



· 论 著 ·

CT、高分辨率MRI及DWI联合的多模态影像学诊断直肠癌术后吻合口复发的价值

刘 露, 张泽江, 罗宏明, 罗露露, 马青松

资阳市中心医院放射科, 四川 资阳 641300

[摘要] 目的: 分析直肠癌患者术后吻合口复发的计算机体层成像 (computed tomography, CT)、高分辨率磁共振成像 (high-resolution magnetic resonance imaging, HR-MRI)、弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 影像学表现及参数, 并探究其对复发的诊断价值。方法: 选取2020年1月—2022年12月资阳市中心医院直肠癌术后疑似吻合口复发的患者为研究对象, 患者均行CT、HR-MRI及DWI检查。分析其CT、HR-MRI、DWI影像学表现, 以及影像学参数 [平扫期、动脉期、静脉期CT值、信号强度值、对比信噪比 (contrast noise ratio, CNR)、平均表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC)] 在直肠癌术后吻合口复发中的诊断价值。结果: 共纳入103例直肠癌术后疑似吻合口复发患者, 经病理学检查证实, 复发62例, 未复发41例。复发者CT表现: 直肠癌术后吻合口复发患者吻合口腔隙变窄、外缘呈不规则增厚, 且伴有盆腔组织器官受累; HR-MRI表现: 直肠癌术后吻合口复发患者术区肠壁呈不同程度的增厚现象, T1加权成像 (T1-weighted imaging, T1WI) 序列呈稍长信号, T2加权成像 (T2-weighted imaging, T2WI) 序列呈长信号, 增强扫描呈明显强化, 而未复发患者T1WI信号区仅呈轻度强化, 为纤维瘢痕组织; DWI表现: 直肠癌术后吻合口复发患者DWI呈稍高信号或高信号, ADC图呈低信号, 而直肠癌术后吻合口未复发患者DWI呈低信号或稍高信号, ADC图呈高信号。复发患者动脉期、静脉期CT值、信号强度值、CNR高于未复发患者, ADC值低于未复发患者; 动脉期CT值、静脉期CT值、信号强度值、CNR、ADC诊断复发的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为0.828、0.791、0.747、0.801、0.801, 联合诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.920 (95% CI 0.850~0.964), 灵敏度为88.71%, 特异度为87.80%, 均优于各影像学表现及参数单独诊断 ($Z=2.485、2.304、3.018、2.313、3.185、3.759、2.706、2.713$, 均 $P<0.05$), 且与病理学检查结果的一致性良好 ($Kappa=0.759$, 95% CI 0.566~0.952)。结论: CT、HR-MRI、DWI联合的多模态影像学对直肠癌术后吻合口复发具有更高的诊断价值。

[关键词] 直肠癌; 高分辨率磁共振成像; 弥散加权成像; 吻合口; 复发
中图分类号: R735.3+7; R445.2 文献标志码: A
DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2025.03.010

基金项目: 无。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

伦理批件: 2024-00018。

知情同意: 有。

引用本文: 刘 露, 张泽江, 罗宏明, 等. CT、高分辨率MRI及DWI联合的多模态影像学诊断直肠癌术后吻合口复发的价值 [J]. 肿瘤影像学, 34(3): 264-272.

Funding: no.

Conflicts of interest: authors declare no conflicts of interest.

Ethical approval: 2014-00018.

Informed consent: available.

Cite this article: LIU L, ZHANG Z J, LUO H M, et al. The value of multimodal imaging combined with CT, high-resolution MRI, and DWI in the diagnosis of postoperative anastomotic recurrence in rectal cancer [J]. Oncoradiology, 34(3): 264-272.

The value of multimodal imaging combined with CT, high-resolution MRI, and DWI in the diagnosis of postoperative anastomotic recurrence in rectal cancer LIU Lu, ZHANG Zejiang, LUO Hongming, LUO Lulu, MA Qingsong (Department of Radiology, Ziyang Central Hospital, Ziyang 641300, Sichuan Province, China)

Correspondence to: MA Qingsong E-mail: 18481192221@163.com

[**Abstract**] **Objective:** To analyze the computed tomography (CT), high-resolution magnetic resonance imaging (HR-MRI), diffusion-weighted imaging (DWI) manifestations and parameters of postoperative anastomotic recurrence in rectal cancer patients, and to explore their diagnostic value for recurrence. **Methods:** Patients with suspected anastomotic recurrence after rectal cancer surgery in Ziyang Central Hospital from January 2020 to December 2022 were selected as the study subjects, all of whom underwent CT, HR-MRI, and DWI examinations. The diagnostic value of CT, HR-MRI, DWI imaging findings, parameters [CT value, signal intensity value, contrast noise ratio (CNR), average apparent diffusion coefficient (ADC) during plain scan, arterial phase, venous phase] in the diagnosis of anastomotic recurrence after rectal cancer surgery was analyzed. **Results:** A total of 103 patients with suspected anastomotic recurrence after surgery for rectal cancer were included in the study. Pathological examination confirmed that 62 cases had recurrence and 41 cases had no recurrence. CT imaging findings of recurrent patients: patients with anastomotic recurrence after rectal cancer surgery have narrowed anastomotic gaps, irregular thickening of the outer edge, and involvement of pelvic tissues and organs; HR-MRI imaging findings: the intestinal wall in the surgical area of patients with anastomotic recurrence after rectal cancer surgery showed varying degrees of thickening, with slightly longer signals on T1-weighted imaging (T1WI) and longer signals on T2-weighted imaging (T2WI). The enhanced scan showed significant enhancement. Patients with no anastomotic recurrence after rectal cancer surgery showed only mild enhancement in the T1WI signal area, which was fibrous scar tissue; DWI imaging findings: patients with anastomotic recurrence after rectal cancer surgery showed slightly high or high signal intensity on DWI and low signal intensity on ADC maps. Patients with no anastomotic recurrence after rectal cancer surgery showed low signal intensity or slightly high signal intensity on DWI and high signal intensity on ADC maps. The CT value, signal intensity value, and CNR of recurrent patients during the arterial and venous phases were higher than those of non-recurrent patients, while the ADC value was lower than that of non-recurrent patients. The area under the curves (AUC) of CT value in the arterial phase, CT value in the venous phase, signal intensity value, CNR, and ADC value for the diagnosis of recurrence were 0.828, 0.791, 0.747, 0.801, and 0.801, respectively. The AUC of combined diagnosis of anastomotic recurrence after rectal cancer surgery was 0.920 (95% CI 0.850-0.964), with a sensitivity of 88.71% and a specificity of 87.80%. All of these were superior to the diagnosis of each imaging manifestation and parameter alone ($Z=2.485, 2.304, 3.018, 2.313, 3.185, 3.759, 2.706, 2.713, P<0.05$), and had good consistency with pathological results ($Kappa=0.759, 95\% CI 0.566-0.952$). **Conclusion:** Multi-modal imaging combined with CT, HR-MRI and DWI has higher diagnostic value for postoperative anastomotic recurrence of rectal cancer.

