

· 临床研究 ·

基线¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数对霍奇金淋巴瘤预后的预测价值

张昊安¹ 滕月² 许景艳¹ 丁重阳³¹中国药科大学南京鼓楼医院血液内科, 南京 210008; ²南京大学医学院附属鼓楼医院核医学科, 南京 210008; ³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¹⁸F-FDG PET/CT 肿瘤代谢参数及临床因素构建的联合模型对预测霍奇金淋巴瘤(HL)患者无进展生存(PFS)的预后价值。**方法** 回顾性收集 2014 年 1 月至 2023 年 5 月间在南京医科大学第一附属医院和南京鼓楼医院治疗前行¹⁸F-FDG PET/CT 检查的 HL 患者共 171 例(男 102 例、女 69 例, 中位年龄 40 岁), 将南京医科大学第一附属医院 HL 患者划分为训练集(101 例), 南京鼓楼医院 HL 患者划分为验证集(70 例)。通过多因素 Cox 比例风险回归模型筛选与 PFS 相关的临床因素和肿瘤代谢参数, 然后分别构建联合模型和各因素独立模型。采用一致性指数(C-index)和 AUC 来评价模型的预测效能, 基于最优模型构建列线图, 并采用校准曲线来评估模型的拟合优度。采用 Kaplan-Meier 生存分析和 log-rank 检验比较高低风险组患者生存曲线的差异。**结果** 多因素 Cox 回归分析显示, Lugano 分期[风险比(HR)=3.10, 95% CI: 1.17~8.23, P=0.023]、总肿瘤代谢体积(TMTV)(HR=2.65, 95% CI: 1.23~5.74, P=0.014)和肿瘤病灶之间的最大距离($D_{\max}$)(HR=2.23, 95% CI: 1.02~4.85, P=0.044)是与 PFS 相关的独立预后因素, 以此构建的联合模型预后预测效能最佳, 在训练集和验证集中 C-index 分别为 0.692 和 0.653, AUC 分别为 0.732 和 0.697。校准曲线显示联合模型预测的结果在训练集和验证集中均与实际结果有较高的一致性。Kaplan-Meier 生存分析显示, 高风险组 PFS 率在训练集与验证集均低于低风险组(χ^2 值: 5.88、4.52, P 值: 0.015、0.033)。**结论** 结合肿瘤代谢参数和临床因素的联合模型提高了预测 HL 患者 PFS 的预后效能。

【关键词】 霍奇金病; 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; 预后
基金项目: 南京鼓楼医院临床研究专项资金项目(2022-LCYJ-PY-44, 2024-LCYJ-MS-25)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240816-00295

Prognostic predictive value of baseline ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters in Hodgkin's lymphoma

Zhang Haoan¹, Teng Yue², Xu Jingyan¹, Ding Chongyang³¹Department of Hematology, China Pharmaceutical University Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing 210008, China; ²Department of Nuclear Medicine, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China; ³Department 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 prognostic value of a combined model of baseline ¹⁸F-FDG PET/CT tumor metabolic parameters and clinical factors for predicting progression-free survival (PFS) in Hodgkin's lymphoma (HL). **Methods** From January 2014 to May 2023, 171 HL patients (102 males, 69 females; median age 40 years) who underwent ¹⁸F-FDG PET/CT before treatment at the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University and Nanjing Drum Tower Hospital were retrospectively collected. HL patients from the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University were classified as the training set (101 patients) and HL patients from Nanjing Drum Tower Hospital were classified as the validation set (70 patients). Clinical factors and tumor metabolic parameters associated with PFS were determined by multivariate Cox regression analysis, and then the combined model and the independent model of each factor were constructed respectively. The consistency index (C-index) and AUC were used to evaluate the predictive efficacy of models, and nomogram was constructed based on the optimal model, and calibration curves were used to assess the goodness of fit of the models. The differences in Kaplan-Meier survival curves of the high-risk and low-risk groups were compared using log-rank test. **Results** The multivariate Cox regression analysis indicated that the independent prognostic factors associated with PFS were the Lugano staging (hazard

