

# 超声造影预测局部晚期宫颈癌同步放化疗 早期疗效的临床价值

郭磊 周洪珍 刘德梅 张涛 李秀敏 王金霞 杨宗利

**摘要** **目的** 探讨超声造影(CEUS)预测局部晚期宫颈癌(LACC)患者同步放化疗(CCRT)早期疗效的临床价值。**方法** 选取临沂市肿瘤医院收治的 LACC 患者 65 例,于治疗前 1 周内及体外放疗结束后分别进行 CEUS 检查,通过定量分析时间-强度曲线(TIC)获得达峰时间(TP)、梯度(Grad)、曲线下面积(Area)及峰值强度(PI);测量治疗前后瘤体最大径,计算肿瘤消退率。体外放疗结束后根据治疗效果分为敏感组 53 例和不敏感组 12 例,比较两组上述参数的差异。采用 Spearman 相关分析法分析 CEUS 参数与肿瘤消退率的相关性;二元 Logistic 回归分析筛选预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析其预测效能。**结果** 65 例 LACC 患者治疗前和体外放疗结束后瘤体最大径分别为(60.7±14.6)mm、(31.2±16.9)mm,肿瘤消退率为(49.2±23.2)%。敏感组治疗前 Grad、PI 均低于不敏感组,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );敏感组体外放疗结束后 Grad、Area 及 PI 均低于不敏感组,TP 高于不敏感组,差异均有统计学意义(均  $P<0.001$ )。敏感组体外放疗结束后 Grad、Area 及 PI 均较治疗前降低,TP 较治疗前升高,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。相关性分析显示,治疗前 Grad、PI 与肿瘤消退率均呈负相关( $r=-0.602$ 、 $-0.499$ ,均  $P<0.05$ );体外放疗结束后 Grad、PI 与肿瘤消退率均呈负相关( $r=-0.859$ 、 $-0.913$ ,均  $P<0.05$ )。二元 Logistic 回归分析显示,治疗前 Grad、PI 均为预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的独立影响因素(均  $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示,治疗前 Grad、PI 预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的曲线下面积分别为 0.802、0.894。**结论** CEUS 在预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效中有一定的临床价值。

**关键词** 超声检查;造影剂;局部晚期宫颈癌;同步放化疗;早期疗效

[中图分类号]R445.1;R737.33

[文献标识码]A

## Clinical value of contrast-enhanced ultrasound in predicting early therapeutic effect of concurrent chemoradiotherapy for locally advanced cervical cancer

GUO Lei, ZHOU Hongzhen, LIU Demei, ZHANG Tao, LI Xiumin, WANG Jinxia, YANG Zongli

Department of Abdominal Ultrasound, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Shandong 266003, China

**ABSTRACT** **Objective** To explore the clinical value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in predicting early therapeutic effect of concurrent chemoradiotherapy (CCRT) in patients with locally advanced cervical cancer (LACC). **Methods** A total of 65 patients with LACC treated in the Linyi Tumor Hospital were selected. All patients underwent CEUS within 1 week before treatment and after external radiotherapy. Quantitative parameters were obtained by analyzing the time-intensity curve (TIC), including the time to peak (TP), gradient (Grad), area under the curve (Area) and peak intensity (PI). Meanwhile, the maximum tumor diameters were measured before and after treatment, the tumor regressive rate was calculated. After external radiotherapy, the patients were divided into sensitive group (53 cases) and insensitive group (12 cases) according to the therapeutic effect, and the differences of the above parameters between the two groups were compared. Spearman

基金项目:临沂市重点研发计划(2022YX0118)

作者单位:266003 山东省青岛市,青岛大学附属医院腹部超声科(郭磊、杨宗利);临沂市肿瘤医院超声医学科(周洪珍、张涛),妇瘤科

(刘德梅、李秀敏);高密市人民医院超声科(王金霞)