[**Key words**] Rectal cancer; High-resolution magnetic resonance imaging; Diffusion-weighted imaging; Anastomosis; Recurrence

直肠癌是常见的消化系统肿瘤，临床常采用全直肠系膜切除术（total mesorectal excision, TME）结合器械吻合技术等治疗直肠癌，但术后吻合口复发率达5%~15%，严重威胁患者生命安全^[1-2]。磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）、计算机断层成像（computed tomography, CT）等可诊断肿瘤复发，可清晰地显示肠壁各层结构，但对术后局部复发、吻合口炎性纤维化的诊断价值尚未明确^[3]。高分辨率MRI（high-resolution MRI, HR-MRI）可采用小视野薄层扫描，用于评估肿瘤淋巴结转移、浸润深度等^[4]。弥散加权成像（diffusion-weighted imaging, DWI）中不同图像信号的差异，可提供病灶病理学变化信息，但其易受肠道内容物、肠壁水肿等干扰，产生假阳性结果^[5]。目前多模态影像学（CT、HR-MRI、DWI）与直肠癌术后吻合口复发相关研究尚少，有鉴于此，本研究

利用多模态CT、HR-MRI、DWI联合应用影像学模式，综合分析直肠癌术后吻合口复发患者的不同影像学表现及相关参数，并分析其对复发的诊断效能。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选取2020年1月—2022年12月于资阳市中心医院行直肠癌根治术后疑似吻合口复发患者为研究对象。纳入标准：①符合直肠癌诊断标准^[6]，且经CT、MRI及DWI检查确诊；②首次确诊者；③术前未接受免疫治疗者；④术前均行CT、HR-MRI、DWI检查；⑤符合直肠癌根治性手术指征且接受直肠癌根治性手术者；⑥根治性手术治疗后经病理学检查证实原发病灶消失；⑦复发处于早期；⑧吻合口增厚，无癌变迹

象, 但增强CT显示水肿。排除标准: ① 伴有溃疡性直肠炎、炎性肠病者; ② 精神障碍者; ③ 伴有急慢性感染者。本研究经伦理委员会审批通过(2024-00018)。

1.2 方法

1.2.1 CT检查及图像分析

采用美国GE公司的64排Optima CT 660及128排Revolution CT ES机自双膈至耻骨下端实施平扫, 电压120 kV、电流300 mA、螺距1.5 mm, 扫描完毕后记录扫描参数, 然后经肘静脉注射碘对比剂(按体重1.0~1.5 mL/kg) 100 mL, 持续扫描30 s后获取动脉期成像, 扫描70 s后获取静脉期成像, 扫描完成后进行图像重建并传入后工作站处理, 获取平扫期、动脉期、静脉期CT值。

1.2.2 HR-MRI检查及图像分析

采用荷兰Philips公司的Ingenia 1.5 T及Ingenia 3.0 T MRI系统进行HR-MRI检查, 检查前1 h内患者需饮水500 mL, 取仰卧位后扫描髂棘至坐骨结节, 成像序列: 快速自旋回波T1加权成像(T1-weighted imaging, T1WI), 重复时间(repetition time, TR)、回波时间(echo time, TE)分别为480 ms、12 ms, 矩阵 512×512 , 视野(field of view, FOV) $160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$, 层厚、层间距分别为3 mm、0 mm; 快速自旋回波T2加权成像(T2-weighted imaging, T2WI), TR、TE分别为4 500 ms、130 ms, 矩阵、FOV、层厚、层间距设置同T1WI, 扫描方位分别为轴位、矢状位、冠状位。于屏气轴位进行可变容积加速采集(variable volume accelerated liver acquisition, LAVA-Flex)动态增强扫描, 瞬时弹性成像1.9 ms, TR设为4.1 ms, 矩阵、FOV分别为 288×288 、 $274 \text{ mm} \times 379 \text{ mm}$, 层厚、层数分别为3 mm、30层。由2名有5年影像科工作经验的副主任医师及以上职称的影像科医师根据HR-MRI影像学表现进行阅片诊断, 意见不一致时通过讨论达成统一的诊断结论。图像分析内容包括T1WI、T2WI信号特点、边界、强化方式、强化强度、累及层次、病灶最大径、病灶深度等。

