

论 著

基于¹⁸F-FDG PET/CT和高分辨率CT(HRCT)影像学特征对 I 期非小细胞肺癌(NSCLC)隐匿性淋巴结转移的危险因素分析

1.中山大学附属江门医院(江门市中心医院)核医学科 (广东 江门 529070)

2.中山大学附属江门医院(江门市中心医院)放射科 (广东 江门 529070)

3.中山大学附属江门医院(江门市中心医院)病理科 (广东 江门 529070)

段晓蓓¹ 张嘉瑜² 孙丽霞³邹伟强¹ 秦贵磷¹ 伍日照¹黄斌豪^{1,*}

【摘要】目的 基于¹⁸F-FDG PET/CT、HRCT影像学特征对临床 I 期非小细胞肺癌(NSCLC)隐匿性淋巴结转移(OLM)的危险因素分析。方法 以2017年1月至2020年5月我院经手术完整切除,并有病理组织学证实的临床 I 期156例NSCLC患者为研究对象。所有纳入患者术前均接受¹⁸F-FDG PET/CT全身检查,其中男75例,女81例,平均年龄(60.1±11.2)岁,年龄范围19~81岁。以有无发生OLM进行分组,分为阳性组和阴性组。记录肺癌原发病灶的SUV_{max}、HRCT影像学征象,采用单因素统计学分析影像学特征与OLM之间的关系,筛选预测 I 期NSCLC发生OLM的危险因素并建立回归模型。结果 156例临床 I 期NSCLC患者中,共32例(20.5%)发生OLM。单因素分析OLM阳性组和阴性组在病灶实性成分比例(PSC)、SUV_{max}之间的差异均具有统计学意义(P=0.017, P<0.001),余CT影像学征象在两组间的差异无统计学意义(P>0.05)。多因素Logistic回归分析提示,仅SUV_{max}为 I 期NSCLC发生OLM的独立危险因素,OR值为1.167(95%置信区间:1.080~1.260; P<0.001)。受试者特征曲线(ROC)分析结果显示SUV_{max}最佳阈值为7.9,曲线下面积(AUC)为0.738,敏感度、特异度和准确度分别为71.9%, 69.4%和69.9%。结论 原发灶PSC、SUV_{max}与临床 I 期NSCLC发生OLM有关, SUV_{max}是预测临床 I 期NSCLC发生OLM的独立危险因素。

【关键词】¹⁸F-FDG PET/CT; 非小细胞肺癌; 计算机成像; 淋巴结转移; 最大标准化摄取值

【中图分类号】R734.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.11.014

Risk Analysis of Occult Lymph Node Metastasis Using HRCT and ¹⁸F-FDG PET/CT in Patients with Stage I NSCLCDUAN Xiao-bei¹, ZHANG Jia-yu², SUN Li-xia³, ZOU Wei-qiang¹, QIN Gui-lin¹, WU Ri-zhao¹, HUANG Bin-hao^{1,*}.

1.Department of Nuclear Medicine, Jiangmen Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University (Jiangmen Central Hospital), Jiangmen 529070, Guangdong Province, China

2.Department of Radiology, Jiangmen Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University (Jiangmen Central Hospital), Jiangmen 529070, Guangdong Province, China

3.Department of Pathology, Jiangmen Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University (Jiangmen Central Hospital), Jiangmen 529070, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the relevance of ¹⁸F-FDG PET/CT and high-resolution computed tomography (HRCT) findings for risk analysis of occult lymph node metastasis (OLM) in patients with TNM stage I NSCLC. **Methods** A total of 156 consecutive patients with stage I NSCLC (75 males and 81 females; median age, 60.1±11.2 years; age range:19-81 years) were analyzed retrospectively between January 2017 and May 2020. All patients received ¹⁸F-FDG PET/CT examination preoperatively and were subdivided into OLM positive and negative groups. The maximum standardized uptake value (SUV_{max}) of the primary lesion and HRCT findings were recorded and compared using univariate analysis between OLM positive and negative groups, respectively. Logistic regression analysis was used to establish a predictive model between PET/CT parameters and OLM status. Receiver operating characteristic (ROC) analysis was performed to assess the diagnostic performance and determine cutoff values. **Results** There were 32 cases (20.5%) in the OLM positive group and 123 cases (79.5%) in the negative group. Significant statistical differences were shown in SUV_{max} and PSC between the OLM positive and negative groups (P=0.017; P<0.001). SUV_{max} was an independent risk factor for OLM positive in multi-variation logistic regression analysis (OR (odd ratio) value: 1.167; 95% CI (confidence interval): 1.080-1.260; P<0.001). The optimum cutoff value for OLM positive was SUV_{max} greater than 7.9. ROC curve analysis showed the area under the curve (AUC), sensitivity, specificity, and accuracy was 0.738, 71.9%, 69.4%, 69.9%, respectively. **Conclusion** The PET/CT and HRCT characteristics were helpful in differentiating the OLM status in patients with stage I lung adenocarcinoma. SUV_{max} was an independent factor for the prediction of OLM in NSCLC.

