

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.10.026

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250820.0849.002\(2025-08-20\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250820.0849.002(2025-08-20))

术前 PET-CT 检查对早期非小细胞肺癌淋巴结转移的诊断价值

李 佳,赵青武,李永锋,陈记财,郑 远,林 宇,林冬群[△],莫环琦
(广东省中医院心胸外科,广州 510006)

[摘要] 目的 评估术前正电子发射计算机断层扫描(PET-CT)检查对早期非小细胞肺癌(NSCLC)淋巴结转移的诊断价值。方法 选取该院 2019 年 1 月至 2023 年 4 月行术前 PET-CT 检查并接受肺癌根治性手术治疗的早期 NSCLC 患者 232 例为研究对象,收集临床资料、PET-CT 检查结果和清扫淋巴结病理检查结果,计算 PET-CT 诊断 NSCLC 淋巴结转移的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值及阴性预测值,通过受试者工作特征(ROC)曲线评估原发灶最大标准摄取值(SUV_{max} 值)和淋巴结 SUV_{max} 值对早期 NSCLC 淋巴结转移的预测价值。结果 PET-CT 检查对 NSCLC 诊断的准确度为 95.69%,对淋巴结转移诊断的准确度为 85.78%,灵敏度为 35.56%,特异度为 97.86%,阳性预测值为 80.00%,阴性预测值为 86.32%。不同性质、不同大小肺结节 PET-CT 检查和病理结果检出率比较差异有统计学意义($P<0.01$)。对于 NSCLC 淋巴结转移的预测,原发灶 SUV_{max} 截断值为 3.83($P<0.001$),淋巴结 SUV_{max} 截断值为 3.07($P<0.001$)。结论 在早期 NSCLC 患者中,术前 PET-CT 检查对磨玻璃结节淋巴结转移诊断准确率高,但对实性结节淋巴结转移诊断价值有限,不足以用于指导淋巴结清扫。原发灶 SUV_{max}≥3.83 或淋巴结 SUV_{max}≥3.07 是早期 NSCLC 淋巴结转移的高危因素。

[关键词] 非小细胞肺癌;正电子发射计算机断层扫描;淋巴结;转移;术前诊断

[中图法分类号] R655.3 [文献标识码] A [文章编号] 1671-8348(2025)10-2386-05

The diagnostic value of preoperative PET-CT examination for lymph node metastasis in early non-small cell lung cancer

LI Jia,ZHAO Qingwu,LI Yongfeng,CHEN Jicai,ZHENG Yuan,LIN Yu,LIN Dongqun[△],MO Huanqi
(Department of Cardiothoracic Surgery,Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine,Guangzhou,Guangdong 510006,China)

[Abstract] Objective To evaluate the diagnostic value of preoperative positron emission computed-tomography (PET-CT) examination for lymph node metastasis in early non-small cell lung cancer (NSCLC). Methods A total of 232 early-stage NSCLC patients who underwent preoperative PET-CT examination and radical surgery for lung cancer in the hospital from January 2019 to April 2023 were selected. Clinical data, PET-CT examination results, and lymph node dissection pathology were collected to calculate the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of PET-CT diagnosis of NSCLC lymph node metastasis. The maximum standard uptake value (SUV_{max}) of the primary lesion and the predictive value of lymph node SUV_{max} for early NSCLC lymph node metastasis were evaluated by the receiver operating characteristic (ROC) curve. Results The accuracy of PET-CT examination in the diagnosis of NSCLC was 95.69%, the accuracy of lymph node metastasis diagnosis was 85.78%, the sensitivity was 35.56%, the specificity was 97.86%, the positive predictive value was 80.00%, and the negative predictive value was 86.32%. There was a statistically significant difference in the detection rate of PET-CT examination and pathological results among pulmonary nodules of different natures and sizes ($P<0.01$). For predicting lymph node metastasis in NSCLC, the cutoff point of SUV_{max} in the primary lesion was 3.83 ($P<0.001$), and the cutoff point of SUV_{max} in lymph nodes was 3.07 ($P<0.001$). Conclusion In early NSCLC, preoperative PET-CT examination has a high diagnostic accuracy for ground glass nodule lymph node metastasis, but its diagnostic value for solid nodule lymph node metastasis is limited and insufficient to guide lymph node dissec-

[△] 通信作者, E-mail:ldq1634@163.com。

tion. Primary lesion SUVmax $\geq$ 3.83 or lymph node SUVmax $\geq$ 3.07 are high-risk factors for early lymph node metastasis in lung cancer.

