

## ◁腹部影像学▷

## 动态对比增强磁共振成像参数诊断结直肠癌术前 TN 分期的价值

蒋 蕾<sup>1</sup>, 卢 禹<sup>2</sup>, 石梦园<sup>2</sup>

(1. 河南南阳医学高等专科学校医学技术系, 河南 南阳 473000;

2. 河南南阳医学高等专科学校第一附属医院 MRI 室, 河南 南阳 473000)

**[摘要]** 目的:探讨动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)参数诊断结直肠癌术前 TN 分期的价值。方法:对我院 2021 年 5 月—2023 年 5 月 80 例结直肠癌患者的临床资料进行回顾性分析,患者均行常规 MRI 及 DCE-MRI 扫描检查,以病理学诊断结果为金标准,比较不同 TN 分期患者 DCE-MRI 参数(容量转移常数( $K^{trans}$ )、速率常数( $K_{ep}$ )、血管外/细胞外间隙容积分数( $V_e$ )),采用受试者工作曲线(ROC)分析 DCE-MRI 参数对 TN 分期的诊断价值,采用相关性系数分析 DCE-MRI 参数与结直肠癌患者 TN 分期的相关性。结果:病理学诊断结果显示,80 例结直肠癌患者中,T1 期 27 例、T2 期 21 例、T3 期 17 例、T4 期 15 例;N0 期 41 例、N1 期 21 例、N2 期 18 例;不同 T 分期结直肠癌患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ );ROC 曲线显示, $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断结直肠癌患者 T1-2 及 T3-4 的 AUC 为 0.896,高于三者单独诊断的 0.783、0.774、0.718( $P<0.05$ );不同 N 分期结直肠癌患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ );ROC 曲线显示, $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断结直肠癌患者 N0 及 N1-2 的 AUC 为 0.918,高于三者单独诊断的 0.817、0.763、0.779( $P<0.05$ );Spearman 相关性分析结果显示, $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  与结直肠癌患者 TN 分期呈正相关( $P<0.05$ )。结论:DCE-MRI 参数对结直肠癌术前 TN 分期具有较高的诊断价值,可为临床制定治疗方案提供依据。

**[关键词]** 结直肠肿瘤;肿瘤分期;磁共振成像**[中图分类号]** R735.35;R735.36;R445.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1008-1062(2025)01-0038-05

DOI:10.12117/jccmi.2025.01.009

**Value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging parameters in the diagnosis of preoperative TN staging in colorectal cancer**JIANG Lei<sup>1</sup>, LU Yu<sup>2</sup>, SHI Meng-yuan<sup>2</sup>

(1. Department of Medical Technology, Nanyang Medical College, Nanyang Henan 473000, China;

2. MRI Room, the First Affiliated Hospital of Nanyang Medical College, Nanyang Henan 473000, China)

**Abstract: Objective:** To explore the value of dynamic contrast enhanced-MRI (DCE-MRI) parameters in the diagnosis of preoperative TN staging in colorectal cancer. **Methods:** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 80 patients with colorectal cancer in our hospital between May 2021 and May 2023. All patients underwent routine MRI and DCE-MRI scans. Taking pathological diagnosis results as the golden standard, DCE-MRI parameters (volume transfer constant( $K^{trans}$ ), rate constant( $K_{ep}$ ), extravascular extracellular volume fraction( $V_e$ )) in patients with different TN staging were compared. The correlation between DCE-MRI parameters and TN staging was analyzed by correlation coefficient. The diagnostic value of DCE-MRI parameters for TN staging was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** The results of pathological diagnosis showed that in the 80 patients with colorectal cancer, there were 27 cases in stage T1, 21 cases in stage T2, 17 cases in stage T3, 15 cases in stage T4. 41 cases in stage N0, 21 cases in stage N1 and 18 cases in stage N2. There were significant differences in  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$  and  $V_e$  among colorectal cancer patients with different T staging ( $P<0.05$ ). ROC curves analysis showed that AUC of  $K^{trans}$  combined with  $K_{ep}$  and  $V_e$  in the diagnosis of T1-2 and T3-4 was 0.896, which was greater than that of single index (0.783, 0.774 0.718;  $P<0.05$ ). There were significant differences in  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$  and  $V_e$  among colorectal cancer patients with different N staging ( $P<0.05$ ). ROC curves analysis showed that the AUC of  $K^{trans}$  combined with  $K_{ep}$  and  $V_e$  in the diagnosis of N0 and N1-2 was 0.918, which was greater than that of single index (0.817, 0.763, 0.779;  $P<0.05$ ). The results of Spearman correlation analysis showed that  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$  and  $V_e$  were positively correlated with TN staging in colorectal cancer patients( $P<0.05$ ). **Conclusion:** DCE-MRI parameters have high diagnostic value for preoperative TN staging in