Keywords: ¹⁸F-FDG PET/CT; Non-Small Cell Lung Cancer; Computed Tomography; Lymph Node Metastasis; SUV_{max}

肺癌是全球发病率和死亡率最高的恶性肿瘤,发病率占癌症总发病人数的11.6%,死亡率占癌症总死亡人数的18.4%^[1]。按组织学类型可将肺癌分为非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)和小细胞肺癌(small cell lung cancer, SCLC),分别占肺癌的85%和15%^[2]。淋巴结转移是NSCLC预后的重要因素,影响患者诊疗方案的制定^[3]。对于没有发生淋巴结转移的NSCLC患者,推荐采用微创手术切除方式,尽可能保留更多的肺功能,提高患者术后生活质量^[4]。隐匿性淋巴结转移(occult lymph node metastasis, OLM)是指影像学检查无阳性发现,但病理组织学证实有转移性淋巴结。发生OLM的NSCLC患者风险系数明显增加,需要积极的治疗手段,如扩大病灶切除范围、系统性淋巴结清扫和术后辅助化疗等,以改善临床预后生存^[5]。因此,术前准确判断NSCLC患者有无发生OLM对治疗方案的选择非常重要。本研究回顾性分析临床 I 期NSCLC PET/CT代谢参数和高分辨率CT(high resolution computed tomography, HRCT)影像学征象,筛选独立危险因素用来预测OLM,从而指导临床进行精准诊疗。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为回顾性研究,经过医学伦理委员会批准,并豁免纳入患者

【第一作者】段晓蓓,女,副主任医师,主要研究方向:肿瘤PET/CT影像学诊断。E-mail: 258573168@qq.com

【通讯作者】黄斌豪,男,主任医师,主要研究方向:PET/CT与SPECT/CT影像诊断及核素治疗。E-mail: 13702288099@163.com

知情同意书。

收集2017年1月至2020年5月在我院接受手术根治切除术,并经病理组织学证实的原发性肺癌患者。纳入标准:术后病理组织学和免疫组化诊断为NSCLC;术前2周内行 ^{18}F -FDG PET/CT检查;CT影像学表现为孤立性肺部病变;PET/CT影像分期为cN0M0;术前未行任何放化疗。排除标准:支气管纤维镜或CT引导下穿刺活检确诊的NSCLC;不符合手术标准或拒绝手术;既往恶性肿瘤病史;术前接受过新辅助治疗。共收集临床I期NSCLC患者156例,其中男75例,女81例;年龄范围19~81岁,平均年龄(60.1±11.2)岁。

1.2 仪器与方法 采用Discovery VCT 64型 PET/CT扫描仪(美国GE公司),氟脱氧葡萄糖(^{18}F -FDG)由广州原子高科有限公司提供, ^{18}F -FDG放化纯度>95%。所有患者检查前空腹至少6h,采指尖血测血糖,控制血糖水平<8.1mmol/L,静脉注射 ^{18}F -FDG 3.70~5.55MBq/kg,随后嘱患者安静平卧休息40~60min,排空膀胱后行体部PET/CT显像。CT扫描参数为自动管电流技术,随扫描部位不同而动态变化,螺距为0.516:1,管电压为120kV。PET扫描采用3D采集方式,2~3min/床位,5~7个床位。应用CT数据进行衰减校正,迭代法重建,最终获得三维图像。吸气屏气状态下采用HRCT对肺部病变进行扫描,层厚为0.625mm。

