

论 著

MSCT技术在结直肠癌腹腔镜根治术预后评估中的应用*

李永泉 李凌寒 段 超
罗 春*

长沙市中医医院(长沙市第八医院)放射科
(湖南 长沙 410100)

【摘要】目的 探讨多层螺旋CT(MSCT)灌注参数在结直肠癌(CRC)患者腹腔镜根治术预后评估中的应用。方法 回顾性分析我院于2022年12月至2024年6月接受诊治的共计126例CRC患者的临床资料,所有患者均行腹腔镜结直肠癌根治术,并对患者进行长达2年的随访观察,依据随访结果将患者划分成预后不良组(n=53)和预后良好组(n=73)。比较两组基础资料信息及MSCT灌注参数[血容量(BV)、血流量(BF)、达峰时间(TTP)、表面通透性(PS)],采用多因素Logistic回归分析CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的危险因素,绘制ROC曲线评估BF、TTP及PS预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的效能。结果 预后不良组TNM分期为III~IV期患者、肿瘤分化程度为低分化患者占比及TTP、PS值显著高于预后良好组,BF值显著低于预后良好组(P<0.05);经多因素Logistic回归分析证实,TNM分期为III~IV期、肿瘤分化程度为低分化、BF数值降低、TTP及PS数值升高是CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的独立危险因素(P<0.05);经ROC分析证实,BF、TTP及PS均可用于CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的评估,曲线下面积分别为0.931、0.868、0.900,均有P<0.05。结论 TNM分期为III~IV期、肿瘤分化程度为低分化、BF数值降低、TTP及PS数值升高会影响CRC患者腹腔镜根治术后预后不良,且MSCT灌注参数对评估CRC患者腹腔镜根治术预后具有一定价值,临床上应引起重视。

【关键词】结直肠癌;腹腔镜结直肠癌根治术;多层螺旋CT;灌注参数;预后
【中图分类号】R735.3+7
【文献标识码】A
【基金项目】湖南省卫生健康委科研计划项目(No.202304076698)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.03.049

Application of MSCT Technique in Prognosis Assessment of Patients with Colorectal Cancer after Laparoscopic Radical Surgery*

Li Yong-quan, Li Ling-han, DUAN Chao, LUO Chun*.
Department of Radiology, Changsha Hospital of Traditional Chinese Medicine(Changsha Eighth Hospital), Changsha 410100, Hunan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application of multi-slice spiral CT (MSCT) perfusion parameters in the prognosis assessment of patients with colorectal cancer (CRC) after laparoscopic radical surgery. **Methods** Clinical data of 126 CRC patients treated in our hospital from December 2022 to June 2024 were retrospectively analyzed. All patients underwent laparoscopic radical resection of colorectal cancer, and were followed up for 2 years. According to the follow-up results, patients were divided into poor prognosis group (n=53) and good prognosis group (n=73). The basic data information and MSCT perfusion parameters [blood volume (BV), blood flow (BF), peak time (TTP), Surface permeability (PS)] of the two groups were compared. Multivariate Logistic regression was used to analyze the risk factors of poor prognosis in CRC patients after laparoscopic radical surgery, and ROC curve was drawn to evaluate the efficacy of BF, TTP and PS in predicting poor prognosis in CRC patients after laparoscopic radical surgery. **Results** The proportion of patients with TNM stage III~IV, poorly differentiated tumor, TTP and PS values in poor prognosis group was significantly higher than that in good prognosis group, and BF value was significantly lower than that in good prognosis group (P<0.05). Multivariate Logistic regression analysis confirmed that TNM stage III~IV, tumor differentiation degree low differentiation, BF value decreased, TTP and PS value increased were independent risk factors for poor prognosis of CRC patients after laparoscopic radical surgery (P<0.05). ROC analysis confirmed that BF, TTP and PS could all be used to evaluate the poor prognosis of CRC patients after laparoscopic radical surgery, and the areas under the curve were 0.931, 0.868 and 0.900, respectively, with P<0.05. **Conclusion** TNM stage III~IV, tumor differentiation degree low differentiation, BF value decreased, TTP and PS value increased will affect the poor prognosis of CRC patients after laparoscopic radical surgery, and MSCT perfusion parameters have certain value in evaluating the prognosis of CRC patients after laparoscopic radical surgery, and should be paid attention to clinically. **Keywords:** Colorectal Cancer; Laparoscopic Radical Resection of Colorectal Cancer; Multislice Spiral CT; Perfusion Parameters; Prognosis