[Key words] non small cell lung cancer; positron emission computed tomography; lymph gland; transfer; preoperative diagnosis

非小细胞肺癌(non-small cell lung carcinoma, NSCLC)的术前精准分期是临床治疗决策的主要依据,尤其是淋巴结分期,对治疗方案选择和预后判断具有重要的意义。目前,CT 是肺癌诊断、分期、疗效评价和随诊的主要影像学检查手段^[1],胸部 CT 以纵隔淋巴结大小、形态、结构特征等作为肺癌淋巴结转移的判断标准,一定程度上依靠观察者对影像的主观解读,其灵敏度和特异度受到一定的限制^[2],而且炎症所导致反应性增生的淋巴结也存在假阳性的情况^[3-4]。正电子发射计算机断层扫描(positron emission tomography-computed tomography, PET-CT)是以正电子核素标记葡萄糖等代谢物作为显像剂,综合葡萄糖功能代谢和解剖形态信息,不仅能反映 NSCLC 转移淋巴结的代谢特征,还能反映原发性肺癌与转移淋巴结的密切关系^[5-6],在临床使用日益增多。本研究回顾性分析术前 PET-CT 检查并完成根治性手术治疗的早期 NSCLC 患者的临床资料,评估 PET-CT 检查在早期 NSCLC 手术治疗前评价淋巴结转移的诊断效能,以期为肺癌的手术治疗提供一些有价值的参考信息。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2019 年 1 月至 2023 年 4 月在本院术前完成 PET-CT 检查且接受肺癌根治性手术治疗的 232 例早期 NSCLC 患者为研究对象。纳入标准:(1)术前临床分期符合国际肺癌研究协会 TNM 第九版分期中 I、II 期 NSCLC 的诊断标准^[7];(2)经病理证实为 NSCLC,清扫的淋巴结行组织病理学检查。排除标准:(1)术前接受放疗、化疗、靶向治疗或免疫治疗等新辅助治疗;(2)肺癌术后复发;(3)合并其他恶性肿瘤;(4)合并活动性肺结核。本研究经医院伦理委员会批准(审批号:ZE2025-148-01),患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 PET-CT 检查

检查前患者空腹 4 h 以上,在确保患者空腹血糖值正常后注射¹⁸F-氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG),剂量为 0.15~0.20 mCi/kg,患者在注射后平卧 1 h,并排空膀胱,然后进行全身 PET-CT(德国 Siemens 公司 Biograph True Point 64)检查。扫描条件:层厚 2 mm,采集时间 2 min/床位。最大标准摄取值(maximum standardized uptake value, SUVmax)的测定由核医学专科医师测量,通过冠状位、矢状位图像精确测定病灶大小、部位,并对感兴趣区测定 CT 值、SUV 值。

1.2.2 肺癌根治性手术治疗

患者均接受胸腔镜下肺叶或肺段切除联合系统性肺门、纵隔淋巴结清扫术,淋巴结清扫要求至少 6 组淋巴结以上,并包括第 7 组淋巴结和影像学上肿大的淋巴结在内^[8-9]。以手术后病理检查结果作为判断淋巴结转移的金标准。

1.3 统计学处理

采用 SPSS24.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分比表示,采用 χ^2 检验。将手术切除的淋巴结病理结果与 PET-CT 检查结果进行比较,计算 PET-CT 诊断 NSCLC 淋巴结转移的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值及准确度。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估原发灶 SUVmax 值和淋巴结 SUVmax 值对早期 NSCLC 淋巴结转移的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基本临床特征