**[收稿日期]** 2024-04-09; **[修回日期]** 2024-05-20**[作者简介]** 蒋蕾(1973-),女,湖南常德人,副教授。E-mail:13781779188@163.com**[通信作者]** 卢禹,河南南阳医学高等专科学校第一附属医院 MRI 室,473000。E-mail:13663991989@163.com**[基金项目]** 河南省终身教育课题(202370016);河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2021SJGLX806);河南省职业教育教学改革研究与实践项目(202405851);南阳医专教育教学改革研究与实践项目(JGXM202417)。

patients with colorectal cancer, which can provide basis for the formulation of clinical treatment regimens.

**Key words:** Colorectal Neoplasms; Neoplasm Staging; Magnetic Resonance Imaging

结直肠癌是好发于 40 岁以上男性群体的消化道恶性肿瘤,患者伴有便秘、便血、腹胀、腹痛、腹部肿块等症状<sup>[1-2]</sup>。现阶段临床根据肿瘤侵犯情况、病理分期情况,采用以放化疗及手术为主的综合手段治疗结直肠癌<sup>[3]</sup>。因此,准确评估结直肠癌患者术前 TN 分期对临床制定治疗方案具有重要的价值。随着医学技术的发展,MRI 逐渐应用于结直肠癌的诊断,具有多方位成像、无电离辐射损及磁共振分辨率高等优势,但常规 MRI 扫描无法准确判断术前 TN 分期,存在一定的局限性<sup>[4]</sup>。动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)能获取病灶内部血流信号特征和肿瘤血管信息并进行定量或半定量分析,有利于临床综合评估病变组织血流灌注特点,从而提升对术前 TN 分期的诊断准确度<sup>[5-6]</sup>。本研究探讨 DCE-MRI 参数诊断结直肠癌术前 TN 分期的价值,为结直肠癌诊疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析我院 2021 年 5 月—2023 年 5 月 80 例结直肠癌患者的临床资料。男 54 例,女 26 例;年龄 47~83 岁,平均(59.34±5.28)岁。病程 7 月~4 年,平均(1.63±0.45)年。发病部位:左半结直肠癌 43 例,右半结直肠癌 37 例。病理学诊断结果显示,T1 期 27 例、T2 期 21 例、T3 期 17 例、T4 期 15 例;N0 期 41 例、N1 期 21 例、N2 期 18 例。

纳入标准:①符合结直肠癌诊断标准<sup>[7]</sup>,经病理确诊;②均行 DCE-MRI 检查;③DCE-MRI 检查与病理检查间隔时间不超过 2 周;④临床及病理资料完整。排除标准:①精神及认知功能异常,无法配合检查者;②近期接受抗肿瘤治疗者;③对造影剂过敏者;④合并其他类型恶性肿瘤者;⑤合并急性肠梗阻、肠易激综合征或存在消化道活动性出血者;⑥结直肠癌术后复发者;⑦合并肺、心及肾等重要脏器严重损伤者。

### 1.2 检查方法

检查仪器为西门子 MAGNETOM Verio 3.0T 磁共振扫描仪、飞利浦 Elition 3.0T 磁共振扫描仪。患者均于检查前进行肠道清洁准备,术前 1 d 口服聚乙二醇,禁食 8 h,扫描前 15 min 肌肉注射 10 mg 消旋山莨菪碱,影像采集过程中指导患者静息屏气,扫描方向自膈顶至耻骨联合下缘。