通讯作者:杨宗利,Email:qingyichaosheng@126.com

correlation analysis was used to analyze the correlation between CEUS parameters and tumor regression rate. Binary Logistic regression analysis was used to screen the factors influencing the early therapeutic effect of CCRT in patients with LACC. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive efficiency. **Results** The maximum tumor diameter of 65 LACC patients before treatment and after external radiotherapy were (60.7±14.6) mm and (31.2±16.9) mm, respectively. The tumor regression rate was (49.2±23.2)%. Before treatment, the Grad and PI in the sensitive group were lower than those in the insensitive group, and the differences were statistically significant (both  $P<0.05$ ). After external radiotherapy, Grad, Area and PI in the sensitive group were lower than those before treatment, and TP was higher than that before treatment, and the differences were statistically significant (all  $P<0.05$ ). Correlation analysis showed that Grad and PI were negatively correlated with tumor regression rate before treatment ( $r=-0.602, -0.499$ , both  $P<0.05$ ). After external radiotherapy, Grad and PI were negatively correlated with tumor regression rate ( $r=-0.859, -0.913$ , both  $P<0.05$ ). Binary Logistic regression analysis showed that Grad and PI before treatment were independent influencing factors for predicting the early efficacy of CCRT in LACC patients. ROC curve analysis showed that the area under the curve of Grad and PI before treatment in predicting the early efficacy of CCRT in LACC patients were 0.802 and 0.894, respectively. **Conclusion** CEUS has certain clinical value in predicting the early efficacy of CCRT in patients with LACC.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Contrast agent; Locally advanced cervical cancer; Concurrent chemoradiotherapy; Early therapeutic effect

宫颈癌是常见的妇科恶性肿瘤,其发病率及死亡率均位居全球女性恶性肿瘤第4位<sup>[1]</sup>。本病早期多无明显临床表现,多数患者确诊后已属于局部晚期宫颈癌(locally advanced cervical cancer, LACC)。国际妇产科联盟(International Federation of Gynecology and Obstetrics, FIGO)分期标准<sup>[2]</sup>广义上定义LACC为处于I B3~IV A期的宫颈癌<sup>[3-4]</sup>。同步放化疗(concurrent chemoradiotherapy, CCRT)是一种治疗LACC的有效方法,但并发症发生率较高,且其疗效与患者长期生存率密切相关,因此准确预测其疗效对临床调整后续治疗方案至关重要<sup>[5]</sup>。超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)是一种安全、实时、高效的影像学检查手段,目前已有应用于宫颈癌化疗疗效评价方面的相关报道<sup>[6-7]</sup>,但应用CEUS预测LACC患者CCRT早期疗效的研究较少见。基于此,本研究探讨了CEUS在预测LACC患者CCRT早期疗效中的临床价值,报道如下。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2021年1月至2022年12月于临沂市肿瘤医院收治的LACC患者65例,年龄34~75岁,平均(56.68±10.02)岁。其中鳞癌60例,腺癌5例;2018 FIGO分期<sup>[3]</sup> II B期10例, III A期2例, III B期34例, III C期1例, III C1期10例, III C2期5例, IV A期3例。纳入标准:①均经病理学检查确诊, FIGO分期为II B~IV A期;