ratio (HR) = 3.10, 95% CI : 1.17–8.23, P = 0.023), total metabolic tumor volume (TMTV) (HR = 2.65, 95% CI : 1.23–5.74, P = 0.014), and maximum distance between tumors (D_{max}) (HR = 2.23, 95% CI : 1.02–4.85, P = 0.044). These factors were used to construct the combined model, with the highest prognostic efficacy of the C-index for the training and validation sets of 0.692 and 0.653, and the AUC of 0.732 and 0.697, respectively. The calibration curves demonstrated that the predictions made by the combined model were in high agreement with the actual results in both the training and validation sets. The Kaplan-Meier analysis revealed a significantly lower PFS rate in the high-risk group compared to the low-risk group both in training and validation sets (χ^2 values: 5.88 and 4.52, P values: 0.015 and 0.033). **Conclusion** The combined model incorporating tumor metabolic parameters and clinical factors improves prognostic efficacy in predicting PFS in HL patients.

[Key words] Hodgkin disease; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose F18; Prognosis

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

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240816-00295

霍奇金淋巴瘤(Hodgkin's lymphoma, HL)是一种以 Reed-Sternberg 细胞为特征的恶性淋巴细胞疾病,常见于青少年^[1]。HL 患者疾病治愈可能性很高,但仍有 10%~20% 患者会面临复发或治疗失败^[1-2]。因此,精确识别病情进展或复发患者,对于制定个性化治疗方案并改善预后至关重要。

近年来,影像技术的进步使¹⁸F-FDG PET/CT 在 HL 的分期和疗效评估中取得显著进展^[3]。该技术被广泛用于 HL 的分期、中期疗效评估和预后预测^[4]。与此同时,研究发现¹⁸F-FDG PET/CT 半定量参数在肿瘤的预后评估中具有重要价值,是淋巴瘤患者独立的预后因素,且由其构建的预后模型整体性能较好^[5-7]。本研究旨在提取临床因素和¹⁸F-FDG PET 半定量代谢参数构建预后模型,并评估其在 HL 中的预后价值。

资料与方法

1. 研究对象。本研究对 2014 年 1 月至 2023 年 5 月期间在南京医科大学第一附属医院和南京鼓楼医院确诊为 HL 的 171 例患者进行回顾性分析,其中男 102 例、女 69 例,中位年龄 40 岁(范围:18~83 岁)。纳入标准:(1)病理组织学证实为 HL;(2)治疗前行¹⁸F-FDG PET/CT 检查;(3)使用标准治疗方案:多柔比星+博来霉素+长春新碱+达卡巴嗪(Adriamycin+Bleomycin+Vindesine+Dacarbazine, ABVD)进行化疗;(4)有完整的临床病理及随访数据。排除标准:(1)患者既往接受过抗肿瘤治疗;(2)患者有其他肿瘤病史;(3)临床信息或影像资料不完整;(4)合并其他恶性肿瘤和严重疾病。本研究已获得南京鼓楼医院和南京医科大学第一附属医院伦理委员会的批准(批准号:2024-397-01 和 2015-NT-001),豁免知情同意。

2. 分组及临床资料分析。根据研究中心的不

同,将南京医科大学第一附属医院 HL 患者划分为训练集(101 例),南京鼓楼医院 HL 患者划分为验证集(70 例)。根据 2014 版 Lugano 分期标准^[8]进行分期,其中 I、II 期为局限期,III、IV 期为进展期。根据指南,经典型 HL 分为 4 种组织学亚型,分别为结节硬化型、富于淋巴细胞型、混合细胞型和淋巴细胞消减型^[1]。将出现以下任一种情况定义为 B 症状:不明原因发热 $>38^{\circ}\text{C}$ (持续 ≥ 3 d),排除感染;体质量于诊断前半年内下降 $>10\%$;夜间盗汗(可浸透衣物)。