在 232 例 NSCLC 患者中,男 111 例(47.84%),女 121 例(52.16%),年龄 30~85 岁,平均(63.23 $\pm$ 9.29)岁;右侧肺癌 149 例(64.22%),左侧肺癌 83 例(35.78%);术前 PET-CT 检查显示实性结节 161 例(69.40%),磨玻璃结节 71 例(30.60%),肺结节平均最大径(2.58 $\pm$ 1.39)cm;222 例(95.69%)拟诊为肺癌,10 例(4.31%)拟诊为良性结节,术前 20 例(8.62%)PET-CT 检查考虑有淋巴结转移。术后病理分期:I 期 170 例(73.28%),II 期 35 例(15.09%),III 期 27 例(11.64%);病理类型:腺癌 200 例(86.21%),鳞癌 23 例(9.91%),其他类型 9 例(3.88%);分化程度:低分化 63 例(27.16%),中分化 133 例(57.33%),高分化 36 例(15.52%);63 例(27.16%)有胸膜侵犯,45 例(19.40%)有淋巴结转移,36 例(15.52%)有脉管侵犯,3 例(1.29%)切缘阳性,1 例(0.43%)有神经侵犯。全组手术共清扫 3 032 枚淋巴结,其中转移的淋巴结共 129 枚。

2.2 术前 PET-CT 检查对不同特征肺结节淋巴结转移的诊断效能

结果显示,PET-CT 检查对 NSCLC 诊断的准确度为 95.69%(222/232),对淋巴结转移诊断的准确度为 85.78%(199/232)。磨玻璃结节患者 PET-CT 检查结果与术后病理完全相符;实性结节患者术前 PET-CT 检查提示 12.42%(20/161)有淋巴结转移,术后病理证实为 27.95%(45/161);不同性质肺结节检出率比较差异有统计学意义($P < 0.01$)。肺结节最

大径 ≥ 3 cm 患者术前 PET-CT 检查提示 15.71% (11/70) 有淋巴结转移, 术后病理证实为 34.29% (24/70); 肺结节最大径 < 3 cm 患者术前 PET-CT 检查提示 5.56% (9/162) 有淋巴结转移, 术后病理证实为 12.96% (21/162); 不同大小肺结节检出率比较差异有统计学意义 ($P < 0.01$), 见表 1。

表 1 232 例 NSCLC 患者不同特征肺结节淋巴结转移情况 (n)

PET-CT 检查	病理结果 (n=232)		肺结节性质				肺结节最大径			
			磨玻璃 (n=71)		实性 (n=161)		≥ 3 cm (n=70)		< 3 cm (n=162)	
	转移	无	转移	无	转移	无	转移	无	转移	无
转移	16	4	0	0	16	4	9	2	7	2
无	29	183	0	71	29	112	15	44	14	139
χ^2	51.42				24.62				14.22	
P	< 0.01				< 0.01				< 0.01	

PET-CT 检查对肺磨玻璃结节淋巴结转移诊断的特异度、准确度和阴性预测值均为 100.00%; PET-CT 对肺结节最大径 < 3 cm 淋巴结转移诊断的准确度和阴性预测值优于肺结节最大径 ≥ 3 cm, 见表 2。

表 2 PET-CT 检查对 232 例早期 NSCLC 患者淋巴结转移的诊断效能 (%)

项目	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
肺结节性质					
磨玻璃		100.00	100.00		100.00
实性	35.56	96.55	79.50	80.00	79.43
肺结节最大径					
≥ 3 cm	37.50	95.65	75.71	81.82	74.57
< 3 cm	33.33	98.58	90.12	77.78	90.85
合计	35.56	97.86	85.78	80.00	86.32

2.3 PET-CT 检查 SUVmax 值对 NSCLC 淋巴结转移的预测价值

ROC 曲线分析显示对于早期 NSCLC 淋巴结转移的预测, 原发灶 SUVmax 曲线下面积为 0.795 (0.737~0.853), 截断值为 3.83 ($P < 0.001$); 淋巴结 SUVmax 曲线下面积为 0.724 (0.632~0.817), 截断值为 3.07 ($P < 0.001$), 见图 1。

