

• 论 著 •

# 多模态 MRI 联合肿瘤标志物(CA19-9、CA72-4、CEA、AFP)在直肠癌术前 T 分期及肠壁外脉管侵犯中的诊断价值

王婉婷, 丹巴玉珍

(四川省成都市第三人民医院放射科, 四川 成都 610000)

**[摘要]** 目的 探讨多模态磁共振成像(multimodal magnetic resonance imaging, MRI)联合肿瘤标志物[糖类抗原 19-9 (carbohydrate Antigen 19-9, CA19-9)、癌抗原 72-4 (cancer Antigen 72-4, CA72-4)、癌胚抗原 (carcinoembryonic Antigen, CEA)、甲胎蛋白(alpha-fetoprotein, AFP)]在直肠癌术前 T 分期及肠壁外脉管侵犯(extramural vascular invasion, EMVI)中的诊断价值。方法 四川省成都市第三人民医院接收的直肠癌患者 136 例,以术后病理分期作为金标准,所有患者均进行多模态 MRI 检查及 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平检测,根据病理诊断结果分为 EMVI 阳性组(58 例)与 EMVI 阴性组(78 例),比较 2 组 MRI 检查结果及 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平,采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析多模态 MRI 联合 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 在 EMVI 中的诊断效能。结果 术前 T 分期结果显示, T1 期 12 例, T2 期 22 例, T3 期 68 例, T4 期 34 例,经多模态 MRI 诊断出 T1 期 8 例, T2 期 16 例, T3 期 59 例, T4 期 29 例; T3~T4 期的 CA19-9(43.14±4.28) kU/L、CA72-4(12.88±2.69) kU/L、CEA(23.11±2.89)  $\mu$ g/L、AFP(21.25±2.64)  $\mu$ g/L 水平高于 T1-T2 期(10.33±2.03) kU/L、(6.12±1.47) kU/L、(13.15±3.24)  $\mu$ g/L、(16.25±3.27)  $\mu$ g/L ( $P<0.05$ ); EMVI 阳性组 Ktrans、Kep 较 EMVI 阴性组高, ADC 较 EMVI 阴性组低; EMVI 阳性组的 CA19-9(55.87±5.63) kU/L、CA72-4(14.92±3.12) kU/L、CEA(14.89±2.14)  $\mu$ g/L 水平高于 EMVI 阴性组(9.42±2.01) kU/L、(7.21±1.54) kU/L、(7.84±1.56)  $\mu$ g/L ( $P<0.05$ ); ROC 结果显示,多模态 MRI 联合肿瘤标志物在 EMVI 中的诊断敏感度、特异度为 93.1%、97.4%, ROC 曲线下面积为 0.975(95%CI: 0.946~1.000), 高于单项检测。结论 多模态 MRI 联合 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平检测在 EMVI 的诊断中具有较高的敏感度和特异度,其诊断效能显著优于单项检测,为直肠癌的术前评估提供了更为准确的诊断依据。

**[关键词]** 直肠肿瘤; 磁共振成像; 肿瘤标志物 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.02.015

**[中图分类号]** R735.37 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)02-0214-06

## The diagnostic value of multimodal MRI combined with tumor markers CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP in preoperative T staging and EMVI of rectal cancer

WANG Wan-ting, DAN Ba-yu-zhen

(Department of Radiology, the Third People's Hospital of Chengdu City, Sichuan Province, Chengdu 610000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the diagnostic value of multimodal magnetic resonance imaging (MRI) combined with tumor markers [carbohydrate Antigen 19-9 (CA19-9), cancer antigen 72-4 (CA72-4), carcinoembryonic antigen (CEA), alpha-fetoprotein (AFP)] in the preoperative T staging and extramural venous invasion (EMVI) of rectal cancer. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 136 patients with rectal cancer treated at the Third People's Hospital of Chengdu City. Using postoperative pathological staging as the gold

[收稿日期] 2024-03-25

[基金项目] 四川省重点研发项目(23ZDYF1462)

