

论 著

动态增强MRI评估直肠癌淋巴结转移的临床价值*

王芳芳^{1*} 李振想² 王欣¹
杨春华¹1.河南医药大学第三附属医院核磁共振科
2.河南医药大学第三附属医院普通外科
(河南新乡 453003)

【摘要】目的 分析动态增强磁共振成像(MRI)在评估直肠癌(RC)患者淋巴结转移(LNM)中的临床价值。**方法** 回顾性收集RC患者265例,收集时间为2022年1月至2025年1月,地点为河南医药大学第三附属医院,患者均行RC根治术治疗,依据术后病理检查有无LNM分为LNM组、无LNM组,各为71例、194例,患者术前均接受动态增强MRI检查,收集并比较LNM组、无LNM组患者的临床、病理、实验室检查及动态增强MRI影像学资料,并予以Logistic回归分析RC患者LNM的危险因素。**结果** LNM组有吸烟史、有脉管侵犯占比、血清癌胚抗原(CEA)、C反应蛋白与白蛋白比值(CAR)、白蛋白与纤维蛋白原比值(AFR)、全血中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)水平及血管外细胞外体积分数(V_e)、速率常数(K_{ep})、容量转移常数(K^{trans})高于无LNM组($P<0.05$)。Logistic回归分析结果显示,有吸烟史($OR=2.450$)、有脉管侵犯($OR=2.000$)、血清CEA水平($OR=1.100$)、血清CAR水平($OR=2.782$)、血清AFR水平($OR=2.168$)、全血NLR水平($OR=2.098$)、 V_e ($OR=2.601$)、 K_{ep} ($OR=1.809$)、 K^{trans} ($OR=3.083$)均是RC患者LNM的独立危险因素($P<0.05$)。**结论** RC患者LNM的危险因素涉及有吸烟史、有脉管侵犯、血清CEA、CAR、AFR、全血NLR水平、 V_e 、 K_{ep} 及 K^{trans} 等,临床可据此合理制定预防策略,以降低RC患者LNM发生风险。

【关键词】 直肠癌;淋巴结转移;
临床特征;磁共振成像;危险因素
【中图分类号】 R735.3+7
【文献标识码】 A
【基金项目】 二〇二三年度河南省医学科技
攻关计划项目(LHGJ20230547)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.042

Clinical Value of Dynamic-enhanced MRI in the Evaluation of Lymph Node Metastasis in Rectal Cancer*

WANG Fang-fang^{1*}, LI Zhen-xiang², WANG Xin¹, YANG Chun-hua¹.1.Department of Nuclear Magnetic Resonance, the Third Affiliated Hospital of Henan Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China
2.Department of General Surgery, the Third Affiliated Hospital of Henan Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the clinical value of dynamic enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in the evaluation of lymph node metastasis (LNM) in patients with rectal cancer (RC). **Methods** The 265 cases of patients with RC were retrospectively collected, the collection period was from January 2022 to January 2025, and collected at the Third Affiliated Hospital of Henan Medical University, and were divided into the LNM and the no-LNM groups based on the presence or absence of LNM in postoperative pathology, each of them was 71 cases and 194 cases respectively, and the patients were subjected to dynamic-enhanced MRI before operation, and the clinical, pathological, laboratory examination and dynamic enhanced MRI imaging data of patients in the LNM and the no-LNM groups were collected and compared, and the risk factors of LNM in RC patients were analyzed by Logistic regression. **Results** The percentage of history of smoking, vascular invasion, levels of serum CEA, CAR, albumin-to-fibrinogen ratio (AFR), whole-blood neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), V_e , K_{ep} , and K^{trans} were higher in the LNM group than the non-LNM group ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that history of smoking ($OR=2.450$), vascular invasion ($OR=2.000$), level of serum CEA ($OR=1.100$), level of serum CAR ($OR=2.782$), level of serum AFR ($OR=2.168$), level of whole blood NLR ($OR=2.098$), V_e ($OR=2.601$), K_{ep} ($OR=1.809$), and K^{trans} ($OR=3.083$) were all independent risk factors for LNM in RC patients ($P<0.05$). **Conclusion** Risk factors for LNM in patients with RC involved history of smoking, vascular invasion, serum CEA, CAR, AFR, whole blood NLR, V_e , K_{ep} and K^{trans} , etc. Clinical prevention strategies could be rationalized accordingly to reduce the risk of LNM in patients with RC.