结直肠癌(CRC)作为消化系统中具有高发病率和死亡率的恶性肿瘤之一,多发于中老年群体,主要是由结肠或直肠上皮细胞出现恶性病变所引起,对患者身心健康造成极大威胁^[1-2]。CRC早期症状不明显,随着肿块不断变大患者多表现出便血、食欲不振、腹痛腹泻等,晚期患者常伴随着体重急剧下降,贫血日益严重,危及生命健康^[3-4]。当前,根治术已成为治疗CRC的重要方式,腹腔镜结直肠癌根治术更是由于其微创损伤小、恢复快、干扰少等的优点在CRC治疗中具有较好的应用前景,但术后仍存在较高的复发率和转移率,影响患者预后^[5-6]。因此在腹腔镜结直肠癌根治术后准确评估其预后,对提高患者生存率十分重要。有学者发现,多层螺旋CT(MSCT)灌注参数能够非侵入性地评估肿瘤的血管生成情况进而预测其生长速度、侵袭性及对治疗的反应,在肿瘤学领域,MSCT灌注成像展现出独特的价值^[7]。但其与CRC患者腹腔镜根治术预后的关系仍需进一步探讨。基于此,本研究旨在重点分析MSCT灌注参数在CRC患者腹腔镜根治术预后评估中的应用,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院于2022年12月至2024年6月接受诊治的共计126例CRC患者的临床资料,所有患者均行腹腔镜结直肠癌根治术。其中男、女患者各78例、48例;年龄38~88岁,平均(63.54±6.22)岁;身体质量指数(BMI)21~26kg/m²,平均(23.66±2.12)kg/m²;TNM分期^[8] I~II期58例,III~IV期68例。本次研究开始前获我院医学伦理委员会批准。纳入标准: CRC符合临床诊断^[9],且经病理或细胞学证实;年龄>35岁,且TNM分期为 I~IV期;患者均符合腹腔镜结直肠癌根治术指征;术前未接受放化疗、免疫治疗;患者随访资料完整。排除标准: 患者重要脏器功能存在严重异常;术中发现肿瘤出现远处转移或扩散;患者伴有急性感染、慢性炎症性疾病、完全性肠梗阻;患者以往接受过结直肠癌手术;患者患有严重认知障碍。

1.2 方法

1.2.1 随访及分组 采用电话随访或者门诊随访的形式对患者进行长达2年的随访观察,随访时间截止为2024年6月,随访内容包含影像学检查、肿瘤学指标等观察患者肿瘤复发、转移及生存情况,依据随访结果将患者划分成预后不良组(n=53)和预后良好组(n=73)。见图1。

【第一作者】李永泉,男,主管技师,主要研究方向: CT和MR影像技术。E-mail: 13574852622@163.com
【通讯作者】罗 春,男,主任医师,主要研究方向: 胸腹部影像诊断。E-mail: 15874806196@163.com

1.2.2 研究方法 MSCT检查方法：检查前6h禁食，清空肠道，指导患者行仰卧位，嘱咐患者缓慢稳定呼吸，使用腹带抑制腹式呼吸，采用美国GE公司生产的 Light Speed 64排VCT扫描机先扫描腹盆部，明确肿瘤的位置，再平扫患者全腹部或上腹部，设定扫描参数为管电压100kV、管电流100mA、层厚、层间距分别为3mm、视野140mm×160mm、螺距0.8。扫描完成后，将80mL碘海醇注射液(辰欣药业股份有限公司，国药准字H20063128)以

