



· 专家述评 ·



**陈海泉**，医学博士，主任医师、二级教授、博士研究生导师。现任复旦大学胸部肿瘤研究所所长，胸部肿瘤多学科诊治组首席专家、肺癌防治中心主任。曾任上海市胸科医院院长。现为美国胸外科学会会员、教育委员会委员、会员发展委员会委员、美国胸外科学会胸外科临床实践标准委员会委员、美国胸外科学会GGO肺癌处理专家共识主席、哈佛大学Schuster Distinguished Lectureship、中国医师协会胸外科医师分会副会长、中国抗癌协会肺癌专业委员会常委、食管癌专业委员会常委、上海医学会胸外科分会主任委员、上海市抗癌协会肺癌专委会主任委员、上海市领军人才、上海市优秀学科带头人。目前任*The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 编委，*Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*、*Annals of Surgical Oncology* 和 *JTO Clinical and Research Reports* 副主编。在国际上创新性地提出了“肺癌微创3.0”、“冰冻病理指导亚肺叶切除”和

“肺癌手术的选择性淋巴结清扫”。2013—2025年每年应邀至AATS讲课，2016年担任AATS第96届年会Skill Course的共同主席、2016年AATS Focus on Thoracic Surgery: China主席，2017年第9届亚洲胸外科俱乐部(ATSC)和韩国胸外科肿瘤协会(KATSO)联席会议副主席，2008年起先后多次应邀在美国匹兹堡大学医学中心、美国哈佛大学麻省总医院、美国纽约纪念斯隆-凯特林癌症中心、美国范德堡大学医学中心、瑞士苏黎世大学医学中心、比利时鲁汶大学医学中心授课。2020年在美国哈佛大学布列根和妇女医院授课(Schuster Distinguished Lectureship)，2020年在日本呼吸器外科学会(JACS)第37届年会特邀授课。2024年起连续三届在全球肺心疾病早筛联盟大会(AGILE)作受邀演讲。2017年起应邀为*The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 撰写评论文章11篇。在*Journal of Clinical Oncology*、*Cancer Cell*、*Journal of Thoracic Oncology*、*Chest*、*Annals of Surgery*、*The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 等国际权威期刊上发表论文300余篇，其中9篇为基本科学指标数据库高被引论文，34篇论文共42次写入19项肺癌诊治国际指南和分子检测国际指南。建立的治疗方案使肺癌患者术后5年生存率超越国际水平10%，被国际专家誉为“肺癌外科个体化治疗向前迈进的重要一步”和“精准医学时代的精准外科”，树立了国际胸部肿瘤外科诊治的新标杆，在国际上得到广泛推广和应用。

## 2025年肺癌外科领域重要进展

曹航, 张扬, 陈海泉

复旦大学附属肿瘤医院胸外科与基因工程重点实验室, 复旦大学胸部肿瘤研究所, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

**[摘要]** 肺癌是中国发病率和死亡率最高的恶性肿瘤，外科手术是肺癌治疗的重要手段。2025年，肺癌外科治疗领域取得了多项重要进展。ECTOP-1021研究证实，对惰性多发性磨玻璃结节在“外科治愈窗口期”内进行主动监测安全可行，并提出基于肺功能损失评估的分层管理策略。ECTOP-1009研究首次通过Ⅲ期随机对照试验为以磨玻璃成分为主型的肺癌不进行纵隔淋巴结清扫提供了高级别循证医学依据，实现从“系统性清扫”到“选择性豁免”的范式转变。JCOG0802研究的10年随访结果显示，肺段切除术不劣于肺叶切除术，但局部复发率高于肺叶切除术，提示应严格把握手术指征并确保足够切缘。ECTOP-1011研究通过病理大切片技术揭示影像学与病理学的不完全对应，为术前精准评估提供新依据。此外，“外科治愈窗口期”量化模型的建立和部位特异性随访策略的提出，推动术后管理迈向个体化和精准化。多组学研究进一步从分子层面阐释肺腺癌演进规律，为早期干预和患者预后预测奠定科学基础。本文系统

