

Pseudomyxoma peritonei: ^{18}F -FDG PET/CT dual-phase imaging and serum tumor markers among different pathological grades

ZHANG Li¹, LI Bing², WEN Zhe¹, TONG Guansheng^{1*}

(1. Department of Nuclear Medicine, Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China; 2. Department of Oncology Surgery, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, Tsinghua University, Beijing 102218, China)

[Abstract] **Objective** To investigate ^{18}F -FDG PET/CT dual-phase imaging features and serum tumor marker levels of pseudomyxoma peritonei (PMP) with different pathological grades. **Methods** A total of 31 patients with pathologically confirmed PMP originated from appendix were retrospectively analyzed. The tumors were divided into low-grade, high-grade and high-grade with signet-ring cell PMP according to pathological results. ^{18}F -FDG PET/CT conventional and delayed imaging manifestations, as well as serum levels of carcinoembryonic antigen (CEA), carbohydrate antigen (CA) 125 and CA 19-9 within 1 month before PET/CT examination were comparatively analyzed among PMP with different pathological grades. **Results** Among 31 cases, low-grade PMP was found in 14 cases, high-grade PMP in 12 cases while high-grade with signet-ring cell PMP was detected in 5 cases. The maximal standard uptake value (SUV_{max}) of PMP lesion, the ratio of SUV_{max} to mean standard uptake value for the liver ($\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}}$) and PET-peritoneal cancer index (PCI) of low- and high-grade PMP measured on delayed imaging were all higher than those measured on conventional imaging (all $P < 0.05$). SUV_{max} , $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}}$ and PET-PCI of high-grade with sig-ring cell PMP lightly increased on delayed imaging compared with those on conventional imaging, but no significant difference was not (all $P > 0.05$). No statistical difference of serum CEA, CA 125 and CA 19-9 levels was observed among PMP with different pathological grades. **Conclusion** ^{18}F -FDG PET/CT dual-phase imaging manifestations of different pathological grades PMP had certain characteristics, while no significant correlation was found between serum tumor marker level and pathological grade of PMP.

[Keywords] pseudomyxoma peritonei; positron-emission tomography; tumor markers, biological

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.06.017

不同病理分级腹膜假黏液瘤： ^{18}F -FDG PET/CT 双时相显像表现及血清肿瘤标志物水平

张丽¹, 李兵², 文哲¹, 童冠圣^{1*}

(1. 首都医科大学附属北京世纪坛医院核医学科, 北京 100038;
2. 清华大学附属北京清华长庚医院肿瘤外科, 北京 102218)

[摘要] **目的** 对比不同病理分级腹膜假黏液瘤(PMP) ^{18}F -FDG PET/CT 双时相显像表现及血清肿瘤标志物水平。**方法** 回顾性分析 31 例经病理确诊阑尾来源 PMP 患者, 根据病理结果分为低级别、高级别及高级别伴印戒细胞 PMP。对比不同级别 PMP ^{18}F -FDG PET/CT 常规和延迟显像表现, 以及 PET/CT 检查前 1 个月内血清癌胚抗原(CEA)、糖类抗原(CA) 125 及 CA 19-9 水平。**结果** 31 例 PMP 包括 14 例低级别、12 例高级别及 5 例高级别伴印戒细胞 PMP。 ^{18}F -FDG

