

肺癌手术介入杂交诊疗现状及前景

刘佳聪, 张玉前, 王新, 周春琳, 俞豪杰, 夏平会, 吕望, 胡坚

基金项目: 浙江省科技计划项目(编号:2020C03058); 浙江省肺部肿瘤诊治技术研究中心(编号:JBZX-202007); 浙江省中医药(中西医结合)重点学科建设项目(编号:2017-XK-A33)

作者单位: 310003 杭州, 浙江大学医学院附属第一医院普胸外科(刘佳聪, 张玉前, 夏平会, 吕望, 胡坚); 473000 河南, 南阳市中心医院胸外科(王新); 310003 杭州, 浙江大学控制科学与工程学, 浙江大学湖州研究院(周春琳); 310003 杭州, 浙江大学化学工程与生物工程学院, 化学工程联合国家重点实验室(俞豪杰)

作者简介: 刘佳聪, 在读硕士研究生, 研究方向: 肺癌、食管癌及纵隔肿瘤的诊疗。E-mail: 22018432@zju.edu.cn

通信作者: 胡坚, 医学博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 肺癌、食管癌、纵隔肿瘤及肺移植的临床诊疗和基础研究。E-mail: dr_hujian@zju.edu.cn



胡坚, 浙江大学外科学博士, 浙江大学医学院附属第一医院教授, 主任医师, 博士研究生导师。浙江大学求是特聘专家, “十三五”国家重点研发计划首席专家, 浙江大学医学院心胸外科学位点负责人, 浙江省肺部肿瘤诊治技术研究中心主任, 美国胸外科学会(AATS) Member, 浙江省医疗器械临床评价技术研究重点实验室 PI, 浙江省医学会胸外科学分会主任委员, 浙江省预防医学会肺癌预防与控制专委会主任委员。主要研究方向: 肺癌、食管癌及纵隔肿瘤的临床及基础研究、胸腔镜微创手术、达芬奇机器人胸部手术、肺移植的临床及基础研究。以第一作者或通信作者发表论文 160 余篇, 其中 SCI 收录 90 余篇。主持国家级、省部级

各类科研项目 10 余项, 其中“十三五”国家重点研发计划项目 1 项, 国家自然科学基金项目 2 项, 浙江省重点研发计划项目 1 项, 浙江省重大与高发疾病重大专项基金项目 1 项, 浙江省自然科学基金项目 2 项。获中华医学科技奖医学科学技术奖二等奖 1 项(排序第三), 教育部科技进步二等奖 1 项(排序第三), 浙江省科技进步三等奖 1 项(排序第一), 浙江省高校优秀科研成果二等奖及三等奖各 1 项(排序第一)。专利授权 5 项。主编《浙江省医学会胸外科学分会临床及学术研究年鉴(2020 版)》《微创肺段手术学》《食管癌营养治疗》等专著。

[摘要] 随着医疗技术的进步, 临床中用于治疗肺癌的方法越来越多, 而手术微创技术和通过多种通道介入治疗的杂交融合在诊疗过程中发挥着重要作用。该文对各通道诊疗优劣和肺癌手术介入杂交诊疗作一阐述。

[关键词] 肺癌; 多通道; 微创手术; 介入杂交诊疗

[中图分类号] R 734.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2022)04-0287-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2022.04.02

Current situation and prospect of hybridization of minimally invasive surgery and interventional therapy for lung cancer LIU Jia-cong, ZHANG Yu-qian, WANG Xin, et al. Department of General Thoracic Surgery, the First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China

[Abstract] With the progress of medical technology, more and more methods are used to treat lung cancer in clinic. Minimally invasive surgery and the hybridization of minimally invasive surgery and interventional therapy through multiple channels play an important role in the process of diagnosis and treatment. This paper illustrates the advantages and disadvantages of each channel and elaborates the hybridization of minimally invasive surgery and interventional therapy in the diagnosis and treatment of lung cancer.