[作者简介] 王婉婷(1993-), 女, 四川成都人, 四川省成都市第

三人民医院医师, 医学学士, 从事临床放射诊断研究。

standard, all patients underwent multimodal MRI and levels of CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP were detected. Based on results of pathological diagnosis, patients were divided into positive EMVI group ( $n = 58$ ) and negative EMVI group ( $n = 78$ ). MRI results and levels of CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP in the two groups were compared, and the diagnostic efficacy of multimodal MRI combined with these tumor markers in preoperative T staging and EMVI was analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Preoperative T staging showed 12 patients in T1, 22 in T2, 68 in T3, and 34 in T4. By multimodal MRI, 8 patients were diagnosed as T1, 16 as T2, 59 as T3, and 29 as T4. The levels of CA19-9 ( $43.14 \pm 4.28$ ) kU/L, CA72-4 ( $12.88 \pm 2.69$ ) kU/L, CEA ( $23.11 \pm 2.89$ )  $\mu\text{g/L}$ , and AFP ( $21.25 \pm 2.64$ )  $\mu\text{g/L}$  in T3-T4 were higher than those in T1-T2 ( $10.33 \pm 2.03$ ) kU/L, ( $6.12 \pm 1.47$ ) kU/L, ( $13.15 \pm 3.24$ )  $\mu\text{g/L}$ , ( $16.25 \pm 3.27$ )  $\mu\text{g/L}$  ( $P < 0.05$ ). Positive EMVI group had higher Ktrans, Kep, and lower ADC compared with the negative EMVI group; The levels of CA19-9 ( $55.87 \pm 5.63$ ) kU/L, CA72-4 ( $14.92 \pm 3.12$ ) kU/L, and CEA ( $14.89 \pm 2.14$ )  $\mu\text{g/L}$  were higher than those in the negative EMVI group ( $9.42 \pm 2.01$ ) kU/L, ( $7.21 \pm 1.54$ ) kU/L, ( $7.84 \pm 1.56$ )  $\mu\text{g/L}$  ( $P < 0.05$ ). ROC analysis showed that multimodal MRI combined with tumor markers in EMVI diagnosis had a sensitivity of 93.1% and a specificity of 97.4%, with an area under the ROC curve (AUC) of 0.975 (95% CI: 0.946 - 1.000), which was higher than single-item detection. **Conclusion** Multimodal MRI combined with CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP levels demonstrates high sensitivity and specificity in the diagnosis of EMVI of rectal cancer, significantly outperforming detection by each indicator alone. It provides a more accurate diagnostic basis for the preoperative assessment of rectal cancer.

**[Key words]** rectal neoplasms; magnetic resonance imaging; tumor markers

直肠癌是全球范围内发病率和病死率较高的恶性肿瘤之一,其预后与癌症的早期发现和准确分期密切相关<sup>[1]</sup>。特别是,肠壁外脉管侵犯(extramural venous invasion, EMVI)的识别在直肠癌管理中扮演了重要角色。EMVI是指肿瘤侵犯到直肠壁外的静脉结构,这一现象是局部晚期肿瘤的一个标志,通常与更高的复发率和较差的生存率相关<sup>[2]</sup>。因此,准确评估EMVI的存在对于制定治疗计划、选择合适的治疗策略(如手术、放疗、化疗)以及预测疗效和预后具有决定性影响。近年来,多模态医学影像技术,尤其是多模态磁共振成像(multimodal magnetic resonance imaging, MRI),因其高分辨率和良好的组织对比度,在直肠癌的诊断和分期中发挥了不可或缺的作用<sup>[3]</sup>。然而,仅依靠成像技术可能无法完全揭示肿瘤的生物特性,特别是在评估肠壁外脉管侵犯方面。肿瘤标志物的测定为癌症的诊断和治疗监测提供了有力的工具<sup>[4]</sup>。特定的血液标志物,如糖类抗原19-9(carbohydrate antigen 19-9, CA19-9)、癌抗原72-4(cancer antigen 72-4, CA72-4)、癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)、甲胎蛋白(alpha-fetoprotein, AFP),在多种肿瘤中表达异常,反映了肿瘤的生长、侵袭和转移能

