

## ·综述 General review·

## 肺小结节胸腔镜切除术前定位方法的应用进展

张 华, 郭坚溪, 孔 健

【摘要】 随着低剂量 CT(low-dose computed tomography, LDCT)在肺癌筛查运用中的日益普遍,越来越多的肺结节被检出,鉴别其良恶性显得尤为重要,电视胸腔镜手术(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)由于具有创伤小、恢复快等优势,在临床中应用较为广泛,成为肺小结节诊断及治疗的重要手段。VATS 术前对肺小结节进行精确定位是手术成功的关键环节,近年来一系列术前辅助定位技术应运而生,包括 CT 引导、术中超声引导、近红外成像技术及支气管镜下引导。通过在影像系统引导下注入液体材料或金属材料标记,包括亚甲蓝、医用胶、对比剂、带钩金属丝、弹簧圈及肺结节定位针,以方便外科医生能够在术中精准定位病灶并予以切除。然而最佳的定位技术尚无统一标准,本文综述了近年来肺小结节 VATS 术前定位的各种技术手段,并对各种方法的优点及不足进行分析及总结。

【关键词】 电视胸腔镜手术;肺小结节;定位

中图分类号:R816.41 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-12-1216-06

**Advances in the application of preoperative localization methods in thoracoscopic resection of small pulmonary nodules** ZHANG Hua, GUO Jianxi, KONG Jian. Second Clinical Medical College of Jinan University, Shenzhen, Guangdong Province 518020, China

Corresponding author: KONG Jian, E-mail: kongjian@mail.sustech.edu.cn

【Abstract】 **Objective** With the increasing prevalence of low-dose computed tomography(LDCT) in the lung cancer screening, more and more pulmonary nodules have been detected, and it becomes particularly important to identify the benign and malignant of the nodules. Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) has been widely employed in clinical practice due to its advantages of less trauma and rapid recovery, and it has become an important means for diagnosing and treating small pulmonary nodules. Preoperative precise localization of pulmonary nodules is the key point to ensure a successful VATS surgery. In recent years, a lot of preoperative auxiliary localization techniques have emerged, including CT guidance, intraoperative ultrasound guidance, near-infrared imaging technology, and bronchoscopic guidance. The injection of liquid materials or placement of metal material markers, including methylene blue, medical glue, contrast agent, hook wire, spring coil and pulmonary nodule localization needle, can facilitate the surgeon to accurately locate the lesion and remove the lesion during VATS operation. However, there is no unified standard for the optimal positioning technology so far. This paper summarizes all kinds of technical means used for localization of small pulmonary nodules before VATS operation in recent years, and the advantages and disadvantages of these methods are discussed. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 1216-1221)

【Key words】 video-assisted thoracoscopic surgery; small pulmonary nodule; localization

随着人们健康意识的增加及医学影像技术的发展,低剂量 CT 对于肺小结节的检出率逐年递增,尤其在伴有肺癌高危因素的患者中较为明显。根据 ACCP 循证医学临床实践指南,肺结节患者中恶性

肿瘤的发生率与结节大小成正比:小于 5 mm 的结节为 0~1%,5~10 mm 结节为 6%~28%,大于 20 mm 的结节则为 64%~82%<sup>[1]</sup>。临床工作中,病理学诊断依旧是明确肺小结节性质的金标准。

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.12.018

基金项目:广东省重点领域研发计划资助(2020B010165004)

作者单位:518020 广东深圳 暨南大学第二临床医学院

通信作者:孔 健 E-mail: kongjian@mail.sustech.edu.cn

目前,电视胸腔镜手术(VATS)成为肺小结节诊断和治疗的全新治疗方式,可减轻患者的疼痛感、缩短住院时间、减少并发症等,是一项微创、快速、有效及安全的治疗手段<sup>[2]</sup>。然而,VATS 对于体积小、密度淡薄及距脏层胸膜较远的肺小结节无法通过视觉、手指触诊、腔隙滑行等进行定位,可使手术时间延长、并发症发生率增加<sup>[3]</sup>。因此,术前准确定位结节是 VATS 成功的关键。

