

# 基线<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 代谢参数及相关临床因素对血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤的预后价值

陈新源<sup>1</sup> 滕月<sup>2</sup> 张昊安<sup>3</sup> 丁重阳<sup>4</sup> 许景艳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南京中医药大学鼓楼临床医学院血液内科, 南京 210008; <sup>2</sup>南京中医药大学鼓楼临床医学院核医学科, 南京 210008; <sup>3</sup>中国药科大学南京鼓楼医院血液内科, 南京 210008; <sup>4</sup>南京医科大学第一附属医院核医学科, 南京 210029

通信作者: 许景艳, Email: xjy1967@sina.com; 丁重阳, Email: chongyangding@163.com

**【摘要】** 目的 探讨基线<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 代谢参数及相关临床因素在血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤 (AITL) 患者预后评估中的价值。方法 回顾性分析 2013 年 7 月至 2023 年 12 月间来自南京中医药大学鼓楼临床医学院 (32 例) 以及南京医科大学第一附属医院 (38 例) 经病理确诊、并在治疗前接受 PET/CT 显像的 70 例 AITL 患者 [男 44 例、女 26 例; 年龄 (63.9±9.6) 岁]。收集患者的 PET/CT 代谢参数 (采用 41% SUV<sub>max</sub> 阈值方法计算得出) 及相关临床参数。利用 ROC 曲线确定代谢参数的最佳临界值。采用 Cox 比例风险回归模型进行预后分析, 并构建预测模型; 通过校准曲线与时间依赖 ROC 曲线评估模型效能。结果 随访 19.0 (10.0, 33.3) 个月, 51 例患者疾病进展或复发, 28 例患者死亡。ROC 曲线示总肿瘤代谢体积 (TMTV)、病灶糖酵解总量 (TLG)、SUV<sub>max</sub> 诊断 AITL 的最佳临界值分别为 767.1 cm<sup>3</sup>、2 159.6 g、13.0。Cox 多因素分析结果显示, TMTV [风险比 (HR) = 0.485, 95% CI: 0.252~0.935, P = 0.031] 和性别 (HR = 0.441, 95% CI: 0.236~0.824, P = 0.010) 是无进展生存 (PFS) 预后的独立危险因素; TMTV (HR = 0.422, 95% CI: 0.178~0.997, P = 0.049) 和治疗方案 (HR = 0.346, 95% CI: 0.154~0.777, P = 0.010) 是总生存 (OS) 预后的独立危险因素。时间依赖 ROC 曲线结果表明, TMTV 联合性别或治疗方案的联合模型在预测 AITL 患者 PFS (AUC 范围: 0.67~0.82) 或 OS (AUC 范围: 0.62~0.80) 方面具有更好的效能; 校准曲线显示, 联合模型的预测值与实际值具有较好的一致性。结论 代谢参数 TMTV 是 AITL 患者 PFS 与 OS 的独立危险因素, 其分别与性别、治疗方案结合的联合模型可有效提高 AITL 患者 PFS、OS 的预测效能。

**【关键词】** 淋巴瘤, T 细胞, 外周; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 氟脱氧葡萄糖 F18; 预测

基金项目: 南京大学医学院附属鼓楼医院临床研究基金 (2022-LCYJ-PY-44, 2024-LCYJ-MS-25)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20250210-00029

## Prognostic value of baseline <sup>18</sup>F-FDG PET/CT metabolic parameters and related clinical factors in angioimmunoblastic T-cell lymphoma

Chen Xinyuan<sup>1</sup>, Teng Yue<sup>2</sup>, Zhang Haoan<sup>3</sup>, Ding Chongyang<sup>4</sup>, Xu Jingyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Hematology, Nanjing Drum Tower Hospital Clinical College of Nanjing Medical University, Nanjing 210008, China; <sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, Nanjing Drum Tower Hospital Clinical College of Nanjing Medical University, Nanjing 210008, China; <sup>3</sup>Department of Hematology, China Pharmaceutical University Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing 210008, China; <sup>4</sup>Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

Corresponding authors: Xu Jingyan, Email: xjy1967@sina.com; Ding Chongyang, Email: chongyangding@163.com

**【Abstract】** **Objective** To explore the value of baseline <sup>18</sup>F-FDG PET/CT metabolic parameters and related clinical factors in the prognostic assessment of patients with angioimmunoblastic T-cell lymphoma (AITL). **Methods** From July 2013 to December 2023, 70 patients with AITL (44 males, 26 females, age (63.9±9.6) years) from Nanjing Drum Tower Hospital Clinical College of Nanjing Medical University (32 cases) as well as the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University (38 cases) who were diagnosed pathologically and underwent PET/CT imaging prior to treatment were retrospectively analyzed. PET/CT metabolic parameters (calculated using the 41% SUV<sub>max</sub> threshold method) and related clinical factors were

