

## 多模态 MRI 在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值研究

程庆华, 彭晓澜, 林凤珠, 侯琚

**【摘要】 目的:**分析多模态磁共振成像(MRI)在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值。**方法:**前瞻性选择 2020 年 1—12 月收治宫颈癌患者 60 例,据组织学分型分为宫颈鳞癌组及宫颈腺癌组,据病理分化程度分为高分化组、中分化组、低分化组。所有患者均行扩散加权成像(DWI)和动态增强磁共振成像(DCE-MRI)检查,比较各组患者表观弥散系数(ADC)值、转运常数(Ktrans)、血管外细胞外间隙体积百分数(Ve)及速率常数(Kep)水平,采用 ROC 曲线分析多模态 MRI 在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值。**结果:**宫颈腺癌组患者 ADC 值明显低于宫颈鳞癌组,Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于宫颈鳞癌组( $P<0.01$ )。ROC 曲线分析得出 ADC、Ktrans、Ve、Kep 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 分别为 0.726、0.798、0.719、0.685;DWI+DCE MRI 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.849。中、低分化组患者 ADC 水平明显低于高分化组,Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于高分化组,低分化组患者 ADC 水平明显低于中分化组,Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于中分化组( $P<0.01$ )。ROC 曲线分析得出 ADC、Ktrans、Ve、Kep 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 分别为 0.725、0.815、0.659、0.741;DWI+DCE MRI 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.869。**结论:**DWI、DCE-MRI 检查参数水平变化与宫颈癌病理分化程度及组织学分型存在一定联系,多模态 MRI 在鉴别宫颈癌病理分化程度及组织学分型方面具有一定价值。

**【关键词】** 磁共振成像; 宫颈肿瘤; 组织学类型肿瘤

**【中图分类号】** R445.2; R730.26 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)10-1268-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.10.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**The study of multimodal MRI value in pathological differentiation and histological classification in patients with cervical cancer** CHENG Qing-hua, PENG Xiao-lan, LIN Feng-zhu, et al. Department of Medical Imaging, the Affiliated Hospital of Ningde Normal University, Fujian 352100, China

**【Abstract】 Objective:** To analyze the value of multimodal MRI in the pathological differentiation and histological classification of cervical cancer. **Methods:** 60 patients with cervical cancer who were diagnosed or treated while January 2020 to December 2020 were collected. They were divided into cervical squamous cell carcinoma group and cervical adenocarcinoma group according to their histological classification. They were divided into high differentiation group, medium differentiation group and low differentiation group according to the degree of pathological differentiation. All patients underwent diffusion weighted imaging (DWI) and dynamic enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI). The apparent diffusion coefficient (ADC), Ktrans, Ve and Kep of each group was compared. The ROC curve was used to analyze the value of multimodal MRI in the pathological differentiation and histological classification of cervical cancer. **Results:** The ADC value of cervical adenocarcinoma group is significantly lower than that of cervical squamous cell carcinoma group, and the levels of Ktrans, Ve and Kep were significantly higher than that of cervical squamous cell carcinoma group ( $P<0.01$ ). The ROC curve analysis showed that the AUC of ADC, Ktrans, Ve and Kep in identifying the pathological types of cervical cancer are 0.726, 0.798, 0.719 and 0.685 respectively; the AUC of DWI+DCE-MRI in identifying the pathological types of cervical cancer was 0.849. The ADC level in the moderately and low differentiated group is significantly lower than that in the highly differentiated group, the levels of Ktrans, Ve and Kep were significantly higher than that in the highly differentiated group, and the ADC level in the poorly differentiated group was significantly lower than that in the moderately differentiated group.

作者单位: 352100 福建, 宁德师范学院附属宁德市医院医学影像科

作者简介: 程庆华(1976—), 男, 江西上饶人, 副主任医师, 主要从事盆腔疾病影像诊断工作。

ted group. The levels of Ve and Kep in the middle differentiation group were significantly higher than those in the middle differentiation group ( $P < 0.01$ ). The ROC curve analysis showed that the AUC of ADC, Ktrans, Ve and Kep in identifying the degree of differentiation of cervical cancer were 0.725, 0.815, 0.659 and 0.741 respectively, and the AUC of DWI+DCE-MRI in identifying the degree of differentiation of cervical cancer was 0.869. **Conclusion:** There is a certain relationship between the DWI, DCE-MRI and the degree of pathological differentiation and histological type of cervical cancer. Multi-modal MRI is useful in identifying the degree of pathological differentiation and histological type of cervical cancer.

