

## ❖胸部影像学

## <sup>18</sup>F-FDG PET/CT semi-quantitative parameters for predicting clinical stage I a—III a lung adenocarcinoma spreading through air spaces

WANG Zhenzhen<sup>1</sup>, LI Xiaotian<sup>2</sup>, MU Xingyu<sup>1</sup>, ZENG Yulong<sup>1</sup>, CHONG Weixia<sup>1</sup>,  
QIN Jie<sup>1</sup>, LI Zuguo<sup>1</sup>, ZHAO Xueqin<sup>1</sup>, WU Yang<sup>1</sup>, XU Cui ping<sup>1</sup>, FU Wei<sup>1\*</sup>

(1. Department of Nuclear Medicine, 2. Department of Radiology, Affiliated  
Hospital of Guilin Medical University, Guilin 541000, China)

**[Abstract]** **Objective** To observe the value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT semi-quantitative parameters for predicting spread through air spaces (STAS) of clinical stage I a—III a lung adenocarcinoma. **Methods** Data of 85 patients with clinical stage I a—III a lung adenocarcinoma who underwent preoperative <sup>18</sup>F-FDG PET/CT were retrospectively analyzed. The patients were divided into positive group (n=23) or negative group (n=62) according to whether pathology showed STAS or not. Clinical and PET/CT data were compared between groups, and logistic analysis was performed to explore the efficacy of each parameter for predicting STAS. **Results** Significant differences of gender, carcinoma embryonic antigen, clinical stage, pathological grade, micropapillary growth and proportion were found between groups (all P<0.05). The maximum, the mean, the peak standard uptake value (SUV<sub>max</sub>, SUV<sub>mean</sub>, SUV<sub>peak</sub>), as well as the maximum, the mean and the peak standard uptake value normalized by lean body mass (SUL<sub>max</sub>, SUL<sub>mean</sub>, SUL<sub>peak</sub>), also the total lesion glycolysis (TLG) in positive group were all significantly higher than those in negative group (all P<0.05). Patients' gender, proportion of micropapillary growth, SUV<sub>max</sub> and SUL<sub>max</sub> were all independent risk factors of STAS of clinical stage I a—III a lung adenocarcinoma. The area under the curve (AUC) of the above parameters for predicting STAS was 0.666, 0.912, 0.839 and 0.842, respectively, and of the combination was 0.957. **Conclusion** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT semi-quantitative parameters SUV<sub>max</sub> and SUL<sub>max</sub> were helpful for predicting STAS of clinical stage I a—III a lung adenocarcinoma, and further combination of gender and proportion of micropapillary growth could improve diagnostic efficacy.

**[Keywords]** lung neoplasms; adenocarcinoma; neoplasm metastasis; positron-emission tomography; tomography, X-ray computed; fluorodeoxyglucose F18

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.05.022

## <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 半定量参数预测临床 I a~III a 期肺腺癌经气腔播散

王珍珍<sup>1</sup>, 李啸天<sup>2</sup>, 牟兴宇<sup>1</sup>, 曾钰龙<sup>1</sup>, 崇维霞<sup>1</sup>, 秦杰<sup>1</sup>,  
黎祖国<sup>1</sup>, 赵雪芹<sup>1</sup>, 伍杨<sup>1</sup>, 徐翠萍<sup>1</sup>, 付巍<sup>1\*</sup>

(1. 桂林医学院附属医院核医学科, 2. 放射科, 广西 桂林 541000)

**[摘要]** **目的** 观察<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 半定量参数预测临床 I a~III a 期肺腺癌经气腔播散(STAS)的价值。**方法** 回顾性收集 85 例于术前接受<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 检查的 I a~III a 期肺腺癌患者, 根据病理显示有无 STAS 分为阳性组(n=