Keywords: Rectal Cancer; Lymph Node Metastasis; Clinical Features; Magnetic Resonance Imaging; Risk Factors

直肠癌(RC)是消化系统常见的一种恶性肿瘤,据数据^[1]显示其发病率占结直肠癌的30%~40%,且近年来其发病和死亡率呈一定的攀升趋势,对患者生命安全造成严重威胁。目前,临床治疗RC多采用RC根治术,尽管能控制患者肿瘤进展,但部分患者经治疗后的复发和转移风险仍较高,对预后造成严重影响^[2]。现阶段,临床对RC淋巴结转移(LNM)的评估主要靠手术病理结果,尚缺乏有效的手段在术前无创地做出准确评估,不利于临床风险评估^[3]。近年来,随着影像技术的创新与发展,动态增强磁共振成像(MRI)逐渐广泛用于RC的诊断中,其作为一种非侵入性的影像检查技术,在提供清晰图像的同时,可准确反映病灶形态特征和灌注情况^[4]。目前认为与RC患者LNM的有关的危险因素有年龄、肿瘤分期、吸烟史等^[5-6],但报道尚无一致结论。为此,本研究收集265例RC患者的临床资料,旨在从临床、病理及动态增强MRI影像学视角探索RC患者LNM的危险因素,以期今后为临床制定合理预防对策提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集RC患者265例,收集时间为2022年1月至2025年1月,地点为新乡医学院第三附属医院,其中患者男136例,女129例;年龄30~86岁,平均(58.29 ± 9.15)岁。

纳入标准: RC诊断参照文献^[7];首次病理检查确诊为RC,行RC根治术治疗者;术前接受动态增强MRI检查者;年龄 ≥ 18 岁者;LNM经术后病理检查明确者;临床、实验室检查及影像学资料齐全者等。**排除标准:** 术前接受过基因靶向及化疗治疗者;动态增强MRI图像质量不佳者;伴有其他部位肿瘤者等。依据所选患者有无LNM分为LNM组、无LNM组,各为71例、194例。本研究已取得本医院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 动态增强MRI检查 检查仪器为联影uMR770 3.0 T MRI系统。检查前2 h嘱患者清洁肠道,检查时患者取仰卧位。将患者双侧髂上棘前线设置为定位线,先行轴、矢状和冠状位扫描,包括T1加权图像(T1WI)(具体参数:视野 240×240 mm、层数23、层间距1.2 mm、层厚4.0 mm,重复、恢复时间各为600 ms、19 ms,激励1次)和T2加权图像(T2WI)(具体参数:视野 240 mm \times 240 mm、层数23、层间距1.2 mm、层厚4.0 mm,重复、恢复时间各为5000 ms、84 ms)。然后行动态增强扫描(具体参数:视野 260 mm \times 260 mm、带宽390、矩阵 192×160 、层间距0.8 mm、层厚4.0 mm,重复、恢复时间各为3.85 ms、1.49 ms,激励8次):完成T1加权3D容积内插屏气(VIBE)序列、

【第一作者】 王芳芳,女,副主任医师,主要研究方向:磁共振影像诊断。E-mail: 15836096388@163.com

【通讯作者】 王芳芳

不间断动态增强扫描(50个时相, 每个时相进行8 s扫描, 共扫描400 s), 扫描到第5个时相时以3 mL/s、0.2 mmol/kg静脉注射广州康臣药业有限公司生产的钆喷酸葡胺注射液(15 mL: 7.04 g, H10950272), 并用生理盐水(20 mL)冲洗管道。完成扫描后上传图像至工作站(uWS-MR Advanced Post process Workstation), 经软件(DCE高级应用)测量对比剂最大浓度(Max Cone)、速率常数(K_{ep})、曲线下初始面积(iAUC)、血浆容积分数(V_p)、容量转移常数(K^{trans})、达峰时间(TTP)、血管外细胞外体积分数(V_e), 按T2WI图像上显示的位置、形态避开囊变、坏死区, 取最大径线肿瘤连续层面, 选择3个感兴趣区(大小为20~40mm²的圆形或椭圆形), 校准图像后获取伪彩图, 记录定量参数。最后由高年资核磁共振科医师2名采用盲法阅片。

1.2.2 资料收集 收集患者临床、病理及动态增强MRI影像学资料, 主要包括体质量指数(BMI)、年龄、性别、有无饮酒史、有无吸烟史、有无肠梗阻、有无肠腔狭窄、是否合并冠心病、是否合并糖尿病、有无贫血、是否合并高血压、肿瘤直径、肿瘤下端距肛门距离、肿瘤分化程度、肿瘤分期、有无脉管侵犯、Max Cone、TTP、iAUC、 V_p 、 V_e 、 K_{ep} 及 K^{trans} 。