[第一作者] 张丽(1982—), 女, 天津人, 硕士, 主治医师。研究方向: 核医学诊断。E-mail: zhang-zli@163.com

[通信作者] 童冠圣, 首都医科大学附属北京世纪坛医院核医学科, 100038。E-mail: tgseng@163.com

[收稿日期] 2024-01-09 **[修回日期]** 2024-02-14

PET/CT 延迟显像中,低、高级别 PMP 病灶最大标准摄取值(SUV_{max})、病灶 SUV_{max} 与肝脏平均标准摄取值之比($SUV_{max}/SUV_{liver\ mean}$)及 PET-腹膜癌指数(PCI)均高于常规 ^{18}F -FDG PET/CT 显像(P 均 <0.05);延迟显像中,高级别伴印戒细胞 PMP 病灶 SUV_{max} 、 $SUV_{max}/SUV_{liver\ mean}$ 和 PET-PCI 均与常规显像差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。不同病理分级 PMP 患者之间,CEA、CA 125 及 CA 19-9 水平差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。结论 不同病理分级 PMP 的 ^{18}F -FDG PET/CT 双时相显像表现具有一定特征性,血清肿瘤标志物水平与 PMP 病理分级无明显相关。

[关键词] 假黏液瘤,腹膜;正电子发射断层显像术;肿瘤标记,生物学

[中图分类号] R735.5; R445.6 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)06-0880-05

腹膜假黏液瘤(pseudomyxoma peritonei, PMP)为罕见肿瘤综合征,通常为阑尾黏液性肿瘤破裂所致^[1],富含大量黏液的肿瘤细胞随腹腔积液流动,易积聚于大、小网膜及右侧膈肌下方而形成 PMP,以胶质感性腹腔积液为特征^[2]。PMP 患者血清特定肿瘤标志物可为阳性^[3],如癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)、糖类抗原(carbohydrate antigen, CA)125 及 CA 19-9;联合检测对术前诊断 PMP、预测预后及术后随访具有重要价值。 ^{18}F -FDG PET/CT 在诊断腹膜原发性恶性肿瘤及腹膜转移癌、判断临床分期、评估预后及复发等方面发挥重要作用^[4-5],测量最大标准摄取值(maximal standard uptake value, SUV_{max})和 PET-腹膜癌指数(peritoneal cancer index, PCI)有助于预测 PMP 侵袭性及病理分级^[6],但大量黏液性腹腔积液可降低病灶对 ^{18}F -FDG 显像剂的亲和力,导致常规显像中的 SUV_{max} 较小。 ^{18}F -FDG PET/CT 延迟显像有助于显像剂在病灶中浓聚、提高诊断准确性^[7-8]。本研究对比观察不同病理分级 PMP ^{18}F -FDG PET/CT 双时相显像表现及血清肿瘤标志物水平。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2017 年 3 月—2023 年 6 月首都医科大学附属北京世纪坛医院 31 例 PMP 患者,男 13 例、女 18 例,年龄 26~77 岁、中位年龄 56.0 岁;均经手术或穿刺活检病理证实为阑尾来源 PMP 并接受常规全身 ^{18}F -FDG PET/CT 显像及腹部和盆腔延迟显像,且检查前 6 个月内未接受相关手术、化学或其他治疗(穿刺活检除外)。排除 PMP 伴其他恶性肿瘤者。本研究经院伦理委员会批准(IIT2024-060-001);检查前患者均知情同意。

1.2 仪器与方法 嘱患者检查前至少禁食 6 h,控制其血糖浓度低于 11.0 mmol/L。经静脉注射显像剂 ^{18}F -FDG(原子高科股份有限公司)3.70~5.55 MBq/kg 体质量后,嘱患者安静休息 60 min。之后采用 GE Discovery 710 PET/CT 仪行常规全身 PET/CT 显

像,先以管电压 140 kV、管电流 99 mAs、螺距 0.984:1、层厚 3.75 mm 行 CT 扫描;之后以 3D 模式采集 PET 数据,每个床位扫描 2 min,共采集 8~9 个床位。采用飞行时间联合有序子集最大期望值迭代法重建 PET 图像,迭代次数为 2,子集数为 32。于常规显像后 2 h 以相同条件行腹部和盆腔延迟显像。