采用 GenIQ 后处理软件测量获取容量转移常

数( $K^{trans}$ )、速率常数( $K_{ep}$ )、血管外/细胞外间隙容积分数( $V_e$ )等定量参数结果。

### 1.3 图像分析

影像资料由两名影像科专业医师进行阅片及分析,如有分歧,通过协商达成一致。勾画病灶并选取包括病灶的最大层面及病灶最佳、最大层面及相邻上下两个层面增厚的肠壁的边缘,将 3 个层面感兴趣区域融合成 1 个容积感兴趣区,包含肿瘤坏死、出血及钙化区域,且需尽量避开周围脂肪及内容物。病理 TN 分期参考美国癌症联合委员会第 7 版癌症分期手册诊断标准<sup>[8]</sup>。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 统计学软件处理数据,采用组内相关系数 (ICC) 评价两名医师测量肿瘤的  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  的一致性,ICC ≥ 0.75 为高度一致,0.40 ≤ ICC < 0.75 为中度一致,ICC < 0.40 为一致性较低;符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,行独立样本  $t$  检验;采用受试者工作特征曲线(ROC)分析  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  等定量参数对结直肠癌术前 TN 分期的诊断价值;采用 Spearman 系数分析  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  等定量参数与结直肠癌术前 TN 分期的相关性。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两名医师测量结直肠癌患者 $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 的一致性

两名医师测量结直肠癌患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  的一致性较高。 $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  的 ICC 分别为 0.950(95%CI 0.931~0.980)、0.900(95%CI 0.849~0.935)、0.953(95%CI 0.924~0.978)。

### 2.2 不同病理 T 分期结直肠癌患者 DCE-MRI 定量参数比较

不同 T 分期结直肠癌患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。T4 期患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  高于 T1、T2、T3 期患者,T3 期患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  高于 T1、T2 期患者,T2 期患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  高于 T1 期患者( $P < 0.05$ )。见表 1 和图 1。

### 2.3 DCE-MRI 参数对结直肠癌患者术前 T 分期的诊断价值

病理学诊断结果显示,T1-2 期共有 48 例,T3-4 期共有 32 例。绘制  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  等 DCE-MRI 定量参数单独或联合诊断结直肠癌患者术前 T 期的 ROC 曲线,确定最佳截断点分别为别 1.16 min<sup>-1</sup>、1.92 min<sup>-1</sup>、

0.63。ROC 曲线显示,  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断结直肠癌患者 T1-2 期及 T3-4 期的 AUC 为 0.896, 高于三者单独诊断的 0.783、0.774、0.718 ( $P < 0.05$ )。见表 2 和图 2。

#### 2.4 不同病理 N 分期结直肠癌患者 DCE-MRI 定量参数比较

不同 N 分期结直肠癌患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。N2 期患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  高于 N0、N1 期患者, N1 期患者  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  高于 N0 期患者 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 1 不同病理 T 分期结直肠癌患者 DCE-MRI 定量参数比较

| 例数 | $K^{trans}(\text{min}^{-1})$ | $K_{ep}(\text{min}^{-1})$  | $V_e$                      |                            |
|----|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| T4 | 15                           | 1.52±0.32 <sup>1,2,3</sup> | 2.36±0.41 <sup>1,2,3</sup> | 0.80±0.20 <sup>1,2,3</sup> |
| T3 | 17                           | 1.21±0.28 <sup>1,2</sup>   | 2.08±0.36 <sup>1,2</sup>   | 0.66±0.17 <sup>1,2</sup>   |
| T2 | 21                           | 1.02±0.21 <sup>1</sup>     | 1.83±0.30 <sup>1</sup>     | 0.54±0.14 <sup>1</sup>     |
| T1 | 27                           | 0.73±0.16                  | 1.61±0.33                  | 0.42±0.11                  |
| F  |                              | 42.195                     | 20.866                     | 24.609                     |
| P  |                              | <0.05                      | <0.05                      | <0.05                      |

