

# 宫颈癌患者阴道彩超图像特征和血流动力学参数变化及其临床意义<sup>\*</sup>

徐冬梅<sup>1</sup> 严富天<sup>1</sup> 岳敏<sup>1</sup> 杨雪梅<sup>2</sup> 李娜<sup>1</sup>

(广元市中心医院 1. 超声科; 2. 妇科, 四川 广元 628020)

**【摘要】目的** 探究宫颈癌患者经阴道彩色多普勒超声(TVCDS)图像特征和血流动力学参数变化,分析 TVCDS 检查与血流动力学参数变化在宫颈癌临床诊断中的应用价值。**方法** 选取 2018 年 1 月~2021 年 1 月本院收治的 110 例宫颈癌患者为宫颈癌组,另选取同期在本院接受体检的健康志愿者 97 例为对照组,所有受试者均接受 TVCDS 检查,比较宫颈癌组与对照组的彩超图像特征和血流动力学参数,比较宫颈癌组不同血流信号分级患者的彩超图像特征和血流动力学参数变化,分析血流信号分级与血流动力学参数的相关性。**结果** 宫颈癌患者的阴道彩超图像特征主要为宫颈前后径增大、轮廓改变,回声以低回声为主,同时可见等回声或高回声,CDFI 可见病灶区有丰富血流信号;宫颈癌组患者的宫颈偏大、低回声、高回声比例明显高于对照组,RI 水平明显小于对照组,PSV 和 EDV 水平明显大于对照组( $P < 0.05$ )。不同临床分期、血流信号分级患者的血流动力学参数比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。相关性分析结果显示,RI 与血流信号分级呈明显负相关,PSV、EDV 与血流信号分级呈明显正相关( $P < 0.05$ )。**结论** TVCDS 在检测宫颈癌血流动力学参数方面具有较高的价值,血流动力学参数与临床分期、血流信号分级相关,对宫颈癌患者的阴道彩超图像特征和血流动力学参数变化进行评估,可为临床宫颈癌的诊治提供一定指导意义。

**【关键词】** 宫颈癌;经阴道彩色多普勒超声;血流动力学;Adler 分级;无创诊断

**【中图分类号】** R737.33 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2022.05.026

## The images characteristics of transvaginal color Doppler sonography and changes of hemodynamic parameters in patients with cervical cancer and their clinical significance

XU Dongmei<sup>1</sup>, YAN Futian<sup>1</sup>, YUE Min<sup>1</sup>, YANG Xuemei<sup>2</sup>, LI Na<sup>1</sup>

(1. Department of Ultrasound, Guangyuan Central Hospital, Guangyuan 628020, Sichuan, China;

2. Department of Gynecology, Guangyuan Central Hospital, Guangyuan 628020, Sichuan, China)

**【Abstract】Objective** To explore the images characteristics of transvaginal color Doppler sonography (TVCDS) and changes of hemodynamic parameters in patients with cervical cancer, and analyze the application value of TVCDS and changes of hemodynamic parameters in the clinical diagnosis of cervical cancer. **Methods** A total of 110 patients with cervical cancer admitted to the hospital from January 2018 to January 2021 were enrolled as cervical cancer group, while other 97 healthy volunteers undergoing physical examination during the same period were enrolled as control group. All underwent TVCDS. The image characteristics of TVCDS and hemodynamic parameters between cervical cancer group and control group, the image characteristics of TVCDS and changes of hemodynamic parameters among patients with different blood flow signal grading in cervical cancer group were compared. The correlation between blood flow signal grading and hemodynamic parameters was analyzed. **Results** The image characteristics of TVCDS in patients with cervical cancer were mainly characterized by increased anterior and posterior diameters of the cervix, and changes in contour. The echo was mainly on low-echo, there was equal echo or high-echo. CDFI showed that there were abundant blood flow signals in lesion area. The proportions of rather large cervix, low-echo and high-echo in cervical cancer group were signifi-

基金项目:广元市科学技术局科研项目(20ZDYF0016)

引用本文:徐冬梅,严富天,岳敏,等. 宫颈癌患者阴道彩超图像特征和血流动力学参数变化及其临床意义[J]. 西部医学, 2022, 34(5):761-765.

DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2022.05.026

cantly higher than those in control group, RI level was significantly lower than that in control group, PSV and EDV were significantly higher than those in control group ( $P < 0.05$ ). There were statistically significant differences in hemodynamic parameters among patients at different clinical stages and with different blood flow signal grading ( $P < 0.05$ ). Correlation analysis showed that RI was significantly negatively correlated with blood flow signal grading, while PSV and EDV were significantly positively correlated with it ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** TVCDS is of high value in detecting hemodynamic parameters of cervical cancer. Hemodynamic parameters are related to clinical stage and blood flow signal grading. The evaluation on images characteristics of TVCDS and changes of hemodynamic parameters in patients with cervical cancer can provide certain guidance significance for clinical diagnosis and treatment of cervical cancer.

**【Key words】** Cervical cancer; Transvaginal color Doppler sonography; Hemodynamics; Adler grading; Noninvasive diagnosis

宫颈癌是临床常见的妇科恶性肿瘤之一,早期临床症状不明显,随着疾病的进展,会逐渐出现异常阴道流血、接触性出血等症状,严重影响患者的生命健康<sup>[1-2]</sup>。宫颈癌病变过程复杂,病程进展缓慢,但早期确诊后行外科手术治疗,可明显改善患者预后<sup>[3]</sup>。经阴道彩色多普勒超声(Transvaginal color Doppler sonography, TVCDS)是临床诊断宫颈病变的重要手段,可在全方位显示患者盆腔结构的同时,对病灶的形态、与周围组织关系及血供情况进行观察,诊断准确率较高<sup>[4-5]</sup>。有研究显示,血管生成与肿瘤细胞的生长、增殖及转移密切相关,但目前有关宫颈癌患者血流动力学参数变化及其与血流信号分级的相关性研究报道较少<sup>[6-7]</sup>。基于此,本研究分析了宫颈癌患者的彩超图像特征和血流动力学参数变化情况,并对不同血流信号分级患者的彩超图像特征和血流动力学参数进行比较,旨在探讨 TVCDS 检查与血流动力学参数变化在宫颈癌临床诊断中的应用价值,现报告如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 1 月~2021 年 1 月本院收治的宫颈癌患者为宫颈癌组,纳入标准:①临床检查符合宫颈癌的诊断标准<sup>[8]</sup>,且均经手术后病理组织检查确诊。②患者年龄 $\geq 18$ 岁,均接受 TVCDS 检查,无检查禁忌症。③相关影像学资料完整,图像清晰。④患者知情同意,均签署知情同意书。排除标准:①术前存在放化疗史患者。②合并其他恶性肿瘤患者。③存在免疫性疾病、血液疾病和感染性疾病患者。④妊娠或产后 $< 6$ 个月患者。本研究收集宫颈癌患者 125 例,排除资料不全者 8 例,对研究不感兴趣者 3 例,合并抑郁等精神疾病者 4 例,最终纳入 110 例。另选取同期在本院接受体检的健康志愿者 97 例为对照组,本研究经医院伦理委员会批准。

## 1.2 研究方法

1.2.1 TVCDS 检查 采用超声多普勒超声诊断仪(Voluson E8 型,美国 GE 公司)对患者行 TVCDS 检查,超声探头为 IC5-9D,频率 5~9 MHz。检查前嘱

咐患者排空膀胱和直肠,检查时取截石位;探头涂抹耦合剂后套上隔离套,经阴道至宫颈内、外口,宫旁,肌层组织和宫颈管,行纵向、横向和斜向多切面扫查。明确病灶位置、大小、形态、边界、回声情况,观察有无肿块、病灶浸润范围及其与周围组织的关系。常规扫查结束后,使用彩色多普勒血流显像(Color Doppler Flow Imaging, CDFI)技术检查宫颈部位的血流情况,记录血流阻力指数(Resistance Index, RI)、收缩期峰值血流速度(Peak systolic blood flow velocity, PSV)和舒张末期血流速度(End-diastolic blood velocity, EDV)。所有检查均由同一名有经验的医师独立完成。

1.2.2 血流信号分级 采用 Alder 半定量标准对两组的血流信号进行分级,其中,0 级为无明显血流;Ⅰ级为存在 1~2 处点状出血,管径 $< 1$  mm;Ⅱ级为存在 2~3 条棒状或条状血流;Ⅲ级为存在 $> 4$ 条血流,血管呈网络状,并相互贯通<sup>[9]</sup>。