**[基金项目]** 广西壮族自治区卫生健康委自筹经费科研课题(Z-C20230836)。

**[第一作者]** 王珍珍(1991—), 女, 河南周口人, 硕士, 主治医师。研究方向: 肿瘤核医学。E-mail: 1101530521@qq.com。

**[通信作者]** 付巍, 桂林医学院附属医院核医学科, 541000。E-mail: 13977385850@126.com

**[收稿日期]** 2023-12-14 **[修回日期]** 2024-01-29

23)及阴性组( $n=62$ );比较组间临床及 PET/CT 所见,并以 logistic 分析观察其预测 STAS 的效能。**结果** 组间患者性别、癌胚抗原、临床分期、病理分级、微乳头状生长及其占比差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.05$ )。阳性组最大、平均及峰值标准摄取值( $SUV_{max}$ 、 $SUV_{mean}$ 、 $SUV_{peak}$ ),最大、平均及峰值瘦体标准摄取值( $SUL_{max}$ 、 $SUL_{mean}$ 、 $SUL_{peak}$ )和病灶糖酵解总量(TLG)均显著高于阴性组( $P$ 均 $<0.05$ )。性别、微乳头状生长方式占比、 $SUV_{max}$ 及  $SUL_{max}$ 均为 I a~III a 期肺腺癌 STAS 的独立危险因素,以之预测 STAS 的曲线下面积(AUC)分别为 0.666、0.912、0.839 及 0.842;其联合预测的 AUC 为 0.957。**结论**  $^{18}F$ -FDG PET/CT 参数  $SUV_{max}$ 及  $SUL_{max}$ 有助于预测临床 I a~III a 期肺腺癌 STAS;进一步联合性别及微乳头状生长方式占比可提高诊断效能。

[关键词] 肺肿瘤;腺癌;肿瘤转移;正电子发射断层显像;体层摄影术,X 线计算机;氟脱氧葡萄糖 F18

[中图分类号] R734.2;R817.4 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)05-0735-05

肺癌侵袭模式与预后相关<sup>[1]</sup>。肺腺癌传统侵袭模式包括非贴壁式生长、间质浸润、侵及胸膜和脉管。气腔播散(spread through air spaces, STAS)指单个或微乳头状、实性“细胞巢”离开瘤灶边界进入周围肺泡腔隙进行传播<sup>[2]</sup>,为肺腺癌预后不良独立危险因素<sup>[3-4]</sup>。 $^{18}F$ -FDG PET/CT 半定量参数已广泛用于鉴别良恶性肿瘤、分期及评估疗效<sup>[5]</sup>。本研究观察  $^{18}F$ -FDG PET/CT 半定量参数预测 I a~III a 期肺腺癌 STAS 的价值。

## 1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性收集 2020 年 3 月—2023 年 6 月 85 例桂林医学院附属医院于术前接受  $^{18}F$ -FDG PET/CT 检查的 I a~III a 期肺腺癌患者,男 36 例、女 49 例,年龄 38~81 岁、平均( $58.6 \pm 10.3$ )岁;其中 83 例为单发、2 例存在 2 个病灶(均非 STAS);根据病理显示有无 STAS 将其分为阳性组( $n=23$ )及阴性组( $n=62$ )。纳入标准:①术前 3 个月内接受  $^{18}F$ -FDG PET/CT;②术前未接受抗肿瘤治疗;③资料完整;④术后病理证实肺腺癌;⑤根据国际肺癌研究协会/美国胸科学会/欧洲呼吸学会标准确定临床分期为 I a~III a 期;⑥图像质量清晰。排除标准:①其他恶性肿瘤病史;②变异型浸润性腺癌;③空腹血糖  $\geq 8.33$  mmol/L。本研究经院医学伦理委员会审查批准(2023WJWZCLL-05);患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 检查前禁食 6 h 以上。经肘静脉注入  $^{18}F$ -FDG 3.7 MBq/kg 体质量后,嘱患者安静休息 60 min 并排空膀胱后仰卧接受检查。采用 Philips Ingenuity TF PET/CT 扫描仪、以 GE PET trace 16.5 MeV 医用回旋加速器自行生产放射化学纯度 $>95\%$ 的  $^{18}F$ -FDG,自颅顶到股骨上段进行扫描;先行低剂量 CT 扫描(管电压 120 kV,管电流 251 mA,层厚 4 mm),再行 PET 三维扫描(每个床位 40 s,10~11 个床位);之后以 CT 进行衰减校正,再行迭代法重建,经后处理软件获得轴位、矢状位、冠状位 PET/CT 图和全身最大密度投影