collected. The optimal cut-off values of metabolic parameters were determined by using the ROC curve analysis. Cox proportional risk regression models were used for prognostic analyses, prediction models were constructed and efficacies were assessed by calibration curves and time-dependent ROC curves. **Results** With the follow-up of 19.0(10.0,33.3) months, disease progression or recurrence occurred in 51 patients, and 28 patients died. ROC curves showed that the optimal cut-off values on diagnosing AITL of total metabolic tumor volume (TMTV), total lesion glycolysis (TLG), and  $SUV_{max}$  were 767.1  $cm^3$ , 2 159.6 g and 13.0, respectively. TMTV (hazard ratio (HR)=0.485, 95% CI: 0.252–0.935,  $P=0.031$ ) and gender (HR=0.441, 95% CI: 0.236–0.824,  $P=0.010$ ) were independent risk factors for progression-free survival (PFS); TMTV (HR=0.422, 95% CI: 0.178–0.997,  $P=0.049$ ) and treatment regimen (HR=0.346, 95% CI: 0.154–0.777,  $P=0.010$ ) were independent risk factors for overall survival (OS). Time-dependent ROC curves indicated that the combined model of TMTV combining gender or treatment regimen had better prognostic results in predicting PFS (AUCs: 0.67–0.82) or OS (AUCs: 0.62–0.80) in patients with AITL. The calibration curve showed the predicted values of the combined models were in good consistency with the actual values. **Conclusions** The metabolic parameter TMTV is an independent risk factor for PFS and OS in patients with AITL. The combined model of TMTV combining gender or treatment regimen can effectively improve the prognostic prediction efficacy of PFS or OS in patients with AITL.

**【Key words】** Lymphoma, T-cell, peripheral; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose F18; Forecasting

**Fund program:** Clinical Trials Foundation of Affiliated Drum Tower Hospital, Medical School of Nanjing University (2022-LCYJ-PY-44, 2024-LCYJ-MS-25)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20250210-00029

血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤 (angioimmunoblastic T-cell lymphoma, AITL) 作为外周 T 细胞淋巴瘤 (peripheral T-cell lymphoma, PTCL) 的一种病理亚型, 约占 PTCL 的 15%~20%, 其发病率在 PTCL 所有亚型中仅次于非特殊型 PTCL (PTCL of not otherwise specified, PTCL-NOS) [1]。AITL 易进展复发, 预后较差, 其最佳治疗方案与治疗策略仍在探索 [2]。根据相关指南, 环磷酰胺+多柔比星+长春新碱+泼尼松龙 (cyclophosphamide + doxorubicin + vincristine + prednisolone, CHOP) + 其他 (CHOP + others, CHOP-like) 方案仍被推荐为 AITL 一线治疗方案 [3]。与侵袭性 B 细胞淋巴瘤相比, AITL 的化疗效果较差, 治疗后复发的可能性更高, 但也有少部分患者能够通过标准化疗方案获得长期生存, 甚至治愈 [4-5]。因此, AITL 需要一个更精确地识别潜在高危患者或易治愈患者的预后系统, 为临床治疗决策提供依据。

$^{18}F$ -FDG PET/CT 现已广泛用于淋巴瘤分期、疗效评价及预后评估 [6]。研究证实, 总肿瘤代谢体积 (total metabolic tumor volume, TMTV)、病灶糖酵解总量 (total lesion glycolysis, TLG)、 $SUV_{max}$  等代谢参数对于高摄取肿瘤, 如霍奇金淋巴瘤 [7-8]、弥漫性大 B 细胞淋巴瘤 [9-10] 等具有独特预后价值。目前, PET/CT 代谢参数在 AITL 患者预后评估中的应用研究少见, 因此本研究旨在探讨  $^{18}F$ -FDG PET/CT 代谢参数及相关临床因素对 AITL 患者的预后价值。

## 资料与方法

1. 研究对象。本研究回顾性纳入 2013 年 7 月

至 2023 年 12 月间经病理确诊并在治疗前接受  $^{18}F$ -FDG PET/CT 显像的 70 例 AITL 患者 [男 44 例、女 26 例, 年龄 (63.9±9.6) 岁], 其中来自南京中医药大学鼓楼临床医学院 32 例、南京医科大学第一附属医院 38 例。纳入标准: (1) 经病理确诊的新发 AITL 患者; (2) 诊断时年龄 ≥ 18 岁; (3) 可获得基线  $^{18}F$ -FDG PET/CT 资料。排除标准: (1) 既往患有其他非淋巴瘤类的肿瘤或原发中枢神经系统淋巴瘤; (2) 曾接受化疗、放疗或手术切除原发灶; (3) 失访。收集纳入患者相关临床资料, 包括年龄、性别、是否存在 B 症状、美国东部肿瘤协作组体能状态评分、Ann Arbor 分期、结外累及情况、骨髓累及情况、乳酸脱氢酶水平、细胞增殖核抗原 Ki-67 水平、 $\beta 2$  微球蛋白水平、Epstein-Barr 病毒 (Epstein-Barr virus, EBV) 感染情况、国际预后指数 (international prognostic index, IPI) 评分、PTCL-NOS 预后指数 (prognostic index for PTCL-NOS, PIT) 评分、国际 PTCL 项目 (international PTCL project, IPTCLP) 评分、AITL 预后指数 (prognostic index for AITL, PIAI) 评分、初治方案等。根据初治方案是否含有蒽环类药物, 分为 CHOP-like 组与非 CHOP-like 组: CHOP-like 组包括 CHOP 方案、CHOP+依托泊苷 (CHOEP) 方案、CHOP 联合表观遗传药物 (CHOP+西达本胺); 非 CHOP-like 组包括吉西他滨+奥沙利铂 (gemcitabine+oxaliplatin, GemOx) 方案、西达本胺+泼尼松+沙利度胺 (cedarbenamide+prednisone+thalidomide, CPT) 方案。本研究已获得南京大学医学院附属鼓楼医院医学伦理委员会及南京医科大学第一附属医院伦理委员会的批准 (批准号

