

^{18}F -FDG PET/CT 对结直肠癌临床预后的应用价值

郭仲秋 王涛 左长京

200433 上海,第二军医大学附属长海医院核医学科

通信作者:左长京, Email: changjing.zuo@qq.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.04.017

【摘要】 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG) PET/CT 在结直肠癌(CRC)早期诊断、临床分期、治疗药物疗效评估、监测复发等方面具有重要价值,越来越多学者开始研究 PET/CT 在 CRC 预后方面的价值,明确 PET/CT 是否可通过某些参数评估 CRC 患者在根治术后、肝转移阶段及多处转移阶段的生存期(包括无病生存期、无进展生存期及总生存期),并探讨相关参数的阈值。该文对近年来 ^{18}F -FDG PET/CT 在 CRC 临床预后上的应用价值进行了综述。

【关键词】 结直肠肿瘤;预后;正电子发射断层显像术;体层摄影术,X 线计算机;脱氧葡萄糖

Clinical value of ^{18}F -FDG PET/CT for the prognosis of colorectal cancer Guo Zhongqiu, Wang Tao, Zuo Changjing

Department of Nuclear Medicine, Changhai Hospital Affiliated to Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: Zuo Changjing, Email: changjing.zuo@qq.com

【Abstract】 ^{18}F -fluorodeoxyglucose(FDG) PET/CT plays an important role in early diagnosis, clinical staging, therapeutic efficacy evaluation, and recurrence monitoring of colorectal cancer (CRC). More and more scholars have focused on the value of PET/CT in CRC prognosis, intending to find out whether PET/CT can predict the survival outcomes (disease-free survival, progression-free survival and overall survival) of CRC patients after radical resection, in liver metastasis stage or in multiple metastases stage. This review summarizes the clinical value of ^{18}F -FDG PET/CT for the prognosis of CRC.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Prognosis; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose

结直肠癌(colorectal cancer, CRC)是最常见的恶性肿瘤之一,发病率在发达国家居所有恶性肿瘤的第 3 位,死亡率居第 2 位^[1]。近年来我国 CRC 的发病率呈上升趋势^[2],由于对 CRC 早期诊断水平的提高及多学科协作治疗手段的应用, CRC 患者预后有明显改善。对 CRC 预后因素的评估主要通过以下几方面:局部血管侵犯、肿瘤标志物、肿瘤大小、远处转移及淋巴结转移、基因表达情况及表达蛋白(如细胞增殖核抗原 Ki-67),但这些只能通过有创检查或在术后获得。用影像学无创检查评估 CRC 患者预后已引起重视,CT、MRI 可通过对疾病局部进展情况、局部淋巴结及远处器官转移与否的监测,发挥一定的预后评估作用,但各有其局限性。 ^{18}F -脱氧葡萄糖(fluorodeoxyglucose, FDG) PET/CT 作为功能显像及解剖显像融合的检查手段,除对 CRC 早期诊断、临床分期、治疗药物疗效评估、监测复发等有相对优势^[3-5]外,对 CRC 患者的预后也有一定的应用价值。

一、 ^{18}F -FDG PET/CT 多个参数的意义

^{18}F -FDG PET/CT 常用参数为标准摄取值(standardized uptake value, SUV)与瘦体标准化摄取值(standardized uptake value normalized to lean body mass, SUL)。最大 SUV(maximum SUV, SUV_{max})是感兴趣区(region of interest, ROI)内摄取 FDG 最高的体素,平均 SUV(mean SUV, SUV_{mean})是某个 ROI 内所有体素 FDG 摄取的平均值,峰值 SUV(peak SUV,