②均接受化疗联合放疗(体外调强放疗+后装治疗)治疗;③患者心智健康,无沟通和交流障碍。排除标准:①FIGO分期< II B期,可进行手术治疗;②对超声造影剂过敏;③合并右向左分流的心脏疾病、重度肺动脉高压(肺动脉压>90 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)及其他严重心脑血管疾病、未得到有效控制的高血压、成人呼吸窘迫综合征;④合并肝肾功能障碍或神经系统疾病;⑤处于妊娠期或哺乳期。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. CEUS检查:所有患者均于治疗前1周内及体外放疗结束后分别进行CEUS检查。使用GE Logiq E8彩色多普勒超声诊断仪, C1-6凸阵探头, 频率1.0~6.0 MHz;造影剂使用SonoVue(意大利Bracco公司),按照说明书配置使用。嘱患者适度充盈膀胱,取仰卧位,首先行常规超声检查,记录病灶的基本特征,包括瘤体大小、形态、内部回声及血流分布等,测量瘤体最大径,计算肿瘤消退率,公式为:肿瘤消退率=(治疗前瘤体最大径-体外放疗结束后瘤体最大径)/治疗前瘤体最大径×100%。然后切换至CEUS模式,经上臂肘静脉快速团注2.4 ml造影剂混悬液,随后推注5.0 ml生理盐水快速冲管,同时开启计时器,实时观察病灶内造影剂灌注情况,并持续储存至少3 min动态图像。选取病灶感兴趣区,绘制时间-强度曲线(TIC),获得达峰时间(TP)、梯度(Grad)、曲线下面积(Area)及峰值强度(PI)。本研究由两名具有10年以上工作经验的超

声医师独立分析 TIC 获得定量参数,取两名医师测量值的平均值进行后续分析。

2. CCRT 方法:①放疗使用美国 Varian Clinac iX 直线加速器及相应配套系统 6MV-X 线,体外放射总剂量约 45.0~50.4 Gy (25~28 次),体外放疗剂量约 32.0 Gy (18 次),增加后装放疗,每周 1 次,总剂量 35.0 Gy (7 次);②化疗采用静脉滴注顺铂(山东凤凰制药股份有限公司,国药准字:H20056422),剂量 30 mg/m<sup>2</sup>,每周 1 次,连续治疗 4~6 周。

3. 疗效评估及分组:体外放疗结束后,依据实体瘤疗效评价标准<sup>[8]</sup>,结合妇科检查、CEUS 及 MRI 检查结果综合评估 CCRT 早期疗效并进行分组:瘤体完全消失及瘤体最大径缩小≥30%的患者归为敏感组(53 例);瘤体最大径缩小<30%及瘤体最大径增大的患者归为不敏感组(12 例)。

### 三、统计学处理

应用 SPSS 25.0 统计软件,采用 Shapiro-Wilk 检验分析计量资料的正态性,符合正态分布者以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 *t* 检验;不符合正态分布者以  $M(Q_1, Q_3)$  表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验。采用 Spearman 相关分析法分析 CEUS 参数与肿瘤消退率的相关性。二元 Logistic 回归分析筛选预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析其预测效能。采用组内相关系数(ICC)评价两名超声医师测值的一致性,ICC<0.40 为一致性差,0.40~0.75 为一致性良好,>0.75 为一致性非常好。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究 65 例 LACC 患者治疗前和体外放疗结束后瘤体最大径分别为 (60.7±14.6) mm、(31.2±16.9) mm,肿瘤消退率为(49.2±23.2)%。

一、两组治疗前及体外放疗结束后 CEUS 参数比较

1. 组间比较:敏感组治疗前 Grad、PI 均低于不敏感组,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );敏感组体外放疗结束后 Grad、Area 及 PI 均低于不敏感组,TP 高于不敏感组,差异均有统计学意义(均  $P<0.001$ )。见表 1 和图 1,2。

2. 组内比较:敏感组体外放疗结束后 Grad、Area 及 PI 均较治疗前降低,TP 较治疗前升高,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );不敏感组治疗前与体外放疗结束 TP、Grad、Area 及 PI 比较差异均无统计学意义。见表 1 和图 1,2。

### 二、CEUS 参数与肿瘤消退率的相关性分析

治疗前 Grad、PI 均与肿瘤消退率呈负相关( $r=-0.602$ 、 $-0.499$ ,均  $P<0.05$ );体外放疗结束后 Grad、PI 均与肿瘤消退率呈负相关( $r=-0.859$ 、 $-0.913$ ,均  $P<0.05$ )。

