

·临床研究·

^{18}F -FLT PET/CT 显像评估复发脑胶质瘤患者预后的价值

刘道佳 吴君心 唐明灯 林端瑜 张杰平 李生栩 蔡志华 吕清湖

350014 福州,福建省肿瘤医院,福建医科大学附属肿瘤医院核医学科(刘道佳、唐明灯、林端瑜、张杰平、李生栩、蔡志华、吕清湖),放疗科(吴君心)

通信作者:唐明灯, Email: tmd0603@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.05.003

【摘要】目的 探讨 ^{18}F -脱氧胸腺嘧啶核苷(FLT) PET/CT 显像中的肿瘤增殖体积(PV)在评估复发脑胶质瘤患者预后中的价值。**方法** 回顾性分析 2012 年 1 月至 2016 年 1 月行 ^{18}F -FLT PET/CT 与 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖(FDG) PET/CT 检查、经病理结果或临床随访证实为复发的 20 例脑胶质瘤患者的临床资料。在 ^{18}F -FLT PET/CT 图像上测量复发肿瘤的最大标准化摄取值与正常脑组织的平均标准化摄取值的比值(T/N_{FLT})、最大直径和 PV, 在 ^{18}F -FDG PET/CT 图像上测量复发肿瘤的 T/N_{FDG} 。随访时间截至 2016 年 12 月。采用 Kaplan-Meier 分析法进行生存分析, 组间比较采用 log-rank 检验; 采用比例风险回归(Cox)模型对 PV、最大直径、 T/N_{FDG} 、 T/N_{FLT} 及其他相关临床因素与预后关系进行单因素和多因素分析。**结果** 20 例复发脑胶质瘤患者的中位生存时间为 7 个月。PV、 T/N_{FLT} 、最大直径、 T/N_{FDG} 、年龄预测长生存期的最佳阈值分别为 12.565 cm^3 、7.752、2.800 cm、1.192、52 岁, 对应的 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.958、0.865、0.745、0.646、0.667。Kaplan-Meier 单因素分析结果显示, 复发灶不同 PV($<12.565\text{ cm}^3$ 与 $\geq 12.565\text{ cm}^3$)、 T/N_{FLT} (<7.752 与 ≥ 7.752)、肿瘤最大直径($<2.800\text{ cm}$ 与 $\geq 2.800\text{ cm}$)、 T/N_{FDG} (<1.192 与 ≥ 1.192)、首次病理结果(Ⅱ级与Ⅲ、Ⅳ级)间的生存曲线差异均有统计学意义($\chi^2 = 12.587$ 、12.219、4.285、5.955、6.787, 均 $P < 0.05$)。Cox 模型单因素分析结果显示, 20 例复发脑胶质瘤患者的预后与 PV、 T/N_{FLT} 、 T/N_{FDG} 、首次病理结果有关, 危险比分别为 0.113(95%CI: 0.024~0.530)、0.105(95%CI: 0.021~0.513)、0.314(95%CI: 0.109~0.903)、0.262(95%CI: 0.082~0.838), 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。Cox 回归模型多因素分析结果显示, 肿瘤 PV 是复发脑胶质瘤患者生存预后的独立影响因素。**结论** ^{18}F -FLT PET/CT 显像中的肿瘤 PV 可以作为复发脑胶质瘤患者预后的评估指标。

【关键词】 神经胶质瘤; 肿瘤复发, 局部; 预后; 正电子发射断层显像计算机体层摄影术; 脱氧葡萄糖; 胸苷

基金项目: 国家临床重点专科建设项目((2013)544); 福建省卫生与计划生育委员会青年科研课题(2015-2-5)

Prognostic value of ^{18}F -FLT PET/CT imaging in patients with recurrent gliomas Liu Daojia, Wu Junxin, Tang Mingdeng, Lin Duanyu, Zhang Jieping, Li Shengxu, Cai Zhihua, Lyu Qinghu