分别为 2024-578-01 和 2015-NT-001), 豁免知情同意书。

2. 显像方法。患者进行显像检查前需至少禁食 6 h, 并确保空腹血糖不超过 11.1 mmol/L。两中心分别采用德国 Siemens 公司 Biograph 16 HR PET/CT 仪与荷兰 Philips 公司 GXL-16 PET/CT 仪,<sup>18</sup>F-FDG 均由南京江原安迪科正电子研究发展有限公司提供, 纯化纯>95%, 注射剂量为 3.70~5.55 MBq/kg(按体质量), 通过前臂浅静脉注射。PET 扫描参数: 每个床位采集 2~3 min, 共 6~7 个床位(Biograph 16 HR); 每个床位采集 1.5 min, 共 7~10 个床位(GXL-16)。CT 扫描参数: 管电压 120 kV, 管电流 80 mA, 重建矩阵 256×256 (Biograph 16 HR); 管电压 120 kV, 管电流 100 mA, 层厚为 2 mm(GXL-16)。扫描区域从颅底延伸至大腿中部, 必要时可扫至双足部位。采集结束后采用 CT 数据进行衰减校正, 通过迭代法重建得到图像, 层厚 5 mm, 最终获得各截面 PET/CT 以及融合图像。

3. 图像分析。所有图像由 2 名经验丰富的核医学医师共同分析与判读, 意见不一致时由第 3 名高年资医师讨论后决定。使用 LIFEx 软件(版本:7.3.0), 以 41% $SUV_{max}$  作为阈值, 采用半自动测量法描绘感兴趣区体积(volume of interest, VOI), 确定病灶的边界, 并手动剔除生理性或炎性部位。记录病灶  $SUV_{max}$ ; TMTV 由所有病灶肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)相加得到; TLG 为所有单个病灶 MTV 与  $SUV_{mean}$  乘积之和。

4. 患者随访评估。通过电话和(或)住院病历方式进行随访, 随访时间截至 2024 年 8 月 1 日, 以无进展生存(progression-free survival, PFS)与总生存(overall survival, OS)作为随访终点。PFS/OS 定义为: 从患者得到明确病理诊断开始, 到因任何原因发生疾病复发、进展/死亡, 或到最后一次随访为止的时间长度。记录患者发生终点事件或者末次随访的时间。

5. 统计学分析。使用 IBM SPSS Statistics 27.0 软件和 R4.4.2 软件进行统计学处理。符合正态分布的定量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示, 不符合正态分布的定量资料用  $M(Q_1, Q_3)$  表示。利用 Kaplan-Meier 生存曲线(log-rank 检验比较组间差异)、Cox 比例风险回归模型对生存结局进行预后分析, 并构建生存预测模型; 通过校准曲线与时间依赖 ROC 曲线评估模型效能。 $P<0.05$ (双侧检验)为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 一般资料。随访 19.0(10.0, 33.3)个月, 范围

5.0~96.0 个月。截止随访, 51 例患者疾病进展或复发, 28 例患者死亡。70 例患者  $SUV_{max}$  为 12.6(8.6, 16.7), 范围 3.0~40.4; TMTV 为 855.6(361.5, 1 427.7)  $cm^3$ , 范围 8.9~3 080.3  $cm^3$ ; TLG 为 2 581.1(1 004.3, 5 130.9) g, 范围 15.6~13 008.2 g。ROC 曲线示, TMTV、TLG、 $SUV_{max}$  诊断 AITL 的最佳临界值分别为 767.1  $cm^3$ 、2 159.6 g、13.0。

2. Cox 比例风险回归分析。单因素分析如表 1 所示。将性别、TMTV 纳入 PFS 多因素分析, 结果显示 TMTV[风险比(hazard ratio, HR)=0.485, 95% CI: 0.252~0.935,  $P=0.031$ ]和性别(HR=0.441, 95% CI: 0.236~0.824,  $P=0.010$ )是 PFS 预后的独立危险因素。因 TMTV 与 TLG 有关联, 仅将 TMTV 与治疗方案纳入 OS 多因素分析, 结果显示 TMTV(HR=0.422, 95% CI: 0.178~0.997,  $P=0.049$ )和治疗方案(HR=0.346, 95% CI: 0.154~0.777,  $P=0.010$ )是 OS 预后的独立危险因素。

生存分析显示, AITL 患者的 3 年、5 年 PFS 率和 OS 率分别为 27.1%、15.8% 和 53.2%、44.6%。此外, CHOP-like 组的 OS 率高于非 CHOP-like 组(60.9% 和 21.7%;  $\chi^2=9.04$ ,  $P=0.003$ ), 但二者 PFS 率差异无统计学意义(29.8% 和 15.4%;  $\chi^2=1.88$ ,  $P=0.170$ ); 而 CHOP 和 CHOEP、联用表观遗传药物西达本胺和不联用西达本胺的 PFS 率(32.5% 和 23.5%,  $\chi^2=0.07$ ; 31.3% 和 29.3%,  $\chi^2=0.06$ )与 OS 率(67.5% 和 64.7%,  $\chi^2=0.40$ ; 81.3% 和 61.0%,  $\chi^2=1.10$ )差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ ), 提示在预后结局方面并无显著区别。

