

论 著

磁共振弥散峰度成像与CT灌注参数对直肠癌术后复发转移的评价及相关分析*

宦乔华¹ 田 芑^{2,*} 杨晓亮¹
蔡建华¹ 贾乃龙³1. 联动保障部队第904医院(无锡市太湖
医院)医学影像科 (江苏无锡 214000)2. 上海交通大学医学院附属瑞金医院无锡
分院放射科 (江苏无锡 214000)3. 海南医科大学第二附属医院放射科
(海南海口 570311)

【摘要】目的 分析磁共振弥散峰度成像(MR-DKI)与CT灌注参数对直肠癌术后复发转移的评价及相关性。**方法** 2021年1月至2023年6月期间,选取直肠癌患者82例,随访半年,按照术后是否复发转移分为复发组37例和非复发组45例,比较两组MR-DKI与CT灌注参数,并分析二者的相关性,及其对直肠癌患者术后复发转移的预测价值。**结果** 与非复发组比较,复发组ADC值更低($P<0.05$),复发组K值、BF更高($P<0.05$),复发组D值、PS、BV无统计学意义($P>0.05$),复发组MTT更短($P<0.05$)。经Pearson分析,ADC值与MTT呈正相关($P<0.05$),与BF呈负相关($P<0.05$),K值与BV、BF呈正相关($P<0.05$),D值与PS、BV呈正相关($P<0.05$)。ROC曲线分析显示,ADC值、K值、MTT、BF预测直肠癌术后复发转移的AUC分别为0.676、0.752、0.744、0.751,在最佳临界值对应的敏感度、特异度分别为:ADC值为75.7%、57.8%,K值为89.2%、53.3%,MTT为48.6%、100.0%,BF为51.4%、100.0%,三者联合为70.3%、93.3%。**结论** 直肠癌患者MR-DKI和CT灌注参数具有一定的相关性,MR-DKI参数ADC值、K值和CT灌注参数MTT、BF联合对直肠癌术后复发转移具有较高的预测价值。

【关键词】 直肠癌; 复发转移;
磁共振弥散峰度成像; CT灌注; 预测

【中图分类号】 R735.3+7

【文献标识码】 A

【基金项目】 江苏省自然科学基金资助项目
(2022KL0240033)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.041

Evaluation and Correlation Analysis of Postoperative Recurrence and Metastasis of Rectal Cancer Using Magnetic Resonance Diffusion-kurtosis Imaging and CT Perfusion Parameters*

HUAN Qiao-hua¹, TIAN Peng^{2,*}, YANG Xiao-liang¹, CAI Jian-hua¹, JIA Nai-long³.

1. Department of Medical Imaging, the 904th Hospital (Wuxi Taihu Lake Hospital) of the Joint Logistics Support Force, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China

2. Department of Radiology, Wuxi Branch, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine Affiliated Ruijin Hospital, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China

3. Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou 570311, Hainan Province, China

ABSTRACT

Objective Analyze the evaluation and correlation between magnetic resonance diffusion-kurtosis imaging (MR-DKI) and CT perfusion parameters for postoperative recurrence and metastasis of rectal cancer. **Methods** From January 2021 to June 2023, 82 patients with rectal cancer were selected and followed up for six months. They were divided into a recurrence group of 37 cases and a non recurrence group of 45 cases based on postoperative recurrence and metastasis. MR-DKI and CT perfusion parameters were compared between the two groups, and their correlation and predictive value for postoperative recurrence and metastasis in rectal cancer patients were analyzed. **Results** Compared with the non recurrent group, the ADC value of the recurrent group was lower ($P<0.05$), while the K value and BF value of the recurrent group were higher ($P<0.05$). The D value, PS, and BV of the recurrent group were not statistically significant ($P>0.05$), and the MTT of the recurrent group was shorter ($P<0.05$). According to Pearson analysis, ADC value is positively correlated with MTT ($P<0.05$), negatively correlated with BF ($P<0.05$), K value is positively correlated with BV and BF ($P<0.05$), and D value is positively correlated with PS and BV ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC values of ADC value, K value, MTT, and BF for predicting postoperative recurrence and metastasis of rectal cancer were 0.676, 0.752, 0.744, and 0.751, respectively. The sensitivity and specificity corresponding to the optimal critical values were: ADC value was 75.7%, 57.8%, K value was 89.2%, 53.3%, MTT was 48.6%, 100.0%, BF was 51.4%, and 100.0%, respectively. The combined values of the three were 70.3% and 93.3%, respectively. **Conclusion** There is a certain correlation between MR-DKI and CT perfusion parameters in rectal cancer patients. The combination of MR-DKI parameters ADC value, K value, and CT perfusion parameters MTT and BF has high predictive value for postoperative recurrence and metastasis of rectal cancer.

