

◁腹部影像学▷

¹⁸F-FDG PET/CT 对偶发性进展期结直肠腺瘤的诊断价值徐妮娜¹, 彭雨诗², 唐 栋¹, 戚正伟³, 丁建平¹, 唐 坤²(1. 杭州师范大学附属医院放射科, 浙江 杭州 310000; 2. 温州医科大学附属第一医院核医学科, 浙江 温州 325000
3. 浙江大学医学院附属邵逸夫医院消化内科, 浙江 杭州 310000)

【摘要】 目的: ¹⁸F-FDG PET/CT 最大标准摄取值(SUV_{max})与进展期结直肠腺瘤的关系尚不明确。本研究旨在探讨 ¹⁸F-FDG PET/CT 的 SUV_{max} 鉴别进展期及非进展期结直肠腺瘤的能力。方法: 回顾性分析 153 例经 ¹⁸F-FDG PET/CT 偶然发现的结直肠腺瘤患者的资料, 根据癌化风险分为进展期和非进展期结直肠腺瘤两组。术前 PET/CT 测量病灶的 SUV_{max}, 采用受试者工作特性(ROC)曲线分析确定两组的最佳截断值。纳入常规的临床特征, 采用 Logistic 回归模型进行单因素和多因素分析确定独立危险因素。结果: 进展期和非进展期两组结直肠腺瘤患者的 SUV_{max} 分别为 8.61±4.01、5.02±2.00, 差异有统计学意义($P<0.05$), Logistic 多因素回归分析显示 SUV_{max}、CEA、CA125 和隐血是预测进展期结直肠腺瘤的独立危险因素。单 SUV_{max} 检测的曲线下面积(AUC)为 0.810, SUV_{max} 联合 CEA、CA125 及隐血检测的 AUC 为 0.879。结论: 基于 ¹⁸F-FDG PET/CT 成像的 SUV_{max} 是预测进展期结直肠腺瘤的独立危险因素, 可以作为一种无创的定量诊断工具, 有助于术前指导治疗策略的制定。

【关键词】 结直肠肿瘤; 正电子发射断层显像计算机体层摄影术; 氟脱氧葡萄糖 F18**【中图分类号】** R735.35; R735.37; R817.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1008-1062(2024)06-0423-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.06.009

The diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT in the sporadic advanced colorectal adenomaXU Ni-na¹, PENG Yu-shi², TANG Dong¹, QI Zheng-wei³, DING Jian-ping¹, TANG Kun²(1. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University, Hangzhou 310000, China;
2. Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University,
Wenzhou Zhejiang 325000, China; 3. Department of Gastroenterology, Run Run Shaw Hospital,
Medical School of Zhejiang University, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Objective: The relationship between the maximum standardized uptake value(SUV_{max}) of ¹⁸F-FDG PET/CT and the advanced colorectal adenoma remains unclear. The purpose of this study was to investigate the diagnostic performance of SUV_{max} in differentiating advanced and non-advanced colorectal adenomas. **Methods:** This study enrolled 153 patients with colorectal adenoma accidentally diagnosed by ¹⁸F-FDG PET/CT. According to the risk of carcinogenesis, the patients were divided into two groups with advanced and non-advanced colorectal adenoma. Focal SUV_{max} of PET/CT was measured. The receiver operating characteristic(ROC) curve was used to determine the optimal cut-off values for the two groups. Univariate and multivariate analyses were performed using Logistic regression models to identify independent risk factors. **Results:** There was statistical significance between SUV_{max} values of the advanced and non-advanced colorectal adenoma groups (8.61±4.01 vs. 5.02±2.00, $P<0.05$). Logistic multivariate regression analysis showed that SUV_{max}, CEA, CA125 and occult blood were the independent risk factors. The area under the curve (AUC) of SUV_{max} was 0.810, and the AUC of the combination of SUV_{max}, CEA, CA125 and occult blood was 0.879. **Conclusions:** The SUV_{max} value based on ¹⁸F-FDG PET/CT imaging is an independent risk factor for predicting advanced colorectal adenoma, which can be used as a non-invasive quantitative diagnostic tool to guide preoperative treatment strategies.