**基金项目:** 国家重点研发计划(2022YFA1103900); 国家自然科学基金(82430099); 上海市卫生健康委员会卫生行业临床研究专项(202440070); 上海市科技创新行动计划(24Y12800400)。

**利益冲突:** 作者声明无利益冲突。

**伦理批件:** 不需要。

**知情同意:** 不需要

**引用本文:** 曹航, 张扬, 陈海泉. 2025年肺癌外科领域重要进展[J]. 中国癌症杂志, 2026, 36(1): 35-40.

**CC协议:** CC BY-NC-ND 4.0.

**Funding:** National Key Research and Development Program of China(2022YFA1103900); National Natural Science Foundation of China(82430099); The Clinical Research Special Project of Shanghai Municipal Health Commission (202440070); The Medical Research Special Project for Shanghai Science and Technology Innovation Action Plan(24Y12800400).

**Conflicts of interest:** authors declare no conflicts of interest.

**Ethical approval:** not required.

**Informed consent:** not required.

回顾2025年肺癌外科领域的关键进展, 以期为临床实践和研究提供参考。

[关键词] 肺癌; 磨玻璃结节; 淋巴结清扫; 亚肺叶切除; 治愈窗口期

中图分类号: R734.2 文献标志码: A

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2026.01.003

Cite this article: CAO H, ZHANG Y, CHEN H Q. Important progress in the surgical treatment of lung cancer in 2025 [J]. Chin Oncol, 2026, 36(1): 35-40.

CC license: CC BY-NC-ND 4.0.

**Important progress in the surgical treatment of lung cancer in 2025** CAO Hang, ZHANG Yang, CHEN Haiquan (Department of Thoracic Surgery and State Key Laboratory of Genetic Engineering, Fudan University Shanghai Cancer Center; Institute of Thoracic Oncology, Fudan University; Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai, 200032, China)

Correspondence to: CHEN Haiquan E-mail: hqchen1@yahoo.com

[Abstract] Lung cancer is the malignancy with the highest incidence and mortality in China, and surgical resection remains a cornerstone of its treatment. In 2025, significant progress has been made in the field of lung cancer surgery. The ECTOP-1021 trial demonstrated the safety and feasibility of active surveillance for indolent multifocal ground-glass opacities within the "surgical curative window", proposing a risk-stratified management framework based on predicted pulmonary function loss. Phase III randomized ECTOP-1009 study provided high-level evidence for omitting mediastinal lymph node dissection in ground-glass opacity-dominant lung adenocarcinoma, marking a paradigm shift from "systematic dissection" to "selective omission". The 10-year follow-up results of the JCOG0802 trial showed that segmentectomy was not inferior to lobectomy, but the local recurrence rate was higher than that of lobectomy, emphasizing the importance of strict patient selection and adequate surgical margins. The ECTOP-1011 study, utilizing whole-mount pathological sections, revealed discrepancies between radiological and pathological findings, offering new insights into precise preoperative assessment. Furthermore, the establishment of a quantifiable "surgical curative window" model and the development of a site-specific follow-up strategy have advanced postoperative management toward personalization and precision. Multi-omics research has elucidated the molecular evolutionary trajectory of lung adenocarcinoma, providing a scientific basis for early intervention and prognosis prediction. This article reviews key advances in lung cancer surgery in 2025 to inform clinical practice and future research.

[Key words] Lung cancer; Ground-glass nodule; Lymph node dissection; Sublobar resection; Curative time window

肺癌是全球癌症相关死亡的首要原因, 其发病率和死亡率长期居高不下。其中, 非小细胞肺癌 (non-small cell lung carcinoma, NSCLC) 占所有肺癌病例的85%, 对于I~III A期NSCLC患者, 手术切除仍是实现长期生存的关键治疗方式<sup>[1]</sup>。本文系统回顾并分析2025年肺癌外科领域的重要研究进展, 以期为临床实践提供参考, 并为未来研究指明方向。