[Key words] Lung cancer; Multiple channels; Minimally invasive surgery; Hybridization of minimally invasive surgery and interventional therapy

肺癌是目前全球最常见的恶性肿瘤之一,我国肺癌的发病率和病死率均高居恶性肿瘤之首,严重危害人民健康^[1]。提高肺癌生存率和降低病死率的关键是早发现、早诊断、早治疗。近年来随着胸部低剂量 CT 筛查的普及,越来越多的肺部结节被发现^[2-3],其中很多是早期肺癌,治疗方案多种多样,可通过多通道进行诊疗,如经微小切口通道、经自然腔道、经皮、经血管等,其有各自的优势和不足,仅单一通道难以满足目前的临床需求。近年来肺癌的治疗已逐步实现并形成了全方位、多学科、一体化、全程化、慢病化的管理诊疗模式。在多学科团队的不断努力和高新技术的支持下,肺癌治疗已进入了一个崭新的时代。外科手术技术已融合并覆盖肺癌诊治的全过程。肺癌的介入治疗已从以往的晚期肺癌姑息治疗及妥协性治疗进入到肺癌的全程化诊治过程中。以经微小切口通道为代表的微创手术技术(如胸腔镜、手术机器人)为早期肺癌患者带来根治性的疗效和快速康复。同时,通过与高新技术电磁导航等经自然腔道、经皮、经血管介入诊疗的杂交优化,进一步提升微创理念和临床疗效。因此,肺癌的手术介入杂交诊疗技术应运而生,将多通道杂交融合,扬长避短,消灭盲区,在手术室平台实现肺癌治疗的一体化、一站式、全程化。本文将对肺癌的各通道诊疗优劣和手术介入杂交诊疗技术作一阐述。

1 经微小切口通道手术治疗

1.1 胸腔镜 胸腔镜辅助肺癌手术视野较开阔,能够发现较小的病变、出血,做到精准操作,达到开放性手术同样的效果。其创伤较小,对胸廓的完整性破坏少,术后疼痛较常规开胸明显减轻,实现了早期下床活动,明显减少了胸管放置时间和住院时间,术后并发症如肺不张、肺炎、胸腔积液的发生率也有大幅度的下降^[4-5]。心肺功能较差、外伤导致的胸膜炎、胸腔广泛粘连及不能够耐受单肺通气的患者,不适合胸腔镜手术。若术中解剖困难,出血难以控制或发生脏器损伤等,则需要转开胸手术。

1.2 达芬奇机器人 达芬奇机器人手术系统具有可突破人眼局限的 3D 放大高清成像系统,可提供清晰、稳定的三维立体图像,同时也具有可突破人手局限的可转腕器械。器械的关节活动具有 7 个自由度,可完全模仿人的手腕动作,且其活动范围甚至远大于人手,使其活动更加灵活^[6]。Nomori 等^[7]和 Terra 等^[8]的研究表明,机器人手术在肺癌外科的疗效与传统胸腔镜手术相当,围术期死亡率及并发症发生率相当,在淋巴结清扫等方面有一定优势。Anderson 等^[9]

的回顾性研究显示,机器人手术可以对肺恶性肿瘤进行彻底的淋巴结清扫,并且术后并发症发生率低,住院时间短。Liang 等^[10]的一项 Meta 分析显示,机器人手术的中转开胸率及围术期死亡率均低于传统胸腔镜手术,进一步论证了机器人手术在肺癌根治方面的安全性及有效性。Ambrogi 等^[11]和 Li 等^[12]研究表明,机器人手术的高清三维视野以及灵活的机械臂有利于支气管断端的吻合等操作,缩短了吻合时间并取得更满意的吻合效果,使得机器人系统在复杂肺部手术如肺袖式切除术方面的广泛应用成为可能。机器人手术系统同时也存在一些不足之处,如缺少触觉反馈,价格高昂,学习曲线长,需要术者具备熟练的操控技术和良好的全身协调能力^[13]。

