

DOI: 10.3872/j.issn.1007-385x.2019.05.008

· 临床研究 ·

食管鳞癌胃壁内转移患者PET/CT代谢参数与病理特征及预后的关系

高涛涛^{ab}, 徐美青^b(安徽医科大学附属省立医院 a. 临床学院; b. 胸外科, 安徽 合肥 230001)

[摘要] **目的:** 探究食管鳞癌胃壁内转移(IGM)患者正电子发射计算机断层显像仪(PET/CT)代谢参数与病理特征及预后的关系。**方法:** 收集安徽医科大学附属省立医院2008年1月至2014年12月收治的食管鳞癌IGM患者86例, 外科手术前采用PET/CT对患者进行影像学检查, 检测患者IGM最大标准摄取值(SUV_{max})、代谢体积(MTV)、PET长度(PTL)和平均标准摄取值(SUV_{mean}), 计算得出病灶糖酵解总量(TLG)等代谢参数。记录患者5年随访期间生存情况, 分析代谢参数与患者临床病理特征及预后的关系。**结果:** 食管鳞癌IGM SUV_{max}和SUV_{mean}与肿瘤原发灶肉眼直径有关(均 $P<0.05$); MTV与原发灶肉眼直径、淋巴结转移情况和TNM分期有关(均 $P<0.05$); TLG与原发灶肉眼直径、淋巴结转移情况、TNM分期和组织分化程度有关(均 $P<0.05$)。5年随访期间, 共有6例患者失访, 36例患者死亡, 44例患者5年随访结束仍存活; SUV_{max}、MTV、TLG、PTL、SUV_{mean}和TNM分期是患者预后的预测因子(均 $P<0.05$); MTV、TLG、PTL、SUV_{mean}、TNM分期是患者预后的危险因素(均 $P<0.05$)。**结论:** 食管鳞癌IGM患者PET/CT检查中的SUV_{max}、MTV、TLG、PTL、SUV_{mean}等代谢参数与患者病理特征有关, MTV、TLG、PTL、SUV_{mean}、TNM分期是患者预后的危险因素, 食管鳞癌IGM患者行PET/CT检查对患者预后评估有一定价值。

[关键词] 食管鳞癌; 胃壁内转移; 正电子发射计算机断层显像仪; 病理特征; 预后

[中图分类号] R735.1; R730.26; R730.44 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-385X(2019)05-0530-06

Relationship between PET/CT metabolic parameters and pathological features and prognosis in ESCC patients with intramural gastric metastasis

GAO Taotao^{ab}, XU Meiqing^b (a. Clinical College; b. Department of Thoracic Surgery, Anhui Provincial Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei 230001, Anhui, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the relationship between PET/CT metabolic parameters and pathological features and prognosis in esophageal squamous cell carcinoma (ESCC) patients with intramural gastric metastasis (IGM). **Methods:** Totally 86 cases of ESCC IGM patients treated in Anhui Provincial Hospital Affiliated to Anhui Medical University from January 2008 to December 2014 were selected for this study. The patients received the imaging examination by positron emission tomography and computed tomography (PET/CT). The metabolic parameters including maximum standard uptake value (SUV_{max}), metabolic tumor volume (MTV), PET tumor length (PTL) and mean standard uptake value (SUV_{mean}) were examined to calculate the total lesion glycolysis (TLG). The survival of the patients during 5-year follow-up was recorded, and the relationship between metabolic parameters and clinical pathological features and prognosis was analyzed. **Results:** SUV_{max} and SUV_{mean} of IGM patients were related to the diameter of the primary tumor (all $P<0.05$); MTV was associated with the tumor diameter, lymph node metastasis, and TNM staging (all $P<0.05$); TLG was associated with the tumor diameter, lymph node metastasis, TNM stage, and tissue differentiation (all $P<0.05$). During the 5-year follow-up, 6 patients were lost to follow-up, 36 patients died and 44 patients survived; SUV_{max}, MTV, TLG, PTL, SUV_{mean}, and TNM staging were predictors for patients' prognosis (all $P<0.05$); MTV, TLG, PTL, SUV_{mean}, and TNM staging were risk factors for prognosis (all $P<0.05$). **Conclusion:** The metabolic parameters including SUV_{max}, MTV, TLG, PTL and SUV_{mean} in ESCC patients with IGM are related to the pathological characteristics of patients; moreover, MTV, TLG, PTL, SUV_{mean} and TNM staging are risk factors for prognosis; so, PET/CT examination has certain clinical value for the prognosis assessment in ESCC patients with IGM.

