

• 临床研究 •

## ADC 值评估早期宫颈癌淋巴管侵犯的价值\*

徐晓曦, 韩云, 王鹏, 张蔚<sup>△</sup>, 宋琼

430022 武汉, 武汉市第一医院 放射科(徐晓曦、韩云、王鹏、张蔚); 430081 武汉, 武汉市第九医院 药剂科(宋琼)

**[摘要]** 目的: 探讨不同表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC), 包括: 瘤灶平均 ADC 值(Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值)、瘤灶最小 ADC 值(Tumor-ADC<sub>min</sub> 值)、瘤周 ADC 值(Peritum-ADC 值)以及标准化 ADC 值(Peritum-ADC 值/ Tumor-ADC<sub>min</sub> 值, 即 ADC-normalized 值)对早期宫颈癌淋巴管侵犯(lymphovascular invasion, LVI)的诊断价值。方法: 回顾性分析我院 81 例早期宫颈癌患者的临床及磁共振征象, 以病理结果为金标准, 将患者分为 LVI 阳性以及 LVI 阴性组, 比较两组 Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值、Tumor-ADC<sub>min</sub> 值、Peritum-ADC 值以及 ADC-normalized 值的差异性。计算不同 ADC 值对宫颈癌 LVI 的诊断效能。结果: 81 例早期宫颈癌患者中, LVI 阳性 26 例、LVI 阴性 55 例。两组患者年龄、组织类型差异没有统计学意义(均  $P > 0.05$ ); 而肿瘤直径、肌层侵犯深度、FIGO 分期、淋巴结转移差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。两组患者各 ADC 值的比较显示: Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值、Peritum-ADC 值差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 而 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值、ADC-normalized 值差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); LVI 阳性组 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值低于 LVI 阴性组( $t = 5.307, P < 0.001$ ), 分别为  $[(0.76 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$  vs  $[(0.97 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ ; LVI 阳性组 ADC-normalized 值高于 LVI 阴性组( $t = -6.803, P < 0.001$ ), 分别为  $[(2.02 \pm 0.29)]$  vs  $[(1.53 \pm 0.31)]$ 。受试者工作曲线(receiver operating curve, ROC)显示: 诊断早期宫颈癌 LVI 阳性时, ADC-normalized 值的诊断效能优于 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值( $Z = 2.202, P = 0.028$ ), 曲线下面积(area under curve, AUC)分别为: 0.833 vs 0.922。结论: LVI 阳性与早期宫颈癌多种恶性生物学行为有关, 不同 ADC 值对早期宫颈癌 LVI 阳性具有较高的诊断价值, 以 ADC-normalized 值的诊断效能最优。

**[关键词]** ADC 值; 早期宫颈癌; 淋巴管侵犯

**[中图分类号]** R737.33; R730.44 **[文献标志码]** A doi:10.3969/j.issn.1674-0904.2019.05.006

引文格式: Xu XX, Han Y, Wang P, et al. Value of apparent diffusion coefficient value in evaluating lymphatic invasion in early cervical cancer [J]. J Cancer Control Treat, 2019, 32(5): 415-420. [徐晓曦, 韩云, 王鹏, 等. ADC 值评估早期宫颈癌淋巴管侵犯的价值[J]. 肿瘤预防与治疗, 2019, 32(5): 415-420.]

## Value of Apparent Diffusion Coefficient Value in Evaluating Lymphatic Invasion in Early Cervical Cancer

Xu Xiaoxi, Han Yun, Wang Peng, Zhang Wei, Song Qiong

Department of Radiology, Wuhan NO. 1 Hospital, Wuhan Hospital of Traditional Chinese and Western Medicine, Wuhan 430022, Hubei, China (Xu Xiaoxi, Han Yun, Wang Peng, Zhang Wei); Department of Pharmacy, Ninth Hospital of Wuhan, Wuhan 430081, Hubei, China (Song Qiong)

**Corresponding author:** Zhang Wei, E-mail: zhangweikj328@126.com

This study was supported by grants from Health Commission of Hubei Province (NO. WJ2019M026).