1.2.3 DWI检查及图像分析

采用荷兰Philips公司Prodiva 1.5 T、Achieva

3.0T TX磁共振成像仪进行DWI检查, 常规MRI扫描参数: T1WI序列, TR为1 020 ms, TE为11 ms, 层厚4 mm, 层间距1 mm, 间隔5 mm, FOV为 $544 \text{ mm} \times 640 \text{ mm}$; T2WI序列, TR为5 260 ms, TE为90 ms, 层厚、层间距、间隔同T1WI序列, FOV为 $326 \text{ mm} \times 384 \text{ mm}$; DWI扫描参数, TR为8 600 ms, TE为76 ms, 层厚3 mm, 层间距0.3 mm, FOV为 $124 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$, b 值为 $1\ 000 \text{ s/mm}^2$ 。由2名有5年影像科工作经验的副主任医师及以上职称的影像科医师根据DWI影像学表现阅片, 意见不一致时通过讨论达成统一的诊断结论。采用ADW 4.6工作站处理图像, 观察 b 值为 $1\ 000 \text{ s/mm}^2$ 时直肠肿瘤信号, 选取感兴趣区, 测绘范围 $0.4 \sim 0.5 \text{ cm}^2$, 采用仪器自带分析软件明确信号强度值、对比信噪比(contrast noise ratio, CNR)、表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC), 多次测量ADC并计算平均值。

1.3 观察指标

比较复发者、未复发者HR-MRI、DWI影像学表现及信号强度值、CNR、平均ADC。对比分析影像学表现、相关参数对直肠癌术后吻合口复发的诊断效能。

1.4 统计学处理

采用SPSS 25.0软件分析数据, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料采用 $n(\%)$ 表示, 两组间比较采用 χ^2 检验; 采用一致性检验验证检测结果, $\text{Kappa} > 0.75$ 为一致性良好, 在 $0.4 \leq \text{Kappa} \leq 0.75$ 为一致性一般, $\text{Kappa} < 0.4$ 为一致性较差。采用MedCalc 18.2软件绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线, 不同方案曲线下面积(area under curve, AUC)比较采用Hanley-McNeil检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究对象的基本情况

研究共纳入103例行直肠癌根治术后疑似吻

吻合复发患者，其中男性74例，女性29例，年龄40~81岁，平均年龄(60.95 ± 10.03)岁，体重指数16~30 kg/m²，平均(23.16 ± 3.33) kg/m²。手术结束至HR-MRI或DWI检查时间7~24个月，平均(17.63 ± 2.85)个月，病程1~3年，平均

(1.71 ± 0.33)年。TNM分期：I期48例，II期55例；病理学类型：鳞癌52例、腺癌51例经病理检查证实，103例直肠癌术后疑似吻合口复发患者，其中复发62例，未复发41例，包括吻合口瘢痕18例，吻合口炎性纤维化23例(图1)。