1.3 图像分析 所有患者的PET/CT图像由2名有丰富经验的核医学医师单独阅片,阅片结果不一致时,经共同协商达成一致。沿肺部病灶勾画感兴趣区(ROI),由工作站软件自动计算出最大标准化摄取值(SUV_{max})。在HRCT中,采用肺窗和纵隔窗进行观察。肺部病灶的HRCT特征包括径线(横断位最大层面肺部病灶长径和垂直短径的平均值)、位置、病灶实性成分比例PSC(横断位最大层面病灶实性成分径线与病灶总径线的比值)、形态、“分叶征”、“毛刺征”、“空泡征”、“空气支气管征”、“胸膜牵拉征”、周围肺气肿^[6-7]。

1.4 病理组织学诊断 将所有患者术后切除的病灶组织标本进行常规病理检测。病理由2名经验丰富的胸部病理学医生评估。诊断依据参考2015年WHO胸部肿瘤学分类标准^[8]。本研究将符合纳入标准的病例按照有无发生OLM分为阳性组和阴性组。

1.5 统计学方法 应用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析。对数据进行正态性检验和方差齐性检验,服从正态分布且方差齐性,用($\bar{x} \pm s$)表示,采用单因素方差分析,不满足者,使用非参数检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法检验。采用多因素Logistic回归筛选变量,分析OLM的危险因素,建立回归方程,对有统计学差异的变量指标进行受试者特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线分析,采用曲线下面积(area under curve, AUC)评价诊断效能。以 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 156例患者的临床基本特征 根据病理组织学诊断结果有无发生OLM,入组临床I期NSCLC患者分为阳性组32例,男18例,女14例,年龄范围为33~76岁,平均

年龄(60.22±10.66)岁;阴性组124例:男57例,女67例,年龄范围为19~84岁,平均年龄(60.09±11.39)岁。两组在性别、年龄上的差异均无统计学意义($\chi^2=1.077$, $P=0.299$; $Z=-0.285$, $P=0.775$)。OLM阳性组病灶径线范围为10.0~40.0mm,平均径线为(23.86±9.38)mm,大于OLM阴性组[病灶径线范围为5.0~40.0mm,平均径线为(20.78±8.08)mm],但两组间差异无统计学意义($Z=-1.460$, $P=0.144$)。OLM阳性组和阴性组在病灶位置、病理亚型间分布差异无明显统计学意义($\chi^2=8.891$, $P=0.064$; $\chi^2=2.639$, $P=0.267$)。见表1。

2.2 HRCT影像学特征对比分析 病灶实性成分比例PSC范围为0~1.0,OLM阳性组平均值为0.99±0.06,高于阴性组(0.88±0.27),两组间差异具有统计学意义($Z=-2.391$, $P=0.017$)。OLM阳性组和阴性组在病灶密度、形态、“分叶征”、“毛刺征”、“空泡征”、“空气支气管征”、“胸膜牵拉征”、周围肺气肿等影像学征象之间的差异均无统计学意义($\chi^2=5.754$, $P=0.056$; $\chi^2=0.456$, $P=0.500$; $\chi^2=0.139$, $P=0.709$; $\chi^2=0.000$, $P=0.984$; $\chi^2=0.723$, $P=0.395$; $\chi^2=0.357$, $P=0.550$; $\chi^2=0.010$, $P=0.920$; $\chi^2=0.057$, $P=0.812$)。见表1。

2.3 ^{18}F -FDG PET/CT影像表现 OLM阳性组肺病灶均不同程度摄取FDG且代谢增高,SUV_{max}范围为1.2~34.2,平均值为10.92±6.53(图1),明显高于OLM阴性组[SUV_{max}范围为0.5~21.2,平均值为6.09±4.84(图2)],两组间差异具有统计学意义($Z=-4.141$, $P < 0.001$),见表1。