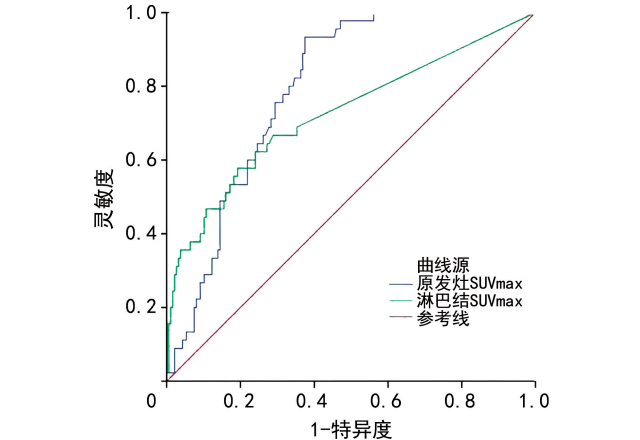


图 1 SUVmax 值预测 NSCLC 淋巴结转移的 ROC 曲线分析

3 讨 论

早期肺癌的标准术式为解剖性肺叶切除及肺门纵隔淋巴结清扫术。但 CALGB140503、JCOG0802 及 JCOG1211 等大型前瞻性临床研究^[10-12]显示, 对于部分没有纵隔淋巴结转移的早期肺癌患者, 亚肺叶切除手术效果不劣于肺叶切除, 而对肺功能的保护效果优于肺叶切除, 因此临床上使用亚肺叶切除术和选择性淋巴结采样治疗早期肺癌的病例逐渐增多。《中华医学会肺癌临床诊疗指南 (2024 版)》亦指出, 在肺门及纵隔淋巴结评估阴性的情况下, 肺楔形切除可以用于外周型肿瘤最大径 2 cm 以下的 NSCLC^[13]。早期肺癌手术治疗方式的改进强调了对早期肺癌患者术前纵隔淋巴结转移状态进行准确分期的重要性, 既可避免不必要的扩大手术治疗, 达到减少创伤, 改善生存质量的目的, 又可避免因分期过高失去根治手术的机会。

早期肺癌术前临床分期的关键在于淋巴结转移状态, 常用的淋巴结诊断方法包括: 非侵入性方法 (如 CT、PET-CT) 和侵入性方法 (如纵隔镜检查、超声引导下经支气管穿刺)。目前侵入性方法是淋巴结评估的金标准^[14], 但费用较高, 存在气胸、出血等并发症风险, 尤其是对于早期 NSCLC 患者, 临床开展应用受限^[15-18]。在非侵入性方法中, 文献报道 CT 检查评估淋巴结转移的灵敏度为 47%~60%, 特异度为 70%~83%, 而 PET-CT 诊断肺癌淋巴结转移的灵敏度和特异度分别为 81%~85% 和 85%~91%^[19-22]。由此可见, CT 检查单纯以淋巴结大小作为淋巴结转移的标准, 并不是一个准确的淋巴结分期手段。本研究仅纳入早期 NSCLC 患者, 显示 PET-CT 在诊断早期 NSCLC 淋巴结转移具有明显优势, 特异度为 97.86%。本研究中磨玻璃结节患者淋巴结转移诊断的准确度达 100.00%, 这与磨玻璃结节多属于浸润前病变, 侵袭性较低有关^[23], 提示如果磨玻璃结节患者术前 PET-CT 检查未见淋巴结转移, 可考虑不行系统淋巴结清扫而改为淋巴结采样, 以减少手术创伤^[8]。

本研究中实性结节患者淋巴结转移诊断的准确度为 79.50%，灵敏度仅为 35.56%，提示 PET-CT 不能直接用于指导 NSCLC 实性结节的淋巴结清扫。既往的研究表明，肺癌原发灶为实性、分化程度越低、病灶越大越容易发生淋巴结转移，其中原发灶的大小是淋巴结转移的独立危险因素^[24-26]。本研究中 PET-CT 对最大径<3 cm 结节淋巴结转移诊断的准确度和阴性预测值优于结节最大径≥3 cm，提示肺结节最大径≥3 cm 的 NSCLC 即使术前 PET-CT 评估无淋巴结转移，也可能存在纵隔淋巴结的隐匿性转移，可考虑术前进一步完善纵隔镜检查或超声引导下经支气管穿刺检查。

SUVmax 为病灶对显像剂的最大摄取值，是 PET-CT 检查中最常用的半定量指标，反映肿瘤代谢活性水平，用于评估肿瘤生物学侵袭性、病理学特征和潜在的扩散能力。若原发灶 SUVmax 较高，可能存在隐匿性淋巴结转移。李雪蓉等^[27]报道 56 例 NSCLC 患者，当 NSCLC 原发灶 SUVmax>11.29 时，淋巴结转移的发生率明显高于原发灶 SUVmax<11.29，建议 SUVmax 值为 11.29 作为预测淋巴结转移的临界值点，需要指出的是，该研究中 46.4% 的病例术后病理诊断淋巴结转移，晚期患者比例较高。KASEDA 等^[24]分析 246 例术前临床分期 I 期的 NSCLC 患者，31 例术后病理诊断淋巴结转移，该研究提出原发灶 SUVmax>3.0 是隐匿性淋巴结转移的高危因素。本研究显示原发灶 SUVmax>3.83 是预测早期 NSCLC 淋巴结转移的截断值，与 KASEDA 等^[24]的研究结果相近。