**[Key words]** Magnetic resonance imaging; Uterine cervical neoplasms; Neoplasms by histologic type

宫颈癌是女性常见恶性肿瘤之一,具有发生率高、转移率高的特点,严重威胁女性的生命健康,给家庭及社会带来沉重的经济负担<sup>[1]</sup>。据 2018 年统计显示 2014 年我国宫颈癌新发病例高达 10.2 万,且发病呈现年轻化趋势<sup>[2]</sup>。近年研究认为宫颈癌的治疗及预后情况与患者年龄、病理分级及组织学分型存在密切联系<sup>[3]</sup>。因此早期鉴别病理分级及组织学分型对选择治疗方案、改善患者预后具有重要意义。磁共振成像(MRI)是宫颈癌筛选及检查的最常见影像技术,软组织分辨率高,可多方位、多参数、多序列成像,其中扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)可根据组织内水分子的扩散状态无创的分析组织的微观生物学状态,间接反映组织生物学变化<sup>[4]</sup>。动态增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)通过药代动力学模型定量分析影像检查组织的灌注及渗透性特点<sup>[5]</sup>。本实验选择 2020 年 1—2 月收治的宫颈癌患者 60 例,旨在分析多模态 MRI 在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

前瞻性选择 2020 年 1—12 月收治宫颈癌患者 60 例,纳入标准:①所有患者均经手术或宫颈活检病理证实为宫颈鳞癌或宫颈腺癌;②所有患者病理检查前均行 DWI+DCE-MRI 检查;③患者及家属知情并签署知情同意书。排除标准:①妇科常规检查及超声检查发现其他宫颈病变;②患者 MRI 检查图像不清晰;③患者 MRI 检查前已行放化疗、锥切及活检检查;④肉眼无法判断病灶位置及大小;⑤病理诊断为非鳞癌、腺癌等;⑥患者依从性差,不配合检查或因其他原因终止本次试验。据患者组织学分型分为宫颈鳞癌组及宫颈腺癌组,宫颈鳞癌组共 38 例,平均年龄( $55.06 \pm 9.78$ )岁;宫颈腺癌组共 22 例,平均年龄( $55.26 \pm 10.25$ )岁。据患者病理分化程度(病理类型及浸润程度)分为高分

化组、中分化组、低分化组,高分化组共 16 例,平均年龄( $54.69 \pm 8.58$ )岁;中分化组共 30 例,平均年龄( $55.12 \pm 7.68$ )岁;低分化组共 14 例,平均年龄( $55.45 \pm 9.46$ )岁。各组受检者在年龄等方面差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。本实验经医院伦理会同意。

### 2. 方法

采用 GE Discovery 750 3.0TMR 扫描仪,HD Cardiac 线圈仰卧位检查。扫描序列包括  $T_1$ WI、 $T_2$ WI、DWI、DCE-MRI。轴面 FSE  $T_1$ WI 参数:层厚 4 mm,层间隔 1 mm,TR 516 ms,TE 7.9 ms,FOV 24 cm $\times$ 24 cm,矩阵 320 $\times$ 256,激励次数 1;轴面 FSE  $T_2$ WI 参数:层厚 4 mm,层间隔 1 mm,TR 3000 ms,TE 89.8 ms,FOV 24 cm $\times$ 24 cm,矩阵 320 $\times$ 224,激励次数 4;矢状面 FSE  $T_2$ WI 参数:层厚 4 mm,层间隔 1 mm,TR 3000 ms,TE 106.2 ms,FOV 26 cm $\times$ 26 cm,矩阵 320 $\times$ 224,激励次数 4;冠状面 FSE  $T_2$ WI 参数:层厚 4 mm,层间隔 1 mm,TR 3000 ms,TE 69.4 ms,FOV 30 cm $\times$ 30 cm,矩阵 320 $\times$ 256,激励次数 2;轴面 DWI 参数:b=800 s/mm<sup>2</sup>,层厚 5 mm,层间隔 2 mm,TR 2400 ms,TE 66.4 ms,矩阵 128 $\times$ 128,激励次数 1,FOV 29 cm $\times$ 38 cm;矢状面 DCE-MRI:层厚 3 mm,TR 4.3 ms,TE 1.9 ms,FOV 32 cm $\times$ 32 cm,矩阵 320 $\times$ 192,激励次数 1,共 40 期。经肘前静脉注射马根维显(Gd-DTPA)0.1 mmol/kg,流率 3.0 mL/s,随后以相同速率注入 30~40 mL 生理盐水。