术前辅助定位技术主要适应证包括:①单个或多个小(即直径 $<15$  mm)或深(即距胸膜 $>10$  mm)的结节;②影像学表现为纯磨玻璃或亚实性结节;③术中触诊难以定位的结节<sup>[4]</sup>。目前肺小结节术前引导系统大体分为 4 种:CT 引导、术中超声引导、近红外成像技术和支气管镜下引导<sup>[5]</sup>。本文介绍近年来肺小结节 VATS 切除术前定位的各种方法,并对其优点及不足进行分析。

## 1 CT 引导下定位

### 1.1 亚甲蓝溶液

亚甲蓝于 1994 年首次被用于肺小结节的定位<sup>[6]</sup>,术中可通过胸膜下染料晕染的范围来识别病灶。与带钩金属丝比较,亚甲蓝定位具有成本低、操作简单、耗时短及并发症少等优点<sup>[7]</sup>。

Lin 等<sup>[8]</sup>对 177 例肺结节患者进行亚甲蓝溶液定位,结果显示在平均时间为 30 min 的定位术中,定位成功率达 99.5%(195/196),29.4%的患者在定位术后发生无症状性气胸,均无需特殊治疗。所有病灶均成功经 VATS 切除,术后患者病情平稳,住院时间为 $(3.3\pm 1.2)$  d。但该定位技术依然存在一些不足之处:一是亚甲蓝注射后可能会引起患者发生咳嗽和胸痛;二是亚甲蓝弥散较快,需在穿刺后 3 h 内进行手术,且易弥散的特点使肺组织染色范围扩大,使切除病灶的面积增加<sup>[7]</sup>。有学者采用亚甲蓝联合碘油进行肺结节定位,结果显示碘油联合亚甲蓝组的染色范围明显小于单纯亚甲蓝组(0.6 cm 比 1.0 cm),混合液染色评分为优秀的病例占 81%,而亚甲蓝染色评分为优秀的病例仅有 19%( $P=0.011$ )<sup>[9]</sup>。该研究结果表明亚甲蓝联合碘油在肺小结节定位中的重要意义。

### 1.2 医用胶

医用胶主要由氰基丙烯酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯组成,该药物可快速止血和组织黏附,使得穿刺部位伤口快速闭合从而达到止血目的,具有无毒、生物安全性高等优点<sup>[10]</sup>。当医用胶遇到阴离子

(包括体液、血液等)时,在室温下 1 min 内固化成膜并与肺组织紧密结合,术中可通过指腹触诊来进行定位,具有良好的可辨识度。

一项医用胶与带钩金属丝定位肺结节的对照研究发现,对于疼痛的评估和管理,医用胶组有着较低的疼痛评分( $3.5\pm 1.3$  比  $4.7\pm 1.6$ , $P<0.01$ )和较低的吗啡使用率(10.5%比 41.9%, $P<0.01$ )<sup>[11]</sup>。Huang 等<sup>[12]</sup>报道,医用胶定位的并发症发生率低于带钩金属丝(42%比 79%, $P=0.004$ ),尤其是出血发生率更低(9%比 68%, $P<0.01$ ),这可能与医用胶对针道的密封作用更佳有关。

但医用胶也有几点不足之处:一是医用胶由工业合成,当注射速度大于 0.05 mL/s 时,患者会出现刺激性咳嗽;二是若医用胶与结节发生融合,可能影响病理结果评估<sup>[13-14]</sup>。

### 1.3 对比剂

对比剂可经皮注射到肺结节周围,术中通过荧光镜检测所标记的结节。由于钡剂可能会引起较严重的肺急性炎症反应,数小时内导致急性支气管肺炎,数月后形成肉芽肿性肺炎及纤维化,从而影响病理诊断<sup>[15]</sup>。因此,有学者建议使用碘油而不是钡剂<sup>[16]</sup>。

碘油是一种价格低廉且容易获取的对比剂,主要用于胃肠道的造影,也可用于肺结节的定位。Kim 等<sup>[17]</sup>对 55 例患者进行了碘油标记,根据 CT 下的表现分为以下 3 种类型:1 型,致密;2 型,点状;3 型,模糊;结果显示碘油标记结节的表现分别为 1 型(82%)、2 型(11%)和 3 型(7.3%),所有肺结节均于当天成功切除,定位相关并发症轻微,无严重并发症。另外,碘油在体内留置时间可长达 3 个月,显影更为稳定且不会干扰病理结果的评估。一项 Meta 分析显示,定位并发症发生率中带钩金属丝最高,微线圈最低,定位成功率中碘油最高<sup>[18]</sup>。然而,对合并甲状腺功能亢进、甲状腺肿瘤及有严重肝肾功能不全的患者需谨慎使用碘油定位。