Department of Nuclear Medicine, Fujian Cancer Hospital, Fujian Medical University Cancer Hospital, Fuzhou 350014, China(Liu DJ, Tang MD, Lin DY, Zhang JP, Li SX, Cai ZH, Lyu QH); Department of Radiation Oncology, Fujian Cancer Hospital, Fujian Medical University Cancer Hospital, Fuzhou 350014, China(Wu JX)

Corresponding author: Tang Mingdeng, Email: tmd0603@126.com

【Abstract】 Objectives To evaluate the prognostic value of proliferation volume(PV) measured by pretreating patients with recurrent gliomas with ^{18}F -fluorothymidine (FLT) PET/CT imaging. **Methods** The clinical data of 20 patients that underwent ^{18}F -FDG PET/CT and ^{18}F -FLT PET/CT examinations from

January 2012 to January 2016 showed that recurrent gliomas were retrospectively analyzed. We measured the ratio of the maximum standard uptake value of the tumor to the mean standard uptake value of the normal brain tissue (T/N_{FLT}), PV, and maximum diameter via ^{18}F -FLT PET/CT imaging, T/N_{FDG} was measured by ^{18}F -FDG PET/CT imaging. The follow-up time lasted until December 2016. **Result** The median survival time of 20 patients with recurrent gliomas was 7 months. The optimal PV, T/N_{FLT} , diameter, T/N_{FDG} , and age cut-off values were 12.565 cm^3 , 7.752, 2.800 cm, 1.192, and 52 years, with the area under the curve values of 0.958, 0.865, 0.745, 0.646, and 0.667, respectively. Kaplan-Meier single factor analysis revealed that the survival times significantly differed among patients with different PV ($<12.565 cm^3$ vs. $\geq 12.565 cm^3$), T/N_{FLT} (<7.752 vs. >7.752), maximum diameter (<2.800 cm vs. >2.800 cm), and T/N_{FDG} values (<1.192 vs. >1.192), as well as different pathologies of the first operation (WHO II vs. WHO III and III) ($\chi^2=12.587, 12.219, 4.285, 5.955, 6.787$; all $P<0.05$). Cox single-factor analyses indicated that PV, T/N_{FLT} , T/N_{FDG} , and pathology were the risk factors of survival, with the hazard ratios of 0.113 (95%CI: 0.024–0.530), 0.105 (95%CI: 0.021–0.513), 0.314 (95%CI: 0.109–0.903), and 0.262 (95%CI: 0.082–0.838), respectively. Cox multifactor analyses indicated that PV was an independent predictor of survival risk. **Conclusion** PV is an important factor in the prognosis prediction of patients with recurrent gliomas via ^{18}F -FLT PET/CT imaging.

【Key words】 Glioma; Neoplasm recurrence, local; Prognosis; Positron emission tomography computed tomography; Deoxyglucose; Thymidine

Fund programs: The National Key Clinical Specialist Construction Programs of China((2013)544); Youth Scientific Research Project of Fujian Provincial Health and Family Planning Commission(2015–2–5)

原发性中枢神经系统肿瘤中最常见的是脑胶质瘤, 当前治疗的主要方式为手术、放疗及放化疗的联合治疗^[1]。复发性脑胶质瘤患者的预后极差, 以复发性胶质母细胞瘤为例, 平均生存期为 14.5 个月^[2]。 ^{18}F -FDG PET/CT 在预测复发脑胶质瘤患者预后中具有一定的价值^[3]。但是, ^{18}F -FDG 在正常脑组织中有较高本底, ^{18}F -FDG 显像很难准确勾画肿瘤的边界和浸润范围, 一些炎性病变会导致 ^{18}F -FDG 非特异性的摄取, 限制了其在脑肿瘤中的应用。 ^{18}F -脱氧胸腺嘧啶核苷 (fluorothymidine, FLT) 主要用来评估恶性肿瘤的增殖活性, 且正常脑组织对 ^{18}F -FLT 的摄取非常低, 因此 ^{18}F -FLT 是一种理想的脑肿瘤显像剂。本研究旨在分析 ^{18}F -FLT PET/CT 显像中的肿瘤增殖体积 (proliferation volume, PV), ^{18}F -FLT、 ^{18}F -FDG PET/CT 显像中肿瘤的 SUV_{max} 与正常脑组织的平均标准化摄取值 (average standardized uptake value, SUV_{mean}) 的比值 (用“T/N”表示) 及其他相关临床因素对复发脑胶质瘤患者的预后价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2012 年 1 月至 2016 年 1 月在本院行 ^{18}F -FDG 与 ^{18}F -FLT PET/CT 显像的脑胶质瘤患者