### 3. 观察指标

应用 GE Advantage Windows4.6 后处理软件对 DWI 序列图像进行后处理,生成 ADC 图,采用 GenIQ 自动后处理软件对 DCE-MRI 序列图像进行后处理,生成 Ktrans 图、Ve 图、Kep 图,由两位影像学医师对 ADC 图、Ktrans 图、Ve 图、Kep 图中选择感兴趣区(ROI),测量各 ROI 中的 ADC、Ktrans、Ve、Kep 值。

### 4. 统计学方法

本研究数据均采用 SPSS 20.0 软件包进行统计学数据分析,ADC、Ktrans、Ve、Kep 等计量资料均符合

正态分布,采用( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 SNK-q 检验,两组组间比较采用独立样本  $t$  检验;采用 ROC 曲线分析多模态 MRI 在宫颈癌病理分化程度及组织学分型的价值。统计所得结果以  $P < 0.05$  为有统计学意义。

结 果

1. 不同病理类型宫颈癌患者 DWI 检查指标比较  
宫颈腺癌组患者 ADC 值明显低于宫颈鳞癌组,差异具有统计学意义( $P < 0.01$ ,表 1)。

表 1 不同病理类型宫颈患者 DWI 检查指标比较

| 病理类型        | ADC 值( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) |
|-------------|-------------------------------------------------|
| 宫颈鳞癌组(n=38) | $0.96 \pm 0.15$                                 |
| 宫颈腺癌组(n=22) | $0.78 \pm 0.08$                                 |

注: $t=5.203, P < 0.001$

2. 不同病理类型宫颈癌患者 DCE-MRI 检查指标比较

宫颈腺癌组患者 Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于宫颈鳞癌组,差异具有统计学意义( $P < 0.01$ ,表 2)。

表 2 不同病理类型宫颈患者 DCE-MRI 检查指标比较

| 病理类型                        | 宫颈鳞癌组<br>(n=38) | 宫颈腺癌组<br>(n=22) | $t$    | $P$       |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------|-----------|
| Ktrans( $\text{min}^{-1}$ ) | $0.41 \pm 0.09$ | $0.69 \pm 0.11$ | 10.696 | $< 0.001$ |
| Ve(%)                       | $0.21 \pm 0.08$ | $0.36 \pm 0.12$ | 5.807  | $< 0.001$ |
| Kep( $\text{min}^{-1}$ )    | $1.65 \pm 0.05$ | $1.91 \pm 0.23$ | 6.737  | $< 0.001$ |

3. 多模态 MRI 评估宫颈癌病理类型价值分析

ROC 曲线分析得出 ADC 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.726;Ktrans 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.798;Ve 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.719;Kep 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.685;DWI+DCE-MRI 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.849(表 3,图 1)。

表 3 多模态 MRI 评估宫颈癌病理类型价值分析

| 指标                                 | AUC   | 95%CI       | 敏感度<br>(%) | 特异度<br>(%) |
|------------------------------------|-------|-------------|------------|------------|
| ADC                                | 0.726 | 0.678~0.779 | 73.69      | 75.15      |
| Ktrans                             | 0.798 | 0.741~0.846 | 81.45      | 83.49      |
| Ve                                 | 0.719 | 0.668~0.769 | 73.66      | 72.15      |
| Kep                                | 0.685 | 0.639~0.735 | 69.52      | 70.12      |
| DWI+DCE-MRI<br>(ADC+Ktrans+Ve+Kep) | 0.849 | 0.801~0.906 | 86.35      | 88.64      |

4. 不同分化程度宫颈癌患者 DWI 检查指标比较  
中、低分化组患者 ADC 水平明显低于高分化组,低分化组患者 ADC 水平明显低于中分化组,差异具有统计学意义( $P < 0.01$ ,表 4)。