2.4 多因素Logistic回归及ROC分析 单因素分析提示病灶实性成分比例PSC、SUV_{max}可能是预测隐匿性淋巴结转移的潜在危险因素,而多因素Logistic回归分析提示,仅SUV_{max}纳入回归方程,回归系数为0.154,Wald值为15.365, $P=0.000$,回归方程为 $P=1/[1+\exp\{-(-2.626+0.154x_1)\}]$, x_1 代表SUV_{max},提示SUV_{max}是预测临床I期NSCLC发生OLM的独立危险因素,OR值为1.167(95%置信区间:1.080~1.260; $P < 0.001$)。通过ROC曲线分析诊断效能,结果显示SUV_{max}最佳阈值为7.9,对应曲线下面积(AUC)为0.738,敏感度、特异度和准确度分别为71.9%、69.4%和69.9%(图3)。

表2 PET/CT参数预测I期NSCLC发生OLM的Logistic回归分析

参数	B	S.E.	Wald	OR值	95%置信区间	P
SUV _{max}	0.154	0.039	15.365	1.167	1.080~1.260	0.000
PSC	3.577	2.880	1.543	35.771	0.127~10105.988	0.214

注:OR表示比值比。

3 讨论

NSCLC的精准诊断和分期是制定临床诊疗策略的重要参考依据。研究表明,如果NSCLC存在OLM,需要采取积极的治疗策略,如标准肺叶切除术及系统性淋巴结清扫术^[5,9]。同时,OLM是肺癌局部复发的重要因素,与cN₀期NSCLC术后的预后不良明显相关^[10-11]。因此,通过 ^{18}F -FDG PET/CT、HRCT影像学检查术前准确预测NSCLC有无发生OLM,对患者临床

表1 临床I期NSCLC OLM阳性组和阴性组的临床特征和PET/CT影像学特征对比分析

参数		阴性组(n=124)	阳性组(n=32)	检验值	P
性别(男/女)		57/67	18/14	1.077	0.299
年龄(岁)		60.09±11.39	60.22±10.66	-0.285	0.775
SUV _{max}		6.09±4.84	10.92±6.53	-4.141	<0.001
径线(mm)		20.78±8.08	23.86±9.38	-1.460	0.144
PSC		0.88±0.27	0.99±0.06	-2.391	0.017
病理类型	腺癌	107	24	2.639	0.267
	鳞癌	10	4		
	其他	7	4		
位置	左肺上叶	22	4	8.891	0.064
	左肺下叶	19	5		
	右肺上叶	41	14		
	右肺中叶	22	0		
密度	右肺下叶	20	9	5.754	0.056
	非实性	8	0		
	部分实性	18	1		
形态	实性	98	31	0.456	0.500
	规则	26	5		
毛刺征	不规则	98	27	0.000	0.984
	无	54	14		
分叶征	有	70	18	0.139	0.709
	无	27	6		
空泡征	有	97	26	0.723	0.395
	无	109	30		
空气支气管征	有	15	2	0.357	0.550
	无	99	24		
胸膜牵拉征	有	25	8	0.010	0.920
	无	36	9		
周围肺气肿	有	88	23	0.057	0.812
	无	119	31		
		5	1		

注：NSCLC：非小细胞肺癌；OLM：隐匿性淋巴结转移；SUV_{max}：最大标准化摄取值；PSC：实性成分比例。下同。

治疗方案选择和危险分层管理具有重要临床意义。

既往文献报道cN₀期NSCLC患者OLM的发生率约为7.6%~22.1%^[12-16]。本研究纳入了156例临床 I 期NSCLC，其中32例发生OLM(20.5%)，总体发生率与文献报道一致。

¹⁸F-FDG PET/CT显像在肺癌中具有重要的临床应用价值^[17]，已广泛应用于术前临床诊断分期，利用形态学和功能代谢信息可以有效鉴别良性和转移性淋巴结^[18-19]。研究证实PET/CT在纵隔淋巴结分期中具有重要的临床价值^[20-21]。本研究选取了cN₀期NSCLC，即PET/CT检查未见FDG异常摄取增高的肿大淋巴结，分析PET/CT、HRCT影像学特征与OLM之间的关系，单因素分析提示病灶实性成分比例(PSC)、SUV_{max}与OLM有关，阳性组PSC、SUV_{max}均高于阴性组，两组间差异具有统计学意义(P<0.05)，而性别、年龄、病理亚型、病灶位置、径线，以及其余HRCT影像特征之间差异均无统计学意义(P>0.05)。丁重阳等^[22]的研究了¹⁸F-FDG PET/CT预测周围型NSCLC小病灶