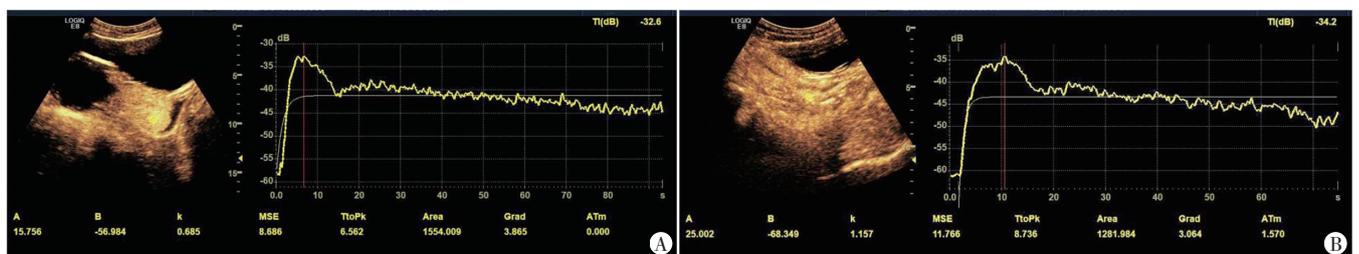
### 三、二元 Logistic 回归分析

以治疗前 Grad 及 PI 为自变量,体外放疗结束后 CCRT 早期疗效为因变量(敏感=1,不敏感=0),纳入二元 Logistic 回归分析,结果显示治疗前 Grad 及 PI 均为预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的独立影响因素(均  $P<0.05$ )。见表 2。

表 1 两组治疗前及体外放疗结束后 CEUS 参数比较 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

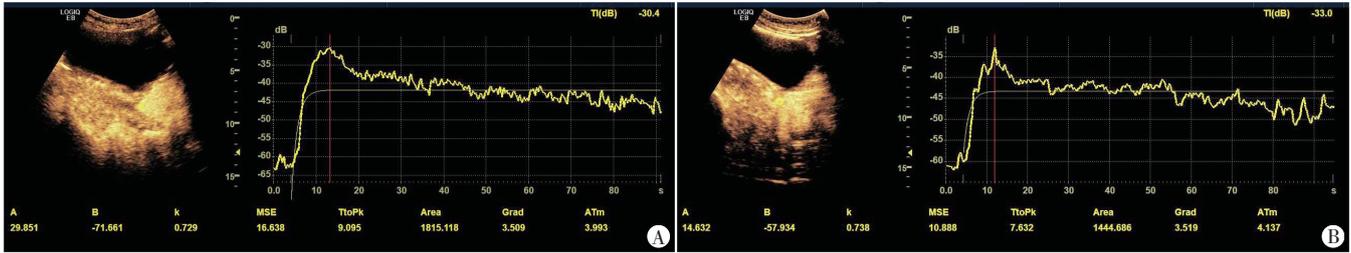
组别	TP(s)		Grad		Area(dB·s)		PI(dB)	
	治疗前	体外放疗结束后	治疗前	体外放疗结束后	治疗前	体外放疗结束后	治疗前	体外放疗结束后
敏感组	9.56(7.00,12.45)	14.69(13.51,15.90) <sup>#</sup>	3.21(2.92,3.67)	1.43(1.21,1.91) <sup>#</sup>	1428.60(1201.53,1767.27)	897.39(745.69,1138.39) <sup>#</sup>	-34.20(-35.15,-32.60)	-42.20(-43.80,-40.45) <sup>#</sup>
不敏感组	7.35(6.49,9.49)	9.45(7.62,11.08)	3.91(3.57,4.34)	3.50(3.06,3.91)	1651.93(1307.75,2064.60)	1520.57(1205.98,1879.86)	-31.75(-32.25,-31.30)	-32.70(-33.73,-31.33)
Z 值	-1.809	-5.259	-3.247	-5.377	-1.792	-4.447	-4.238	-5.378
P 值	0.070	<0.001	0.001	<0.001	0.073	<0.001	<0.001	<0.001