Key words: Colorectal Neoplasms; Positron Emission Tomography Computed Tomography; Fluorodeoxyglucose F18

结直肠癌是世界第三常见的肿瘤, 每年约有 185 万新发病例和 88 万死亡病例, 结直肠腺瘤被认为是结直肠癌的前兆^[1-2]。《大肠息肉切除术后随访指南》中将腺瘤性息肉分为进展期和非进展期腺瘤, 满足以下任一条即为进展期腺瘤: ①腺瘤直径 ≥ 10 mm;

②高级别上皮内瘤变; ③绒毛状腺瘤(绒毛成分 > 25%)^[3]。同时, 指南强调进展期腺瘤癌变率高、易复发, 因此早期诊断、积极治疗、定期随访是降低结直肠癌发生率、死亡率的首要措施^[4-5]。

目前, 结肠镜检查仍是检测结直肠腺瘤的金标

【收稿日期】 2023-11-07; **【修回日期】** 2023-12-15**【作者简介】** 徐妮娜(1995-), 女, 浙江台州人, 医师。E-mail: 173738779@qq.com**【通信作者】** 唐坤, 温州医科大学附属第一医院核医学科, 325000。E-mail: kuntang007@163.com**【基金项目】** 浙江省医药卫生科技计划基金资助项目(2020KY708)。

准,但从患者的耐受性和安全性来看,更需要一种无创性检查^[6]。¹⁸F-FDG PET/CT 是一种非侵入性功能成像方法^[7],大约 82%~89%的胃肠道局灶性¹⁸F-FDG 摄取在结肠直肠区域^[8-9],其中 40.6%~66.2%被证实为晚期结肠肿瘤^[10-11]。因此,¹⁸F-FDG PET/CT 在结肠腺瘤的诊断中有很大的价值空间^[12],目前关于¹⁸F-FDG PET/CT 诊断进展期结肠腺瘤的研究较少,具有一定的挑战性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集 2011 年 11 月—2020 年 2 月在某三甲医院接受结肠镜检查后经病理确诊为结肠腺瘤的患者,并且于术前 3 周内行¹⁸F-FDG PET/CT 检查。排除标准:①结肠癌病史;②既往结肠手术史;③炎症性肠病及弥漫性¹⁸F-FDG 结肠摄取。最终纳入 153 例患者。本项回顾性研究得到了医院审查委员会的批准,并免除了研究受试者书面同意的要求。

1.2 临床特征

收集患者一般资料,包括年龄、性别、体质指数(BMI)、吸烟及饮酒习惯和手术史。饮酒及吸烟习惯通过一份自我管理的问卷进行评估。在进行治疗之前采用电化学发光法检测消化道肿瘤 5 种肿瘤标记物,包括甲胎蛋白(AFP)、癌胚抗原(CEA)、糖类抗原 199(CA199)、糖类抗原 153(CA153)、糖类抗原 125(CA125)。

1.3 结肠镜及组织病理学检查

所有结肠镜检查均由经验丰富的内镜医师进行,评估息肉的大小、位置、形态和带蒂状态。所有息肉均采用标准内镜息肉切除术切除,内镜下切除后送去组织学分析。根据腺瘤性息肉直径 ≥ 10 mm、绒毛成分 $>25\%$ 、有高级别异型增生(满足其一),将患者分为进展期结肠腺瘤组(进展期组)和非进展期结肠腺瘤组(非进展期组)。