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the diagnostic value of different apparent diffusion coefficients (ADC), which include Tumor-ADC<sub>mean</sub> values, Tumor-ADC<sub>min</sub> values, Peritumoral ADC (Peritum-ADC) values and ADC-normalized values (Peritum-ADC values/Tumor-ADC<sub>min</sub> values), on lymphovascular invasion (LVI) in early cervical cancer. **Methods:** The clinical and magnetic resonance signs of 81 patients with early cervical cancer in our hospital were retrospectively analyzed. The pathological results were regarded as the gold standard. The patients were divided into two groups, the LVI positive group and the LVI negative group, according to patho-

logical results. Differences in Tumor-ADC<sub>mean</sub> values, Tumor-ADC<sub>min</sub> values, Peritum-ADC values and ADC-normalized values between the two groups were compared, and the diagnostic efficacy of different ADC values for LVI in cervical cancer was calculated.

**Results:** Of 81 patients with early cervical cancer, 26 were LVI

**[收稿日期]** 2019-01-07 **[修回日期]** 2019-04-22

**[基金项目]** \* 湖北省卫生健康委员会科研项目(编号: WJ2019M026)

**[通讯作者]** <sup>△</sup>张蔚, E-mail: zhangweikj328@126.com

positive and 55 were LVI negative. There were no statistically significant differences in age and histological type between the two groups ( $P > 0.05$ ), but there were statistically significant differences in tumor diameter, depth of muscular invasion, International Federation of Gynecology and Obstetrics stage and lymph node status ( $P < 0.05$ ). There were no statistically significant differences in Tumor-ADC<sub>mean</sub> values and Peritum-ADC values between the two groups ( $P > 0.05$ ), but differences in Tumor-ADC<sub>min</sub> values and ADC-normalized values were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The Tumor-ADC<sub>min</sub> value in the LVI positive group was lower than that in the LVI negative group [ $t = 5.307, P < 0.001, (0.76 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$  vs  $(0.97 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , respectively]. The ADC-normalized values in the LVI positive group was higher than that in the LVI negative group [ $t = -6.803, P < 0.001, (2.02 \pm 0.29)$  vs  $(1.53 \pm 0.31)$ , respectively]. Receiver operating curve showed that the efficiency of ADC-normalized values was better than that of Tumor-ADC<sub>min</sub> values ( $Z = 2.202, P = 0.028$ ) in diagnosing LVI positive early cervical cancer. Area under curve was 0.833 vs 0.922, respectively. **Conclusion:** LVI positive is related to many malignant biological behaviors of early cervical cancer. ADC values, especially ADC-normalized values, are highly valuable in diagnosing LVI positive early cervical cancer.

[**Key words**] ADC values; Early cervical cancer; Lymphovascular invasion

宫颈癌是女性常见的恶性肿瘤,其致死率在发展中国家位居第 2 位<sup>[1]</sup>。不同于进展期宫颈癌,对于早期宫颈癌患者(I 期、II a 期)而言,以手术为主的综合治疗能够使大多数患者获益<sup>[2]</sup>。然而,术后复发极大地限制了患者远期生存率以及生存质量;因此,尽早甄别宫颈癌术后复发的危险因素,并针对性调整治疗方案,对改善患者预后有着非常积极的意义。近年来研究指出<sup>[3-6]</sup>:在导致宫颈癌术后复发的诸多危险因素中,淋巴管侵犯(lymphovascular invasion, LVI)介导了非常关键的环节,正逐渐引起了临床研究人员的重视。

目前,对宫颈癌 LVI 的诊断主要依赖病理学检查,一方面由于取材不足或位置不当,穿刺到的组织难以反映病灶整体特征,易造成结果误差;此外,穿刺属于有创性操作,病人接受度较差<sup>[7]</sup>。随着影像学的发展衍进,以组织病理学为基础的影像学检查,能够在宏观征象上实现对微观病理变化的预测,为临床提供无创、全局化的诊断信息<sup>[8]</sup>。磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是近年来在宫颈癌应用较为成熟的功能序列,能够通过活体水分子扩散受限程度的监测来反映病变的细胞密度、核质比等生物学信息,并能够通过表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)进行定量分析。研究指出:MR-DWI 在对宫颈癌的定性诊断<sup>[9]</sup>、组织病理分级的预测<sup>[10]</sup>以及放化疗效果的评估<sup>[11]</sup>等方面具有较高的应用价值。然而,将 MR-DWI 值运用在宫颈癌 LVI 的预测研究尚鲜有文献报道,本研究旨在分析不同 ADC 值与宫颈癌 LVI 的相关性,为宫颈癌 LVI 的最优化定量诊断提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