发生OLM的价值，认为性别、年龄、肿瘤位置、病理类型均与OLM无关，这与本研究结果一致。Hayashi等^[23]认为CT影像中原发肺癌实性成分的大小具有预测淋巴结转移的潜力。李琼等^[24]分析了136例直径≤3cm的肺腺癌患者，研究认为肿瘤的实性成分大小、SUV_{max}是肺腺癌淋巴结转移的重要预测因子，而肿瘤的大小不是预测淋巴结转移的独立因素，其中非实性结节(磨玻璃结节)7例，均未见淋巴结转移。本研究中单因素分析得出PSC与隐匿性淋巴结转移有关，PSC越高，发生OLM的几率就增大，其中非实性结节8例，均未见发生OLM，与文献报道一致。但多因素分析显示PSC并不是独立危险预测因素，可能与病例研究样本的选择有关。

本研究认为SUV_{max}是预测临床 I 期NSCLC患者OLM的独立危险因素，OR值为1.167(95%置信区间：1.080~1.260；P<0.001)；ROC分析结果显示SUV_{max}最佳阈值为7.9，对应曲线下面积(AUC)为0.738，敏感度、特异度和准确度分别

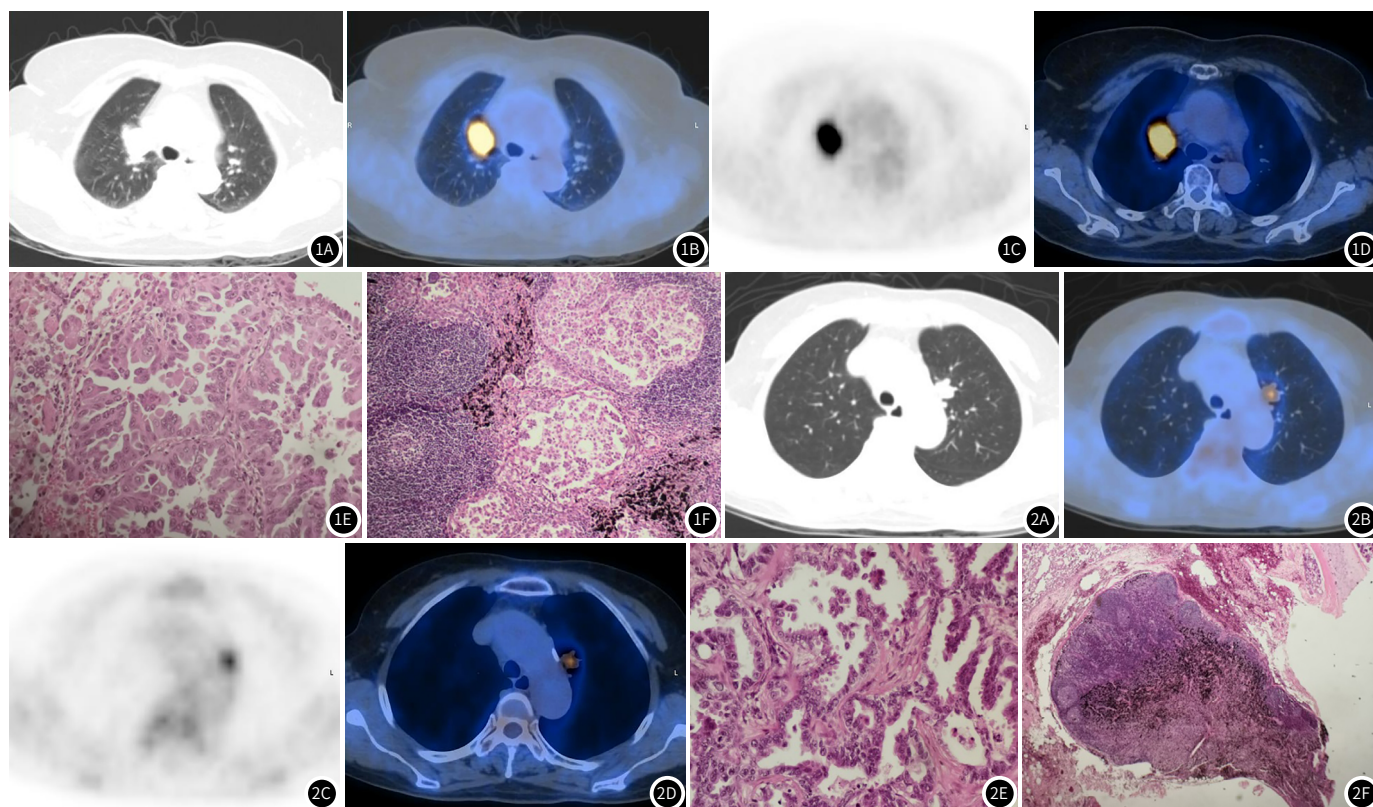


图1 临床I期NSCLC患者隐匿性淋巴结转移阳性的PET/CT图和病理图。图1A~1C 患者,女,73岁;咳嗽、少痰3月余。 ^{18}F -FDG PET/CT图像示右肺上叶近纵隔旁见糖代谢异常增高的软组织结节,大小为 $2.4\text{cm} \times 3.0\text{cm}$, SUV_{max} 为16.2;图1D 纵隔窗示双肺门及纵隔内未见糖代谢异常增高的肿大淋巴结;图1E~1F 术后病理图(HE $\times 200$ 、HE $\times 100$),病理结果示:浸润性腺癌,4区淋巴结见转移癌。