1.4 ¹⁸F-FDG PET/CT 检查

¹⁸F-FDG 由上海原子科兴药业有限公司提供,放射化学纯度 $>90\%$ 。所有患者在 PET/CT 检查前禁食至少 6 h,且血清葡萄糖水平不高于 110 mg/dL。静脉注射 3.7 MBq/kg ¹⁸F-FDG 约 1 h 后,通过混合 PET/CT 扫描仪(GEMINI TF 64,Philips,荷兰)获得 PET 图像。CT 扫描参数:管电压 120 kV,管电流 300 mA,螺距 0.829,准直 64 \times 0.625 mm,旋转时间 0.5 s,重建厚度 5.0 mm。对于 PET 扫描,采用从颅底到大腿中部的三维模型。每张床的扫描时间为 1.5 min。采用有序子集期望最大化(OSEM)方法重建 PET 图像,重建层厚和层间距均为 5.0 mm,并利用 CT 衰减

对重建 PET 图像进行校正。将采集到的数据传输到 Philips EBW 3.0 工作站进行后处理,重建 PET、CT 和 PET/CT 融合图像。由 2 名经验丰富的核医学医师使用专用工作站(Philips EBW 3.0)进行图像分析。利用相对阈值法(以 40%为阈值)自动生成肿瘤感兴趣体积(Volume of interest,VOI)的 Volume viewer 软件计算整个肿瘤的最大标准摄取值(SUVmax)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS version 23.0 软件对数据进行统计学分析。数值数据和分类数据分别用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)和频率(%)来描述。对临床和病理因素,数值资料采用 Mann-Whitney *U* 检验,分类资料采用 Pearson χ^2 检验。采用受试者工作特征(Receiver operating characteristic,ROC)曲线分析确定预测进展期结肠腺瘤的 SUVmax 的最佳截断值。采用单因素差异分析,将有意义的结果纳入二元 Logistic 回归分析,绘制 ROC 曲线,评估独立危险因素对进展期结肠腺瘤发生的预测价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线特征

共纳入 153 例患者,其中女 40 例,男 113 例,平均年龄(62.7 \pm 10.8)岁,肿瘤直径为(1.4 \pm 1.2) cm。乙状结肠是最常见的部位(43.1%),其次是直肠(26.1%)。两组患者在隐血、病灶直径、形态、带蒂状态、充血等方面的差异均有统计学意义($P<0.05$)。CEA、CA153、CA125 和 CA199 在两组患者间的差异有统计学意义($P<0.05$)。两组患者的其余一般特征(年龄、性别、体质指数、身高、BMI、血糖、病灶位置、吸烟史、饮酒史)的差异无统计学意义(表 1)。

2.2 SUVmax 与临床病理特征

SUVmax 在临床病理特征方面的差异具有统计学意义(表 2)。升结肠摄取的¹⁸F-FDG 最多,乙状结肠次之。病灶直径越大和充血导致更高的¹⁸F-FDG 摄取。CEA、CA199 及隐血阳性增加了¹⁸F-FDG 的摄取。绒毛状腺瘤比管状腺瘤摄取更多。

2.3 独立危险因素的单因素和多因素分析

单因素分析显示,SUVmax、CEA、CA125、CA153、CA199 和隐血在非进展期及进展期结肠腺瘤两组间有统计学差异。多因素分析显示 SUVmax、CEA、CA125 和隐血与进展期结肠腺瘤的发生有独立相关性(表 3)。

2.4 ROC 曲线分析

SUVmax 预测进展期结肠腺瘤发生的灵敏度为 89.7%,特异度为 54.7%,其 ROC 曲线下面积(AUC)

表 1 153 例结直肠腺瘤患者基本资料

项目	分组		P 值
	非进展期组(n=75)	进展期组(n=78)	
年龄(岁)	61.68±9.64	63.59±11.28	0.428
性别	男	57	0.554
	女	18	
体质量(kg)	63.17±9.32	61.42±9.56	0.771
身高(m)	1.66±0.61	1.65±0.70	0.369
BMI(kg/m ²)	22.76±2.83	22.52±3.11	0.396
血糖	6.00±2.43	6.32±2.38	0.750
吸烟史	有	25	0.734
	无	50	
饮酒史	有	17	0.542
	无	58	
肿瘤指标	AFP(+)	1	0.583
	CEA(+)	7	0.000
	CA199(+)	7	0.000
	CA153(+)	1	0.002
	CA125(+)	3	0.000
隐血	(+)	16	0.000
	(-)	59	
病灶位置	直肠	20	0.166
	乙状结肠	26	
	降结肠	3	
	横结肠	11	
	升结肠	10	
盲肠	5	2	
病灶直径(cm)	0.55±0.17	2.18±1.27	0.000
病理类型	管状	75	0.000
	绒毛-管状	0	
	绒毛状	0	
形态	清晰	71	0.000
	糜烂	4	
蒂	有	25	0.025
	无	50	
充血	有	13	0.000
	无	62	
SUV _{max}	5.02±2.00	8.61±4.01	0.000