(maximum intensity projection, MIP)图。最后对胸部行高分辨 CT(high resolution CT, HRCT)扫描,管电压 120 kV,管电流 280 mAs,层厚 1 mm。

1.3 图像分析 于轴位、矢状位、冠状位 PET/CT 图中勾画完整肺腺癌病灶作为 ROI,由后处理工作站自动计算肿瘤半定量参数,包括最大、平均及峰值瘦体(maximum, mean, peak standard uptake value,  $SUV_{max}$ 、 $SUV_{mean}$ 、 $SUV_{peak}$ ),最大、平均及峰值去脂肪标准摄取值(maximum, mean, peak standard uptake value normalized by lean body mass,  $SUL_{max}$ 、 $SUL_{mean}$ 、 $SUL_{peak}$ ),以及病灶糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)和肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)。于轴位肺窗 HRCT 图像显示病灶最大层面测量肿瘤最大径,于轴位纵隔窗图像显示病灶最大层面测量实性成分最大径;计算肿瘤实性成分占比(consolidation tumor ratio, CTR),即实性成分最大径与肿瘤最大径比值;记录磨玻璃影(ground glass opacity, GGO)、分叶征、血管束束征、胸膜牵拉征、卫星灶、空气支气管征、空泡征及远端阻塞性改变等。

1.4 病理学检查 以肺腺癌原发灶肿瘤细胞位于肿瘤边缘外的肺泡腔内为存在 STAS<sup>[2]</sup>;同时记录病理分级、是否呈微乳头状生长及其占比。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 18.0 统计分析软件。以  $\bar{x} \pm s$  表示正态分布计量资料,行两独立样本  $t$  检验(方差齐)或校正  $t$  检验(方差不齐);以中位数(上下四分位数)表示非正态分布者,行 Mann-Whitney  $U$  检验。以  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法比较计数资料。行 logistic 回归分析,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC)。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料 组间患者性别、癌胚抗原(carcinoma embryonic antigen, CEA)、临床分期、病理分级、微乳头状生长及其占比差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.05$ )。见表 1。

2.2 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 半定量参数 阳性组 SUV<sub>max</sub>、SUV<sub>mean</sub>、SUV<sub>peak</sub>、SUL<sub>max</sub>、SUL<sub>mean</sub>、SUL<sub>peak</sub> 及 TLG 均显著高于阴性组(P 均<0.05)。见表 2 及图 1、2。

2.3 胸部 HRCT 征象 阳性组 23 个病灶均未见 GGO; 阴性组 64 个病灶中, 33 个可见 GGO; 组间差异有统计学意义( $\chi^2 = 19.107, P < 0.001$ )。阳性组实性成分最大径及 CTR 均显著高于阴性组(P 均<0.05)。见表 3。

2.4 logistic 回归分析 性别、微乳头状生长占比、SUV<sub>max</sub> 及 SUL<sub>max</sub> 均为 I a~III a 期肺腺癌 STAS 的独

立危险因素。以性别为“男”预测 I a~III a 期肺腺癌 STAS 的敏感度为 65.22%、特异度为 64.06%、AUC 为 0.646; 以 2% 为截断值, 微乳头状生长方式占比预测的敏感度、特异度及 AUC 分别为 86.96%、93.75% 及 0.915; 以 4.70 为截断值, SUV<sub>max</sub> 预测敏感度、特异度及 AUC 分别为 86.96%、76.56% 及 0.844; 以 3.60 为截断值, SUL<sub>max</sub> 预测敏感度、特异度及 AUC 分别为 86.96%、78.13% 及 0.845。上述四者联合的敏感度、特异度及 AUC 分别为 86.96%、96.88% 及 0.959。见图 3。

表 1 STAS 与非 STAS 肺腺癌患者一般资料比较

组别	性别(例)		年龄(岁)	吸烟史(例)		CEA(ng/ml)	肿瘤最大径(mm)	
	男	女		有	无			
阳性组	15	8	57.3±10.1	8	15	4.22(2.77, 7.49)	25.60±6.90	
阴性组	21	41	59.1±10.5	11	51	2.08(1.23, 3.16)	22.30±10.40	
$\chi^2/t/Z$ 值	6.585		0.084	2.937		-3.513	-1.426	
P 值	0.010		0.195	0.087		<0.001	0.158	