3. 预后模型的建立与评估。基于 Cox 比例风险回归模型筛选出的危险因素分别构建预后模型(图 1)。通过 1 000 次 bootstrap 重复法预测列线图的 1、3 及 5 年 PFS 率和 OS 率得到的校准曲线(图 2)显示, 联合模型的预测值与实际值具有较好的一致性。时间依赖 ROC 曲线分析结果表明, 预测 PFS 率的联合模型较 TMTV 模型、性别模型更加稳定(AUC 范围分别为: 0.67~0.82、0.55~0.74、0.61~0.77); 预测 OS 率的联合模型较 TMTV 模型、治疗方案模型具有更强的预后预测效能(AUC 范围分别为 0.62~0.80、0.55~0.72、0.56~0.68)。基于 PFS 与 OS 各自联合模型计算得到的风险评分将患者划分为高风险组(31 例与 13 例)与低风险组(39 例与 57 例), Kaplan-Meier 生存分析显示(图 3), 高风险组患者的 PFS 率与 OS 率均显著低于低风险组(PFS 率: 15.5% 和 35.1%,  $\chi^2=10.08$ ,  $P=0.001$ ; OS 率: 21.7% 和 60.9%,  $\chi^2=9.04$ ,  $P=0.003$ )。

表 1 70 例 AITL 患者 PFS 和 OS 的单因素 Cox 比例风险回归分析结果

变量	例数	PFS			OS		
		HR	95% CI	P 值	HR	95% CI	P 值
性别(女/男)	26/44	2.122	1.147~3.925	0.016	0.891	0.413~1.922	0.768
年龄(<60 岁/≥60 岁)	20/50	0.711	0.393~1.287	0.260	0.675	0.286~1.594	0.370
Ann Arbor 分期( I、II 期/III、IV 期)	3/67	3.126	0.431~22.678	0.260	0.043	0.000~27.000	0.339
B 症状(无/有)	24/46	1.215	0.664~2.224	0.527	0.634	0.269~1.494	0.298
LDH 水平(正常/升高)	15/55	1.381	0.671~2.844	0.381	0.433	0.130~1.436	0.171
ECOG PS 评分(>2 分/≤2 分)	7/63	0.637	0.285~1.426	0.273	0.505	0.173~1.475	0.212
结外累及(无/有)	21/49	1.304	0.713~2.385	0.389	0.708	0.301~1.669	0.430
骨髓累及(无/有)	52/18	1.225	0.661~2.273	0.519	0.744	0.327~1.690	0.479
Ki-67(<40%/≥40%)	19/51	1.346	0.743~2.439	0.327	0.926	0.392~2.187	0.861
血小板水平(正常/降低)	48/22	1.246	0.704~2.205	0.451	1.348	0.630~2.882	0.441
CRP 水平(正常/升高)	14/56	1.238	0.620~2.474	0.545	1.760	0.610~5.081	0.296
β2 微球蛋白水平(正常/升高)	7/63	1.390	0.551~3.508	0.486	0.037	0.000~3.447	0.155
EBV 感染(阴性/阳性)	28/42	1.027	0.580~1.819	0.927	0.594	0.261~1.350	0.214
治疗方案(CHOP-like/非 CHOP-like)	57/13	1.579	0.806~3.096	0.183	0.315	0.141~0.705	0.005
IPI 评分(0~2 分/3~5 分)	22/48	1.001	0.554~1.810	0.998	0.618	0.262~1.457	0.271
PIT 评分(0~1 分/2~4 分)	37/33	1.052	0.606~1.826	0.856	0.520	0.245~1.104	0.089
IPITCLP 评分(0~1 分/2~3 分)	45/25	1.261	0.710~2.238	0.428	1.545	0.733~3.258	0.253
PIAI 评分(0~1 分/2~5 分)	11/59	1.038	0.466~2.314	0.927	1.079	0.373~3.115	0.889
SUV <sub>max</sub> (<13.0/≥13.0)	36/34	1.311	0.750~2.292	0.342	0.471	0.213~1.042	0.063
TMTV(<767.1 cm <sup>3</sup> /≥767.1 cm <sup>3</sup> )	32/38	0.520	0.271~0.999	0.046	0.338	0.165~0.914	0.030
TLG(<2 159.6 g/≥2 159.6 g)	31/39	0.682	0.382~1.217	0.195	0.398	0.169~0.938	0.035

注:AITL 为血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤,PFS 为无进展生存,OS 为总生存,LDH 为乳酸脱氢酶,ECOG PS 为美国东部肿瘤协作组体能状态,Ki-67 为细胞增殖核抗原,CRP 为 C 反应蛋白,EBV 为 Epstein-Barr 病毒,CHOP-like 为环磷酰胺+多柔比星+长春新碱+泼尼松龙(CHOP)+其他,IPI 为国际预后指数,PIT 为非特指型外周 T 细胞淋巴瘤(PTCL)预后指数,IPITCLP 为国际 PTCL 项目,PIAI 为 AITL 预后指数,TMTV 为总肿瘤代谢体积,TLG 为病灶糖酵解总量,HR 为风险比