收集武汉市第一医院 2014 年 6 月至 2018 年 6

月收治的宫颈癌患者资料进行回顾性分析。并设定入组标准如下:纳入标准:① 均行常规 MR 及 MR-DWI 序列扫描;② 国际妇产科联合会(International Federation of Gynecology and Obstetrics, FIGO)分期为宫颈癌 I 期、II a 期;③ 均行手术治疗,术后获取到确切病理结果。排除标准:① 行放化疗等宫颈癌相关性治疗;② 合并其他恶性肿瘤等。经过本研究入组标准严格筛选后,最终入组宫颈癌患者 81 例,平均年龄(48.15 ± 11.45)岁。本研究经我院伦理委员会审核通过,并遵守其相关的章程、接受其监督。

### 1.2 磁共振扫描检查

采用 1.5T 超导磁共振扫描仪(GE, HD signal),患者取仰卧位,充盈膀胱,扫描范围从主动脉分叉到耻骨联合下缘。扫描序列包括:轴位快速自旋回波(FSE) T1WI, TE 7.3ms, TR 800ms, FOV 38cm × 38cm, 矩阵 386 × 256, 激励次数(NEX) = 2, 层厚 4mm, 层间距 1mm; 轴位 FSE T2WI, TE 130ms, TR 3 700ms, FOV 38cm × 38cm, 矩阵 240 × 260, 激励次数(NEX) = 2, 层厚 4mm, 层间距 1mm。动态增强扫描:应用横向面快速扰相梯度回波(fast Spoiled Gradient Recalled, FSPGR)序列,造影剂(马根维显,拜耳)以 0.1mmol/kg 体重计算注射剂量,注射速率 2 ~ 3mL/s。嘱患者单次屏气,分别于 16s、32s 以及 48s 各进行一次扫描。FSPGR, TE 1.4ms, TR 155ms, FOV 38cm × 38cm, 矩阵 320 × 220, 激励次数(NEX) = 1, 层厚 4mm, 层间距 1mm。MR-DWI 扫描:TE 65ms, TR 2 000ms, FOV 38cm × 32cm, 矩阵 380 × 362, 层厚 4mm, 层间距 1mm, b 值取 0、800mm<sup>2</sup>/s, ADC mapping 由配置的后处理工作站自动生成。

### 1.3 图像采集及数据处理

在系统后处理工作站上进行图像的采集以及各

ADC 值的获取。对比常规 MR 与增强扫描图像,在 ADCmapping 上测量方式具体如下(图 1、2):①参照 Liu 等<sup>[10]</sup>的方法,避开较为明显的坏死、囊变层面,选取病灶最佳层面,在肿瘤实性部分沿病灶边缘勾画(region of interest, ROI),获取瘤灶平均 ADC 值(Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值)、瘤灶最小 ADC 值(Tumor-ADC<sub>min</sub> 值);②在瘤灶边缘宫颈组织放置 20~30mm<sup>2</sup>

的 ROI,获取瘤周 ADC 值(Peritum-ADC 值);③通过计算 Peritum-ADC 值/Tumor-ADC<sub>min</sub> 值,得到标准化 ADC 值(ADC-normalized 值)。以上操作均由两名有 10 年以上工作经验的高年资影像科医师在未知病理结果的情况下独立进行,并在不同的时间段完成,以避免回忆偏倚,取两名医师测量的均值作为所需的 ADC 值。

