

·综述·

术前¹⁸F-FDG PET/CT 显像代谢参数在非小细胞肺癌患者预后评估中的应用进展

陈学涛 姚稚明

北京医院核医学科 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院 100730

通信作者: 姚稚明, Email: yao.zhiming@163.com

【摘要】 肺癌是目前世界上最常见的癌症之一, 在所有的恶性肿瘤中, 肺癌的病死率高居榜首, 而非小细胞肺癌(NSCLC)约占所有肺癌的 85%。¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 作为一种从分子水平反映肿瘤细胞代谢状态的功能显像方法, 已成为 NSCLC 诊断、分期和疗效评价的重要工具。¹⁸F-FDG PET/CT 可检测出常规 CT 遗漏的其他病变部位, 在肺癌患者的手术切除预后方面起着越来越重要的作用。笔者就¹⁸F-FDG PET/CT 相关代谢参数在预测可手术切除 NSCLC 患者预后方面的应用进展进行综述。

【关键词】 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 癌, 非小细胞肺; 最大标准化摄取值; 预后

基金项目: 首都临床特色应用研究与成果推广项目(Z151100004015140)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201908030-00090](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201908030-00090)

Application progress of preoperative ¹⁸F-FDG PET/CT imaging metabolic parameters in the prognostic evaluation of patients with non-small cell lung cancer

Chen Xuetao, Yao Zhiming

Department of Nuclear Medicine, Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Yao Zhiming, Email: yao.zhiming@163.com

【Abstract】 Lung cancer is one of the commonest cancers in the world. Among all malignant tumors, lung cancer has the highest fatality rate, while non-small cell lung cancer (NSCLC) accounts for about 85% of all lung cancer. As a functional imaging method that reflects the metabolic status of tumor cells at the molecular level, ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT has become an important tool for diagnosis, staging and efficacy evaluation of NSCLC. ¹⁸F-FDG PET/CT plays an increasingly important role in the prognosis of the patients with surgically resected NSCLC, because it can detect lesions left out by conventional CT. This paper reviews the application progress of ¹⁸F-FDG PET/CT related metabolic parameters in predicting the prognosis of resectable NSCLC.

【Key words】 Fluorodeoxyglucose F18; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Carcinoma, non-small-cell lung; Maximum standardized uptake value; Prognosis

Fund program: The Foundation for Promoting Clinical Application, Research and Achievement of Capital Characteristic (Z151100004015140)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201908030-00090](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201908030-00090)

肺癌是目前世界上最常见的癌症之一, 在所有的恶性肿瘤中, 肺癌的病死率高居榜首。根据肺癌肿瘤细胞的病理学类型, 其主要分为小细胞肺癌、

大细胞肺癌、鳞癌和腺癌, 后三者统称为非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC), 约占所有肺癌的 85%^[1]。大约 15%~20% 的 NSCLC 是早

期的、局灶的并且可以通过手术治疗,此型患者的预后最好。在指导原发性 NSCLC 的治疗方案上, TNM 分期是预测预后最重要的指标,其传统上是基于手术结果和常规影像学,以解剖结构为基础,但未能体现生物学行为。对于病理特征相似的同分期患者,即使使用同样的治疗方案,疗效及生存期也会有很大不同^[2]。以往的一般影像诊断程序局限于胸部 X 光片、螺旋 CT 扫描、MRI、超声和放射性核素骨扫描,而 PET/CT 作为一种功能显像方法已经广泛应用于肺癌的诊断、分期和疗效评价等方面。目前已证实¹⁸F-FDG PET/CT 显像中的定量及半定量参数可以评估肿瘤的代谢情况,包括病灶区域 SUV_{max}、病灶区域平均标准化摄取值(mean standardized uptake value, SUV_{mean})、小区域最大摄取值(peak standardized uptake value, SUV_{peak})、肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)和肿瘤糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)等。我们就上述相关参数在可手术切除 NSCLC 患者预后中的应用作综述。