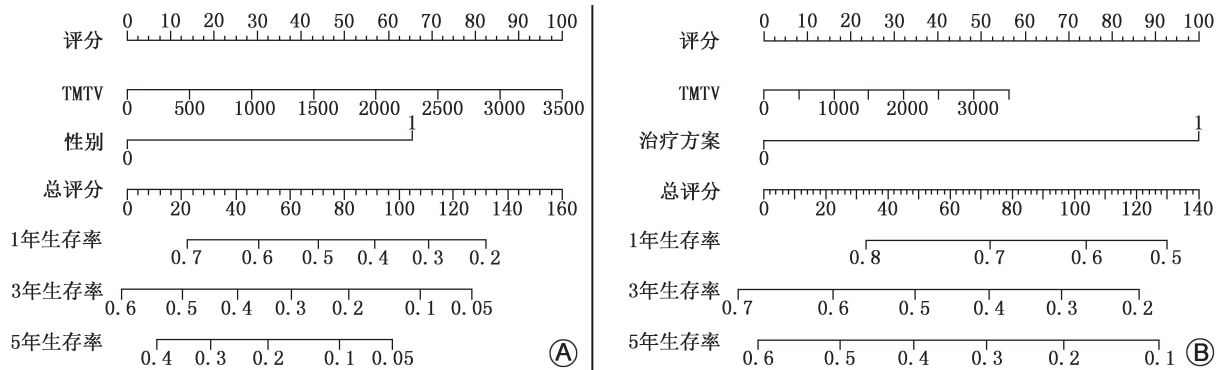


图 1 预测血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤(AITL)患者无进展生存(PFS;A)和总生存(OS;B)的列线图。性别 0 为女性,1 为男性;治疗方案 0 为环磷酰胺+多柔比星+长春新碱+泼尼松龙+其他(CHOP-like)方案,1 为非 CHOP-like 方案;TMTV 为总肿瘤代谢体积

4. 典型影像分析。(1) 病例 1, 患者男, 65 岁。2020 年自觉左侧颈部肿块, 入院活组织检查(简称活检)后确诊 AITL, Ann Arbor 分期 IV 期。基线 PET 及病灶如图 4A 所示。测得 TMTV 为 600.6 cm<sup>3</sup>(低危组), TLG 为 2 099.2 g, SUV<sub>max</sub> 为 13.3。IPI 评分为 2 分, 中低危组; PIT 评分为 1 分, 中低危组; IPTCLP 评分为 1 分, 中低危组; PIAI 评分为 3 分, 高危组。入院行 CHOP 方案化疗 6 周期后达完全缓解, 出院后口服西达本胺维持, 截止随访时间, 未见疾病进展, 一般情况稳定。

(2) 病例 2, 患者女, 71 岁。2022 年因发热, 自觉

左腋窝肿块入院, 病理活检后确诊 AITL, Ann Arbor 分期 IV 期。基线 PET 及病灶如图 4B 所示。测得 TMTV 为 1 950.7 cm<sup>3</sup>(高危组), TLG 为 9 666.1 g, SUV<sub>max</sub> 为 17.3。IPI 评分为 3 分, 中高危组; PIT 评分为 2 分, 中高危组; IPTCLP 评分为 1 分, 中低危组; PIAI 评分为 4 分, 高危组。行 GemOx 方案化疗 4 周期后复发, 并于初治 8 个月后二线治疗失败死亡。

### 讨 论

AITL 源自滤泡生发中心辅助性 T 淋巴细胞, 具

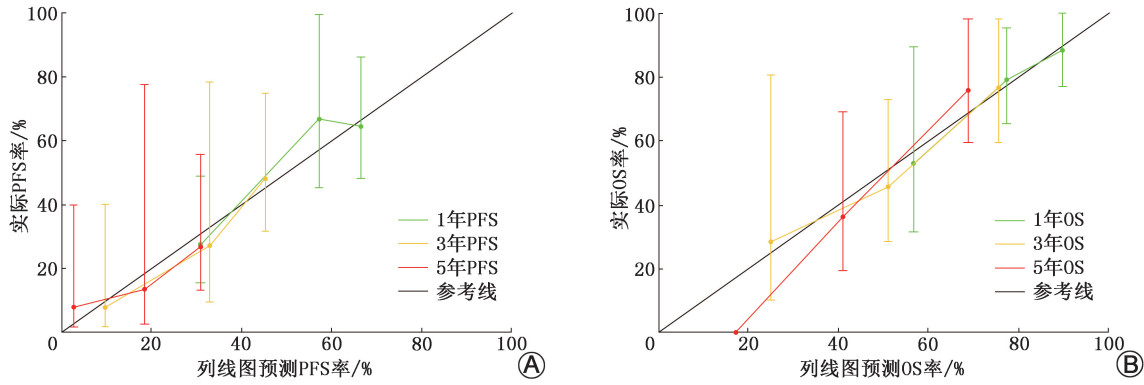


图2 联合模型预测血管免疫母细胞性 T 细胞淋巴瘤 (AITL) 患者 1、3、5 年无进展生存 (PFS) 率 (A) 和总生存 (OS) 率 (B) 的校准曲线

