

非小细胞肺癌患者 ^{18}F -FDG PET/CT 参数与癌组织 Ki-67、PD-L1 表达的关系

宋烈晶,徐海青,詹必成,张 垒,胡玉华
(安庆市立医院,安徽 安庆 246003)

[摘要] 目的:探究非小细胞肺癌(NSCLC)患者 ^{18}F -FDG PET/CT 参数与癌组织肿瘤增殖抗原(Ki-67)、程序性死亡配体 1(PD-L1)表达的关系。方法:纳入 2021 年 9 月—2024 年 4 月我院收治的 72 例 NSCLC 患者进行研究。对比不同病理类型患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数、临床分期、肿瘤直径和分化程度。使用免疫组化法检测患者的 Ki-67、PD-L1 表达。将 Ki-67 \geq 50% 的患者纳入 Ki-67 高表达组(41 例),将 Ki-67<50% 的患者纳入 Ki-67 低表达组(31 例),对比 2 组患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数(最大标准摄取值(SUV_{max})、肿瘤代谢体积(MTV)、糖酵解总量(TLG))。根据 PD-L1 检测结果将患者分为 PD-L1 阴性组(13 例)、PD-L1 低表达组(27 例)、PD-L1 高表达组(32 例),对比 3 组患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数。使用 Spearman 分析 ^{18}F -FDG PET/CT 参数与 Ki-67、PD-L1 表达的相关性。结果:肺鳞癌患者的 SUV_{max}、MTV、TLG、肿瘤直径均高于肺腺癌患者($P<0.05$),TNM 分期和分化程度间未见显著差异($P>0.05$)。Ki-67 高表达组的 SUV_{max}、MTV、TLG 均高于 Ki-67 低表达组($P<0.05$)。经 Spearman 分析 SUV_{max}、MTV、TLG 与 Ki-67 表达呈正相关($t=0.415, 0.422, 0.409, P$ 均 <0.05)。PD-L1 高表达组的 SUV_{max}、MTV、TLG 高于 PD-L1 低表达组,PD-L1 低表达组的 SUV_{max}、MTV、TLG 高于 PD-L1 阴性组($P<0.05$)。经 Spearman 分析 SUV_{max}、MTV、TLG 与 PD-L1 表达呈正相关($t=0.421, 0.406, 0.432, P$ 均 <0.05)。结论:NSCLC 患者 ^{18}F -FDG PET/CT 参数与癌组织 Ki-67、PD-L1 的表达呈正相关性,临床上可通过 ^{18}F -FDG PET/CT 参数结果判断 Ki-67、PD-L1 的表达状态。

[关键词] 癌,非小细胞肺;正电子发射断层显像计算机体层摄影术;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]** 1008-1062(2025)03-0179-05

DOI:10.12117/jccmi.2025.03.006

Relationship between ^{18}F -FDG PET/CT parameters and Ki-67, PD-L1 in patients with non-small cell lung cancer

SONG Lie-jing, XU Hai-qing, ZHAN Bi-cheng, ZHANG Lei, HU Yu-hua
(Anqing Municipal Hospital, Anqing Anhui 246003, China)