1.2.3 实验室指标检测 采集患者空腹静脉血5 mL(入院后于术前采集), 取3 mL全血离心10 min后取血清测定糖类抗原199(CA199)、癌胚抗原(CEA)、白蛋白(ALB)、C反应蛋白(CRP)、纤维蛋白原(FIB)水平, 并计算CRP与ALB比值(CAR)、ALB与FIB比值(AFR)(予以罗氏cobas c 702全自动生化分析仪测定); 另外取剩余2 mL全血测定淋巴细胞(LYM)、中性粒细胞(NEU)水平, 并计算NLR比值(予以SK9000全自动血液分析仪测定)。

1.3 统计学处理 数据处理予以SPSS 26.0软件, 满足正态分布的计量资料描述用($\bar{x} \pm s$), 行t检验, 计数资料以[n(%)]表示, 行 χ^2 检验。RC患者LNM的危险因素予以Logistic回归分析。P<0.05为存在统计学差异。

2 结果

2.1 两组临床、病理及实验室检查资料比较 LNM组有吸烟史、有脉管侵犯占比及血清CEA、CAR、AFR、全血NLR水平高于无LNM组(P<0.05)。见表1。

2.2 两组动态增强MRI影像学资料比较 LNM组有脉管侵犯占比及 V_e 、 K_{ep} 、 K^{trans} 高于无LNM组(P<0.05)。见表2。

2.3 RC患者LNM的Logistic回归分析 自变量取P<0.05的因素(赋值方式见表3), 因变量为RC患者LNM情况(无LNM=0, 有LNM=1), Logistic回归分析结果显示, 有吸烟史(OR=2.450)、有脉管侵犯(OR=2.000)、血清CEA水平(OR=1.100)、血清CAR水平(OR=2.782)、血清AFR水平(OR=2.168)、全血NLR水平(OR=2.098)、 V_e (OR=2.601)、 K_{ep} (OR=1.809)、 K^{trans} (OR=3.083)均是RC患者LNM的独立危险因素(P<0.05)。见表4。

2.4 患者动态增强MRI表现 见图1和图2。

表1 两组临床、病理及实验室检查资料比较

指标	LNM组 (n=71)	无LNM组 (n=194)	t/ χ^2 值	P值
BMI(kg/m ²)	21.46±1.33	21.42±1.29	0.222	0.825
年龄(岁)	58.34±9.11	58.27±9.05	0.056	0.956
性别[n(%)]			0.024	0.876
男	37(52.11)	99(51.03)		
女	34(47.89)	95(48.97)		
饮酒史[n(%)]			0.077	0.781
有	15(21.13)	38(19.59)		
无	56(78.87)	156(80.41)		
吸烟史[n(%)]			14.283	<0.001
有	23(32.39)	24(12.37)		
无	48(67.61)	170(87.63)		
肠梗阻[n(%)]			0.115	0.735
有	16(22.54)	40(20.62)		
无	55(77.46)	154(79.38)		
肠腔狭窄[n(%)]			0.077	0.781
有	15(21.13)	38(19.59)		
无	56(78.87)	156(80.41)		
合并冠心病[n(%)]			0.170	0.680
是	7(9.86)	16(8.25)		
否	64(90.14)	178(91.75)		
合并糖尿病[n(%)]			0.615	0.433
是	11(15.49)	23(11.86)		
否	60(84.51)	171(88.14)		
贫血[n(%)]			0.085	0.771
有	34(47.89)	89(45.88)		
无	37(52.11)	105(54.12)		
合并高血压[n(%)]			0.207	0.649
是	18(25.35)	44(22.68)		
否	53(74.65)	150(77.32)		
肿瘤直径(cm)	4.54±0.79	4.49±0.62	0.538	0.591
肿瘤下端距肛门距离(cm)	11.35±1.67	10.96±1.55	1.776	0.077
肿瘤分化程度[n(%)]			0.003	0.958
低分化	6(8.45)	16(8.25)		
中高分化	65(91.55)	178(91.75)		
肿瘤分期[n(%)]			0.322	0.570
T1~T2	9(12.68)	30(15.46)		
T3~T4	62(87.32)	164(84.54)		
脉管侵犯[n(%)]			18.333	<0.001
有	21(29.58)	17(8.76)		
无	50(70.42)	177(91.24)		
CA199(U/mL)	83.54±21.45	79.22±18.65	1.603	0.110
CEA(ng/mL)	127.54±28.72	85.22±19.24	13.767	<0.001
CAR	9.14±2.42	8.27±1.95	3.008	0.003
AFR	10.57±1.23	10.09±1.15	2.953	0.003
NLR	2.87±0.69	2.45±0.55	5.128	<0.001