力<sup>[5]</sup>。这些生物标志物的水平与肿瘤的生物行为 and 临床进展有关,为肿瘤的诊断和分期提供了补充信息。尽管单一的成像或生物标志物检测对于直肠癌的诊断和分期具有一定的价值,但单独应用时均存在局限性。因此,本研究旨在探讨多模态MRI联合肿瘤标志物CA19-9、CA72-4、CEA、AFP在直肠癌术前T分期及EMVI中的诊断价值,以期对直肠癌的术前评估提供一种更为精确和全面的方法。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年3月—2023年6月四川省成都市第三人民医院接收的直肠癌患者136例,其中男性79例,女性57例,年龄35~74岁,平均( $56.36 \pm 6.25$ )岁,体重指数14~29,平均 $21.12 \pm 2.03$ ,分化程度:高分化38例、中分化69例、低分化29例。纳入标准:①诊断符合2017.V1版《NCCN直肠癌诊治指南》<sup>[6]</sup>;②有完整的临床、病理和影像学资料可供评估;③同意参加研究。排除标准:①有其他类型的活动性恶性肿瘤;②存在严重心脏病、肝肾功能衰竭或其他严重的系统性疾病;③影像学或生物标志物数据不全;④先前接受过直肠癌治疗;⑤怀孕或哺乳期妇女。

本研究经医院医学伦理委员会审批通过(成都三院伦[2024]S-48号)。

### 1.2 方法

1.2.1 多模态 MRI 检查 患者平躺在扫描台上,进行初步定位扫描。主要成像序列包括 T2 加权成像进行水平和矢状平面扫描,用于评估肿瘤的位置、大小和是否穿透肠壁,扫描参数为 TR/TE 4 000/80 ms,层厚 3 mm;扩散加权成像用于识别肿瘤组织和评估 EMVI,采用 b 值 0,500,1 000 s/mm<sup>2</sup>,层厚 3 mm;动态增强 T1 加权成像在静脉注射对比剂后进行,观察肿瘤的血管化程度,扫描参数为 TR/TE 3.5/1.5 ms,层厚 3 mm。完成所有成像序列后,由多位高年资的放射科医生将详细分析图像,根据肿瘤的形态、大小、侵犯情况及血管特征,综合评估 T 分期和 EMVI。医生会根据 MRI 结果撰写详细的诊断报告,指出肿瘤的具体位置、大小、分期以及是否存在 EMVI 等关键信息,为临床治疗提供准确的依据。见表 1。

1.2.2 肿瘤标志物检测 采取患者静脉血液样本,离心分离血清,采用酶联免疫吸附试验检测 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平。

表 1 MRI 分期标准  
Table 1 MRI staging criteria

MRI 分期标准	描述
T1 期	肿瘤仅限于黏膜层内,表现为腔内的息肉样结节或局部肿块
T2 期	肠壁厚度增加超过 0.5 cm,但肿瘤尚未侵犯到周围脂肪组织,与周围脂肪的分界仍然清晰
T3 期	肿瘤扩展到周围脂肪组织,但未达到盆壁。此阶段定义为肿瘤穿过肠壁肌层并侵入周围脂肪
T4 期	肿瘤进一步侵犯盆壁,可能伴有远处转移

直肠癌的肠壁外脉管侵犯影像学评价,0分:没有 EMVI 的证据。血管没有明显异常,无肿瘤信号。1分:血管内可能存在轻微的肿瘤信号,但不确定性较大。2分:血管内明显存在肿瘤信号,但血管外形基本保持正常。3分:血管内有明显的肿瘤信号,且血管形态发生变化(例如扩张、不规则或局部变形)。EMVI 阴性:得分为 0 或 1;EMVI 阳性:得分为 2 或 3。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。计数资料采用  $\chi^2$  检验。正态分布计量资料采用 *t* 检验,非正态分布的计量资料采用秩和检验。采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic,ROC)评估多模态 MRI 联合肿瘤标志物(CA19-9、CA72-4、CEA、AFP)在直肠癌术前 T 分期及肠壁外脉管侵犯中的诊断效能。 $P < 0.05$

