

CT引导下亚甲蓝与弹簧圈定位在肺磨玻璃结节术前定位的临床价值比较

马宜成, 曹 炜*, 汪丽祥, 江舜祥

安徽医科大学第二附属医院胸外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年6月1日; 录用日期: 2025年6月24日; 发布日期: 2025年7月1日

摘 要

目的: 比较弹簧圈和亚甲蓝用于肺磨玻璃结节术前定位的有效性和安全性。方法: 回顾性分析2023年3月至2024年8月在安徽医科大学第二附属医院使用亚甲蓝染色剂定位和弹簧圈定位对350例肺磨玻璃结节患者进行术前定位, 其中使用亚甲蓝染色剂组患者为170例, 弹簧圈定位组180例。每组定位后4小时内行胸腔镜手术, 比较两种定位方法的有效性及安全性。结果: 亚甲蓝染色剂组定位成功率为97.54%, 弹簧圈组定位成功率为98.21%; 两组定位成功率(97.54% vs 98.21%, $P = 0.066$)相似, 与弹簧圈定位相比, 亚甲蓝染色剂组术前定位所需时间短[(19.23 ± 10.72) min vs (14.86 ± 6.21) min, $P = 0.009$], 气胸发生率较弹簧圈组低(5.34% vs 0.33%, $P = 0.006$); 穿刺后肺内出血发生率较弹簧圈组低(3.52% vs 0.29%, $P = 0.003$); 定位后疼痛持续时间较弹簧圈组少[(41.26 ± 15.09) min vs (21.05 ± 8.42) min, $P = 0.001$]。结论: CT引导下亚甲蓝术前定位效果好, 安全, 并发症发生率低, 值得临床推广。

关键词

CT引导, 亚甲蓝, 弹簧圈, 肺结节, 术前定位, 胸腔镜手术

Comparison of the Clinical Value of CT-Guided Methylene Blue and Coil Localization in the Preoperative Localization of Pulmonary Ground-Glass Nodules

Yicheng Ma, Wei Cao*, Lixiang Wang, Shunxiang Jiang

Department of Thoracic Surgery, The Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

*通讯作者。

文章引用: 马宜成, 曹炜, 汪丽祥, 江舜祥. CT 引导下亚甲蓝与弹簧圈定位在肺磨玻璃结节术前定位的临床价值比较[J]. 临床医学进展, 2025, 15(7): 22-28. DOI: 10.12677/acm.2025.1571951

Abstract

Objective: To compare the efficacy and safety of coils and methylene blue for preoperative localization of pulmonary ground-glass nodules. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the preoperative localization of 350 patients with pulmonary ground-glass nodules in the Second Hospital of Anhui Medical University from March 2023 to August 2024 using methylene blue staining agent localization and coil localization. Among them, there were 170 patients in the methylene blue staining agent group and 180 patients in the coil localization group. Thoracoscopic surgery was performed within 4 hours after positioning in each group to compare the effectiveness and safety of the two positioning methods. **Results:** The localization success rate of the methylene blue staining agent group was 97.54%, and that of the coil group was 98.21%. The success rates of positioning in the two groups (97.54% vs 98.21%, $P = 0.066$) were similar. Compared with coil positioning, the preoperative positioning time required in the methylene blue staining agent group was shorter [(19.23 $\pm$ 10.72) min vs (14.86 $\pm$ 6.21) min, $P = 0.009$]. The incidence of pneumothorax was lower than that in the coil group (5.34% vs 0.33%, $P = 0.006$). The incidence of intra-pulmonary hemorrhage after puncture was lower than that in the coil group (3.52% vs 0.29%, $P = 0.003$). The duration of pain after positioning was shorter than that in the coil group [(41.26 $\pm$ 15.09) min vs (21.05 $\pm$ 8.42) min, $P = 0.001$]. **Conclusion:** CT-guided preoperative localization of methylene blue has a good effect, is safe, and has a low incidence of complications. It is worthy of clinical promotion.