表 4 不同分化程度宫颈癌患者 DWI 检查指标比较

| 病理类型       | ADC 值( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) |
|------------|-------------------------------------------------|
| 高分化组(n=16) | $1.06 \pm 0.06$                                 |
| 中分化组(n=30) | $0.86 \pm 0.08^a$                               |
| 低分化组(n=14) | $0.71 \pm 0.05^{ab}$                            |

注: $F=97.920, P < 0.001$ ;<sup>a</sup>表示与高分化组相比, $P < 0.05$ ;<sup>b</sup>表示与中分化组相比, $P < 0.05$

5. 不同分化程度宫颈癌患者 DCE-MRI 检查指标比较

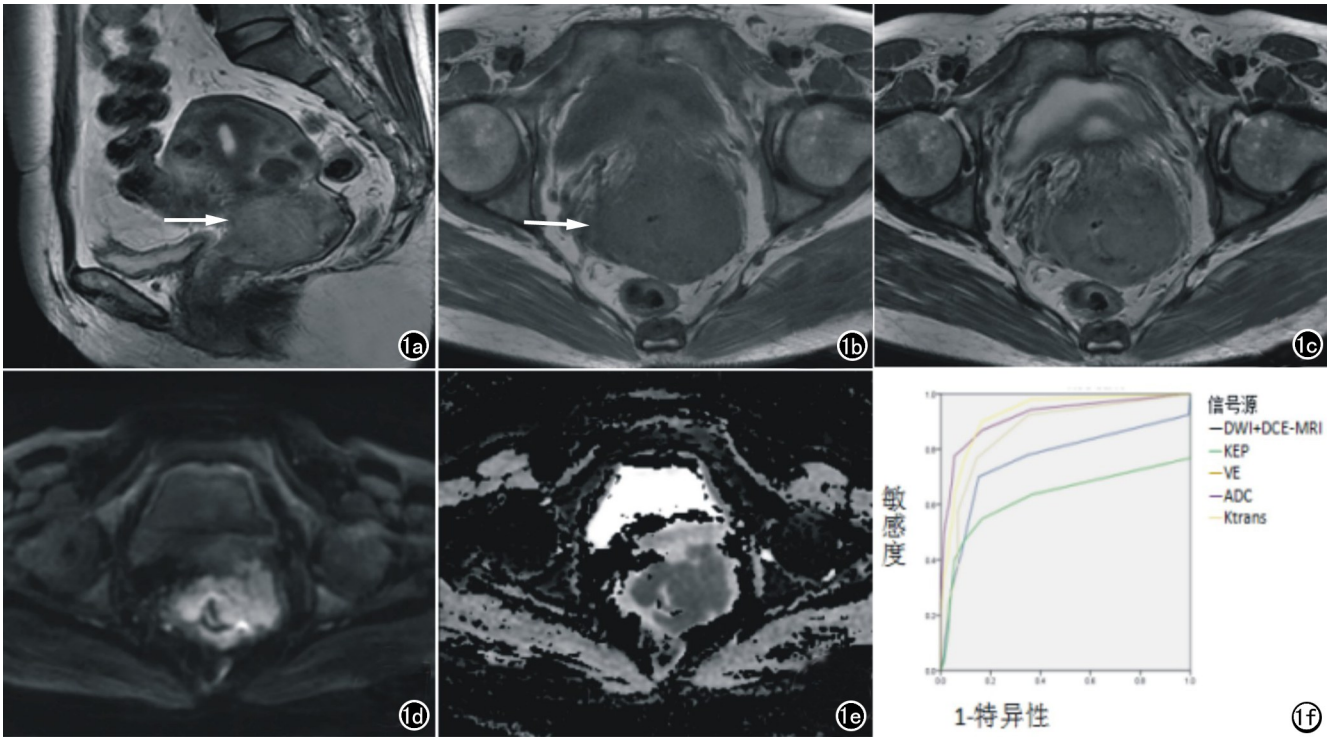


图 1 患者,女,56 岁,宫颈鳞癌 II b 期(高分化)。a) 矢状面; b) 轴面  $T_1$  WI; c)  $T_2$  WI 示宫颈局部软组织肿块隆起,不规则  $T_1$  WI 低信号、 $T_2$  WI 稍高信号肿块,累及阴道上 1/3; d) DWI 示  $b=800 \text{ s}/\text{mm}^2$  时宫颈肿块呈异常高信号; e) ADC 图明显低信号; f) 多模态 MRI 评估宫颈癌病理类型的 ROC 曲线图像分析。