**图2** 临床I期NSCLC患者隐匿性淋巴结转移阴性的PET/CT图和病理图。图2A~2C 患者,女,62岁;体检发现左肺结节5天,无不适。 ^{18}F -FDG PET/CT图像示左肺上叶尖后段见糖代谢异常增高的结节,大小约 $1.3\text{cm} \times 1.7\text{cm}$, SUV_{max} 为4.7;图2D 纵隔窗示双肺门及纵隔内未见糖代谢异常增高的肿大淋巴结;图2E~2F 术后病理图(HE $\times 200$ 、HE $\times 20$),病理结果示:浸润性腺癌,淋巴结均未见转移癌。

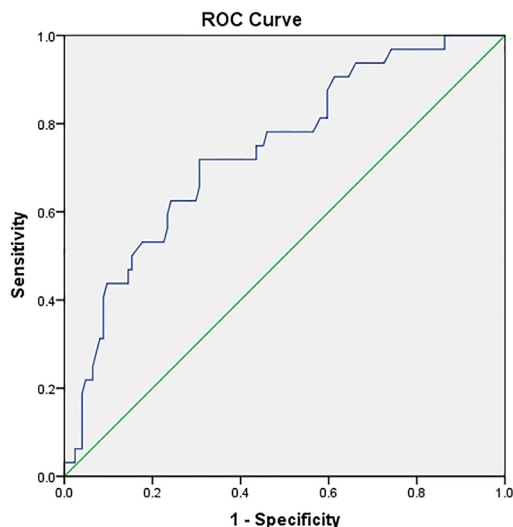


图3 基于 ^{18}F -FDG PET/CT和HRCT的模型预测I期NSCLC隐匿性淋巴结转移的ROC曲线图

为71.9%、69.4%和69.9%。Li等^[25]研究认为FDG摄取增高是病灶较小的T₁期NSCLC淋巴结及远处转移的潜在预测因子。Miyasaka等^[15]分析了265例cN₀ NSCLC患者,指出原发灶的 SUV_{max} 是预测病理性淋巴结转移的非常有意义的指标,可显著预测术后淋巴结状态,特别是原发灶 SUV_{max} 较高的NSCLC,可能有隐匿性淋巴结转移,可为进一步的术前方式提供准确的分期, $\text{SUV}_{\text{max}} \geq 10$ 的NSCLC患者中,纵隔淋巴结受累敏感度、特异度、准确度、阳性预测值和阴性预测值分别为49.0%、83.2%、76.6%、41.0%和87.3%。Xiang等^[26]认