1 ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数

¹⁸F-FDG PET/CT 显像代谢半定量参数主要包括 SUV、MTV 和 TLG。SUV 即标准化摄取值,指局部组织摄取显像剂的放射性活度与全身平均注射活度的比值,是¹⁸F-FDG PET/CT 显像中最常用的代谢活性参数,包括 SUV_{max}、SUV_{mean} 和 SUV_{peak} 等。一般认为肿瘤的恶性程度越高,其 SUV 越高,但若经过治疗后的肿瘤细胞活性降低,其 SUV 也会随之降低。MTV 指 ROI 内大于 SUV 分界值的所有肿瘤体积之和,可通过一个半自动的肿瘤勾画软件进行估计,该软件使用预定义的 SUV (通常是 SUV_{max} 的 40%~50%)作为阈值来划分代谢肿瘤边界^[2]。TLG 是指肿瘤糖代谢量的总和,即 MTV 和 SUV_{mean} 的乘积。

2 ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数在 NSCLC 患者预后中的作用

2.1 原发灶 SUV_{max}

SUV_{max} 是 ROI 内放射性示踪剂浓度的最高值,可提示高糖代谢的肿瘤细胞的存在,反映肿瘤细胞的活性和侵袭性。由于该参数易于测量且可重复使用,因此是临床上最常用的 PET 参数。Paesmans

等^[3]进行了一项 meta 分析(包括 21 项研究结果,2637 例患者),结果发现,术前原发灶 SUV_{max} 是 NSCLC 患者总生存期(overall survival, OS)的重要预测因子,术前原发灶 SUV_{max} 较高的患者生存率更低。近年来,其他的 meta 分析研究结果也有类似的发现^[4-5]。Konings 等^[6]的研究试图确定风险分层的原发灶 SUV_{max} 阈值,结果发现, SUV_{max} 在 4~10 之间的阈值与较高的病死率有关。

在术后的复发时间和复发率方面, Murakami 等^[7]对 100 例病理分期为 IA 期的肺腺癌患者术前¹⁸F-FDG PET 的预后价值进行了评估,结果发现,术前原发灶 SUV_{max} 和术后复发率及复发时间存在显著相关性($P < 0.01$)。术前原发灶 SUV_{max} < 2.15 的 3 年无进展生存率为 97.1%,而术前原发灶 SUV_{max} ≥ 2.15 的 3 年无进展生存率为 74.1%。Ohtaki 等^[8]的研究结果表明,原发灶 SUV_{max} 是 NSCLC 无进展生存期(progression free survival, PFS)的独立预测因子,多因素分析结果显示,原发灶 SUV_{max} > 6.5 是 PFS 较差的重要独立预测因子。因此,原发灶 SUV_{max} 可能是 NSCLC 肿瘤侵袭性和复发的最有价值的替代标志物。

但由于对最佳 SUV_{max} 阈值缺乏共识,严重限制了 SUV_{max} 的临床应用,且这种共识在近期难以被确定。de Jong 等^[9]的研究结果显示,在可切除的 NSCLC 中, SUV_{max}、SUV 的 70% 和 SUV 的 50% 具有相似的预后价值。这表明 FDG 活性只是影响预后的诸多因素之一, SUV 与预后的关系是一个渐进和成比例的现象,而不是基于阈值的效应,随着 SUV 的升高,危险度不断增加。

前面提到了许多研究者已经报道了原发灶 SUV_{max} 在 NSCLC 中的预测价值,但也有部分研究结果并未发现治疗前原发灶 SUV_{max} 与 NSCLC 患者生存率之间存在相关性^[10-11]。Agarwal 等^[11]研究了 363 例早期(I 期和 II 期) NSCLC 患者术前原发灶 SUV_{max} 的预后价值,结果发现 SUV_{max} 每增加 1 倍, NSCLC 的病死风险就增加 1.28 倍,但多因素分析结果表明,术前原发灶 SUV_{max} 并不是独立的生存预测因子。在原发灶 SUV_{max} 与 NSCLC 生存率不存在相关性的研究结果中,可能存在的潜在原因包括样本数太少、SUV 测量方法有差异、肿瘤异质性、组织学和治疗方案不同等^[12]。尽管存在部分矛盾的结果,但是在近年来的 meta 分析结果