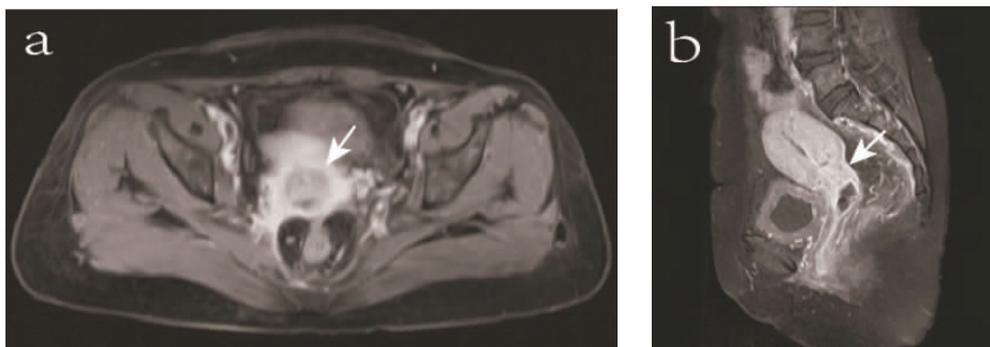


图 1 宫颈癌常规磁共振扫描序列

Figure 1. Routine Magnetic Resonance Imaging Sequence of Cervical Cancer

Axial enhanced T1WI showed slight enhancement of the lesion (as indicated by the arrow) (Panel a); Sagittal enhanced T1WI (Panel b).

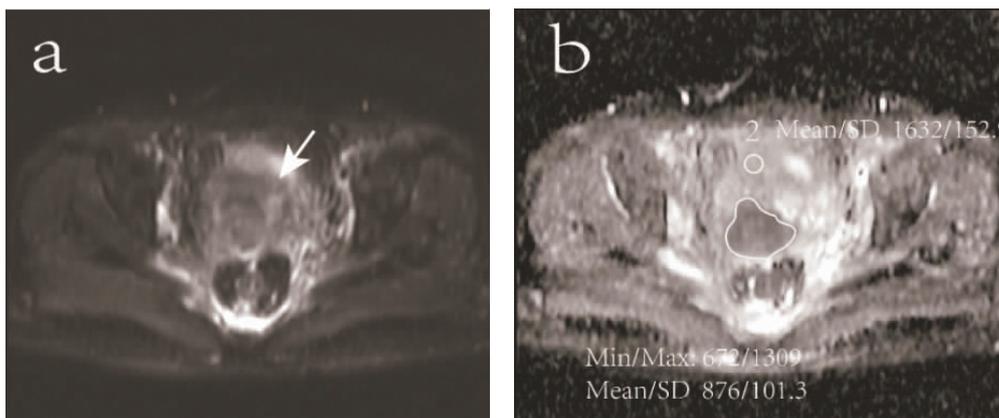


图 2 宫颈癌 DWI 序列及 ADC 图

Figure 2. DWI Sequence and ADC Diagram of Cervical Cancer

Axial DWI showing slightly higher signal intensity (as indicated by the arrow) (Panel a); ADC maps showing the measurement of each ADC value. Tumor-ADC<sub>min</sub> value, Tumor-ADC<sub>mean</sub> value, Peritum-ADC value and ADC-normalized value is  $0.672 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $0.876 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $1.632 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and 2.429, respectively (Panel b).

#### 1.4 临床病理资料收集

收集并记录患者临床病理资料,包括:淋巴管侵犯、年龄、组织类型、肌层侵犯深度、FIGO 分期、肿瘤直径、淋巴结转移等。

#### 1.5 统计学处理

使用 SPSS 17.0,对宫颈癌 LVI 阳性与阴性组基线资料[计量资料(年龄),独立样本 *t* 检验;计数资料(组织类型、肌层侵犯深度、FIGO 分期、肿瘤直径、淋巴结转移),卡方检验]进行差异性检验。通

过 Kolmogorov-Smirnov 法对各 ADC 值进行正态性分布检验,并采用独立样本 *t* 检验比较宫颈癌 LVI 阳性组与 LVI 阴性组的差异性;使用 MedCalc V15.2 软件包,通过受试者工作曲线(receiver operating curve, ROC)评估各 ADC 值对宫颈癌 LVI 的诊断效能,计算相应的曲线下面积(area under curve, AUC)以及敏感度、特异度、准确度,并进一步通过非参数检验对不同 ROC 曲线进行两两比较。以上均以  $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义(双尾)。