Abstract: Objective: To explore the relationship between fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography(^{18}F -FDG PET/CT) parameters and tumor proliferation antigen(Ki-67), programmed death ligand 1(PD-L1) in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC). **Methods:** A total of 72 patients with NSCLC admitted to the hospital were enrolled between September 2021 and April 2024. ^{18}F -FDG PET/CT parameters, clinical staging, tumor diameter and differentiation degree in patients with different pathological characteristics were compared. The expressions of Ki-67 and PD-L1 were detected by immunohistochemistry. According to Ki-67 expression, patients were divided into high-expression Ki-67 group (41 cases, $\geq 50\%$) and low-expression Ki-67 group (31 cases, $<50\%$), and ^{18}F -FDG PET/CT parameters (maximum standardized uptake value (SUV_{max}), metabolic tumor volume (MTV), total lesion glycolysis (TLG)) in the two groups were compared. According to PD-L1 expression, patients were divided into negative group (13 cases), low-expression PD-L1 group (27 cases) and high-expression PD-L1 group (32 cases), and ^{18}F -FDG PET/CT parameters in three groups were compared. The correlation between ^{18}F -FDG PET/CT parameters and Ki-67, PD-L1 was analyzed by Spearman. **Results:** SUV_{max}, MTV, TLG and tumor diameter in patients with lung squamous cell carcinoma were higher than those with lung adenocarcinoma ($P<0.05$), but there was no significant difference in TNM staging and differentiation degree ($P>0.05$). SUV_{max}, MTV and TLG in high-expression Ki-67 group were higher than those in low-expression Ki-67 group ($P<0.05$). Spearman analysis showed that SUV_{max}, MTV and TLG were positively correlated with Ki-67 ($t=0.415, 0.422, 0.409, P$ 均 <0.05). SUV_{max}, MTV and TLG were gradually decreased in high-expression PD-L1 group, low-expression PD-L1 group and negative group ($P<0.05$). Spearman analysis showed that SUV_{max}, MTV and TLG were positively correlated with PD-L1 ($t=0.421, 0.406, 0.432, P$ 均 <0.05). **Conclusion:** ^{18}F -FDG PET/CT parameters are positively correlated with Ki-67 and PD-L1 in NSCLC patients. Clinically,

[收稿日期] 2024-12-19

[作者简介] 宋烈晶(1982-),男,安徽安庆人,副主任医师。E-mail: aqsonglj@126.com

[通信作者] 宋烈晶,安庆市立医院核医学科,246003。E-mail: aqsonglj@126.com

[基金项目] 安徽医科大学科研基金资助项目(编号:2020xkj240)。

expression status of Ki-67 and PD-L1 can be determined according to ^{18}F -FDG PET/CT parameters.

Key words: Carcinoma, Non-Small-Cell Lung; Positron Emission Tomography Computed Tomography; Fluorodeoxyglucose F18

非小细胞肺癌(Non-small cell lung cancer, NSCLC)是常见的恶性肿瘤,占肺癌的 80%左右^[1-3]。NSCLC 在老年人群中较为常见,有研究表明,55 岁以上人群 NSCLC 的患病率远高于 55 岁以下人群^[4]。随着医学技术的进步,免疫治疗在 NSCLC 患者治疗中应用愈加广泛。有研究发现,抗程序性死亡受体 1 (PD-1)/程序性死亡配体 1 (PD-L1)免疫治疗可有效改善 NSCLC 患者的预后效果^[5]。PD-L1 靶点识别是患者免疫治疗的获益前提,同时也是评价患者预后效果的重要参考^[6]。肿瘤增殖抗原(Ki-67)作为一种检测癌细胞增殖速度的客观量化指标,可有效判断癌症患者的预后效果^[7]。目前,Ki-67、PD-L1 表达主要通过免疫组化法检测,但该检测方法属于有创性检查,具有耗时长、无法重复性及动态性检测的缺陷^[8]。因此,需要寻找一种新的检查方式预测 Ki-67、PD-L1 的表达状态。 ^{18}F -FDG PET/CT 是一种高效的检查方法,具有量化肿瘤糖代谢功能的作用,对癌症的诊断、靶区勾画、预后评估等具有较高的临床价值^[9]。基于此,本研究将探究 NSCLC 患者 ^{18}F -FDG PET/CT 参数与癌组织 Ki-67、PD-L1 表达的关系,旨在通过 ^{18}F -FDG PET/CT 参数判断 NSCLC 患者 Ki-67、PD-L1 的表达状态。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2021 年 9 月—2024 年 4 月我院收治的 72 例 NSCLC 患者进行研究。纳入标准:①符合 NSCLC 的诊断标准^[10];②临床分期(TNM)在 I ~ III 期^[11];③未接受肺癌根治性手术治疗;④既往无放疗、化疗史;⑤无检查禁忌者。排除标准:①合并其它肺部疾病;②合并多处恶性肿瘤疾病;③存在免疫系统疾病;④预后 6 月内死亡者。纳入患者中男 48 例,女 24 例;年龄 34~82 岁,平均(65.76±8.64)岁;体质量指数(BMI)为 16.4~31.2 kg/m²,平均(21.34±2.51) kg/m²;腺癌 44 例、鳞癌 28 例;TNM 分期 I 期 13 例、II 期 31 例、III 期 28 例。根据患者的 Ki-67 检测结果分为 Ki-67 高表达组(41 例)、Ki-67 低表达组(31 例)。根据 PD-L1 检测结果将患者分为 PD-L1 阴性组(13 例)、PD-L1 低表达组(27 例)、PD-L1 高表达组(32 例)。