SUV_{peak})是特殊的 SUV_{mean} ,其 ROI 为病灶内具有固定形状和大小的区域,此区域可以是围绕 SUV_{max} 的区域,也可以是来自病灶中摄取 FDG 最高的区域。标准化 SUV_{peak} (normalized SUV_{peak} , $\text{nSUV}_{\text{peak}}$)是为了消除阅片者个体差异,选取一定大小的正常肝脏组织得到的肿瘤组织 SUV_{peak} 与正常肝脏组织 SUV_{peak} 的比值,同法可得到标准化代谢体积(normalized metabolic tumor volume, nMTV)和标准化病灶糖酵解总量(normalized total lesion glycolysis, nTLG)。代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)表示代谢活跃的肿瘤体积,可通过固定 SUV 阈值或 SUV 百分比计算得出,反映肿瘤负荷量。TLG 为 MTV 与 SUV_{mean} 的乘积,可更好地反映肿瘤负荷,与总糖酵解体积(total glycolytic volume, TGV)、总糖酵解活性(total glycolytic activity, TGA)意义相似。另外还有一些其他参数:肿瘤与正常组织的放射性基线比值,即 T/N 比值,正常组织可以为肝脏或纵隔内大血管的放射性基线;肿瘤/本底比值(tumor/background ratio, TBR),反映肿瘤组织相对于正常组织的代谢活性程度,是衡量肿瘤葡萄糖代谢活性以及评估化疗效果的有效指标;标准化增加代谢(standardized added metabolic, SAM),表示高于本底的肿瘤总 SUVs。

二、 ^{18}F -FDG PET/CT 对术前 CRC 患者的预后预测价值

1. ^{18}F -FDG PET/CT 对无辅助治疗 CRC 患者的预后预测价值。根治性切除术是 CRC 患者的首要治疗方式,术后患

者生存期明显延长。¹⁸F-FDG PET/CT 对术前未行任何辅助治疗的 CRC 患者的预后评估有一定价值,但各参数的价值不同。王晓燕等^[5]对 92 例 CRC 患者进行受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析,当 SUV_{max} 阈值为 12.2 时,阈值上下 2 组患者无病生存期(disease-free survival, DFS)差异无统计学意义;T/N 阈值为 6.9 时对应的灵敏度为 51.4%,特异性为 74.5%,阈值上下 2 组患者 DFS 分别为(18.8±2.7)和(37.7±3.9)个月;该研究认为 T/N 比值是影响患者 DFS 的独立预后因素。Lee 等^[6]认为 CRC 患者 SUV_{max} 与 DFS 无关。Deantonio 等^[7]发现,以中位 SUV_{max} 14.52 为阈值,阈值上下 2 组患者 DFS 和总生存期(overall survival, OS)差异均无统计学意义。Ogawa 等^[8]研究 325 例 CRC 患者得出,分别以 SUV_{max} 11.30 g/ml、 SUV_{mean} 5.38 g/ml 为阈值,阈值上下 2 组患者总生存率差异无统计学意义;分别以 MTV 25.23 cm³、TLG 341.89 为阈值,阈值上下 2 组患者 5 年生存率明显不同(91.7%与 83.8%,92.1%与 70.1%);TLG 是影响患者生存率的独立预后因素。丁重阳等^[9]发现,以中位 SUV_{max} 11.83 g/ml、 SUV_{mean} 7.06 g/ml 为阈值,阈值上下 2 组患者 3 年无瘤生存率及 3 年总生存率差异无统计学意义;而分别以 MTV 18.79 cm³(灵敏度为 86.2%,特异性为 68.3%)、TLG 142.05(灵敏度为 75.9%,特异性为 70.7%)为阈值,阈值上下 2 组患者 3 年无瘤生存率(48.7%与 25.5%,51.3%与 21.9%)及 3 年总生存率(48.7%与 27.9%,51.3%与 24.4%)明显不同;TLG 是影响患者无瘤生存率及总生存率的独立预后因素。Shi 等^[10]发现以 SUV_{max} 11.85 g/ml 为阈值,阈值上下 2 组患者中位生存时间分别为 37 和 60 个月。

以上研究得出的 SUV_{max} 对预测预后价值差异较大,提示 SUV_{max} 无法对根治术后 CRC 患者预后进行评估。 SUV_{max} 仅能代表肿瘤中某一体系的代谢特征,无法反映肿瘤整体特征,且受多种因素的影响(如显像时间、注射剂量等),而 T/N 比值不受上述因素影响,因此一定程度上可以预测 DFS。Shi 等^[10]得出 SUV_{max} 对预后有意义,推测其原因可能是该研究为单机构研究,纳入患者的差异较大。MTV 和 TLG 既可反映肿瘤代谢活性,又可反映肿瘤的负荷量及肿瘤的生物行为^[11],对根治术后 CRC 患者有较好的预后评估能力。