3.5mL/s的注射流率经双筒高压注射器注入患者肘静脉，对腹主动脉造影剂浓度行自动监测，当CT值显示为100Hu时进行动态三期增强扫描，动脉期、静脉期、平衡期分别进行30s、60s、120s的扫描。随后将扫描图像上传至处理工作站，依据轴位扫描图像重建冠状位、矢状位图像。将扫描数据上传至灌注分析软件后处理，采用是非去卷积算法计算出灌注参数：血容量(BV)、血流量(BF)、达峰时间(TTP)、表面通透性(PS)。

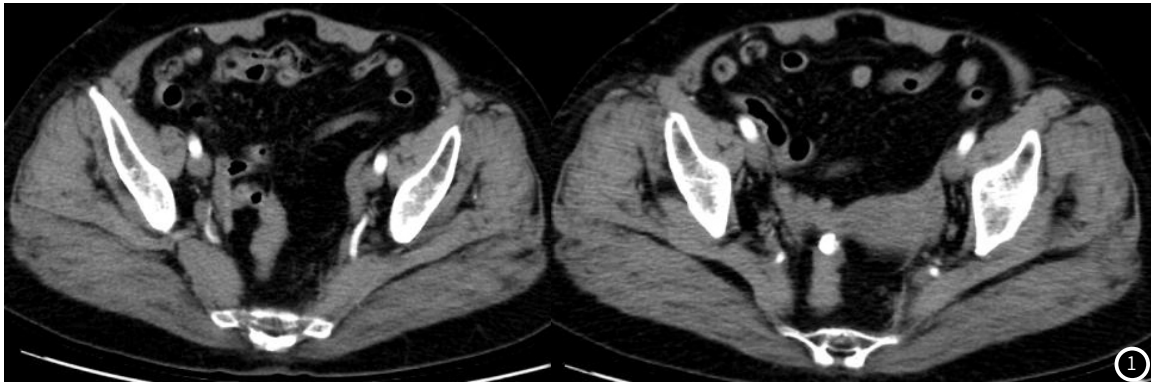


图1 直肠癌术后，吻合口未见明显复发征象，腹膜后未见异常淋巴结影。

1.3 观察指标 (1)比较两组一般资料[性别、年龄、体质质量指数(BMI)、肿瘤最大直径、疾病类别(结肠、直肠)、TNM分期(I~II期、III~IV期)、分化程度(中、高分化，低分化)、神经侵犯、脉管侵犯及MSCT灌注参数(BV、BF、TTP、PS)]。(2)分析CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的危险因素。(3)分析MSCT灌注参数预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的价值。

1.4 统计学方法 使用SPSS 22.0统计软件。计数资料以例数(%)表示，组间行 χ^2 检验。符合正态分布性时计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间行t检验。采用多因素Logistic回归分析CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的危险因素，绘制ROC曲线评价各指标诊断效能。均以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料的单因素分析 两组性别、年龄、BMI、肿瘤最大直径、疾病类别、神经侵犯、脉管侵犯、BV比较无显著差异($P>0.05$)；预后不良组TNM分期为III~IV期患者、肿瘤分化

程度为低分化患者占比及TTP、PS值显著高于预后良好组，BF值显著低于预后良好组($P<0.05$)，见表1。

2.2 CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的多因素Logistic回归分析 将单因素分析中有差异信息纳入Logistic回归分析模型，行量化赋值，以CRC患者腹腔镜根治术后预后情况为因变量(预后良好=0，预后不良=1)，以TNM分期(I~II期=0，III~IV期=1)、肿瘤分化程度(中、高分化=0，低分化=1)、BF(连续变量)、TTP(连续变量)、PS(连续变量)为自变量。经多因素Logistic回归分析证实，TNM分期为III~IV期、肿瘤分化程度为低分化、BF数值降低、TTP及PS数值升高是CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的独立危险因素($P<0.05$)，见表2。

2.3 BF、TTP及PS预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的ROC分析 经ROC分析证实，BF、TTP及PS均可用于CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的评估，曲线下面积分别为0.931、0.868、0.900，均有 $P<0.05$ 。见表3。各指标预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的ROC曲线，见图2。