淋巴结 SUVmax 是临床上评估淋巴结转移的一个定量指标，目前临床上尚无公认的阳性值，部分研究选择淋巴结 SUVmax≥2.5 作为淋巴结转移评定标准。WUMENER 等^[28]纳入了 78 例肺癌患者进行研究，发现淋巴结 SUVmax≥2.5 评定淋巴结转移的特异度为 38.8%，灵敏度为 82.6%，无法用于鉴别是否为转移淋巴结。LEE 等^[29]收集 152 例 NSCLC 患者 271 枚淋巴结资料，淋巴结 SUVmax 截断值为 4.0 时的特异度为 94.5%，灵敏度为 70.4%。本研究中判断淋巴结转移的淋巴结 SUVmax 截断值为 3.07。

综上所述，本研究显示在早期 NSCLC 中，术前 PET-CT 检查对磨玻璃结节淋巴结转移诊断准确率高，但对实性结节的淋巴结转移诊断价值有限，不足以用于指导淋巴结清扫。原发病灶 SUVmax≥3.83 或淋巴结 SUVmax≥3.07 是早期 NSCLC 淋巴结转移的高危因素。

参考文献

[1] GREGORY J, DOUGLAS E, DAVID S, et al. Non-small cell lung cancer, version 4. 2024,

NCCN clinical practice guidelines in oncology [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2024, 22(4): 249-274.

[2] ZHANG D, CHEN X, ZHU D, et al. Intrapulmonary lymph node metastasis is common in clinically staged IA adenocarcinoma of the lung [J]. Thorac Cancer, 2019, 10(2): 123-127.

[3] 曾蕾, 熊亮. 128 排(256 层)CT 诊断肺癌患者肿瘤分化及纵隔淋巴结转移的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2025, 36(3): 184-188.

[4] 孙兴智, 栗鸿宝, 朱思毅, 等. 多层螺旋 CT 灌注参数联合外周血炎症复合指标对非小细胞肺癌患者纵隔淋巴结转移的预测价值[J]. 放射学实践, 2025, 40(3): 325-330.

[5] XIE Y, ZHAO H, GUO Y, et al. A PET/CT nomogram incorporating SUVmax and CT radiomics for preoperative nodal staging in non-small cell lung cancer [J]. Eur Radiol, 2021, 31(8): 6030-6038.

[6] HUANG Y, JIANG X, XU H, et al. Preoperative prediction of mediastinal lymph node metastasis in non-small cell lung cancer based on ¹⁸F-FDG PET/CT radiomics [J]. Clin Radiol, 2023, 78(1): 8-17.

[7] RAMI-PORTA R, NISHIMURA K K, GIROUX D J, et al. The IASLC lung cancer staging project: proposals for revision of the TNM stage groups in the forthcoming (ninth) edition of the TNM classification for lung cancer [J]. J Thorac Oncol, 2024, 19(7): 1007-1027.

[8] 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.

[9] YOSHIDA Y, SAEKI N, YOTSUKURA M, et al. Visualization of patterns of lymph node metastases in non-small cell lung cancer using network analysis [J]. JTCVS Open, 2022, 12: 410-425.

[10] ALTORKI N, WANG X, KOZONO D, et al. Lobar or sub-lobar resection for peripheral stage IA non-small-cell lung cancer [J]. N Engl J Med, 2023, 388(6): 489-498.