资料, 所有确诊为首次复发且符合以下条件的患者被纳入本研究: ①病理结果为脑胶质瘤; ②复发由病理结果证实, 或多次 MRI 检查结合其他临床资料证实; ③ Karnofsky (卡氏, KPS, 百分法) 评分 ≥ 60 分。排除标准: 如果治疗相关的良性病变 (包括手术后瘢痕、纤维增生、放射性水肿反应、放射性脑坏死等) 不能排除, 则该患者将被排除。

确诊为复发的脑胶质瘤患者有 20 例, 其中男性 13 例、女性 7 例, 年龄为 12~73 岁, 平均年龄 (45.65 ± 15.50) 岁。患者检查之后根据临床情况接受不同的治疗, 对所有的患者进行随访 (无失访) 直至其死亡。总生存时间 (OS) 定义为从 ^{18}F -FDG PET/CT 扫描到患者死亡的时间。

1.2 显像方法

由日本住友重工公司的 HM-10 回旋加速器生产的 ^{18}F , 经日本住友重工公司的 F300E 自动合成模块合成的 ^{18}F -FDG 和 ^{18}F -FLT, 放化纯度均 $>95\%$ 。患者禁食 6 h 以上, 血糖控制在 10.0 mmol/L 以下, 按患者体重静脉注射 ^{18}F -FDG 4.44 MBq/kg, 在暗室平卧 60 min, 排尿后行 PET/CT 脑显像。显像仪器为荷兰 Philips 公司生产的 GEMINI TF II PET/CT 仪。显像条件: 三维 PET 扫描, 采集一个床位 (6 min/床位), 矩阵为 128×128; CT 扫描为视野

(FOV)250 mm、电压 140 kV、电流 250 mA、螺距 0.75、单圈旋转时间 0.8 s。隔日行 ^{18}F -FLT 显像,患者无需禁食,其余显像条件同 ^{18}F -FDG PET/CT 显像。

1.3 图像分析

图像重建采用滤波反投影法。PET/CT 融合图像、PET 图像和 CT 图像都通过软件进行帧对帧对比分析。 ^{18}F -FDG 与 ^{18}F -FLT 浓聚灶均由 2 位 5 年以上 PET/CT 诊断经验的核医学科医师目测确认,如有争议则组织科室讨论确定。手动勾画 ROI,由计算机自动生成肿瘤的 SUV_{max} ,同时对侧未受累的正常脑组织区域勾画直径为 1.0 cm 的圆形 ROI 作为正常对照组织,如果因为肿瘤的位置导致在对侧大脑半球无法勾画正常脑组织,则在 ^{18}F -FDG 或 ^{18}F -FLT 摄取最高的层面上选取完整的脑组织进行勾画,并计算 T/N。在复发病灶的浓聚区域范围内以 40% SUV_{max} 为阈值,软件自动计算出 PV。在 ^{18}F -FLT PET/CT 图像上测量复发肿瘤的 T/N_{FLT} 、最大直径、PV;在 ^{18}F -FDG PET/CT 图像上测量复发肿瘤的 T/N_{FDG} 。所有数据由同一位核医学医师测量和记录。

1.4 统计学分析

应用 IBM SPSS 20.0 软件进行统计学分析。通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析 PV、肿瘤最大直径、 T/N_{FDG} 、 T/N_{FLT} 预测肿瘤复发(患者为长生存期)的最佳阈值,并评价预测效能。采用 Kaplan-Meier 分析法进行生存分析,组间比较采用 log-rank 检验。采用比例风险回归模型(proportional hazards model, Cox 模型)对 PV、最大直径、 T/N_{FDG} 、 T/N_{FLT} 及其他相关临床因素与预后关系进行单因素和多因素分析。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病理、PET/CT 及随访的结果