中大多数的研究结果支持原发灶 SUV_{max} 在 NSCLC 患者中的预后价值^[3-8]。

2.2 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max}

与原发灶 SUV_{max} 对 NSCLC 的预后价值研究相比, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 对 NSCLC 的预后价值不确定, 相关研究也少得多。Lee 等^[13] 的研究结果发现, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 对 III 期 NSCLC 根治性同步放疗患者具有显著的预后价值, PFS 及 OS 在不同的肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 中存在差异。肺门和纵隔淋巴结 $SUV_{max} < 8$ 的患者 PFS 为 16.1 个月, $SUV_{max} \geq 8$ 的患者 PFS 为 10.7 个月。然而这种差异在 OS 中更为明显, 肺门和纵隔淋巴结 $SUV_{max} < 8$ 的患者和 $SUV_{max} \geq 8$ 的患者 OS 分别为 42.3 个月和 12.8 个月。单因素分析结果显示, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 是 PFS 及 OS 的重要预测因子。多因素分析结果显示, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 是 PFS 和 OS 唯一的独立预测因子。同样的, Carvalho 等^[14] 的研究结果发现, NSCLC 的肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 与 NSCLC 的 OS 显著相关 ($P < 0.01$)。

然而, 在 Sasaki 等^[15] 的研究结果中, 以 5 为阈值时, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 对 NSCLC 的预后具有预测价值, 但不是 PFS 的重要预测因子。对阈值在 3~10 之间的 SUV_{max} 均进行了评估, 但对 PFS 依然没有产生显著的影响。值得注意的是, 有 8 例 (5%) 患者的肺门和纵隔淋巴结 $SUV_{max} > 5$, 但原发灶 $SUV_{max} \leq 5$ 在随访期间未出现复发。因此, 至少可以推测, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 与原发灶 SUV_{max} 对 NSCLC 预后的预测价值不一致, 也不是最佳的预后因素。肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 也可能不可靠, 因为纵隔内的本底代谢活性较高。此外, 慢性炎症等因素也可能会影响结果。

3 MTV 和 TLG 对 NSCLC 患者的预后价值

SUV_{max} 的一个重要关注点是其对 FDG 活动的量化是来自肿瘤内的单个热像素, 这并不一定代表肿瘤的代谢状态。如果肿瘤具有高度不均匀的代谢活性, 且肿块内大部分的 SUV 远低于 SUV_{max} , 这个问题就会显得尤为重要。为了克服 SUV_{max} 的局限性, 越来越多的研究者采用基于体积的 PET 参数, 如 MTV 和 TLG。MTV 和 TLG 被认为比 SUV_{max} 更能准确地反映出恶性肿瘤的代谢状态^[16],

因此, 其在包括肺癌在内的多种恶性肿瘤中被认为是更好的预后标志物。

Bazan 等^[17] 对 106 例新诊断和活检结果确诊的肺腺癌 (19 例 I/II 期和 87 例 III/IV 期肺腺癌) 患者治疗前进行了 ^{18}F -FDG PET/CT 检查, 将 MTV 和 TLG 作为预后因素进行研究。结果发现, $MTV \geq 90$ 和 $TLG \geq 600$ 不仅在单变量生存分析中是 PFS 和 OS 的重要预测因子, 在多因素生存分析中也是其独立危险因素。相比之下, 原发灶 SUV_{max} 并不是 PFS 或 OS 的显著预测因子。在对 328 例经组织学结果证实为 NSCLC 患者的研究结果中, 治疗前原发灶 SUV_{max} 、MTV 和 TLG 均与 OS 显著相关 ($P < 0.001$)。但是, MTV 和 TLG 作为代谢肿瘤负荷测量值明显优于 SUV_{max} ^[18]。有研究表明, 以体积为基础的 PET 参数是 NSCLC 重要的预后因子^[19-20], 而原发灶 SUV_{max} 不是。