与同组治疗前比较,<sup>#</sup> $P<0.05$ 。TP:达峰时间;Grad:梯度;Area:曲线下面积;PI:峰值强度



A: 治疗前,TP 为 6.56 s,Grad 为 3.87,Area 为 1554.01 dB·s,PI 为 -32.6 dB;B: 体外放疗结束后,TP 为 10.65 s,Grad 为 3.06,Area 为 1281.98 dB·s,PI 为 -34.2 dB

图 1 敏感组一患者(36 岁)治疗前及体外放疗结束后 CEUS 图及 TIC 图



A: 治疗前 CEUS 图及 TIC 图, TP 为 9.10 s, Grad 为 3.51, Area 为 1815.12 dB·s, PI 为 -30.4 dB; 不敏感组体外放疗结束后 CEUS 图及 TIC 图, TP 为 7.63 s, Grad 为 3.52, Area 为 1444.69 dB·s, PI 为 -33.0 dB

图2 不敏感组一患者(48岁)治疗前及体外放疗结束后 CEUS 图及 TIC 图

表2 二元 Logistic 回归分析

变量	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR 值(95% 可信区间)
治疗前 Grad	-2.841	1.115	6.496	0.011	0.058(0.007-0.519)
治疗前 PI	-1.951	0.713	7.484	0.006	0.142(0.035-0.575)
常量	-51.581	21.148	5.949	0.015	<0.001(-)

#### 四、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, 治疗前 Grad 及 PI 分别以 3.44、-32.55 dB 为截断值, 其预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的曲线下面积分别为 0.802、0.894, 诊断灵敏度分别为 67.9%、77.4%, 特异度分别为 91.7%、100%。见图 3。

#### 五、一致性分析

表3 两名超声医师间治疗前及体外放疗结束后各 CEUS 参数的 ICC 及其 95% 可信区间结果

时间	TP	Grad	Area	PI
治疗前	0.952(0.923-0.971)	0.797(0.688-0.871)	0.847(0.760-0.904)	0.904(0.847-0.940)
体外放疗结束后	0.932(0.892-0.958)	0.931(0.890-0.958)	0.871(0.796-0.919)	0.945(0.911-0.966)

TP: 达峰时间; Grad: 梯度; Area: 曲线下面积; PI: 峰值强度

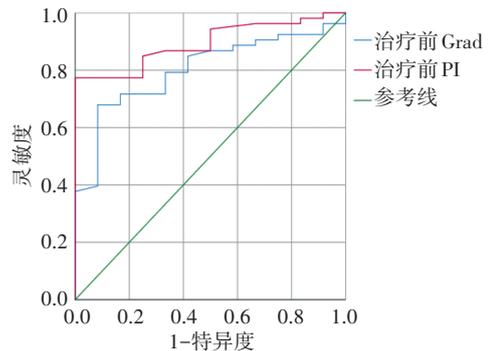


图3 治疗前 Grad 及 PI 预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的 ROC 曲线图

两名超声医师间治疗前及体外放疗结束后各 CEUS 参数的一致性均非常好(均 ICC>0.75)。见表 3。

## 讨 论

LACC 定义为局限于子宫颈或仅累及盆腔局部、最大径>4 cm 的宫颈癌, 具有体积大、局部控制困难、手术难度较大、术后易复发或转移等特点, 这是一个里程碑式的功能性定义, 对确定治疗方案具有重要的意义<sup>[3-4]</sup>。目前临床 LACC 患者的常规治疗方案为 CCRT, 然而仍有部分患者的治疗效果欠佳<sup>[9]</sup>。宫颈癌的预后因素包括瘤体大小、组织学分型、病理分级、FIGO 分期、淋巴结转移状态等, 但这些指标并不足以准确预测治疗反应或预后, 临床需无创生物标志物在治疗早期提供更详细的肿瘤特征, 从而更准确地预测疗效<sup>[10]</sup>。MRI 已被广泛应用于预测宫颈癌治疗疗效<sup>[11-12]</sup>, 但其检查时间长、价高、有禁忌症及造影剂过敏发生率较高, 而 CEUS 相对操作简便, 具有价廉、禁忌症较少、造影剂不良反应发生率低等优势, 目前已应用于宫颈癌化疗的疗效评价<sup>[6-7]</sup>。本研究旨在探讨