注: 1: 与 T1 分期比较,  $P < 0.05$ ; 2: 与 T2 分期比较,  $P < 0.05$ ; 3: 与 T3 分期比较,  $P < 0.05$ 。

表 2 DCE-MRI 参数对结直肠癌患者术前 T 分期的诊断价值

|             | 截断值                    | AUC   | 95%CI       | P     | 敏感度    | 特异度    |
|-------------|------------------------|-------|-------------|-------|--------|--------|
| $K^{trans}$ | 1.16 $\text{min}^{-1}$ | 0.783 | 0.676~0.867 | <0.05 | 75.00% | 77.08% |
| $K_{ep}$    | 1.92 $\text{min}^{-1}$ | 0.774 | 0.667~0.860 | <0.05 | 78.12% | 72.92% |
| $V_e$       | 0.63                   | 0.718 | 0.607~0.813 | <0.05 | 65.62% | 79.17% |
| 三者联合        | -                      | 0.896 | 0.807~0.953 | <0.05 | 93.75% | 70.83% |

#### 2.5 DCE-MRI 参数对结直肠癌患者术前 N 分期的诊断价值

病理学诊断结果显示, N0 期有 41 例, N1-2 期共有 39 例。绘制  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  等 DCE-MRI 定量参数单独或联合诊断结直肠癌患者术前 N 分期的 ROC 曲线, 确定最佳截断点分别为 0.84  $\text{min}^{-1}$ 、1.84  $\text{min}^{-1}$ 、0.57。ROC 曲线显示,  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断结直肠癌患者 N0 期及 N1-2 期的 AUC 为 0.918, 高于三者单独诊断的 0.817、0.763、0.779 ( $P < 0.05$ )。见表 4 和图 3。

表 3 不同病理 N 分期结直肠癌患者 DCE-MRI 定量参数比较

| 例数 | $K^{trans}(\text{min}^{-1})$ | $K_{ep}(\text{min}^{-1})$ | $V_e$                    |                          |
|----|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| N2 | 18                           | 1.55±0.37 <sup>1,2</sup>  | 2.39±0.46 <sup>1,2</sup> | 0.82±0.23 <sup>1,2</sup> |
| N1 | 21                           | 1.19±0.31 <sup>1</sup>    | 2.03±0.42 <sup>1</sup>   | 0.63±0.18 <sup>1</sup>   |
| N0 | 41                           | 0.78±0.22                 | 1.68±0.37                | 0.50±0.14                |
| F  |                              | 49.117                    | 20.107                   | 21.421                   |
| P  |                              | <0.05                     | <0.05                    | <0.05                    |

注: 1: 与 N0 分期比较,  $P < 0.05$ ; 2: 与 N1 分期比较,  $P < 0.05$ 。

表 4 DCE-MRI 参数对结直肠癌患者术前 N 分期的诊断价值

|             | 截断值                    | AUC   | 95%CI       | P     | 敏感度    | 特异度    |
|-------------|------------------------|-------|-------------|-------|--------|--------|
| $K^{trans}$ | 0.84 $\text{min}^{-1}$ | 0.817 | 0.714~0.894 | <0.05 | 82.05% | 70.73% |
| $K_{ep}$    | 1.84 $\text{min}^{-1}$ | 0.763 | 0.654~0.851 | <0.05 | 74.36% | 73.17% |
| $V_e$       | 0.57                   | 0.779 | 0.673~0.864 | <0.05 | 69.23% | 78.05% |
| 三者联合        | -                      | 0.918 | 0.835~0.968 | <0.05 | 97.44% | 70.73% |