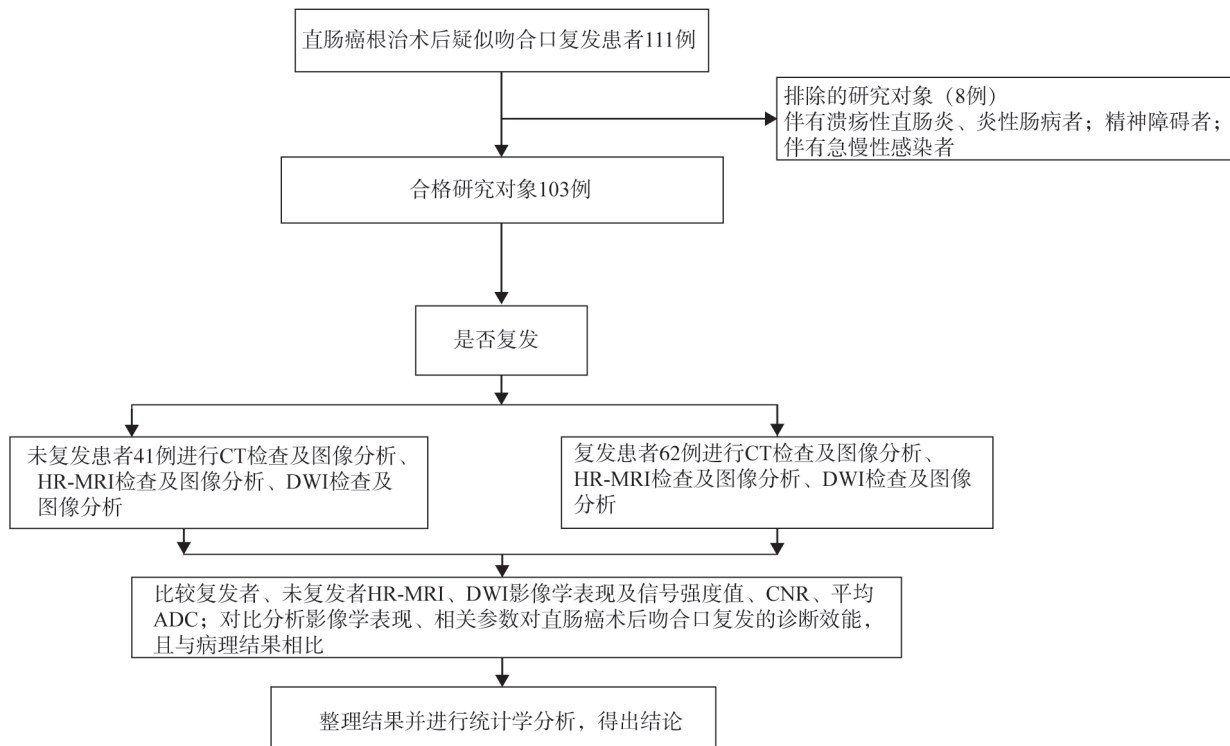


图1 研究设计流程图

Fig.1 Resrarch design flowchart

2.2 CT、HR-MRI、DWI影像学表现

2.2.1 CT影像学表现

直肠癌术后吻合口复发患者吻合口腔隙变窄、外缘呈不规则增厚，且伴有盆腔组织器官受累(图2)。其中盆腔组织器官受累可表现为以

下几种：① 邻近膀胱壁变形、不规则增厚、充盈缺损；② 梨状肌、闭孔内肌体积增大或轮廓消失；③ 女性患者阴道或子宫受压、移位，男性患者前列腺增大，后缘呈分叶状(图3)。

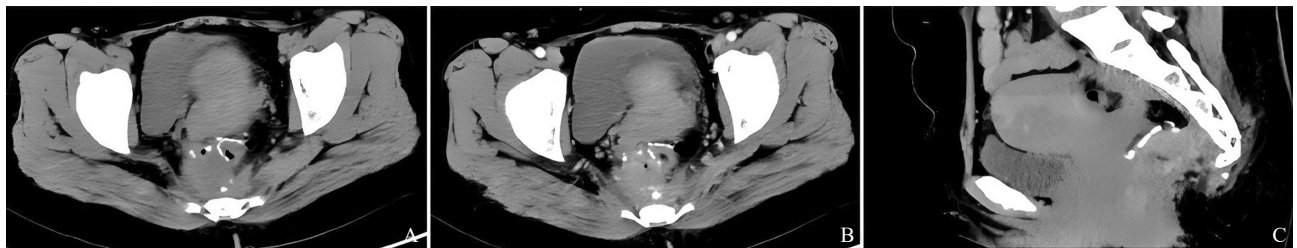


图2 直肠癌术后吻合口复发患者CT影像学表现

Fig.2 CT images of patients with anastomotic recurrence of rectal cancer after surgery

A~C: 直肠癌术后吻合口复发患者CT影像显示，吻合口壁增厚并软组织影，骶前软组织影，增强后明显强化。



图3 直肠癌术后吻合口未复发患者CT影像学表现

Fig.3 CT images of patients with anastomotic non-recurrence of rectal cancer after surgery

A~C: 直肠癌术后吻合口未复发患者CT影像显示, 吻合口壁未见明显增厚, 增强后未见异常强化。

2.2.2 HR-MRI影像学表现

直肠癌术后吻合口复发患者术区肠壁呈不同程度的增厚现象, T1WI序列呈稍长信号, T2WI

序列长信号, 增强扫描呈明显强化(图4); 直肠癌术后吻合口未复发患者T1WI信号区仅呈轻度强化, 为纤维瘢痕组织(图5)。

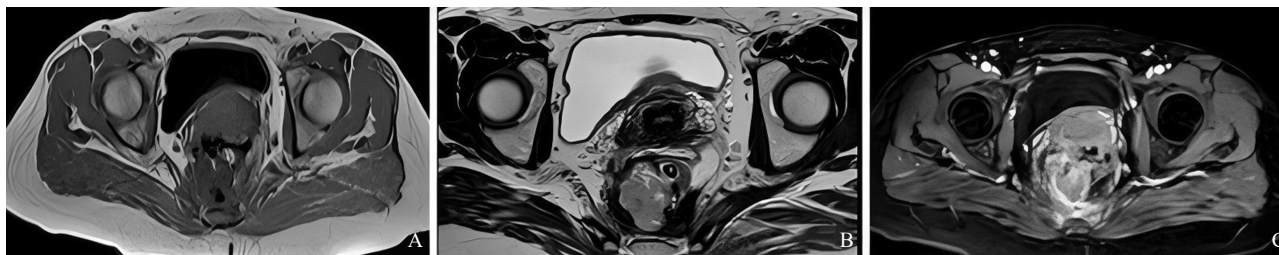


图4 直肠癌术后吻合口复发患者HR-MRI影像学表现

Fig.4 HR-MRI images of patients with anastomotic recurrence of rectal cancer after surgery

A~C: 直肠癌术后吻合口复发患者HR-MRI显示, 吻合口壁增厚, 并见长T1长T2信号影, 增强后明显强化。

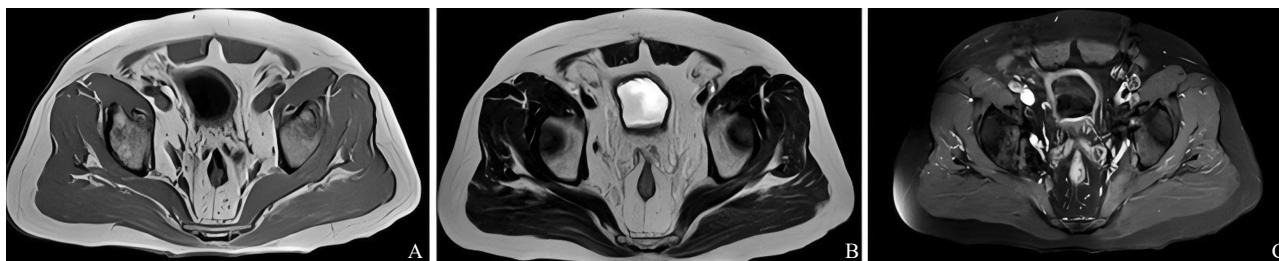


图5 直肠癌术后吻合口未复发患者HR-MRI影像学表现

Fig.5 HR-MRI images of patients with anastomotic non-recurrence of rectal cancer after surgery