表1 两组患者基线资料的单因素分析[n(%)]				
因素	预后良好组(n=73)	预后不良组(n=53)	t/ χ^2	P
性别			1.090	0.296
男	48(65.75)	30(56.60)		
女	25(32.45)	23(43.40)		
年龄(岁)	63.83±6.71	64.28±6.02	0.388	0.699
BMI(kg/m ²)	23.47±2.08	23.81±2.25	0.875	0.383
肿瘤最大直径(cm)	4.03±0.79	3.86±0.87	1.143	0.255
疾病类别			0.145	0.704
结肠	43(58.90)	33(62.26)		
直肠	30(41.10)	20(37.74)		
TNM分期			5.364	0.021
I~II期	40(54.79)	18(33.96)		
III~IV期	33(45.21)	35(66.04)		
肿瘤分化程度			10.943	0.001
中、高分化	53(72.60)	23(43.40)		
低分化	20(27.40)	30(56.60)		
脉管侵犯			0.733	0.392
是	23(31.51)	13(24.53)		
否	50(68.49)	40(75.47)		
神经侵犯			0.596	0.440
是	18(24.66)	10(18.87)		
否	55(75.34)	43(81.13)		
BV(mL/100g)	19.53±4.82	18.43±5.24	1.219	0.225
BF(mL/min·100g)	45.45±10.34	28.33±8.77	9.768	0.000
TTP(s)	15.35±4.25	23.47±6.24	8.689	0.000
PS(mL/min·100g)	8.42±3.61	14.53±4.43	8.519	0.000

表2 CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的多因素Logistic回归分析						
变量	β	SE	Wald χ^2	P值	OR值	95%CI
TNM分期III~IV期	1.153	0.298	14.957	0.000	3.168	1.766~5.681
肿瘤低分化	1.176	0.352	11.165	0.001	3.241	1.626~6.462
BF数值降低	0.863	0.321	7.221	0.007	2.370	1.263~4.447
TTP数值升高	0.306	0.125	5.997	0.014	1.358	1.063~1.735
PS数值升高	0.699	0.259	7.289	0.007	2.011	1.211~2.339

表3 BF、TTP及PS预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的ROC分析							
指标	曲线下面积	标准误	P	95%可信区间	最佳截断值	敏感度	特异性
BF	0.931	0.021	0.000	0.890~0.972	34.168	0.925	0.822
TTP	0.868	0.036	0.000	0.798~0.939	19.413	0.792	0.836
PS	0.900	0.029	0.000	0.843~0.958	11.568	0.830	0.849

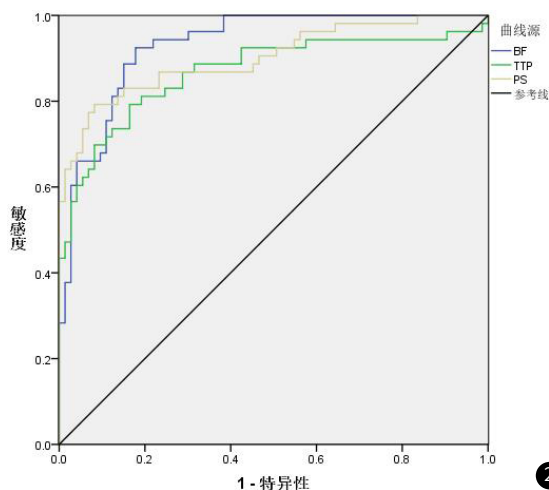


图2 各项指标预测CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的ROC曲线。

3 讨论

CRC发病率和死亡率在全球范围内都呈现出显著增长趋势，其发病是一个多因素、多步骤的复杂过程，除了已知的饮食、生活习惯、遗传、年龄及环境因素外，还可能与肠道微生物群变化、代谢综合征等密切相关^[10]。目前，在CRC治疗中腹腔镜根治术的应用越来越广泛，腹腔镜结直肠癌根治术后治疗效果与肿瘤复发情况也成为临床关注的热点问题。腹腔镜结直肠癌根治术虽创伤小能准确切除癌变组织，但CRC早期症状的不明显性仍然使得许多患者在确诊时已处于中晚期，出现恶性生物学行为，影响患者预后^[11-12]。因此，寻找生物指标来预测CRC患者腹腔镜根治术预后的危险因素，并实施措施进行补救，对提高患者预后十分重要。

