定位时间更长,也是其气胸发生率更高的原因之一,可能是因为垂直进针更易掌握进针角度不发生偏移,而非垂直进针对进针角度准确把握难度较大,致使重复穿刺增加了穿刺针数。一项回顾性研究发现,穿刺针数是气胸发生的独立危险因素<sup>[15]</sup>。本研究中非垂直进针组穿刺针数比垂直组更多,回归分析显示穿刺针数越高越易发生气胸,与之前研究相符。

既往研究报道采用钩丝定位法肺出血发生率为 13.9%~36%<sup>[3]</sup>,本研究中其发生率垂直组低于非垂直组,但差异无统计学意义。既往肺活检研究报道显示,较长穿刺路径是肺出血危险因素<sup>[22-23]</sup>。理论上,垂直进针相较于非垂直进针可缩短穿刺距离、减少穿刺针数、降低穿刺难度,有助于有效减少对肺组织切割次数和距离,从而降低损伤血管风险,减少

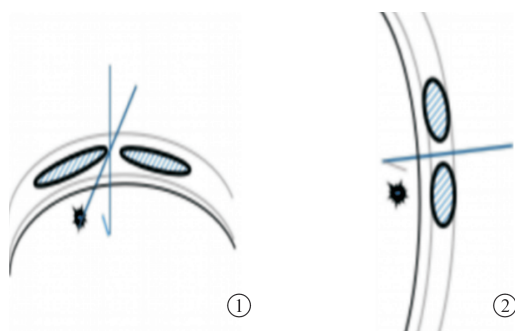
出血发生。但本研究中两组间差异无统计学意义,可能与样本内病灶大多位于肺外中带、总体穿刺深度较浅、总样本量较少等因素有关。

本研究中垂直组 1 例、非垂直组 2 例发生脱钩性定位失败。这 3 例穿刺肺深度均较浅约 1 cm,钩丝反折约 1 cm,因此该状态下患者呼吸运动或医师操作时误将套针轻微抽出,均可能导致脱钩;均较浅表的病灶外缘贴近内脏胸膜,即便发生脱钩,术者根据胸膜穿刺孔垂直切开探查,也可迅速发现病变并顺利切除,并未对手术产生不利影响。

对 VATS 影响方面,垂直组手术时间显著少于非垂直组。由于标记物在整个肺内轨迹必须全部切除,钩线定位距离会影响外科医师切除的肺体积。垂直组肺组织切除范围以胸膜穿刺点为起点,向肺门方向查找,该路径距离最短,方便外科医师以最短时间、最少肺组织便达钩丝尖端病灶,对缩短手术时间、降低路径中血管损伤风险、缩小肺组织切除范围起到重要作用。

肋骨遮挡通常是穿刺定位中的难题。发生这种情况时,我们会在同一 CT 平面选择斜行入路进针定位,或在 CT 平面上方或下方邻近肋间隙垂直入路定位。有研究在分析 CT 导引下肺穿刺活检中发现,穿刺针与胸膜切面不垂直、多次经胸膜穿刺、病灶距胸膜穿刺点距离均为并发气胸及出血的主要危险因素<sup>[24-25]</sup>。穿刺定位与穿刺活检操作步骤相似。本研究结果显示肋骨遮挡情况下,垂直进针组穿刺针数、定位时间均少于非垂直组,气胸发生率低于非垂直组,这与之前研究结果相符;同时 VATS 手术时间低于非垂直组,说明在被肋骨遮挡情况下于上下肋间隙定位对手术精确找到结节并切除无不利影响。《肺小结节术前辅助定位技术专家共识(2019 版)》指出,钩丝定位在病灶不超过 2 cm 范围均可行,而肋骨上下径约为 1.5 cm,故于肋骨上缘或下缘垂直进针均未超过此范围<sup>[4]</sup>。本研究中钩丝与病灶间隔距离均 $< 1.5$  cm,同时 CT 导引可视,不仅可利用 CT 多平面重建技术从多角度了解病灶与钩丝的关系,也能三维立体观察钩丝、病灶、肋骨之间空间关系。相较于病灶同一平面斜行路径,邻近肋间隙穿刺路径既可避开肋骨遮挡、叶间胸膜,也可降低并发症、缩短定位手术时间、VATS 时间,并有效避免扩大肺切除范围(见图 2)。有研究显示,低剂量 CT 技术及优化 CT 扫描方案可有效降低术中辐射剂量,缩短手术时间<sup>[26]</sup>。

本研究不足:由于钩丝会在患者体内保留一段



①(轴位)病灶水平垂直进针钩丝尖端距病灶 $>2$  cm 或只能通过成角穿刺到达病灶边缘;②(冠状位)建议选择病灶相邻肋间隙垂直路径穿刺

图 2 建议垂直穿刺路径示意图

时间,钩丝与胸膜摩擦会有一定疼痛感;作为回顾性研究,未对患者疼痛进行记录和评估,无法进行相关性分析;由于标记物在整个肺内轨迹必须移除,钩线定位可能会影响外科医师切除的体积,垂直路径最短可能会对 VAST 中出血量、肺组织切除体积产生影响。期待有更进一步研究加以弥补。