A~C: 直肠癌术后吻合口未复发患者HR-MRI显示, 吻合口壁未见明显增厚, 增强后吻合口壁轻度均匀强化。

2.2.3 DWI影像学表现

直肠癌术后吻合口复发患者DWI呈稍高信号或高信号, ADC图呈低信号(图6)。直肠癌术

后吻合口未复发患者DWI呈低信号或稍高信号, ADC图呈高信号(图7)。

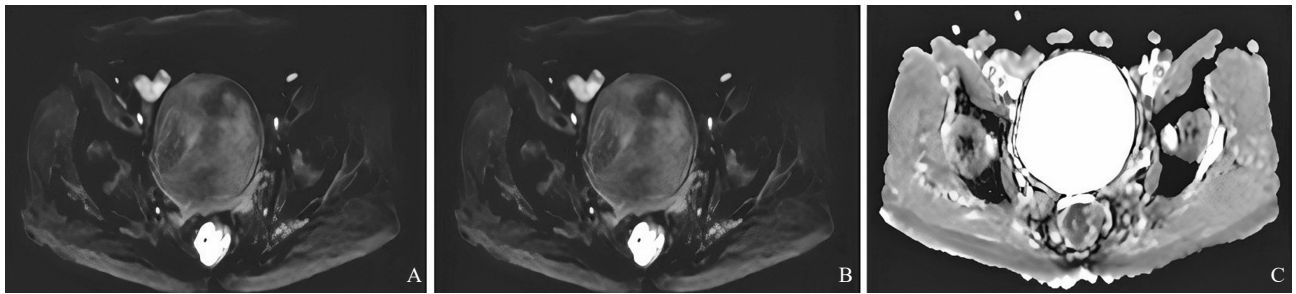


图6 直肠癌术后吻合口复发患者DWI影像学表现

Fig.6 DWI images of patients with anastomotic recurrence of rectal cancer after surgery

A~C: 直肠癌术后吻合口复发患者DWI显示, 吻合口壁增厚, DWI呈高信号, ADC呈低信号。

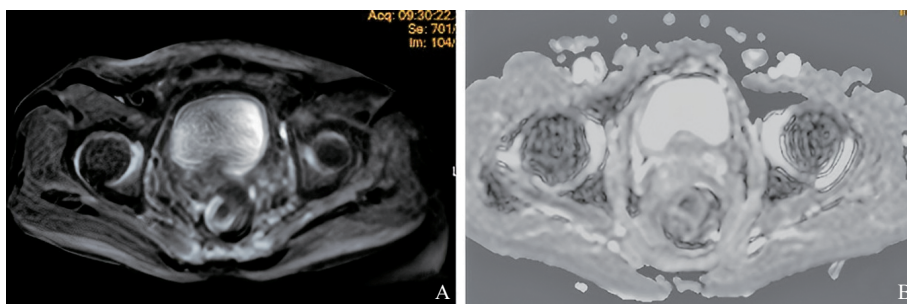


图7 直肠癌术后吻合口未复发患者DWI影像学表现

Fig.7 DWI images of patients with anastomotic non-recurrence of rectal cancer after surgery

A~B: 直肠癌术后吻合口未复发患者DWI显示, 吻合口壁未见增厚, DWI呈稍高信号, ADC局部呈高信号。

2.3 CT、HR-MRI、DWI影像学参数及诊断价值的比较

2.3.1 CT、HR-MRI、DWI影像学参数

复发患者与未复发患者平扫期CT值差异无

统计学意义 ($P > 0.05$) ; 复发患者动脉期、静脉期CT值、信号强度值、CNR高于未复发患者, ADC值低于未复发患者 ($P < 0.05$, 表1)。

表1 CT、HR-MRI、DWI影像学参数

Tab.1 CT, HR-MRI and DWI imaging parameters

组别	n	平扫期CT值/HU	动脉期CT值/HU	静脉期CT值/HU	信号强度值	CNR	ADC值 $\times 10^{-3} / (\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$
复发患者	62	43.08 \pm 6.13	57.38 \pm 13.69	64.42 \pm 18.77	447.81 \pm 146.20	80.52 \pm 26.13	0.86 \pm 0.24
未复发患者	41	41.96 \pm 4.81	46.12 \pm 10.38	46.06 \pm 14.15	283.59 \pm 90.42	52.43 \pm 18.40	1.18 \pm 0.37
t值		0.986	4.481	5.337	6.420	5.970	5.329
P值		0.327	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3.2 CT、HR-MRI、DWI影像学参数诊断价值

ROC曲线分析显示, 动脉期CT值诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.828 (95% CI 0.741~0.895), 最佳截断值为54.60, 灵敏度为70.97%, 特异度为87.80%, 与病理学检查结果的一致性一般 (Kappa=0.558,

95% CI 0.371~0.745); 静脉期CT值诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.791 (95% CI 0.700~0.865), 最佳截断值为53.19, 灵敏度为77.42%, 特异度为70.73%, 与病理学检查结果的一致性一般 (Kappa=0.478, 95% CI 0.285~0.671); 信号强度值诊断直肠癌术后吻合