首次手术病理结果为世界卫生组织(world health organization, WHO) II 级的有 7 例,其中星型细胞瘤 6 例、室管膜瘤 1 例;首次手术病理结果为 WHO III、IV 级的有 13 例,其中 III 级 3 例(均为间变性少突胶质细胞瘤)、IV 级 10 例(均为胶质母细胞瘤)。 ^{18}F -FDG PET/CT 图像上测量的 T/N_{FDG} 为 0.404~3.882(1.720±0.950)。 ^{18}F -FLT PET/CT 图像

上测量的 T/N_{FLT} 为 2.40~24.00(9.00±4.60),肿瘤最大直径为 1.10~5.80(2.87±1.10) cm, PV 为 1.35~33.67(13.30±7.48) cm^3 。随访截至 2016 年 12 月,20 例患者全部死亡。患者的中位生存期为 7 个月,>7 个月界定为长生存期,≤7 个月界定为短生存期。其他一般资料见表 1。

2.2 ROC 曲线分析

不同因素预测复发脑胶质瘤患者为长生存期的 ROC 曲线见图 1。PV 的最佳阈值为 12.565 cm^3 ,对应的灵敏度为 83.300%、特异度为 100%,ROC 曲线下面积(area under roc curve, AUC)为 0.958(95%CI: 0.879~1.000); T/N_{FLT} 的最佳阈值为 7.752,对应的灵敏度为 91.700%、特异度为 87.500%、AUC 为 0.865(95%CI: 0.636~1.000);最大直径的最佳阈值为 2.800 cm,对应的灵敏度为 58.300%、特异度为 75.000%、AUC 为 0.745(95%CI: 0.529~0.961); T/N_{FDG} 的最佳阈值为 1.192,对应的灵敏度为 83.300%、特异度为 62.500%、AUC 为 0.646(95%CI: 0.365~0.926)。

2.3 生存单因素分析结果

不同 PV(<12.565 cm^3 与 ≥12.565 cm^3)、 T/N_{FLT} (<7.752 与 ≥7.752)、最大直径(<2.800 cm 与 ≥2.800 cm)、 T/N_{FDG} (<1.192 与 ≥1.192)、首次手术病理结果(II 级与 III、VI)间的生存结果差异均有统计学意义($\chi^2=12.587$ 、12.219、4.285、5.955、6.787,均 $P < 0.05$);不同年龄(<52 岁与 ≥52 岁)与性别组

表 1 20 例复发脑胶质瘤患者的一般特征

Table 1 Characteristics of 20 patients with recurrent gliomas

临床因素	例数	百分比或范围
性别		
男	13	65%
女	7	35%
中位年龄/岁	55	12~73
原发肿瘤分级(WHO)		
II 级	7	35%
III、IV 级	13	65%
治疗方式		
手术+放化疗	10	50%
手术+放疗	9	45%
手术+化疗+贝伐珠单抗	1	5%

注:表中,WHO:世界卫生组织;T/N:肿瘤的最大标准化摄取值与正常脑组织的平均标准化摄取值的比值;FDG:氟脱氧葡萄糖;FLT:脱氧胸腺嘧啶核苷;PV:增殖体积。

间的生存结果差异均无统计学意义($\chi^2=1.064$ 、 0.611 ，均 $P>0.05$)。

2.4 Cox 模型单因素分析及多因素分析结果

Cox 模型单因素分析结果提示，PV、 T/N_{FLT} 、 T/N_{FDG} 、首次手术病理结果与 20 例复发脑胶质瘤的生存期相关，最大直径、患者的年龄、性别对 20 例复发脑胶质瘤的生存期没有影响(表 2)。应用 Cox 模型对全部 20 例复发脑胶质瘤的 PV、 T/N_{FLT} 、 T/N_{FDG} 、首次病理等预后相关因子进行多因素分析，结果显示 PV 是本组 20 例复发脑胶质瘤