为 SUV_{max} 联合肿瘤大小预测NSCLC隐匿性淋巴结转移具有潜在的临床价值, SUV_{max} 为4.35时,敏感度为92.9%,特异度为55.0%。吕律等^[27]认为临床IA期肺腺癌原发灶 $\text{SUV}_{\text{max}} > 2.405$ 、中央型病灶和高危病理分级为OLM的独立危险因素。本研究得出 SUV_{max} 是预测临床I期NSCLC发生OLM的独立危险因素,为肿瘤生物学侵袭性的衡量指标,与文献报道一致,不同之处是 SUV_{max} 诊断阈值较高,为7.9,原因可能是本研究纳入的NSCLC中,实性病灶所占比列较高,为82.7%(129/156),而亚实性肺结节多为惰性生长,肿瘤生物学侵袭性较低, SUV_{max} 普遍明显低于实性结节,应该是导致 SUV_{max} 诊断阈值较高的原因。

本研究存在一定的不足:(1)本研究为回顾性研究设计,存在不可避免的选择性偏倚;(2)样本量有限,需要多中心数据进行前瞻性研究;(3)文献报道肿瘤代谢体积MTV是cT1-2N₀M₀期肺腺癌发生OLM的独立预测指标^[28]。本研究未纳入上述指标,有待进一步研究。

综上,临床I期NSCLC病灶的PSC和 SUV_{max} 与OLM密切相关, SUV_{max} 是预测临床I期NSCLC患者发生OLM的独立危险因素,可为临床诊疗策略提供影像学依据,推进个体化治疗。

参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J].

- CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Siegel R L, Miller K D, Jemal A. Cancer statistics, 2017 [J]. CA Cancer, J Clin, 2017, 67(1): 7-30.
- [3] Detterbeck F C, Boffa D J, Tanoue L T. The new lung cancer staging system [J]. Chest, 2009, 136: 260-271.
- [4] Okada M, Tsutani Y, Ikeda T, et al. Radical hybrid video-assisted thoracic segmentectomy: Long-term results of minimally invasive anatomical sublobar resection for treating lung cancer [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2012, 14(1): 5-11.
- [5] Rusch V W, Hawes D, Decker P A, et al. Occult metastases in lymph nodes predict survival in resectable non-small-cell lung cancer: Report of the ACOSOG Z0040 trial [J]. J Clin Oncol, 2011, 29(32): 4313-4319.
- [6] Hansell D M, Bankier A A, MacMahon H, et al. Fleischner society: Glossary of terms for thoracic imaging [J]. Radiology, 2008, 246(3): 697-722.
- [7] Raad R A, Suh J, Harari S, et al. Nodule characterization: Subsolid nodules [J]. Radiol Clin North Am, 2014, 52(1): 47-67.
- [8] Travis W D, Brambilla E, Nicholson A G, et al. The 2015 World Health Organization Classification of Lung Tumours: Impact of genetic, clinical and radiologic advances since the 2004 classification [J]. J Thorac Oncol, 2015, 10(9): 1243-1260.
- [9] Lin L, Hu D, Zhong C, et al. Safety and efficacy of thoroscopic wedge resection for elderly high-risk patients with stage I peripheral non-small-cell lung cancer [J]. J Cardiothorac Surg, 2013, 8: 231.
- [10] Dai C H, Li J, Yu L C, et al. Molecular diagnosis and prognostic significance of lymph node micrometastasis in patients with histologically node-negative non-small cell lung cancer [J]. Tumour Biol, 2013, 34(2): 1245-1253.
- [11] Li S H, Wang Z, Liu X Y, et al. Gene diagnosis and prognostic significance of lymph node micrometastasis after complete resection of histologically node negative non-small cell lung cancer [J]. World J Surg, 2008, 32(8): 1651-1656.
- [12] Chang J Y, Senan S, Paul M A, et al. Stereotactic ablative radiotherapy versus lobectomy for operable stage I non-small-cell lung cancer: A pooled analysis of two randomised trials [J]. Lancet Oncol, 2015, 16(9): e427.
- [13] Park S Y, Yoon J K, Park K J, et al. Prediction of occult lymph node metastasis using volume-based PET parameters in small-sized peripheral non-small cell lung cancer [J]. Cancer Imaging, 2015, 15: 21.
- [14] Tsutani Y, Miyata Y, Nakayama H, et al. Prediction of pathologic node-negative clinical stage IA lung adenocarcinoma for optimal candidates undergoing sublobar resection [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2012, 144(6): 1365-1371.
- [15] Miyasaka Y, Suzuki K, Takamochi K, et al. The maximum standardized uptake value of fluorodeoxyglucose positron emission tomography of the primary tumour is a good predictor of pathological nodal involvement in clinical N0 non-small-cell lung cancer [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2013, 44(1): 83-87.
- [16] Zhang S Y, Li S L, Pei Y Q, et al. Impact of maximum standardized uptake value of non-small cell lung cancer on detecting lymph node involvement in potential stereotactic body radiotherapy candidates [J]. J Thorac Dis, 2017, 9(4): 1023-1031.
- [17] 段晓蓓, 陈相猛, 黄斌豪, 等. ^{18}F -FDG PET/CT影像学特征对I期实性肺腺癌脉管侵犯的预测价值 [J]. 中山大学学报(医学科学版), 2020, 41(4): 649-656.
- [18] Shim S S, Lee K S, Kim B T, et al. Nonsmall cell lung cancer: prospective comparison of integrated FDG PET/CT and CT alone for preoperative staging [J]. Radiology, 2005, 236(3): 1011-1019.
- [19] Birim O, Kappetein A P, Stijnen T, et al. Meta-analysis of positron emission tomographic and computed tomographic imaging in detecting mediastinal lymph node metastases in nonsmall cell lung cancer [J]. Ann Thorac Surg, 2005, 79(1): 375-382.
- [20] Kim B T, Lee K S, Shim S S, et al. Stage T1 non-small cell lung cancer: preoperative mediastinal nodal staging with integrated FDG PET/CT—a prospective study [J]. Radiology, 2006, 241(2): 501-509.
- [21] Bille A, Pelosi E, Skanjeti A, et al. Preoperative intrathoracic lymph node staging in patients with non-small-cell lung cancer: accuracy of integrated positron emission tomography and computed tomography [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2009, 36(3): 440-445.
- [22] 丁重阳, 郭喆, 孙晋, 等. ^{18}F -FDG PET/CT预测周围型非小细胞肺癌小病灶隐匿性淋巴结转移的价值 [J]. 中华核医学与分子影像学杂志, 2018, 38(7): 493-494.
- [23] Hayashi H, Ashizawa K, Ogihara Y, et al. Comparison between solid component size on thinsection CT and pathologic lymph node metastasis and local invasion in T_1 lung adenocarcinoma [J]. Jpn J Radiol, 2017, 35(3): 109-115.
- [24] 李琼, 范丽, 李清楚, 等. 直径 $\leq 3\text{cm}$ 肺腺癌病灶实性成分及最大标准化摄取值预测淋巴结转移的价值 [J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(5): 340-343.
- [25] Li M, Liu N, Hu M, et al. Relationship between primary tumor fluorodeoxyglucose uptake and nodal or distant metastases at presentation in T_1 stage non-small cell lung cancer [J]. Lung Cancer, 2009, 63(3): 383-386.
- [26] Zhou X, Chen R, Huang G, et al. Potential Clinical Value of PET/CT in Predicting Occult Nodal Metastasis in T_1 - $T_2N_0M_0$ Lung Cancer Patients Staged by PET/CT [J]. Oncotarget, 2017, 25, 8(47): 82437-82445.
- [27] 吕律, 刘瑛, 王小艺, 等. PET-CT对临床IA期肺腺癌隐匿性淋巴结转移的预测价值 [J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(6): 441-447.
- [28] Ouyang M L, Xia H W, Xu M M, et al. Prediction of occult lymph node metastasis using SUV, volumetric parameters and intratumoral heterogeneity of the primary tumor in T_1 - $T_2N_0M_0$ lung cancer patients staged by PET/CT [J]. Ann Nucl Med, 2019, 33(9): 671-680.

(收稿日期: 2020-07-10)