1.3 观察指标 ①比较宫颈癌组与对照组的彩超图像特征。②比较宫颈癌组与对照组的血流动力学参数。③比较宫颈癌组不同血流信号分级患者的彩超图像特征和血流动力学参数变化,分析血流信号分级与血流动力学参数的相关性。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,两组间比较行独立样本  $t$  检验;多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 LSD- $T$  比较;计数资料以  $n(\%)$  表示,行  $\chi^2$  检验;相关性分析采用 Spearman 秩相关性分析; $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 宫颈癌组与对照组一般临床资料比较 根据宫颈癌病理学分期标准,宫颈癌组中Ⅰ期 25 例,Ⅱ期 69 例,Ⅲ期 16 例;病理类型:鳞癌 83 例,腺癌 27 例;淋巴结转移 21 例,未转移 89 例;宫旁浸润 25 例,无宫旁浸润 85 例。宫颈癌组与对照组的年龄、BMI、绝经等一般临床资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 宫颈癌组与对照组一般临床资料比较 [ $n(\times 10^{-2}), \bar{x} \pm s$ ]

Table 1 Comparison of general clinical data between the cervical cancer group and the control group

组别	n	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	绝经	
				是	否
宫颈癌组	110	46.21±6.54	23.14±1.25	38(34.55)	72(65.45)
对照组	97	44.87±7.26	23.07±1.31	27(27.84)	83(72.16)
t/χ <sup>2</sup>		1.397	0.393		2.642
P		0.164	0.695		0.104

## 2.2 宫颈癌组与对照组的彩超图像特征分析

TVCDS 检查结果显示,宫颈癌组患者可见疑似癌变的宫颈异常表现,主要特征为:①宫颈前后径增大,部分患者出现不规则肿块。②宫颈轮廓改变,边缘不整,梭形结构被破坏,宫颈管内膜线不规则或中断。③宫颈区回声以低回声为主,同时可见等回声或高回

声。④CDFI 可见病灶区有丰富血流出现,呈“火球状”或 3~5 条彩色血流。典型病例图片,见图 1。宫颈癌组患者的宫颈偏大比例明显高于对照组,低回声、高回声比例明显高于对照组,差异比较有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 宫颈癌组与对照组的彩超图像特征分析 [ $n(\times 10^{-2})$ ]

Table 2 Analysis of the characteristics of color Doppler ultrasound images of the cervical cancer group and the control group

组别	n	宫颈大小		宫颈回声		
		正常	偏大	高回声	低回声	等回声
宫颈癌组	110	86(78.18)	24(21.82)	29(26.36)	46(41.82)	35(31.82)
对照组	97	90(92.78)	7(7.22)	0(0.00)	91(93.81)	6(6.19)
χ <sup>2</sup>			8.631		63.728	
P			0.003		<0.001	

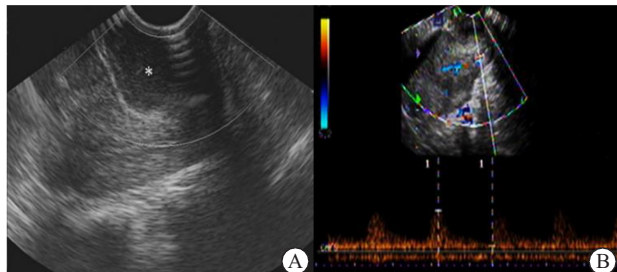


图 1 患者女,48 岁,经组织病理检查诊断为宫颈癌

Figure 1 A 48-year-old female patient was diagnosed with cervical cancer by histopathological examination

注:A. TVCDS 检查呈低回声;B. 血流频谱图

2.3 宫颈癌组与对照组的血流动力学参数比较 宫颈癌组患者的 RI 水平明显小于对照组,PSV 和 EDV 水平明显大于对照组,差异比较有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 宫颈癌组与对照组的血流动力学参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparison of hemodynamic parameters between cervical cancer group and control group

组别	n	RI	PSV(cm/s)	EDV(cm/s)
宫颈癌组	110	1.02±0.24	36.67±8.15	10.31±2.58
对照组	97	1.56±0.47	24.51±7.26	5.27±1.23
t		9.608	11.271	17.557
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.4 宫颈癌组不同临床病理特征患者的血流动力学参数比较 不同临床分期患者的血流动力学参数比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),且 3 期的 RI 比较, I 期>II 期>III 期( $P < 0.05$ );3 期的 PSV、EDV 比较, I 期<II 期<III 期( $P < 0.05$ )。不同病理类型、淋巴结转移和宫旁浸润患者的血流动力学参数比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 4。