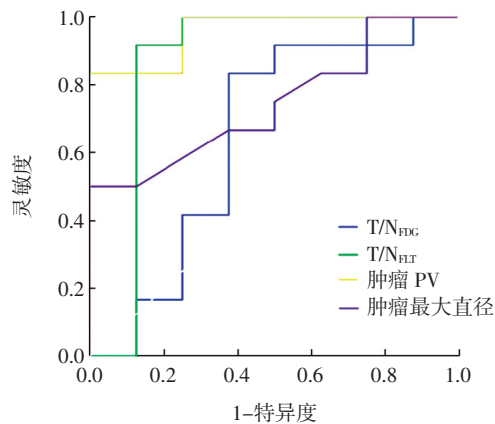


图 1 不同因素预测复发脑胶质瘤患者为长生存期的 ROC 曲线 图中，T/N：肿瘤的最大标准化摄取值与正常脑组织的平均标准化摄取值的比值；FLT：脱氧胸腺嘧啶核苷；FDG：氟脱氧葡萄糖；PV：增殖体积；ROC：受试者工作特征曲线。

Fig.1 Receiver operating characteristic curve of the factors that indicated long survival time

表 2 影响 20 例复发脑胶质瘤患者预后的 Cox 模型单因素分析

Table 2 Cox single-factor analyses of twenty patients with recurrent glioma

影响因素	统计学指标		
	危险比 (HR)	95%CI	P 值
PV(<12.565 cm ³ 与 ≥12.565 cm ³)	0.113	0.024~0.530	0.006
T/N_{FLT} (<7.752 与 ≥7.752)	0.105	0.021~0.513	0.005
肿瘤直径(<2.800 cm 与 ≥2.800 cm)	0.388	0.141~1.066	0.066
T/N_{FDG} (<1.192 与 ≥1.192)	0.314	0.109~0.903	0.032
首次病理结果(WHO II 级与 WHO III、IV 级)	0.262	0.082~0.838	0.024
年龄(<52 岁与 ≥52 岁)	0.629	0.242~1.632	0.340
性别(男/女)	1.417	0.548~3.665	0.473

注：表中，PV：增殖体积；T/N：肿瘤的最大标准化摄取值与正常脑组织的平均标准化摄取值的比值；FDG：氟脱氧葡萄糖；FLT：脱氧胸腺嘧啶核苷；WHO：世界卫生组织。

患者预后的独立影响因素，危险比为 0.208(95%CI: 0.076~0.953, $P=0.012$)，生存曲线分析也显示 PV<12.565 cm³ 的 10 例患者生存时间明显高于 PV≥12.565 cm³ 的 10 例患者(图 2)；而 T/N_{FLT} 、 T/N_{FDG} 和首次病理结果均不能作为独立预后因素，危险比分别为 4.947(95%CI: 0.727~33.644)、1.837(95%CI: 0.576~5.853) 和 2.335(95%CI: 0.558~9.764)， P 值分别为 0.102、0.304 和 0.245(均 >0.05)。

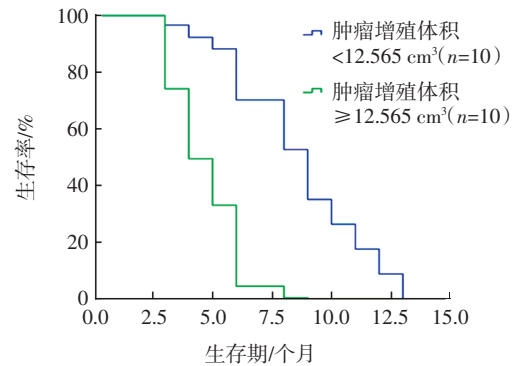


图 2 20 例复发脑胶质瘤患者 Cox 模型多因素分析生存曲线
Fig.2 Cox multi-factor analyses survivorship curve of twenty patients with recurrent glioma