[11] SAJI H, OKADA M, TSUBOI M, et al. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicenter, open-label, phase3, randomized, controlled, non-inferiority

- trial[J]. *Lancet*, 2022, 399(10335):1607-1617.
- [12] AOKAGE K, SUZUKI K, SAJI H, et al. Segmentectomy for ground-glass-dominant lung cancer with a tumor diameter of 3cm or less including ground-glass opacity (JCOG1211): a multicenter, single-arm, confirmatory, phase 3 trial[J]. *Lancet Respir Med*, 2023, 11(6):540-549.
- [13] 中华医学会肿瘤学分会. 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2024 版)[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(34):3175-3213.
- [14] 刘宝东, 陈海泉, 刘伦旭, 等. 肺结节多学科微创诊疗中国专家共识[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(8):1061-1074.
- [15] UGURLU E, METIN M, CETIN N, et al. Evaluation of hypermetabolic mediastinal-hilar lymph nodes determined by PET/CT with EBUS-TBNA and calculation of SUVmax cut off values in differentiation of malignancy[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(35):e34928.
- [16] BOTANA-RIAL M, LOJO-RODRÍGUEZ I, LEIRO-FERNÁNDEZ V, et al. Is the diagnostic yield of mediastinal lymph node cryobiopsy (cryoEBUS) better for diagnosing mediastinal node involvement compared to endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration (EBUS-TBNA)? A systematic review[J]. *Respir Med*, 2023, 218:107389.
- [17] NAQVI A, BONERT M, FINLEY C, et al. Role of EBUS-TBNA/EUS-FNA and mass spectrometry for diagnosis and typing of lymph node amyloidosis: 10-year experience in two tertiary care academic centers[J]. *Cancer Cytopathol*, 2023, 131(11):724-734.
- [18] VEGAR ZUBOVIC S, KRISTIC S, HADŽIĆ-ASANOVIĆ B. Positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) and CT for N staging of non-small cell lung cancer[J]. *Med Glas (Zenica)*, 2017, 14(2):199-203.
- [19] 庞宇菲, 梁宇, 常银江. 增强 CT 扫描联合灌注成像对非小细胞肺癌临床分期及淋巴结转移的评估价值[J]. *淮海医药*, 2025, 43(1):13-17.
- [20] KALINKE L, THAKRAR R, JANES S M. The promises and challenges of early non-small cell lung cancer detection: patient perceptions, low-dose CT screening, bronchoscopy and biomarkers[J]. *Mol Oncol*, 2021, 15(10):2544-2564.
- [21] 袁小记, 孙秀彬, 韩榕, 等. CT 放射组学在鉴别纵隔淋巴结结核与非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移瘤中的应用价值[J]. *中国防痨杂志*, 2023, 45(10):949-956.
- [22] 刘秀婷, 李子荣, 祁婧, 等. 基于 PET/CT 图像融合的非小细胞肺癌淋巴结转移预测[J]. *湖北大学学报(自然科学版)*, 2024, 46(6):754-761.
- [23] 王永勇, 王家宁, 廖永德. PET/CT 及 EBUS-TBNA 对于非小细胞肺癌淋巴结转移评估作用的比较[J]. *华中科技大学学报(医学版)*, 2017, 46(6):683-686.
- [24] KASEDA K, ASAKURA K, KAZAMA A, et al. Risk factors for predicting occult lymph node metastasis in patients with clinical stage I non-small cell lung cancer staged by integrated fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography [J]. *World J Surg*, 2016, 40(12):2976-2983.
- [25] 张毓艺, 姚稚明, 陈聪霞, 等. FDG PET/CT 原发性代谢对非小细胞肺癌区域淋巴结转移预测价值[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2018, 25(11):816-820.
- [26] 张成, 袁延亮. 非小细胞肺癌淋巴结转移的危险因素[J]. *吉林医学*, 2025, 46(3):580-584.
- [27] 李雪蓉, 肖雄, 冯洪燕, 等. ^{18}F -FDG PET/CT 非小细胞肺癌原发灶代谢参数和纵隔淋巴结 SUVmax 预测纵隔淋巴结转移的价值[J]. *实用医学杂志*, 2019, 35(23):3676-3680.
- [28] WUMENER X, ZHANG Y, WANG Z, et al. Dynamic FDG-PET imaging for differentiating metastatic from non-metastatic lymph nodes of lung cancer[J]. *Front Oncol*, 2022, 12:1005924.
- [29] LEE J W, KIM E Y, KIM D J, et al. The diagnostic ability of ^{18}F FDG PET/CT for mediastinal lymph node staging using ^{18}F FDG uptake and volumetric CT histogram analysis in non-small cell lung cancer[J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(12):4515-4523.

(收稿日期:2025-03-14 修回日期:2025-06-22)

(编辑:唐 璞)