Keywords: Rectal Cancer; Recurrence and Metastasis; Magnetic Resonance Diffuse Kurtosis Imaging; CT Perfusion; Forecast

直肠癌是全球范围内最常见的消化道恶性肿瘤之一,其发病率逐年上升,严重威胁人类健康^[1]。直肠癌术后复发转移是导致治疗失败和患者死亡的主要原因之一^[2]。因此,准确评估直肠癌术后复发转移的风险,对于指导临床治疗和改善患者预后具有重要意义。磁共振弥散峰度成像(MR-DKI)是一种新兴的磁共振成像技术,它通过测量水分子的非高斯扩散行为,提供有关组织微观结构复杂性和完整性的信息^[3-4]。近年来,MR-DKI在多种肿瘤的诊断、疗效评估和预后预测中展现出潜在的应用价值。CT灌注成像是一种通过测量组织内血流灌注情况来评估组织功能状态的技术^[5]。CT灌注参数,如血流量、血容量和平均通过时间等,能够反映组织的血管生成和血流灌注情况,与肿瘤的恶性程度和预后密切相关,在直肠癌的复发转移评估中展现出独特价值^[6]。因此,本研究旨在探讨MR-DKI和CT灌注参数在直肠癌术后复发转移评价中的价值,并分析它们之间的相关性,以期对直肠癌术后复发转移的早期诊断、疗效评估和预后预测提供新的方法和思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2021年1月至2023年6月期间,选取直肠癌患者82例。

纳入标准: 病理确诊为直肠癌;术前没有开展放化疗治疗;均开展MR-DKI和CT灌注,且无禁忌证。**排除标准:** 其他(除直肠外)恶性肿瘤者;术前或者术中已经出现远处转移者;精神方面的疾病者。按照术后是否复发转移分为复发组37例和非复发组45例,两组基线资料比较,均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

1.2 方法

1.2.1 MR-DKI检查方法 采用GE3.0T磁共振仪,患者仰卧位,进行T1WI、T2-STIR、背景抑制DWI等多种序列扫描。具体参数包括:T1WI的TR/TE为400/14ms,层厚4mm,

【第一作者】 宦乔华,男,技师,主要研究方向:直肠癌。E-mail: 15861681198@163.com

【通讯作者】 田 芑,男,主管技师,主要研究方向:影像学分析。E-mail: 872995431@qq.com

FOV 35mm, 矩阵228×448, NEX 3次; T2-STIR的TR/TE为3500/65ms, 层厚4mm, FOV 35mm, 矩阵224×256, NEX 3次; 背景抑制DWI的TR/TE为1400/65ms, TI 180ms, 层厚5mm, FOV 38mm, 矩阵128×176, NEX 6次。利用双指数模型计算DKI参数: D值、K值和ADC值。由两名副高级职称的MR医师评估病变, 意见不一致时协商。测量复发灶的肠壁厚度和受累长度使用磁共振自带标尺, 避免囊变坏死区。采用Firevoxel软件测量信号强度、背景噪声标准差和ADC值, 绘制肿瘤ROI, 计算MR-DKI的定量参数非高斯分布校正的扩散系数(D)值、峰度系数(K)值和ADC值。