为 0.810(95%CI 0.744~0.876),最佳截断值为 4.85;将 SUV_{max}、CEA、CA125 及隐血纳入 Logistic 回归分析,评估四者联合检测时的诊断效能,其 AUC 为 0.879(95%CI 0.825~0.933),灵敏度为 88.5%,特异度为 73.3%(图 1,2 及表 4)。

3 讨论

腺瘤性息肉是广泛认可的结直肠癌前病变,其中进展期结直肠腺瘤癌变率高、易复发^[13]。因此,术前对结直肠肿瘤的准确诊断对治疗策略的选择至关重要。¹⁸F-FDG PET/CT 的出现为结直肠腺瘤的诊断提供了一种新思路。¹⁸F-FDG PET/CT 利用病灶细胞中糖酵解速率的增加来检测疾病,¹⁸F-FDG 的积累主要与病灶恶性程度有关。

在本项 153 例患者的回顾性研究中,使用 ROC 曲线分析确定了区分进展期和非进展期结直肠腺瘤的 SUV_{max} 最佳截断值, SUV_{max} 随着腺瘤癌化风险

表 2 SUV_{max} 与临床病理指标

项目	SUV _{max}		P 值	
	均数±标准差($\bar{x}\pm s$)	95%CI		
肿瘤指标	CEA(+)	9.26±4.48	8.08~10.57	0.000
	CA125(+)	8.30±3.26	7.02~9.62	0.027
	CA153(+)	8.60±3.77	6.48~10.69	0.070
	CA199(+)	9.68±4.77	8.04~11.43	0.000
隐血	(+)	7.92±3.67	7.01~8.85	0.004
	(-)	6.18±3.50	5.53~6.92	
病灶位置	直肠	6.68±3.48	5.69~7.76	0.114
	乙状结肠	7.12±3.45	6.29~8.01	
	降结肠	6.34±2.27	4.68~8.05	
	横结肠	5.77±2.72	4.49~7.17	
	升结肠	7.93±5.58	5.96~10.96	
盲肠	5.34±3.19	3.18~7.76		
病灶直径(cm)	6.31±4.25	5.70~6.91	0.000	
病理类型	管状	6.40±3.55	5.80~7.03	0.451
	绒毛-管状	8.94±3.68	7.55~10.44	
绒毛状	6.93±2.90	4.92~9.49		
形态	清晰	5.89±2.67	5.43~6.42	0.060
	糜烂	9.47±4.62	8.07~10.90	
蒂	有	6.96±2.81	6.25~7.68	0.314
	无	6.77±4.18	5.90~7.68	
充血	有	8.58±4.18	7.56~9.60	0.000
	无	5.32±2.24	4.85~5.89	

表 3 单因素及多因素分析结果

	单因素		多因素	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
SUV _{max}	1.620(1.366~1.922)	0.000	1.467(1.217~1.768)	0.000
CEA	0.080(0.032~0.195)	0.000	0.191(0.067~0.539)	0.002
CA125	0.100(0.028~0.349)	0.000	0.145(0.034~0.623)	0.009
隐血	0.221(0.109~0.449)	0.000	0.308(0.126~0.753)	0.010
CA153	0.074(0.009~0.587)	0.014		
CA199	0.206(0.083~0.511)	0.001		

表 4 SUV_{max} 单指标及联合检测对结直肠进展期腺瘤的诊断价值

变量	AUC	95%CI	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
SUV _{max}	0.810	0.744~0.876	4.85	89.7	54.7
联合	0.879	0.825~0.933		88.5	73.3