3 讨论

有研究结果显示，¹⁸F-FLT PET/CT 显像中的 T/N_{FLT} 与脑胶质瘤预后显著相关^[4-5]。也有研究结果提示，高级别胶质瘤的 T/N_{FLT} 明显高于低级别胶质瘤的 T/N_{FLT} ^[6]。这证明 T/N_{FLT} 是一个反映胶质瘤患者肿瘤细胞增殖的可靠参数。本研究结果中，仅 Cox 模型单因素分析结果提示 T/N_{FLT} 和复发脑胶质瘤患者的预后显著相关，而多因素分析结果提示 T/N_{FLT} 不是独立预后因素。在脑胶质瘤的治疗中，尤其是综合治疗后复发的脑胶质瘤存在异质性， T/N_{FLT} 只能反映某一截面肿瘤的增殖水平，而不是肿瘤整体的增殖水平。这可能是 T/N_{FLT} 不能作为复发脑胶质瘤患者独立预后因素的原因。

PV 代表了肿瘤中具有较高增殖活性的部分，同时包含了增殖因素和解剖体积因素。因此可以推测，PV 是一个可靠的代表患者肿瘤负荷的生物标志。国外的研究结果显示，¹⁸F-FLT PET 对复发恶性脑胶质瘤患者生存的预测有较高的价值^[7-8]。Idema 等^[9]研究结果表明，¹⁸F-FLT PET/CT 显像得出的肿瘤 PV 是原发性恶性脑胶质瘤患者独立的预后因素，其预测能力强于其他已知的临床因素。本研

究结果也显示, $PV < 12.565 \text{ cm}^3$ 的 10 例患者生存时间明显高于 $PV \geq 12.565 \text{ cm}^3$ 的 10 例患者。因此提示 PV 大的复发恶性脑胶质瘤与 PV 小的复发恶性脑胶质瘤相比, 可能需要更积极的治疗和更密切的随访。

^{18}F -FDG PET/CT 显像中的代谢功能参数, 在预测肺癌、食管癌、宫颈癌、淋巴瘤等肿瘤的预后中有较高的价值^[10-13]。也有研究结果显示, ^{18}F -FDG PET 能够预测高级别复发脑胶质瘤的预后^[14]。本研究结果也提示, $T/N_{\text{FDG}} < 1.192$ 患者的生存期显著高于 $T/N_{\text{FDG}} \geq 1.192$ 的患者。由于正常脑皮质对 ^{18}F -FDG 的高摄取, 使得 ^{18}F -FDG PET 很难准确勾画肿瘤的境界和浸润范围, 难以准确计算肿瘤的代谢体积, 而且一些炎性病变尤其是肉芽肿性病变导致 FDG 非肿瘤性的摄取增加, 也导致肿瘤的代谢体积很难真正体现肿瘤的代谢活性, 这些方面都限制了 ^{18}F -FDG PET 在脑胶质瘤中的应用。

病理分级通常被认为是恶性胶质瘤的一个重要预后因素。而我们的研究中, 原发肿瘤的病理分级在 Cox 模型单因素分析中与预后相关, 但是在多因素分析中不是一个独立预后因素。因为复发脑胶质瘤患者的一般情况相对较差, 得到所有患者复发时的病理诊断结果几乎不可能, 因此我们采用第一次获得的病理结果进行分级, 这有可能低估了一部分患者复发时的病理分级。因为部分 WHO 低级别的胶质瘤, 复发时会转化成 WHO 更高级别的胶质瘤。

我们的研究存在一定的不足: ①研究纳入的病例相对较少, 降低了研究结果的说服力; ②入组患者在 PET/CT 扫描后接受了不同的治疗, 而且恶性胶质瘤复发后的治疗方式很难统一, 我们没有调整 PET/CT 扫描后治疗方式对生存期的影响; ③为了避免不同复发次数对生存期的影响, 本研究仅纳入了初次复发的脑胶质瘤患者, 但是在实际临床工作中, 相当一部分的脑胶质瘤患者都会有多次复发。 ^{18}F -FLT PET/CT 显像得出的 PV 在多次复发的脑胶质瘤患者预后中的价值仍需进一步研究。