## 1 肺癌疾病谱系变迁: 手术人群变化趋势与启示

临床实践的演进首先建立在对疾病流行病学变化的深刻洞察之上。陈海泉教授团队的前期系列筛查研究<sup>[2]</sup>通过对社区人群及医院职工的大规模前瞻性低剂量计算机体层成像 (computed tomography, CT) 筛查, 为理解肺癌流行病学的当代变迁提供了关键实证。结果显示, 在筛查检出的肺癌患者中, 非吸烟者和女性的比例显著超越传统高危人群, 且磨玻璃型肺癌占据绝大多数。近期一项涵盖16年的医院流行病学研究<sup>[3]</sup>清晰显示, 接受手术的肺癌患者群体正呈现女性化、非吸烟化、腺癌化、早期化的显著趋势。年轻非吸烟女性肺癌发病率的上升, 已成为一个不容忽视的公共卫生问题和临床研究新课题。这一

变化不仅要求外科诊疗策略进行适应性调整, 如在手术范围、功能保护方面更加精细化, 更提示我们必须加强对非传统风险因素及该群体独特生物学行为的研究, 以实现从筛查、预防到治疗的全程精准管理。

## 2 复杂临床场景的管理进阶: 多发磨玻璃影 (ground-glass opacity) GGO的主动监测与个体化决策

随着低剂量螺旋CT筛查的普及, 肺部多发GGO的检出率显著上升。这类病变多为多原发的早期肺癌, 尽管手术切除后预后良好, 但有些患者无法完全切除。“即刻切除所有病灶”的传统策略即使能完全切除, 也往往面临患者肺功能损失大、生活质量下降及社会心理压力等问题。因此, 探索更合理的替代策略成为临床医师亟待解决的难题。

ECTOP-1021前瞻性多中心研究<sup>[4]</sup>为此提供了关键的安全性和可行性数据。该研究纳入了来自5个医疗中心的406例患者, 共计1496个磨玻璃肺结节。42.9% (174/406) 的患者有4个及以上的磨玻璃结节, 结节的中位直径为0.8 cm。所有纳入研究的多发磨玻璃结节 [直径 $\leq$ 2 cm且实性成分占比 (consolidation tumor ratio, CTR)  $\leq$

0.25] 均处于“外科治愈窗口期”。本研究的中位随访时间为35.4个月（范围：5.4~160.7个月）。仅8.1%的患者出现疾病进展，1.5%的患者出现新发病灶，8例接受手术治疗的患者均为早期（IA1期）。患者5年总生存率为100%，且无复发病例。这一结果强有力地支持，对于惰性、多中心起源的多发GGO，在“外科治愈窗口期”内进行主动监测是安全且合理的。更为重要的是，该研究提出了一个创新的基于“肺功能损失评估”的风险分层管理框架。即根据所有结节同期切除所导致的肺功能预估损失程度将患者分类，并制定差异化的监测频率和干预阈值。第一种情况是当所有病灶均为外周型，切除后肺功能损失<20%时，可选择主动监测，或选择不影响人生轨迹和职业生涯的时机，通过手术予以完整切除；第二种情况是当病灶较多或存在中央型病灶，切除后肺功能损失>20%时，可优先主动监测，避免大范围手术；第三种情况是，如果病灶弥漫分布，切除将导致肺功能严重损失时，临床决策首先进行主动监测，只选择性处理出现进展的病灶，而不建议全切。这一策略的核心目标是在确保肿瘤学安全的前提下，最优手术时机和术式的选择需根据患者的生活境况和肺功能状况综合考量，真正体现以患者长期生存质量为中心的个体化治疗理念。