Keywords

CT-Guided, Methylene Blue, Coil, Pulmonary Nodule, Preoperative Localization, Thoracoscopic Surgery

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

癌症是一类以细胞异常增殖和扩散为特征的疾病，是全球主要的公共卫生问题之一[1]。根据世界卫生组织(WHO)数据，癌症现已成为全球第二大死因，2020 年造成约 1000 万人死亡，肺癌仍然是男性癌症发病率和致死率以及女性癌症致死率第一位[2]。对早期肺癌有研究报道通过手术切除后其治愈率高达 90% [3]。因此如何高效发现早期肺癌并进行手术切除成为重中之重。低剂量 CT 作为肺癌高危人群筛查最重要的工具，已经在美国和欧洲得到了充分的验证[4] [5]。胸腔镜下肺楔形手术成为早期肺癌治疗的主要手段，越来越多的早期肺癌患者被发现和治疗[6]。由于部分肺结节特别是磨玻璃结节病灶小、质地软、位置深，不能通过术中肉眼观察或手指触诊的方式进行定位，这类结节增加了手术难度，造成肺功能的过度损失。同时人们健康理念的普及，对生活质量的要求越来越高，如何在切除趋向恶性肺结节的同时保留更多的肺功能成为临床医生的手术原则之一。术前定位技术通过术前 CT 引导对肺结节进行精准定位，成为肺结节切除的重要辅助手段[7]。理想定位方法应具有精度高、并发症少、定位时间短、对设备要求低的特点。目前临床工作中最常用的定位方法包括亚甲蓝染色剂定位、弹簧圈定位等，每种方法各有优缺点[8] [9]。本院在 2023 年 3 月开始使用弹簧圈进行术前定位，定位效果良好，自 2024 年 1 月开始

使用亚甲蓝染色进行术前定位，也取得良好效果，通过比较使用弹簧圈和亚甲蓝染色剂两种定位方法在胸腔镜下肺结节手术中的各项重要指标，判断哪种定位方法值得推广提供理论依据，现将两组资料整理分析如下。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

随机收集 2023.03~2024.08 在我院使用弹簧圈和亚甲蓝染色剂进行术前定位的手术病人共计 350 例，男性患者 142 位，女性患者 208 位，年龄跨度为 26~77 岁(61.32 ± 8.21)。右肺上叶 92 例，右肺中叶 35 例，右肺下叶 32 例，左肺下叶 57 例，左肺上叶 51 例，右肺多发 26 例，左肺多发 25 例，双肺多发 32 例，排除选择性偏倚，患者术前均已完善手术相关检查、符合手术指征并排除手术禁忌。

患者纳入标准：① 术前 CT 发现肺结节存在手术指征且肺结节大小不超过 2 cm；② 术前通过影像学检查评估肺结节不能进行术中观察以及手指触摸定位；③ 手术中可行肺楔形切除或肺段切除术完整切下定位病灶；④ 患者术前检查术前均已完善手术相关检查、符合手术指征并排除手术禁忌。⑤ 患者无穿刺禁忌症及亚甲蓝染色剂过敏者。所有患者术前定位后手术顺利进行。所有患者进行手术定位前均告知定位风险并签署相关知情同意书。患者一般资料见表 1。

Table 1. General information of patients with pulmonary nodules

表 1. 肺结节患者一般资料

临床资料	弹簧圈定位组 (n = 180)	亚甲蓝染色剂组 (n = 170)	P 值
年龄(岁)	56.20 ± 13.29	57.03 ± 10.74	0.406
性别			0.129
男	80	62	
女	100	108	
定位结节数			0.463
单个	119	117	
多个	101	86	
结节直径(mm)	11.12 ± 3.26	10.79 ± 2.15	0.632
结节与胸膜距离(mm)	36.51 ± 13.29	33.01 ± 10.18	0.103
结节位置			0.753
右上	50	52	
右中	52	36	
右下	28	35	
左上	46	42	
左下	44	38	

2.2. 设备及方法

2.2.1. 设备图

① 弹簧圈：采用 LeWire 一次性肺结节弹簧定位针(京械注准 20232020751)，主要由弹簧圈、外针管、

手柄、超细滑定位丝线、配套同轴定位针组成，同轴针主要由：保护套、针管、针芯、手柄、手柄帽、定位夹及胶塞组成，装置大致图形如下(见图 1)。② 亚甲蓝染色剂。③ CT：德国西门子 64 排螺旋 CT。④ 体表定位栅栏：安徽医科大学第二附属医院核医学科自制的 RH 管。