2. ¹⁸F-FDG PET/CT 对新辅助治疗后 CRC 患者的预后预测价值。局部进展期 CRC 患者可行根治性切除术,但术后易复发,近年来多采用新辅助放化疗(neoadjuvant chemoradiotherapy, NCR)作为局部进展期 CRC 患者的标准治疗方案^[12-13],NCR 可降低患者的术前分期及肿瘤大小,增加手术切除的机会^[12],减少肿瘤复发,同时可根据肿瘤对 NCR 治疗的灵敏度进一步指导后期治疗。由于放疗后局部组织的改变,常规 MRI 对病情的评估受限^[14-15]。治疗后存活肿瘤组织对 FDG 有摄取,¹⁸F-FDG PET/CT 显像可清晰显示残余病灶的大小、部位及活性,且不受局部纤维组织及坏死组织干扰^[16],具有相对优势。NCR 治疗前及治疗过程中(一般放疗 3 个周期后)行¹⁸F-FDG PET/CT 显像,治疗前后 PET/CT 各参数值及各参数值变化情况可反映肿瘤组织对化疗药物的反应情况,判断患者预后。Kim 和 Chang^[17]对 64 例 CRC 患者行单因素分析:治疗前 SUV_{max} 、TLG、MTV、治疗后 TLG 及治疗前后相关参数的变化值(ΔSUV_{max} 、 ΔSUV_{mean} 、 ΔMTV 、

ΔTLG)均可预测无复发生存时间(recurrence-free survival, RFS)及 OS。ROC 曲线分析发现,分别以治疗前 MTV 34.9 cm³(灵敏度 78.6%,特异性 80.0%)、 ΔTLG 47.3%(灵敏度 78.6%,特异性 60.0%)为阈值,阈值上下 2 组患者 RFS 及 OS 差异均有统计学意义;治疗前 MTV、 ΔTLG 是影响患者 OS 的独立预后因素。Koo 等^[18]分析了 103 例 CRC 患者后认为,分别以 SUV_{max} 22.5 g/ml、 ΔSUV_{max} 62.2%为阈值,阈值上下 2 组患者 OS 差异有统计学意义。上述研究使用的参数相同但参数结果有所差异。目前,¹⁸F-FDG PET/CT 对 NCR 治疗后 CRC 患者预后的相关研究较少,无法进一步分析参数的意义,尚需收集更多样本。

三、¹⁸F-FDG PET/CT 对 CRC 肝转移患者的预后预测价值

肝转移瘤约 40%~50%来自 CRC^[19],25%左右的患者在发现结直肠原发灶时就已有肝转移,50%的 CRC 患者最终会出现肝转移^[20],转移灶的出现会大大降低患者的生存时间,切除肝转移灶可以改善患者预后。但目前对 CRC 肝转移患者预后的研究相对较少。Lee 等^[20]研究发现原发肿瘤 SUV_{peak} 越高,预后越好;肝脏 SUV_{peak} 越高,预后越差;可能是因为原发肿瘤分泌内在抗血管生成物质,使转移灶肿瘤细胞处于休眠状态。此研究中 SUV_{peak} 不受肿瘤大小的影响,而 MTV 及 TLG 都受肿瘤大小影响,所以结果显示 SUV_{peak} 与预后相关。Huang 等^[21]认为, SUV_{max} 、TBR 与 DFS 及 OS 并无相关性;此结论与 Lee 等^[20]不一致,可能与患者的纳入标准等有关。