### 3 术前评估的整合和深化：影像学病理学的“全息对话”和认知革新

术前精准评估是外科个体化决策的基石。ECTOP-1011研究是一项前瞻性的观察性研究<sup>[5]</sup>，通过创新性地应用肺癌病理大切片技术，首次在完整保留肿瘤空间结构的前提下，实现了影像学表现与病理学特征的精准匹配。该研究不仅是一项方法学的突破，更对亚实性肺结节的传统认知和临床实践带来了启示。该研究通过对102例接受肺段或肺叶切除的磨玻璃型肺腺癌标本进行全肺叶/肺段灌注、固定及整体大切片制作，获得了包含肿瘤全景及其周围正常结构的组织切片，从而能够与术前薄层CT影像进行逐层、精准地对照分析。其核心发现挑战了“影像学磨玻璃成分即对应病理学上贴壁样生长（非浸润），实性成分即对应浸润性癌”的传统认知。结果显示，在影像学表现为纯磨玻璃结节中，未发现微乳头或实体型等高危亚型。在混合性磨玻璃结节中，影像上的磨玻璃区域同样可能存在微乳头亚型（占11.9%），而其实性区域也并非全部为高危成分，其中包含19.0%的贴壁样生长及部分炎性或

纤维化组织，由此得出一个重要结论：基于CT测量的实性成分尺寸，系统性地低估了真实的病理性浸润范围，近50%患者的病理分期较临床T分期上调。此项研究解释了为何部分影像学表现“惰性”的结节术后病理学检查却显示更具侵袭性，为外科医师在术前更审慎地评估亚肺叶切除的适应证、规划手术切缘及预测患者预后提供了坚实的理论依据。

### 4 亚肺叶切除的价值再评估：基于国际证据的辩证解读

在2025年美国胸外科学会年会上，JCOG0802研究公布了其10年随访结果<sup>[6]</sup>，在胸外科领域引起了广泛关注。JCOG0802研究是一项针对早期肺癌（CTR>0.5，直径≤2 cm）对比肺段切除术与肺叶切除术的Ⅲ期多中心随机对照临床试验，最初5年随访的研究结论认为肺段切除在总生存率方面优于肺叶切除，一度推动了肺段切除术在临床中的广泛应用。然而，随着随访延长至10年，肺段切除组的生存优势消失，两组总生存率趋于一致，差异无统计学意义。肺段切除局部复发率显著升高，肺段切除组局部复发率为11.2%，而肺叶切除组仅为5.8%。死亡原因分析显示，两组肺癌相关死亡率相近，肺叶切除组非肺癌死亡比例更高。此外，该研究的一项后续分析<sup>[7]</sup>进一步探究了肺段切除组内局部复发的危险因素，结果显示，在肺段切除组中，肿瘤呈实性影像学表现、手术切缘距离小于肿瘤直径及男性患者与显著增高的局部复发风险独立相关。这一结果提示，若要安全实施肺段切除并控制局部复发，必须在术前严格评估影像学特征（尤其是实性成分），并在术中确保足够的手术切缘。因此，研究者认为肺叶切除仍是早期肺癌的标准选择。

对此，陈海泉教授提出了深刻的辩证解读：这一结果不应被简单视作肺段切除术的失败，而更应被看作是对手术质量和技术规范性的警示。陈海泉教授援引了2023年CALGB 140503研究<sup>[8]</sup>中关于入组中心规模与预后相关的数据。共有83个中心参与了该研究，根据入组患者例数分为大、中、小中心组，在每组内部，肺叶和亚肺叶组的无病生存期（disease-free survival, DFS）相似，而大中心组的DFS优于中、小中心组。JCOG0802研究并未提到不同中心外科医师手术能力和手术结果的差异，因而10年随访数据所揭示的复发风险差异，很可能源于研究中混杂了部分指征把握不严、切缘不足的“姑息性肺段

切除”，而非规范、根治的“解剖性肺段切除”本身无效。因此，陈海泉教授提出高质量、规范化、严格把握指征的肺段切除是可以替代肺叶切除的。此外，陈海泉教授还预见性地指出，规范的亚肺叶切除不仅能最大化保留患者的肺功能储备，而且能为未来可能出现的第二原发肺癌或其他肺部疾病预留治疗空间。