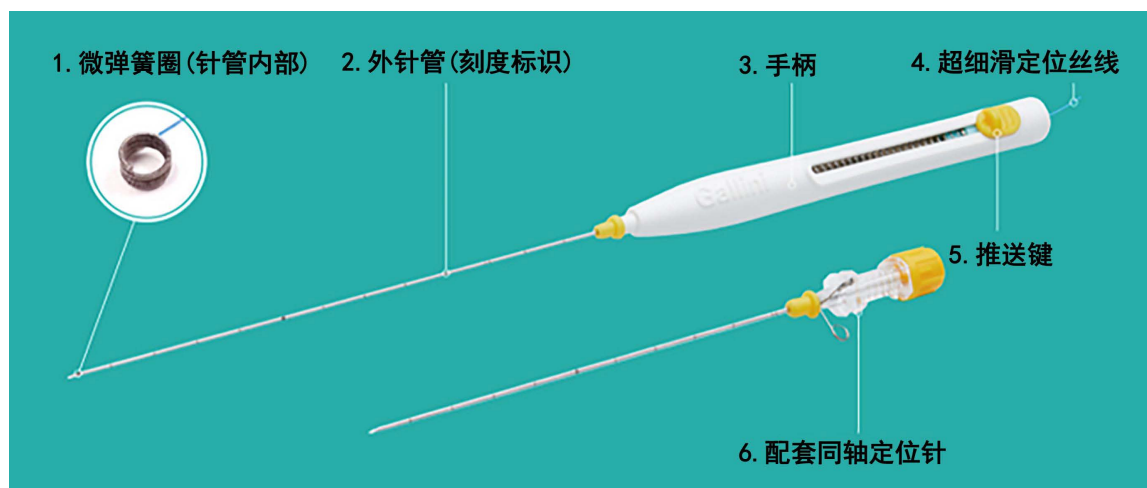


Figure 1. Sketch diagram of the coil positioning needle device

图 1. 弹簧圈定位针装置略图

2.2.2. 定位方法

弹簧圈定位针组：术前 4 小时或更早时间至安徽医科大学核医学科 CT 室进行术前定位，根据术前的 CT 影像学设计定位方案，放置体表定位栅栏，确定体表进针点，CT 实时测量进针点至肺结节的穿刺深度，常规进行消毒铺巾，局部麻醉，CT 辅助下进行穿刺点进针角度的调整直至穿刺到预定深度，再次进行 CT 扫描，确定穿刺针位置，若穿刺针位置准确，沿穿刺针方向推入推送装置使定位线送出弹簧圈，退出推送装置，拔出穿刺针，复扫 CT，确定定位位置，观察有无血气胸出现，穿刺点局部包扎，返回病房或者直接进入手术室等待手术。

亚甲蓝染色组：术前 4 小时或更早时间至安徽医科大学核医学科 CT 室进行术前定位，根据术前的 CT 影像学设计定位方案，放置体表定位栅栏，确定体表进针点，CT 实时测量进针点至肺结节的穿刺深度，常规进行消毒铺巾，局部麻醉，CT 辅助下进行穿刺点进针角度的调整直至穿刺到预定深度，再次进行 CT 扫描，确定穿刺针位置，若穿刺针位置准确，用 5 mL 注射器吸取亚甲蓝染色剂沿穿刺针方向推入亚甲蓝染色剂，拔出穿刺针，复扫 CT，确定定位位置，观察有无血气胸出现，穿刺点局部包扎，返回病房或者直接进入手术室等待手术。

2.2.3. 统计学方法

采用 SPSS19.0 进行统计学分析，评价各组间差异。各组间差异比较采用 Student's t 检验或单因素方差分析，采用“ $\bar{x} \pm s$ ”表示；对两组数据之间的计数资料采用卡方检验进行统计学分析； $P < 0.05$ 表示具有统计学意义。