## 2 结果

### 2.1 基线资料的比较

在 81 例早期宫颈癌患者中,包括:LVI 阳性 26 例、LVI 阴性 55 例。两组患者年龄、组织类型差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ );肿瘤直径、肌层侵犯深度、FIGO 分期、淋巴结转移差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )(表 1)。

### 2.2 各 ADC 值的比较

对 LVI 阳性与阴性早期宫颈癌患者患者各

ADC 值的比较显示:Tumor-ADC<sub>mean</sub>值、Peritum-ADC 值差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),而 Tumor-ADC<sub>min</sub>值、ADC-normalized 值差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ );LVI 阳性组 Tumor-ADC<sub>min</sub>值低于 LVI 阴性组( $t = 5.307, P < 0.001$ ),分别为 $[(0.76 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s} \text{ vs } (0.97 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ ;LVI 阳性组 ADC-normalized 值高于 LVI 阴性组( $t = -6.803, P < 0.001$ ),分别为 $[(2.02 \pm 0.29) \text{ vs } (1.53 \pm 0.31)]$ (表 2)。

表 1 LVI 阳性与阴性早期宫颈癌患者基线资料的比较

Table 1. Baseline Data of LVI-Positive and LVI-Negative Patients with Early Cervical Cancer

Variable	LVI-positive( <i>n</i> = 26)	LVI-negative( <i>n</i> = 55)	Test value	<i>P</i>
Age (year)	47.5 ± 12.68	48.45 ± 10.94	<i>t</i> = 0.348	0.729
Histological type				
Squamous cell carcinoma	20 (76.9%)	36 (65.5%)	$\chi^2 = 1.088$	0.297
Adenocarcinoma	6 (23.1%)	19 (34.5%)		
Tumor diameter(cm)				
< 4	10 (38.5%)	44 (80.0%)	$\chi^2 = 13.708$	<i>P</i> < 0.001 *
≥ 4	16 (61.5%)	11 (20.0%)		
Muscle invasion				
< 1/2	8 (30.8%)	40 (72.7%)	$\chi^2 = 12.873$	<i>P</i> < 0.001 *
≥ 1/2	18 (69.2%)	15 (27.3%)		
FIGO stage				
I	12 (46.2%)	40 (72.7%)	$\chi^2 = 5.424$	0.020 *
II a	14 (53.8%)	15 (27.3%)		
Lymph node metastasis				
Yes	13 (50.0%)	10 (18.2%)	$\chi^2 = 8.791$	0.003 *
No	13 (50.0%)	45 (81.8%)		

LVI: lymphovascular invasion; FIGO: International Federation of Gynecology and Obstetrics.

\* Indicates the difference in specific statistical significance.

表 2 LVI 阳性与阴性早期宫颈癌患者各 ADC 值的比较

Table 2. ADC Values of LVI-Positive and LVI-Negative Patients with Early Cervical Cancer

Variable	Tumor-ADC <sub>mean</sub> ( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )	Tumor-ADC <sub>min</sub> ( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )	Peritum-ADC ( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )	ADC-normalized
LVI-positive( <i>n</i> = 26)	1.02 ± 0.16	0.76 ± 0.15	1.50 ± 0.23	2.02 ± 0.29
LVI-negative( <i>n</i> = 55)	1.08 ± 0.17	0.97 ± 0.18	1.45 ± 0.18	1.53 ± 0.31
<i>t</i>	1.654	5.307	-1.157	-6.803
<i>P</i>	0.102	<i>P</i> < 0.001 *	0.251	<i>P</i> < 0.001 *

ADC: apparent diffusion coefficient; LVI: lymphovascular invasion.

\* Indicates the difference in specific statistical significance.

### 2.3 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值与 ADC-normalized 值诊断早期宫颈癌 LVI 的诊断效能分析

经 ROC 曲线分析:取 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值 = 0.88 作为诊断阈值时,Tumor-ADC<sub>min</sub> 值可获最佳诊断效能,诊断早期宫颈癌 LVI 阳性的 AUC 为 0.833;取

ADC-normalized 值 = 1.80 作为诊断阈值时,ADC-normalized 值可获最佳诊断效能,诊断早期宫颈癌 LVI 阳性的 AUC 为 0.922。ADC-normalized 值诊断效能优于 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值( $Z = 2.202, P = 0.028$ )(图 3)。对应的敏感度、特异度以及准确度见表 3。