### 1.4 带钩金属丝(Hook-wire)

带钩金属丝是目前临床上应用最广泛的肺结节术前定位技术,由 Mack 等<sup>[19]</sup>在 1992 年首次提出,其通过将金属丝前端钩状展开固定在结节周围,而金属丝尾端留在体外进行定位。Huang 等<sup>[20]</sup>对 273 例患者采用带钩金属丝定位,定位成功率为 97.80%,术后并发症包括针道出血(2.1%)、气胸(5.9%)和咯血(0.4%),均为 I 级不良事件。带钩金属丝最常见的定位并发症包括气胸和肺出血,其中气胸的发生率为 7.5%~40%,大多采用保守治疗,引起肺实质出

血为 5%~9.5%,一般不会引起患者的临床症状<sup>[21-23]</sup>。由于金属钩丝在释放过程中是横向打开的,尖端较为锐利,可能发生空气栓塞,发生率为 0.6%(1/161)<sup>[24]</sup>,大量空气栓塞非常罕见。金属丝移位甚至脱落是带钩金属丝定位失败的主要原因,占 2.5%~13%<sup>[7,25]</sup>。以下情况应警惕钩丝移位或脱钩的可能:①患者被送进手术室过程;②术前进行肺通气;③术中进行肺切除;④结节位置表浅;⑤定位术距 VATS 时间间隔过长<sup>[26]</sup>。对于以上这些问题,可考虑行带钩金属丝联合亚甲蓝进行双重定位,以提高定位成功率<sup>[27]</sup>。此外,对于一些特殊解剖位置如肺尖、膈肌和大血管附近的病灶,应限制使用该定位技术,采用其他定位技术。

### 1.5 弹簧圈

弹簧圈通常作为一种栓塞材料用于出血血管的栓塞,也可用于肺结节的术前定位<sup>[28]</sup>。与带钩金属丝定位不同的是,用弹簧圈进行定位后,导丝无需留在胸壁外,可以减轻患者等待进入手术室期间的不适<sup>[29]</sup>。

Huang 等<sup>[30]</sup>总结分析了 454 例患者(501 枚肺结节)VATS 切除术前弹簧圈定位肺结节的有效性 & 安全性,结果显示其定位成功率为 92.4%,脱钩率 7.6%,定位时间(12.8±5.2)min,定位相关并发症 179 例(39.4%),包括气胸 86 例(18.9%)、针道出血 124 例(27.3%)和咯血 8 例(1.8%),均症状轻微无需治疗;VATS 手术成功率为 99.0%,5 例因触诊未发现结节或未见胸膜穿刺点而转为开胸手术。

弹簧圈是一种相对理想的定位技术,已被用于血管的栓塞,具有良好的组织相容性,可在 VATS 术前 1~2 d 植入<sup>[31]</sup>。弹簧圈较柔软,植入肺实质后甚至脱落后不会对肺组织及胸膜造成明显的损伤;相较于带钩金属丝和碘油定位,弹簧圈定位并发症发生率更低<sup>[18]</sup>,这可能缘于弹簧圈由铂制成,且表面附着有纤维及弹性、螺旋形的构造,使其不易影响周围肺组织膨胀并压迫穿刺点。但弹簧圈较为昂贵,会发生类似带钩金属丝移位脱落的情况,其脱位率为 3%~10%<sup>[29,32-33]</sup>。

### 1.6 肺结节新型定位针

带钩金属丝因易出现移位、脱钩而常常导致定位失败,2019 年 Fan 等<sup>[34]</sup>设计了一种基于带钩金属丝改良而来的一次性使用肺结节定位针,并对 80 例患者进行定位,成功定位 87 枚结节,定位失败 3 例,其中 2 例因定位针距结节 11 mm(目标值为<10 mm),另 1 例因定位针未突破脏层胸膜而定位失败;所有结

节均成功进行 VATS 切除,定位术后除无症状气胸(7.8%)和肺出血(5.6%)外,未发生需要临床干预的并发症,患者在定位术后等待 VATS 期间病情平稳,无特殊不适。