2.3. 手术过程及切除方案

患者全部行单孔胸腔镜肺结节切除术，患者全麻后，予以侧卧位，消毒铺巾，采取第五肋腋前线至腋中线水平之间做切口，放入胸腔镜，观察胸腔内是否存在积血，穿刺点位置有无活动性出血及有无血肿等情况发生，通过弹簧圈或亚甲蓝试剂确定病灶切除位置，胸腔镜下直线型手动切割闭合器进行肺楔

形切除术或肺段切除术，病灶切除后立即行术中冰冻病理检查，根据病理结果决定下一步手术方案。若为浸润性肺癌，则行胸腔镜下肺叶切除术 + 纵隔淋巴结清扫术；若冰冻结果为良性、原位癌及微浸润癌，则结束手术。

3. 结果

两种定位方法共计 350 例患者进行术前定位，定位位置距离手术肺结节位置均满足预期，弹簧圈定位组 180 例患者，亚甲蓝染色剂组 170 例患者。弹簧圈组术后病理提示良性 27 例，原位腺癌 68 例，微浸润癌 54 例，浸润性癌 28 例，周围型鳞癌 3 例。亚甲蓝染色剂组术后病理提示良性 32 例，原位腺癌 64 例，微浸润癌 49 例，浸润性癌 21 例，周围型鳞癌 4 例。手术患者均顺利恢复，均未出现严重并发症。弹簧圈组共定位 216 例结节，弹簧圈组定位成功率为 98.21%，带线锚钩组共定位 198 例结节；肺结节定位成功率为 97.54%，两种定位方式的结节定位成功率大致相同，但与弹簧圈定位针组相比，亚甲蓝染色剂组术前定位所需时间少[(19.23 ± 10.72) min vs (14.86 ± 6.21) min, $P = 0.009$]，气胸发生率较弹簧圈定位针组低(5.34% vs 0.33%, $P = 0.006$)；穿刺后肺内出血发生率较弹簧圈定位针组低(3.52% vs 0.29%, $P = 0.003$)；定位后疼痛持续时间较弹簧圈定位针组少[(41.26 ± 15.09) min vs (21.05 ± 8.42) min, $P = 0.001$]。具体详情见表 2。

Table 2. The relevant results, complications and nature of nodules in patients with pulmonary nodule localization
表 2. 肺结节定位患者相关结果、并发症及结节性质

临床资料	弹簧圈定位针组 (n = 180)	亚甲蓝染色剂组 (n = 170)	P 值
穿刺定位时间(min)	19.23 ± 10.72	14.86 ± 6.21	0.009
定位成功数(n%)	216 (98.21%)	198 (97.54%)	0.066
并发症			
气胸	5.34%	0.33%	0.006
肺内出血	3.52%	0.29%	0.003
穿刺后疼痛时间(min)	41.26 ± 15.09	21.05 ± 8.42	0.001
手术方式			0.484
肺楔形切除术	97	87	
肺段切除术	65	62	
肺癌根治术	18	21	
结节性质			0.340
良性	27	32	
原位腺癌	68	64	
微浸润腺癌	54	49	
浸润性腺癌	28	21	
鳞癌	3	4	

注：多发结节以最严重病灶病理结果统计，手术方式根据主要病灶决定。

4. 讨论

根据我们的研究成果发现，与弹簧圈定位组相比，亚甲蓝染色剂组的定位成功率与弹簧圈相似，与前人研究使用亚甲蓝染色剂定位后会出现组织的晕染导致定位失败的结论相矛盾[10]，出现组织晕染可

能是使用亚甲蓝染色剂定位后定位时间与手术时间间隔较长所致, 本研究中定位时间和手术时间间隔较短(不超过 4 个小时), 可能会改善亚甲蓝定位时间过长导致组织晕染出现的定位失败和妨碍病理组织观察的不足。与此同时亚甲蓝染色剂组出现气胸、肺部血肿的概率低于弹簧圈组, 定位后疼痛时间也少于弹簧圈组; 另外亚甲蓝染色剂价格低廉, 降低了因术前穿刺导致的医疗费用, 是一种良好的术前定位方式。