切除肝转移灶可改善患者预后,但仅有 10%~20%的患者适合手术^[22],新辅助化疗可为患者争取手术机会,消除不可见的微小转移灶,同时对行新辅助化疗患者预后的了解也可帮助临床医师制定最佳治疗方案^[23-24]。¹⁸F-FDG PET/CT 对此类患者的预后评估有一定优势。Muralidharan 等^[25]以 MTV 16 cm³、TGV 65 为阈值,阈值上下 2 组行新辅助化疗的 CRC 患者 3 年生存率明显不同(45.5%与 88.0%,40.0%与 88.7%);而 SUV_{max} 、 SUV_{mean} 与 OS 未见相关性。Lau 等^[26]认为 ΔSUV_{max} (参数值减少 100%)与 2 年 OS 及 RFS 相关,治疗后 SUV_{max} 、MTV、TGV 与 2 年 OS 相关; ΔSUV_{max} 为 RFS 及 OS 的独立预后因素。上述研究结论有差异,可能是化疗前后 SUV_{max} 的变化值更多地反映肿瘤对化疗药物的敏感性,影响了患者预后;化疗后 SUV_{max} 在上述研究中出现的差异可能与患者例数等有关,而 Muralidharan 等^[25]得出的化疗后 SUV_{max} 与预后无关可能是由 SUV_{max} 数据范围狭窄导致。

以上研究的患者无论行辅助化疗与否,¹⁸F-FDG PET/CT 检查后均行肝转移灶的根治性手术,患者生存期明显延长,而对于失去手术机会及化疗耐药者,采用⁹⁰Y 选择性内放射治疗(selective internal radiation therapy, SIRT)等姑息治疗,¹⁸F-FDG PET/CT 仍可在一定程度上评估患者预后。Fendler 等^[27]认为 MTV 和 TLG 有变化的患者(参数值减少超过 30%)OS 明显延长(92 与 49 周,91 与 48 周); SUV_{max} 、 SUV_{peak} 的变化与 OS 无相关性。Soydal 等^[28]以 ΔTLG 26.5 为阈值,阈值上下 2 组 CRC 患者生存期有差异[(20.76±2.71)与(11.32±1.18)个月]。Edalat 等^[29]将 ΔTGA 、 ΔSAM 大于 30%定义为治疗后有反应,否则为无反应,结果显示 2 组患者生存期差异有统计学意义(22.7 与 6.7 周,33.7 与 6.7 周)。

对于行 SIRT 姑息治疗的患者, MTV、TGA 评估预后值得肯定, 因为这 2 个参数代表肿瘤负荷量, 对于无法行根治术的患者, 肿瘤负荷量对患者预后影响更大。SAM 代表高于肝脏代谢背景肿瘤总的 SUV, 既代表整体肿瘤负荷情况, 又代表肿瘤对治疗的灵敏度, 因此与患者预后情况相关。

四、¹⁸F-FDG PET/CT 对 CRC 多处转移患者的预后预测价值

CRC 晚期患者因全身多处转移而失去手术机会, 了解病灶对化疗药物的反应及患者预后可以终止无效治疗, 减少不必要的药物不良反应。Hendlisz 等^[30]发现, 经过 1 个周期的化疗, 有反应 ($\Delta\text{SUV}_{\text{max}} > 15\%$) 者与无反应者 OS 明显不同 (27 与 11 个月), 并认为 $\Delta\text{SUV}_{\text{max}} > 15\%$ 是患者生存预后的影响因素。Liu 等^[31]采用 2 种评估标准 (PET 评估标准: 病灶完全消退、平均 SUL_{peak} 减少 $< 30\%$ 、平均 SUL_{peak} 增加 $> 30\%$ 、代谢灶稳定; $\text{SUL}_{\text{peak}} > 2$ 为无反应, 否则为有反应) 评估 27 例 CRC 多处转移患者预后, 结果显示治疗前 SUL_{peak} 最大值与无进展生存期 (progression-free survival, PFS) 无关, 通过 SUL_{peak} 评估 1 周后对化疗药物有无反应与 PFS 及 OS 相关; 第 4 周评估化疗药物有无反应时, 2 种方法均可用于预测患者 PFS 及 OS。对于全身多处转移患者, 无法测量整体肿瘤负荷量, 可在药物治疗后通过肿瘤对药物的敏感性来判断药物疗效, 进而评估患者预后, SUV 与 SUL 可能更有优势。上述研究显示, $\Delta\text{SUV}_{\text{max}}$ 和 SUL_{peak} 对 CRC 多处转移患者预后均有预测价值。