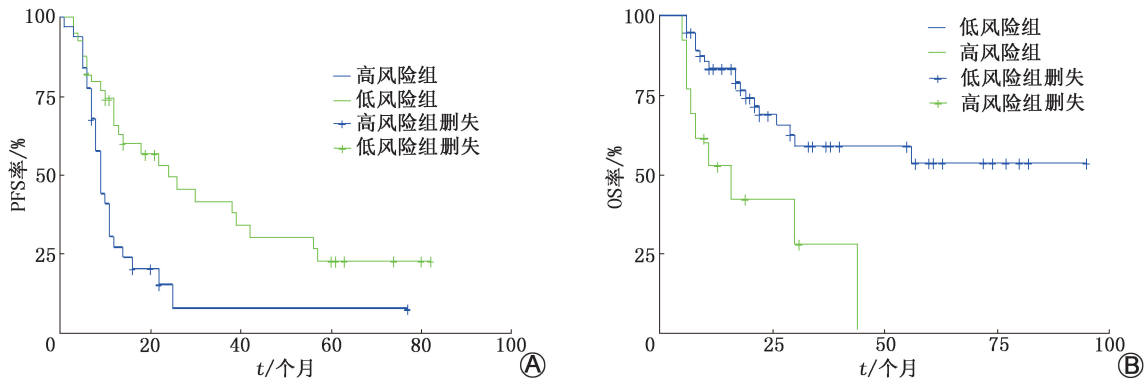


图3 联合模型风险评分高风险组 (31 例和 13 例) 和低风险组 (39 例和 57 例) AITL 患者的 PFS (A) 与 OS (B) 曲线

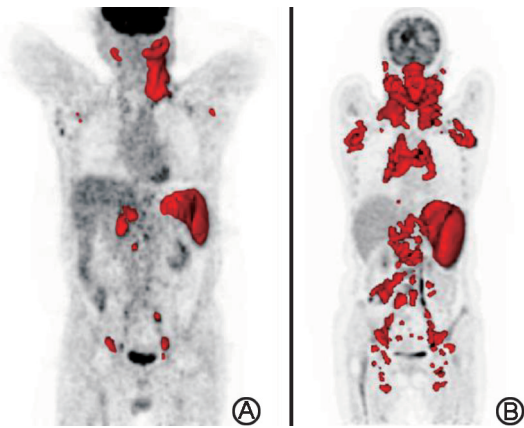


图4 AITL 患者<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 全身密度投影图。A. 患者男, 65 岁, Ann Arbor 分期 IV 期, 病灶累及双侧颈部 (左侧明显)、双侧腋窝、双肺门、腹主动脉旁、双侧髂血管旁及双侧盆壁, 脾脏大小正常伴代谢升高; B. 患者女, 71 岁, Ann Arbor 分期 IV 期, 病灶累及双侧颈部、双上肢、双侧锁骨上下、双侧腋窝、胸骨两侧、纵隔、双肺门、心膈角、双侧部分后肋周、双侧胸壁、腹盆腔、腹膜后、双侧髂血管周及双腹股沟, 表浅较大者位于左侧腋下, 脾大伴葡萄糖代谢增高

有高度的侵袭性和异质性, 易进展与复发, 预后结局较差<sup>[2, 11]</sup>。通过对 2 项 AITL 大型队列研究的对比发现<sup>[12-13]</sup>, 尽管在近 10 年里, AITL 的 5 年 OS 率有所提高, 但仍不足 50%。本研究 AITL 患者的 5 年

PFS 率和 OS 率分别为 15.8% 和 44.6%, 与之前的研究结果基本一致。

本研究结果表明, TMTV 是 PFS 与 OS 的独立危险因素; 同时, TMTV 与其他因素联合的预测效能优于单个因素, 其联合模型可提高 AITL 患者 PFS 和 OS 的预后预测效能。TMTV 可反映患者的最大肿瘤负荷, 其预后价值在其他类型淋巴瘤中已有报道<sup>[14-15]</sup>。蒋冲等<sup>[16]</sup>对 47 例 PTCL-NOS 患者的基线 PET/CT 代谢参数进行分析, 结果表明 TMTV 是 PFS 与 OS 的独立影响因子; 此外, TMTV 可对 PIT 初步分组患者进行预后再分层。本研究纳入包括 PIT 在内的多个 AITL 预后评分系统进行验证, 但遗憾的是, 其在本研究纳入患者中进行准确预后预测、风险分层的效果不佳。本研究未见  $SUV_{max}$  与预后结局间存在明显相关性, 可能是因为  $SUV_{max}$  虽然为衡量肿瘤活性的重要参数, 但其无法全面评估肿瘤的分子特征 (如驱动基因突变) 或微环境 (如免疫浸润状态), 对患者远期预后的预测能力有限; 此外,  $SUV_{max}$  的测量受患者血糖水平、设备型号、扫描参数 (如呼吸运动伪影) 等因素影响, 导致其对预后事件的预测灵敏度和特异性较低。