1.3 图像分析 由 2 名具有 5 年以上核医学诊断经验的主治医师阅读 ^{18}F -FDG PET/CT,意见有分歧时经讨论达成共识。分别于 PMP 病灶、肝脏及胸主动脉降段放置体积为 1.8 cm³ 的球形感兴趣体积(volume of interest, VOI),测量 PMP 病灶 SUV_{max} 、肝脏平均标准摄取值(mean standard uptake value for the liver, $SUV_{liver\ mean}$)、肝脏 SUV_{max} 和纵隔血池 SUV_{max} ;计算病灶 SUV_{max} 与 $SUV_{liver\ mean}$ 之比($SUV_{max}/SUV_{liver\ mean}$)。

将腹盆腔分为 9 个区域,测量其与 4 个小肠附加区域共 13 个特定区域[分别以 0~12 表示:0 区指腹部中央区域,1 区为右上腹,2 区为中上腹,3 区为左上腹,4 区为左侧腹,5 区为左下腹,6 区为盆腔,7 区为右下腹,8 区为右侧腹,9 区指上段空肠,10 区指下段空肠,11 区指上段回肠,12 区指下段回肠(图 1)]中的 PMP 病灶 SUV_{max} 并进行评分:0 分,无病灶或无放射性摄取病灶;1 分,病灶 $SUV_{max} \leq$ 纵隔血池 SUV_{max} ;2 分,病灶 $SUV_{max} >$ 纵隔血池 SUV_{max} 但 \leq 肝脏 SUV_{max} ;3 分,病灶 SUV_{max} 显著 $>$ 肝脏 SUV_{max} 。将各区得分相加,获得 PET-PCI 值;13 区 PET-PCI 最高得分不超过 39^[6]。

1.4 血清肿瘤标志物 记录 ^{18}F -FDG PET/CT 检查前 1 个月内血清 CEA、CA 125 和 CA 19-9 水平,其正常值范围分别为 0~5 ng/ml、0~22 U/ml 和 0~43 U/ml。根据病理结果,依据腹膜表面肿瘤国际协助组联盟组织病理学分类共识^[9]将 PMP 分为低级别、高级别和高级别伴印戒细胞 PMP。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计分析软件。以

中位数(上下四分位数)表示非正态分布计量资料,行 Wilcoxon 符号秩和检验。采用 Fisher 精确概率法比较计数资料。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

31 例 PMP 中,28 例为 PMP 术后复发、3 例为初诊 PMP;其中低级别 PMP 14 例、高级别 PMP 12 例、高级别伴印戒细胞 PMP 5 例。

2.1 ¹⁸F-FDG PET/CT 显像

低、高级别 PMP 病灶在延迟显像中的 SUV_{max}、SUV_{max}/SUV_{liver mean} 及 PET-PCI 均高于常规显像(P 均<0.05)。高级别伴印戒细胞 PMP 病灶在延迟显像中的 SUV_{max}、SUV_{max}/SUV_{liver mean} 及 PET-PCI 均略高于常规显像,但差异均无统计学意义(P 均>0.05)。见表 1 及图 2。

2.2 血清肿瘤标志物 31 例中,14 例(14/31,45.16%)CEA 升高,19 例(19/31,61.29%)CA 125 升高,10 例(10/31,32.26%)CA 19-9 升高,其余血清肿瘤标志物处于正常范围。14 例低级别 PMP 中,8 例 CEA 升高、8 例