表1 两组基线资料比较(n, %)

| 组别 | 例数 | 年龄(岁) | 性别 | | BMI(kg/m ²) |
|--------------------|----|-------------|-----------|-----------|-------------------------|
| | | | 男 | 女 | |
| 复发组 | 37 | 54.24±10.45 | 21(56.76) | 16(43.24) | 24.52±2.13 |
| 非复发组 | 45 | 51.07±13.54 | 27(60.00) | 18(40.00) | 24.15±2.44 |
| t/χ ² 值 | | 1.169 | 0.088 | | 0.720 |
| P值 | | 0.246 | 0.767 | | 0.474 |

1.2.2 64层螺旋CT灌注扫描采用GE医疗设备, 先平扫确定肿瘤及其周围正常肠壁。选定肿瘤周边2cm为灌注区, 层厚5mm。经肘静脉以4mL/s速率注入40mL碘普罗胺注射液(优维显, 300mg/mL)。增强后延迟10s开始扫描, 10~40s每2s扫1次, 40~70s每3s扫1次, 70~140s每7s扫1次, 共获35幅动态增强图像。

图像处理及分析: 将原始图像传输至工作站, 使用其灌注分析软件处理。浏览图像, 去除无肿瘤或严重伪影的图像。

采用直肠肿瘤模式分析平扫图像, 精确选择流入靶动脉和流出靶静脉, 如腹主动脉、髂外动脉、股动脉为靶动脉, 下腔静脉或伴行静脉为靶静脉。绘制靶动脉、靶静脉及肿瘤的兴趣区(ROI), 避免血管影和坏死区, 距病灶周边一定距离, 大小为5mm×5mm。通过软件分析获得TDC, 拟合曲线得到灌注参数: 血流量(bloodflow, BF)、血容量(bloodvolume, BV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)和表面通透性(permeability surfacePS)。

1.3 统计学方法 以SPSS 22.0分析MR-DKI与CT灌注参数等数据, 计数资料性别等, 表示为n(%), 组与组之间行χ²检验; 计量资料MR-DKI与CT灌注参数等, 表示为(x±s), 组与组之间行t检验。相关性(MR-DKI与CT灌注参数)开展Pearson分析。影响因素(术后复发转移)分析开展二元Logistic回归分析。评估价值通过受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC曲线)评估, 曲线下面积(area under curve, AUC)0.5~0.7时评估准确性低, 0.7~0.85时有一定准确性, >0.85准确性较高。P<0.05, 统计学有差异。

2 结果

2.1 两组MR-DKI与CT灌注参数比较 与非复发组比较, 复发组ADC值更低(P<0.05), 复发组K值、BF更高(P<0.05), 复发组D值、PS、BV无统计学意义(P>0.05), 复发组MTT更短(P<0.05), 见表2。

2.2 MR-DKI与CT灌注参数的相关性分析 经Pearson分析, ADC值与MTT呈正相关(P<0.05), 与BF呈负相关(P<0.05), K值与BV、BF呈正相关(P<0.05), D值与PS、BV呈正相关(P<0.05), 见表3、图1。

表2 两组MR-DKI与CT灌注参数比较

| 组别 | 例数 | ADC值 | K值 | D值 | PS(ml/100min) | MTT(s) | BV(ml/100g) | BF(ml/100min) |
|------|----|-----------|-----------|-----------|---------------|------------|-------------|---------------|
| 复发组 | 37 | 1.07±0.21 | 1.34±0.40 | 1.58±0.32 | 16.84±2.03 | 10.32±3.74 | 4.08±1.12 | 51.73±14.49 |
| 非复发组 | 45 | 1.21±0.25 | 0.98±0.36 | 1.51±0.26 | 17.36±4.75 | 13.29±3.54 | 3.69±1.28 | 38.76±10.79 |
| t值 | | -2.795 | 4.197 | 1.093 | -0.618 | -4.256 | 1.465 | 4.643 |
| P值 | | 0.006 | <0.001 | 0.278 | 0.539 | <0.001 | 0.147 | <0.001 |

