·基层园地·

老年非小细胞肺癌患者胸腔镜肺切除术后远期预后预测模型的构建

余泽兵，童斐，许汪珏

【关键词】 非小细胞肺癌；胸腔镜手术；解剖性肺切除术；远期预后；决策树模型
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.02.020
【中图分类号】 R734.2 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2026)02-0190-04

数据显示，全球 2020 年肺癌新发病例数达 220 万，病死高达 180 万[1]。非小细胞肺癌（non-small cell lung cancer，NSCLC）是肺癌的主要病理类型，约占原发性肺癌的 85% [2]。老年 NSCLC 患者常合并基础疾病、器官功能储备下降，治疗策略需兼顾疗效与安全性[3]。系统性淋巴结清扫联合胸腔镜解剖性肺叶切除术是早期 NSCLC 的标准术式[4]。然而，对于老年患者，胸腔镜解剖性肺叶切除术可能增加术后并发症风险。研究表明，对于早期 NSCLC，肺段切除术的远期生存率与肺叶切除术相当[5]；亦有部分研究认为，肺段切除术的局部复发率较肺叶切除术更高[6]。因此，本研究旨在比较老年 NSCLC 患者胸腔镜解剖性肺段切除术与肺叶切除术的无进展生存期和总体生存率差异，探讨影响预后的独立危险因素，并构建决策树预测模型，为老年 NSCLC 患者的手术方式选择提供依据，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2019 年 6 月至 2022 年 6 月龙游县人民医院收治的 NSCLC 患者 200 例。纳入标准：（1）确诊为 NSCLC；（2）行胸腔镜下解剖性肺切除手术，且符合手术指征；（3）年龄≥60 岁［参考《2022 年中国肺癌患者生存质量白皮书》[7]数据，本研究将老年 NSCLC 患者定义为年龄≥60 岁］；（4）无局部及远处转移；（5）手术切缘距离≥2 cm；（6）TNM 分期Ⅰ～Ⅱ期；（7）首次发现、治疗的单发病灶。排除标准：（1）临床资料不全；（2）多原发病灶；（3）术前行化疗、放疗等新辅助治疗；（4）肝肾等脏器功能严重不全；（5）患自身免疫性疾病；（6）合并其他类型恶性肿瘤。本研究获得龙游县人民医院医学伦理委员会批准，所有患者均知情且签署知情同意书。

1.2　方法　所有患者术前均接受支气管血管 CT 三维重建。依据肿瘤大小、位置、患者肺功能及全身合并症等临床因素决定手术方式，肺叶切除与肺段切除均采用单孔胸腔镜技术完成。（1）胸腔镜解剖性肺叶切除术：患者取健侧卧位，行气管插管全身麻醉。于患侧腋前线/腋中线第 4 或 5 肋间作一长约 4.0 cm 切口。进入胸腔后，依据术前影像，若外周结节性质不明则先行楔形切除送快速病理检查；若确诊为恶性，则行系统性纵隔淋巴结清扫及解剖性肺叶切除。顺序离断靶肺叶的动脉、静脉及支气管。对于肺裂发育不全者，以切割缝合器分离。切除肺叶后，行系统性淋巴结清扫。（2）胸腔镜解剖性肺段切除术：患者体位、麻醉方法及切口选择同肺叶切除术，切口长度约为 3.0 cm。术中依据术前三维重建图像，识别并依次离断靶肺段的段动脉、段静脉及段支气管。采用改良“膨胀萎陷法”界定段间平面，随后以切割缝合器沿段间交界离断肺实质。术后同样行系统性淋巴结清扫。

1.3　观察指标　收集所有患者的临床病理资料，包括人口学特征：年龄、性别、吸烟史、饮酒史、体质量指数（body mass index，BMI）等。基础疾病：慢性阻塞性肺疾病、高血压、糖尿病等合并症。肿瘤特征：肿瘤部位、肿瘤大小、TNM 分期[8]、病理类型、分化程度[9]。手术相关指标：手术方式、淋巴结清扫数量及