表 5 不同分化程度宫颈癌患者 DCE-MRI 检查指标比较

| 病理类型                       | 高分化组<br>(n=16) | 中分化组<br>(n=30)         | 低分化组<br>(n=14)          | F       | P      |
|----------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|---------|--------|
| Ktrans(min <sup>-1</sup> ) | 0.39±0.08      | 0.52±0.06 <sup>a</sup> | 0.68±0.05 <sup>ab</sup> | 76.890  | <0.001 |
| Ve(%)                      | 0.21±0.05      | 0.33±0.04 <sup>a</sup> | 0.40±0.05 <sup>ab</sup> | 69.600  | <0.001 |
| Kep(min <sup>-1</sup> )    | 1.52±0.06      | 1.71±0.04 <sup>a</sup> | 1.95±0.08 <sup>ab</sup> | 214.570 | <0.001 |

注：<sup>a</sup>表示与高分化组相比，*P*<0.05；<sup>b</sup>表示与中分化组相比，*P*<0.05

中、低分化组患者 Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于高分化组，低分化组患者 Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于中分化组，差异具有统计学意义(*P*<0.01，表 5)。

6. 多模态 MRI 评估宫颈癌分化程度价值分析

ROC 曲线分析得出 ADC 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.725；Ktrans 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.815；Ve 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.659；Kep 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.741；DWI+DCE-MRI 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.8699(表 6，图 2)。

表 6 多模态 MRI 评估宫颈癌分化程度价值分析

| 指标          | AUC   | 95%CI       | 敏感度<br>(%) | 特异度<br>(%) |
|-------------|-------|-------------|------------|------------|
| ADC         | 0.725 | 0.675~0.778 | 76.35      | 76.39      |
| Ktrans      | 0.815 | 0.769~0.865 | 85.26      | 82.45      |
| Ve          | 0.659 | 0.601~0.705 | 69.36      | 66.35      |
| Kep         | 0.741 | 0.698~0.789 | 78.45      | 75.21      |
| DWI+DCE-MRI | 0.869 | 0.915~0.912 | 88.69      | 87.52      |

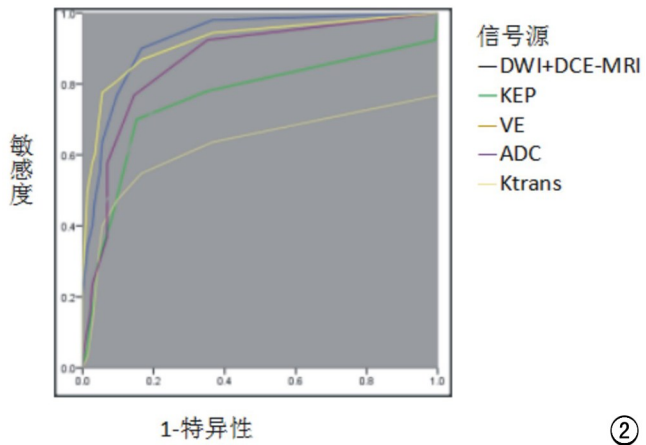


图 2 多模态 MRI 评估宫颈癌分化程度的 ROC 曲线图像分析

讨 论

宫颈癌是最常见的妇科恶性肿瘤疾病，早期无明显特征，发展时可能出现阴道不规则流血、排液等<sup>[6]</sup>。近年研究发现宫颈癌患者组织分化程度及组织学分型影响患者的预后情况<sup>[7]</sup>。Rigaud 等<sup>[8]</sup>研究认为相较于高分化肿瘤，低分化肿瘤预后较差，肿瘤复发率高。Chalmers 等<sup>[9]</sup>研究则认为宫颈鳞癌患者对放化疗治

疗敏感度较低，预后较差，且腺癌多见于年轻患者，治疗方案选择较为困难。目前临床主要根据临床分期、组织学分型、患者年龄、生育要求、全身情况、医疗技术水平及设备条件等综合考虑制定适当的个体化治疗方案<sup>[10]</sup>。因此，早期评估患者病理分级及病理分型对选择有效治疗方案、改善患者预后方面具有重要意义。