1.2 方法

使用西门子 Biography mCT PET/CT 显像仪,正电子显像剂(^{18}F -FDG)(南京江原安迪科公司)放射化学纯度 $\geq 90\%$ 。患者于检查前禁食 6~8 h,检测空

腹血糖水平,控制空腹血糖低于 8.0 mmol/L。静脉注射 ^{18}F -FDG 3.7 MBq/kg,患者静息休息 45~60 min 后排空膀胱,再饮水 200~400 mL 充盈胃部,行 PET/CT 显像。扫描范围为颅顶至双侧股骨上段(7~10 个床位),采集低剂量 CT 图像,CT 扫描参数:管电压 120kV,管电流 140mA,层厚 3.75 mm,层间距 3.75 mm,螺距 1.75,旋转时间为 0.8 s。再以三维采集的方式获得 PET 图像(2~3 min/床位),使用迭代重建法(重建层厚 3.27 mm)重建 PET 图像,应用 CT 数据进行图像衰减校正,获得 PET/CT 融合图像。

将图像数据传输至工作站,由我院高年资医师进行阅片。勾选原发病灶,获取最大标准摄取值(SUVmax)和平均摄取值(SUVmean),将 SUVmax 的 41%作为阈值勾画肿瘤代谢体积(MTV),并计算糖酵解总量(TLG)。TLG=MTV×SUVmean。

使用免疫组化法检测患者的 Ki-67 表达。以穿刺活检或手术病理组织切片为肿瘤样本,使用 Max Vision 二步检测法检测 Ki-67 抗体,以显微镜下可见肿瘤细胞内存在棕黄色颗粒为阳性判断标准,于高倍显微镜($\times 400$)下选择具有代表性的视野,观察视野内的阳性肿瘤细胞数目,计算百分比。将 Ki-67 $\geq 50\%$ 记为高表达,Ki-67 $<50\%$ 记为低表达。

以穿刺活检或手术病理组织切片为肿瘤样本,使用 PD-L1 试剂盒检测 PD-L1 的表达水平。PD-L1 的表达状态以阳性肿瘤细胞百分比评价。将结果 $<1\%$ 的患者记为 PD-L1 表达阴性,将结果在 1%~ $<50\%$ 的患者记为 PD-L1 低表达,将阳性肿瘤细胞比例 $\geq 50\%$ 的患者记为 PD-L1 高表达。

对比不同病理类型患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数。对比不同 Ki-67 表达患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数。对比不同 PD-L1 表达患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据分析,不同病理类型患者的相关资料使用率(%)表示, ^{18}F -FDG PET/CT 参数采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示。相关性分析采用 Spearman 分析。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同病理类型患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 参数对比
肺鳞癌患者的 SUVmax、MTV、TLG、肿瘤直径均高于肺腺癌患者($P<0.05$),TNM 分期和分化程度间

表 1 不同病理类型患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 参数对比($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SUVmax	MTV(cm ³)	TLG	TNM 分期		肿瘤直径(cm)	分化程度		
					I~II期	III期		低分化	中分化	高分化
肺鳞癌	28	8.03±1.17	12.11±1.97	83.47±10.98	16(57.14)	12(42.86)	4.68±1.03	5(17.86)	11(39.29)	12(42.86)
肺腺癌	44	6.48±1.53	9.44±1.67	46.84±11.83	28(63.64)	16(36.36)	3.24±0.96	15(34.09)	18(40.91)	11(25.00)
<i>t</i> / χ^2 值		4.573	6.164	13.165	0.304		6.032			3.343
<i>P</i> 值		0.000 ¹	0.000 ¹	0.000 ¹	0.582		0.000 ¹			0.188