综上, MTV 及 TLG 等代谢参数的预后评估价值值得肯定, 可充分反映肿瘤负荷量及肿瘤的生物行为。而 SUV 对预后的评估研究结果不一, 但其对化疗后患者预后有一定价值, 可能是因为 SUV 无法展示整个肿瘤的代谢情况, 引起某些肿瘤信息的丢失, 导致与患者预后相关性的偏差, 但化疗后 SUV 可更好地反映肿瘤对药物的敏感性。另外, 患者预后与患者入组标准、数量、后续治疗方案及设置的评估方案亦有关。尽管 ¹⁸F-FDG PET/CT 在 CRC 预后方面有一定价值, 但仍存在一些问题: (1) 尚未确定较为公认的 MTV 及 TLG 分组阈值; (2) FDG 在 CRC 原发灶的代谢过程及其与 CRC 预后的联系尚不明确; (3) 有待研发新的显像剂, 以进一步提高显像特异性及准确性, 从而提高预后判断的准确性; (4) 以上研究均为单机构回顾性分析, 存在患者数量不足等问题, 尚需大样本、多中心研究结果进一步验证; (5) CRC 患者治疗方式多样, 各阶段如何运用 ¹⁸F-FDG PET/CT 至关重要。目前其在 CRC 预后方面的研究数量尚不足, 国内文献报道尚缺多中心大样本的进一步研究。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Tam HH, Cook GJ, Chau I, et al. The role of routine clinical pre-treatment ¹⁸F-FDG PET/CT in predicting outcome of colorectal liver metastasis[J]. Clin Nucl Med, 2015, 40(5): e259-264. DOI:10.1097/RLU.0000000000000744.
- [2] 陈万青, 郑荣寿, 张思维, 等. 2013 年中国恶性肿瘤发病和死亡分析[J]. 中国肿瘤, 2017, 26(1): 1-7. DOI:10.11735/j.issn.1004-0242.2017.01.A001.
Chen WQ, Zheng RS, Zhang SW, et al. Report of cancer incidence and mortality in China, 2013[J]. China Cancer, 2017, 26(1): 1-7. DOI:10.11735/j.issn.1004-0242.2017.01.A001.
- [3] Chirindel A, Alluri KC, Chaudhry MA, et al. Prognostic value of FDG PET/CT-derived parameters in pancreatic adenocarcinoma at initial PET/CT staging [J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 204(5): 1093-1099. DOI:10.2214/AJR.14.13156.
- [4] 王玉涛, 汪建华, 张建, 等. 食管癌 ¹⁸氟-氟代脱氧葡萄糖 PET/CT 检查特征 [J]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(12): 1047-1052. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2015.12.015.
Wang YT, Wang JH, Zhang J, et al. Imaging characteristics of fluorine-18-fluorodeoxyglucose PET/CT examination in esophageal carcinoma [J]. Chin J Dig Surg, 2015, 14(12): 1047-1052. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2015.12.015.
- [5] 王晓燕, 彭贵娟, 张祥松, 等. 基于 ¹⁸氟-脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层成像术的最大标准化摄取值和放射线基线比值与结直肠癌术后预后的关系 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2015, 18(3): 232-237. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.03.008.
Wang XY, Peng GJ, Zhang XS, et al. Correlation of ¹⁸F-FDG PET-CT maximum standard uptake value and T/N ratio with the prognosis of postoperative colorectal cancer [J]. Chin J Gastrointest Surg, 2015, 18(3): 232-237. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.03.008.
- [6] Lee JE, Kim SW, Kim JS, et al. Prognostic value of 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography in resectable colorectal cancer [J]. World J Gastroenterol, 2012, 18(36): 5072-5077. DOI:10.3748/wjg.v18.i36.5072.
- [7] Deantonio L, Milia ME, Cena T, et al. Anal cancer FDG-PET standard uptake value: correlation with tumor characteristics, treatment response and survival [J]. Radiol Med, 2016, 121(1): 54-59. DOI:10.1007/s11547-015-0562-9.
- [8] Ogawa S, Itabashi M, Kondo C, et al. Prognostic value of total lesion glycolysis measured by ¹⁸F-FDG-PET/CT in patients with colorectal cancer [J]. Anticancer Res, 2015, 35(6): 3495-3500.
- [9] 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.
Ding CY, Li TN, Guo Z, et al. Clinical value of fluorine-18-fluorodeoxyglucose PET/CT examination to predict the prognosis of patients after colorectal cancer operation [J]. Chin J Dig Surg, 2016, 15(10): 1018-1025. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2016.10.015.
- [10] Shi D, Cai G, Peng J, et al. The preoperative SUV_{max} for ¹⁸F-FDG uptake predicts survival in patients with colorectal cancer [J]. BMC Cancer, 2015, 15: 991. DOI:10.1186/s12885-015-1991-5.
- [11] Park GC, Kim JS, Roh JL, et al. Prognostic value of metabolic tumor volume measured by ¹⁸F-FDG PET/CT in advanced-stage squamous cell carcinoma of the larynx and hypopharynx [J]. Ann Oncol, 2013, 24(1): 208-214. DOI:10.1093/annonc/mds247.
- [12] Vliegen RF, Beets-Tan RG, Vanhauten B, et al. Can an FDG-PET/CT predict tumor clearance of the mesorectal fascia after preoperative chemoradiation of locally advanced rectal cancer? [J]. Strahlenther Onkol, 2008, 184(9): 457-464. DOI:10.1007/s00066-008-1858-7.
- [13] Konski A, Li T, Sigurdson E, et al. Use of molecular imaging to predict clinical outcome in patients with rectal cancer after preoperative chemotherapy and radiation [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2009, 74(1): 55-59. DOI:10.1016/j.ijrobp.2008.07.050.