口复发的AUC为0.747 (95% CI 0.652~0.828), 最佳截断值为440.87, 灵敏度为56.45%, 特异度为85.37%, 与病理学检查结果的一致性较差 (Kappa=0.385, 95% CI 0.207~0.563); CNR诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.801 (95% CI 0.711~0.873), 最佳截断值为72.71, 灵敏度为79.03%, 特异度为78.05%, 与病理学检查结果的一致性一般 (Kappa=0.562, 95% CI 0.369~0.754); ADC值诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.801 (95% CI 0.711~0.873)、最佳截断值为 $1.08 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 灵敏度为85.48%, 特异度为63.41%, 与病理学检查结果的一致性一般 (Kappa=0.501, 95% CI 0.310~0.693) (图8)。

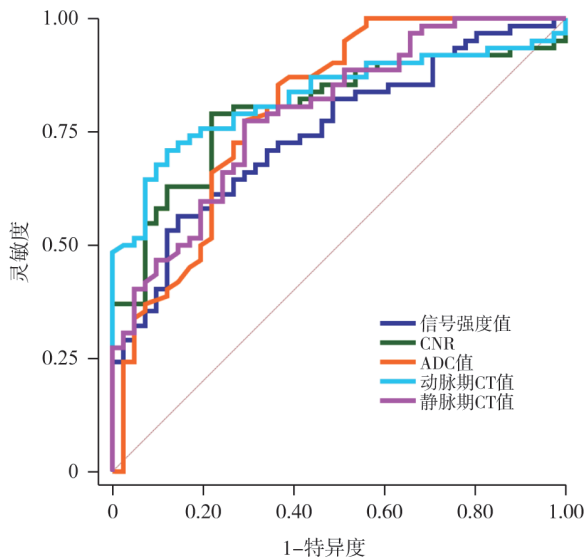


图8 CT、HR-MRI、DWI影像学参数ROC曲线

Fig.8 ROC curves of CT, HR-MRI and DWI imaging parameters

2.4 CT、HR-MRI及DWI联合的多模态影像学诊断价值

将CT、HR-MRI、DWI参数动脉期CT值、静脉期CT值、信号强度值、CNR、ADC值联合形成多模态影像学对直肠癌术后吻合口复发进行诊断, ROC曲线分析显示, HR-MRI及DWI联合的多模态影像学诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为0.920 (95%CI 0.850~0.964), 灵敏度为88.71%, 特异度为87.80%, 均优于各影像学表现及参数单独诊断 ($Z=2.485$ 、 2.304 、 3.018 、 2.313 、 3.185 、 3.759 、 2.706 、 2.713 , 均

$P < 0.05$), 且与病理学检查结果的一致性良好 (Kappa=0.759, 95% CI 0.566~0.952) (图9)。

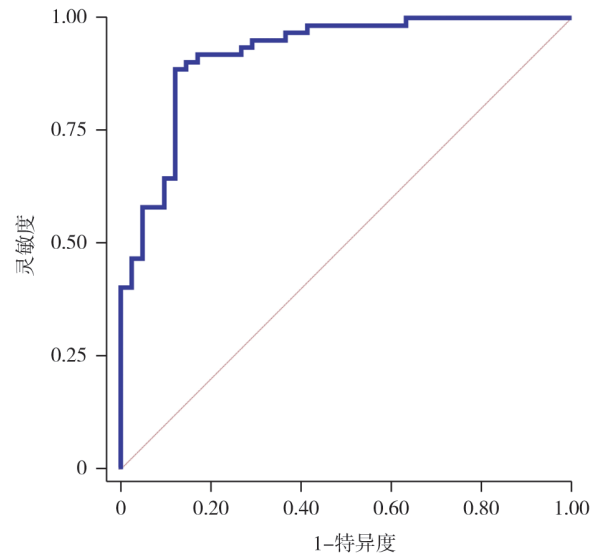


图9 CT、HR-MRI及DWI联合的多模态影像学ROC曲线

Fig.9 ROC curves of multimodal imaging with combined CT, HR-MRI and DWI

3 讨论

直肠癌术后吻合口复发可能与肠壁浸润程度、肿瘤病理学特征、淋巴结转移等有关, 同时手术过程未彻底冲洗直肠下端组织也可能促使吻合口复发, 导致预后不良^[7]。早期鉴别诊断直肠癌术后吻合口复发有助于改善患者预后。

CT空间分辨率高, 可显示细微解剖结构, 但其对软组织分辨率较低, 难以鉴别肿瘤复发、肠壁收缩状态、炎症反应组织^[8]。本研究结果显示, CT影像学表现为直肠癌术后吻合口复发患者吻合口腔隙变窄、外缘呈不规则增厚, 且伴有盆腔组织器官受累, 且复发者动脉期、静脉期CT值高于未复发者, 提示动脉期、静脉期CT值变化可能用于评估直肠癌术后吻合口复发情况。HR-MRI时间分辨率、软组织分辨率较高, 可清晰地显示肠壁结构, 用于判断肿瘤肌层浸润/侵犯情况, 并可准确地反映病变血流动力学, 其中T2WI序列可使肿瘤解剖结构更加清晰地显示出来^[9]。DWI可间接反映组织微观结构变化, 量化病变组织信号特点, 直肠癌DWI检查中最佳 b 值为