为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 MRI T 分期结果 术后病理分期结果显示,T1 期 12 例,T2 期 22 例,T3 期 68 例,T4 期 34 例,经 MRI 诊断出 T1 期 8 例,T2 期 16 例,T3 期 59 例,T4 期 29 例,见表 2,图 1,2。

表 2 MRIT 分期结果  
Table 2 MRI T staging results

MRIT 分期	病理分期				合计
	T1	T2	T3	T4	
T1	8	2	1	0	11
T2	3	16	5	1	25
T3	1	3	59	4	67
T4	0	1	3	29	33
合计	12	22	68	34	136

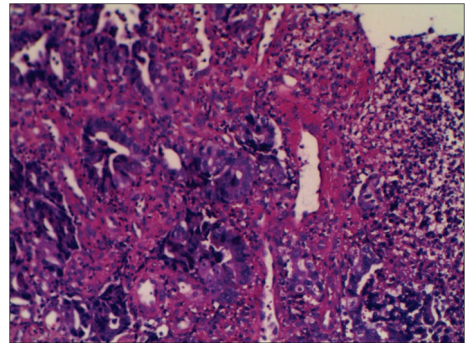


图 1 直肠下段癌,累及肛管复合体,阴道后壁可疑累及,T4,N2,CRM(-),EMVI(-)

Figure 1 Lower rectal cancer involving the anal canal complex, with suspected involvement of the posterior vaginal wall, T4, N2, CRM (-), EMVI (-)

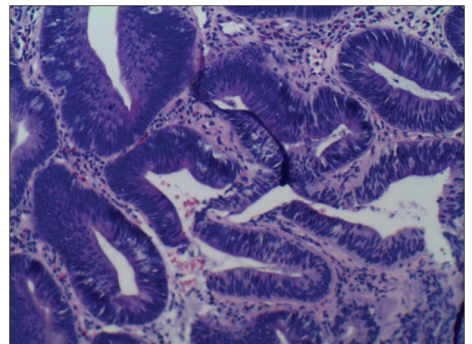


图 2 直肠中段癌 T3N0Mx,MRF(-),壁外血管无受侵

Figure 2 Mid-rectal cancer T3N0Mx, MRF (-), and no extramural vascular invasion

2.2 T1~T2 期、T3~T4 期的 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平比较 T3-T4 期的 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平高于 T1~T2 期,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

2.3 EMVI 阳性组与阴性组的 MRI 参数比较

EMVI 阳性组  $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$  较 EMVI 阴性组高, ADC 较 EMVI 阴性组低, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 4。

2.4 EMVI 阳性组与 EMVI 阴性组的 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平比较 EMVI 阳性组的 CA19-9、CA72-4、CEA 水平高于 EMVI 阴性组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 5。

2.5 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌术前 T 分期中的诊断价值 ROC 结果显示, 多模态 MRI 联合肿

瘤标志物在直肠癌术前 T 分期中的诊断敏感度、特异度为 94.1%、94.1%, ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.947, 见表 6、图 3。

2.6 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌肠壁外脉管侵犯中的诊断价值 ROC 结果显示, 多模态 MRI 联合肿瘤标志物在 EMVI 中的诊断敏感度、特异度为 93.1%、97.4%, AUC 为 0.975 (95% CI: 0.946 ~ 1.000), 见表 7、图 4。

表 3 T1~T2 期、T3~T4 期的 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平比较

Table 3 Comparison of CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP levels between T1-T2 and T3-T4 stages