3. 显像方法。所有患者接受 PET/CT 检查前须禁食 6 h 以上,空腹血糖水平控制在 11.1 mmol/L 以下。根据患者体质量通过前臂浅静脉注射¹⁸F-FDG (南京江原安迪科正电子发展有限公司,放化纯 $>95\%$) 3.70~5.55 MBq/kg,注射后患者需静卧休息 50~60 min。PET/CT 图像采集在仰卧位下进行,设备为德国 Siemens Biograph 16 HR PET/CT 仪和荷兰 Philips GXL-16 PET/CT 仪,扫描范围从颅底至大腿中部,必要时直至双足水平。CT 扫描参数为管电压 120 kV、管电流 100 mA,采用软组织算法重建,层厚为 2 mm;先进行 CT 扫描,随后进行 PET 数据采集,采用三维模式,每个床位采集 2~3 min。采用 CT 数据进行衰减校正,通过迭代法重建得到图像。

4. 图像分析。使用 LIFE_x(版本:7.3.0)对患者 PET 图像进行勾画,根据欧洲核医学协会推荐^[9],采用相对阈值法,以 41% SUV_{max} 作为阈值,由软件自动进行分割,计算病灶 SUV_{max} 、总肿瘤代谢体积(total metabolic tumor volume, TMTV)、病灶糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)和肿瘤病灶之间的最大距离(maximum distance between tumors, D_{max})。

5. 随访。通过电话方式进行随访,随访时间截至 2024 年 5 月 1 日。本研究记录的终点事件为无进展生存(progression-free survival, PFS),定义为从

疾病确诊至疾病进展、复发、任何原因死亡或截至最后一次随访的时间。

6.多参数模型的构建及验证。使用单因素和多因素 Cox 比例风险回归模型筛选预测 PFS 的独立风险因素。根据筛选出的独立预后因素建立联合模型和各因素独立模型。使用一致性指数 (consistency index, C-index) 和 AUC 评估模型的预测效能和整体性能;使用列线图构建模型;使用校准曲线评估模型的预测效果;根据 Cox 比例风险回归模型中各变量的回归系数计算每例患者的风险评分,风险评分越高,出现复发的风险越高;使用 ROC 曲线分析风险评分预测 PFS 的最佳阈值,并根据阈值将患者分为高风险组和低风险组;使用 Kaplan-Meier 生存曲线和 log-rank 检验进行生存分析。

7.统计学处理。使用 IBM SPSS Statistics 22.0 软件和 R4.2.2 软件进行统计学处理。符合正态分布的定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的定量资料用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示;定性资料用频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 ROC 曲线分析 SUV_{max} 、TMTV、TLG 和 D_{max} 预测 PFS 的最佳阈值,并根据阈值将其转化为二分类变量。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义(双侧检验)。

结 果

1.一般资料。患者中位随访时间为 44.81 个月;截至随访结束,训练集和验证集中分别有 26 例和

31 例患者出现疾病进展或复发,均无患者死亡。ROC 曲线显示 SUV_{max} 、TMTV、TLG、 D_{max} 预测 PFS 的最佳阈值分别为 27.6、511.5 cm^3 、3 935.2 g 和 30.6 cm,训练集和验证集患者临床资料差异均无统计学意义(χ^2 值:0.01~3.23,均 $P > 0.05$;表 1)。

2. Cox 回归分析。单因素分析显示 Lugano 分期、结外侵犯、TMTV、TLG、 D_{max} 是预测 PFS 的独立预后因素[风险比(hazard ratio, HR)(95% CI):3.13(1.18~8.31)、2.41(1.09~5.31)、2.64(1.22~5.72)、2.78(1.24~6.23)、2.30(1.06~5.01), P 值:0.017~0.046]。将这些变量纳入多因素 Cox 回归分析,结果显示 Lugano 分期、TMTV、 D_{max} 是预测 PFS 的独立预后因素[HR(95% CI):3.10(1.17~8.23)、2.65(1.23~5.74)、2.23(1.02~4.85), P 值:0.023、0.014、0.044]。