注:1: χ^2 为 *t* 检验。

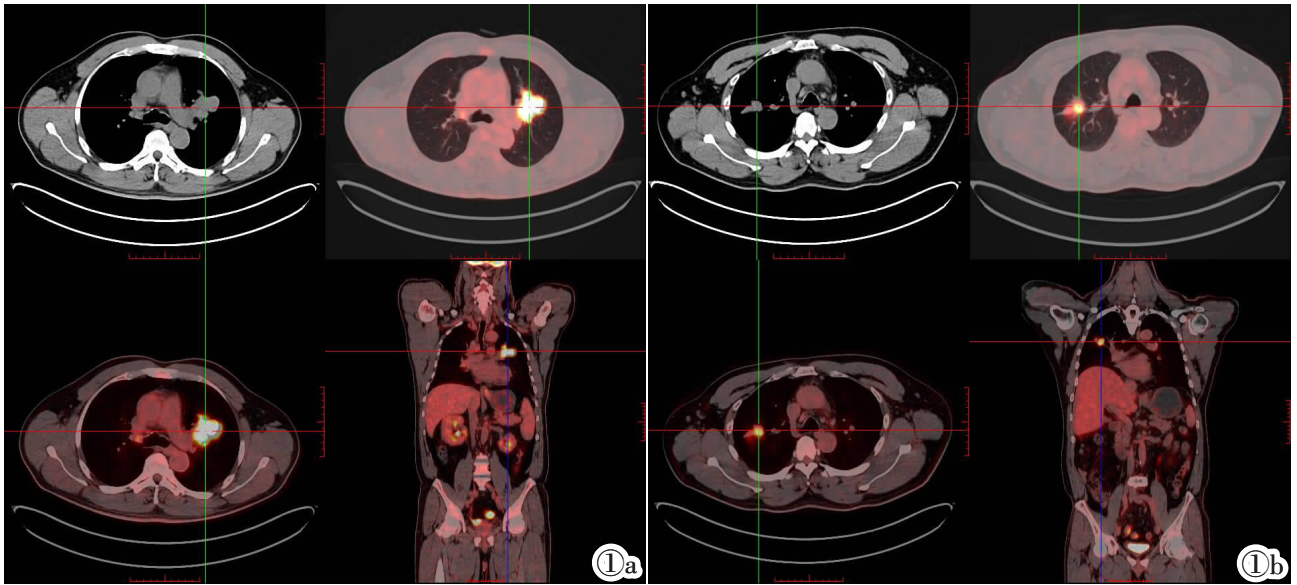


图 1 不同病理类型患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 图像。图 1a:肺鳞癌患者,可见左肺叶肿瘤,SUVmax 为 9.02,MTV 为 11.31 cm³,TLG 为 73.44。图 1b:肺腺癌患者,可见右肺叶肿瘤,SUVmax 为 6.15,MTV 为 9.32 cm³,TLG 为 51.53。

Figure 1. ¹⁸F-FDG PET/CT images in patients with different pathological characteristics. Figure 1a: A patient with squamous cell carcinoma of lung, left lobe tumor, SUVmax: 9.02, MTV: 11.31 cm³, TLG: 73.44. Figure 1b: A patient with lung adenocarcinoma, right lobe tumor, SUVmax: 6.15, MTV: 9.32 cm³, TLG: 51.53.

未见显著差异($P>0.05$)(表 1,图 1)。

2.2 不同 Ki-67 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 参数对比

Ki-67 高表达组患者的 SUVmax、MTV、TLG 均高于 Ki-67 低表达组($P<0.05$)(表 2,图 2),经 Spearman 分析,SUVmax、MTV、TLG 与 Ki-67 表达呈正相关($t=0.415,0.422,0.409,P$ 均 <0.05)。

表 2 不同 Ki-67 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 参数对比($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SUVmax	MTV(cm ³)	TLG
Ki-67 高表达组	41	8.19±1.42	13.48±2.15	87.18±11.28
Ki-67 低表达组	31	5.37±1.03	10.27±1.22	41.14±12.58
<i>t</i> 值		9.347	7.448	16.318
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000