虽然 MTV 和 TLG 已经显示出对 NSCLC 预后因素的预测作用, 但潜在问题是在选择 SUV 阈值时缺乏共识。最近的研究结果表明, 基于 SUV_{max} 的绝对阈值或相对阈值的 PET 容积量化存在系统性偏差^[21]。例如, SUV_{max} 为 2.4 的腺癌在 MTV 或 TLG 上是不可测量的, SUV 的绝对阈值为 2.5。相反, 如果使用 SUV_{max} 的相对阈值为 50%, 那么 FDG 代谢高度均匀的病灶很可能被高估。此外, 在处理 MTV 和 TLG 时也存在着特别的障碍。 SUV_{max} 很容易获得, 且没有观察者间的主观性, 但是 MTV 和 TLG 却恰恰相反。MTV 或 TLG 的测量耗时长, 标准 PET/CT 软件并不具备此种测量方法, 需要专门的软件或工作站进行计算, 目前还不是临床实践的标准应用。更重要的是, MTV 和 TLG 的计算是主观的, 取决于 SUV 阈值是如何选择的, 这种方法在文献中有很大的差异。在 MTV 分割中, 使用了 SUV 活动的各种阈值, 包括 SUV 的绝对阈值为 2.5, 或者使用的相对阈值为最大瘤内 FDG 代谢活性的 40% 或 50%, 最常用阈值为 SUV_{max} 的 42%。结果中的 MTV 和 TLG 值与根据选择的阈值有显著的差异^[22]。然而, 无论选择的 SUV_{max} 阈值是多少, MTV 和 TLG 的预后价值都有可能存在^[23]。Kim 等^[24] 评估了术前肿瘤 FDG 代谢活性对 NSCLC 手术切除患者 PFS 和 OS 预测的有效性, 其研究包括 91 例病理结果证实为 I 期至 IIIA 期的 NSCLC 患者, 结果表明, MTV 越小和

TLG 越低, OS 越长, 且 OS 与 MTV 或 TLG 计算的 SUV_{max} 阈值无明显相关性(均 $P>0.05$)。

MTV 和 TLG 是代表结合肿瘤体积和代谢活动的三维测量值, 可以反映整个肿瘤的代谢状态, 比仅仅检测到单像素的 SUV_{max} 更精确。虽然肿瘤的 SUV_{max} 可能代表肿瘤的侵袭性, 但 MTV 和 TLG 是肿瘤整体代谢状态更准确的指标。结合 MTV 和 TLG 的代谢肿瘤负荷信息, 可以细化 NSCLC 患者的风险分层, 更准确地预测临床结果。

4 小结及展望

综上所述, ^{18}F -FDG PET/CT 显像发现病灶的灵敏度明显优于传统的影像学检测手段, 在可手术切除的 NSCLC 患者的预后评估中占据重要地位, 其相关代谢参数能够对可手术切除 NSCLC 患者进行危险分层, 对预后起到关键的指导作用。原发灶 SUV_{max} 的评估价值已得到肯定, 肺门和纵隔淋巴结 SUV_{max} 或许也可用于 NSCLC 切除术后的预后评估, 但其可靠性以及评估标准都有待大规模的进一步研究结果来论证。大部分的研究结果提示, MTV 和 TLG 是可手术 NSCLC 患者 OS 的预测指标^[16-18], 但是这些研究入组病例的分期和判断标准等因素不尽一致, 仍需要多中心性和前瞻性的随机对照研究。随着检查技术的发展和完善, ^{18}F -FDG PET/CT 将越来越多地应用于 NSCLC 的诊断中, 其在肺癌的预后评估中也将会发挥越来越重要的作用。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 陈学涛负责文献的收集与分析、综述的撰写; 姚稚明负责命题的设计、综述的审阅及修订。