3.预后模型的建立与比较。根据多因素 Cox 回归分析结果,构建 4 个预测模型:Lugano 分期、TMTV、 D_{max} 及联合模型(Lugano 分期+TMTV+ D_{max}),其在训练集和验证集中的 C-index 分别为 0.632、0.630、0.606、0.692 和 0.601、0.593、0.620、0.653, AUC 分别为 0.670、0.660、0.642、0.732 和 0.642、0.638、0.651、0.697(图 1),提示联合模型的预后预测效能相对较好。联合模型的列线图见图 2,其在训练集和验证集中 1、3、5 年生存概率校准曲线吻合度良好,提示列线图对 HL 患者预后有较好的预测效果。

4.生存曲线分析。使用基于联合模型的Cox比

表 1 训练集与验证集霍奇金淋巴瘤患者临床资料比较(例)

组别	例数	年龄		性别		组织学亚型				Lugano 分期 ^a		
		<45 岁	≥45 岁	男	女	结节硬化型	富于淋巴细胞型	混合细胞型	淋巴细胞消减型	局限期	进展期	
训练集	101	65	36	59	42	22	68	10	1	40	61	
验证集	70	41	29	43	27	11	45	13	1	23	47	
χ ² 值		0.37		0.06				3.23		0.55		
P 值		0.443		0.693				0.316		0.368		
组别	血红蛋白		淋巴细胞计数		中性粒细胞计数		白细胞计数		白蛋白		结外侵犯	
	正常	异常	正常	异常	正常	异常	正常	异常	正常	异常	否	是
训练集	82	19	87	14	58	43	58	43	77	24	59	42
验证集	48	22	64	6	43	27	35	35	53	17	33	37
χ ² 值	2.95		0.67		0.13		0.64		0.66		1.69	
P 值	0.057		0.290		0.601		0.338		0.937		0.146	
组别	B 症状		SUV _{max}		TMTV		TLG		D _{max}			
	否	是	≤27.6	>27.6	≤511.5 cm ³	>511.5 cm ³	≤3 935.2 g	>3 935.2 g	≤30.6 cm	>30.6 cm		
训练集	63	38	92	9	73	28	82	19	61	40		
验证集	45	25	65	5	47	23	59	11	37	33		
χ ² 值	0.01		0.02		0.30		0.10		0.68			
P 值	0.799		0.678		0.471		0.601		0.327			