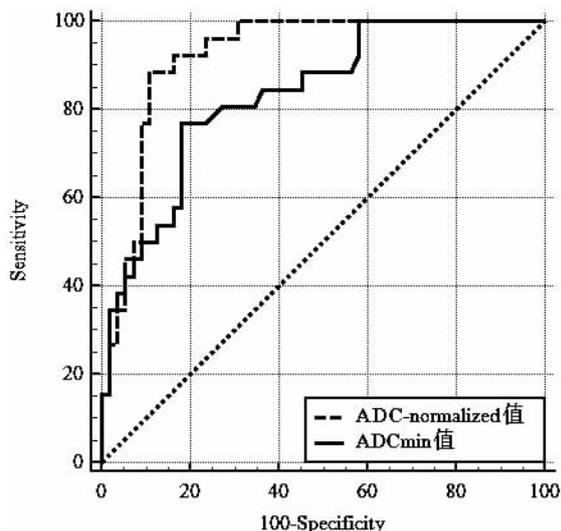


图 3 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值与 ADC-normalized 值诊断早期宫颈癌 LVI 的 ROC 曲线分析

Figure 3. ROC Curve Showing Tumor-ADC<sub>min</sub> Value and ADC-normalized Value in the Diagnosis of Lymphovascular Invasion in Early Cervical Cancer

表 3 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值与 ADC-normalized 值对早期宫颈癌 LVI 的诊断效能

Table 3. Diagnostic Efficacy of Tumor-ADC<sub>min</sub> Value and ADC-Normalized Value on Lymphovascular Invasion in Early Cervical Cancer

Variable	AUC	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Tumor-ADC <sub>min</sub> value	0.833	76.90%	81.80%	80.25%
ADC-normalized value	0.922	88.50%	89.09%	88.89%

ADC: apparent diffusion coefficient; AUC: area under curve.

### 3 讨论

LVI 作为宫颈癌不良预后的重要危险因素,尤其是 LVI 阳性的早期宫颈癌患者,其术后复发率是 LVI 阴性患者的 2.64 倍<sup>[12]</sup>。目前宫颈癌患者的发病年龄存在下降的趋势,年轻早期宫颈癌患者在提高远期预后的同时,还对保留生育能力提出了要求<sup>[13]</sup>;因此,术前对早期宫颈癌患者术后不良预后的有效预测,对患者治疗方案的调整、个体化治疗策略的制定有着重要的价值:当早期宫颈癌患者 LVI 阴性时,其手术方式选择以保守方案为主,如筋膜外子宫切除术等;而早期宫颈癌患者 LVI 阳性则应选择根治术、改良根治术或单纯子宫全切加盆腔淋巴结清扫等<sup>[14-15]</sup>。有鉴于此,本研究旨在通过 MR-DWI 与早期宫颈癌 LVI 建立关联性研究,进一步丰富 MR 对早期宫颈癌的诊断信息。