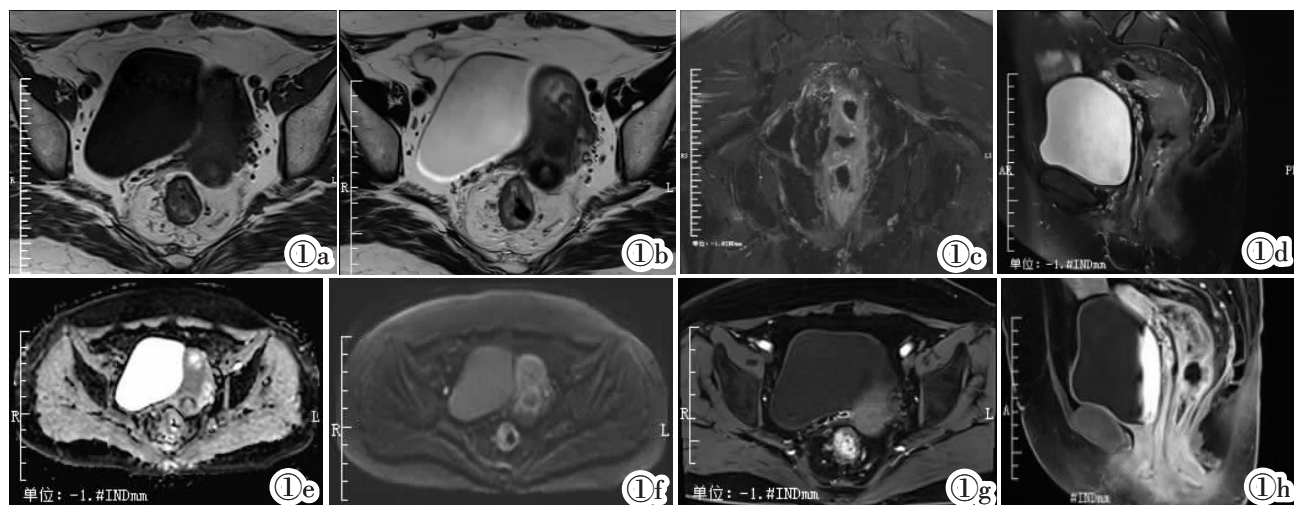


图 1 女, 64 岁, 直肠中上段肿瘤 T3N2bM0 期。图 1a: T<sub>1</sub>WI, 图 1b: T<sub>2</sub>WI, 图 1c: 冠状位 T<sub>2</sub> 压脂 FSE, 图 1d: 矢状位 T<sub>2</sub> 压脂 FSE, 图 1e: ADC, 图 1f: DWI, 图 1g, 1h: DCE。直肠中上段肠壁不规则增厚, 以左侧壁增厚为著, 最厚处约 1.5 cm, 病变呈等 T<sub>1</sub> 混杂 T<sub>2</sub> 信号, DWI 扩散受限, 病变上下长度约 8.4 cm, 下缘距肛缘约 7.1 cm。病灶突破肌层, 周围血管影增多, 局部脂肪间隙模糊, 相应肠腔狭窄, 以上肠管扩张。直肠系膜区可见数个大小不一淋巴结影 (>7 个)。

Figure 1. Female, 64 years old, T3N2bM0 tumor in middle and upper rectum. Figure 1a: T<sub>1</sub>WI, Figure 1b: T<sub>2</sub>WI, Figure 1c: Coronal T<sub>2</sub> fat-suppression FSE, Figure 1d: Sagittal T<sub>2</sub> fat-suppression FSE, Figure 1e: ADC, Figure 1f: DWI, Figure 1g, 1h: DCE. Irregular thickening of intestinal walls in middle and upper rectum, with the left lateral wall being the thickest, with a maximum thickness of about 1.5 cm. There were equal T<sub>1</sub> and mixed T<sub>2</sub> signals in lesions, diffusion limitation on DWI. The length of lesion from top to bottom was about 8.4 cm, and the distance from inferior margin to anal margin was about 7.1 cm. The lesion broke through muscle layer, peripheral vessel shadows were increased, local fat gap was blurred, there was stenosis of corresponding intestinal cavity and dilation of upper intestinal duct. There were several lymph node shadows (>7) with different size in mesorectal region.