注:^aLugano 分期采用 2014 版^[8];TMTV 为总肿瘤代谢体积,TLG 为病灶糖酵解总量, D_{max} 为肿瘤病灶之间的最大距离

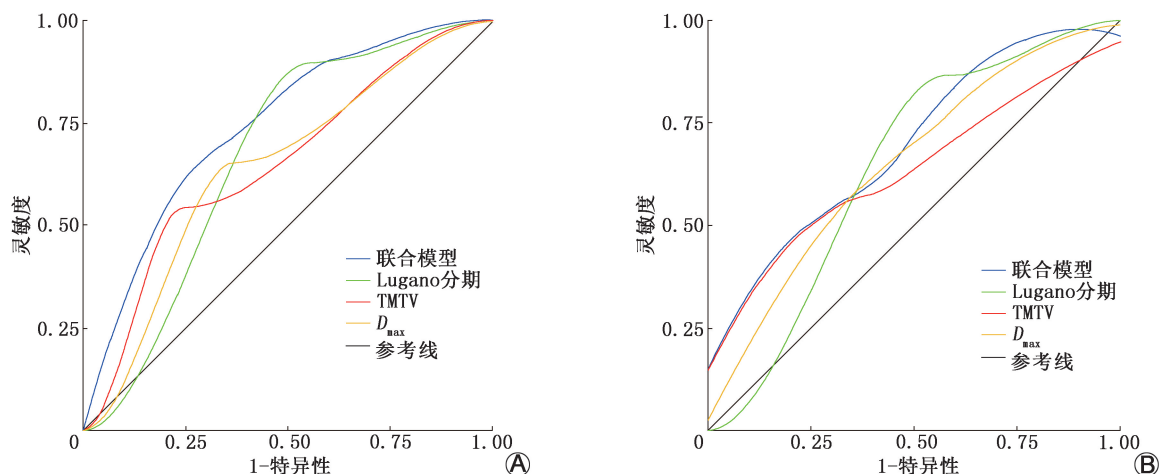


图1 Lugano分期、总肿瘤代谢体积(TMTV)、肿瘤病灶之间的最大距离($D_{\max}$)及三者联合模型在训练集(101例;A)和验证集(70例;B)中预测霍奇金淋巴瘤的ROC曲线

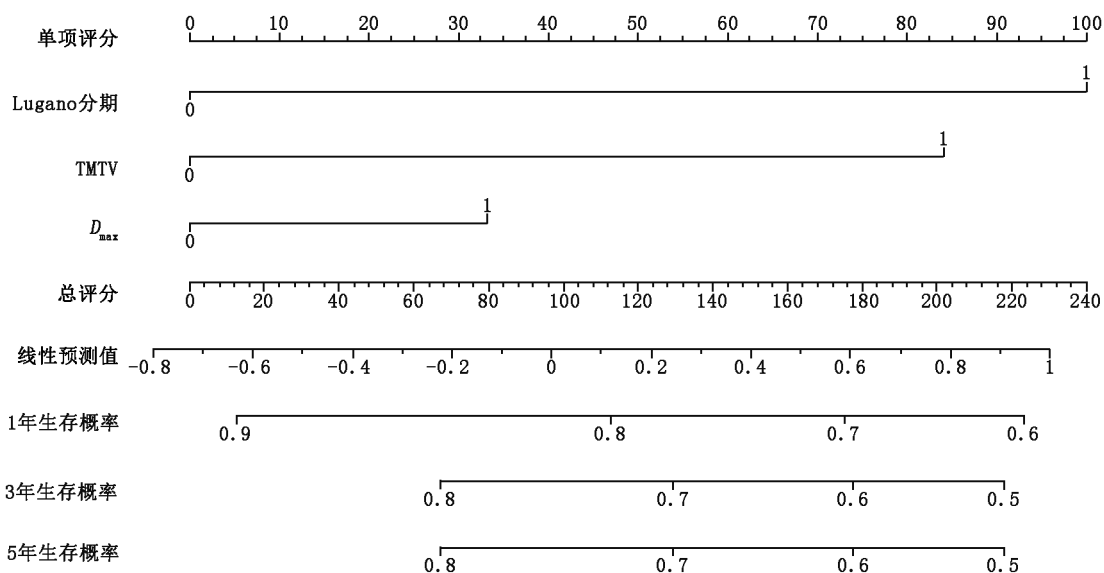


图2 基于Lugano分期、TMTV、 $D_{\max}$ 构建的联合模型预测霍奇金淋巴瘤患者1、3和5年无进展生存(PFS)的列线图

例风险回归模型对患者进行评分,训练集和验证集风险评分分别为2.117(1.000,3.976)分和2.015(1.000,3.537)分。ROC曲线分析显示,风险评分预测PFS的最佳阈值为2.417分,据其将患者分为低风险和高风险组。生存曲线分析结果提示,在训练集和验证集中高风险组患者PFS率均低于低风险组(χ^2 值:5.88、4.52, P 值:0.015、0.033)。训练集和验证集中1、3和5年的PFS率分别为90.1%(91/101)、74.3%(75/101)、74.3%(75/101)和77.1%(54/70)、58.6%(41/70)、55.7%(39/70)。