2 经自然腔道介入诊疗

2.1 支气管镜 支气管镜介入诊疗操作简便,全身不良反应轻,并发症少,是一种有效的姑息疗法。经支气管镜可以进行活检、注射化学药物、放射粒子植入、置入气道支架、消融等。经支气管镜肺活检(trans-bronchial lung biopsy, TBLB)安全性较好,并发症发生率 < 1%,但对肺外周结节的诊断率仅为 18% ~ 62%^[14-15]。其受诸多因素影响,如病变大小、病变取材方式、活检次数等,对于直径 < 2 cm 的小结节,阳性率更低^[16]。经支气管镜介入注射化疗药物治疗,即在支气管镜引导下于瘤体中央及周边多点注射敏感化疗药物,适用于失去手术机会且出现气道阻塞的中晚期中央型肺癌(管内型及管壁浸润型)。王睿荣等^[17]的研究显示经纤维支气管镜局部化疗晚期肺癌有效率为 86.4%。经支气管镜近距离放疗适用于肿瘤局限却无法耐受手术或手术未能切净,伴有气道阻塞的中晚期肺癌患者。经支气管镜置入气道支架适用于无外科手术指征的气管、主支气管重度狭窄的肺癌患者。

2.2 电磁导航支气管镜(electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB) ENB 是一种以电磁定位技术为基础,结合高分辨螺旋 CT,经支气管镜进行诊疗的技术,电磁导航设备作为支气管镜检查操作中的一个导航系统。电磁导航支气管镜通过高分辨螺旋 CT 扫描为患者绘制个体化的支气管树地图,制定导航路径,通过电磁实时引导,突破传统气管镜只能到达段支气管的局限,准确到达常规支气管镜无法到达的肺外周病灶(尤其是微小结节、磨玻璃结节),将探查范围扩展到全肺,实现 360°无死角探肺,让肺部病灶无所遁形。同时建立了一条“直达”病灶处的精准诊疗通道,以便对病灶进行病理活检取样定

性、染色标记定位、消融治疗、微创胸腔镜精准切除,实现了肺部疾病的精准、微创、可视、诊疗一体化^[18-19]。Gex等^[15]对15项临床研究(1 033个肺部病变)的Meta分析显示,64.9%结节可通过ENB获得明确诊断,整体诊断准确率为73.9%;肺癌诊断的灵敏度为71.1%;气胸的发生率为3.1%,其中仅1.6%的患者需要放置胸腔引流。Krimsky等^[20]对21例经ENB染色标记胸膜的患者的回顾性研究显示,手术时81%患者的脏胸膜可染色标记,并且经靛蓝胭脂的病灶3 d后仍可看到染色剂。但不容忽视的是,ENB对操作技术要求高,检查费用高,定位准确性受呼吸活动度的影响,尤其是当病灶位于下肺叶时^[21]。ENB路径的规划需要结合CT影像,病灶在此之后若有所变化,则无法更新路径,无法在操作过程中实时监测判断是否到达病变部位^[22]。

3 经皮介入诊疗

3.1 经胸壁针吸活检(transsthoracic needle aspiration, TTNA) TTNA阳性率高达90%,假阴性率为20%~30%^[16,23]。但气胸发生率却高达25%,这些气胸并发症的患者中有5%需要胸腔闭式引流^[24]。病变越小、位置越深、越近叶间裂、周围有肺气肿病变就越易发生气胸,如<2 cm的肺外周结节经皮肺穿气胸发生率可高达30%。出血的风险也显著高于支气管镜。且经皮肺穿刺活检术有肿瘤转移种植的可能性^[25]。其他缺点有:穿刺靠近中央及大血管的病灶时难度较大;准确度很大程度依赖于病灶大小,穿刺<1.5 cm的病灶时准确度不高^[26]。无法实时监控,多为盲穿。部分病例难以穿刺成功,有的需要多次扫描,增加了患者辐射暴露等。

3.2 经皮Hook-wire定位 尽管此方法比较安全有效,但可出现气胸、出血和疼痛等风险^[27-28],甚至出现Hook-wire移位、脱落情况,而且也不可避免地受到电离辐射^[29-30]。