[Key words] esophageal squamous cell carcinoma (ESCC); intramural gastric metastasis (IGM); positron emission tomography and computed tomography (PET/CT); pathological characteristics; prognosis

[Chin J Cancer Biother, 2019, 26(5): 530-535. DOI: 10.3872/j.issn.1007-385X.2019.05.008]

[基金项目] 吴阶平医学基金会临床科研专项基金资助(No. 32027301899)。Project supported by Special Fund for Clinical Research of Wu Jieping Medical Foundation(No. 32027301899)

[作者简介] 高涛涛(1983-), 男, 本科, 主治医师, 主要从事普胸外科疾病的诊断及外科治疗, E-mail: 3462420857@qq.com

[通信作者] 徐美青(XU Meiqing, corresponding author), 硕士, 主任医师, 主要从事肺癌和食管癌的规范化诊治, E-mail: xmqahslyy@163.com

食管癌是常见的消化道恶性肿瘤,中国食管癌发病率约为西方国家的100倍,5年生存率不超过15%。食管癌可分为食管鳞癌和食管腺癌,其中食管鳞癌占97%以上,是最为主要的组织学类型^[1]。食管鳞癌早期一般采用手术治疗,而对于晚期患者,一般采用放疗及化疗的方式提高患者生存率^[2]。食管鳞癌胃壁内转移(intramural gastric metastasis, IGM)是指食管鳞癌细胞经胃黏膜下淋巴结转移并侵及胃壁,导致胃壁内出现与原发病灶不相连的胃壁内结节或肿物^[3]。正电子发射计算机断层显像仪(positron emission tomography and computed tomography, PET/CT)是一种临床应用广泛的医学影像设备,可用其测定病灶代谢信息,同时对病灶解剖位置进行精确定位。标准摄取值(standard uptake value, SUV)是PET中反应葡萄糖代谢情况的指标,由于其具有局限性,临床上还用代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)、病灶糖酵解总量(otal lesion glycolysis, TLG)、PET长度(PET tumor length, PTL)综合评定肿瘤代谢情况^[4-5]。早期预后评估对于临床治疗方式的选择及合理用药具有参考意义,临床TNM分期、病理分级等病理参数是预后评估的重要参考因素^[6]。目前尚无食管鳞癌IGM影像学代谢参数与患者临床病理特征及预后关系的研究报道,故而本研究旨在探究食管鳞癌IGM患者IGM组织最大标准摄取值(SUVmax)、MTV、TLG、PTL、平均标准摄取值(SUVmean)等代谢参数与患者病理特征及预后的关系。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集安徽省立医院胸外科2008年1月至2014年12月收治的食管鳞癌IGM患者86例,其中男性74例、女性12例,年龄51~74岁,中位年龄67岁,平均年龄(64.19±8.53)岁。TNM分期:Ⅱ期38例、Ⅲ期15例、Ⅳ期33例。分化程度:未分化或低分化18例、中分化45例、高分化23例。纳入标准:(1)影像学等临床资料完整;(2)经胃镜联合病理检查确诊为食管鳞癌IGM;(3)此次治疗前未进行手术、放、化疗,靶向治疗等抗癌治疗;(4)患者为单发转移灶,且位置局限于胃小弯区域;(5)转移病灶直径<1 cm。排除标准:(1)合并严重心肺功能障碍;(2)合并其他原发性恶性肿瘤;(3)依从性差,不能坚持随访;(4)合并严重代谢性疾病;(5)患者有广泛胃壁转移。本研究内容与流程设计符合本院医学伦理委员会相关规定并获得开展批准,受试者及家属对本研究充分知情,自愿签署知情同意书,积极配合。