尽管蒽环类方案的生存获益优于非蒽环组, 但

AITL 患者的总体 OS 率仍不容乐观<sup>[17]</sup>。本研究中, CHOP-like 组的 OS 率远高于非 CHOP-like 组(分别为 60.9% 和 21.7%)。但已有研究指出, CHOP-like 方案仍缺乏 OS 获益<sup>[18-19]</sup>; 而以联合西达本胺为代表的表观遗传药物备受关注<sup>[20]</sup>, 但本研究未观察到用和不用表观遗传学药物联合组 PFS 或 OS 率存在显著差异。本研究发现, 男性患者较之女性, 复发概率高出约 2 倍。Radkiewicz 等<sup>[21]</sup>发现, 除边缘区淋巴瘤与原发纵隔 B 细胞淋巴瘤外, 其余亚型的男性患者发病率都显著升高, 生存率大多有下降趋势。然而, 目前造成男女性别差异的具体机制以及影响因素仍然不够明确, 这一领域还有待后续研究者进一步深入探究。

本研究仍存在一定不足。首先, 本研究是回顾性研究, 纳入的 2 个中心病例数量与患者随访时间有限, 可能影响医学统计结果。其次, 本研究采用欧洲核医学会推荐的 41% $SUV_{max}$  作为 MTV 测量阈值, 但目前对于此阈值尚未达成共识, 可能会对结果造成误差。最后, 本研究的预后模型未设置验证组, 可能存在泛化能力不足的问题。

综上, AITL 侵袭性强, 异质性高, 易进展复发, 预后结局差, 且现有预后模型对其进行准确预后预测与风险分层性能有限。TMTV 是 AITL 患者 PFS 与 OS 的独立危险因素, TMTV 分别与性别、治疗方案联合的联合模型可对 AITL 患者的 PFS 与 OS 进行更好的预测。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 陈新源: 研究实施、论文撰写; 滕月: 影像资料整理; 张昊安: 统计学分析; 丁重阳: 研究指导、论文审阅; 许景艳: 研究指导、论文审阅、经费支持

## 参 考 文 献

- [1] Xing Y, Huang J, Zhang Y, et al. Advancing the understanding and management of angioimmunoblastic T-cell lymphoma: insights into its pathogenesis, clinical features, and emerging therapeutic strategies[J]. *Front Oncol*, 2025, 15: 1479179. DOI:10.3389/fonc.2025.1479179.
- [2] Chang E, Tan YH, Chan JY. Novel clinical risk stratification and treatment strategies in relapsed/refractory peripheral T-cell lymphoma[J]. *J Hematol Oncol*, 2024, 17(1): 38. DOI:10.1186/s13045-024-01560-7.
- [3] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会. 中国临床肿瘤学会(CSCO)淋巴瘤诊疗指南 2023[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 149-153.  
Guidelines Working Committee of Chinese Society of Clinical Oncology. Guidelines of Chinese Society of Clinical Oncology of lymphoid malignancies 2023[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023: 149-153.
- [4] Gu S, Wang X, Zhou J, et al. Comparison of chemotherapy and chidamide combined with chemotherapy in patients with untreated angioimmunoblastic T-cell lymphoma[J]. *Front Oncol*, 2024, 14: 1373127. DOI:10.3389/fonc.2024.1373127.
- [5] Liu Y, Li P, Qian L. Therapeutic effect of CAOLD chemotherapy regimen on patients with relapsed/refractory angioimmunoblastic T-cell lymphoma: a case study[J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 758445. DOI:10.3389/fonc.2021.758445.
- [6] 中华医学会核医学分会. 淋巴瘤 PET/CT 及 PET/MR 显像临床应用指南(2025 版)[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(2): 94-104. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240924-00333. Chinese Society of Nuclear Medicine. Clinical practice guidelines of PET/CT and PET/MR in lymphoma (2025 edition)[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2025, 45(2): 94-104. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240924-00333.
- [7] Reed JD, Masenge A, Buchner A, et al. The utility of metabolic parameters on baseline F-18 FDG PET/CT in predicting treatment response and survival in paediatric and adolescent Hodgkin lymphoma[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(24): 5979. DOI:10.3390/jcm10245979.
- [8] Pinochet P, Texte E, Stamatoullas-Bastard A, et al. Prognostic value of baseline metabolic tumour volume in advanced-stage Hodgkin's lymphoma[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 23195. DOI:10.1038/s41598-021-02734-w.
- [9] Qian C, Jiang C, Xie K, et al. Prognosis prediction of diffuse large B-cell lymphoma in <sup>18</sup>F-FDG PET images based on multi-deep-learning models[J]. *IEEE J Biomed Health Inform*, 2024, 28(7): 4010-4023. DOI:10.1109/JBHI.2024.3390804.
- [10] 章泽宇, 程超, 温健男, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 代谢参数联合炎症反应指标对原发胃肠道 DLBCL 患者中期疗效的预测价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2023, 43(2): 85-90. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210916-00330.  
Zhang ZY, Cheng C, Wen JN, et al. Predictive value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT metabolic parameters combined with inflammatory markers for medium-term outcome in patients with primary gastrointestinal diffuse large B cell lymphoma[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2023, 43(2): 85-90. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210916-00330.
- [11] Han JX, Koh MJ, Boussi L, et al. Global outcomes and prognosis for relapsed/refractory mature T-cell and NK-cell lymphomas: results from the PETAL consortium[J]. *Blood Adv*, 2025, 9(3): 583-602. DOI:10.1182/bloodadvances.2024014674.
- [12] Advani RH, Skrypets T, Civallero M, et al. Outcomes and prognostic factors in angioimmunoblastic T-cell lymphoma: final report from the international T-cell Project[J]. *Blood*, 2021, 138(3): 213-220. DOI:10.1182/blood.2020010387.
- [13] Xu B, Liu P. No survival improvement for patients with angioimmunoblastic T-cell lymphoma over the past two decades: a population-based study of 1207 cases[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e92585. DOI:10.1371/journal.pone.0092585.
- [14] Cottreau AS, Rebaud L, Trotman J, et al. Metabolic tumor volume predicts outcome in patients with advanced stage follicular lymphoma from the RELEVANCE trial[J]. *Ann Oncol*, 2024, 35(1): 130-137. DOI:10.1016/j.annonc.2023.10.121.
- [15] Jiang C, Teng Y, Chen J, et al. Value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for prognostic stratification in patients with primary intestinal diffuse large B cell lymphoma treated with an R-CHOP-like regimen[J]. *Ann Nucl Med*, 2020, 34(12): 911-919. DOI:10.1007/s12149-020-01536-w.