- [14] 胡晓桦. 新辅助治疗对结直肠癌肝转移的作用和策略[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2016, 23(7): 777-780. DOI: 10.7507/1007-9424.20160205.
Hu XH. Effect and strategy of neoadjuvant therapy on liver metastasis of colorectal cancer[J]. Chin J Bases Clin General Surg, 2016, 23(7): 777-780. DOI: 10.7507/1007-9424.20160205.
- [15] Hatt M, van Stiphout R, le Pogam A, et al. Early prediction of pathological response in locally advanced rectal cancer based on sequential ¹⁸F-FDG PET[J]. Acta Oncol, 2013, 52(3): 619-626. DOI: 10.3109/0284186X.2012.702923.
- [16] de Geus-Oei LF, Vriens D, van Laarhoven HW, et al. Monitoring and predicting response to therapy with ¹⁸F-FDG PET in colorectal cancer: a systematic review[J]. J Nucl Med, 2009, 50 Suppl 1: 43S-54S. DOI: 10.2967/jnumed.108.057224.
- [17] Kim SJ, Chang S. Volumetric parameters changes of sequential ¹⁸F-FDG PET/CT for early prediction of recurrence and death in patients with locally advanced rectal cancer treated with preoperative chemoradiotherapy[J]. Clin Nucl Med, 2015, 40(12): 930-935. DOI: 10.1097/RLU.0000000000000917.
- [18] Koo PJ, Kim SJ, Chang S, et al. Interim fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron tomography/computed tomography to predict pathologic response to preoperative chemoradiotherapy and prognosis in patients with locally advanced rectal cancer[J]. Clin Colorectal Cancer, 2016, 15(4): e213-e219. DOI: 10.1016/j.clcc.2016.04.002.
- [19] Xia Q, Liu J, Wu C, et al. Prognostic significance of ¹⁸F-FDG PET/CT in colorectal cancer patients with liver metastases: a meta-analysis[J]. Cancer Imaging, 2015, 15: 19. DOI: 10.1186/s40644-015-0055-z.
- [20] Lee HS, Kim HO, Hong YS, et al. Prognostic value of metabolic parameters in patients with synchronous colorectal cancer liver metastasis following curative-intent colorectal and hepatic surgery[J]. J Nucl Med, 2014, 55(4): 582-589. DOI: 10.2967/jnumed.113.128629.
- [21] Huang YT, Park J, Chong S, et al. The prognostic value of fluorodeoxyglucose positron emission tomography metabolic tumor volume in solitary colorectal liver metastasis[J]. Asia Pac J Clin Oncol, 2017, 13(5): e262-e270. DOI: 10.1111/ajco.12568.
- [22] 甘兆义, 林源. 新辅助化疗在结直肠癌肝转移治疗中的作用[J]. 中国癌症防治杂志, 2015, 7(1): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5671.2015.01.07.
Gan ZY, Lin Y. The significance of neoadjuvant chemotherapy for inhibiting colorectal liver metastasis[J]. Chin J Oncol Prev Treat, 2015, 1(7): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5671.2015.01.07.