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	CA19-9(kU/L)	CA72-4(kU/L)	CEA( $\mu$ g/L)	AFP( $\mu$ g/L)
T1~T2 期	34	10.33 $\pm$ 2.03	6.12 $\pm$ 1.47	13.15 $\pm$ 3.24	16.25 $\pm$ 3.27
T3~T4 期	102	43.14 $\pm$ 4.28	12.88 $\pm$ 2.69	23.11 $\pm$ 2.89	21.25 $\pm$ 2.64
<i>t</i> 值		43.035	13.952	16.878	8.991
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 EMVI 阳性组与阴性组的 MRI 参数比较

Table 4 Comparison of MRI parameters between positive and negative EMVI groups

[M(QR)]

组别	例数	$K_{trans}$	$K_{ep}$	$V_e$	ADC
EMVI 阳性组	58	0.41(0.58)	0.66(0.77)	0.62(0.26)	0.83(0.52)
EMVI 阴性组	78	0.78(0.29)	1.18(0.46)	0.60(0.23)	0.72(0.44)
<i>Z</i> 值		4.588	5.252	0.634	2.013
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	0.526	0.044

表 5 EMVI 阳性组与 EMVI 阴性组的 CA19-9、CA72-4、CEA、AFP 水平比较

Table 5 Comparison of CA19-9, CA72-4, CEA, and AFP levels between positive and negative EMVI groups

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	CA19-9(kU/L)	CA72-4(kU/L)	CEA( $\mu$ g/L)	AFP( $\mu$ g/L)
EMVI 阳性组	58	55.87 $\pm$ 5.63	14.92 $\pm$ 3.12	14.89 $\pm$ 2.14	3.18 $\pm$ 0.69
EMVI 阴性组	78	9.42 $\pm$ 2.01	7.21 $\pm$ 1.54	7.84 $\pm$ 1.56	3.17 $\pm$ 0.66
<i>t</i> 值		67.389	18.955	22.227	0.086
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.932

表 6 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌术前 T 分期中的诊断价值

Table 6 Diagnostic value of MRI combined with tumor markers in preoperative T staging of rectal cancer

项目	AUC	95%CI	<i>P</i> 值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
MRI	0.892	0.817~0.967	<0.001	0.784	93.1	85.3
CA19-9	0.877	0.794~0.960	<0.001	0.746	92.2	82.4
CA72-4	0.907	0.815~0.947	<0.001	0.765	85.3	91.2
CEA	0.907	0.849~0.964	<0.001	0.765	85.3	91.2
AFP	0.808	0.721~0.896	<0.001	0.520	75.5	76.5
联合检测	0.947	0.899~0.995	<0.001	0.882	94.1	94.1

表 7 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌肠壁外脉管侵犯中的诊断价值

Table 7 Diagnostic value of MRI combined with tumor markers in EMVI of rectal cancer

项目	AUC	95%CI	<i>P</i> 值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
MRI	0.924	0.873~0.975	<0.001	0.850	91.4	93.6
CA19-9	0.886	0.817~0.955	<0.001	0.850	91.4	93.6
CA72-4	0.920	0.866~0.975	<0.001	0.794	89.7	89.7
CEA	0.903	0.842~0.964	<0.001	0.799	91.4	88.5
联合检测	0.975	0.946~1.000	<0.001	0.905	93.1	97.4

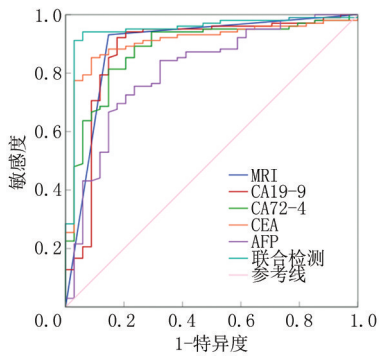


图3 MRI联合肿瘤标志物在直肠癌术前T分期中的诊断ROC曲线

Figure 3 ROC curve of MRI combined with tumor markers for the diagnosis of preoperative T staging of rectal cancer