讨 论

淋巴瘤患者的预后一直是研究者关注的焦点,但目前国内外对HL预后模型的研究较少。 ^{18}F -FDG

PET/CT已在临床中常规应用于肿瘤的诊断、评估以及监测治疗后的复发等^[3,10],具有重要的临床价值^[11-13]。本研究发现,Lugano分期、TMTV和 $D_{\max}$ 是PFS的独立预后因素,结合Lugano分期、TMTV和 $D_{\max}$ 构建的联合模型具有良好的预测性能,有助于为医师提供决策建议。

Lugano分期被广泛应用于评估淋巴瘤的整体情况和预后。分期越高,疾病扩散范围越广,肿瘤特征越复杂,对患者的预后影响越不利^[8,10]。本研究多因素Cox回归分析显示,Lugano分期是HL患者PFS的独立预后因素,与罗与等^[14]研究结果相同。

在本研究中,多因素Cox回归分析显示TMTV和 $D_{\max}$ 与HL患者的PFS相关,而 $\text{SUV}_{\max}$ 和TLG与患者的PFS不相关,这可能是因为 $\text{SUV}_{\max}$ 仅反映病

灶内的最高代谢活性,未能全面反映整体肿瘤活性^[5,15],且不易区分生理性病灶^[16],容易导致误差。而 TLG 常用于综合评估肿瘤的大小和代谢活性^[17],但其容易被 SUV、炎性反应等影响^[7],这可能是 SUV_{max} 和 TLG 在本研究中未显示独立预后价值的原因。作为一种半定量的肿瘤体积参数,MTV 可以有效反映肿瘤的负荷和疾病负担。多项研究显示,TMTV 为 HL 和非 HL 患者 PFS 的相关独立因素,这与本研究的结果一致^[18-19]。 D_{max} 受外界因素的影响较小^[19-20],提取和临床应用更为方便。已有研究表明, $D_{max} \geq 47.5$ cm 是弥漫性大 B 细胞淋巴瘤患者 PFS 率的独立预后因素^[5]。但 D_{max} 在 HL 中相关研究较少,本研究表明 D_{max} 是 HL 患者 PFS 的独立预后因素,有助于为后续研究提供参考价值。

在本研究中,联合预测模型相较于单指标模型的效能提升有限。这可能是 TMTV 与肿瘤负荷密切相关,且 Lugano 分期和 D_{max} 与肿瘤的大小及位置有直接联系,三者之间存在着较强的相关性,从而导致联合预测模型效能提升有限。

本研究具有一定的局限性:(1)作为回顾性研究,病例选择可能存在偏倚,从而影响统计学意义;(2)样本数量相对较少,未来可以通过前瞻性研究或多中心合作研究来验证和改进模型;(3)使用 41% SUV_{max} 作为阈值进行勾画,受主观意识影响较强,未来需要进一步研究自动分割方法对代谢参数结果的影响。