1.2 检查和治疗方法

患者术前均行PET/CT扫描,所有患者禁食6 h,保持空腹血糖低于11.1 mmol/L。嘱患者放松,开放静脉通道,以3.75~7.40 MBq/kg的比例向患者静注氟代脱氧葡萄糖(fluorodeoxyglucose, FDG;放化纯大于95%)。静卧1 h后排空膀胱,采用PET/CT扫描仪(德国SIEMENS公司,型号:Biograph16)从颅骨顶至股骨上段进行扫描,先以120 kV电压、120~140 mA电流型CT扫描,重建厚度0.5 cm;再行PET扫描。

所有患者均行三野食管癌根治术。先将患者摆为左侧卧位,麻醉后经右侧第5肋间开胸,游离食管,清扫纵隔淋巴结,于右腋中线第七肋间平面安置胸腔引流管后关闭胸腔。将患者转为平卧位,于上腹正中开一约10 cm切口,游离胃,清扫周围淋巴结,切除IGM部分并制作管状胃,行空肠造瘘。双侧颈部取切口清扫颈部淋巴结,上提管状胃,切除病变食管后于颈部左侧做吻合。经鼻腔置入胃管至胸胃内,妥善固定胃管后关闭颈部及腹部切口。

结果分析:由两位具有独立执业资格的影像学医师独立阅片,存在争议处经协商达成一致。高摄取范围最大径为肿瘤IGM,由计算机程序自动根据CT结果勾画ROI,采用断层ROI半定量法获取SUVmax、MTV、PTL、SUVmean,并根据MTV及SUVmean值计算TLG。TLG=MTV×SUVmean。

1.3 随访与观察指标

随访自治疗结束后1个月开始,自5年或患者出现终点事件为止。治疗结束后每个月以电话方式进行随访,记录患者生存情况。终点事件:患者因食管鳞癌复发或加重,及食管鳞癌以外的原因死亡。病例删失定义为:研究患者失访、拒绝访问、中途退出及死于其他与研究无关的原因。食管鳞癌IGM代谢参数与患者临床病理参数的关系;各患者随访期间生存情况;患者预后的影响因素。

1.4 统计学处理

本研究数据统计及分析由SPSS20.0数据软件完成,正态分布计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 的形式表示,非正态分布资料采用中位数(上下四分位数)的形式表示,采用Pearson相关性检验分析各代谢参数与临床病理参数的关系;绘制Kaplan-Meier曲线分析患者生存情况;采用ROC曲线确定各代谢参数的最优值;采用单因素分析及COX多因素分析预后的影响因素。以 $P<0.05$ 或 $P<0.01$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 食管鳞癌IGM患者PET/CT代谢参数与各临床病理特征间的关系

86例食管鳞癌IGM患者肿瘤原发灶肉眼直径为

(4.91±1.83)cm, SUVmax、MTV、TLG、SUVmean 分别为 9.87±4.96、(12.27±6.23)cm³、4.02 (18.31,111.65)g、5.97±3.19。SUVmax 和 SUVmean 与肿瘤原发灶肉眼直径有关($P<0.05$);MTV 与原发灶肉眼直径、淋巴结

转移情况、TNM 分期有关(均 $P<0.05$);TLG 与原发灶肉眼直径、淋巴结转移情况、TNM 分期、组织分化程度有关(均 $P<0.05$)。详见表 1。

表 1 食管鳞癌 IGM 患者 PET/CT 代谢参数与各临床病理特征间的关系[r(P)]
Tab. 1 Relationship between metabolic parameters detected by PET/CT and pathological features of ESCC patients with IGM [r(P)]

Clinicopathological parameter	SUVmax	MTV(V/cm ³)	TLG(m/g)	SUVmean
Primary tumor diameter	0.439(0.002)	0.486(<0.001)	0.879(<0.001)	0.409(0.005)
Lymph node metastasis	0.114(0.427)	0.330(0.012)	0.363(0.002)	0.081(0.573)
Distant metastasis	0.020(0.851)	0.002(0.993)	0.009(0.947)	0.032(0.731)
TNM staging	0.217(0.122)	0.474(<0.001)	0.441(<0.001)	0.214(0.135)
Tissue differentiation	0.026(0.817)	0.153(0.575)	0.347(0.032)	0.027(0.803)