LVI 阳性与阴性组临床病理资料比较显示,LVI 阳性早期宫颈癌患者肿瘤直径更大、肌层侵犯深度

更大、FIGO 分期更高、存在淋巴结转移占比更多,该结果表明:LVI 阳性的宫颈癌患者,肿瘤侵袭性更高,具有更强的生物学恶性行为;这也从侧面进一步提示了此类宫颈癌患者术后不良预后的原因。通过对 LVI 阳性与阴性早期宫颈癌患者各 ADC 值的比较,结果显示:LVI 阳性组 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值与 Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值低于 LVI 阴性组,而 Peritum-ADC 值与 ADC-normalized 值高于 LVI 阴性组;独立样本 *t* 检验显示,Tumor-ADC<sub>min</sub> 值、ADC-normalized 值差异存在统计学意义,而 Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值与 Peritum-ADC 值差异均无统计学意义。笔者通过对既往文献的复习<sup>[10,16-17]</sup>考虑其原因可能在于:① 由于宫颈癌固有的生物学异构性,整个瘤灶的肿瘤细胞呈不均质分布,瘤灶微小粘液、坏死以及间质纤维等不同病理成分可能干扰 ADC 值结果的真实性的真实性;另一方面,由于肿瘤细胞致密性更大、核质比更高,这就造成了水分子扩散受限更加显著,ADC 值也就更低,因此 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值更能反映肿瘤细胞聚集区域,更能体现肿瘤的恶性程度,这也在一定程度上解释了 Tumor-ADC<sub>mean</sub> 值差异无统计学意义的原因。此外,Liu 等<sup>[10]</sup>、张娜等<sup>[16]</sup> 研究指出,Tumor-ADC<sub>min</sub> 值与宫颈癌的组织病理分级密切相关,Tumor-ADC<sub>min</sub> 值越低、宫颈癌组织病理级别更高,故存在 LVI 的可能性更大。类似的,Mori 等<sup>[17]</sup> 研究亦表明,乳腺癌 LVI 阳性的 Tumor-ADC<sub>min</sub> 值低于 LVI 阴性组,与本研究结果相接近;② 通过计算 Peritum-ADC 值/Tumor-ADC<sub>min</sub> 值获取到 ADC-normalized 值,以 ADC-normalized 值诊断宫颈癌 LVI 的诊断效能更优。首先,这是因为 ADC 值并不是一个绝对的数值,其测量结果可以受到磁共振机型、场强、信噪比、b 值以及受检者的基础代谢水平等因素的影响<sup>[17-19]</sup>。因此,ADC-normalized 值作为一种相对数值,能够消除以上混杂因素对 ADC 值真实性的干扰<sup>[17]</sup>,能够更真实客观反映水分子扩散情况,从而起到标准化的作用,故而对宫颈癌 LVI 的诊断效能更优。此外,LVI 阳性的早期宫颈癌患者,瘤周淋巴组织丰富度更高<sup>[12,14-15]</sup>,由于新生脉管组织的不成熟引起的漏出性水肿、癌栓造成的阻塞性水肿等因素,因此该区域水分子扩散受限程度更不显著,ADC 值更大;本研究结果亦显示,LVI 阳性组 Peritum-ADC 值高于阴性组,然而差异不存在统计学意义,这可能是由于本研究 ROI 放置区域与真实淋巴管癌栓侵犯区域并不一定完全匹配,此外不同生理周期、不同年龄段宫颈组织 ADC 值亦存在一定的差异<sup>[20]</sup>,造成了 LVI

阳性与阴性组 Peritum-ADC 值重叠范围过大,故差异不存在统计学意义。通过公式  $\text{ADC-normalized 值} = \text{Peritum-ADC 值} / \text{Tumor-ADC}_{\min}$  值,可以看出:LVI 阳性组分母更大、而分子更小,LVI 阴性组分母更小、而分子更大,因此 ADC-normalized 值在两组之间的差异性更大、可比性更强,其诊断效能也就相应升高。

综上所述,淋巴管侵犯是宫颈癌恶性生物学行为的一种表现,是宫颈癌不良预后的重要危险因素;Tumor-ADC<sub>min</sub>值、ADC-normalized 值能够有效预测宫颈癌淋巴管侵犯的发生,其中以 ADC-normalized 值的诊断效能最优,为宫颈癌淋巴管侵犯的判断提供了无创、量化的参考依据。本研究还存在一定的局限性:首先,本研究是一项单中心研究,未能对其他磁共振机型、不同场强以及不同 b 值情况进行分组分析;其次,本研究未能针对宫颈癌鳞癌与腺癌等不同病理类型进行分组分析;最后,本研究入组的病例数较少,仍有待在后续的研究进一步补足,以获取更为丰富的研究成果。