综上,本研究主要探讨 PET 代谢参数在 HL 患者中的预后价值,有助于患者的预后风险评估,对 HL 患者的初始治疗和预后评估具有重要意义。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 张昊安:研究设计、论文撰写、数据统计分析、作图;滕月:影像资料整理;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] 中国抗癌协会血液肿瘤专业委员会,中华医学会血液学分会,中国霍奇金淋巴瘤工作组.中国霍奇金淋巴瘤的诊断与治疗指南(2022年版)[J].中华血液学杂志,2022,43(9):705-715. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2022.09.001.
Hematologic Oncology Committee of the China Anti-Cancer Association; Chinese Society of Hematology, Chinese Medical Association; Chinese Working Group for Hodgkin Lymphoma. The guidelines for diagnosis and treatment of Hodgkin lymphoma in China (2022)[J]. Chin J Hematol, 2022, 43(9): 705-715. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2022.09.001.
- [2] Connors JM, Cozen W, Steidl C, et al. Hodgkin lymphoma[J]. Nat Rev Dis Primers, 2020, 6(1): 61. DOI:10.1038/s41572-020-0189-6.
- [3] Al-Ibraheem A, Mottaghy FM, Juweid ME. PET/CT in Hodgkin lymphoma: an update[J]. Semin Nucl Med, 2023, 53(3): 303-319. DOI:10.1053/j.semnucmed.2022.10.006.
- [4] Nanni C, Kobe C, Baeßler B, et al. European Association of Nuclear Medicine (EANM) Focus 4 consensus recommendations: molecular imaging and therapy in haematological tumours[J]. Lancet Haematol, 2023, 10(5): e367-e381. DOI:10.1016/S2352-3026(23)00030-3.
- [5] 蒋冲,滕月,丁重阳.基于¹⁸F-FDG PET 的肿瘤分布特征和肿瘤代谢体积预测弥漫性大 B 细胞淋巴瘤患者的生存预后分析[J].国际放射医学核医学杂志,2024,48(3):177-184. DOI:10.3760/cma.j.cn121381-202306031-00412.
Jiang C, Teng Y, Ding CY. Survival prognosis analysis of patients with diffuse large B-cell lymphoma by using tumor distribution patterns and metabolic tumor volume prediction with ¹⁸F-FDG PET[J]. Int J Radiat Med Nucl Med, 2024, 48(3): 177-184. DOI:10.3760/cma.j.cn121381-202306031-00412.
- [6] 赵金城,蒋冲,滕月,等.基线 PET/CT 代谢参数对弥漫性大 B 细胞淋巴瘤双表达类型患者的预后预测价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2024,44(10):583-587. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20231118-00113.
Zhao JC, Jiang C, Teng Y, et al. Prognostic predictive value of metabolic parameters of baseline PET/CT in patients with double expression type of diffuse large B-cell lymphoma[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(10): 583-587. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20231118-00113.
- [7] 刘会岭,劳咪,常诚,等.基线¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数在局部晚期宫颈癌同步放化疗中的预后预测价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2024,44(3):153-158. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230419-00107.
Liu HL, Lao M, Chang C, et al. Prognostic value of baseline ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters in locally advanced cervical cancer after concurrent chemoradiotherapy[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(3): 153-158. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230419-00107.
- [8] Cheson BD, Fisher RI, Barrington SF, et al. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of Hodgkin and non-Hodgkin lymphoma: the Lugano classification[J]. J Clin Oncol, 2014, 32(27): 3059-3068. DOI:10.1200/JCO.2013.54.8800.
- [9] Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2015, 42(2): 328-354. DOI:10.1007/s00259-014-2961-x.
- [10] Ansell SM. Hodgkin lymphoma: a 2020 update on diagnosis, risk-stratification, and management[J]. Am J Hematol, 2020, 95(8): 978-989. DOI:10.1002/ajh.25856.
- [11] Zannoni L, Bezzi D, Nanni C, et al. PET/CT in non-Hodgkin lymphoma: an update[J]. Semin Nucl Med, 2023, 53(3): 320-351. DOI:10.1053/j.semnucmed.2022.11.001.
- [12] Peng X, Yu S, Kou Y, et al. Prediction nomogram based on ¹⁸F-FDG PET/CT and clinical parameters for patients with diffuse large B-cell lymphoma[J]. Ann Hematol, 2023, 102(11): 3115-3124. DOI:10.1007/s00277-023-05336-w.
- [13] Frood R, Burton C, Tsoumpas C, et al. Baseline PET/CT imaging parameters for prediction of treatment outcome in Hodgkin and diffuse large B cell lymphoma: a systematic review[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(10): 3198-3220. DOI:10.1007/s00259-021-05233-2.