该定位装置由穿刺针、推送装置、锚定定位针、定位线和保护管 5 个部分构成。其中穿刺针由标有刻度的不锈钢制成,方便术中根据 CT 扫描数据确定进针的深度;锚定定位针是由镍钛记忆合金制成的带有 4 个钝形鱼钩样结构,形成一个十字架,术中可固定在肺实质内。在远端,与之相连的是标有刻度的三色可吸收定位线,外科医生在术中可根据暴露于肺表面定位线的刻度来识别锚定定位针进入的深度。

Li 等<sup>[35]</sup>比较了肺结节定位针(208 例)与弹簧圈(221 例)定位肺结节的有效性与安全性,结果发现肺结节定位针操作时间更短[(8.2±2.0)min 比(11.1±3.9)min,  $P<0.01$ ],定位成功率更高(98.6%比 91.4%,  $P=0.001$ )。定位失败病例中,弹簧圈组 16 例发生了脱位,其中 3 例因定位距离不合格,而定位针标记的 3 例均由于定位距离不合格。

锚定定位针可牢靠固定在肺实质内,相比带钩金属丝及弹簧圈更不易发生脱位<sup>[35-36]</sup>,同时定位线可承受较大牵引力以便外科医生通过牵拉肺组织来切除病灶;患者对定位线耐受良好,未报道有发生感染、呼吸困难、咳嗽及胸痛等症状。肺结节定位针具有安全性高、操作时间短、定位准确,并发症少等特点,其定位成功率为 97.2%~100%<sup>[37-39]</sup>。

笔者团队报道了 192 例患者使用该定位装置定位肺结节的有效性 & 安全性<sup>[39]</sup>,研究表明定位术后距手术间隔可长达 71 h,相比亚甲蓝和带钩金属丝定位后等待时间明显延长,术前定位更加灵活。此外,肺结节定位针比亚甲蓝并发症发生率更低,尤其是疼痛发生率(3.85%比 21.43%,  $P<0.05$ )<sup>[37]</sup>。该定位技术的不足之处是定位针长度仅有 10 cm,对于体型较胖、结节位置较深、穿刺路径较长的患者,可能会导致定位困难或定位失败而转为开胸手术。另外,肺结节定位针价格较为昂贵,也限制了其在临床中的应用。

## 2 术中超声引导下定位

随着计算机技术的发展以及超声探头及显示器的改进,高分辨率超声在肺结节良恶性诊断中的作用日益突出。术中胸腔镜超声定位是一种实时、非电离辐射、安全有效的方法。超声引导下的高质



量成像数据可识别体积小或距胸膜较远的结节,其可视化的特点有利于规划手术切除的范围和确认手术可切除边缘<sup>[40]</sup>。Hou 等<sup>[41]</sup>采用术中超声的方法用于肺结节的定位,定位成功率达 97%,其中纯磨玻璃结节与混合密度结节定位成功率无差异(90%比 100%, $P=0.526$ ),定位时间较传统的触诊定位明显缩短 $[(7.09\pm 1.80)\text{min}$  比  $(9.67\pm 2.62)\text{min}$ , $P<0.05$ ],定位过程中未发生心律失常、血压变化、出血等并发症。

但术中超声定位需要肺完全塌陷,因肺内残留的空气会引起伪影从而掩盖结节,这对于存在肺气肿或哮喘的患者定位是较为困难的<sup>[42]</sup>。另外,该技术高度依赖操作者,术中需反复确认病灶,操作复杂费时,这些缺点限制了胸腔镜超声在临床中的应用。

### 3 近红外成像技术

近年,近红外线成像(near-infrared imaging, NIR)逐渐用于肺结节的术前定位<sup>[43]</sup>。有研究报道,经皮注射吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)及术中荧光定位的成功率为 94.6%,定位过程中未见不良反应<sup>[44]</sup>。ICG 注射液是一种安全、低毒且过敏率低的材料,其作为一种水溶性分子,可与血液中的血浆蛋白结合,最终可通过肠道排出体外,无需像其他标记物必须从肺组织中切除<sup>[45]</sup>。ICG 不易扩散,其可在肺表面滞留长达 6 d<sup>[46]</sup>,便于灵活安排手术。另外,NIR 荧光识别不受肺光谱背景颜色的限制,这对于有吸烟史且肺部有黑色沉着物的患者有着独特的价值。