2.3 不同 PD-L1 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 参数对比

PD-L1 高表达组患者的 SUVmax、MTV、TLG 均高于 PD-L1 低表达组,PD-L1 低表达组的 SUVmax、MTV、TLG 均高于 PD-L1 阴性组($P<0.05$)(表 3,图 3),经 Spearman 分析,SUVmax、MTV、TLG 与 PD-L1 表

表 3 不同 PD-L1 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 参数对比($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SUVmax	MTV(cm ³)	TLG
PD-L1 高表达组	32	9.81±1.32	14.52±1.36	98.58±15.39
PD-L1 低表达组	27	5.43±1.17 ¹	9.44±1.04 ¹	34.58±10.62 ¹
PD-L1 阴性组	13	3.32±0.86 ^{1,2}	8.03±1.11 ^{1,2}	18.64±6.82 ^{1,2}
<i>F</i> 值		173.506	193.668	278.068
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000

注:1:与 PD-L1 高表达组相比, $P<0.05$;2:与 PD-L1 低表达组相比, $P<0.05$ 。

达呈正相关($t=0.421,0.406,0.432,P$ 均 <0.05)。

3 讨论

据调查,我国每年的肺癌发病例数高达 70 多万,发病率和致死率居高不下,NSCLC 作为最常见的肺癌类型,在肺癌患者中的占比较高,也是导致患者死亡的主要因素之一^[12]。早期 NSCLC 的临床治疗效果较好,可通过肺癌根治术有效切除病灶,患者 5 年生存率较高^[13]。但受 NSCLC 隐匿性的影响,多数患者就诊时已步入病情晚期,失去手术治疗的时机^[14]。随着免疫疗法的普及,临床上针对 NSCLC 患者的治