CEUS 在预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效中的临床价值。

本研究结果显示, 敏感组治疗前 Grad、PI 均低于不敏感组, 差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ), 且二者与肿瘤消退率均呈负相关( $r=-0.602$ 、 $-0.499$ , 均  $P<0.05$ ), 表明治疗前 Grad 及 PI 较低的 LACC 患者对治疗的敏感度更高, 肿瘤消退率也越高。Grad 为造影剂从进入到达到峰值强度的梯度, 其值越高提示造影剂进入病灶的平均灌注速度越快<sup>[13]</sup>; PI 在一定程度上反映了肿瘤生物学活性, 代表了肿瘤组织内新生血管的数量<sup>[14]</sup>, 其值越大提示肿瘤生物学活性越高, 新生血管数量越多。当 Grad 及 PI 较低时, 肿瘤灌注速度低、血管含量低, 对治疗反应更敏感。Wiggins 等<sup>[15]</sup>研究结果显示高血管化宫颈肿瘤的预后较差, 表明血管化程度高的肿瘤较血管化程度低的肿瘤更具侵袭性, 对治疗反应更差; Ueda 等<sup>[16]</sup>研究发现宫颈癌患者对新辅助化疗的治疗反应与瘤内微血管密度呈负相关( $r=-0.724$ ,

$P < 0.01$ ), 本研究结果与其基本一致。此外, 本研究敏感组体外放疗结束后 Grad、Area 及 PI 均较治疗前降低, TP 较治疗前升高 (均  $P < 0.05$ ), 且上述参数与不敏感组体外放疗结束后比较差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ), 提示对治疗越敏感的患者其 CEUS 参数变化越明显。研究<sup>[7,17]</sup>认为 Area 及 PI 降低提示肿瘤内血管数量减少, 其值降低越明显则提示肿瘤抑制效果越好, 本研究结论与其一致。CEUS 可从形态学及功能学分别反映病灶情况, 可实时、连续观察病灶组织血流灌注, 结合 TIC 进行定性及定量分析, 评估病灶组织微循环和微血管情况, 为临床提供丰富的诊断信息<sup>[18]</sup>, 也为 CEUS 预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效提供了可靠依据。此外, 还为有 MRI 检查禁忌症或对 MRI 造影剂过敏的 LACC 患者提供一种新的评估手段, 丰富了临床医师评估方法的选择。

本研究二元 Logistic 回归分析显示, 治疗前 Grad 及 PI 均为预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的独立影响因素 (均  $P < 0.05$ ), 即治疗前 Grad 及 PI 越低, 则 LACC 患者 CCRT 早期疗效越好, 提示临床上可以依据治疗前 Grad 及 PI 为不同患者制定个性化治疗方案, 如对治疗前 Grad 及 PI 较高的患者加强治疗, 对治疗前 Grad 及 PI 较低的患者减少不必要的治疗, 这为最终改善治疗结果提供了可能。本研究 ROC 曲线分析显示, 治疗前 Grad、PI 预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效的曲线下面积分别为 0.802、0.894, 且一致性分析显示各 CEUS 定量参数在观察者间的一致性均非常好 (均 ICC > 0.75), 表明 CEUS 参数可重复性高, 在预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效方面有较高的预测效能。