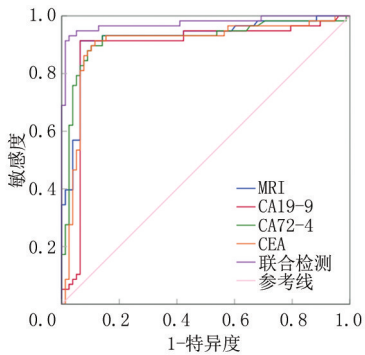


图4 MRI联合肿瘤标志物在直肠癌肠壁外脉管侵犯中的诊断ROC曲线

Figure 2 ROC curve of MRI combined with tumor markers for the diagnosis of EMVI of rectal cancer

### 3 讨论

直肠癌是全球范围内发病率和病死率较高的恶性肿瘤之一,对公共健康构成了重大挑战<sup>[7-9]</sup>。该病种不仅给患者带来显著的身体痛苦,还伴随着深远的心理和社会经济负担<sup>[10]</sup>。直肠癌的治疗效果和预后在很大程度上取决于疾病的发现和诊断阶段。早期发现和精确的分期对于选择最适宜的治疗方法、改善患者生存率至关重要。近年来,随着医疗技术的进步,多模态诊断方法在直肠癌管理中扮演了越来越重要的角色<sup>[11-13]</sup>。这些方法结合了多种影像学检查和生物标志物测试,以提供更全面的疾病评估。特别是,MRI已经成为评估EMVI的重要手段<sup>[14]</sup>。EMVI的评估对于了解肿瘤的侵袭性和预测患者的预后尤为关键,因为它涉及到肿瘤细胞通过血管系统的扩散,这直接关联到患者是否可能出现远处转移<sup>[15]</sup>。此外,肿瘤标志物如CA19-9、CA72-4、CEA、以及AFP的水平,也被用于评估肿瘤的生物学行为和监测治疗反应<sup>[16-17]</sup>。尽管肿瘤标志物在直肠癌中的应用不如在其他肿瘤类型中普遍,其在评估肿瘤特性和治疗响应方面仍具有重要

潜力。手术是直肠癌治疗中最有效的策略之一,精确的术前分期和对肿瘤特性的深入了解对于制定手术方案至关重要<sup>[18-19]</sup>。此外,对于部分患者,辅助化疗和放疗能显著提高治愈率并降低复发风险,这些治疗决策均基于对肿瘤性质的准确评估。因此,发展并验证提高直肠癌诊断准确性的方法,特别是准确评估EMVI状态和有效利用肿瘤标志物,对于优化患者管理策略、提升治疗成效及改善预后具有关键意义。

研究表明,在直肠癌的术前T分期中,MRI表现出与传统病理分期一定的差异性。具体来说,MRI在T1期和T2期的诊断中往往显示出保守性,这主要与MRI识别微小肿瘤侵犯的能力有关,尤其在评估肿瘤是否穿透肌层的情况下更为明显。此外,MRI在T3期和T4期的分期中也倾向于低估肿瘤的侵袭性。这一结果与刘彬等<sup>[20]</sup>研究相符,他们发现MRI在评估直肠癌深度侵犯方面存在一定的局限性。这种局限性强调了在使用MRI进行T分期时,需要认识到其潜在的限制,并考虑结合其他诊断手段以提高整体的评估精确度。在对MRI分期错误的病例进行原因分析时,可能涉及到几个关键因素:MRI的图像分辨率虽高,但对于微小的肿瘤组织变化仍可能不够敏感;操作者的经验和专业判断在图像的解读过程中起着决定性作用,不同放射科医生之间的诊断意见可能存在差异;肿瘤的生物学特性本身也会影响MRI图像的表现,如肿瘤的异质性可能导致评估误差。关于T1~T2期与T3~T4期的肿瘤标志物水平比较,T3~T4期患者的CA19-9、CA72-4、CEA、AFP水平显著高于T1~T2期患者,这可能反映了肿瘤较大、侵袭性更强的特点。这一现象说明肿瘤标志物水平与肿瘤的生物学行为密切相关,可以作为评估肿瘤侵袭性和预后的重要指标。这一发现与潘莉娟等<sup>[21]</sup>研究结果相吻合,他们指出CA19-9和CEA水平的提高与直肠癌的进展阶段密切相关,且可以用作预后的独立预测因子。因此,结合肿瘤标志物的检测可以为直肠癌的分期和治疗决策提供更多的信息。在EMVI诊断中,结果显示,病理诊断确认的58例EMVI阳性患者中,MRI成功识别了48例,而在78例病理诊断为EMVI阴性的患者中,MRI诊断为阴性的有74例。这表明MRI在EMVI的诊断中具有相对高的准确性。MRI能够相对准确地识别血管内的肿瘤信号,为临床提供了重要的预后信息。Ren等<sup>[22]</sup>研究发现,MRI在直肠癌EMVI评估中具有重要价值,尤其是在预测患者的远处转移风险方面。肿瘤标志物在EMVI阳性和阴性直肠癌患者中的差异