弹簧圈定位组能够准确地定位到肺结节上不会影响病理的观察, 但弹簧圈组定位的时间更长, 容易给病人产生穿刺时的不适感, 相比较亚甲蓝染色剂组, 弹簧圈定位出现气胸和肺出血的并发症更高, 同样与弹簧圈定位时间更长, 弹簧圈本身体积较大有关, 研究报道弹簧圈定位技术容易出现弹簧圈脱落导致定位失败等情况[11]。这也进一步说明亚甲蓝染色剂定位的临床安全性和有效性高于弹簧圈。

Hookwire 定位针进行术前定位也是一种主流的定位方法, 使用 Hookwire 定位针定位能够精准定位到亚厘米精度, 定位准确度高[12]。但根据研究报道 Hookwire 定位针在定位时出现气胸和肺出血等定位并发症高于弹簧圈组, 定位后疼痛持续时间更长[13], 并不是一种理想的定位方式。

另一种主流的术前定位方法是带线锚钩定位, 带线锚钩定位是通过植入带有锚定钩的导丝, 为手术提供明确的靶向指引, 提高切除准确率并减少正常组织损伤, 带线锚钩定位的准确度高, 导丝脱落的可能性较低, 手术时可以实时沿着导丝切除, 减少手术探查时间[14]。同时它也存在着出血和气胸的并发症相对较高, 患者在定位过程中出现不适感较强[15], 带线锚钩进行术前定位的成本较高也是进一步局限其发展的一个重点问题。

其他的定位方式如磁导航纤支镜定位要求纤支镜医师配合完成并需要一定的技术及硬件设备支持, 术中超声对于肺萎陷和慢阻肺病人定位不理想[16]。

近年来, CT 三维重建引导下进行肺结节精准切除成为一种新的定位方式, 它通过重建肺的三维立体结构精准定位到肺结节, 可以实现无创定位[17]。这种定位方式要求术者在术中仔细解剖肺内结构以达到精准切除的目的, 但存在着解剖过度, 容易对患者产生较大损伤等缺点, 对于部分只需要楔形切除的肺结节来说并不是首选方式。

与此同时, 在本研究中亚甲蓝染色剂组术后病理提示良性结节较弹簧圈定位针组少, 原位癌及微浸润腺癌发现率较弹簧圈定位组高, 但无统计学意义, 证明两种定位方式并不能影响到肺结节的良恶性结果, 证明两种定位方式无选择倾向性

在本研究中, 使用亚甲蓝染色剂定位也发生了气胸并发症, 但发生率为 0.33%, 属于穿刺并发症出现的可控范围, 气胸发生后无需特殊处理进一步佐证了亚甲蓝染色剂定位安全性更高。

在提高亚甲蓝染色剂定位准确性的同时减少并发症的发生, 我们总结了如下经验: ① 穿刺时应该仔细观察患者的 CT 影像学, 进针时注意避开血管、气管等结构, 进针深度恰当, 定位时遇到骨性结构阻挡时, 应选择避开骨性结构的最短进针路线。② 穿刺时观察病人反应, 是否存在过敏反应的出现, 嘱患者平静呼吸保持稳定姿势, 确保病人安全, 遇到因各种原因不能很好配合的患者时, 安抚患者情绪, 采用逐步进针法进行穿刺。③ 亚甲蓝染色剂定位后, 定位时间与手术时间不能间隔太长, 最好不超过 4 小时。④ 穿刺定位结束后避免剧烈运动及咳嗽。

综上, 亚甲蓝染色剂作为一种主流的定位方式, 较弹簧圈定位组具有软硬件要求低, 医疗成本低, 安全有效, 并发症少, 易于推广开展的优点, 有助于胸腔镜手术术中定位、切除及寻找病灶, 具有推广价值。