表3 MR-DKI与CT灌注参数的相关性分析

| 观察指标 | | PS | MTT | BV | BF |
|------|----|--------|--------|--------|--------|
| ADC值 | r值 | 0.099 | 0.427 | -0.144 | -0.544 |
| | P值 | 0.376 | <0.001 | 0.198 | <0.001 |
| K值 | r值 | 0.183 | -0.046 | 0.262 | 0.288 |
| | P值 | 0.099 | 0.684 | 0.017 | 0.009 |
| D值 | r值 | 0.430 | 0.134 | 0.522 | 0.143 |
| | P值 | <0.001 | 0.228 | <0.001 | 0.200 |

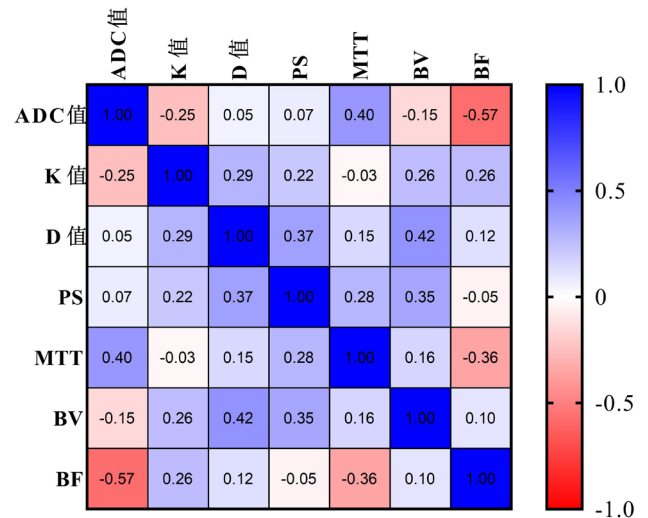


图1 MR-DKI参数与CT灌注参数的相关性分析。

2.3 ADC值、K值、MTT、BF对直肠癌术后复发转移的预测价值分析

对于ADC值、K值、MTT、BF联合预测直肠癌术后复发转移的AUC通过构建以组别为因变量，以ADC值、K值、MTT、BF为自变量纳入Logistic回归分析，结果见表4。根据回归结果中的回归系数值，拟合联合诊断的数值计算公式： $联合 = ADC值 + (3.203/1.437) \times K值 + (-0.298/1.437) \times MTT + (0.065/1.437) \times BF$ ，经SPSS22.0统计得出联合数据。ROC曲线分析显示，ADC值、K值、MTT、BF预测直肠癌术后复发转移的AUC分别为0.676、0.752、0.744、0.751，根据最佳临界值，当ADC值的截断值为1.195时，其敏感度为75.7%，特异度为57.8%；当K值的截断值为0.91时，其敏感度为89.2%，特异度为53.3%；当MTT的截断值为7.5 s时，其敏感度为48.6%，特异度为100.0%；当BF的截断值为55.5 ml/100min时，其敏感度为51.4%，特异度为100.0%；三者联合的敏感度为70.3%，特异度为93.3%，见表5、图2。

2.4 典型病例介绍 见图3~6。

患者，男，57岁。病程介绍：术后一年复查，周围渗出较前吸收。

患者，女，47岁。病程介绍：术后三月复查，术后化疗、肝癌切除+微波消融术后，无转移。

表4 二元Logistic回归结果

| 影响因素 | B | S.E. | Wald | 显著性 | EXP(B) | 95% C.I.用于 EXP(B) | |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------------------|---------|
| | | | | | | 下限 | 上限 |
| ADC值 | 1.437 | 1.51 | 0.906 | 0.341 | 4.209 | 0.218 | 81.165 |
| K值 | 3.203 | 0.978 | 10.719 | 0.001 | 24.61 | 3.617 | 167.458 |
| MTT | -0.298 | 0.098 | 9.242 | 0.002 | 0.743 | 0.613 | 0.9 |
| BF | 0.065 | 0.026 | 6.094 | 0.014 | 1.067 | 1.013 | 1.124 |
| 常量 | -4.585 | 2.631 | 3.036 | 0.081 | 0.01 | | |