本研究显示，预后不良组TNM分期为III~IV期患者、肿瘤分化程度为低分化患者占比及TTP、PS值显著高于预后良好组，BF值显著低于预后良好组，提示TNM分期、肿瘤分化程度、MSCT灌注参数(BF、TTP、PS)可能会造成CRC患者腹腔镜根治术后预后不良。原因是TNM分期较高的患者，肿瘤已经发展到了较为严重的阶段，不仅原发病灶的体积较大，而且可能已经侵及了更深层次的肠道组织，甚至突破了肠壁，向周围淋巴结或更远的器官发生了转移，增加了手术的难度，使得手术难以完全清除癌细胞，影响患者预后^[13-14]。肿瘤细胞的分化程度直接反映了其恶性程度，分化程度低的CRC细胞往往具有更高的增殖能力和更强的侵袭性，即使手术切除了肉眼可见的肿瘤，但已经逃逸至周围组织或循环系统中的微小癌细胞团块，也可能迅速增殖并引发新的病灶，导致术后复发和转移的风险增加，影响预后^[15]。此外，从手术操作的角度来看，尽管腹腔镜根治术具有创伤小、恢复快等优势，但由于低分化肿瘤的边界往往不够清晰，且容易侵犯周围组织，因此在手术过程中实现完全切除的难度较大，从而增加了术后复发的风险，导致患者预后不良^[16]。

MSCT灌注参数通过对比肿瘤区域与正常组织的灌注参数差异，可以间接显示肿瘤的血管生成情况，判断肿瘤的血供丰富程度，在CRC中，这些参数的变化与肿瘤的侵袭性、预后以及对抗血管生成治疗的反应密切相关^[17]。BF代表单位时间内通过单位体积组织的血流量，是评估肿瘤血管功能的重要指标，其数值降低意味着肿瘤微环境中的血管生成受到抑制，或者肿瘤血管结构发生异常，如血管扭曲、狭窄或闭塞，进一步加剧肿瘤内部的缺氧和营养缺乏状态，从而促进肿瘤的恶性进展^[18]。同时，低BF值还可能影响肿瘤细胞的免疫逃逸能力，使其更容易逃脱机体的免疫监视和清除作用，从而增加复发和转移的风险，导致预后不良^[19]。TTP是指从造影剂开始注射到达到最大浓度所需的时间，反映了

造影剂通过肿瘤血管的速度，其数值延长意味着肿瘤血管结构复杂、迂曲或血流阻力增加，是肿瘤恶性程度增高的一个标志。当TTP升高时，肿瘤内部微血管密度减少、血管结构异常或血液流动阻力增大，导致血液从肿瘤周边血管进入肿瘤组织内部所需的时间增加，造成体内微循环系统的异常，从而促进肿瘤的生长和转移，影响预后^[20]。PS描述了造影剂从血管内渗出到血管外的速率，与肿瘤血管的完整性和通透性有关，其数值升高可能表示肿瘤血管壁受损，通透性增加，有利于肿瘤细胞的浸润和转移，进而加大预后不良风险^[21]。另笔者行ROC及多因素Logistic回归分析证实上述因素均是CRC患者腹腔镜根治术后预后不良的危险因素，提示临床医师应重点关注上述指标，改善CRC患者预后。

综上，TNM分期为III~IV期、肿瘤分化程度为低分化、BF数值降低、TTP及PS数值升高会影响CRC患者腹腔镜根治术后预后不良，且MSCT灌注参数对评估CRC患者腹腔镜根治术后预后具有一定价值，临床上应引起重视。