作者单位：324400 龙游，龙游县人民医院
通信作者：余泽兵，Email：yuzebing0108@163.com

阳性情况。

1.4　随访　患者术后每 3 个月随访 1 次，方式包括电话、住院或门诊，随访内容为胸部CT平扫及血液肿瘤指标，发现疑似阳性结果时需进一步全身检查评估病情。无进展生存时间指手术至首次发现肿瘤远处转移（扩散至肺外器官或对侧胸腔）或局部复发（原发肺叶或同侧胸腔其他肺叶出现同病理类型肿瘤）的时间；生存时间指术后至患者死亡或随访截止的时间[10]。随访截止日期为 2025 年 6 月 30 日。

1.5　统计方法　所有数据均采用 SPSS 26.0 软件进行处理，计量资料以均数±标准差表示，两组间比较采用 t 检验；计数资料采用 χ^2 检验。无进展生存期和总体生存率采用 Kaplan-Meier 分析，采用 Log-Rank 进行差异检验。$P < 0.05$ 的因素纳入 Cox 回归分析。选择 SPSS Modeler 软件，采用卡方自交互检测决策树（CHAID）构建决策树预测模型，并评估模型的预测准确性。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组生存分析　胸腔镜解剖性肺段切除术组（103 例）随访时间为（34.12±1.25）个月，总生存期为（32.41±2.27）个月，无进展生存期为（28.64±6.70）个月。胸腔镜解剖性肺叶切除术组（97 例）随访时间为（34.35±1.30）个月，总生存期为（33.91±2.36）个月，无进展生存期为（33.42±3.98）个月。Kaplan-Meier 生存分析结果显示，两组总生存率差异无统计学意义（Log-Rank χ^2=1.45，$P > 0.05$），见图 1；两组无进展生存期差异具有统计学意义（Log-Rank χ^2=16.04，$P < 0.05$），见图 2。

2.2　复发/转移组与无进展组临床资料比较　所有患者均顺利完成手术及随访。随访截止时共有 32 例（复发/转移组）患者出现复发或转移。复发/转移组与无进展组的年龄、TNM 分期、肿瘤分化程度、手术方式及肿瘤大小差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表 1。

2.3　Cox 回归分析　将单因素分析中 $P < 0.05$ 的项目作为自变量，以是否发生复发/转移的情况为结局变量，无进展生存时间为因变量，具体赋值见表 2，进行 Cox 回归分析。结果显示，年龄、TNM 分期、手术方式、肿瘤分化程度及肿瘤大小均为老年 NSCLC