表5 ADC值、K值、MTT、BF预测直肠癌术后复发转移的ROC曲线分析相关指标

| 检验项目 | AUC | 标准误 | 渐近显著性水平 | 95% 置信区间 | | 最佳临界值 | 约登指数 | 敏感度(%) | 特异度(%) |
|------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | | | 下限值 | 上限值 | | | | |
| ADC值 | 0.676 | 0.059 | 0.006 | 0.561 | 0.791 | 1.195 | 0.335 | 75.7 | 57.8 |
| K值 | 0.752 | 0.054 | <0.001 | 0.647 | 0.858 | 0.91 | 0.425 | 89.2 | 53.3 |
| MTT | 0.744 | 0.056 | <0.001 | 0.635 | 0.853 | 7.5 | 0.486 | 48.6 | 100.0 |
| BF | 0.751 | 0.055 | <0.001 | 0.644 | 0.859 | 55.5 | 0.514 | 51.4 | 100.0 |
| 联合 | 0.868 | 0.040 | <0.001 | 0.790 | 0.946 | | 0.636 | 70.3 | 93.3 |

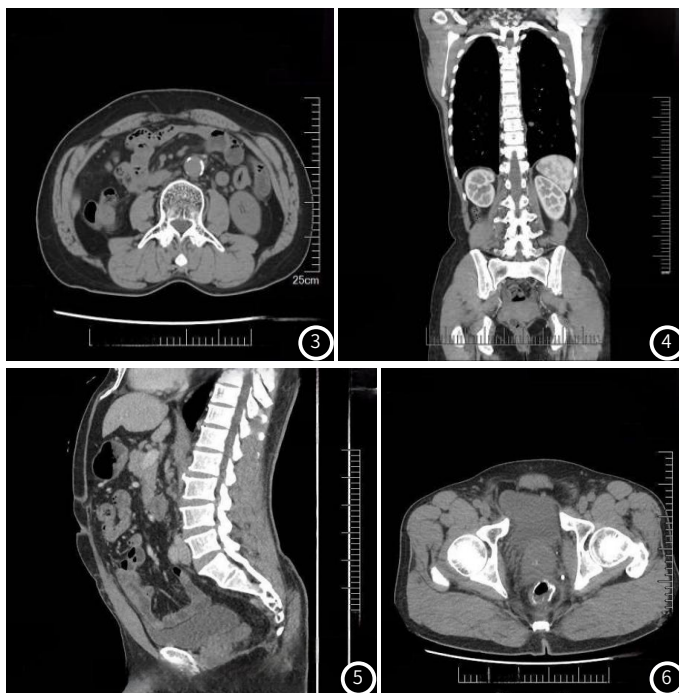
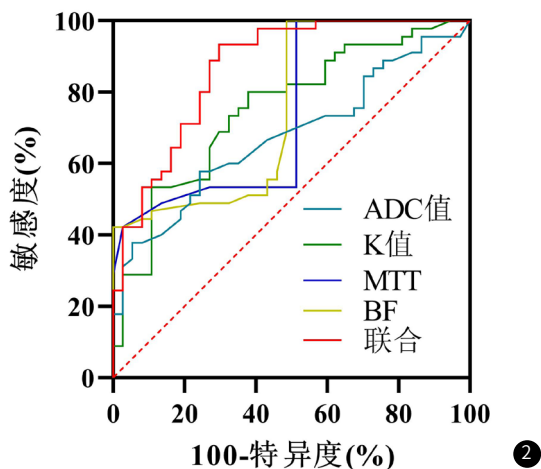


图2 ADC值、K值、MTT、BF预测直肠癌术后复发转移的ROC曲线分析。**图3** 直肠癌术后无转移。**图4** 直肠癌术后转移。**图5** 直肠癌术后改变，周围渗出类圆形密度影。**图6** 边界不清。