图 1 腹盆腔及小肠附加区域示意图

表 1 不同病理分级 PMP 的¹⁸F-FDG PET/CT 常规与延迟显像表现比较

显像	病灶 SUV _{max}	SUV _{max} /SUV _{liver mean}	PET-PCI
低级别 PMP(n=14)			
常规显像	5.330(3.630,7.600)	2.208(1.534,3.115)	16.500(11.500,25.750)
延迟显像	8.035(4.488,12.233)	2.960(2.287,5.672)	26.000(13.750,32.500)
Z 值	3.045	2.982	2.909
P 值	0.002	0.003	0.004
高级别 PMP(n=12)			
常规显像	5.785(4.273,11.088)	2.436(1.467,3.990)	21.000(17.250,28.500)
延迟显像	7.060(5.275,11.795)	2.710(2.176,5.212)	23.500(19.500,35.000)
Z 值	2.677	2.118	2.040
P 值	0.034	0.041	0.007
高级别伴印戒细胞 PMP(n=5)			
常规显像	5.900(4.970,15.405)	2.085(1.897,5.007)	13.000(11.000,31.500)
延迟显像	6.740(4.305,17.745)	2.534(1.658,5.856)	15.000(13.500,34.500)
Z 值	0.405	0.674	1.841
P 值	0.686	0.500	0.066

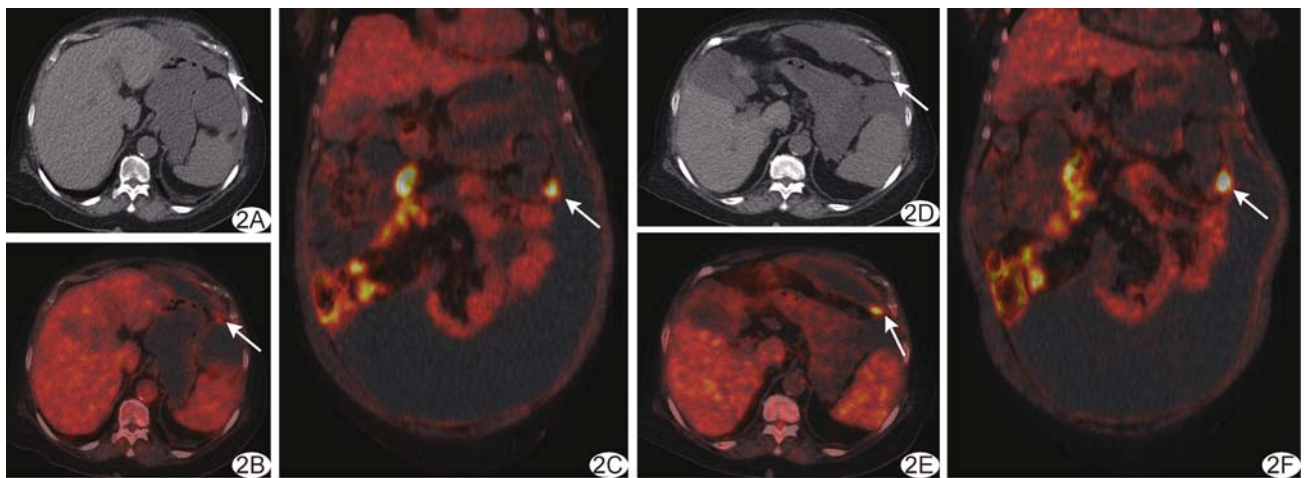


图 2 患者女,77 岁,低级别 PMP A.腹部轴位常规显像软组织窗 CT 图示左上腹囊性病灶; B.C.腹部轴位(B)及冠状位(C)¹⁸F-FDG PET/CT 常规显像图示病灶局部囊壁放射性摄取增高,SUV_{max}=5.27; D.腹部轴位延迟显像软组织窗 CT 图示左上腹病灶; E.F.腹部轴位(E)及冠状位(F)¹⁸F-FDG PET/CT 延迟显像图示病灶局部囊壁放射性摄取高于常规显像,SUV_{max}=8.29 (箭示病灶)

CA 125 升高、5 例 CA 19-9 升高;12 例高级别 PMP 中,3 例 CEA 升高、6 例 CA 125 升高、2 例 CA 19-9 升高;5 例高级别伴印戒细胞 PMP 中,3 例 CEA 升高、5 例 CA 125 升高、3 例 CA 19-9 升高。不同病理分级 PMP 患者之间,CEA、CA 125 及 CA 19-9 升高者占比差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。见表 2。