综上所述, ^{18}F -FLT PET/CT 显像是一种无创的影像技术, 可以在体外监测复发恶性脑胶质瘤的增殖活性, 并计算恶性复发脑胶质瘤的肿瘤 PV。 ^{18}F -FLT PET/CT 显像得出的肿瘤 PV 是复发恶性脑胶质瘤的独立预后因素。临床医师可以通过 ^{18}F -

FLT PET/CT 显像来预测复发恶性脑胶质瘤的生存期, 指导个体化治疗决策的制定, 对于肿瘤 PV 大的患者, 给予更积极的治疗和更密切的随访以提高患者的生存期。

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 刘道佳负责命题的提出、设计和论文的撰写; 吴君心负责数据的提供、论文的修改; 唐明灯负责论文的审阅; 林端瑜负责图像处理与数据分析; 张杰平、李生翎负责资料的收集; 蔡志华负责图像的采集; 吕清湖负责资料的收集。

参 考 文 献

- [1] 刘道佳, 唐明灯, 林端瑜, 等. ^{18}F -FDG 与 ^{18}F -FLT PET/CT 诊断脑胶质瘤综合治疗后复发的对比研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(4): 198-201. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.04.002
Liu DJ, Tang MD, Lin DY, et al. Comparison on the diagnostic values of ^{18}F -FDG and ^{18}F -FLT PET/CT in patients with suspicious recurrence of glioma after multimodal treatment[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 37(4): 198-201.
- [2] Kamiya-Matsuoka C, Gilbert MR. Treating recurrent glioblastoma: an update[J]. CNS Oncol, 2015, 4(2): 91-104. DOI: 10.2217/cns.14.55.
- [3] Santra A, Kumar R, Sharma P, et al. F-18 FDG PET-CT for predicting survival in patients with recurrent glioma: a prospective study[J]. Neuroradiology, 2011, 53(12): 1017-1024. DOI: 10.1007/s00234-011-0898-3.
- [4] Thiele F, Ehmer J, Piroth MD, et al. The quantification of dynamic FET PET imaging and correlation with the clinical outcome in patients with glioblastoma[J]. Phys Med Biol, 2009, 54(18): 5525-5539. DOI: 10.1088/0031-9155/54/18/012.
- [5] Karunanithi S, Sharma P, Kumar A, et al. Can ^{18}F -FDOPA PET/CT predict survival in patients with suspected recurrent glioma? A prospective study[J]. Eur J Radiol, 2014, 83(1): 219-225. DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.09.004.
- [6] Yamamoto Y, Ono Y, Aga F, et al. Correlation of ^{18}F -FLT uptake with tumor grade and Ki-67 immunohistochemistry in patients with newly diagnosed and recurrent gliomas[J]. J Nucl Med, 2012, 53(12): 1911-1915. DOI: 10.2967/jnumed.112.104729.
- [7] Schwarzenberg J, Czernin J, Cloughesy TF, et al. $3'$ -deoxy- $3'$ - ^{18}F -fluorothymidine PET and MRI for early survival predictions in patients with recurrent malignant glioma treated with bevacizumab [J]. J Nucl Med, 2012, 53(1): 29-36. DOI: 10.2967/jnumed.111.092387.
- [8] Schiepers C, Dahlbom M, Chen W, et al. Kinetics of $3'$ -deoxy- $3'$ - ^{18}F -fluorothymidine during treatment monitoring of recurrent high-grade glioma[J]. J Nucl Med, 2010, 51(5): 720-727. DOI: 10.2967/