基金项目

心胸外科曹炜安徽省高校自然科学研究重点项目经费(课题编号: JF20235642)。

参考文献

- [1] Bray, F., Laversanne, M., Weiderpass, E. and Soerjomataram, I. (2021) The Ever-Increasing Importance of Cancer as a Leading Cause of Premature Death Worldwide. *Cancer*, **127**, 3029-3030. <https://doi.org/10.1002/cncr.33587>
- [2] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., et al. (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [3] Cerfolio, R.J. and Bryant, A.S. (2009) Survival of Patients with True Pathologic Stage I Non-Small Cell Lung Cancer. *The Annals of Thoracic Surgery*, **88**, 917-923. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.05.040>
- [4] Paci, E., Puliti, D., Lopes Pegna, A., Carrozzi, L., Picozzi, G., Falaschi, F., et al. (2017) Mortality, Survival and Incidence Rates in the ITALUNG Randomised Lung Cancer Screening Trial. *Thorax*, **72**, 825-831. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-209825>
- [5] Mazzone, P.J. and Lam, L. (2022) Evaluating the Patient with a Pulmonary Nodule: A Review. *JAMA*, **327**, 264-273. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.24287>
- [6] Xiao, H., Liu, Y., Tan, H., Liang, P., Wang, B., Su, L., et al. (2015) A Pilot Study Using Low-Dose Spectral CT and ASIR (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction) Algorithm to Diagnose Solitary Pulmonary Nodules. *BMC Medical Imaging*, **15**, Article No. 54. <https://doi.org/10.1186/s12880-015-0096-6>
- [7] Rho, J., Lee, J.W., Quan, Y.H., Choi, B.H., Shin, B.K., Han, K.N., et al. (2019) Fluorescent and Iodized Emulsion for Preoperative Localization of Pulmonary Nodules. *Annals of Surgery*, **273**, 989-996. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000003300>
- [8] Predina, J.D., Newton, A., Corbett, C., Xia, L., Sulyok, L.F., Shin, M., et al. (2018) Localization of Pulmonary Ground-Glass Opacities with Folate Receptor-Targeted Intraoperative Molecular Imaging. *Journal of Thoracic Oncology*, **13**, 1028-1036. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2018.03.023>
- [9] Lenglinger, F.X., Schwarz, C.D. and Artmann, W. (1994) Localization of Pulmonary Nodules before Thoracoscopic Surgery: Value of Percutaneous Staining with Methylene Blue. *American Journal of Roentgenology*, **163**, 297-300. <https://doi.org/10.2214/ajr.163.2.7518642>
- [10] 孟繁茂, 车云, 张国超, 等. CT 引导下亚甲蓝和生物胶辅助肺结节定位的安全性和有效性及其影响因素[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2024, 31(3): 152-163.
- [11] 许志扬, 许建新, 关军, 等. 微弹簧圈定位在胸腔镜肺小结节切除术中的应用[J]. 中国微创外科杂志, 2017, 17(3): 228-230.
- [12] Chai, J., Chu, S., Wei, N., Xu, B., Wang, L., Yu, H., et al. (2023) Computed Tomography-Guided Hookwire Localization and Medical Glue Combined with Methylene Blue Localization for Pulmonary Nodules before Video-Assisted Thoracoscopic Surgery: A Single-Center, Retrospective Study. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, **13**, 6228-6240. <https://doi.org/10.21037/qims-22-1240>
- [13] Pittet, O., Christodoulou, M., Pezzetta, E., Schmidt, S., Schnyder, P. and Ris, H. (2007) Video-Assisted Thoracoscopic Resection of a Small Pulmonary Nodule after Computed Tomography-Guided Localization with a Hook-Wire System. Experience in 45 Consecutive Patients. *World Journal of Surgery*, **31**, 575-578. <https://doi.org/10.1007/s00268-006-0343-7>
- [14] 张田田, 李伍好, 胡茂能. 微弹簧圈与带线金属锚钩在肺结节胸腔镜术前定位中应用比较[J]. 介入放射学杂志, 2024, 33(12): 1334-1338.
- [15] 柴杰, 鲁东, 吕维富, 等. 微弹簧圈与带线锚钩在肺结节术前定位中的应用[J]. 中国微创外科杂志, 2022, 22(2): 97-101.
- [16] 朱亮, 刘成龙, 范瑜, 等. CT 引导下弹簧圈定位在肺小结节胸腔镜切除术前的应用[J]. 湖北医药学院学报, 2024, 43(1): 66-69.
- [17] 陈峰, 潘云雷. 肺小结节胸腔镜术前定位中 CT 三维重建联合 CT 引导下医用胶定位的价值[J]. 世界复合医学(中英文), 2024, 10(5): 113-115+119.