组别	临床分期(例)			病理分级(例)			微乳头状生长(例)		微乳头生长占比(%)	
	I	II	III a	微浸润腺癌	1 级	2 级	3 级	有		无
阳性组	8	8	7	0	0	9	14	20	3	15(5, 30)
阴性组	47	10	7	7	11	40	6	5	59	0(0, 0)
$\chi^2/t/Z$ 值	10.593			27.803			54.414		-7.368	
P 值	0.005			<0.001			0.001		<0.001	

注: 阳性组 23 例共 23 个病灶, 阴性组 62 例共 64 个病灶

表 2 STAS 与非 STAS 肺腺癌<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 半定量参数比较

组别	SUV <sub>max</sub>	SUV <sub>mean</sub>	SUV <sub>peak</sub>	SUL <sub>max</sub>
阳性组(n=23)	9.00(6.10, 12.90)	5.50(3.50, 7.80)	6.60(3.60, 8.90)	6.90(4.90, 10.50)
阴性组(n=62)	2.80(1.70, 4.90)	1.70(1.00, 3.45)	2.00(1.15, 3.75)	2.10(1.20, 3.80)
Z 值	-4.535	-4.377	-4.818	-4.563
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	SUL <sub>mean</sub>	SUL <sub>peak</sub>	TLG	MTV
阳性组(n=23)	4.20(2.90, 6.50)	5.50(2.80, 7.30)	20.00(7.30, 49.30)	3.60(2.40, 6.50)
阴性组(n=62)	1.20(0.70, 2.25)	1.50(0.90, 2.75)	6.90(3.95, 13.60)	4.30(2.75, 7.30)
Z 值	-4.553	-4.435	-3.115	-0.882
P 值	<0.001	<0.001	0.002	0.378

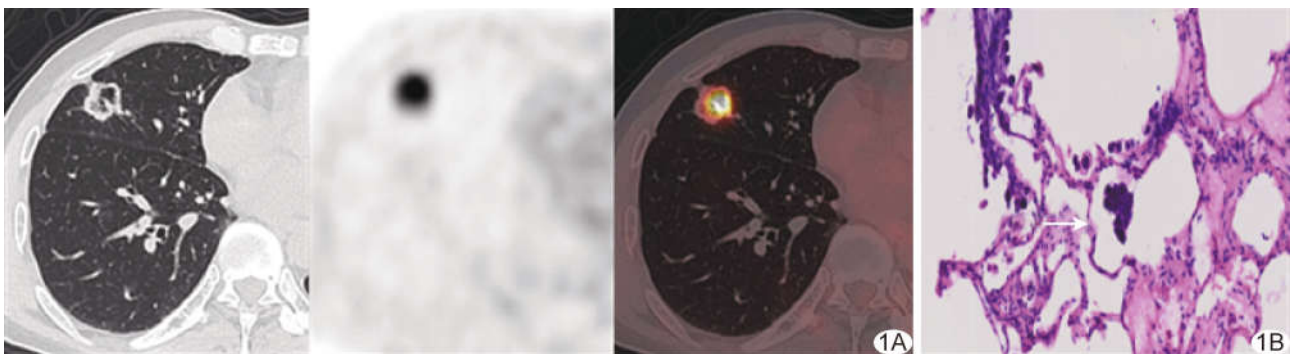


图 1 阳性组肺腺癌患者, 男, 57 岁 A. 胸部<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 图示右肺中叶外侧段 21.3 mm×20.2 mm 空洞结节, 洞壁凹凸不平, 边缘多发毛刺, 内见血管穿行及胸膜牵拉征, 伴放射性分布异常浓聚, SUV<sub>max</sub> 9.13; B. 病理图(HE, ×200)示肺泡腔中存在游离肿瘤细胞簇(箭)