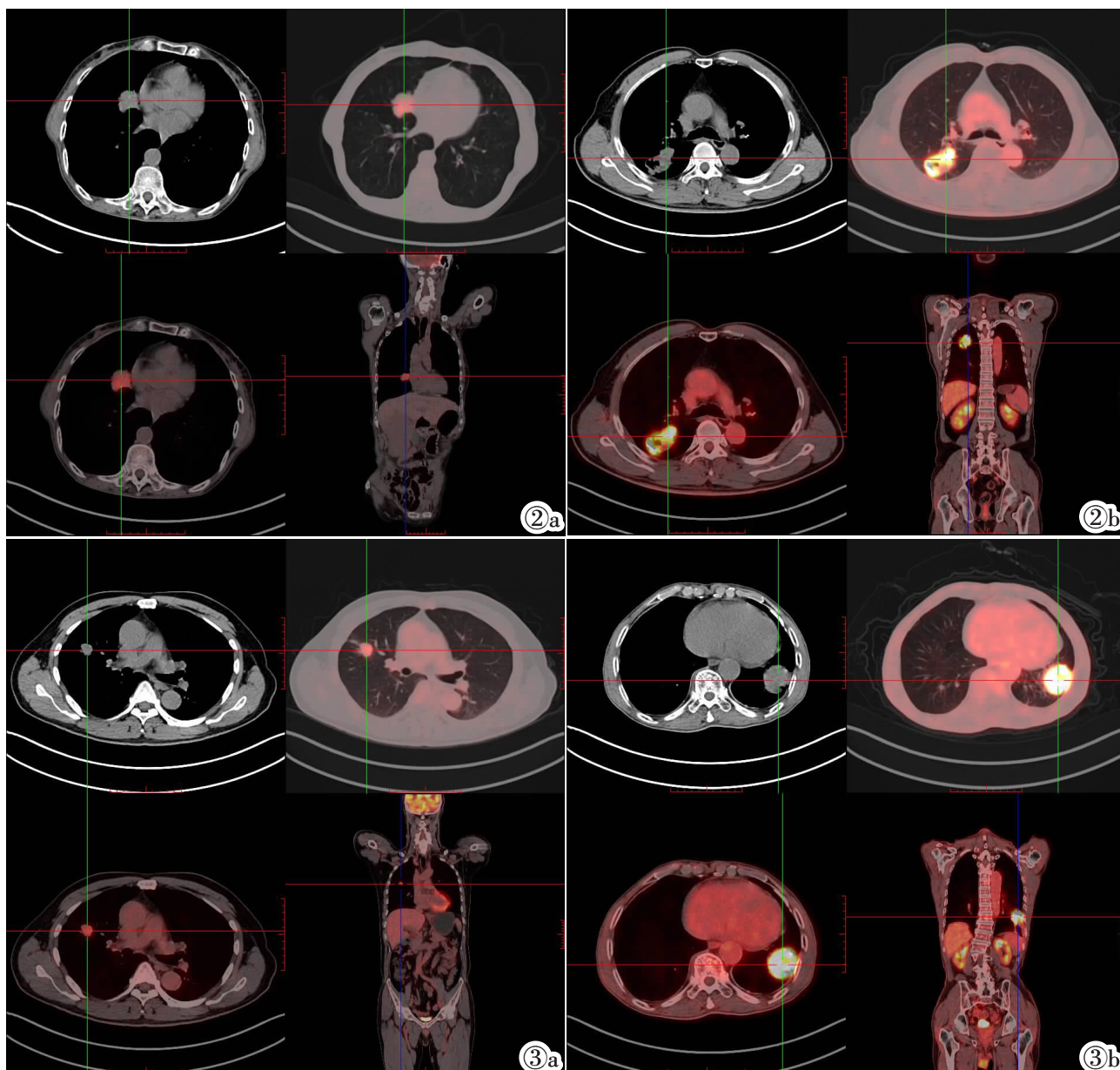


图 2 不同 Ki-67 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 图像。图 2a:Ki-67 低表达患者(Ki-67=24%),右肺叶腺癌,SUVmax 为 4.98,MTV 为 10.43 cm³,TLG 为 47.85。图 2b:Ki-67 高表达患者(Ki-67=79%),右肺叶鳞癌,SUVmax 为 9.04,MTV 为 14.58 cm³,TLG 为 96.33。图 3 不同 PD-L1 表达患者的 ¹⁸F-FDG PET/CT 图像。图 3a:PD-L1 低表达患者(阳性肿瘤细胞百分比=12%),右肺叶腺癌,SUVmax 为 5.11,MTV 为 9.36 cm³,TLG 为 36.64。图 3b:PD-L1 高表达患者(阳性肿瘤细胞百分比=63%),左肺叶鳞癌,SUVmax 为 10.34,MTV 为 15.68 cm³,TLG 为 103.64。

Figure 2. ¹⁸F-FDG PET/CT images in patients with different Ki-67 expression. Figure 2a: A patient with low expression of Ki-67(Ki-67=24%), right lobe adenocarcinoma, SUVmax: 4.98, MTV: 10.43 cm³, TLG: 47.85. Figure 2b: A patient with high expression of Ki-67 (Ki-67=79%), squamous cell carcinoma of the right lung lobe, SUVmax: 9.04, MTV: 14.58 cm³, TLG: 96.33. **Figure 3.** ¹⁸F-FDG PET/CT images in patients with different PD-L1 expression. Figure 3a: A patient with low expression of PD-L1(percentage of positive tumor cells=12%), right lobe adenocarcinoma, SUVmax: 5.11, MTV: 9.36 cm³, TLG: 36.64. Figure 3b: A patient with high expression of PD-L1 (percentage of positive tumor cells=63%), squamous cell carcinoma of the left lung lobe, SUVmax: 10.34, MTV: 15.68 cm³, TLG: 103.64.

疗策略得到改善,有效提高了中晚期患者的预后效果^[15]。Ki-67、PD-L1 表达作为评价癌症患者预后的重要参考指标,在 NSCLC 患者临床疗效评估中扮演着重要角色。但 Ki-67、PD-L1 的表达主要依靠免疫组化检测法检测,一次病理取样检查无法完全反映患者肿瘤组织的全部基因型信息,而反复病理取样则会加重患者的身体负荷,增加临床不良事件的发生风险^[16]。因此,需寻找合适的检查方法,用以判断