3 讨论

直肠癌是一种源于直肠黏膜上皮细胞的恶性肿瘤，是消化道最常见的恶性肿瘤之一。在中国，直肠癌的发病率呈上升趋势，发病年龄中位数在45岁左右，青年人发病率也有升高的趋势^[7]。直肠癌术后复发转移是一个较为常见的问题。由于直肠癌的恶性程度较高，加之手术难度大，切除范围广，因此术后容易发生复发和转移^[8]。据统计，直肠癌术后复发转移率高达50%，其中超过九成的复发转移发生在术后2~3年，5年以后发生的概率较低^[9]，因此尽早对直肠癌术后复发转移进行预测是非常重要的。磁共振弥散峰度成像(DKI)是一种先进的磁共振成像技术，主要用于评估组织的微观结构和功能^[10]。它的基本原理是利用水分子在组织中的扩散运动，通过测量和计算扩散峰度来反映组织的结构程度。CT灌注参数是一种在医学影像学中使用的参数，主要用于评估组织或器官的血流灌注情况。

本研究结果显示，与非复发组比较，复发组ADC值更低($P<0.05$)，复发组K值、BF更高($P<0.05$)，复发组D值、PS、BV无统计学意义($P>0.05$)，复发组MTT更短($P<0.05$)。ADC值代表了水分子的扩散程度。直肠癌复发转移患者的ADC值更低，可能是因为肿瘤细胞的增殖和浸润导致了细胞密度增加，限制了水分子的扩散运动。而未复发转移患者的ADC值相对较高，可能是因为肿瘤细胞较少，细胞间间隙较大，有利于水分子的扩散。K值是描述峰度成像的参数，与组织结构的非均匀性有关^[11]。K值越高，说明组织结构的非均匀性越强。直肠癌复发转移患者的K值更高，可能是因为肿瘤细胞的异型性和不均匀分布导致了组织结构的非均匀性增加。BF代表了血流灌注量。直肠癌复发转移患者的BF更高，可能是因为肿瘤新生血管的形成和血流增加，以提供更多的养分和氧气支持肿瘤生长^[12]。MTT代表了血液在组织中的平均停留时间。直肠癌复发转移患者的MTT更短，可能是因为肿瘤血管的结构和功能异常，导致血液在组织中的流速加快，流动路径缩短。经Pearson分析，ADC值与MTT呈正相关($P<0.05$)，与BF呈负相关($P<0.05$)，K值与BV、BF呈正相关($P<0.05$)，D值与PS、BV呈正相关($P<0.05$)。这是由于MTT反映的是血流通过血管床的时间，而ADC值在一定程度上也反映了组织中的血流情况。当MTT增加时，意味着血流通过的时间延长，这可能导致水分子的扩散增加，从而使得ADC值升高^[13]。BF直接反映了血液的流量，当BF增加时，更多的血液进入肿瘤或组织，这可能增加了组织内的血管密度或血流速率，从而降低了水分子的扩散效率，使得ADC值下降。K值反映的是组织结构的复杂性，而BV和BF都是与血液灌注相关的参数。当BV或BF增加时，更多的血液进入组织，可能增加了组织内的血管密度或血流速率，从而使得峰度参数K值增加。D值反映的是水分子的扩散系数，PS(通透性表面)反映的是毛细血管通透性^[14]。当PS增加时，意味着组织内的血管通透性增加，这可能使得水分子的扩散系数增加，从而使得D值升高。同样地，当BV增加时，更多的血液进入组织，可能增加了组织内的血管密度或血流速率，这也可能导致D值的升高。

ROC曲线分析显示，ADC值、K值、MTT、BF预测直肠癌术后复发转移的价值高，且联合诊断价值更高。ADC值和K值是反映水分子扩散和组织结构复杂程度的参数。在直肠癌中，恶性肿瘤细胞的增殖和生长会导致组织结构变得更加拥挤和复杂，限制了水分子在细胞内的扩散^[15]。因此，ADC值和K值会降低。这两个参数联合使用，能够更全面地评估肿瘤的恶性程度和预后，有助于预测术后复发转移的风险。其次，CT灌注参数MTT和BF能够反映肿瘤组织的血流动力学特性^[16]。MTT延长表明对比剂在肿