参 考 文 献

- [1] Deslypere G, Gullentops D, Wauters E, et al. Immunotherapy in non-metastatic non-small cell lung cancer: can the benefits of stage IV therapy be translated into earlier stages?[J]. *Ther Adv Med Oncol*, 2018, 10: 1-11. DOI: [10.1177/1758835918772810](https://doi.org/10.1177/1758835918772810).
- [2] Cheng G, Huang H. Prognostic value of ^{18}F -fluorodeoxyglucose PET/computed tomography in non-small-cell lung cancer[J]. *PET Clin*, 2018, 13(1): 59-72. DOI: [10.1016/j.cpet.2017.08.006](https://doi.org/10.1016/j.cpet.2017.08.006).
- [3] Paesmans M, Berghmans T, Dusart M, et al. Primary tumor standardized uptake value measured on fluorodeoxyglucose positron emission tomography is of prognostic value for survival in non-small cell lung cancer: update of a systematic review and meta-analysis by the European Lung Cancer Working Party for the International Association for the Study of Lung Cancer Staging Project[J]. *J Thorac Oncol*, 2010, 5(5): 612-619. DOI: [10.1097/JTO.0b013e3181d0a4f5](https://doi.org/10.1097/JTO.0b013e3181d0a4f5).
- [4] Liu J, Dong M, Sun X, et al. Prognostic value of ^{18}F -FDG PET/CT in surgical non-small cell lung cancer: a meta-analysis[J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0146195[2019-08-27]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4699812>. DOI: [10.1371/journal.pone.0146195](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146195).
- [5] Paesmans M, Garcia C, Wong CYO, et al. Primary tumour standardised uptake value is prognostic in nonsmall cell lung cancer: a multivariate pooled analysis of individual data[J]. *Eur Respir J*, 2015, 46(6): 1751-1761. DOI: [10.1183/13993003.00099-2015](https://doi.org/10.1183/13993003.00099-2015).
- [6] Konings R, van Gool MH, Bard MPL, et al. Prognostic value of pre-operative glucose-corrected maximum standardized uptake value in patients with non-small cell lung cancer after complete surgical resection and 5-year follow-up[J]. *Ann Nucl Med*, 2016, 30(5): 362-368. DOI: [10.1007/s12149-016-1070-2](https://doi.org/10.1007/s12149-016-1070-2).
- [7] Murakami S, Saito H, Sakuma Y, et al. Prognostic value of preoperative FDG-PET in stage IA lung adenocarcinoma[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(8): 1891-1895. DOI: [10.1016/j.ejrad.2011.04.007](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.04.007).
- [8] Ohtaki Y, Shimizu K, Kaira K, et al. Risk factors associated with recurrence of surgically resected node-positive non-small cell lung cancer[J]. *Surg Today*, 2016, 46(10): 1196-1208. DOI: [10.1007/s00595-015-1301-5](https://doi.org/10.1007/s00595-015-1301-5).
- [9] de Jong WK, van der Heijden HFM, Pruijm J, et al. Prognostic value of different metabolic measurements with fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in resectable non-small cell lung cancer: a two-center study[J]. *J Thorac Oncol*, 2007, 2(11): 1007-1012. DOI: [10.1097/JTO.0b013e31815608f5](https://doi.org/10.1097/JTO.0b013e31815608f5).
- [10] Liu S, Yin H, Ji HY, et al. Overexpression of TRIM44 is an independent marker for predicting poor prognosis in epithelial ovarian cancer[J]. *Exp Ther Med*, 2018, 16(4): 3034-3040. DOI: [10.3892/etm.2018.6541](https://doi.org/10.3892/etm.2018.6541).
- [11] Agarwal M, Brahmanday G, Bajaj SK, et al. Revisiting the prognostic value of preoperative ^{18}F -fluoro-2-deoxyglucose ^{18}F -FDG positron emission tomography (PET) in early-stage (I & II) non-small cell lung cancers (NSCLC)[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2010, 37(4): 691-698. DOI: [10.1007/s00259-009-1291-x](https://doi.org/10.1007/s00259-009-1291-x).
- [12] Horne ZD, Clump DA, Vargo JA, et al. Pretreatment SUV_{max} predicts progression-free survival in early-stage non-small cell lung cancer treated with stereotactic body radiation therapy[J]. *Radiat Oncol*, 2014, 9: 41[2019-08-27]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3922961>. DOI: [10.1186/1748-717X-9-41](https://doi.org/10.1186/1748-717X-9-41).
- [13] Lee VHF, Chan WWL, Lee EYP, et al. Prognostic significance of standardized uptake value of lymph nodes on survival for