的增加而增加,两组间 SUV_{max} 的差异有统计学意义($P<0.05$)。虽然之前的一些研究提出了关于 SUV_{max} 最佳截断值的观点^[14-15],但仍缺乏认可较高的具体数值支持。在本研究中,两组之间 SUV_{max} 鉴别的最佳截断值、AUC 和灵敏度分别为 4.85、0.810 和 89.7%,提示 SUV_{max} 对偶发性进展期结直肠腺瘤有较高的诊断价值,但遗憾的是特异度仅为 54.7%。Na 等^[16]提出 SUV_{max} 为 5.8 作为鉴别的最佳截断值,灵敏度和特异度之和最大,但灵敏度仅为 71.8%。Sekiguchi 等^[17]提出 SUV_{max} 的最佳截断值为 6.3,但灵敏度仅为 52.4%。在本研究中,SUV_{max} 最佳截断值为 4.85 具有很好的灵敏度,但特异度仍然不是很理想。这些研究结果都表明癌化风险越高,SUV_{max}

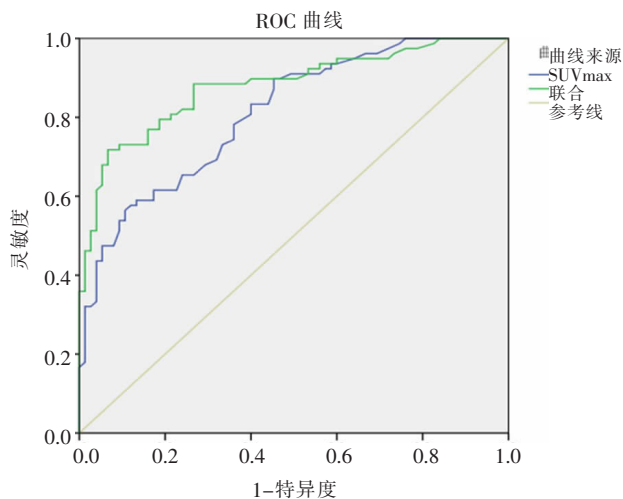


图 1 单独 SUVmax 预测及 SUVmax、CEA、CA125、隐血联合预测进展期结肠腺瘤发生的 ROC 曲线。

Figure 1. ROC curves of SUVmax, and the combination of SUVmax, CEA, CA125 and occult blood for predicting advanced colorectal adenoma.

越高, 仅依赖 SUVmax 虽然可对临床诊断有一定帮助, 但仍不能提供令人满意的灵敏度及特异度, 本研究的结果也证实了此观点。Treglia 等研究^[18]表明, SUVmax 不应该单独用于区分恶性、癌前和良性偶发性结肠病变, 因为 SUVmax 在这些组之间存在显著的重叠。因此, 本研究结果认为需要其他指标来辅助诊断。

本研究还分析了治疗前常规临床基线数据, 进展期及非进展期结直肠腺瘤患者在隐血、病灶直径、形态、带蒂状态、充血等方面均有统计学差异。CEA、CA153、CA125 和 CA199 在两组之间的差异有统计学意义^[9]。因此, 需要进一步探讨临床指标与 SUVmax 的联合是否能更好的提高诊断效能。单因素 Logistic 回归分析显示, SUVmax、CEA、CA125、CA153、CA199 和隐血在非进展期及进展期结直肠腺瘤两组间有统计学差异。多因素 Logistic 回归显示, SUVmax、CEA、