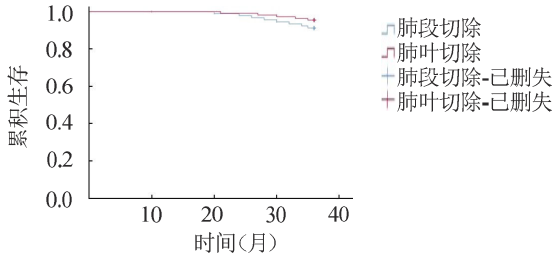


图 1　两组总生存期

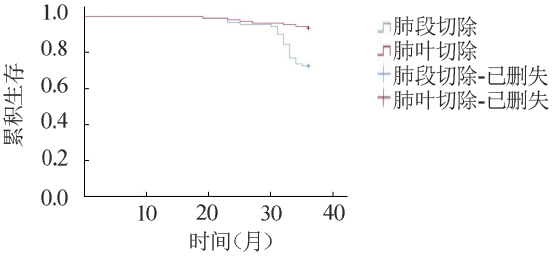


图 2　两组无进展生存期

表 1　复发/转移组与无进展组患者的临床资料对比　例

指标		复发/转移组（n=32）	无进展组（n=168）	χ^2 值	P 值
年龄	60 ～ 75 岁	20	143	9.12	＜0.05
	＞ 75 岁	12	25		
性别	男	16	79	0.10	＞0.05
	女	16	89		
吸烟史	是	18	83	0.50	＞0.05
	否	14	85		
饮酒史	是	19	94	0.13	＞0.05
	否	13	74		
体质量指数	≥23 kg/m²	18	95	0.01	＞0.05
	＜23 kg/m²	14	73		
慢性阻塞性肺疾病	是	5	22	0.15	＞0.05
	否	27	146		
高血压	是	14	69	0.08	＞0.05
	否	18	99		
糖尿病	是	10	52	0.01	＞0.05
	否	22	116		
肿瘤部位	左肺	14	86	0.60	＞0.05
	右肺	18	82		
TNM 分期	Ⅰ期	13	117	9.95	＜0.05
	Ⅱ期	19	51		
病理类型	鳞癌	11	50	0.27	＞0.05
	腺癌	21	118		
手术方式	肺叶切除术	7	90	10.81	＜0.05
	肺段切除术	25	78		
淋巴结切除数	＞3 个	20	115	0.43	＞0.05
	0 ～ 3 个	12	53		
肿瘤分化程度	低分化	20	56	9.71	＜0.05
	中/高分化	12	112		
淋巴结阳性	是	9	33	1.17	＞0.05
	否	23	135		
肿瘤大小	≤2 cm	15	125	9.70	＜0.05
	＞2 cm	17	43		

患者胸腔镜解剖性肺切除术无进展生存期的影响因素（均 $P < 0.05$），见表 3。

2.4　老年 NSCLC 患者胸腔镜解剖性肺切除术无进展生存期的 CHAID 决策树模型　将 Cox 回归分析具有统计学意义的变量作为预测因子纳入 CHAID 决策树模型，以是否发生复发/转移的情况为目标变量。采用 CHAID 算法构建决策树模型，决策树模型共筛选出解释变量 4 个，分别为手术方式、TNM 分期、年龄及肿瘤分化程度。模型通过自动剪枝去除了肿瘤大小对结果的影响。决策树模型共 4 层，5 个终末节点，其中手术方式是最重要的影响因子，见图 3。经交叉测试模型的正确率为 85.00%，见表 4。

3　讨论

3.1　老年 NSCLC 患者胸腔镜解剖性肺切除术预后现状分析　胸腔镜解剖性肺叶切除术已成为早期 NSCLC 的标准术式，但高龄、肺功能减损患者的术式选择仍存争议[11]。肺叶与肺段切除术均属解剖性切除，现有研究显示两者对小直径周围型 NSCLC 的肿瘤学疗效相当[12]。本研究结果显示，肺段切除术与肺叶切除术患者的总生存率差异无统计学意义（$P > 0.05$），而肺叶切除术的无进展生存期优于肺段切除术（$P < 0.05$），与陈红星等[13]结论一致。推测