3.3 经皮消融 包括了射频消融、微波消融、化学消融、冷冻消融、高强度聚焦超声治疗等。射频消融、微波消融的基本作用原理是使肿瘤组织内的蛋白质分子、水分子等极性分子产生极高速振动,导致分子之间的互相碰撞、摩擦,短时间内形成高温,利用热产生的生物学效应直接导致病灶组织中的细胞发生不可逆损伤或凝固性坏死,同时可使肿瘤周围的血管组织凝固形成一个反应带,有利于防止肿瘤转移。对于肺功能差,不能耐受手术的早期肺癌患者是一种不错的选择。2018年Yang等^[31]研究显示,51例患者经微波消融治疗后,无微波消融相关死亡,

3年无局部复发生存率为98%,肿瘤特异性生存率为100%,总生存率为96%。2019年Yuan等^[32]对53项经皮射频消融和微波消融治疗肺部原发和转移肿瘤的研究进行了Meta分析,发现其中微波消融组的中位生存时间为24.4个月,气胸的发生率为33.9%,约11%的患者需要留置胸腔引流管;而胸腔积液发生率为9.6%,其中仅0.3%的患者需要干预。化学消融是经皮穿刺至瘤体,注射无水乙醇、化疗药物等,使肿瘤组织坏死、液化,瘤体缩小甚至消失,适用于靠近肺表面的肺部孤立性肿块。李坚等^[33]发现经皮肺穿刺瘤体内注射无水乙醇和经皮肺穿刺瘤体内注射化疗药物的有效率分别为57%和50%。对于失去手术机会和不能耐受全身放疗的患者是一种不错的选择。

3.4 经皮放射粒子植入 其作为一种新的治疗模式,适合于中晚期失去手术机会的患者,采用B超或CT引导下经皮将具有放射性的核素直接植入到肺癌靶体积内或肺癌周围,通过放射性核素持续释放射线对癌细胞进行杀伤,达到治疗的目的。现临床多使用¹²⁵I粒子行局部植入。丁国强等^[34]发现经皮穿刺植入¹²⁵I放射性粒子治疗胸部肿瘤有效率达97.01%。经皮放射粒子植入治疗肿瘤疗效好,费用低,重复性好,创伤小,痛苦小,有助于改善患者生活质量和延长生存期^[35],但同时也具有一定的局限性,如移位、游移等风险,而且只是一种局部治疗。

4 经血管介入治疗

血管内介入治疗为局麻下经皮穿刺动脉插入导管,寻找到肿瘤的供血动脉,然后经导管灌注化疗药物或栓塞剂,使得局部的肿瘤组织接受高浓度的化疗药物,以达到增强抗肿瘤效果和降低全身药物副作用的目的。同时栓塞肿瘤供血血管,使肿瘤失去血液的营养,从而控制肿瘤的生长。目前血管内介入治疗在肺癌的综合治疗中发挥着重要的作用,包括经导管动脉化疗灌注术和经导管动脉栓塞术等。肺部有两套血供系统:支气管动脉和肺动脉,前者为营养血管,后者为功能血管。肺癌的血供主要来自体循环,绝大多数由支气管动脉供应,也可得到瘤体邻近的体动脉如肋间动脉、内乳动脉、锁骨下动脉、膈动脉等血管的血供,肺动脉也可能参与肺癌血液的供应。因此,肺癌的经血管介入治疗包括经体动脉(多为支气管动脉)介入治疗和经肺动脉介入治疗。

4.1 经支气管动脉灌注化疗(bronchial arterial infusion, BAI) BAI是最早、最广泛应用于肺癌治疗的经血管介入治疗方法,其基本原理为将化疗药物持续灌

注于肺癌的主要供血动脉(支气管动脉)内。黄健^[36]使用BAI治疗中央型肺癌以及周围型肺癌,发现大部分肿块得到了缓解,出现缩小甚至消失。但BAI是一种短时间内用高浓度化疗药物对肿瘤进行冲击治疗的方法,其多用于病变局限在胸内的Ⅲ期非小细胞肺癌病例,对远处转移病灶和存在于全身血液中的肿瘤细胞的治疗效果甚微。