瘤组织中扩散速度减慢，可能提示肿瘤内部的血管结构异常或者血流阻力增加。BF则代表单位时间内流经靶组织的血容量，反映了肿瘤组织的血液流动速率^[17]。通过联合分析MTT和BF，可以更准确地评估肿瘤内部的血流状态，有助于发现潜在的复发转移病灶。MR-DKI参数ADC值、K值和CT灌注参数MTT、BF联合使用，可以从多个角度全面评估直肠癌的恶性程度和预后，提高对术后复发转移的预测准确性。这些参数的联合分析，能够为临床医生提供更加全面和准确的信息，有助于制定更加精准的治疗方案，改善患者的预后。

综上所述，直肠癌患者MR-DKI和CT灌注参数具有一定的相关性，MR-DKI参数ADC值、K值和CT灌注参数MTT、BF联合对直肠癌术后复发转移具有较高的预测价值。

参考文献

- [1] 孙召龙, 孙爱国, 郭影, 等. 磁共振弥散峰度成像定量参数对直肠癌患者术后局部复发的评估价值[J]. 中国医学装备, 2022, 19(6): 69-72.
- [2] 曾方敏, 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现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.
- [3] 何涛, 袁发阔, 王良平, 张蕾, 李玉峰. ¹⁸F-FDG PET/CT对监测结肠直肠癌术后复发的应用价值探讨[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(12): 137-138.
- [4] 李畅, 黄丽, 杨广奇, 等. 磁共振扩散峰度成像对肝移植术后急性排斥反应的诊断价值[J]. 影像诊断与介入放射学, 2021, 30(1): 29-33.
- [5] 樊慧慧, 方长海, 赵君, 等. 多层螺旋CT增强联合血清癌胚抗原评价结肠直肠癌术后局部复发/转移的临床价值[J]. 中国临床医生杂志, 2023, 51(3): 320-323.
- [6] Fujima N, Sakashita T, Homma A, et al. Utility of a hybrid IVIM-DKI model to predict the development of distant metastasis in head and neck squamous cell carcinoma patients[J]. Magnetic Resonance in Medical Sciences, 2018, 17(1): 21-27.
- [7] 董宛, 刘爱莲, 陈安良, 等. 酰胺质子转移加权和扩散峰度成像对直肠癌化疗和未化疗的定量对比研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(1): 54-59.
- [8] 张志鹏, 冯媛媛, 王炎, 等. 结肠直肠癌根治术后复发转移相关因素的回溯性研究[J]. 上海中医药杂志, 2023, 57(9): 27-32.
- [9] 张崇杰, 杨珏红, 王俊波, 等. MR扩散峰度成像定量参数对不同亚型乳腺癌患者新辅助化疗后的评估价值[J]. 川北医学院学报, 2023(11): 1526-1529.
- [10] Baillet P, Cadiot G, Goutte M, et al. Faecal calprotectin and magnetic resonance imaging in detecting Crohn's disease endoscopic postoperative recurrence[J]. World Journal of Gastroenterology, 2018, 24(5): 641-650.
- [11] 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(7): 890-894.
- [12] 邢士军, 王莉, 张永成. 动态对比增强磁共振成像多定量参数评估早期直肠癌局部浸润和淋巴结转移的研究[J]. 中国医学装备, 2022, 19(9): 50-54.
- [13] 邢倩, 谷小磊, 朱海涛, 等. CT影像组学预测结肠癌肝转移术后患者1年内无进展生存期[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(7): 1035-1040.
- [14] 陈玉坤, 张绍婷, 沈浮, 等. 多参数弥散加权成像在直肠癌术前分期中的应用价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(3): 231-236.
- [15] 史志涛, 何雪琦, 邵凯, 等. 扩散峰度成像联合动态增强磁共振成像对乳腺癌不同分子分型的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(7): 1087-1091.
- [16] Fujima N, Yoshida D, Sakashita T, et al. Prediction of the treatment outcome using intravoxel incoherent motion and diffusional kurtosis imaging in nasal or sinonasal squamous cell carcinoma patients[J]. European Radiology, 2016, 27(3): 956-965.
- [17] 宋丹, 柴亚欣, 葛延平. HR-MRI联合RTN-1C评估进展期直肠癌放疗疗效效能[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 111-113.

(收稿日期: 2024-06-13)

(校对编辑: 翁佳鸿)