2.5 宫颈癌组不同血流信号分级患者的彩超图像特征和血流动力学参数比较 110 例宫颈癌患者经 CD-FI 检查共检出 0 级 2 例, I 级 22 例, II 级 59 例和 III 级 27 例。其中,血流信号 0 级患者宫颈形态正常,前后径无明显变化,CDFI 未见明显血流信号; I 级患者宫颈形态正常或宫颈前后径出现不同程度的增大,宫颈内回声呈低回声或稍高回声,CDFI 可探及 1~2 处点状出血信号; II 级患者前后径增大明显,宫颈内回声呈低回声、高回声或等回声,CDFI 可探及 2~3 条棒状或条状血流信号; III 级患者宫颈形态呈靴形或桶形,前后径不均匀增厚,宫颈内回声呈低回声、高回声、等回声或个别混杂回声,部分可见宫颈旁浸润性肿块,CDFI 可探及丰富血流信号,部分呈“火球状”。不同血流信号分级患者的血流动力学参数比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),且 3 期的 RI 比较, 0~I 级>II 级>III 级( $P < 0.05$ );3 期的 PSV、EDV 比较, 0~I 级<II 级<III 级( $P < 0.05$ ),见表 5。

表 4 宫颈癌组不同临床病理特征患者的血流动力学参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 4 Comparison of hemodynamic parameters between patients with different clinicopathological characteristics in cervical cancer group

临床病理特征		n	RI	PSV(cm/s)	EDV(cm/s)
临床分期	I 期	25	1.14 ± 0.21	29.78 ± 8.28	8.72 ± 2.06
	II 期	69	1.03 ± 0.22 <sup>①</sup>	36.62 ± 7.63 <sup>①</sup>	10.11 ± 2.25 <sup>①</sup>
	III 期	16	0.76 ± 0.19 <sup>①②</sup>	47.65 ± 8.54 <sup>①②</sup>	13.65 ± 2.17 <sup>②</sup>
F			15.822	24.888	25.310
P			<0.001	<0.001	<0.001
病理类型	鳞癌	83	1.03 ± 0.19	35.97 ± 7.21	10.13 ± 1.89
	腺癌	27	1.01 ± 0.21	38.84 ± 7.33	10.87 ± 2.17
t			0.463	1.789	1.703
P			0.644	0.076	0.091
淋巴结转移	是	21	1.00 ± 0.18	40.94 ± 15.46	11.05 ± 2.23
	否	89	1.03 ± 0.26	35.65 ± 11.73	10.14 ± 3.01
t			0.500	1.744	1.302
P			0.618	0.084	0.196
宫旁浸润	是	25	0.99 ± 0.24	41.03 ± 14.81	10.97 ± 2.18
	否	85	1.03 ± 0.18	35.39 ± 13.18	10.12 ± 2.53
t			0.902	1.828	1.521
P			0.369	0.070	0.131

注:与 I 期比较,①P<0.05;与 II 期比较,②P<0.05

表 5 宫颈癌组不同血流信号分级患者的血流动力学参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 5 Comparison of hemodynamic parameters of patients with different blood flow signal grades in cervical cancer group

分级	n	RI	PSV(cm/s)	EDV(cm/s)
0~I 级	24	1.51 ± 0.38	24.83 ± 5.24	5.75 ± 2.17
II 级	59	1.01 ± 0.25 <sup>①</sup>	36.47 ± 6.02 <sup>①</sup>	9.63 ± 1.83 <sup>①</sup>
III 级	27	0.62 ± 0.17 <sup>①②</sup>	47.65 ± 7.18 <sup>①②</sup>	15.83 ± 3.04 <sup>①②</sup>
F		70.107	86.963	132.959
P		<0.001	<0.001	<0.001

注:与 0~I 级比较,①P<0.05;与 II 级比较,②P<0.05

### 2.5 血流动力学参数与血流信号分级的相关性分析

相关性分析结果显示,RI 与血流信号分级呈明显负相关,PSV、EDV 与血流信号分级呈明显正相关(P<0.05),见表 6。

表 6 血流动力学参数与血流信号分级的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between hemodynamic parameters and blood flow signal classification

血流动力学参数	血流信号分级	
	r	P
RI	-0.297	0.003
PSV	0.354	<0.001
EDV	0.367	<0.001

### 3 讨论

宫颈癌的发病率与病死率较高,若未及时干预治疗,会对患者的生命安全造成严重威胁。研究发现,早期手术治疗可彻底清除肿瘤组织,对降低宫颈癌患者的病死率具有重要意义<sup>[10-11]</sup>。TVCDS 在妇科疾病