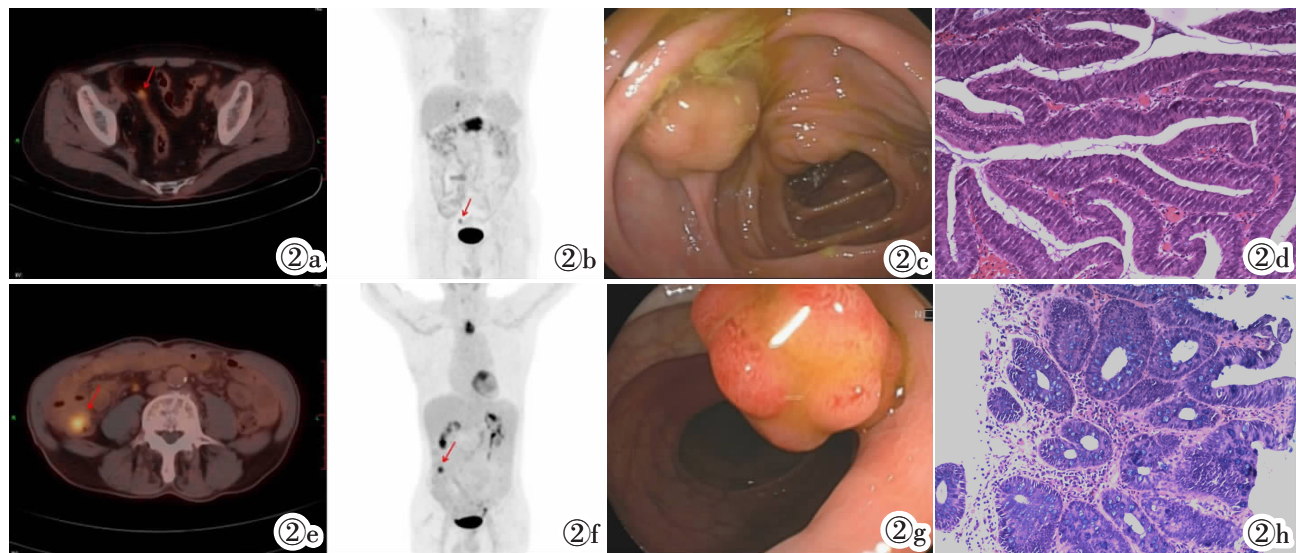


图 2a~2d 病理为低级别上皮内瘤变的患者, 示乙状结肠局灶性结节状 ¹⁸F-FDG 摄取增高(红箭), SUVmax 为 3.8。图 2e~2h 病理为高级别上皮内瘤变的患者, 示回盲部局灶性团块 ¹⁸F-FDG 摄取增高(红箭), SUVmax 为 8.8。

Figure 2a~2d. A patient with pathologically confirmed low-grade intraepithelial neoplasia(LGIN) showed increased focal nodular ¹⁸F-FDG uptake in the sigmoid colon(Red arrow), with a SUVmax of 3.8. **Figure 2e~2h.** A patient with pathologically confirmed high-grade intraepithelial neoplasia(HGIN) showed increased focal mass ¹⁸F-FDG uptake in the ileocecal region(Red arrow), with a SUVmax of 8.8.

CEA125 和隐血与进展期腺瘤的发生有独立相关性。与单独使用 SUVmax 相比, CEA、CA125、隐血和 SUVmax 联合使用的 AUC 值有所提高, 但没有得到有效改善, 而特异度得到了显著改善。在日本的一项研究中, 在鉴别结直肠癌及腺瘤之间, SUVmax 和隐血的组合产生了较好的结果^[10]。隐血在筛查结直肠癌方面具有高灵敏度、高成本效益和高依从率等优点^[20], 而筛查结直肠腺瘤的灵敏度仅为 24%^[21]。一些研究表明, 隐血对早期诊断腺瘤癌化有所作用^[24], 因此, 结合隐血可能可以提高 SUVmax 区分进展期及非进展期结直肠腺瘤的能力, 本研究结果也验证了此观点。此外, CEA 和 CA125 是预测进展期结直肠