1 000 s/m², 可依据微环境、分子病理学分析相关病变, 并鉴别诊断细小肿瘤病灶^[10]。本研究结果显示, 直肠癌术后吻合口复发患者DWI呈稍高信号或高信号, ADC图呈低信号, 与既往研究^[11-12]报道结果类似, 提示DWI应用于直肠癌术后吻合口复发诊断具有一定价值。分析其原因可能为DWI可直观地显示吻合口复发病变, 更好地区分炎性病变、纤维瘢痕组织、复发病灶, 其对吻合口病变具有一定鉴别诊断价值。本研究中DWI影像学表现诊断复发的灵敏度为77.42%, 特异度为75.61%, 与病理学检查结果的一致性一般。分析原因可能为直肠癌术后癌组织功能状态变化较早, 纤维瘢痕组织中小复发病灶在DWI上呈高信号而被鉴别诊断, 但术后炎性组织内血供丰富导致ADC图呈低信号, 导致诊断效能不佳。直肠癌术后肿块与周边组织器官关系密切, 并可形成浸润, T2WI序列对复发肿瘤组织、纤维瘢痕组织信号的差异更为敏感^[13]。本研究发现直肠癌术后吻合口复发患者HR-MRI影像学表现为术区肠壁呈不同程度的增厚现象, T1WI序列呈稍长信号, T2WI序列呈长信号, 增强扫描呈明显强化。T2WI长信号可能与复发有关, 也有可能是纤维组织增生导致复发早期信号被掩盖^[14]。本研究根据HR-MRI影像学表现诊断复发的灵敏度为80.65%, 特异度为78.05%, 与病理学检查结果的一致性一般, 这与既往研究^[15]结果不同。HR-MRI可更好地显示病灶与周围组织关系, 反映病灶血供情况, 为了解肿瘤生物学行为提供间接依据。

随着肿瘤恶性程度增高ADC降低, ADC可鉴别直肠癌恶性程度、监测直肠癌术后复发, 平均ADC大小与肿瘤细胞密度相关^[16-17]。ADC表示水分子在组织中的弥散能力, 其与组织内细胞密度、细胞外间隙等相关, 当细胞间隙增大时, 弥散受限程度减轻, 即ADC增大^[18]。本研究结果显示, 复发者ADC低于未复发者, 与既往研究^[19]结果相似。其原因可能为复发者肿瘤细胞排列更为紧密, 细胞外间隙减小, 阻碍水分子弥散运动, 因而ADC值降低。郭达等^[20]的研究表明, 平均ADC诊断直肠癌术后吻合口局部复发/炎性纤维化的AUC为0.795。本研究发现, 平均ADC诊断直肠癌术后吻合口复发的AUC为

0.801, 与上述研究报道相似。但本研究进一步发现, ADC诊断结果与病理学检查结果的一致性一般, 这可能是因为手术部位吻合口“富血供”表现可干扰其对吻合口复发灶的判断。本研究结果显示复发者信号强度值、CNR高于未复发者, 其对直肠癌术后吻合口复发具有一定的诊断价值。凌鑫等^[21]的研究表明信号强度可能用于鉴别肿瘤复发组织、感染组织, 这也从侧面佐证了本研究的结果。与既往研究^[22]相比, 本研究创新性地提出采用CT、HR-MRI、DWI联合的多模态影像学诊断直肠癌术后吻合口复发, 结果发现CT、HR-MRI、DWI联合的多模态影像学诊断复发的AUC为0.920, 且优于各影像学表现及参数单独诊断。这可能是由于两种多模态影像学检查方式联合应用, 可排除纤维瘢痕组织、炎性纤维化组织的干扰, 进而提高诊断效能。

综上所述, 直肠癌术后吻合口复发患者CT、HR-MRI、DWI影像学表现存在差异性, 且复发者动脉期CT值、静脉期CT值、信号强度值、CNR升高, 而ADC值降低, CT、HR-MRI、DWI影像学表现及参数联合的多模态影像学对直肠癌术后吻合口复发具有一定的诊断价值, 可为临床早期治疗提供指导依据。但本研究未考虑多种影像学方式联合检查所带来的检查费用和患者所受辐射的增加等情况对患者获益程度的影响, 有待今后深入探讨。

第一作者:

刘露 (ORCID: 0009-0003-0917-789X), 硕士研究生, 主治医师。

通信作者:

马青松 (ORCID: 0009-0008-8134-7597), 硕士研究生, 主任医师, 主任, E-mail:18481192221@163.com。

作者贡献声明:

刘露: 负责实验操作、数据分析和论文撰写; 张泽江, 罗宏明: 负责指导实验设计和论文修改; 罗露露, 马青松: 负责审校文章。

[参 考 文 献]

- [1] WANG L, ZHANG X Y, ZHAO Y M, et al. Intentional watch and wait or organ preservation surgery following neoadjuvant chemoradiotherapy plus consolidation CAPEOX for MRI-defined low-risk rectal cancer: findings from a prospective phase 2 trial (PKUCH-R01 trial, NCT02860234) [J]. Ann Surg, 2023, 277(4): 647-654.
- [2] KUO C Y, LIN Y K, WEI P L, et al. Clinical assessment for non-reversal stoma and stoma re-creation after reversal surgery for patients with rectal cancer having undergoing sphincter-