患者 Ki-67、PD-L1 的表达状态。

¹⁸F-FDG PET/CT 是一种高效的检查方法,具有反映人体癌细胞糖代谢功能的作用^[17]。当患者体内出现癌细胞时,¹⁸F-FDG 在 PET 显像上呈现聚集状态,表现为放射性摄取增高的阳性病灶^[18]。¹⁸F-FDG PET/CT 还具有反映肿瘤细胞代谢功能、增殖速度和葡萄糖转运的功能。其中,SUVmax 能反映癌症组织的活跃程度,是癌细胞微观环境下代谢水平的体现;

MTV 代表肿瘤代谢负担和代谢体积;TLG 既可以反映病灶体积大小,也能够代表病灶葡萄糖的代谢总量^[19]。本研究对不同 Ki-67、PD-L1 表达患者进行¹⁸F-FDG PET/CT 检查,结果显示不同 Ki-67 表达患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 存在显著差异。Ki-67 表达水平能够反映肿瘤细胞的增殖活性,同时也是肿瘤的分化程度、侵袭性和患者预后效果的重要参考指标。糖代谢功能是肿瘤细胞分化和增殖的重要物质基础^[20]。¹⁸F-FDG PET/CT 参数可通过肿瘤体积和组织糖代谢能力判断肿瘤负荷和细胞活性,进而评估患者的预后效果。经 Spearman 分析,患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 与 Ki-67 表达呈正相关性。研究指出,微环境内肿瘤细胞代谢重编程是触发肿瘤免疫逃逸机制的关键^[21]。肿瘤细胞代谢重编程能增加肿瘤细胞葡萄糖的代谢量,减少免疫细胞的糖分摄取,导致免疫细胞糖代谢平衡紊乱,进而失去免疫功能。同时,肿瘤细胞糖代谢的改变能够影响肿瘤微环境,使 T 细胞难以成熟和激活。PD-1/PD-L1 通路具有调节糖代谢的功能,能够诱导淋巴细胞产生免疫耐受,从而改善患者的免疫功能^[22]。因此,评价肿瘤细胞的糖代谢能力,能够反映患者 PD-L1 的表达状态。在本研究中,不同 PD-L1 表达患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 存在显著差异,且 PD-L1 高表达患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 高于 PD-L1 低表达患者,PD-L1 低表达患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 高于 PD-L1 阴性患者,说明 PD-L1 表达与 SUV_{max}、MTV、TLG 呈正相关性。在本研究中,肺鳞癌患者的 SUV_{max}、MTV、TLG 和肿瘤直径均高于肺腺癌患者。分析其原因可能是¹⁸F-FDG PET/CT 参数越高代表肿瘤细胞的代谢功能和增殖速度越快,相较于肺腺癌,肺鳞癌的增殖速度更快,对葡萄糖的转运能力更强,因此 SUV_{max}、MTV、TLG 水平更高。由此可见,¹⁸F-FDG PET/CT 对于恶性肿瘤的病理特征具有一定的鉴别价值,对临床治疗具有重要的指导意义。

综上所述,NSCLC 患者¹⁸F-FDG PET/CT 参数与癌组织 Ki-67、PD-L1 的表达呈正相关性,临床上可通过¹⁸F-FDG PET/CT 参数结果判断 Ki-67、PD-L1 的表达状态。

[参考文献]