表2 两组动态增强MRI影像学资料比较

指标	LNM组(n=71)	无LNM组(n=194)	t值	P值
Max Cone	1.87±0.22	1.85±0.17	0.781	0.436
TTP	2.65±0.72	2.68±0.69	0.310	0.757
iAUC	5.98±0.93	5.95±0.88	0.242	0.809
V_p (%)	0.39±0.12	0.38±0.10	0.682	0.496
V_e (%)	0.62±0.15	0.58±0.12	2.241	0.026
K_{ep} (min ⁻¹)	0.74±0.21	0.63±0.20	3.912	<0.001
K^{trans} (min ⁻¹)	0.53±0.17	0.37±0.12	8.537	<0.001

表3 自变量赋值

自变量	赋值
吸烟史	无=0, 有=1
脉管侵犯	无=0, 有=1
CEA	连续变量, 原值输入
CAR	连续变量, 原值输入
AFR	连续变量, 原值输入
NLR	连续变量, 原值输入
V_e	连续变量, 原值输入
K_{ep}	连续变量, 原值输入
K^{trans}	连续变量, 原值输入

表4 RC患者LNM的Logistic回归分析

因素	β	SE	Wald χ^2	P值	OR	95%CI
吸烟史	0.896	0.312	8.247	0.004	2.450	1.329~4.516
脉管侵犯	0.693	0.311	4.965	0.026	2.000	1.087~3.679
CEA	0.095	0.026	13.351	<0.001	1.100	1.045~1.157
CAR	1.023	0.335	9.325	0.002	2.782	1.443~5.363
AFR	0.774	0.296	6.838	0.009	2.168	1.214~3.874
NLR	0.741	0.309	5.751	0.016	2.098	1.145~3.844
V_e	0.956	0.315	9.211	0.002	2.601	1.403~4.823
K_{ep}	0.593	0.221	7.200	0.007	1.809	1.173~2.790
K^{trans}	1.126	0.279	16.288	<0.001	3.083	1.785~5.327

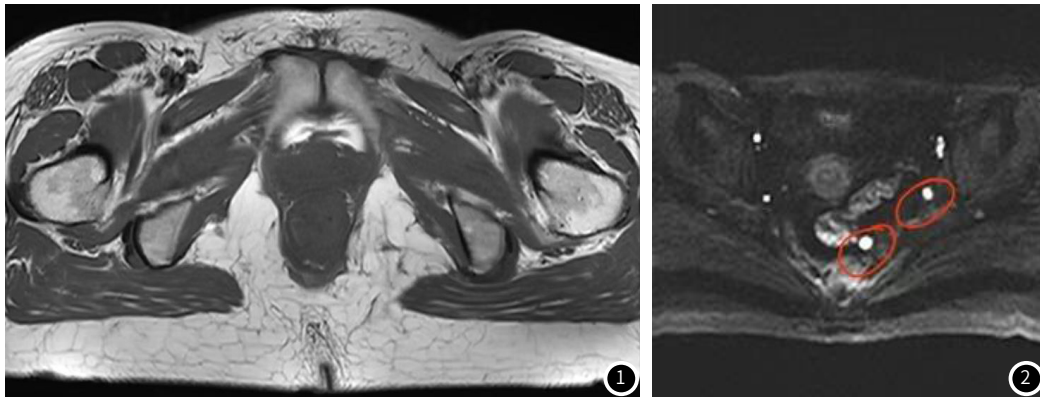


图1~2 女, 47岁, 直肠癌T3N2M0期. 图1: 直肠下段管壁不均匀增厚, 呈等T1稍长T2信号, DWI弥散受限, ADC值减低, 增强TIC曲线呈“速升-平台型”, 累及直肠全周, 左前及右后缘浆膜面欠光整; 图2: 乙状结肠后方系膜区淋巴结转移。

3 讨论

近年RC手术疗效显著, 这主要依赖于术中越来越完善的区域淋巴结清扫^[8-9]。在临床实践中, 术前明确患者有无LNM可为医师制定准确的手术方案提供参考, 不仅能避免术中遗漏可疑淋巴结, 还可保证淋巴结清扫的数量和质量^[10]。此外, 术前准确判断RC患者有无LNM对决定患者是否行新辅助化疗有积极的指导作用^[11]。因此, 有效分析RC患者LNM的危险因素意义重大。