4.2 支气管动脉化疗栓塞术(bronchial artery embolization,BAE) BAE是应用栓塞材料如微球、聚乙烯醇颗粒、明胶海绵等,对肺癌供血动脉分支进行栓塞,使肿瘤缺血、坏死和缩小,并且可使肿瘤组织内药物较长时间保持高浓度,有效地杀死癌细胞,对于并发咯血的患者效果更佳。何德馨等^[37]采用支气管动脉栓塞,将肿瘤供血动脉完全充填,发现肿块缩小甚至消失。但其效果受肿瘤血管丰富程度影响,血供丰富者疗效佳,而且对原发病灶治疗有效,对远处转移病灶治疗效果甚微。

4.3 经肺动脉灌注化疗术(pulmonary arterial infusion,PAI) PAI一般用于治疗转移性肺癌或晚期肺癌患者。丛伟等^[38]对晚期肺癌患者进行肺动脉灌注化疗,发现经治疗1年后部分患者肺部包块缩小。PAI操作难度较大,并发症的发生率相对较高,可诱发心律失常、心跳骤停等。

5 手术介入杂交诊疗

随着肺癌早筛、早诊、早治理念及实践的推动,经微小切口、自然腔道、皮、血管等通道的手术介入杂交技术得到迅速发展和临床应用。肺癌的手术介入杂交诊疗技术具有巨大的优势,将多通道杂交融合,扬长避短,消灭盲区,在手术室平台实现肺癌治疗的一体化、一站式、全程化,实现肺癌治疗的微创化,甚至无痕化。近年来,双肺多发结节的患者越来越多,对于怀疑为早期肺癌的患者,单纯选择双侧所有病灶经胸腔镜手术切除风险大,创伤大,会对患者术后肺功能造成较大的影响,甚至有一部分患者会因身体原因无法耐受双侧多处手术而导致延误治疗。单纯选择电磁导航支气管镜微波消融,有的病灶位置实施困难,亦难以双侧同时治疗。此时可以通过ENB引导下肺结节微波消融术+小单孔胸腔镜下病变切除术这一胸外科手术介入杂交技术同期处理双侧多发结节,最大程度上避免了肺功能损失。按照术前锥形束CT(cone-beam computed tomography,CBCT)计划路径,经电磁导航实时精准引导迅速到达肺结节病灶,于病灶中心活检后行术中快速现场细胞学检查(rapid on-site cytopathologic examination,ROSE)。对

于考虑早期肺癌或者癌前病变者,一侧行肺结节微波消融,另一侧则在小单孔胸腔镜下行切除,完成了肺小结节从诊断到手术介入杂交治疗。肺癌的手术介入杂交治疗除了多通道杂交外,还包括技术杂交,即将微波、射频、粒子植入、手术、放化疗等多种技术杂交融合。随着高新技术的进一步发展,手术介入杂交治疗也会更上一层楼。

6 结语

肺癌手术介入杂交诊疗技术实现了在同一手术,由同一手术团队完成对病灶定位、切除,仅通过一次麻醉即实现肺部病灶“诊断、定位、手术”的一体化、一站式、全程化诊疗模式,实现了临床部分早期肺癌患者的微创、微微创、无痕化治疗,具有巨大的优势,值得推广。肺癌治疗在发展中前行,如何使各种创新介入技术与高新医疗设备进行杂交优化,实现早期多发及特殊肺癌人群的局部根治,以及在此基础上的进一步临床探索,将是肺癌杂交诊疗今后的目标与方向。

参考文献

[1] 姚晓军,刘伦旭.肺癌的流行病学及治疗现状[J].现代肿瘤医学,2014,22(8):1982-1986.

[2] National Lung Screening Trial Research Team, Church TR, Black WC, et al. Results of initial low-dose computed tomographic screening for lung cancer[J]. N Engl J Med, 2013,368(21):1980-1991.