- [23] Worni M, Shah KN, Clary BM. Colorectal cancer with potentially resectable hepatic metastases: optimizing treatment[J]. Curr Oncol Rep, 2014, 16(10): 407. DOI: 10.1007/s11912-014-0407-z.
- [24] Jones RP, Malik HZ, Fenwick SW, et al. Perioperative chemotherapy for resectable colorectal liver metastases: where now? [J]. Eur J Surg Oncol, 2013, 39(8): 807-811. DOI: 10.1016/j.ejso.2013.04.002.
- [25] Muralidharan V, Kwok M, Lee ST, et al. Prognostic ability of ¹⁸F-FDG PET/CT in the assessment of colorectal liver metastases[J]. J Nucl Med, 2012, 53(9): 1345-1351. DOI: 10.2967/jnumed.112.102749.
- [26] Lau LF, Williams DS, Lee ST, et al. Metabolic response to preoperative chemotherapy predicts prognosis for patients undergoing surgical resection of colorectal cancer metastatic to the liver[J]. Ann Surg Oncol, 2014, 21(7): 2420-2428. DOI: 10.1245/s10434-014-3590-0.
- [27] Fendler WP, Philippe Tiega DB, Ilhan H, et al. Validation of several SUV-based parameters derived from ¹⁸F-FDG PET for prediction of survival after SIRT of hepatic metastases from colorectal cancer[J]. J Nucl Med, 2013, 54(8): 1202-1208. DOI: 10.2967/jnumed.112.116426.
- [28] Soydal C, Kucuk ON, Gecim EI, et al. The prognostic value of quantitative parameters of ¹⁸F-FDG PET/CT in the evaluation of response to internal radiation therapy with yttrium-90 in patients with liver metastases of colorectal cancer [J]. Nucl Med Commun, 2013, 34(5): 501-506. DOI: 10.1097/MNM.0b013e32835f9427.
- [29] Edalat F, Camacho JC, Kokabi N, et al. Standardized added metabolic activity predicts survival after intra-arterial resin-based ⁹⁰Y radioembolization therapy in unresectable chemorefractory metastatic colorectal cancer to the liver[J]. Clin Nucl Med, 2016, 41(2): e76-81. DOI: 10.1097/RLU.0000000000000991.
- [30] Hendlisz A, Golfopoulos V, Garcia C, et al. Serial FDG-PET/CT for early outcome prediction in patients with metastatic colorectal cancer undergoing chemotherapy[J]. Ann Oncol, 2012, 23(7): 1687-1693. DOI: 10.1093/annonc/mdr554.
- [31] Liu FY, Yen TC, Wang JY, et al. Early prediction by ¹⁸F-FDG PET/CT for progression-free survival and overall survival in patients with metastatic colorectal cancer receiving third-line cetuximab-based therapy[J]. Clin Nucl Med, 2015, 40(3): 200-205. DOI: 10.1097/RLU.0000000000000693.

(收稿日期: 2017-10-09)

更正

本刊 2017 年第 11 期第 697 页表 1 纵标目“OS”下方“平均 PFS 时间(个月)”应为“平均 OS 时间(个月)”, 特此更正。