## 5 手术策略的范式革命：从“系统性清扫”到“选择性豁免”

系统性纵隔淋巴结清扫是目前指南推荐的早期肺癌根治手术的标准方式，然而这种无差别清扫的方式会不加区分地切除无转移的淋巴结，增加了手术并发症风险且影响人体免疫功能。陈海泉教授研究团队通过回顾性研究发现了一系列肺癌纵隔淋巴结转移规律，并且该规律具有肺段特异性，基于上述发现，该研究团队提出了基于肿瘤部位、磨玻璃成分及术中快速冷冻切片病理学检查的选择性淋巴结清扫策略，并开展了Ⅱ期前瞻性、多中心临床研究（ECTOP-1003）<sup>[9]</sup>。该研究纳入720例患者，验证回顾性研究中提出的6条标准判断淋巴结阴性状态的准确率达100%。2025年，陈海泉教授团队进一步在 *Journal Of Clinical Oncology* 上发表了Ⅲ期随机对照试验（ECTOP-1009）<sup>[10]</sup> 的结果。杂志同期刊发社论，称该研究为GGO为主型肺癌不进行纵隔淋巴结清扫提供了高级别循证医学证据<sup>[11]</sup>。该研究聚焦于影像学表现为以磨玻璃成分为主（CTR≤0.5）的临床T1N0期浸润性肺腺癌患者。其严谨的非劣效性设计证实，对于这一经过严格筛选的亚群，不清扫淋巴结在3年DFS率上不劣于标准清扫。中期分析显示，两组患者均未发现纵隔淋巴结转移，而不清扫组在手术时间（平均缩短32%）、术中出血（减少46%）、术后住院时间（减少13%）等方面均展现出显著优势。值得注意的是，不清扫组出现常见不良事件评价标准2级及以上并发症的发生率显著低于系统性纵隔淋巴结清扫组（3.3% vs 9.3%）。

ECTOP-1009研究标志着治疗理念的根本转变，它打破了早期肺癌“惯例性清扫”的思维定式，将淋巴结处理决策建立在影像学分类这一客观证据之上。传统“扫荡式”清扫在根除潜在转移灶的同时，也破坏了重要的免疫器官。选择性豁免则实现了根除病灶与保护机体免疫功能及结构完整性之间的最佳平衡。该研究是“微创3.0”理念（从“切口微创”走向“器官微创”和“系统微创”）的完美体现。

这一理念转变亦得到其他重要研究的支持。国际多中心试验CALGB 140503的后续分析<sup>[12]</sup>表明，对于术中快速冷冻切片病理学检查证实淋巴结阴性的早期肺癌患者，扩大范围的淋巴结清扫相较于采样并未带来额外的生存获益。这进一步印证，在严格筛选出的低淋巴结转移风险患者中，过度清扫并非必需。而ECTOP-1009的突破性在于其进一步前瞻性地验证了对于特定影像亚型（GGO为主型）的患者，可以完全不清扫淋巴结，从而将“选择性”策略推向了新的高度。

## 6 个体化术后管理：从“治愈窗口期”识别到“精准随访”落地

肺癌外科治疗的成功，不仅在于手术本身的精准，更在于术后管理的智慧。2025年，两项关键研究为个体化术后管理提供了从理论到实践的完整闭环：一是精准定义“外科治愈窗口期”以识别几乎无需担心复发的“已治愈”人群<sup>[13]</sup>；二是基于10年随访大数据构建“按部位复发风险”的精细化随访策略<sup>[14]</sup>，两者共同推动术后管理从“一刀切”的监测，迈向“分层化、个体化”的新阶段。

“外科治愈窗口期”的理念完成了从概念到量化标准的跨越。陈海泉教授团队通过对超过1800例I期浸润性NSCLC的长期分析，确立了5个与临床治愈高度相关的保护因素：女性、肿瘤≤2 cm、实性成分≤10 mm、存在磨玻璃成分、病理学上为贴壁样生长为主型腺癌<sup>[15]</sup>，满足其中至少4个的患者（占队列18.8%）构成了“低危组”，其术后5年无复发生存率达到100%，总生存率达98.8%。这一数据意味着，对于这部分群体，手术本身已足以实现临床治愈。该模型的重要价值在于其临床可操作性，医师能在术前或术后早期识别出复发风险极低的“已治愈”人群，为其制订大幅简化的降阶梯随访方案提供了核心依据。