的诊疗中应用广泛,可清晰显示子宫结构、准确定位病灶组织,并通过观察病灶组织的血流动力学特征,对病变作出定性诊断<sup>[12-15]</sup>。本研究应用 TVCDS 对宫颈癌患者进行检查显示,宫颈癌组患者可见疑似癌变的宫颈异常表现,包括:宫颈前后径增大、轮廓改变;回声以低回声为主,同时可见等回声或高回声;CDFI 可见病灶区有丰富血流信号等。赵爱珍等<sup>[16]</sup>应用 TVCDS 对早期宫颈癌进行诊断,发现宫颈癌的超声声像图特征以宫颈区边缘模糊、低回声同时可见高回声、宫颈体积增大、血流分布丰富等为主,与本研究结果类似,提示 TVCDS 可作为宫颈癌诊断的有效手段。本研究还发现,宫颈癌组患者的宫颈偏大比例明显高于对照组,低回声、高回声比例明显高于对照组,进一步表明宫颈癌具有典型的超声声像特征, TVCDS 可清晰显示宫颈形态,通过宫颈轮廓改变、病灶组织的回声特征等,对宫颈癌做出诊断。

既往研究发现,新生血管的生成与恶性肿瘤的发生发展、侵袭转移等关系密切,恶性肿瘤患者的彩色超声图像上可见肿瘤组织内部存在丰富的血流信号<sup>[17-18]</sup>。本研究结果显示,宫颈癌组患者的 RI 明显小于对照组,PSV 和 EDV 水平均明显大于对照组,且不同临床分期患者的 RI、PSV 和 EDV 存在明显差异,提示肿瘤血管生成在宫颈癌的发生发展过程中具有重要作用。分析认为,在肿瘤生长过程中,新生血管生成逐渐增多,使局部血流丰富,肿瘤组织血流速度加快;同时,新生血管分布较为凌乱、管壁较薄,当管腔不规则扩张时,会增加“血管湖”形成风险,从而

降低血流阻力,表现为 RI 下降<sup>[19-21]</sup>。一项有关 CDFI 的 Adler 分级与宫颈癌临床病理参数的相关性研究发现<sup>[22]</sup>,Adler 分级与宫颈癌微血管密度、临床分期和肿块大小等存在明显相关性,认为 Adler 分级技术有望在临床上用于反映肿瘤组织的血流状态、侵袭及转移能力,从而为临床宫颈癌的临床分期、诊疗方式的选择等方面提供帮助。本研究结果显示,不同血流信号分级患者的彩超图像特征存在明显不同,随着血流信号分级的不断增加,患者宫颈前后径逐渐增大,CDFI 探及的血流信号逐渐丰富,且 3 期的 RI 比较,0~I 级>II 级>III 级;PSV、EDV 比较,0~I 级<II 级<III 级,提示宫颈癌患者的血流动力学参数变化可在一定程度上反映病灶组织的血流丰富程度。本研究还发现,RI 与血流信号分级呈明显负相关,PSV、EDV 与血流信号分级呈明显正相关,进一步表明血流动力学参数的改变与宫颈癌肿瘤组织的新生血管生成、血流状态关系密切。因此,临床可通过宫颈癌患者的阴道彩超图像特征和血流动力学改变,有效反映微血管情况<sup>[23]</sup>。

#### 4 结论

TVCDS 在检测宫颈癌血流动力学参数方面具有较高的价值,血流动力学参数与血流信号分级存在相关性,对宫颈癌患者的阴道彩超图像特征和血流动力学参数变化进行评估,可为临床宫颈癌的诊治提供一定指导意义。