进一步突显了其在肿瘤侵袭性评估中的重要性。EMVI 阳性组的 CA19-9、CA72-4、CEA 水平显著高于阴性组,这可能反映了更高的肿瘤负荷和侵袭性。这一结果表明,肿瘤标志物不仅可以用于肿瘤的检测和监测,还可以作为评估肿瘤侵袭性和预测患者预后的辅助指标。朱建伟等<sup>[23]</sup>研究指出肿瘤标志物水平的升高与直肠癌的侵袭性特征有关,可以作为判断 EMVI 状态的辅助手段。ROC 分析结果进一步表明多模态 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌的 T 分期和 EMVI 评估中具有较高的诊断效能。这说明通过综合应用 MRI 和肿瘤标志物检测,可以更准确地评估直肠癌的侵袭性和阶段,从而为患者提供更合适的治疗方案。这种综合诊断方法的有效性与鲍鹏程等<sup>[24]</sup>研究结果相一致,他们发现联合使用多种诊断工具可以显著提高直肠癌诊断的准确性,尤其是在评估 EMVI 和高级别 T 分期患者时。综合诊断方法的应用不仅可以提高诊断的敏感度和特异度,还可以为直肠癌患者的个性化治疗提供重要信息。

综上所述,本研究探讨了多模态 MRI 联合肿瘤标志物在直肠癌术前 T 分期及 EMVI 诊断中的应用价值。结果显示,该组合方法在提高直肠癌术前诊断的敏感度和特异度方面具有显著优势,尤其是在评估 EMVI 阳性患者中。然而,研究也揭示了 MRI 在精确识别早期肿瘤阶段和完全匹配病理学诊断方面的局限性。未来的研究需要进一步优化成像技术和评估标准,增加样本量,以提高诊断的准确性和可靠性,从而更好地指导直肠癌的个性化治疗策略。

#### [参考文献]

[1] 周豪,周亮,张迎,等.MRI 评估直肠癌不同 T 分期的价值分析[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2023,21(2):140-141,144.

[2] 陈鹰,王贵良,马荣,等.高分辨率 MRI 联合动态增强扫描对老年直肠癌术前 T、N 分期的诊断价值[J].中国中西医结合影像学杂志,2022,20(6):523-527.

[3] 哈肖别克·卡斯木,季学闻,吐尔逊江·托乎地外力,等.血清 CEA、CRP、IL-6 对中晚期直肠癌新辅助化疗治疗反应的预测价值[J].疑难病杂志,2023,22(7):691-696.

[4] 王可欣,余静,徐青.基于 RESOLVEADC 的影像学序列图在预测直肠癌壁外血管侵犯中的应用价值[J].肿瘤影像学,2023,32(2):138-147.

[5] 谷梅兰,肖新广,吕培培.高分辨率 MRI 扩散加权成像对直肠癌术前 T、N 分期及环周切缘判断的价值[J].医学影像学杂志,2021,31(1):72-77.