- saving operation [J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(5): 1944–1950.
- [3] HORVAT N, CARLOS TAVARES ROCHA C, CLEMENTE OLIVEIRA B, et al. MRI of rectal cancer: tumor staging, imaging techniques, and management [J]. *Radiographics*, 2019, 39(2): 367–387.
- [4] LIU Y Y, WEN Z Q, YANG X Y, et al. Lymph node metastasis in rectal cancer: comparison of MDCT and MR imaging for diagnostic accuracy [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44(11): 3625–3631.
- [5] QIU J X, LIU J, BI Z X, et al. Integrated slice-specific dynamic shimmed diffusion weighted imaging (DWI) for rectal Cancer detection and characterization [J]. *Cancer Imaging*, 2021, 21(1): 32.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范(2017年版) [J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2018, 10(3): 1–21.
Department of Medical Administration, National Health Commission of the People's Republic of China. Diagnostic and therapeutic criteria for colorectal cancer in China (2017 edition) [J]. *Chin J Front Med Sci Electron Version*, 2018, 10(3): 1–21.
- [7] GADAN S, BRAND J S, RUTEGÅRD M, et al. Defunctioning stoma and short- and long-term outcomes after low anterior resection for rectal cancer—a nationwide register-based cohort study [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2021, 36(7): 1433–1442.
- [8] BATES D D B, HOMSI M E, CHANG K J, et al. MRI for rectal cancer: staging, mrCRM, EMVI, lymph node staging and post-treatment response [J]. *Clin Colorectal Cancer*, 2022, 21(1): 10–18.
- [9] CHANDRAMOHAN A, SIDDIQI U M, MITTAL R, et al. Diffusion weighted imaging improves diagnostic ability of MRI for determining complete response to neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer [J]. *Eur J Radiol Open*, 2020, 7: 100223.
- [10] PENG Y, TANG H, HU X M, et al. Rectal cancer invasiveness: Whole-lesion diffusion-weighted imaging (DWI) histogram analysis by comparison of reduced field-of-view and conventional DWI techniques [J]. *Sci Rep*, 2019, 9: 18760.
- [11] 庄晓翌, 李建军, 符莉莉, 等. 扩散加权成像对直肠癌患者根治术后局部复发的诊断价值 [J]. 中国医药导报, 2019, 16(16): 129–132.
ZHUANG X Z, LI J J, FU L L, et al. Diagnostic value of diffusion weighted imaging in local recurrence for patients with rectal carcinoma after radical resection [J]. *China Med Her*, 2019, 16(16): 129–132.
- [12] 孙召龙, 孙爱国, 郭影, 等. MRI与DWI在直肠癌术后局部复发中的诊断价值 [J]. 肿瘤影像学, 2021, 30(3): 204–208.
SUN Z L, SUN A G, GUO Y, et al. Diagnostic value of MRI and DWI in local recurrence of rectal cancer after operation [J]. *Oncoradiology*, 2021, 30(3): 204–208.
- [13] ZHANG G W, XU Z L, ZHENG J Y, et al. Ultra-high b-Value DWI in predicting progression risk of locally advanced rectal cancer: a comparative study with routine DWI [J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 59.
- [14] 熊健, 郑历明, 余汉城, 等. 3.0 T高分辨率MRI诊断直肠癌盆腔侧方淋巴结转移的临床价值 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(1): 60–63.
XIONG Jian, ZHENG Liming, YU Hancheng, et al. Clinical value of 3.0 T high resolution MRI in diagnosis of pelvic lateral lymph node metastasis of rectal cancer [J]. *J Pract Radiol*, 2022, 38(1): 60–63.
- [15] 柴亚欣, 李振玉, 牛永超, 等. 高分辨率MRI在直肠癌术前TN分期及环周切缘评估中的应用价值 [J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(11): 1830–1833.
CHAI Yaxin, LI Zhengyu, NIU Yongchao, et al. The application value of high-resolution MRI in assessment of TN staging and circumferential resection margin of preoperative rectal cancer [J]. *J Pract Radiol*, 2021, 37(11): 1830–1833.
- [16] XIONG Z Y, GENG Z J, LIAN S S, et al. Discriminating rectal cancer grades using restriction spectrum imaging [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2022, 47(6): 2014–2022.
- [17] ZHANG G W, XU Z L, ZHENG J Y, et al. Prognostic value of multi b-value DWI in patients with locally advanced rectal cancer [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(3): 1928–1937.
- [18] YANG L Q, QIU M, XIA C C, et al. Value of high-resolution DWI in combination with texture analysis for the evaluation of tumor response after preoperative chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 212(6): 1279–1286.
- [19] 邢家红, 刘太峰, 王俊琴. MR弥散加权成像对直肠癌患者术后吻合口局部复发的诊断价值 [J]. 中国肛肠病杂志, 2020, 40(11): 18–20.
XING J H, LIU T F, WANG J Q. The value of MR-DWI in the diagnosing stoma local recurrence after rectal cancer surgery [J]. *Chin J Coloproctology*, 2020, 40(11): 18–20.
- [20] 郭达, 杨陈, 周倩, 等. MR750 3.0 T DWI ADC值与直肠癌患者临床病理分级及术后复发和吻合口炎性纤维化关系 [J]. 放射学实践, 2020, 35(10): 1310–1315.
GUO D, YANG C, ZHOU Q, et al. Relationship of mr750 3.0t dwi adc value with clinicopathological grade and postoperative recurrence and anastomotic fibrosis in rectal cancer patients [J]. *Radiol Pract*, 2020, 35(10): 1310–1315.
- [21] 凌鑫, 张培栋, 汪娟. 磁共振-弥散加权成像对喉癌和下咽癌术后放疗后并发症及肿瘤复发的诊断价值 [J]. 癌症进展, 2020, 18(10): 1005–1008.
LING X, ZHANG P D, WANG J. The diagnostic value of magnetic resonance diffusion-weighted imaging for the complications and recurrence of laryngeal and hypopharyngeal cancer after surgery and radiation therapy [J]. *Oncol Prog*, 2020, 18(10): 1005–1008.
- [22] 庄翔, 张明敏, 李艳立, 等. 诊断直肠癌术后吻合口复发的多模态联合影像学研究 [J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(2): 134–136.
ZHUANG X, ZHANG M M, LI Y L, et al. Multi-modality combined imaging study on diagnosis of anastomotic recurrence after rectal cancer surgery [J]. *J Imag Res Med Appl*, 2022, 6(2): 134–136.