- [14] 罗与,高子涵,王兵兵,等. 基于¹⁸F-FDG PET/CT 的影像组学模型对霍奇金淋巴瘤预后的预测价值[J]. 国际医学放射学杂志, 2023, 46(6): 639-645. DOI:10.19300/j.2023.L20559.
Luo Y, Gao ZH, Wang BB, et al. The predictive value of ¹⁸F-FDG PET/CT based radiomics model for the prognosis of Hodgkin lymphoma[J]. Int J Med Radiol, 2023, 46(6): 639-645. DOI:10.19300/j.2023.L20559.
- [15] 安荣臣,王云华,鲁心宇,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数结合临床病理指标对皮肤恶性黑色素瘤的预后价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(7): 396-400. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230630-00185.
An RC, Wang YH, Lu XY, et al. Prognostic values of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters combined with clinical pathological indicators in cutaneous malignant melanoma[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(7): 396-400. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230630-00185.
- [16] 杨萌,陈平,王心宇,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数联合血清 CEA、CA19-9、CA72-4 水平预测结肠癌微卫星不稳定性的价值[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2024, 48(6): 335-342. DOI:10.3760/cma.j.cn121381-202305018-00400.
Yang M, Chen P, Wang XY, et al. Value of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters combined with serum CEA, CA19-9, and CA72-4 levels in the prediction of microsatellite instability in colorectal cancer[J]. Int J Radiat Med Nucl Med, 2024, 48(6): 335-342. DOI:10.3760/cma.j.cn121381-202305018-00400.
- [17] Breen WG, Young JR, Hathcock MA, et al. Metabolic PET/CT analysis of aggressive non-Hodgkin lymphoma prior to axicabtagene ciloleucel CAR-T infusion: predictors of progressive disease, survival, and toxicity[J]. Blood Cancer J, 2023, 13(1): 127. DOI:10.1038/s41408-023-00895-7.
- [18] Eertink JJ, Zwezerijnen G, Cysouw M, et al. Comparing lesion and feature selections to predict progression in newly diagnosed DLBCL patients with FDG PET/CT radiomics features[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(13): 4642-4651. DOI:10.1007/s00259-022-05916-4.
- [19] Eertink JJ, van de Brug T, Wiegers SE, et al. ¹⁸F-FDG PET baseline radiomics features improve the prediction of treatment outcome in diffuse large B-cell lymphoma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(3): 932-942. DOI:10.1007/s00259-021-05480-3.
- [20] Cottreau AS, Nioche C, Dirand AS, et al. ¹⁸F-FDG PET dissemination features in diffuse large B-cell lymphoma are predictive of outcome[J]. J Nucl Med, 2020, 61(1): 40-45. DOI:10.2967/jnumed.119.229450.

(收稿日期:2024-08-16)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

中华医学杂志社对一稿两投问题处理的声明

为维护中华医学杂志系列杂志的声誉和广大读者的利益,现将中华医学杂志系列杂志对一稿两投和一稿两用问题的处理声明如下:

1. 本声明中所涉及的文稿均指原始研究的报告或尽管 2 篇文稿在文字的表达和讨论的叙述上可能存在某些不同之处,但这些文稿的主要数据和图表是相同的。所指文稿不包括重要会议的纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿及在一种刊物发表过摘要或初步报道而将全文投向另一种期刊的文稿。上述各类文稿如作者要重复投稿,应向有关期刊编辑部做出说明。

2. 如 1 篇文稿已以全文方式在某刊物发表,除非文种不同,否则不可再将该文投寄给他刊。

3. 请作者所在单位在来稿介绍信中注明该文稿有无一稿两投问题。

4. 凡来稿在接到编辑部回执后满 3 个月未接到退稿,则表明稿件仍在处理中,作者欲投他刊,应事先与该刊编辑部联系并申述理由。

5. 编辑部认为文稿有一稿两投嫌疑时,应认真收集有关资料并仔细核实后再通知作者,同时立即进行退稿处理,在做出处理决定前请作者就此问题做出解释。期刊编辑部与作者双方意见发生分歧时,应由上级主管部门或有关权威机构进行最后仲裁。

6. 一稿两用一经证实,期刊编辑部将择期在杂志中刊出其作者姓名和单位及撤销该论文的通告;对该作者作为第一作者所撰写的一切文稿,中华医学杂志 2 年内将拒绝其发表;并就此事件向作者所在单位和该领域内的其他科技期刊进行通报。

中华医学杂志社