[6] 白雪杉,林国乐.2019.V1 版《NCCN 结直肠癌诊治指南》更新要点解析[J].中国全科医学,2019,22(33):4031-4034.

[7] 张天奇,王芊婷,李明洋,等.基于 IVIM 多参数 MRI 影像学术前预测直肠癌 T 分期[J].放射学实践,2022,37(9):1085-

1091.

[8] 张风光,杨开兰,张宏凯,等.多期增强联合 iShim-DWI 与 T2WI 对 T1 和 T2 期直肠癌术前分期的对照研究[J].放射学实践,2023,38(11):1423-1428.

[9] 王宾,王爱珠,文宪佩,等.MRI、经直肠超声评估直肠癌术前 T 分期的准确性研究[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2022,20(3):153-155.

[10] 刘少平,卫银芝,胡亚华,等.血清 microRNA-497 表达与结直肠癌侵袭转移及预后的关系[J].中国医师杂志,2021,23(5):711-715.

[11] Tian L, Li N, Xie D, et al. Extramural vascular invasion nomogram before radical resection of rectal cancer based on magnetic resonance imaging [J]. Front Oncol, 2023, 12: 1006377.

[12] Xia Q, Cheng W, Bi J, et al. Value of biplane transrectal ultrasonography plus micro-flow imaging in preoperative T staging and rectal cancer diagnosis in combination with CEA/CA199 and MRI[J]. BMC Cancer, 2023, 23(1):860.

[13] 曾方毅,羊章哲,王昆,等.磁共振成像在直肠癌术前分期中的价值及表观弥散系数与预后因素关系分析[J].中国医学装备,2023,20(10):85-88.

[14] Wang J, Chen B, Zhu J, et al. Intelligent diagnosis value of preoperative T staging of colorectal cancer based on MR medical imaging[J]. Front Genet, 2023, 14: 1119990.

[15] 张益兰,史讯,张慧丽,等.MRI 纹理分析对直肠癌术前 T 分期诊断及与肿瘤分化程度关系[J].影像科学与光化学,2022,40(2):296-300.

[16] 于静,崔倩,季倩,等.直肠 MRI 对直肠癌术前 T 分期评估的研究进展[J].国际医学放射学杂志,2022,45(3):318-321.

[17] 张珊珊,李诺,刘露,等.经直肠超声结合剪切波弹性成像在直肠癌诊断及 TNM 分期中的应用[J].中国现代医学杂志,2021,31(14):20-24.

[18] 秦小雪,张文,高红,等.高分辨率磁共振成像与正电子发射计算机断层显像仪在直肠癌周围转移性小淋巴结检出及术前 T 分期诊断中的应用价值[J].中国医药导报,2023,20(16):145-148,153.

[19] 刘颖,刘鲁,徐永鸿.MSCT、MRI 检查对中低位直肠癌术前 T 分期诊断结果与腹腔镜术后病理对照分析[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2021,19(5):100-102.

[20] 刘彬,孙川,赵新宇.多模态 MRI 在直肠癌周围血管浸润及术前分期的应用价值[J].医学影像学杂志,2023,33(9):1703-1706.

[21] 潘莉娟,杨静,董剑,等.术前血清 CEA、CA19-9、CA50、AFP、TPS 检测在结直肠癌肝转移中的预测价值[J].国际检验医学杂志,2020,41(8):923-926.

[22] Ren G, Li R, Zheng G, et al. Prognostic value of normal levels of preoperative tumor markers in colorectal cancer [J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 22830.

[23] 朱建伟,高友富,程好堂,等.磁共振成像检查在直肠癌临床分期、环周切缘及壁外血管侵犯判断中的准确性[J].中国医学装备,2021,18(5):78-82.

[24] 鲍鹏程,刘俊丽,薛全胜.动态对比增强磁共振成像和弥散加权成像对直肠癌壁外静脉侵犯的预测价值[J].现代消化及介入诊疗,2023,28(7):890-894.