腺瘤的独立危险因素, 是诊断结直肠癌和判断预后的重要指标, 但在腺瘤中的研究较少。Zhang 等^[23]评估了 8 种细胞因子的浓度, 结果表明, CEA 和 CA125 可能具有很强的潜力, 有助于病变的检测。这与本研究揭示进展期结直肠腺瘤癌化风险更高的结果相符合。进展期结直肠腺瘤被认为是高风险的癌前病变^[24], 因此, 不难解释肿瘤标志物有较好的提示作用。多因素 Logistic 回归纳入的 CEA、CA125 和隐血 3 种指标都是容易获取的, 是公认的肿瘤早期筛查的热点。目前关于 SUVmax 联合肿瘤标志物筛查进展期结直肠腺瘤的研究较少, 本研究发现 SUVmax、CEA、CA125 和隐血阳性四者联合预测进展期结直肠腺瘤可提高

其诊断效能。

本研究还分析了一些临床基线特征与 SUV_{max} 之间的关系。其中腺瘤病理亚型与 SUV_{max} 的关系随着癌化风险的增加而增加,这与以往的研究结果一致^[25-26]。两两比较各组织学分级的 SUV_{max} 显示各组 SUV_{max} 存在差异,3 组之间差异没有统计学意义($P>0.05$),管状腺瘤最低,绒毛状腺瘤中等,绒毛-管状腺瘤最高。同时还发现形态不规整、有充血的病灶 SUV_{max} 更高,未见相关研究。这些结果提示不同表现的病灶内细胞代谢程度不同,病灶的癌化风险也不同^[27-28]。研究表明,SUV_{max} 可以通过区分进展期及非进展期结直肠腺瘤来定量预测病灶的癌化风险。这一发现可能有助于医生在侵入性检查之前更好地设计个性化的治疗策略。

综上,本研究确定了区分进展期及非进展期结直肠腺瘤的 SUV_{max} 最佳截断值。纳入 SUV_{max} 的 Logistic 模型可用于预测结直肠腺瘤的癌化风险,结合临床独立危险因素有助于进一步改善预后预测并指导制定个性化的治疗策略。

【参考文献】

[1]Delman KA. Introducing the “Virtual Tumor Board” series in CA: A Cancer Journal for Clinicians[J]. CA Cancer J Clin, 2020, 70(2): 77.

[2]王龙腾,张海燕,张嫚嫚,等. 图像增强技术对结直肠腺瘤检出率影响研究进展[J]. 临床军医杂志,2024,52(2):208-211.

[3]Gaertner WB, Kwaan MR, Madoff RD, et al. Rectal cancer: An evidence-based update for primary care providers [J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(25): 7659-7671.

[4]Winawer S, Fletcher R, Rex D, et al. Colorectal cancer screening and surveillance: clinical guidelines and rationale—Update based on new evidence[J]. Gastroenterology, 2003, 124(2): 544-560.

[5]Masoomi H, Ziogas A, Lin BS, et al. Population-based evaluation of adenocarcinoma of the colon and rectum [J]. Dis Colon Rectum, 2012, 55(5): 509-514.

[6]Rex DK, Johnson DA, Lieberman DA, et al. Colorectal cancer prevention 2000: screening recommendations of the American College of Gastroenterology. American College of Gastroenterology [J]. Am J Gastroenterol, 2000, 95(4): 868-877.

[7]Mankoff DA, Bellon JR. Positron-emission tomographic imaging of cancer: glucose metabolism and beyond [J]. Semin Radiat Oncol, 2001, 11(1): 16-27.

[8]Purandare NC, Gawade SK, Puranik AD, et al [J]. Etiology and significance of incidentally detected focal colonic uptake on FDG PET/CT[J]. Indian J Radiol Imaging, 2012, 22(4): 260-266.

[9]祝安惠,贾红敏,张卫芳. ¹⁸F-FDG PET/CT 在结直肠偶发局灶性 ¹⁸F-FDG 摄取增高灶诊断中的价值 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2021, 32(10): 733-737.

[10]Minamimoto R, Senda M, Jinnouchi S, et al. Detection of colorectal cancer and adenomas by FDG-PET cancer screening program: results based on a nationwide Japanese survey [J]. Ann Nucl Med, 2014, 28(3): 212-219.