该定位技术不足在于:可能存在假阳性的荧光显像,且 NIR 荧光的组织穿透仅限于深度不超过 24 mm 的组织,这可能不适用于较深部位结节的定位<sup>[47]</sup>。

### 4 支气管镜引导下定位

电磁导航支气管镜检查(electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB)是近年来一种新型的基于图像的微创诊疗技术,可用于评价体积小的肺部周围性病变<sup>[48-49]</sup>。ENB 引导的染料标记在 VATS 术中定位肺结节的有效性、安全性已被证实,定位成功率为 94%~100%,定位过程中未发生并发症,均经 VATS 成功切除,无转为开胸手术者<sup>[3, 49-50]</sup>。相较于 CT 引导下经皮穿刺定位技术,该技术并发症发生率更低<sup>[51]</sup>。因当天不在手术室进行 ENB 引导定位时,需要患者额外的全身麻醉。另外,该定位方法需专门的设备及仪器,定位过程易受呼吸运动的影响,从而限制了其在临床中的广泛应用。

综上所述,肺小结节 VANS 术前的定位方法可缩短手术时间并尽量降低中转开胸手术的发生率,但每种定位方法都有其优点和不足,由于缺乏多中心随机对照的临床试验,尚未建立 VATS 术前肺结节定位操作的金标准。临床医生可根据患者情况及机构提供的设备选择适宜的定位技术。

### [参考文献]

- [1] Wahidi MM, Govert JA, Goudar RK, et al. Evidence for the treatment of patients with pulmonary nodules: when is it lung cancer?: ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition)[J]. Chest, 2007, 132(3 Suppl): 94S-107S.
- [2] Krochmal R, Arias S, Yarmus L, et al. Diagnosis and management of pulmonary nodules[J]. Expert Rev Respir Med, 2014, 8: 677-691.
- [3] Awais O, Reidy MR, Mehta K, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy-guided dye marking for thoracoscopic resection of pulmonary nodules[J]. Ann Thorac Surg, 2016, 102: 223-229.
- [4] Liu B, Gu C. Expert consensus workshop report: guidelines for preoperative assisted localization of small pulmonary nodules[J]. J Cancer Res Ther, 2020, 16: 967-973.
- [5] Lin MW, Chen JS. Image-guided techniques for localizing pulmonary nodules in thoracoscopic surgery [J]. J Thorac Dis, 2016, 8(Suppl 9): S749-S755.
- [6] Lenglinger FX, Schwarz CD, Artmann W. Localization of pulmonary nodules before thoracoscopic surgery: value of percutaneous staining with methylene blue[J]. AJR Am J Roentgenol, 1994, 163: 297-300.
- [7] 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: 1334-1339.
- [8] 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: 535-544.e2.
- [9] Jin KN, Lee KW, Kim TJ, et al. Computed tomography guided percutaneous injection of a mixture of lipiodol and methylene blue in rabbit lungs: evaluation of localization ability for video-assisted thoracoscopic surgery[J]. J Korean Med Sci, 2014, 29: 129-136.
- [10] Battistoni P, Caterino U, Batzella S, et al. The use of polyvinyl alcohol sponge and cyanoacrylate glue in the treatment of large and chronic bronchopleural fistulae following lung cancer resection[J]. Respiration, 2017, 94: 58-61.
- [11] Wang J, Yao J, Xu L, et al. Comparison of cyanoacrylate and hookwire for localizing small pulmonary nodules: a propensity-matched cohort study[J]. Int J Surg, 2019, 71: 49-55.
- [12] Huang Y, Zhao Z, Wang T, et al. A comparison between prethoracoscopy localization of small pulmonary nodules by means of medical adhesive versus hookwire[J]. J Vasc Interv Radiol, 2018,