#### 【参考文献】

- [1] 刘萍. 中国大陆 13 年宫颈癌临床流行病学大数据评价[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2018, 34(1): 41-45.
- [2] WANG M D, PERUCHO J A U, TSE K Y, *et al.* MRI texture features differentiate clinicopathological characteristics of cervical carcinoma[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(7): 5384-5391.
- [3] SRIVASTAVA A J, CONTRERAS J A, DAVIS M, *et al.* Early posttherapy clearance of human papillomavirus and treatment response in cervical carcinoma[J]. *Cancer*, 2020, 126(18): 4168-4176.
- [4] 尹盼盼, 李井平, 王少春, 等. 经阴道实时超声弹性成像诊断宫颈癌: Meta 分析[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(11): 1681-1685.
- [5] 曾静, 庞青松, 王平, 等. 超声图像引导宫颈癌近距离治疗的研究进展[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29(2): 158-160.
- [6] 樊茹佳, 魏利, 冯燕, 等. miR-34a 和 IMP3 在宫颈癌中的表达及其与肿瘤血管生成的关系[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2019, 48(2): 95-99.
- [7] WU C, HORMUTH D A, OLIVER T A, *et al.* Patient-Specific Characterization of Breast Cancer Hemodynamics Using Image-Guided Computational Fluid Dynamics[J]. *IEEE Trans Med Imag*, 2020, 39(9): 2760-2771.
- [8] PECORELLI S. Revised FIGO staging for carcinoma of the vulva, cervix, and endometrium[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2009, 105(2): 103-104.
- [9] ADLER D D, CARSON P L, RUBIN J M, *et al.* Doppler ultrasound color flow imaging in the study of breast cancer: preliminary findings[J]. *Ultrasound Med Bioi*, 1990, 16(6): 553-559.
- [10] 李文慧, 吴鸣, 谭先杰. 开腹与腹腔镜广泛子宫切除术对宫颈癌患者生活质量的影响[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2019, 35(7): 69-72.
- [11] 汤琼瑶, 陈燕娥, 钟影, 等. 宫颈癌手术清除 HPV 效果及 Th17/Treg 细胞变化[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(1): 138-142.
- [12] 徐珺. 经阴道彩色多普勒超声对宫颈癌的诊断价值及影像学特征分析[J]. 基层医学论坛, 2020, 24(1): 91-92.
- [13] 张莹, 罗红, 强坤坤, 等. 子宫内膜病变超声与病理类型的相关性分析[J]. 西部医学, 2021, 33(9): 1379-1383.
- [14] 韩虹, 刘琴琴. 经腹部和经阴道彩色多普勒超声诊断子宫腺肌症的价值比较及子宫腺肌症的危险因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(6): 1443-1445.
- [15] 姜银玲. 经阴道彩色多普勒超声在子宫内膜息肉与子宫内膜癌鉴别诊断中的应用[J]. 山西医药杂志, 2021, 50(9): 1419-1421.
- [16] 赵爱珍, 张小杉. 经阴道彩色多普勒超声联合阴道镜检查对早期宫颈癌的诊断应用[J]. 内蒙古医学院学报, 2018, 40(1): 6-10.
- [17] JAMES H, KRISTA V, CHRIS N, *et al.* Activation of cancer-associated fibroblasts is required for tumor neovascularization in a murine model of melanoma[J]. *Matrix Biol*, 2018, 74(18): 52-61.
- [18] LU Z, ORTIZ A, VERGINADIS II, *et al.* Regulation of intercellular biomolecule transfer-driven tumor angiogenesis and responses to anticancer therapies[J]. *J Clin Invest*, 2021, 131(10): 157-161.
- [19] 夏丛燕, 卢延嘉, 韩煜东, 等. 甲状腺结节的彩色多普勒血流 Adler 分级对超声引导下细针穿刺细胞学结果的影响[J]. 临床与病理杂志, 2018, 38(10): 2102-2108.
- [20] YAMAMOTO C, YUASA K, OKAMURA K, *et al.* Vascularity as assessed by Doppler intraoral ultrasound around the invasion front of tongue cancer is a predictor of pathological grade of malignancy and cervical lymph node metastasis[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2016, 45(3): 20150372.
- [21] 李福利, 夏咸军, 刘洪, 等. 高尔基磷酸化蛋白 3 在胆囊癌组织中表达的临床意义及其与血管生成的关系[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(2): 69-76.
- [22] 杜阳春, 肖艳菊, 郑红雨, 等. 彩色多普勒超声 Adler 分级与宫颈癌临床病理参数的相关性[J]. 广东医学, 2019, 40(11): 1573-1578.
- [23] ALCAZAR J L, GARCIA E, MACHUCA M, *et al.* Magnetic resonance imaging and ultrasound for assessing parametrial infiltration in cervical cancer: A systematic review and meta-analysis[J]. *Med Ultrason*, 2020, 22(1): 563-568.

(收稿日期: 2021-06-23; 修回日期: 2021-11-11; 编辑: 张翰林)