另一项基于术后10年随访的大数据研究<sup>[16]</sup>，揭示了复发模式的部位异质性，并与临床病理学特征紧密关联。例如，纯磨玻璃结节、CTR≤0.5的混合磨玻璃结节或病理学类型为贴壁为主型腺癌的患者，在全部随访部位均未观察到复发；脑、骨转移风险在非鳞癌中更高；腹部、颈部复发则在Ⅲ期男性中更常见。基于这些规律，该研究创新性地提出了“部位特异性”随访终点概念，即当某一部位的“未来复发风险”降至5%以下时，针对该部位的强化监测即可考虑停止。研究者还开发了在线决策工具，可根据患者具体

特征生成个性化的、针对不同部位的术后随访时  
长建议。

## 7 转化研究的基石：多组学图谱绘制和微环境 解析

外科实践的飞跃离不开转化研究的深度支  
撑。2025年，一项多组学动态研究<sup>[17]</sup>通过对  
954例肺腺癌患者的1008份样本（涵盖从非典型  
腺瘤性增生、原位腺癌、微浸润腺癌到浸润性腺  
癌的全阶段）进行全基因组与转录组测序，首次  
系统绘制了肺腺癌演进的多组学全景图谱。该研  
究不仅证实 *EGFR*、*TP53*、*KRAS* 等基因的突变  
频率随病变进展而动态变化，更关键的是揭示了  
基因组不稳定性随疾病阶段升高而显著增强的规  
律——从癌前病变到浸润性腺癌，肿瘤突变负荷、  
体细胞拷贝数改变及结构变异负荷均逐步上升。  
该研究在侵袭前病变中高频检测到 *MAP2K1* 基因  
的特异性缺失突变，功能实验表明该突变可增强  
肺泡Ⅱ型细胞的增殖能力，提示其在肺腺癌发生  
中的潜在驱动作用。这一发现将关键分子事件定  
位至疾病极早期，为在癌前阶段进行分子干预提  
供了理论依据。此外，研究通过整合多组学数据  
与长期随访信息，初步勾勒了不同分子亚型与转  
移模式之间的关联，为预测复发风险、制定部位  
特异性的随访策略奠定了基础。该研究的深刻意  
义在于，它首次在大型临床队列中实现了肺腺癌  
病变进展、影像演变与分子进化事件的系统整合  
与互证。研究明确显示，影像学上实性成分的出现  
与 *TP53*、*RBI* 等抑癌基因突变频率的升高显著  
相关，从分子层面解释了实性结节侵袭性更强的  
生物学本质。这为临床实践中依据CT影像学特  
征无创推测肿瘤的分子生物学行为，进而制订个  
体化的手术和随访方案，提供了前所未有的科学  
依据。未来，以此类多组学图谱为基石，结合人  
工智能分析，有望构建出能够精准预测磨玻璃结  
节进展风险的模型，真正实现从形态随访到分子  
监测的跨越。

## 8 总结与展望

2025年，肺癌外科从“最大耐受根治”到  
“最小有效治疗”的范式转变迈出了坚实的步伐。  
本文旨在基于本年度关键突破，对未来如何将精  
准理念贯穿于筛查、诊断、治疗及随访的全链条  
予以展望。

面对肺癌“女性化、非吸烟化”的流行病学  
转变，构建更完善的筛查体系已成为当前的首要  
任务。“低龄、低频”筛查策略，正是针对这一  
挑战作出的系统性回应。其核心理念在于认识

到，理论上大多数肺癌都存在一个可通过手术实  
现根治的“外科治愈窗口期”，此阶段通常对应  
病理学上的原位腺癌或微浸润性腺癌或影像学表  
现为纯磨玻璃结节。筛查的目标应从早期发现、  
改善生存转向精准捕捉治愈窗口、实现肺癌治  
愈。这意味着筛查策略需更具包容性，即通过  
“低龄”筛查覆盖更多非传统高危的年轻、非吸  
烟人群；同时也更注重效率，贯彻“低频”原  
则，基于个体风险与基线结果优化间隔，避免过  
度检查。未来的方向是融合多维度风险预测模型  
与新型生物标志物，使筛查能够精准识别真正  
的高危个体，并对其肺部结节进行生物学行为分  
层，从而将有限的医疗资源集中于最有可能从干  
预中获益的人群，最大化筛查的效益风险比。