综上所述, 应用 CEUS 预测 LACC 患者 CCRT 早期疗效有一定的临床价值。但 CEUS 依赖于血管成像, 血管较少的肿瘤显像效果差, 不能反映其微循环特征及真实情况, 预测疗效时偏差较大, 且本研究样本量较少, 纳入的影响因素也较少, 有待今后扩大样本量进行更深入的研究。

#### 参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71 (3): 209-249.
- [2] Bhatla N, Berek JS, Cuello Fredes M, et al. Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri [J]. Int J Gynaecol Obstet, 2019, 145(1): 129-135.
- [3] 杨淑莉, 任继凤, 刘洁清, 等. 局部晚期宫颈癌综合治疗前沿进展 [J]. 中华转移性肿瘤杂志, 2022, 5(4): 362-366.
- [4] 周晖, 刘昫昫, 罗铭, 等. 《2023 NCCN 子宫颈癌临床实践指南 (第 1 版) 解读》 [J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2023, 39(2): 189-196.
- [5] Giavedoni ME, Staringer L, Garrido R, et al. Experience with concurrent chemoradiotherapy treatment in advanced cervical cancer: results from a hospital in Argentina [J]. Ecancermedalscience, 2019, 13(4): 919.
- [6] 张新玲, 贺需旗, 毛永江, 等. 超声造影评估宫颈癌化疗疗效 [J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(6): 998-1001.
- [7] 朱燕, 刘政, 梁会泽, 等. 超声造影评估宫颈癌化疗疗效的价值 [J]. 中国超声医学杂志, 2017, 33(3): 256-259.
- [8] Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1) [J]. Eur J Cancer, 2009, 45(2): 228-247.
- [9] Ma X, Fang J, Zhang L, et al. Efficacy and safety of adjuvant chemotherapy for locally advanced cervical cancer: a systematic review and Meta-analysis [J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2023, 184(4): 103953.
- [10] Barwick TD, Taylor A, Rockall A. Functional imaging to predict tumor response in locally advanced cervical cancer [J]. Curr Oncol Rep, 2013, 15(6): 549-558.
- [11] Bae JM, Kim CK, Park JJ, et al. Can diffusion-weighted magnetic resonance imaging predict tumor recurrence of uterine cervical cancer after concurrent chemoradiotherapy? [J]. Abdom Radiol (NY), 2016, 41(8): 1604-1610.
- [12] Zhang X, Zhao J, Zhang Q, et al. MRI-based radiomics value for predicting the survival of patients with locally advanced cervical squamous cell cancer treated with concurrent chemoradiotherapy [J]. Cancer Imaging, 2022, 22(1): 35.
- [13] 崔凌煦, 红华, 梁丹艳, 等. 经直肠超声造影联合血清外泌体对早期前列腺癌的诊断价值 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36(11): 1145-1148.
- [14] 史佳萍, 张大娟, 俞红英, 等. 超声造影时间-强度曲线评估早期与中晚期宫颈鳞癌患者病灶内微血管密度的研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2022, 38(3): 319-322.
- [15] Wiggins D, Granai CO, Steinhoff MM, et al. Tumor angiogenesis as a prognostic factor in cervical carcinoma [J]. Gynecol Oncol, 1995, 56(3): 353-356.
- [16] Ueda M, Ueki K, Kumagai K, et al. Apoptosis and tumor angiogenesis in cervical cancer after preoperative chemotherapy [J]. Cancer Res, 1998, 58(11): 2343-2346.
- [17] Zheng W, Xiong YH, Han J, et al. Contrast-enhanced ultrasonography of cervical carcinoma: perfusion pattern and relationship with tumour angiogenesis [J]. Br J Radiol, 2016, 89(1065): 20150887.
- [18] 赵青, 杨晓婧, 纪甜甜, 等. 超声助力式弹性成像和剪切波弹性成像及超声造影特征与乳腺癌分子生物学指标的相关性 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2020, 34(8): 768-772.

(收稿日期: 2023-04-20)