2.2 患者生存情况分析

5 年随访期间,共有 6 例患者失访;36 例患者发生终点事件,其中 16 例患者死于食管鳞癌所致的食道完全梗阻、穿孔、侵犯血管破裂出血、侵犯气管致感染窒息,13 例死于食管鳞癌其他部位及全身广泛转移所致的衰竭、恶病质,7 例死于放射性肺炎及意外;44 例患者 5 年随访结束仍存活。所有患者生存时间 8~65 个月,中位生存期 23 个月,平均生存期 (21.4±4.5)个月。Kaplan-Meier 生存曲线(图 1)显示,预后不良患者随随访时间的延长而增多,在随访至第 20 个月和 40 个月产生不良预后的例数增长较为明显。

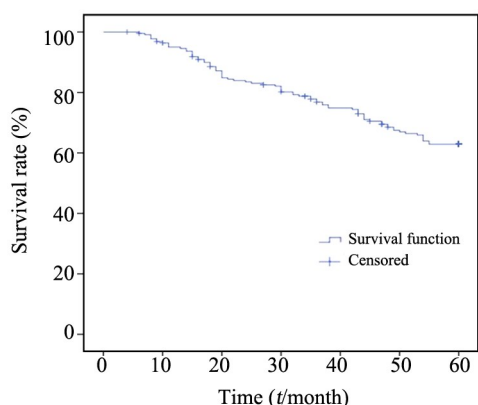


图 1 患者不良预后发生情况(Kaplan-Meier 法)
Fig. 1 The circumstance of poor prognosis in patients (Kaplan-Meier method)

2.3 预后单因素分析

患者各代谢参数 ROC 曲线分析结果显示, $AUC_{SUVmax}=0.417$ 、 $AUC_{MTV}=0.721$ 、 $AUC_{TLG}=0.682$ 、 $AUC_{PTL}=0.665$ 、 $AUC_{SUVmean}=0.517$,并使用 Jouden 指

数法确定 SUVmax、MTV、TLG、PTL、SUVmean 最优值分别为 11.79、27.46 cm³、165.93 g、37.02 mm、4.61, 详见图 2。将年龄、性别、肿瘤原发部位、TNM 分期、各代谢参数、临床分期等可能影响疾病预后的因素逐个纳入 COX 比例风险模型中进行单因素分析,各生存因素赋值详见表 2。结果显示,年龄、性别、肿瘤原发部位不是患者预后的预测因子($P>0.05$);SUVmax、MTV、TLG、PTL、SUVmean、TNM 分期是患者预后的预测因子($P<0.05$),详见表 3。

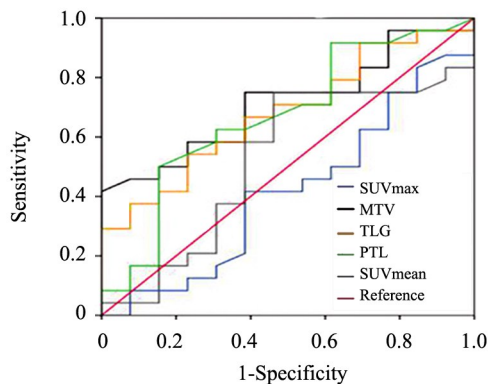


图 2 患者各代谢参数 ROC 分析曲线
Fig. 2 ROC curves of each metabolic parameter

2.4 预后多因素分析

筛选单因素分析有统计学意义的因素纳入多因素 COX 回归分析,考虑到性别对预后结果对影响,故将性别也已纳入,各生存因素赋值详见表 4。分析结果显示,SUVmax 和性别不是患者预后的危险因素($P>0.05$);MTV、TLG、PTL、SUVmean、TNM 分期是患者预后的危险因素($P<0.05$),详见表 5。

表2 食管鳞癌患者生存因素赋值表

Tab. 2 Evaluation of survival factors in patients with esophageal squamous cell carcinoma