- 29: 1547-1552.
- [13] Huang BY, Zhou JJ, Song XY, et al. Clinical analysis of percutaneous computed tomography-guided injection of cyanoacrylate for localization of 115 small pulmonary lesions in 113 asymptomatic patients[J]. J Int Med Res, 2019, 47: 2145-2156.
  - [14] Tao G, Jingying Y, Tan G, et al. A novel CT-guided technique using medical adhesive for localization of small pulmonary ground-glass nodules and mixed ground-glass nodules ( $\leq 20$  mm) before video-assisted thoracoscopic surgery[J]. Diagn Interv Radiol, 2018, 24: 209-212.
  - [15] Lee NK, Park CM, Kang CH, et al. CT-guided percutaneous transthoracic localization of pulmonary nodules prior to video-assisted thoracoscopic surgery using Barium suspension[J]. Korean J Radiol, 2012, 13: 694-701.
  - [16] Watanabe KI, 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: 320-324.
  - [17] Kim TH, Park CM, Lee SM, et al. Percutaneous transthoracic localization of pulmonary nodules under C-arm cone-beam CT virtual navigation guidance[J]. Diagn Interv Radiol, 2016, 22: 224-230.
  - [18] 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.
  - [19] Mack MJ, Gordon MJ, Postma TW, et al. Percutaneous localization of pulmonary nodules for thoracoscopic lung resection [J]. Ann Thorac Surg, 1992, 53: 1123-1124.
  - [20] Huang HZ, Wang GZ, Xu LC, et al. CT-guided hookwire localization before video-assisted thoracoscopic surgery for solitary ground-glass opacity dominant pulmonary nodules: radiologic-pathologic analysis[J]. Oncotarget, 2017, 8: 108118-108129.
  - [21] 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.
  - [22] Gruber-Rouh T, Naguib NNN, Beeres M, et al. CT-guided hook-wire localisation prior to video-assisted thoracoscopic surgery of pulmonary lesions[J]. Clin Radiol, 2017, 72: 898.e7-898.e11.
  - [23] 李明明, 李智, 沈健, 等. 同步法 Hook-wire 多针定位在多发肺结节胸腔镜切除术中的应用 [J]. 介入放射学杂志, 2020, 29: 1136-1139.
  - [24] Suzuki K, Shimohira M, Hashizume T, et al. Usefulness of CT-guided hookwire marking before video-assisted thoracoscopic surgery for small pulmonary lesions[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2014, 58: 657-662.
  - [25] Zhao G, Yu X, Chen W, et al. Computed tomography-guided preoperative semi-rigid hook-wire localization of small pulmonary nodules: 74 cases report[J]. J Cardiothorac Surg, 2019, 14: 149.
  - [26] Chen X, Wang S, Hao Z, et al. Wire 'missing': a rare presentation of preoperative localization wire system dislocation[J]. J Cardiothorac Surg, 2014, 9: 162.
  - [27] Sun J, Mao X, Xie F, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy guided injection of methylene blue combined with hookwire for preoperative localization of small pulmonary lesions in thoracoscopic surgery[J]. J Thorac Dis, 2015, 7: E652-E656.
  - [28] Asamura H, Kondo H, Naruke T, et al. Computed tomography-guided coil injection and thoracoscopic pulmonary resection under roentgenographic fluoroscopy[J]. Ann Thorac Surg, 1994, 58: 1542-1544.
  - [29] 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: 26-31.
  - [30] Huang ZG, Wang CL, Sun HL, et al. CT-guided microcoil localization of small peripheral pulmonary nodules to direct video-assisted thoracoscopic resection without the aid of intraoperative fluoroscopy[J]. Korean J Radiol, 2021, 22: 1124-1131.
  - [31] Rostambeigi N, Scanlon P, Flanagan S, et al. CT fluoroscopic-guided coil localization of lung nodules prior to video-assisted thoracoscopic surgical resection reduces complications compared to hook wire localization[J]. J Vasc Interv Radiol, 2019, 30: 453-459.
  - [32] 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: e126-e132.
  - [33] 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 Intervent Med, 2018, 1: 102-105.
  - [34] Fan L, Yang H, Yu L, et al. Multicenter, prospective, observational study of a novel technique for preoperative pulmonary nodule localization[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 160: 532-539.
  - [35] Li CD, Huang ZG, Sun HL, et al. CT-guided preoperative localization of ground glass nodule: comparison between the application of embolization microcoil and the locating needle designed for pulmonary nodules [J]. Br J Radiol, 2021, 94: 20210193.
  - [36] Chen ZM, Xu JY, Cai WQ, et al. The 4-hook anchor coaxial needle with scaled suture is superior to the double spring coil for preoperative localization[J]. J Thorac Dis, 2021, 13: 4455-4463.
  - [37] Kong J, Guo J, Zhang H, et al. CT-guided localization techniques of small pulmonary nodules: a prospective non-randomized controlled study on pulmonary nodule localization needle and methylene blue staining with surgical glue[J]. J Thorac Dis, 2020, 12: 6826-6835.
  - [38] 郭坚溪, 张华, 肖伟侠, 等. 肺结节定位针在肺小结节术前定位的初步临床研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2020, 29: 349-355.
  - [39] 张华, 郭坚溪, 肖伟侠, 等. CT引导下肺结节定位针临床运用的中期研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2021, 30: 364-370.
  - [40] 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: 266-272.
- [41] Hou YL, Wang YD, Guo HQ, et al. Ultrasound location of pulmonary nodules in video-assisted thoracoscopic surgery for precise sublobectomy[J]. Thorac Cancer, 2020, 11: 1354-1360.
- [42] Huang YH, Chen KC, Chen JS. Ultrasound for intraoperative localization of lung nodules during thoracoscopic surgery[J]. Ann Transl Med, 2019, 7: 37.
- [43] Li X, Xu K, Cen R, et al. Preoperative computer tomography-guided indocyanine green injection is associated with successful localization of small pulmonary nodules[J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10: 2229-2236.
- [44] Zhang C, Lin H, Fu R, et al. Application of indocyanine green fluorescence for precision sublobar resection[J]. Thorac Cancer, 2019, 10: 624-630.
- [45] Mao Y, Chi C, Yang F, et al. The identification of sub-centimetre nodules by near-infrared fluorescence thoracoscopic systems in pulmonary resection surgeries[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2017, 52: 1190-1196.
- [46] Li X, Zeng Y, Liu J, et al. Indocyanine green remains in the lung for up to 6 days[J]. Ann Thorac Surg, 2020, 110: e385-e386.
- [47] 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: 224-230.
- [48] Kuo SW, Tseng YF, Dai KY, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy localization versus percutaneous CT-guided localization for lung resection via video-assisted thoracoscopic surgery: a propensity-matched study[J]. J Clin Med, 2019, 8: 379.
- [49] Marino KA, Sullivan JL, Weksler B. Electromagnetic navigation bronchoscopy for identifying lung nodules for thoracoscopic resection[J]. Ann Thorac Surg, 2016, 102: 454-457.
- [50] Mariolo AV, Vieira T, Stern JB, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy localization of lung nodules for thoracoscopic resection[J]. J Thorac Dis, 2021, 13: 4371-4377.
- [51] 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: 245-250.