3 讨论

^{18}F -FDG PET/CT 能反映活体组织代谢活性,可显示实性肿瘤的位置、大小及是否存在坏死组织,并可预判肿瘤恶性程度。PMP 分泌的黏液性腹腔积液广泛分布于腹腔内,极少或不摄取 ^{18}F -FDG 显像剂;但随着病变进展,腹膜增厚达一定程度或局部形成结节、肿块样病灶时,可出现显像剂摄取增高。对体积较小且位置较隐蔽的 PMP 病灶可能因 SUV_{max} 较低而不易被检出,导致出现假阴性结果^[10]。

本研究对不同病理级别 PMP 患者行 ^{18}F -FDG PET/CT 常规及延迟显像,发现延迟显像所测低、高级别 PMP 病灶的 SUV_{max} 、 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}}$ 及 PET-PCI 均高于常规显像。分析原因,延迟显像中,黏液性腹腔积液本底降低而肿瘤细胞 ^{18}F -FDG 摄取增高,肿瘤与本底的对比如增加,有助于清楚显示 PMP 病灶。本研究发现,相对于肝实质,PMP 病灶 ^{18}F -FDG 显像剂摄取更高,即 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}} > 1$,且延迟显像中 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}}$ 进一步升高;由于延迟显像中特定区域内病灶 SUV_{max} 升高,PET-PCI 亦随之升高。高级别伴印戒细胞 PMP 在延迟显像中的 SUV_{max} 、 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{SUV}_{\text{liver mean}}$ 及 PET-PCI 均较常规显像有所升高但差异均无统计学意义,可能与印戒细胞富含黏液且表面缺乏葡萄糖转运蛋白 1、无法进一步摄取更多 ^{18}F -FDG 有关^[11]。

细胞减灭术+腹腔热灌注化疗为治疗 PMP 的标准方案^[12],治疗前、后联合检测血清肿瘤标志物 CEA、CA 125 和 CA 19-9 具有重要临床意义。肿瘤标志物水平升高提示 PMP 患者预后不良^[13];术后上述任一标志物升高均为 PMP 早期复发的相关因素^[14]。BLAJ 等^[15]观察 282 例阑尾来源 PMP,认为上述 3 种肿瘤标志物水平均与 PMP 病理学分级无明显相关。本研究 31 例 PMP 中,CEA、CA 125 及 CA 19-9 升高者占比分别为 45.16%、61.29% 及 32.26%;低、高级别 PMP 与高级别伴印戒细胞 PMP 患者中,上述 3 种

表 2 不同病理分级 PMP 患者血清肿瘤标志物水平比较[% (例)]

PMP 病理分级	CEA 升高	CA 125 升高	CA 19-9 升高
低级别 PMP($n=14$)	57.14(8/14)	57.14(8/14)	35.71(5/14)
高级别 PMP($n=12$)	25.00(3/12)	50.00(6/12)	16.67(2/12)
高级别伴印戒细胞 PMP($n=5$)	60.00(3/5)	100(5/5)	60.00(3/5)
P 值	0.216*	0.184*	0.206*

注: *:采用 Fisher 精确概率法

肿瘤标志物水平差异均无统计学意义,亦提示其与 PMP 病理分级无明显相关。

综上,不同病理分级 PMP 的 ^{18}F -FDG PET/CT 双时相显像表现具有一定特征性,可为临床诊断和治疗提供参考信息;而血清肿瘤标志物水平与 PMP 病理分级无明显相关。但本研究为单中心小样本观察,不同病理分级 PMP 样本量分布不均,且多为术后复发者,有待后续增加样本量进一步观察。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:张丽研究设计和实施、图像和数据分析、查阅文献、撰写文章;李兵研究设计、查阅文献;文哲图像和数据分析、统计分析;童冠圣审阅文章。

[参考文献]