本研究结果显示, 较无LNM组, LNM组有吸烟史、有脉管侵犯占比、血清CEA、CAR、AFR、全血NLR水平及 V_e 、 K_{ep} 、 K^{trans} 更高, 提示RC患者发生LNM可能与上述因素有关。进一步分析发现, 有吸烟史是RC患者LNM的独立危险因素。烟草含有的多环芳烃、尼古丁等成分, 可阻止细胞凋亡, 加快血管生成并增强癌细胞的侵袭性, 且能诱导脱氧核糖核酸发生基因突变和损伤, 进而可增加RC患者发生LNM的概率; 此外吸烟会在一定程度上引起免疫抑制和慢性炎症, 削弱RC患者机体对癌细胞的清除能力, 并可能会导致癌细胞逃脱机体的免疫监视, 进而增加LNM的风险^[12]。有脉管侵犯也是RC患者LNM的独立危险因素之一。肿瘤侵犯脉管, 说明RC患者肿瘤发展迅速, 侵袭性明显升高, 进而更易诱发LNM^[13]。CEA是一种酸性糖蛋白, 目前该肿瘤标志物在结RC的诊疗中应用较广泛^[14]。已有研究^[15]证实, CEA在恶性肿瘤的表达明显增强, 与肿瘤的发生发展密切相关。本研究结果显示, 较无LNM组, LNM组血清CEA水平更高, 且血清CEA水平是RC患者LNM的

独立危险因素, 与章锦伟等^[16]报道的结果类似。证实, 血清CEA水平可作为预测RC患者LNM的有效指标之一。CAR是CRP与ALB的比值, 其水平变化可反映机体炎症状态和营养状况; AFR是ALB与FIB的比值, NLR是LYM与NEU的比值, 二者水平高低与机体炎症状态有关^[17-18]。本研究结果显示, 较无LNM组, LNM组血清CAR、AFR、全血NLR水平更高, 且血清CAR、AFR、全血NLR水平均是RC患者LNM的独立危险因素。推测其中的机制可能为, 高CAR、AFR、NLR水平说明机体呈炎症状态, 可加快肿瘤血管生成, 增加肿瘤血供, 为肿瘤细胞在淋巴结中的存活和扩散提供机会, 进而增加RC患者LNM的概率。

动态增强MRI是一种无创检查手段, 其定量参数可反映肿瘤血管通透性及密度, 体现肿瘤新生血管的显微结构水平, 目前该技术已被临床广泛应用^[19]。动态增强MRI常见的定量参数包括有 V_e 、 K_{ep} 及 K^{trans} 等, 其中 V_e 大小可反映血管外细胞腔的大小; K_{ep} 大小可反映肿瘤毛细血管的灌注功能; K^{trans} 大小能反映肿瘤新生血管的情况^[20]。定量参数结果不易受外源性干扰因素和医师主观诊断的影响, 因此更具客观性和全面性。本研究结果显示, 较无LNM组, LNM组 V_e 、 K_{ep} 、 K^{trans} 更高, 且 V_e 、 K_{ep} 、 K^{trans} 均是RC患者LNM的独立危险因素。推测其原因可能为, RC患者肿瘤细胞的生长依赖于血管生成, 肿瘤细胞处于增殖活跃状态其恶性程度越高, 组织内血流灌注量升高, 为保障肿瘤的营养供给, 病灶内部

血管通透性明显增加,故动态增强MRI定量参数表现为 V_e 、 K_{ep} 、 K^{trans} 升高^[21]。可见动态增强MRI定量参数对评估RC患者LNM有重要意义。

综上,RC患者LNM的危险因素涉及有吸烟史、有脉管侵犯、血清CEA、CAR、AFR、全血NLR水平、 V_e 、 K_{ep} 及 K^{trans} 等,临床可据此合理制定预防策略,以降低RC患者LNM发生风险。然而本研究仍存在不足:①纳入的265例观察样本仅限于本地区,样本代表性不足;②回顾性研究,可能存在信息误差。未来,需进一步深入研究以验证本研究结果。