Influencing factor	Evaluation	
	0	1
Age (t/a)	<55	≥55
Gender	Female	Male
Primary site	Upper cervical segment	Middle and lower segment
SUVmax	≥11.79	<11.79
MTV(V/cm^3)	≥27.46	<27.46
TLG(m/g)	≥165.93	<165.93
PTL(d/mm)	≥37.02	<37.02
SUVmean	≥4.61	<4.61
TNM staging	Stage II	Stage III, IV

3 讨论

食管鳞癌是一种严重威胁人类健康的消化道肿瘤,其最典型的症状为进行性吞咽困难。随着疾病的进展,患者还可能出现胸痛、声音嘶哑等周围组织压迫转移症状,最终发展为恶病质,甚至死亡^[7]。食管鳞癌发生是多种危险因素共同作用的结果,亚硝酸胺摄入量、真菌感染、不良饮食习惯及遗传均可导致食管鳞癌的发生^[8]。PET/CT是一种多模式成像检测方式,可同时获取患者肿瘤组织代谢信息及病灶精准解剖位置,且灵敏度高、特异性强、准确率高。PET/CT在肿瘤诊断及治疗中的价值已获得广泛认可^[9-10]。目前,临床上主要采取手术及放疗的方式对食管鳞癌患者进行治疗,治疗前准确评估患者肿瘤临床分期及预后情况,对合理选择治疗方案及治疗药物具有重要意义。同时可减少患者心理压力,提高治疗效果^[4]。

表3 患者预后COX单因素分析

Tab. 3 COX univariate analysis of prognosis of patients

Influencing factor	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>RR</i>	95% CI	
						Lower	Upper
Age (t/a)	0.123	0.063	5.042	0.539	1.133	1.013	1.279
Gender	1.519	0.345	8.425	0.501	4.568	2.323	8.982
Primary site	0.902	0.573	0.074	0.643	2.464	0.801	7.575
SUVmax	1.519	0.395	4.425	0.035	4.568	2.106	9.907
MTV(V/cm^3)	-0.432	0.212	7.647	0.025	0.649	0.428	0.983
TLG(m/g)	1.148	0.737	7.879	0.005	3.151	0.743	13.36
PTL(d/mm)	0.902	0.573	0.074	0.023	2.464	0.801	7.575
SUVmean	0.14	0.127	3.041	0.041	1.15	0.897	1.475
TNM staging	0.902	0.573	0.074	0.043	2.464	0.801	7.575

表4 食管鳞癌患者生存因素赋值表

Tab. 4 Evaluation of survival factors in patients with esophageal squamous cell carcinoma

Influencing factor	Evaluation	
	0	1
Gender	Male	Female
SUVmax	≥11.79	<11.79
MTV(V/cm^3)	≥27.46	<27.46
TLG(m/g)	≥165.93	<165.93
PTL(d/mm)	≥37.02	<37.02
SUVmean	≥4.61	<4.61
TNM staging	Stage II	Stage III, IV

SUV是细胞葡萄糖代谢活跃程度的重要评定指标,SUV值越高,肿瘤细胞生长越活跃,增殖速度越快^[11]。临床上常用SUVmax与SUVmean作为评价肿瘤鉴别诊断、预后评价的指标。汤泊等^[12]研究指出,

SUVmax与SUVmean与乳腺癌患者分期成正相关,对患者预后评价具有重要参考价值。MTV是一个体积参数,是用于衡量具有高度糖代谢活性细胞数量的指标,能较好地体现肿瘤组织的代谢状况^[13]。吴增杰等^[14]在其研究报告中指出,MTV高的多发性骨髓瘤患者病情更易进展,MTV是患者无进展生存期及生存率的预测指标,对预后评估具有确切作用。TLG能反映肿瘤负荷,既体现肿瘤体积,又体现肿瘤糖酵解程度,是肿瘤代谢情况的综合评定指标^[15]。国内外多项研究证明,TLG在肺癌^[16]、胰腺癌^[17]及结直肠癌^[18]预后评估中的价值已得到确切验证。PTL指原发病灶长度,能直接体现病灶大小。

KITAJIMA等^[19]研究发现,PET/CT代谢参数与子宫内膜癌患者临床病理特征具有较好相关性,本研究结果与之类似。本研究中的相关性分析结果显示,SUVmax和SUVmean与肿瘤原发灶肉眼直径有