肺腺癌多组学动态图谱研究揭示了从癌前病  
变到浸润癌的关键分子事件，为理解GGO进展  
提供了路线图。然而，目前临床实践中仍极度缺  
乏能够无创、动态监测肺结节生物学行为的工  
具。未来的核心突破点在于将上述组织层面的发  
现转化为基于外周血等易获取样本的“液体活  
检”新策略，重点研发能够实时反映肿瘤克隆演  
变和免疫微环境动态变化的检测技术。这种“分  
子雷达”旨在实现对GGO从惰性向进展性转变  
的早期预警，从而将随访决策从观察结节大小和  
形态变化升级为监测分子信号，实现干预时机的  
精准判定。

JCOG0802研究的10年随访数据及其后续分  
析明确警示，手术切缘不足是肺段切除术后局部  
复发率升高的独立危险因素。因此，肺段切除的  
未来在于通过技术和规范的革新，确保其肿瘤学  
安全性。具体路径包括利用高分辨率CT三维重  
建，个体化规划“优势肺段”，从解剖设计上保  
障足够切缘。其目标是使每例患者的肺段切除都  
成为解剖清晰、切缘充足、功能保留最优的“根  
治性”手术，从而在降低局部复发率的前提下，  
最大化保护患者的肺功能储备。

ECTOP-1009证实对于经过严格筛选的早期  
肺癌患者，淋巴结清扫并无生存获益。下一步的  
挑战是如何进一步扩大并且术前预测可以“选择  
性豁免”的人群。研究重点在于整合新型影像学  
技术，挖掘淋巴结阴性状态的预测指标，例如，  
深入探索PET/CT的代谢异质性参数、靶向肿瘤  
相关成纤维细胞的新型示踪剂的摄取特征。目标  
是构建一个具有高阴性预测值的术前评估模型，  
使更多符合条件的患者在术前即能准确地预测其  
淋巴结状态，从而安全、精准地实施个体化的少

清扫或不清扫淋巴结策略, 减少不必要的手术创伤。

“肺癌外科治愈窗口期”的核心价值在于将治疗目标从“提高生存率”升维至“实现治愈”, 其应用需贯穿于诊疗全程。未来研究需进一步融合影像学、病理学等多维数据, 以精准界定这一窗口: 术前, 结合影像组学、液体活检标志物等, 无创判断处于“窗口期”的病变, 为手术决策提供依据; 术中, 结合快速冷冻切片病理学检查结果和分子特征, 确认病变处于窗口期内, 指导亚肺叶切除等精准术式; 术后, 依托“治愈窗口期”理论, 对已根治的低危患者实施降阶梯随访。最终, 通过全周期动态管理, 使患者在避免过度治疗的同时, 实现绝对治愈与生活质量的平衡。

综上所述, 肺癌外科的发展路径已清晰导向一个融合精准科学、系统医学与人文关怀的新范式。未来学科的进步, 将以“治愈窗口期”为根本标尺, 推动诊疗决策从经验依赖转向研究数据驱动。核心任务在于构建覆盖筛查、诊断、干预及随访的连续精准体系, 在实现肿瘤根治的同时兼顾患者生活质量, 最终达成“活得更长、活得更好”的目标。

#### 第一作者:

曹航 (ORCID: 0000-0003-1870-6055), 博士, 住院医师。

#### 通信作者:

陈海泉 (ORCID: 0000-0003-1689-0549), 博士, 二级教授、主任医师、博士研究生导师, E-mail: hqchen1@yahoo.com。