[11]Liu T, Behr S, Khan S, et al. Focal Colonic FDG Activity with PET/CT: Guidelines for Recommendation of Colonoscopy [J]. World J Nucl Med, 2015, 14(1): 25-30.

[12]Yasuda S, Shoitsu A, Tsutsumi Y. Colonic adenoma detected by positron emission tomography(PET): a case report[J]. Tokai J Exp Clin Med, 1998, 23(3): 153-155.

[13]Geneve N, Kairys D, Bean B, et al. Colorectal Cancer Screening [J]. Prim Care, 2019, 46(1): 135-148.

[14]Luboldt W, Volker T, Wiedemann B, et al. Detection of relevant colonic neoplasms with PET/CT: promising accuracy with minimal CT dose and a standardised PET cut-off [J]. Eur Radiol, 2010, 20(9): 2274-2285.

[15]Miraldi F, Vesselle H, Faulhaber PF, et al. Elimination of artifactual accumulation of FDG in PET imaging of colorectal cancer of colorectal cancer[J]. Clin Nucl Med, 1998, 23(1): 3-7.

[16]Na SY, Kim KJ, Han S, et al. Who should undergo a colonoscopy among patients with incidental colon uptake on PET-CT?[J]. Scand J Gastroenterol, 2015, 50(8): 1045-1053.

[17]Sekiguchi M, Kakugawa Y, Terauchi T, et al. Sensitivity of 2-[¹⁸F]fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography for advanced colorectal neoplasms: a large-scale analysis of 7505 asymptomatic screening individuals [J]. J Gastroenterol, 2016, 51(12): 1122-1132.

[18]Treglia G, Taralli S, Salsano M, et al. Prevalence and malignancy risk of focal colorectal incidental uptake detected by (18) F-FDG-PET or PET/CT: a meta-analysis[J]. Radiol Oncol, 2014, 48(2): 99-104.

[19]Park CH, Jung YS, Kim NH, et al. Optimization of the surveillance strategy in patients with colorectal adenomas: A combination of clinical parameters and index colonoscopy findings [J]. J Gastroenterol Hepatol, 2021, 36(4): 974-982.

[20]Shin HY, Suh M, Baik HW, et al. The effect of changing stool collection processes on compliance in nationwide organized screening using a fecal occult blood test (FOBT) in Korea: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2014, 15: 461.

[21]Haug U, Knudsen AB, Lansdorp-Vogelaar I, et al. Development of new non-invasive tests for colorectal cancer screening: the relevance of information on adenoma detection [J]. Int J Cancer, 2015, 136(12): 2864-2874.

[22]Pitkaniemi J, Seppa K, Hakama M, et al. Effectiveness of screening for colorectal cancer with a faecal occult-blood test, in Finland[J]. BMJ Open Gastroenterol, 2015, 2(1): e000034.

[23]Zhang PJ, Wen XY, Gu F, et al. Multiplexed cytokine profiling of serum for detection of colorectal cancer [J]. Future Oncol, 2013, 9(7): 1017-1027.

[24]Levin B, Lieberman DA, McFarland B, et al. Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology[J]. Gastroenterology, 2008, 134(5): 1570-1595.

[25]Garrido Durán C, Payeras Capó MA, García Caparrós C, et al. Clinical-endoscopic relevance of incidental colorectal lesions detected by PET-CT[J]. Rev Esp Enferm Dig, 2018, 110(7): 434-439.

[26]Huang SW, Hsu CM, Jeng WJ, et al. A comparison of positron emission tomography and colonoscopy for the detection of advanced colorectal neoplasms in subjects undergoing a health check-up[J]. PLoS One, 2013, 8(7): e69111.

[27]Menter DG, Davis JS, Broom BM, et al. Back to the Colorectal Cancer Consensus Molecular Subtype Future [J]. Curr Gastroenterol Rep, 2019, 21(2): 5.

[28]Komor MA, Bosch LJ, Bounova G, et al. Consensus molecular subtype classification of colorectal adenomas [J]. J Pathol, 2018, 246(3): 266-276.