(收稿日期:2022-02-14)

(本文编辑:新 宇)

## •病例报告 Case report•

# 股浅动脉支架成形术后迟发假性动脉瘤 1 例

高 龙, 赵育芳, 闫怡舟, 冯对平

【关键词】 下肢动脉硬化闭塞症; 假性动脉瘤; 凝血酶

中图分类号:R543.5 文献标志码:D 文章编号:1008-794X(2022)-12-1221-03

**Late-onset pseudoaneurysm after superficial femoral artery angioplasty: report of one case** GAO Long, ZHAO Yufang, YAN Yizhou, FENG Duiping. Department of Oncological and Vascular Intervention, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi Province 030001, China

Corresponding author: FENG Duiping, E-mail: fengdp@sxmu.edu.cn (J Intervent Radiol, 2022, 31: 1221-1223)

【Key words】 arteriosclerosis occlusion of lower limb; pseudoaneurysm; thrombin

## 1 临床资料

患者男, 80 岁。因右下肢间歇性跛行 1 月余入院。既往高血压病史 20 余年, 脑梗死病史 20 余年, 吸烟史 50 余年。

入院查体: 右下肢股动脉搏动正常, 右下肢足背、胫后动脉搏动未触及, 右下肢皮温较左下肢低, 左下肢浅表动脉搏动及皮温正常。实验室检查: 同型半胱氨酸为 18.9  $\mu\text{mol/L}$ , 余无

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2022.12.019

基金项目: 山西省重点研发计划项目(202102130501014), 山西省自然科学基金面上项目(202203021211021)

作者单位: 030001 山西太原 山西医科大学第一医院肿瘤与血管介入科(高 龙、闫怡舟、冯对平), 超声影像科(赵育芳)

通信作者: 冯对平 E-mail: fengdp@sxmu.edu.cn