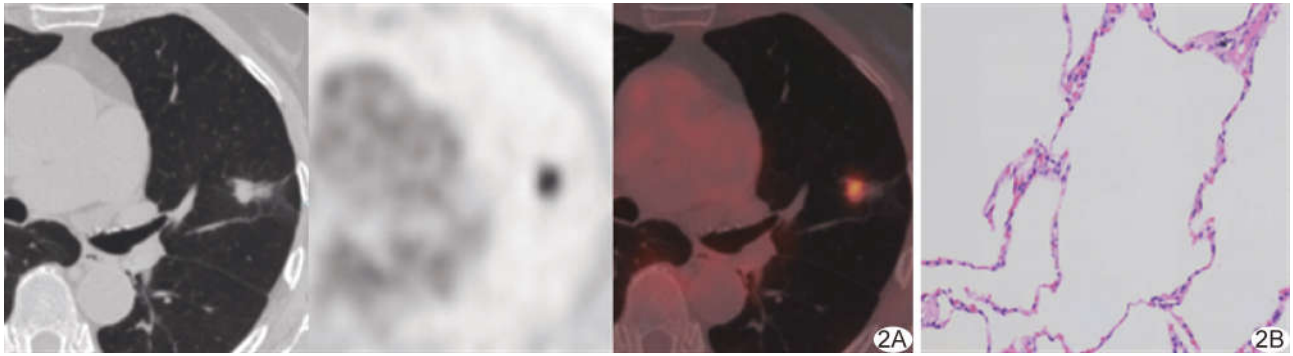


图 2 阴性组肺腺癌患者,女,79 岁 A. 胸部<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 图示左肺上叶舌段 8.20 mm×11.10 mm 实性结节,边缘欠光整,远端肺野见 GGO,放射性分布异常浓聚,SUV<sub>max</sub> 4.61; B. 病理图(HE,×200)示肺泡腔中未见明显肿瘤细胞

表 3 STAS 与非 STAS 肺腺癌 CT 征象比较

组别	GGO(例)		实性成分 最大径(mm)	CTR	分叶征(例)		空泡征(例)	
	有	无			有	无	有	无
阳性组(n=23)	0	23	21.60±8.40	0.90(0.82,0.95)	23	0	9	14
阴性组(n=64)	33	31	13.50±12.10	0.62(0.05,0.85)	60	4	33	31
$\chi^2/t/Z$ 值	19.107		-2.946	-4.240	0.419		1.047	
P 值	<0.001		0.004	<0.001	0.518		0.306	

组别	空气支气管征(例)		血管集束征(例)		胸膜牵拉征(例)		卫星灶(例)		远端阻塞性肺改变(例)	
	有	无	有	无	有	无	有	无	有	无
阳性组(n=23)	6	17	22	1	21	2	1	22	6	17
阴性组(n=64)	18	46	64	0	52	12	2	62	7	57
$\chi^2/t/Z$ 值	0.035		0.289		0.632		0.072		1.980	
P 值	0.851		0.591		0.427		0.788		0.159	

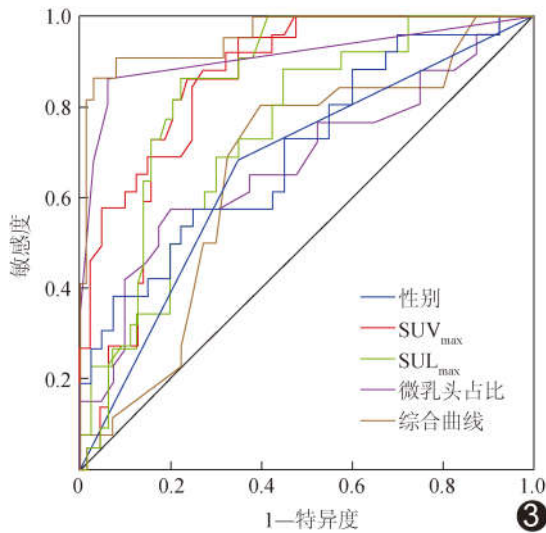


图 3 性别、微乳头状生长方式占比、SUV<sub>max</sub> 及 SUL<sub>max</sub> 预测 I a~III a 期肺腺癌 STAS 的 ROC 曲线