- [16] 蒋冲, 来瑞鹤, 滕月, 等. 基线<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 代谢参数及相关临床因素在非特指性外周 T 细胞淋巴瘤中的预后评估价值 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(6): 347-351. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210218-00034.  
Jiang C, Lai RH, Teng Y, et al. Prognostic role of baseline <sup>18</sup>F-FDG PET/CT metabolic parameters and relevant clinical factors in peripheral T-cell lymphomas, not otherwise specified [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(6): 347-351. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210218-00034.
- [17] Xu J, Huang J, Xie L, et al. Sustained yet non-curative response to lenalidomide in relapsed angioimmunoblastic T-cell lymphoma with acquired chidamide resistance: a case report with 10-year follow-up, genetic insights and literature review [J]. Front Oncol, 2024, 14: 1471090. DOI:10.3389/fonc.2024.1471090.
- [18] Ludvigsen Al-Mashhadi A, Cederleuf H, Kuhr Jensen R, et al. Outcome of limited-stage peripheral T-Cell lymphoma after CHOP (-like) therapy: a population based study of 239 patients from the Nordic lymphoma epidemiology group [J]. Am J Hematol, 2023, 98(3): 388-397. DOI:10.1002/ajh.26803.
- [19] Horwitz S, O'Connor OA, Pro B, et al. The ECHELON-2 trial: 5-year results of a randomized, phase III study of brentuximab vedotin with chemotherapy for CD30-positive peripheral T-cell lymphoma [J]. Ann Oncol, 2022, 33(3): 288-298. DOI:10.1016/j.annonc.2021.12.002.
- [20] Zong X, Yang Z, Zhou J, et al. Clinical trial: chidamide plus CHOP improve the survival of newly diagnosed angioimmunoblastic T-cell lymphoma [J]. Front Immunol, 2024, 15: 1430648. DOI:10.3389/fimmu.2024.1430648.
- [21] Radkiewicz C, Bruchfeld JB, Weibull C, et al. Sex differences in lymphoma incidence and excess mortality by subtype: a comprehensive national study [J]. Blood, 2021, 138(Suppl 1): 2534. DOI:10.1182/blood-2021-146604.

(收稿日期:2025-02-10)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 2025 年本刊可直接用缩写的常用词汇

ATP(adenosine-triphosphate), 三磷酸腺苷

AUC(area under curve), 曲线下面积

CI(confidence interval), 可信区间

CT(computed tomography), 计算机断层摄影术

CV(coefficient of variation), 变异系数

DNA(deoxyribonucleic acid), 脱氧核糖核酸

FDG(fluorodeoxyglucose), 脱氧葡萄糖

HAV(hepatitis A virus), 甲型肝炎病毒

Hb(hemoglobin), 血红蛋白

HBsAg(hepatitis B surface antigen), 乙型肝炎表面抗原

HBV(hepatitis B virus), 乙型肝炎病毒

HCV(hepatitis C virus), 丙型肝炎病毒

MRI(magnetic resonance imaging), 磁共振成像

PBS(phosphate buffered solution), 磷酸盐缓冲液

PCR(polymerase chain reaction), 聚合酶链反应

PET(positron emission tomography), 正电子发射断层摄影术

PLT(platelet count), 血小板计数

RBC(red blood cells), 红细胞

RNA(ribonucleic acid), 核糖核酸

ROC(receiver operating characteristic), 受试者工作特征

ROI(region of interest), 感兴趣区

SPECT(single photon emission computed tomography), 单光子发射计算机断层摄影术

SUV(standardized uptake value), 标准摄取值

SUV<sub>max</sub>(maximum standardized uptake value), 最大标准摄取值SUV<sub>mean</sub>(mean standardized uptake value), 平均标准摄取值

WBC(white blood cells), 白细胞

WHO(World Health Organization), 世界卫生组织

本刊编辑部