- stage III non-small cell lung cancer treated with definitive concurrent chemoradiotherapy[J]. *Am J Clin Oncol*, 2016, 39(4): 355–362. DOI: [10.1097/COC.000000000000070](https://doi.org/10.1097/COC.000000000000070).
- [14] Carvalho S, Leijenaar RTH, Troost EGC, et al. ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron-emission tomography (FDG-PET)-Radiomics of metastatic lymph nodes and primary tumor in non-small cell lung cancer (NSCLC)-a prospective externally validated study[J/OL]. *PLoS One*, 2018, 13(3): e192859[2019-08-27]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5832210>. DOI: [10.1371/journal.pone.0192859](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192859).
- [15] Sasaki R, Komaki R, Macapinlac H, et al. [18F]fluorodeoxyglucose uptake by positron emission tomography predicts outcome of non-small-cell lung cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2005, 23(6): 1136–1143. DOI: [10.1200/JCO.2005.06.129](https://doi.org/10.1200/JCO.2005.06.129).
- [16] 王涛, 王振光. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数在非小细胞肺癌预后评估中的应用及进展[J]. *中国肺癌杂志*, 2019, 22(3): 167–172. DOI: [10.3779/j.issn.1009-3419.2019.03.09](https://doi.org/10.3779/j.issn.1009-3419.2019.03.09).
Wang T, Wang ZG. Application of metabolic parameters measured by ¹⁸F-FDG PET/CT in the evaluation of the prognosis of non-small cell lung cancer[J]. *Chin J Lung Cancer*, 2019, 22(3): 167–172. DOI: [10.3779/j.issn.1009-3419.2019.03.09](https://doi.org/10.3779/j.issn.1009-3419.2019.03.09).
- [17] Bazan JG, Duan FH, Snyder BS, et al. Metabolic tumor volume predicts overall survival and local control in patients with stage III non-small cell lung cancer treated in ACRIN 6668/RTOG 0235[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 44(1): 17–24. DOI: [10.1007/s00259-016-3520-4](https://doi.org/10.1007/s00259-016-3520-4).
- [18] Zhang H, Wroblewski K, Appelbaum D, et al. Independent prognostic value of whole-body metabolic tumor burden from FDG-PET in non-small cell lung cancer[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2013, 8(2): 181–191. DOI: [10.1007/s11548-012-0749-7](https://doi.org/10.1007/s11548-012-0749-7).
- [19] Aktas GE, Karamustafaoglu YA, Balta C, et al. Prognostic significance of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography-derived metabolic parameters in surgically resected clinical-no nonsmall cell lung cancer[J]. *Nucl Med Commun*, 2018, 39(11): 995–1004. DOI: [10.1097/MNM.0000000000000903](https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000903).
- [20] 郑庆中, 苏洁敏, 邓菁, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数对 116 例非小细胞肺癌患者预后评估价值[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2020, 27(16): 1309–1314. DOI: [10.16073/j.cnki.cjcp.2020.16.06](https://doi.org/10.16073/j.cnki.cjcp.2020.16.06).
Zheng QZ, Su JM, Deng J, et al. Prognostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters in patients with non-small cell lung cancer[J]. *Chin J Cancer Prev Treat*, 2020, 27(16): 1309–1314. DOI: [10.16073/j.cnki.cjcp.2020.16.06](https://doi.org/10.16073/j.cnki.cjcp.2020.16.06).
- [21] Burger IA, Vargas HA, Apte A, et al. PET quantification with a histogram derived total activity metric: superior quantitative consistency compared to total lesion glycolysis with absolute or relative SUV thresholds in phantoms and lung cancer patients[J]. *Nucl Med Biol*, 2014, 41(5): 410–418. DOI: [10.1016/j.nucmedbio.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.nucmedbio.2014.02.006).
- [22] Im HJ, Pak K, Cheon GJ, et al. Prognostic value of volumetric parameters of ¹⁸F-FDG PET in non-small-cell lung cancer: a meta-analysis[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(2): 241–251. DOI: [10.1007/s00259-014-2903-7](https://doi.org/10.1007/s00259-014-2903-7).
- [23] 陈挺, 张宏, 田梅, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢半定量参数在非小细胞肺癌预后评估中的价值[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2018, 42(3): 269–273. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.014).
Chen T, Zhang H, Tian M, et al. Prognostic evaluation of patients with non-small cell lung cancer by using semi-quantitative metabolic parameters of ¹⁸F-FDG PET/CT[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2018, 42(3): 269–273. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.014).
- [24] Kim K, Kim SJ, Kim I J, et al. Prognostic value of volumetric parameters measured by F-18 FDG PET/CT in surgically resected non-small-cell lung cancer[J]. *Nucl Med Commun*, 2012, 33(6): 613–620. DOI: [10.1097/MNM.0b013e328351d4f5](https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e328351d4f5).

(收稿日期: 2019-08-28)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

郑重声明

近期发现有单位盗用我刊名义, 在社会上征集稿件、征收版面费, 造成了极其恶劣的影响, 严重地损害了我刊声誉。在此, 我刊编辑部严重声明, 我们未委托任何单位、公司及网站办理网上投稿、组稿及其相关业务。请广大读者、作者提高警惕, 以免上当受骗。我刊网站(www.ijrmnm.com)可在线投稿、查询、审稿、退稿等, 欢迎广大读者、作者登录并进行相关浏览和投稿。

联系电话: 022-87890607

联系邮箱: gjfh2006@irm-cams.ac.cn