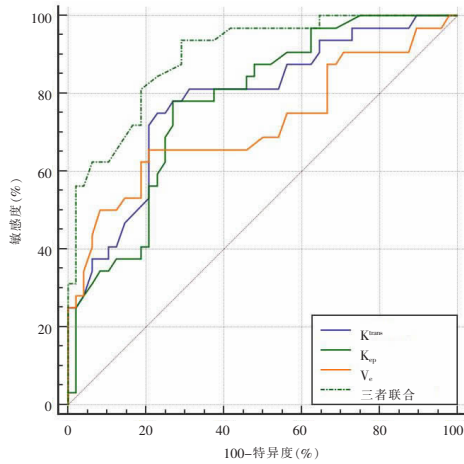


图 2 DCE-MRI 参数诊断结直肠癌患者术前 T 分期的 ROC 曲线。

Figure 2. ROC curves of DCE-MRI parameters in the diagnosis of preoperative T staging in patients with colorectal cancer.

### 2.6 DCE-MRI 参数与结直肠癌患者术前 TN 分期的相关性分析

Spearman 相关性分析结果显示, DCE-MRI 定量参数  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  均与结直肠癌患者术前 TN 分期呈正相关 ( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 DCE-MRI 参数与结直肠癌患者术前 T、N 分期的相关性分析

|             | T 分期  |       | N 分期  |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
|             | r     | P     | r     | P     |
| $K^{trans}$ | 0.672 | <0.05 | 0.646 | <0.05 |
| $K_{ep}$    | 0.615 | <0.05 | 0.593 | <0.05 |
| $V_e$       | 0.584 | <0.05 | 0.527 | <0.05 |

## 3 讨论

结直肠癌是原发于结肠黏膜上皮的恶性肿瘤, 基因遗传、肠道慢性炎症及饮食习惯等因素均为诱因<sup>[9-10]</sup>。结直肠癌早期浸润范围大多局限于结肠黏膜及黏膜下层, 随着病情进展, 肿瘤组织逐渐侵入固有肌层, 邻近器官组织受累, 导致预后不良<sup>[11]</sup>。及早发现、诊断及治疗结直肠癌对控制病情进展、缓解症状尤为重要。目前肠道疾病检查常用的方式包括腹部 CT、常规 MRI, 腹部 CT 可通过不同角度显示病灶情况, 但易受肠道内容物干扰, 清晰度和准确度均有待提升, 应用场景较为有限<sup>[12]</sup>。国内报道发现, CT 对于直肠癌患者术前 T 分期总体准确率为 86.3%、N 分期为 66.7%<sup>[13]</sup>。MRI 对机体不同密度组织具有较高的分辨率, 能反映肿瘤浸润肠壁深度及肿瘤转移情况, 且成像效果好、电离辐射危害小<sup>[14-15]</sup>。但有研究显示, 常规 MRI 检查对结直肠癌术前 T 分期诊断准确率仅为 75.68%, 无法准确判断 T 分期情况<sup>[16]</sup>。可见, CT 和常规 MRI 检查对结直肠癌患者术前 TN 分期的判断情况较为普通。

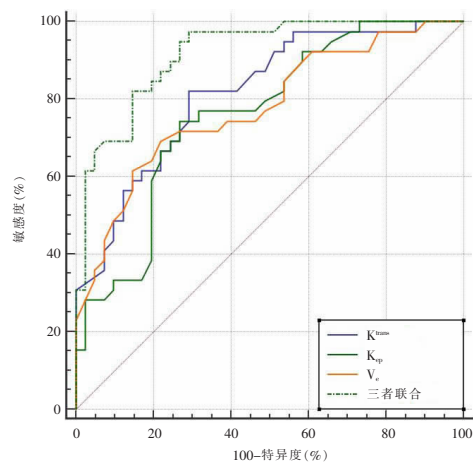


图 3 DCE-MRI 参数诊断结直肠癌患者术前 N 分期的 ROC 曲线。

Figure 3. ROC curves of DCE-MRI parameters in the diagnosis of preoperative N staging in patients with colorectal cancer.