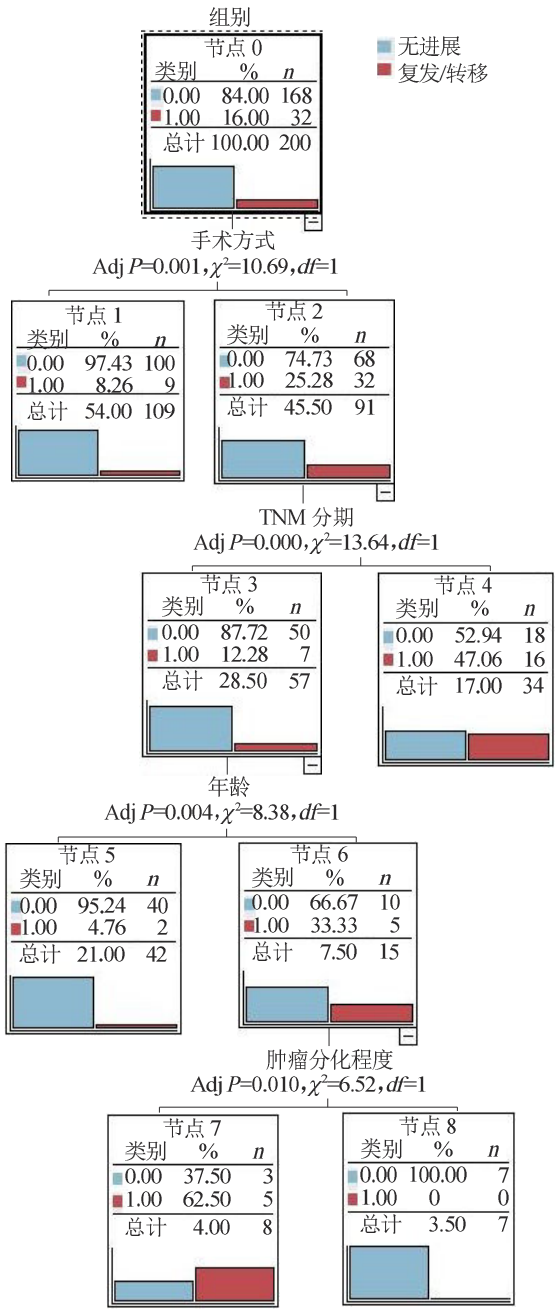


图 3　CHAID 决策树模型

表 2　变量赋值表

变量	赋值方式
生存结局	无进展=0；复发/转移=1
无进展生存时间	实测值
年龄	60 ～ 75 岁=0；＞ 75 岁=1
TNM 分期	Ⅰ期=0；Ⅱ期=1
手术方式	肺叶切除术=0；肺段切除术=1
肿瘤分化程度	低分化=0；中/高分化=1
肿瘤大小	≤2 cm=0；＞ 2 cm=1

表 3　Cox 回归分析

因素	回归系数	标准误	*Wald* 值	*P* 值	*HR* 值	95%*CI*
年龄	0.970	0.384	6.391	＜0.05	2.639	1.244 ～ 5.601
TNM 分期	0.803	0.367	4.783	＜0.05	2.233	1.087 ～ 4.586
手术方式	0.965	0.406	5.646	＜0.05	2.624	1.184 ～ 5.814
肿瘤分化程度	−1.049	0.379	7.657	＜0.05	0.350	0.167 ～ 0.736
肿瘤大小	0.730	0.368	3.929	＜0.05	2.074	1.008 ～ 4.268

表 4　决策树模型交叉测试结果

观测值	预测值		正确百分比(%)
	无进展	复发/转移	
无进展	165	3	98.21
复发/转移	27	5	84.38
总体百分比(%)	96.00	4.00	85.00

原因：（1）本研究中位随访约 34 个月，远期生存结局观察尚不充分；（2）肺癌综合治疗进步，肺段切除患者复发后可通过靶向、免疫治疗延长生存，使总生存期趋于一致。提示肺段切除术作为保肺功能术式，仍是肺功能差或合并症多的老年患者的合理选择，

未来需延长随访并完善复发后治疗数据验证。

3.2　无进展生存期的影响因素分析　Cox 回归显示，年龄、TNM 分期、手术方式、肿瘤分化程度、肿瘤大小是无进展生存期的影响因素。年龄＞ 75 岁患者复发/转移风险更高，与老年免疫功能衰退、器官储备下降影响术后恢复及辅助治疗实施，且肿瘤驱动基因突变谱特殊、转移潜能更强相关[14]。TNM 分期Ⅱ期患者风险显著升高，因分期越晚肿瘤侵袭范围更广，可能存在隐匿性微转移，符合肿瘤进展的生物学规律。肿瘤分化程度低者预后更差，低分化肿瘤细胞恶性表型突出，增殖活性与侵袭能力更强，术后更易出现病情进展[15]。肺段切除术复发风险更高，因技术上难保证足够切缘，且淋巴结清扫范围局限（平均较肺叶切除术少 3 ～ 5 枚），易残留微小病灶或微转移淋巴结[16]。肿瘤直径＞ 2 cm 时，生物学侵袭性更高，易突破基底膜或发生微转移[17]。

3.3　决策树模型分析　本研究将 Cox 回归有统计学意义的变量纳入 CHAID 决策树模型，构建的 4 层 5 终末节点模型，筛选出手术方式、TNM 分期、年龄、肿瘤分化程度 4 个主要变量，其中手术方式为最重要影响因子，肿瘤大小因节点分裂显著性不足或多重共线性被自动剪枝。经交叉测试，模型正确率达 85.00%，预测效能良好。该模型可评估患者术后复发/转移风险，为高风险患者强化随访或辅助治疗提供依据，同时突出术式选择的重要性，提示临床需结合年龄、肿瘤分期与分化程度审慎决策。模型变量易获取、结构直观，便于融入临床流程。

综上所述，老年 NSCLC 患者肺叶切除术的无进展生存期优于肺段切除术。本研究决策树模型预测准确性较高，临床应优先优化术式选择，结合个体情况制定策略。但研究存在单中心、样本量小的局限，未来需多中心大样本研究提升模型普适性。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参　考　文　献

[1] Siegel R L, Miller K D, Fuchs H E, et al. Cancer statistics, 2022[J]. CA Cancer J Clin, 2022, 72(1): 7-33.