### 3 讨论

STAS 是肺腺癌复发及淋巴结转移的独立危险因素<sup>[3]</sup>。对于伴 STAS 的肺腺癌患者,随手术切除肿瘤范围降低,局部复发及淋巴结转移风险增加(复发风险:肺叶切除术<肺段切除术<楔形切除术),而不伴

STAS 肺腺癌的复发风险与手术切除范围无明显相关性;因此,术前影像学预测肺腺癌 STAS 至关重要。既往大部分相关研究<sup>[6-9]</sup>仅基于 CT 预测 STAS,具有较强主观性;根据<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 半定量参数进行预测有利于降低主观因素的影响。

本研究共纳入 87 个肺腺癌病灶,总 STAS 发生率为 26.44%(23/87),与国外报道(15%~60%)<sup>[3]</sup>相符;且本研究包含 7 例微浸润腺癌,可致 STAS 占比降低。目前针对 STAS 的争议主要集中于其是否与人为因素有关,如肿瘤标本切片组织松散而致“通过刀片传播(spreading through a knife surface, STAKS)”<sup>[10]</sup>。本研究 2 例术前细针穿刺活检病理即检出 STAS,表明 STAS 并非手术切除时刀缘挤压所致,而是肿瘤向周围间质浸润的侵袭方式;且 1 例大细胞神经内分泌癌伴肺腺癌 STAS,提示 STAS 可见于腺癌、鳞癌、小细胞肺癌、神经内分泌肿瘤及多形型肿瘤等多种组织学类型。

本研究结果显示,男性为肺腺癌 STAS 的独立危险因素,与 WARTH 等<sup>[11]</sup>的结果一致;阳性组与阴性组 CEA 差异有统计学意义,与 SHIONO 等<sup>[12]</sup>的结果

相符。

在 CT 所见方面,本研究发现组间 GGO、实性成分最大径及 CTR 差异有统计学意义,与段晓蓓等<sup>[13]</sup>的结果一致,提示临床应对不同密度结节样肺癌采取不同治疗策略:对实性成分较多/纯实性结节行手术切除时范围宜较大,建议行肺叶切除;而对实性成分较少/GGO 结节可行叶下切除术(楔形/肺段切除术)。

TOYOKAWA 等<sup>[14]</sup>认为高 SUV<sub>max</sub> 是肺腺癌 STAS 的独立预测因素。SUH 等<sup>[15]</sup>指出,术前 SUV<sub>max</sub> 有助于预测肺腺癌 STAS。SUL 对于体质量的依赖性低于 SUV,且 PET 实体肿瘤评估标准以 SUL 而非 SUV 为评价疗效的指标<sup>[16]</sup>。本研究发现 SUV<sub>max</sub> 及 SUL<sub>max</sub> 均为肺腺癌 STAS 的独立危险因素,可能与肿瘤恶性程度及代谢活性有关。MTV 是衡量肿瘤代谢活性体积的参数,TLG 为 SUV<sub>mean</sub> 与 MTV 的乘积<sup>[17]</sup>。本研究发现,MTV 和 TLG 均非肺腺癌 STAS 的独立危险因素,与既往研究<sup>[18-19]</sup>一致,表明 STAS 主要与肿瘤 FDG 有关。

综上,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 参数 SUV<sub>max</sub> 及 SUL<sub>max</sub> 有助于预测 I a~III a 期肺腺癌 STAS;进一步联合性别、微乳头状生长方式占比可提高其诊断效能。但本研究为单中心回顾性分析,样本量较小,且未进行长期随访,有待后续进一步完善。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:王珍珍研究设计和实施、查阅文献、数据分析、撰写和修改文章;李啸天研究实施、图像处理和分析;牟兴宇指导、图像分析;曾钰龙统计分析;崇维霞数据分析;秦杰和黎祖国查阅文献;赵雪芹、伍杨和徐翠萍图像分析;付巍指导、修改和审阅文章。