参考文献

- [1] Sugimoto A, Fukuoka T, Nagahara H, et al. Predictive value of the naples prognostic score on postoperative outcomes in patients with rectal cancer[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2023, 408(1): 113.
- [2] 牛海彬, 李丹, 余晓莉, 等. DCE-MRI、DWI联合血清CEA、CA199水平对直肠癌患者淋巴结转移的评估价值分析[J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32(11): 122-125.
- [3] 孙士鹤, 柴亚欣, 侯艳娟, 等. 高分辨磁共振成像评估老年直肠癌壁外血管侵犯与肿瘤淋巴结转移的关系[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2024, 35(12): 861-865.
- [4] Knuth F, Tohidinezhad F, Winter RM, et al. Quantitative MRI-based radiomics analysis identifies blood flow feature associated to overall survival for rectal cancer patients[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 258-258.
- [5] 盛梦超. 直肠癌淋巴结转移的术前危险因素分析及预测模型的建立[D]. 苏州: 苏州大学, 2022.
- [6] 付翼. 直肠癌253组淋巴结转移因素分析及术前预测模型的建立[D]. 泸州: 西南医科大学, 2021.
- [7] 中华医学会消化内镜学分会, 中国抗癌协会肿瘤内镜学专业委员会. 中国早期结直肠癌筛查及内镜诊治指南(2014年, 北京)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2015, 32(6): 341-360.
- [8] 刘亚飞, 李晓阳, 孙培胜, 等. NOSES手术与传统腹腔镜手术治疗左结直肠癌的回顾性对照研究[J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32(3): 133-134.
- [9] Abe T, Yasui M, Imamura H, et al. Combination of extramural venous invasion and lateral lymph node size detected with magnetic resonance imaging is a reliable biomarker for lateral lymph node metastasis in patients with rectal cancer[J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1): 5.
- [10] Lai IL, You JF, Chern YJ, et al. The risk factors of local recurrence and distant metastasis on pT1/t2n0 mid-low rectal cancer after total mesorectal excision[J]. *World J Surg Oncol*, 2021, 19(1): 116-116.
- [11] Trnova Ī, Işık Ö, Yılmazlar AT. Risk factors affecting oncological outcomes of surgical resections for middle and lower rectal cancer[J]. *Turk J Surg*, 2023, 39(3): 197-203.
- [12] 文雪梅, 孙浩然, 杜世疆, 等. 结直肠癌术前淋巴转移风险预测模型的构建[J]. *中国临床研究*, 2024, 37(9): 1363.
- [13] 刘宇, 刘自桃, 黄勇山, 等. 直肠癌淋巴结转移风险列线图的构建及验证[J]. *医学研究杂志*, 2022, 51(9): 154-158, 162.
- [14] Yi LL, Lao XJ, Lu LY, et al. Value of brief hematological characteristics in differentiating carcinoembryonic-antigen-negative colorectal cancer from benign colorectal diseases[J]. *World J Gastrointest Surg*, 2025, 17(2): 101403-101403.
- [15] 姚聚易. I-III期结直肠癌患者淋巴结转移危险因素分析及列线图预测模型构建[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2023.
- [16] 章锦伟, 朱浩雨, 刘啸峰, 等. 多参数MRI联合临床危险因素术前预测直肠癌淋巴管间隙侵犯的应用价值[J]. *安徽医学*, 2024, 45(6): 694-700.
- [17] 赵金, 黄涛, 刘鑫. 乳酸脱氢酶与白蛋白比值及免疫炎症生物标志物预测转移性结直肠癌预后的临床意义[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2024, 29(3): 271-276.
- [18] 赵雅迪, 杨杰, 薛慧, 等. 基于mDixon-Quant联合血细胞参数预测直肠癌脉管侵犯及淋巴结转移的研究[J]. *中国肿瘤临床*, 2024, 51(21): 1092-1097.
- [19] Yuan J, Liu K, Zhang Y, et al. Quantitative dynamic contrast-enhance mri parameters for rectal carcinoma characterization: correlation with tumor tissue composition[J]. *World J Surg Oncol*, 2023, 21(1): 306.
- [20] Zhou M, Huang H, Fan Y, et al. The application of quantitative perfusion analysis of golden-angle radial sparse parallel mri and r2 value for predicting pathological prognostic factors in rectal cancer[J]. *Clin Radiol*, 2024, 79(2): 124-132.
- [21] Chen Y, Ding L, Zhang ZW, et al. Role of dynamic contrast-enhanced mri in predicting severe acute radiation-induced rectal injury in patients with rectal cancer[J]. *Eur Radiol*, 2024, 34(3): 1471-1480.

(收稿日期: 2025-06-09)

(校对编辑: 韩敏求)