- jnumed.109068361.
- [9] Idema AJ, Hoffmann AL, Boogaarts HD, et al. 3'-Deoxy-3'-¹⁸F-fluorothymidine PET-derived proliferative volume predicts overall survival in high-grade glioma patients[J]. J Nucl Med, 2012, 53(12): 1904-1910. DOI: 10.2967/jnumed.112.105544.
- [10] 董焯, 吴湖炳, 王全师, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 多次显像在监测和预测非小细胞肺癌术后复发和转移中的价值[J]. 中华核医学与分子影像学杂志, 2014, 34(2): 81-85. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2014.02.001.
- Dong Y, Wu HB, Wang QS, et al. Prediction of postoperative recurrence and metastasis with ¹⁸F-FDG PET/CT in patients with non-small cell lung cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2014, 34(2): 81-85.
- [11] 谢彦婷, 郑容. ¹⁸F-FDG PET/CT 在食管癌放疗中的应用[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2013, 37(1): 42-46. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2013.01.012.
- Xie YT, Zheng R. The application of ¹⁸F-FDG PET/CT in the radiotherapy of esophageal cancer[J]. Int J Radiat Med Nucl Med, 2013, 37(1): 42-46.
- [12] 陈丹丹, 吴湖炳, 王全师, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 在复发宫颈癌疗效评价及预后预测中的价值[J]. 中华核医学与分子影像学杂志, 2015, 35(3): 168-172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848. 2015. 03.003.
- Chen DD, Wu HB, Wang QS, et al. Value of ¹⁸F-FDG PET/CT in the evaluation of treatment response and prognosis for patients with recurrent uterine cervical cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2015, 35(3): 168-172.
- [13] 戴云秀, 杨光杰, 王振光, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 基线 SUV_{max} 在滤泡性淋巴瘤侵袭性、分期评价中的价值及其与中期疗效的相关性研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2018, 42(2): 104-110. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.002.
- Dai YX, Yang GJ, Wang ZG, et al. Evaluation of invasiveness, staging, and correlation with interim therapeutic response based on baseline ¹⁸F-FDG PET/CT SUV_{max} in patients with follicular lymphoma[J]. Int J Radiat Med Nucl Med, 2018, 42(2): 104-110.
- [14] Colavolpe C, Chinot O, Metellus P, et al. FDG-PET predicts survival in recurrent high-grade gliomas treated with bevacizumab and irinotecan[J]. Neuro Oncol, 2012, 14(5): 649-657. DOI:10.1093/neuonc/nos012.

(收稿日期: 2018-04-19)

·读者·作者·编者·

关于投稿的中英文摘要的书写要求

论文是用来进行科学研究和描述科研成果的载体。论文摘要是对论文的简短陈述, 具有不读原文就知全文的特点。摘要以供读者确定有无必要阅读论文全文, 或提供给文摘第二次文献采用, 可以独立使用, 也可以引用。摘要应着重反映研究中的创新内容和作者的独到观点, 不必列出本学科已成为常识的内容, 不要简单地重复题名中已有的信息。

1. 论著类文章摘要的内容应包括研究目的、研究方法、主要发现(包括关键性或主要的数据)和主要结论, 一般应写成四段式结构式摘要: 目的(Objective)、方法(Methods)、结果(Results)和结论(Conclusions)。

(1)目的: 简明指出此项工作的目的, 研究的范围。

(2)方法: 简要说明研究课题的基本做法, 包括对象(分组及每组例数、对照例数或动物只数等)、材料和方法(包括所用药品剂量, 重复次数等)。统计方法特殊者需注明。

(3)结果: 简要列出主要结果(需注明单位)、数据、统计学意义等, 并说明其价值和局限性。

(4)结论: 简要说明从该项研究结果取得的正确观点、理论意义或实用价值、推广前景。

2. 综述类文章的摘要, 应包括综述的主要目的、资料来源、综述时所选择的文献量和依据、数据提炼的规则和应用方法、数据综合得出的结果和结论。可以结构式形式写出: 背景、数据来源、结果和结论。也可写成指示性或报道指示性摘要。

3. 中文摘要一般使用第三人称撰写, 建议采用“对……进行了研究”、“报告了……现状”、“进行了……调查”等记述方法标明, 不必使用“本文”、“我们”等作为主语。不列图、表, 不引用文献, 不加评论。除了公知公认者外, 摘要中首次出现的缩略语、代号等须注明全称或加以说明。

4. 中文摘要一般 250~400 字, 英文摘要与中文摘要内容原则上相对应, 但考虑到国外读者的需要, 可更详细。