DWI 是通过微观水平上组织结构内水分子弥散行为反应组织细胞情况，其中水分子弥散运动限制提示组织细胞密度较高，细胞间间隙较少<sup>[11]</sup>。其中 ADC 值是定量描述水分子弥散受限程度的 DWI 指标，其水平越高，提示肿瘤病理分化较差，肿瘤细胞增殖快，组织细胞密度高<sup>[12-13]</sup>。已有研究通过测量病变的 ADC 值来定量分析不同病理学特征的宫颈癌，提示 ADC 值对宫颈鳞癌/腺癌病理类型具有一定鉴别意义<sup>[14]</sup>。Bao 等<sup>[15]</sup>研究发现 ADC 值与组织学分型也存在一定联系，宫颈腺癌病理分化程度差，ADC 值也出现不同程度升高。本实验中宫颈腺癌组患者 ADC 水平明显低于宫颈鳞癌组，中、低分化组患者 ADC 水平明显高于高分化组，低分化组患者 ADC 水平明显高于中分化组。提示肿瘤病理分化较差的肿瘤组织中肿瘤组织细胞增殖快，细胞外间隙较少，细胞外间隙水分子扩散运动大大受限，从而导致 ADC 水平较低。

DCE-MRI 是近年新兴的 MRI 影像技术，通过注射对比剂后对病灶区进行多期扫描，得到病变组织的形态学特征及生理学变化情况<sup>[16-17]</sup>。其中 Ktrans 反映对比剂从血管值组织间隙的过程，其水平越高，提示代谢越快、血供更丰富，恶性程度则越高。Kep 则描述对比剂返回至血管内廓清的过程，Ve 表示肿瘤血管外细胞外间隙容积<sup>[18]</sup>。Yokota 等<sup>[19]</sup>研究认为 DCE-MRI 在分析前列腺癌血流灌注情况具有重要意义。本实验中宫颈腺癌组患者 Ktrans、Ve、Kep 水平明显高于宫颈鳞癌组。中、低分化组患者 Ktrans、Ve、Kep 水平明显低于高分化组，低分化组患者 ADC、Ktrans、Ve、Kep 水平明显低于中分化组。提示随着肿瘤分化程度的降低，肿瘤侵袭能力越强，血管通透性越高，DCE-MRI 中 Ktrans、Ve、Kep 等血管动力学参数也随着变化。但李志森等<sup>[20]</sup>研究则认为宫颈鳞癌 Ktrans 值高于腺癌，因此，Ktrans、Ve、Kep 等指标变化可能还有其他相关机制影响，需进一步分析探究。

为进一步分析 DWI、DCE-MRI 参数在鉴别宫颈癌病理方面的价值,本实验构建 ROC 曲线分析得出, ADC、Ktrans、Ve、Kep 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.726、0.798、0.719、0.685;DWI+DCE-MRI 鉴别宫颈癌病理类型的 AUC 为 0.849。ADC、Ktrans、Ve、Kep 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.725、0.815、0.659、0.741;DWI+DCE-MRI 鉴别宫颈癌分化程度的 AUC 为 0.869。提示 DWI、DCE-MRI 参数在鉴别宫颈癌病理分化程度及组织学分型方面有较好的预测价值,其中联合检测较单项指标检测对鉴别宫颈癌病理分化程度及组织学分型有更理想的预测价值,有助于医师早期评估宫颈癌病理分化程度及组织学分型并采取相应措施,对有效治疗患者有极其重要的意义。

综上所述,DWI、DCE-MRI 参数水平变化与宫颈癌病理分化程度及组织学分型存在一定联系,多模态 MRI 在鉴别宫颈癌病理分化程度及组织学分型方面具有一定价值。但由于本实验研究时间较短、样本数量较少,实验结果可能存在误差,未来将扩大实验样本、增加实验时间深入进行探究。