[2] Alexander M, Kim S Y, Cheng H Y. Update 2020: Management of non-small cell lung cancer[J]. Lung, 2020, 198(6): 897-907.

[3] Patella M, Tessitore A, Cianfarani A,et al. Early outcome of anatomical lung resection for non-small cell lung cancer in the elderly[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci,2021,25(16):5129-5136.

[4] Forster C, Perentes J Y, Ojanguren A, et al. Early discharge after thoracoscopic anatomical pulmonary resection for non-small-cell lung cancer[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2021, 33(6): 892-898.

[5] Dell'Amore A, Lomangino I, Cannone G, et al. Comparison of operative and postoperative characteristics and outcomes between thoracoscopic segmentectomy and lobectomy for non-small-cell lung cancer: A propensity score matching study from the Italian VATS Group Registry[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2022, 61(3): 533-542.

[6] Lv G C, Feng S Y, Zhang Y, et al. Clinical therapeutic effects and prognosis of video-assisted thoracoscopic surgery-guided pulmonary lobectomy combined with mediastinal lymph node dissection in lung carcinoma[J]. Am J Cancer Res, 2023, 13(11): 5138-5150.

[7] 支修益,师建国,田艳涛,等.《2022 年中国肺癌患者生存质量白皮书》要点解读[J]. 中国胸心血管外科临床杂志,2023,30(8): 1083-1088.

[8] Wankhede D. Evaluation of eighth AJCC TNM sage for lung cancer NSCLC: A meta-analysis[J]. Ann Surg Oncol, 2021, 28(1): 142-147.

[9] 薛莉雅. 双层探测器光谱 CT 多参数成像在肺癌病理类型和分化程度中的价值[D]. 太原:山西医科大学,2023.

[10] 张炜力,周驰,王炜锋,等. 新辅助直肠评分对接受新辅助放化疗联合手术的局部进展期直肠癌患者 10 年生存状况的预测价值[J]. 中华胃肠外科杂志,2024,27(6):608-614.

[11] Chang J Y, Mehran R J, Feng L, et al. Stereotactic ablative radiotherapy for operable stage I non-small-cell lung cancer (revised STARS): Long-term results of a single-arm, prospective trial with prespecified comparison to surgery[J]. Lancet Oncol, 2021, 22(10): 1448-1457.

[12] Hung W T, Cheng Y J, Chen J S. Nonintubated thoracoscopic surgery for early-stage non-small cell lung cancer[J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 68(7): 733-739.

[13] 陈红星,董明都,徐玉生,等. 老年非小细胞性肺癌胸腔镜解剖性肺切除术远期预后及危险因素分析[J]. 临床肺科杂志,2023,28(6):833-837.

[14] 涂秀华,雷妹,俞慧琴,等. 老年非小细胞肺癌患者术后肺部并发症的影响因素及其短期预后研究[J]. 中华实验外科杂志,2024,41(8):1683-1686.

[15] Budczies J, Romanovsky E, Kirchner M, et al. KRAS and TP53 co-mutation predicts benefit of immune checkpoint blockade in lung adenocarcinoma[J]. Br J Cancer, 2024, 131(3): 524-533.

[16] Aguinagalde B, Ferrer-Bonsoms J A, López I, et al. Comparison of 5-year survival and disease recurrence after trisegmentectomy or left upper lobectomy: A propensity score analysis of the national GEVATS database[J]. Arch Bronconeumol, 2024, 60(11): 705-713.

[17] Dziedzic R, Marjański T, Rzyman W. A narrative review of invasive diagnostics and treatment of early lung cancer[J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(2): 1110-1123.

收稿日期：2025-08-27

（本文编辑：吴迪汉）