## [参考文献]

- [1] TRAVIS W D, BRAMBILLA E, NOGUCHI M, et al. International association for the study of lung cancer/American thoracic society/European respiratory society international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma [J]. J Thorac Oncol, 2011, 6(2):244-285.
- [2] TRAVIS W D, BRAMBILLA E, NICHOLSON A G, et al. The 2015 World Health Organization classification of lung tumors: Impact of genetic, clinical and radiologic advances since the 2004 classification[J]. J Thorac Oncol, 2015, 10(9):1243-1260.
- [3] IKEDA T, KADOTA K, GO T, et al. Current status and perspectives of spread through air spaces in lung cancer [J]. Thorac Cancer, 2021, 12(11):1639-1646.
- [4] 陈学涛,张毓艺,姚雅明,等.术前<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像对非小细胞肺癌患者中远期预后的预测价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2020,40(4):219-223.
- [5] VAGHJIANI R G, TAKAHASHI Y, EGUCHI T, et al. Tumor spread through air spaces is a predictor of occult lymph node metastasis in clinical stage I A lung adenocarcinoma[J]. J Thorac Oncol, 2020, 15(5):792-802.
- [6] DING Y, CHEN Y, WEN H, et al. Pretreatment prediction of tumour spread through air spaces in clinical stage I non-small-cell lung cancer[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2022, 62(3):ezac248.
- [7] LIAO G, HUANG L, WU S, et al. Preoperative CT-based peritumoral and tumoral radiomic features prediction for tumor spread through air spaces in clinical stage I lung adenocarcinoma[J]. Lung Cancer, 2022, 163:87-95.
- [8] 江长思,罗燕,唐雪,等.基于 CT 机器学习模型预测肺腺癌气腔播散[J].中国医学影像技术,2020,36(12):1834-1838.
- [9] 孙士超,朱冠嘉,杜贾军,等.临床、CT 特征及影像组学联合模型评估最大径≤2 cm 原发性肺腺癌侵袭性[J].中国医学影像技术,2023,39(11):1665-1669.
- [10] THUNNISSEN E, BLAAUWGEERS H J, de CUBA E M, et al. Ex vivo artifacts and histopathologic pitfalls in the lung[J]. Arch Pathol Lab Med, 2016, 140(3):212-220.
- [11] WARTH A, MULEY T, KOSSAKOWSKI C A, et al. Prognostic impact of intra-alveolar tumor spread in pulmonary adenocarcinoma[J]. Am J Surg Pathol, 2015, 39(6):793-801.
- [12] SHIONO S, YANAGAWA N. Spread through air spaces is a predictive factor of recurrence and a prognostic factor in stage I lung adenocarcinoma [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2016, 23(4):567-572.
- [13] 段晓蓓,陈相猛,黄斌豪,等.<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在预测 T1~2 期肺腺癌气腔内播散中的临床应用[J].中华核医学与分子影像杂志,2022,42(5):263-268.
- [14] TOYOKAWA G, YAMADA Y, TAGAWA T, et al. Significance of spread through air spaces in resected pathological stage I lung adenocarcinoma[J]. Ann Thorac Surg, 2018, 105(6):1655-1663.
- [15] SUH J W, JEONG Y H, CHO A, et al. Stepwise flowchart for decision making on sublobar resection through the estimation of spread through air space in early stage lung cancer<sup>1</sup> [J]. Lung Cancer, 2020, 142:28-33.
- [16] WAHL R L, JACENE H, KASAMON Y, et al. From RECIST to PERCIST: Evolving considerations for PET response criteria in solid tumors[J]. J Nucl Med, 2009, 50(Suppl 1):122S-150S.
- [17] SARIKAYA I, SARIKAYA A. Assessing PET parameters in oncologic <sup>18</sup>F-FDG studies [J]. J Nucl Med Technol, 2020, 48(3):278-282.
- [18] NISHIMORI M, IWASA H, MIYATAKE K, et al. <sup>18</sup>F FDG-PET/CT analysis of spread through air spaces (STAS) in clinical stage I lung adenocarcinoma [J]. Ann Nucl Med, 2022, 36(10):897-903.
- [19] YOO Ie R, CHUNG S K, PARK H L, et al. Prognostic value of SUV<sub>max</sub> and metabolic tumor volume on <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in early stage non-small cell lung cancer patients without LN metastasis[J]. Biomed Mater Eng, 2014, 24(6):3091-3103.