[3] Black WC, Gareen IF, Soneji SS, et al. Cost-effectiveness of CT screening in the National Lung Screening Trial[J]. N Engl J Med, 2014,371(19):1793-1802.

[4] Bendixen M, Jørgensen OD, Kronborg C, et al. Postoperative pain and quality of life after lobectomy via video-assisted thoracoscopic surgery or anterolateral thoracotomy for early stage lung cancer: a randomised controlled trial[J]. Lancet Oncol,2016,17(6):836-844.

[5] 龙浩,林志潮,林勇斌,等.早期非小细胞肺癌胸腔镜手术与小切口肺切除术后患者生活质量的对比研究[J].癌症,2007,26(6):624-628.

[6] 王述民.达芬奇机器人在肺癌根治术中的应用现状及展望[J].中国肿瘤,2014,23(9):736-742.

[7] Nomori H, Mori T, Ikeda K, et al. Segmentectomy for selected cT1N0M0 non-small cell lung cancer: a prospective study at a single institute[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2012,144(1):87-93.

[8] Terra RM, Lauricella LL, Haddad R, et al. Robotic anatomic pulmonary segmentectomy: technical approach and outcomes[J]. Rev Col Bras Cir,2019,46(4):e20192210.

[9] Anderson CA, Hellan M, Falebella A, et al. Robotic-assisted lung resection for malignant disease[J]. Innovations(Phila), 2007,2(5):254-258.

[10] Liang H, Liang W, Zhao L, et al. Robotic versus video-assisted lobectomy/segmentectomy for lung cancer: a meta-analysis[J]. Ann Surg, 2018,268(2):254-259.