关,MTV与原发性肉眼直径、淋巴结转移情况、TNM分期有关,TLG与原发性肉眼直径、淋巴结转移情况、TNM分期、组织分化程度有关。因此,本研究结果表明食管鳞癌 IGM 患者的 PET/CT 代谢指标与临床病理特征是具有显著相关性的,这与 KITAJIMA 等^[19]的结果一致。此外,本研究中的生存情况统计显示,5年随访期间,共有6例患者失访、36例患者死亡,44例患者5年随访结束仍存活。BREUNEVAL 等^[20]在其研究报告中提出 TLG 是宫颈癌患者预后评

估重要依据。进一步分析结果显示,SUVmax、MTV、TLG、PTL、SUVmean、TNM 分期是患者预后的预测因子,提示 PET/CT 代谢指标对食管鳞癌预后具有一定评估意义,与 BREUNEVAL 的研究结果类似。进一步的 COX 多因素分析,提示 MTV、TLG、PTL、SUVmean、TNM 分期均是患者预后的危险因素,说明 MTV、TLG、PTL、SUVmean 等代谢参数及 TNM 分期可用于肿瘤预后评估,是患者预后不良的重要预测因子。

表5 患者预后 COX 多因素分析
Tab.5 COX multivariate analysis of prognosis of patients

Influencing factor	B	SE	Wald	P	RR	95% CI	
						Lower	Upper
Gender	0.417	0.63	1.926	0.161	1.517	0.441	5.215
SUVmax	0.003	0.014	0.002	0.972	1.002	0.992	1.011
MTV(V/cm^3)	1.290	0.312	4.112	0.013	3.632	1.970	6.695
TLG(m/g)	0.373	0.165	3.563	0.024	1.452	1.051	2.006
PTL(d/mm)	0.057	0.027	1.031	0.044	1.059	1.004	1.117
SUVmean	0.601	0.226	1.428	0.032	1.824	1.171	2.841
TNM staging	1.519	0.345	0.025	0.013	4.568	2.323	8.982

食管鳞癌 IGM SUVmax、MTV、TLG、PTL 和 SUVmean 等代谢参数与患者病理特征有关,MTV、TLG、PTL、SUVmean、TNM 分期是患者预后的危险因素,食管鳞癌 IGM 患者行 PET/CT 检查对患者预后评估有一定价值,对临床治疗方案的选择及药物的合理应用具有重要参考意义。但本研究纳入病例较少,研究结果需进一步提高准确性,应后期扩大样本量深入研究。

[参考文献]

[1] 李鹏,王拥军,陈光勇,等.中国早期食管鳞状细胞癌及癌前病变筛查与诊治共识(2015年·北京)[J].中国实用内科杂志,2016,36(1):20-33.

[2] 周超,杨海华,周丽珍,等.局部晚期食管鳞癌新辅助同期放化疗患者生活质量与手术可行性研究[J].实用肿瘤杂志,2018,33(2):139-145. DOI:10.13267/j.cnki.syzlzz.2018.02.009.

[3] 刘海伦,程忠平. CA125 不同计算方法在卵巢癌筛查、评估及预后方面的作用[J].现代妇产科进展,2016,25(8):636-639. DOI:10.13283/j.cnki.xdfckjz.2016.08.023.

[4] KANTER P, ZEIDMAN A, STREIFLER J, et al. PET-CT imaging of combined brachial and lumbosacral neurolymphomatosis[J]. Eur J Haematol, 2005, 74(1): 66-69. DOI: 10.1111/j.1600-0609.2004.00369.x.

[5] 张倩,辛军,李红. 18F-FDG PET/CT 显像半定量参数 MTV、TLG 联合 SUV 在乳腺癌诊断中的应用价值[J].中国临床医学影像杂志,2016,27(9):620-624.

[6] LE PRISE E A, MEUNIER B C, ETIENNE P L, et al. Sequential chemotherapy and radiotherapy for patients with squamous cell carcinoma of the esophagus[J]. Cancer, 1995, 75(2): 430-434.