#### 作者贡献声明:

曹航: 文献收集和汇总, 文章撰写和校对; 张扬: 文献收集和汇总, 文章校对; 陈海泉: 文章选题构思、结构起草和审校。

#### [参考文献]

- [1] DE ZUANI M, XUE H, PARK J S, et al. Single-cell and spatial transcriptomics analysis of non-small cell lung cancer [J]. *Nat Commun*, 2024, 15(1): 4388.
- [2] LUO X, ZHENG S, LIU Q, et al. Should nonsmokers be excluded from early lung cancer screening with low-dose spiral computed tomography? Community-based practice in Shanghai [J]. *Transl Oncol*, 2017, 10(4): 485-490.
- [3] WANG J Y, CAO H, HE N, et al. Evolving trends in surgically managed lung cancer: a 16-year hospital-based epidemiological analysis [J]. *Lung Cancer*, 2025, 208: 108754.
- [4] WU H X, FU F Q, YE T, et al. Active surveillance of multifocal

- ground-glass opacities: results of a prospective multicenter trial (ECTOP1021) [J]. *J Thorac Oncol*, 2026, 21(1): 150-159.
- [5] YE T, SHEN X X, WANG S P, et al. Study of the radiologic and pathologic correlations for subsolid lung adenocarcinoma with the application of whole-mount sections (ECTOP1011) [J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2025, 14(2): 341-352.
- [6] ASAMURA H. 10-year follow-up results of JCOG0802/WJOG4607L: a phase III randomized trial comparing segmentectomy with lobectomy for small-sized peripheral non-small cell lung cancer [R]. Seattle: American Association for Thoracic Surgery Annual Meeting, 2025.
- [7] NAKAGAWA K, WATANABE S I, WAKABAYASHI M, et al. Risk factors for locoregional relapse after segmentectomy: supplementary analysis of the JCOG0802/WJOG4607L trial [J]. *J Thorac Oncol*, 2025, 20(2): 157-166.
- [8] ALTORKI N, WANG X, KOZONO D, et al. Lobar or sublobar resection for peripheral stage I A non-small-cell lung cancer [J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(6): 489-498.
- [9] ZHANG Y, DENG C, ZHENG Q, et al. Selective mediastinal lymph node dissection strategy for clinical T1N0 invasive lung cancer: a prospective, multicenter, clinical trial [J]. *J Thorac Oncol*, 2023, 18(7): 931-939.
- [10] ZHANG Y, QIAN B, SONG Q P, et al. Phase III study of mediastinal lymph node dissection for ground glass opacity-dominant lung adenocarcinoma [J]. *J Clin Oncol*, 2025, 43(28): 3081-3089.
- [11] CHIDI A P, JONES D R. Mediastinal nodal evaluation may be safely omitted in select patients with ground glass-dominant lung adenocarcinoma [J]. *J Clin Oncol*, 2025, 43(28): 3061-3064.
- [12] ALTORKI N, DAMMAN B, WANG X F, et al. The extent of lymph node dissection is not associated with disease-free survival following lobar or sublobar resection: results from cancer and leukemia group B<sub>140503</sub> (alliance) [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2025, 170(4): 933-942.e2.
- [13] LI T, ZHANG Y, HU H, et al. Defining the surgical curative time window: identifying patients with an absence of recurrence for 5 years following surgical resection of stage I invasive non-small cell lung cancer [J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2025, 14(11): 4719-4732.
- [14] ZHANG M L, DENG C Q, FU F Q, et al. Site-specific follow-up strategy for surgically resected patients with NSCLC based on ten-year follow-up data [J]. *Lung Cancer*, 2025, 201: 108451.
- [15] LI T, ZHANG Y, HU H, et al. Defining the surgical curative time window: identifying patients with an absence of recurrence for 5 years following surgical resection of stage I invasive non-small cell lung cancer [J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2025, 14(11): 4719-4732.
- [16] ZHANG M, DENG C, FU F, et al. Site-specific follow-up strategy for surgically resected patients with NSCLC based on ten-year follow-up data [J]. *Lung Cancer*, 2025, 201: 108451.
- [17] FU F Q, SHANG J, YAN Y R, et al. Genomic and transcriptomic dynamics in the stepwise progression of lung adenocarcinoma [J]. *Cell Res*, 2025, 35(12): 1037-1055.

(收稿日期: 2026-01-04 修回日期: 2026-01-10)

(责任编辑: 李广涛)