**作者声明:**本文第一作者对于研究和撰写的论文出现的不端行为承担相应责任;

**利益冲突:**本文全部作者均认同文章无相关利益冲突;

**学术不端:**本文在初审、返修及出版前均通过中国知网(CNKI)科技期刊学术不端文献检测系统学术不端检测;

**同行评议:**经同行专家双盲外审,达到刊发要求。

#### [参考文献]

- [1] 张露, 龚文. 宫颈癌根治性放疗方案的优化研究进展[J]. 肿瘤预防与治疗, 2018, 31(5):60-65.
- [2] 陆佳红, 张慧, 陆丽红, 等. 新辅助化疗在 I b2 和 II a 期宫颈癌治疗中的疗效观察[J]. 现代妇产科进展, 2017, 26(3): 210-212.
- [3] Creasman WT, Kohler MF. Is lymph vascular space involvement an independent prognostic factor in early cervical cancer? [J]. Gynecol Oncol, 2004, 92(2):525-529.
- [4] Gao P, Zhou GY, Yin G, et al. Lymphatic vessel density as a prognostic indicator for patients with stage I cervical carcinoma [J]. Hum Pathol, 2006, 37(6):719-725.
- [5] 陆婕, 吴晓杰, 朱巍立, 等. 根治性宫颈癌手术患者盆腔淋巴结转移和预后的影响因素分析[J]. 中华全科医学, 2017, 15(2):270-273.
- [6] Chernofsky MR, Felix JC, Muderspach LI, et al. Influence of quantity of lymph vascular space invasion on time to recurrence in women with early-stage squamous cancer of the cervix. [J]. Gynecol Oncol, 2006, 100(2):288-293.
- [7] Ahlin PA, Weiss RL. Risk management and compliance in pathology and laboratory medicine [J]. Clin Lab Med, 2007, 27(4): 859-873.
- [8] Giardino A, Gupta S, Olson E, et al. Role of imaging in the era of precision medicine [J]. Acad Radiol, 2017, 24(5):639-649.
- [9] Kuang F, Yan ZP, Li HL, et al. Diagnostic accuracy of diffusion weighted MRI for differentiation of cervical cancer and benign cervical lesions at 3.0T: comparison with routine MRI and dynamic contrast enhanced MRI [J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 42(4):1094-1099.
- [10] Liu Y, Ye Z, Sun H, et al. Clinical application of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in uterine cervical cancer [J]. Int J Gynecol Cancer, 2015, 25(6):1073-1078.
- [11] Gladwish A, Milosevic M, Fyles A, et al. Association of apparent diffusion coefficient with disease recurrence in patients with locally advanced cervical cancer treated with radical chemotherapy and radiation therapy [J]. Radiology, 2015, 279(1): 158-166.
- [12] Marchiolé P, Buénerd A, Benchaib M, et al. Clinical significance of lympho vascular space involvement and lymph node micrometastases in early-stage cervical cancer: A retrospective case-control surgico-pathological study [J]. Gynecol Oncol, 2005, 97(3): 727-732.
- [13] 程海荣, 陈杰. 年轻早期宫颈癌患者的诊治进展[J]. 现代肿瘤医学, 2016, 24(4):678-680.
- [14] Schmeler KM, Frumovitz M, Ramirez PT. Conservative management of early stage cervical cancer: is there a role for less radical surgery? [J]. Gynecol Oncol, 2011, 120(3):321-325.
- [15] Kodama J, Kusumoto T, Nakamura K, et al. Factors associated with parametrial involvement in stage IB1 cervical cancer and identification of patients suitable for less radical surgery [J]. Gynecol Oncol, 2011, 122(3):491-494.
- [16] 张娜, 王维青, 武霞. MRI 最小 ADC 值取代平均 ADC 值在宫颈癌诊断及分期中的应用研究[J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(9): 1774-1777.
- [17] Mori N, Mugikura S, Takasawa C, et al. Peritumoral apparent diffusion coefficients for prediction of lymphovascular invasion in clinically node-negative invasive breast cancer [J]. Eur Radiol, 2016, 26(2):331-339.
- [18] Rosenkrantz AB, Oei M, Babb JS, et al. Diffusion-weighted imaging of the abdomen at 3.0 Tesla: image quality and apparent diffusion coefficient reproducibility compared with 1.5 Tesla [J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 33(1):128-135.
- [19] Itatani R, Namimoto T, Yoshimura A, et al. Clinical utility of the normalized apparent diffusion coefficient for preoperative evaluation of the aggressiveness of prostate cancer [J]. Jpn J Radiol, 2014, 32(12):685-691.
- [20] 邝菲, 宦怡, 任静, 等. 中青年或生育期女性正常宫颈组织在不同生理周期的表观扩散系数数值变化 [J]. 功能与分子医学影像学(电子版), 2012, 2:103-107.