总之,本研究提示 CT 引导下钩丝定位 $\leq 10$  mm 肺磨玻璃结节时垂直于胸膜穿刺安全有效,可减少气胸发生率,缩短 VAST 手术时间。

#### [参考文献]

- [1] Gould MK, Donington J, Lynch WR, et al. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: when is it lung cancer? Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines[J]. Chest, 2013, 143: e93S-e120S.
- [2] 杨振宇,刘成武,梅建东,等.肺段切除治疗磨玻璃影为主早期肺癌的围术期及远期效果:单中心大样本回顾性研究[J].中国胸心血管外科临床杂志,2021,28:1420-1426.
- [3] Li C, Liu B, Jia H, et al. Computed tomography-guided hook wire localization facilitates video-assisted thoracoscopic surgery of pulmonary ground-glass nodules [J]. Thorac Cancer, 2018, 9: 1145-1150.
- [4] 肺小结节术前辅助定位技术专家共识(2019 版)专家组.肺小结节术前辅助定位技术专家共识(2019 版)[J].中国胸心血管外科临床杂志,2019,26:109-113.
- [5] Park CH, Han K, Hur J, et al. Comparative effectiveness and safety of preoperative lung localization for pulmonary nodules: a systematic review and meta-analysis[J]. Chest, 2017, 151: 316-328.
- [6] Cheng J, Li C, Wang L, et al. Precise localization of small pulmonary nodules using Pre-VATS with Xper-CT in combination with real-time fluoroscopy-guided coil: report of 15 patients[J]. J Interv Med, 2018, 1: 102-105.
- [7] Wang L, Sun D, Gao M, et al. Computed tomography-guided

localization of pulmonary nodules prior to thoracoscopic surgery[J]. Thorac Cancer, 2023, 14: 119-126.

- [8] Hong Z, Lu Y, Sheng Y, et al. Comparison of three-dimensional reconstruction and CT-guided hook-wire segmental resection for pulmonary nodules: a propensity score matching study[J]. World J Surg Oncol, 2023, 21: 161.
- [9] McDermott S, Fintelmann FJ, Bierhals AJ, et al. Image-guided preoperative localization of pulmonary nodules for video-assisted and robotically assisted surgery[J]. Radiographics, 2019, 39: 1264-1279.
- [10] 张皓,李琳,吕发金.基于 Fisher 判别构建 CT 引导下肺穿刺活检并发症的预测模型[J].介入放射学杂志,2020,29: 45-50.
- [11] Passera E, Rocco G. From full thoracotomy to uniportal video-assisted thoracic surgery: lessons learned [J]. J Vis Surg, 2017, 3: 36.
- [12] Yeh YC, Kadota K, Nitadori J, et al. International association for the study of lung cancer/American Thoracic Society/European Respiratory Society classification predicts occult lymph node metastasis in clinically mediastinal node-negative lung adenocarcinoma[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2016, 49: e9-e15.
- [13] Zhang H, Si T, Guo Z. Clinicopathologic characteristics of pulmonary ground glass opacity located preoperatively using a hook-wire guidewire[J]. J Interv Med, 2020, 3: 89-92.
- [14] Tang X, Jian H, Guan Y, et al. Computed tomography-guided localization for multiple pulmonary nodules: a meta-analysis [J]. Wideochir Inne Tech Malo Inwazyjne, 2021, 16: 641-647.
- [15] Yao F, Wang J, Yao J, et al. Reevaluation of the efficacy of preoperative computed tomography-guided hook wire localization: a retrospective analysis[J]. Int J Surg, 2018, 51: 24-30.
- [16] Maalouf N, Lavric D, Vasileva L, et al. Associations between covariates and pneumothorax observations in CT-guided lung biopsies[J]. J Clin Med, 2022, 11: 1958.
- [17] Shiekh Y, Haseeb W, Feroz I, et al. Evaluation of various patient-, lesion-, and procedure-related factors on the occurrence of pneumothorax as a complication of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy [J]. Pol J Radiol, 2019, 84: e73-e79.
- [18] Hiraki T, Mimura H, Gobara H, et al. Incidence of and risk factors for pneumothorax and chest tube placement after CT fluoroscopy-guided percutaneous lung biopsy: retrospective analysis of the procedures conducted over a 9-year period[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 194: 809-814.
- [19] Maalouf N, Abou Mrad M, Lavric D, et al. Safe zone to avoid pneumothorax in a CT-guided lung biopsy[J]. J Clin Med, 2023, 12: 749.
- [20] Chami HA, Faraj W, Yehia ZA, et al. Predictors of pneumothorax after CT-guided transthoracic needle lung biopsy: the role of quantitative CT[J]. Clin Radiol, 2015, 70: 1382-1387.
- [21] Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, et al. CT fluoroscopy-guided