- [1] CARR N J, CECIL T D, MOHAMED F, et al. A consensus for classification and pathologic reporting of pseudomyxoma peritonei and associated appendiceal neoplasia: The results of the peritoneal surface oncology group international (PSOGI) modified delphi process[J]. Am J Surg Pathol, 2016, 40(1):14-26.
- [2] RIZVI S A, SYED W, SHERGILL R. Approach to pseudomyxoma peritonei[J]. World J Gastrointest Surg, 2018, 10(5):49-56.
- [3] GOVAERTS K, LURVINK R J, de HINGH I H J T, et al. Appendiceal tumours and pseudomyxoma peritonei: Literature review with PSOGI/EURACAN clinical practice guidelines for diagnosis and treatment[J]. Eur J Surg Oncol, 2021, 47(1):11-35.
- [4] WANG W, TAN G H C, CHIA C S, et al. Are positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) scans useful in preoperative assessment of patients with peritoneal disease before cytoreductive surgery (CRS) and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC)? [J]. Int J Hyperthermia, 2018, 34(5):524-531.
- [5] 张彦梅,许莎莎,晁芳芳,等.对比 ^{18}F -NOTA-FAPI-04 与 ^{18}F -FDG PET/CT 显像诊断腹膜转移癌[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(8):1215-1220.
- [6] 张丽,李兵,童冠圣.基于 ^{18}F -FDG 代谢显像的腹膜假黏液瘤 PCI 评分及肿瘤分级预测[J].首都医科大学学报, 2022, 43(6):834-839.
- [7] OKSUZOGLU K, ONES T, OZGUVEN S, et al. Change in

standardized uptake values in delayed ¹⁸F-FDG positron emission tomography images in hepatocellular carcinoma [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(42):e12817.

[8] 林帅, 鹿松, 张静, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 诊断肺孤立性肉芽肿性炎 [J]. *中国医学影像技术*, 2022, 38(4):536-539.

[9] LIN Y L, XU D Z, LI X B, et al. Consensuses and controversies on pseudomyxoma peritonei: A review of the published consensus statements and guidelines [J]. *Orphanet J Rare Dis*, 2021, 16(1):85.

[10] DUBREUIL J, GIAMMARILE F, ROUSSET P, et al. FDG-PET/ceCT is useful to predict recurrence of pseudomyxoma peritonei [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2016, 43(9):1630-1637.

[11] 郑朋腾, 童冠圣. ¹⁸F-FDG PET/CT 对不同印戒细胞成分胃癌的诊断价值 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2021, 29(6):560-564.

[12] CHANDRAKUMARAN K, CARR N J, MOHAMED F, et al. Development and validation of nomograms to predict survival in patients undergoing complete cytoreduction and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for pseudomyxoma peritonei of appendiceal origin [J]. *JAMA Surg*, 2023, 158(5):522-530.

[13] van EDEN W J, KOK N, SNAEBJORNSSON P, et al. Factors influencing long-term survival after cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for pseudomyxoma peritonei originating from appendiceal neoplasms [J]. *BJS Open*, 2019, 3(3):376-386.

[14] LOPES A, de MELLO E S, MENDOZA LOPEZ R V, et al. Prognostic impact of pathology, cytoreduction, and tumor markers in pseudomyxoma peritonei [J]. *J Surg Res*, 2022, 274:68-76.

[15] BLAJ S, DORA D, LOHINAI Z, et al. Prognostic factors in pseudomyxoma peritonei with emphasis on the predictive role of peritoneal cancer index and tumor markers [J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(4):1326.

中国学术期刊影响因子年报(2023 版) ——《中国医学影像技术》

“中国学术期刊影响因子年报(2023 版)”于 2023 年 11 月由中国科学文献计量评价研究中心发布。《中国医学影像技术》杂志在复合类的相关数据为：

- 1 影响力指数(CI 值):**439.169**;
- 2 总被引:**4674**;
- 3 影响因子:**1.021**;
- 4 他引影响因子:**0.865**;
- 5 5 年影响因子:**1.072**;
- 6 即年指标:**0.127**。