#### 参考文献:

- [1] Diaz-Dussan D, Peng YY, Kumar P, et al. Oncogenic Epidermal growth factor receptor silencing in cervical carcinoma mediated by dynamic sugar-benzoxaborole polyplexes[J]. ACS Macro Letters, 2020,9(10):1464-1470.
- [2] 朱云云,傅志超,陈杰,等. MRI 影像与 CT 影像勾画宫颈癌三维腔内后装放疗靶区体积的比较[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2020,44(4):231-235.
- [3] ACL, AXL, AJY, et al. Impact of radiation source activity on short- and long-term outcomes of cervical carcinoma patients treated with high-dose-rate brachytherapy: A retrospective cohort study[J]. Gynecologic Oncology, 2020,159(2):365-372.
- [4] Wang D, Yin H, Liu W, et al. Comparative analysis of the diagnostic values of T<sub>2</sub>-mapping and diffusion-weighted imaging for sacroiliitis in ankylosing spondylitis[J]. Skeletal Radiology, 2020,49(2):1-10.
- [5] Fu F, Sun X, Li Y, et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging biomarkers predict chemotherapeutic responses and survival in primary central-nervous-system lymphoma[J]. Eur Radiology, 2020,31(4):1-9.
- [6] Deregulation of H19 is associated with cervical carcinoma[J]. Genomics, 2020,112(1):961-970.
- [7] Jem A, Fchb B, Cm B, et al. Assessment of parametrial invasion of cervical carcinoma, the role of T<sub>2</sub>-weighted MRI and diffusion weighted imaging with or without fusion[J]. Clinical Radiology, 2019,74(10):790-796.
- [8] Rigaud B, Simon A, Gobeli M, et al. Statistical shape model to generate a planning library for cervical adaptive radiotherapy[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2019,38(2):406-416.
- [9] Chalmers I. Response to comments by defenders of the inquiry into the management of cervical carcinoma in situ in National Women's Hospital, New Zealand, in the 1960s and early 1970s[J]. J Clinical Epidemiology, 2020,127(2):241-243.
- [10] Oladimeji O, Akinyelu J, Singh M. Co-polymer functionalised gold nanoparticles show efficient mitochondrial targeted drug delivery in cervical carcinoma cells[J]. J Biomedical Nanotechnology, 2020,16(6):853-866.
- [11] Yang X, Dong M, Li S, et al. Diffusion-weighted imaging or dynamic contrast-enhanced curve: a retrospective analysis of contrast-enhanced magnetic resonance imaging-based differential diagnoses of benign and malignant breast lesions[J]. Eur Radiology, 2020,30(9):4795-4805.
- [12] Pirasteh A, Johnson B, Dimitrov IE, et al. Turbo spin-echo diffusion-weighted imaging in prostate magnetic resonance imaging of men with pelvic hardware[J]. J Computer Assisted Tomography, 2020,44(4):519-526.
- [13] Luo J, Zhou K, Zhang B, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging for evaluation of the cell density and angiogenesis of cirrhosis-related nodules in an experimental rat model: comparison and correlation with dynamic contrast-enhanced MRI[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2020,51(3):812-823.
- [14] 董雪,罗娅红. 磁共振扩散加权成像及动态增强扫描在宫颈癌分期中应用[J]. 放射学实践, 2017,32(4):321-324.
- [15] Bao Y, Pang Y, Sun Z, et al. Functional diagnosis of placenta accreta by intravoxel incoherent motion model diffusion-weighted imaging[J]. Eur Radiology, 2021,31(2):740-748.
- [16] Dan L, Xie L, Han Y, et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging for differentiating osteomyelitis from acute neuropathic arthropathy in the complicated diabetic foot[J]. Skeletal Radiology, 2018,47(2):1-11.
- [17] Yang X, Dong M, Li S, et al. Diffusion-weighted imaging or dynamic contrast-enhanced curve: a retrospective analysis of contrast-enhanced magnetic resonance imaging-based differential diagnoses of benign and malignant breast lesions[J]. Eur Radiology, 2020,30(9):4795-4805.
- [18] Yokota Y, Fushimi Y, Okada T, et al. Evaluation of image quality of pituitary dynamic contrast-enhanced MRI using time-resolved angiography with interleaved stochastic trajectories (TWIST) and iterative reconstruction TWIST (IT-TWIST) [J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2020,51(5):1497-1506.
- [19] Chen L, Liu D, Zhang J, et al. Free-breathing dynamic contrast-enhanced MRI for assessment of pulmonary lesions using golden-angle radial sparse parallel imaging[J]. Magnetic Resonance in Medicine, 2018,48(2):459-468.
- [20] 李志森,张继斌,许建铭,等. 3.0T DCE-MRI 定量参数对宫颈癌病理学特征及临床分期的研究[J]. 实用放射学杂志, 2018,34(4):609-612.

(收稿日期:2021-09-27 修回日期:2022-01-16)