一项关于 DCE-MRI 对直肠癌术前分期诊断价值的研究发现, DCE-MRI 参数对鉴别直肠癌的 T 分期均有较大的价值<sup>[17]</sup>。DCE-MRI 利用流动增强效应原理进行成像, 能够更清晰地显示各组织结构间的解剖关系, 在获得肿瘤形态学信息的同时, 也能够监测软组织肿瘤生理性变化情况, 因此适用于各类恶性肿瘤的早期诊断<sup>[18]</sup>。结直肠癌会侵犯周围组织结构, 引起正常组织发生炎性反应及纤维化, 导致常规 MRI 图像无法准确显示病灶及侵犯情况, 从而误诊为侵犯周围组织结构, 故常规 MRI 检查在结直肠癌术前临床分期的诊断中存在不足。DCE-MRI 在静脉血管内注入对比剂后于一定时间内反复扫描肿瘤病灶, 观察肿瘤组织血管中对对比剂的分布及代谢, 进而测量肿瘤微血管生理学信息, 更加精确地诊断恶性肿瘤。DCE-MRI 能反映血管密度及通透性, 进而体现新生血管的显微结构水平。DCE-MRI 定量参数中  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$  主要反映组织灌注特性,  $V_e$  则与血管外细胞外间隙占比密切相关<sup>[19-20]</sup>, 既往研究认为肿瘤细胞乏氧成分、细胞分布密度、周围组织水肿程度共同影响  $V_e$  的稳定性<sup>[21]</sup>。定量参数结果不易受医师主观诊断和外源性干扰因素影响, 因此更具全面性和客观性。

本研究中  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  随结直肠癌患者 TN 分期增加而不断升高, 显示不同 TN 分期结直肠癌患者 DCE-MRI 定量参数结果存在显著差异。分析原因为: 结直肠癌患者 TN 分期增加, 提示肿瘤组织恶性程度越高, 对周围组织侵犯程度的加重, 生长增殖状态越活跃, 随着新生血管生成速率加快, 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, 因而表现为  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  偏高。此外, TN 分期较高的患者肿瘤新生血管相对丰富, 其通透性及脆性均较高, 缺乏基层及基底膜, 导致血管

间隙扩大,增加血管通透性,使对比剂渗出增加,从而增大对比剂向血管反流,引起  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  偏高。进一步的 ROC 曲线显示,  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断结直肠癌患者术前 TN 分期的 AUC 均高于三者单独诊断,证明了  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  联合诊断对结直肠癌术前临床分期具有较高的诊断效能。孙琰等<sup>[22]</sup>研究也发现, DCE-MRI 定量参数能准确诊断直肠癌患者术前 TN 分期, 与本研究结果相符。相关性分析结果显示,  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  与结直肠癌患者术前 TN 分期呈正相关,提示结直肠癌患者行 DCE-MRI 检查时,如发现定量参数  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  呈现升高趋势,可结合病灶对周边组织的浸润程度表现以及淋巴结扫描结果,进一步确认肿瘤病情进展现状,便于临床根据肿瘤生物学特性表现制定手术治疗方案,从而更好地预防疾病复发、延长患者预后生存时间。

本研究详细分析了不同 T 分期及 N 分期结直肠癌患者的  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ ,并通过 ROC 曲线分析发现  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  等 DCE-MRI 参数联合诊断结直肠癌患者术前 TN 分期的效能较高。但本研究仍存在不足之处,未横向比较 DCE-MRI 与 MSCT 以及腹部 CT 的诊断结果,也未纵向比较 DCE-MRI 与常规 MRI 的诊断准确率;此外, DCE-MRI 检测费用较高,考虑到患者经济能力以及医疗成本控制等客观因素影响,该项诊断是否适用于所有结直肠癌患者,这一问题仍有待进一步考证。本研究将以此作为下一步研究方向并继续完善研究方案内容。