- [1]李爽,李伟,魏在日,等. 甘草酸调控 JAK2/STAT3 通路影响顺铂耐药非小细胞肺癌的转移活性 [J]. 解剖科学进展,2024,30(5):479-481.
- [2]金希冬,孟浩,陈祥鹏,等. 达芬奇机器人结合 3D 成像技术精准肺段切除术在高龄非小细胞肺癌患者中应用效果分析[J]. 临床军医杂志,2024,52(9):951-954.
- [3]常艳亮,焦玉泉,丁建峰. CT 影像三维重建下全胸腔镜肺段切除术治疗非小细胞肺癌临床效果观察 [J]. 临床军医杂志,2024,52(6):644-647.
- [4]Liang G, Meng W, Huang X, et al. MiR-196b-5p-mediated downregulation of TSPAN12 and GATA6 promotes tumor progression in non-small cell lung cancer[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2020, 117(8): 4347-4357.
- [5]段梦月,胡春峰,鲍慧新. PET/CT 相关参数与非小细胞肺癌 PD-L1 表达的相关性研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2023,21(5):28-30.
- [6]王冠民,卓静,朱峰,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 参数与肺癌 PD-L1 表达的相关性研究[J]. 中国医疗设备,2022,37(10):60-64.
- [7]王慧春,虎维东,王治民,等. 非小细胞肺癌 ¹⁸F-FDG PET/CT 显像多参数与肿瘤增殖的相关性 [J]. 医学影像学杂志,2022,32(10):1711-1715.
- [8]王芳,张飞飞. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数与非小细胞肺癌组织中 PD-L1 表达的相关性[J]. 现代肿瘤医学,2023,31(7):1307-1310.
- [9]项凯丽,赵春雷,张佩佩,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 显像对非小细胞肺癌免疫治疗疗效预测的价值[J]. 实用肿瘤杂志,2021,36(2):135-140.
- [10]中华医学会放射肿瘤治疗学分会,中国医师协会放射肿瘤治疗医师分会,中国抗癌协会放射治疗专业委员会,等. 中国非小细胞肺癌放射治疗临床指南(2020 版)[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2020,29(8):599-607.
- [11]陈克能. 小细胞肺癌与 TNM 分期[J]. 中国肺癌杂志,2016,19(6):409-412.
- [12]段桦,胡凯文,崔慧娟,等. 108 例老年晚期非小细胞肺癌患者预后因素分析[J]. 癌症进展,2020,18(5):470-474.
- [13]蔡为为,温清国,庞艳波,等. 吉非替尼耐药肺癌细胞(HCC827/GR)分泌 CXCL8 影响肿瘤微环境中 Treg 细胞浸润[J]. 解剖科学进展,2024,30(5):491-494.
- [14]蒋璇,孙善文,高广毅. 贝伐珠单抗联合鸦胆子油胶囊对晚期非小细胞肺癌的治疗效果及对患者免疫功能、生存质量的影响[J]. 临床和实验医学杂志,2023,22(16):1709-1713.
- [15]莫奕文,刘慧,魏园,等. 全身 PET/CT 动态显像评估局部晚期 NSCLC 患者化疗联合免疫治疗后关键脏器的 FDG 动力学变化 [J]. 中华核医学与分子影像杂志,2022,42(12):719-723.
- [16]刘越,姜文容,缪应新,等. 老年非小细胞肺癌患者中 EGFR 突变、PD-L1、Ki-67 表达及其与临床特征的相关性[J]. 中华检验医学杂志,2022,45(3):234-239.
- [17]Bruckmann NM, Kirchner J, Grueneisen J, et al. Correlation of the apparent diffusion coefficient (ADC) and standardized uptake values (SUV) with overall survival in patients with primary non-small cell lung cancer(NSCLC) using ¹⁸F-FDG PET/MRI[J]. Eur J Radiol, 2021, 134: 109422.
- [18]谢馥霞,李梦丹,王小会,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 联合外周血炎症因子评估晚期非小细胞肺癌免疫治疗疗效的价值 [J]. 现代肿瘤医学,2023,31(17):3209-3215.
- [19]刘芳廷,李俊灏,朱瑾成,等. 非小细胞肺癌 ¹⁸F-FDG PET/CT 半定量参数与 Ki-67 表达的相关性和预后价值 [J]. 医学研究与创伤救治,2023,36(3):280-285.
- [20]毕伟,李霞霞,黄晓红,等. PET/CT MTV_{wb} 与临床 TNM 分期对非小细胞肺癌患者预后的评估价值比较 [J]. 医学影像学杂志,2020,30(2):208-212.
- [21]Morrissey SM, Zhang F, Ding C, et al. Tumor-derived exosomes drive immunosuppressive macrophages in a pre-metastatic niche through glycolytic dominant metabolic reprogramming [J]. Cell Metab, 2021, 33(10): 2040-2058.
- [22]Castello A, Rossi S, Toschi L, et al. Soluble PD-L1 in NSCLC patients treated with checkpoint inhibitors and its correlation with metabolic parameters[J]. Cancers(Basel), 2020, 12(6): 1373.