参考文献

- [1] 田传鑫. 结直肠癌及结直肠癌肝转移流行病学特点[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(13): 1033-1038.
- [2] Saana Savijärvi, Karri Seppä, Malila N, et al. Trends of colorectal cancer incidence by education and socioeconomic status in Finland[J]. Acta Oncol, 2019, 58(11): 1557-1563.
- [3] Delson D, Ward M, Haddock R, et al. Impact of faecal haemoglobin based triage of bowel symptoms presenting to primary care on colorectal cancer diagnosis[J]. Colorectal Dis, 2023, 25(4): 787-793.
- [4] 田剑波, 温艳, 杨卓煜, 等. 全球结直肠癌筛查指南及共识质量评价[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(2): 241-247.
- [5] 宋青青, 李长生, 张英丽. 结直肠癌根治术后肝转移的相关影响因素分析[J]. 实用癌症杂志, 2023, 38(1): 115-118.
- [6] Liu B, Yao C, Li H. Laparoscopic radical resection of colorectal cancer in the treatment of elderly colorectal cancer and its effect on gastrointestinal function[J]. Front Surg, 2022, 9(2): 840461.
- [7] Li Q, Cui D, Feng Y, et al. Correlation between microvessel density (MVD) and multi-spiral CT (MSCT) perfusion parameters of esophageal cancer lesions and the diagnostic value of combined CtBP2 and P16 INK4A[J]. J Gastrointest Oncol, 2021, 12(3): 981-990.
- [8] 姚宏伟, 刘荫华. 第7版结直肠癌TNM分期(2010)更新内容解读[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(21): 1601-1604.
- [9] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范(2017年版)[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(4): 241-258.
- [10] Clouston S A P, Acker J, Rubin M S, et al. Fundamental social causes of inequalities in colorectal cancer mortality: a study of behavioral and medical mechanisms[J]. Heliyon, 2020, 6(3): e03484.
- [11] Kabir T, Syn N, Goh B K P. Current status of laparoscopic liver resection for the management of colorectal liver metastases[J]. J Gastrointest Oncol, 2020, 11(3): 526-539.
- [12] 周宗, 王葆春, 符东. 腹腔镜结直肠癌根治术后5年生存率的影响因素分析及风险评估模型的初步探讨[J]. 结直肠肛门外科, 2018, 24(5): 449-454.
- [13] 孙广文, 颜松龄, 张国伟, 等. 腹腔镜下结直肠癌根治术的近期疗效及预后影响因素分析[J]. 癌症进展, 2020, 18(12): 1267-1270, 1293.
- [14] 黎鑫, 周业江. 内脏脂肪面积对腹腔镜结直肠癌根治术患者预后的影响[J]. 医学研究生学报, 2019, 32(11): 1193-1197.
- [15] 王伟一, 李娟, 李自强. 腹腔镜结直肠癌根治术后患者组织中微管相关蛋白轻链3-II表达水平与其临床病理特征及预后的关系[J]. 实用癌症杂志, 2022, 37(6): 940-943.
- [16] Al-Harazi O, Kaya I H, Allali A E, et al. A network-based methodology to identify subnetwork markers for diagnosis and prognosis of colorectal cancer[J]. Frontiers in genetics, 2021, 12(1): 721949.
- [17] 宋哲, 李伟, 贾楠, 等. 多层螺旋CT灌注参数与直肠癌临床病理指标的相关性[J]. 安徽医药, 2020, 24(10): 1995-1998.
- [18] Bi Y, Heng P, Yong C. Correlation analysis of MSCT whole tumor perfusion parameters with clinicopathologic stage and MVD and EGFR levels in colorectal cancer[J]. Medical Innovation of China, 2018, 15(8): 9-13.
- [19] 吴倩, 曾杰, 熊丹, 等. 结直肠癌MSCT灌注参数与其临床分期、EGFR及MVD表达的相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(12): 132-134.
- [20] 罗鸣, 白敏. CT灌注成像与结直肠癌微血管密度的相关性研究[J]. 结直肠肛门外科, 2017, 23(4): 533-537.
- [21] 王华, 容练, 陶俞安. MSCT灌注参数与结直肠癌GRHL3、SEMA6B表达水平的相关性研究[J]. 放射学实践, 2022, 37(5): 574-579.

(收稿日期: 2024-11-02)

(校对编辑: 江丽华)