[7] HAMBRAEUS G M, MERCKE C E, WILLEŃ R, et al. Prognostic factors influencing survival in combined radiotherapy and surgery of squamous cell carcinoma of the esophagus with special reference to a histopathologic grading system[J]. Cancer, 1988, 62(5): 895-904.

[8] 王莹,杨鹏飞,李艳梅,等.肿瘤/对侧肌肉比值与肿瘤/肝脏比值在 18F-FDG PET/CT 肿瘤代谢显像诊断肺癌中的价值[J].中国医学影像学杂志,2016,24(12):934-936. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2016.12.015.

[9] ABGRAL R, VALETTE G, ROBIN P, et al. Prognostic evaluation of percentage variation of metabolic tumor burden calculated by dual-phase (18) FDG PET-CT imaging in patients with head and neck cancer[J]. Head Neck, 2016, 38(Suppl 1): E600-E606. DOI: 10.1002/hed.24048.

[10] BRENDLE C, KUPFERSCHLÄGER J, NIKOLAOU K, et al. Is the standard uptake value (SUV) appropriate for quantification in clinical PET imaging? - Variability induced by different SUV measurements and varying reconstruction methods[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(1): 158-162. DOI:10.1016/j.ejrad.2014.10.018.

[11] 汤泊,张银,周锦,等. 18F-FDG PET-CT 代谢参数与乳腺癌临床病理特征的关系[J].中华肿瘤杂志,2017,39(4):280-285. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2017.04.008.

[12] HUANG W, LIU B, FAN M, et al. The early predictive value of a decrease of metabolic tumor volume in repeated (18)F-FDG PET/CT for recurrence of locally advanced non-small cell lung cancer with concurrent radiochemotherapy[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(3): 482-488. DOI:10.1016/j.ejrad.2014.11.020.

[13] 吴增杰,边甜甜,王艳丽,等. 18F-FDG PET/CT 显像 SUVmax > 2.5 的病灶数及肿瘤代谢体积对多发性骨髓瘤预后评估的价值

- [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(1): 44-47. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.01.011.
- [14] 丁重阳, 李天女, 郭喆, 等. 18 氟-氟代脱氧葡萄糖 PET/CT 检查判断结直肠癌术后预后的临床价值[J]. 中华消化外科杂志, 2016, 15(10): 1018-1025. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2016.10.015.
- [15] LOVINFOSSE P, JANVARY Z L, COUCKE P, et al. FDG PET/CT texture analysis for predicting the outcome of lung cancer treated by stereotactic body radiation therapy[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2016, 43(8): 1453-1460. DOI:10.1007/s00259-016-3314-8.
- [16] 吴忠仕, 简志祥, 余敏, 等. 术前 18F-2-脱氧葡萄糖 PET/CT 测定肿瘤负荷在胰腺癌预后判断中的价值[J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(12): 2948-2951. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2016.12.059.
- [17] LIM Y, BANG J I, HAN S W, et al. Total lesion glycolysis (TLG) as an imaging biomarker in metastatic colorectal cancer patients treated with regorafenib[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 44(5): 757-764. DOI:10.1007/s00259-016-3577-0.
- [18] LIM Y, BANG J I, HAN S W, et al. Total lesion glycolysis (TLG) as an imaging biomarker in metastatic colorectal cancer patients treated with regorafenib[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 44(5): 757-764. DOI:10.1007/s00259-016-3577-0.
- [19] KITAJIMA K, SUENAGA Y, UENO Y, et al. Preoperative risk stratification using metabolic parameters of (18)F-FDG PET/CT in patients with endometrial cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(8): 1268-1275. DOI:10.1007/s00259-015-3037-2.
- [20] HERRERA F G, BREUNEVAL T, PRIOR J O, et al. [(18)F]FDG-PET/CT metabolic parameters as useful prognostic factors in cervical cancer patients treated with chemo-radiotherapy[J/OL]. *Radiat Oncol*, 2016, 11: 43[2018-10-20]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4793502/>. DOI:10.1186/s13014-016-0614-x.
- [收稿日期] 2018-10-24 [修回日期] 2019-03-10
[本文编辑] 黄静怡