综上所述, DCE-MRI 参数对结直肠癌术前 TN 分期具有较高的诊断价值,可为临床制定治疗方案提供依据。

#### [参考文献]

- [1] 马文帅, 高远翔, 高耸, 等. 2D TSE 与 3D SPACE 序列对直肠癌术前 T 分期的诊断价值比较[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(9): 903-908.
- [2] McGarry J, Ng ZQ, Ryan F, et al. Utility of CT colonography and/or PET-CT preoperatively in obstructing left-sided colorectal cancers—a systematic review[J]. ANZ J Surg, 2023, 93(6): 1487-1494.
- [3] 郭晓霖, 薛良圆, 田春梅, 等. 多模态磁共振成像在评估直肠癌术前分期、放疗后再分期、放疗疗效中的应用研究进展[J]. 磁共振成像, 2023, 14(9): 181-185.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Gökce E, Beyhan M. Diagnostic efficacy of diffusion-weighted imaging and semiquantitative and quantitative dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in salivary gland tumors[J]. World J Radiol, 2023, 15(1): 20-31.
- [7] 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 (2023 年版)[J]. 中国实用外科杂志, 2023, 43(6): 602-630.
- [8] Edge SB, Compton CC. The American Joint Committee on Cancer: the 7th edition of the AJCC cancer staging manual and the future of TNM[J]. Ann Surg Oncol, 2010, 17(6): 1471-1474.
- [9] Bhutiani N, Peacock O, Chang GJ. A practical framework for the targeted use of total neoadjuvant therapy for rectal cancer[J]. Cancer, 2022, 128(11): 2064-2072.
- [10] Fabregas JC, Ramnarain B, George TJ. Clinical Updates for Colon Cancer Care in 2022[J]. Clin Colorectal Cancer, 2022, 21(3): 198-203.
- [11] Verrijssen AE, Evers J, van der Sangen M, et al. Trends and Variation in the Use of Radiotherapy in Non-metastatic Rectal Cancer: a 14-year Nationwide Overview from the Netherlands[J]. Clin Oncol (R Coll Radiol), 2024, 36(4): 221-232.
- [12] Rafaelsen SR, Dam C, Vagn-Hansen C, et al. CT and 3 Tesla MRI in the TN staging of colon Cancer: A Prospective, Bilind Study[J]. Curr Oncol, 2022, 29(2): 1069-1079.
- [13] 陈忠楠, 李桂华, 杨猛, 等. 多排 CT 多平面重建在直肠癌术前部分分期的价值分析 [J]. 中国现代普通外科进展, 2022, 25(10): 823-824.
- [14] 刘金玲, 林吉征, 苏晓, 等. 高分辨率 MRI 动态增强扫描在直肠癌术前 TN 分期及手术方式选取中的应用 [J]. 磁共振成像, 2021, 12(1): 38-42.
- [15] 徐启兰, 彭传勇, 吴宗山, 等. 高分辨 MRI 可精准评估直肠癌术前分期及淋巴结转移 [J]. 分子影像学杂志, 2022, 45 (2): 261-264.
- [16] 瞿俊晨, 俞铖, 何宋兵. 光谱 CT 联合 MRI 检查在结直肠癌 T 分期诊断中的价值[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2023, 15(1): 60-65.
- [17] 季立标, 陆志华, 蒋恒, 等. MR 体素内不相干运动 DWI 与动态增强定量参数在直肠癌术前分期中的对照研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(2): 127-131.
- [18] Xu Q, XU Y, Wang J, et al. Distinguishing mesorectal tumor deposits from metastatic lymph nodes by using diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in rectal cancer[J]. Eur Radiol, 2023, 33(6): 4127-4137.
- [19] 张静, 赵亮, 武永杰. DCE-MRI 参数联合血清 CA19-9、CA724 水平评价直肠癌患者分化程度的临床研究 [J]. 肿瘤影像学, 2022, 31(3): 301-308.
- [20] 倪建, 毛庆杰, 杨志勇. DCE-MRI 定量分析联合 DWI 影像学检查对直肠癌术前临床分期的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(9): 138-140.
- [21] 刘雅怡, 岳斌, 孙玲玲, 等. 动态对比增强 MRI 定量参数评价软组织肿瘤生物学行为的价值[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(10): 980-985.
- [22] 孙琰, 靳恒军, 戎梅, 等. 增强磁共振联合血清肿瘤标志物对直肠癌患者根治术前 TN 分期的诊断价值 [J]. 现代消化及介入诊疗, 2022, 27(6): 754-760.