- [11] Ambrogi MC, Fanucchi O, Melfi F, et al. Robotic surgery for lung cancer[J]. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 47(3): 201-210.
- [12] Li C, Zhou B, Han Y, et al. Robotic sleeve resection for pulmonary disease[J]. *World J Surg Oncol*, 2018, 16(1): 74.
- [13] 张真发, 岳东升, 王 勤, 等. 达芬奇机器人系统与胸腔镜在肺癌根治术中的近期疗效比较及经验探讨[J]. *中国肿瘤临床*, 2021, 48(10): 511-515.
- [14] Baaklini WA, Reinoso MA, Gorin AB, et al. Diagnostic yield of fiberoptic bronchoscopy in evaluating solitary pulmonary nodules[J]. *Chest*, 2000, 117(4): 1049-1054.
- [15] Gex G, Pralong JA, Combesure C, et al. Diagnostic yield and safety of electromagnetic navigation bronchoscopy for lung nodules: a systematic review and meta-analysis[J]. *Respiration*, 2014, 87(2): 165-176.
- [16] Rivera MP, Mehta AC, American College of Chest Physicians. Initial diagnosis of lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines(2nd edition) [J]. *Chest*, 2007, 132(3 Suppl): 131S-148S.
- [17] 王睿荣, 李青芳, 王让兰, 等. 经纤维支气管镜局部化疗晚期肺癌22例[J]. *微创医学*, 2008, 3(4): 333-334.
- [18] 陈求名, 安 舟, 马洪海, 等. 经电磁导航支气管镜微波消融治疗肺结节研究进展[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(7): 830-833.
- [19] 陈求名, 安 舟, 程 钧, 等. 电磁导航支气管镜在外周肺病诊治中的临床应用进展[J]. *中国肺癌杂志*, 2020, 23(6): 440-445.
- [20] Krinsky WS, Minnich DJ, Cattaneo SM, et al. Thorascopic detection of occult indeterminate pulmonary nodules using bronchoscopic pleural dye marking[J]. *J Community Hosp Intern Med Perspect*, 2014, 4(1): 23084.
- [21] 古 琳, 陈开林, 丁 锋, 等. 电磁导航支气管镜引导定位在肺磨玻璃结节治疗中的效果分析[J]. *中华胸部外科电子杂志*, 2020, 7(2): 67-70.
- [22] 薛孟华, 汪 建, 韩 勇, 等. 电磁导航支气管镜在肺外周结节诊断中的应用[J]. *中国肺癌杂志*, 2020, 23(6): 446-450.
- [23] Gould MK, Ananth L, Barnett PG, et al. A clinical model to estimate the pretest probability of lung cancer in patients with solitary pulmonary nodules[J]. *Chest*, 2007, 131(2): 383-388.
- [24] Gould MK, Fletcher J, Iannettoni MD, et al. Evaluation of patients with pulmonary nodules; when is it lung cancer?: ACCP evidence-based clinical practice guidelines(2nd edition) [J]. *Chest*, 2007, 132(3 Suppl): 108S-130S.
- [25] Wiener RS, Schwartz LM, Woloshin S, et al. Population-based risk for complications after transthoracic needle lung biopsy of a pulmonary nodule: an analysis of discharge records[J]. *Ann Intern Med*, 2011, 155(3): 137-144.
- [26] Popovich J Jr, Kvale PA, Eichenhorn MS, et al. Diagnostic accuracy of multiple biopsies from flexible fiberoptic bronchoscopy. A comparison of central versus peripheral carcinoma[J]. *Am Rev Respir Dis*, 1982, 125(5): 521-523.
- [27] 闰夏轶, 杨运海, 胡 坚, 等. 肺小结节术前CT引导下Hook-wire定位的临床应用[J]. *中国肺癌杂志*, 2011, 14(5): 418-420.
- [28] 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.
- [29] Gonfiotti A, Davini F, Vaggelli L, et al. Thorascopic localization techniques for patients with solitary pulmonary nodule: hookwire versus radio-guided surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2007, 32(6): 843-847.
- [30] Chen S, Zhou J, Zhang J, et al. Video-assisted thorascopic solitary pulmonary nodule resection after CT-guided hookwire localization: 43 cases report and literature review[J]. *Surg Endosc*, 2011, 25(6): 1723-1729.
- [31] Yang X, Ye X, Lin Z, et al. Computed tomography-guided percutaneous microwave ablation for treatment of peripheral ground-glass opacity-lung adenocarcinoma: a pilot study[J]. *J Cancer Res Ther*, 2018, 14(4): 764-771.
- [32] Yuan Z, Wang Y, Zhang J, et al. A meta-analysis of clinical outcomes after radiofrequency ablation and microwave ablation for lung cancer and pulmonary metastases[J]. *J Am Coll Radiol*, 2019, 16(3): 302-314.
- [33] 李 坚, 赵夕武, 陈 萍, 等. 经皮肺穿刺直接介入治疗晚期非小细胞肺癌的研究[J]. *镇江医学院学报*, 2001, 11(1): 4-6.
- [34] 丁国强, 白 舒, 张 瑛, 等. CT引导下经皮穿刺植入¹²⁵I放射性粒子治疗胸部肿瘤探讨[J]. *中国医药指南*, 2009, 7(22): 31-33.
- [35] 李万刚, 张建伟, 王继云, 等. CT引导下经皮穿刺¹²⁵I放射性粒子植入治疗肺部恶性肿瘤效果观察[J]. *内蒙古医学杂志*, 2006, 38(6): 499-501.
- [36] 黄 健. 100例肺癌经支气管动脉灌注化疗效果评价[J]. *临床医学影像杂志*, 1996, 7(3): 152-154.
- [37] 何德馨, 王执民, 唐敏章, 等. 经支气管动脉载药栓塞肿瘤血管治疗肺癌[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 1993, 2(Z1): 95.
- [38] 丛 伟, 甘崇志, 曾富春. 选择性肺动脉灌注治疗晚期肺癌[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2001, 8(1): 65-66.
- [收稿日期 2022-03-02] [本文编辑 吕文娟 余 军]

本文引用格式

刘佳聪, 张玉前, 王 新, 等. 肺癌手术介入杂交诊疗现状及前景[J]. *中国临床新医学*, 2022, 15(4): 287-291.