

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.10.001

文章编号: 1005-8982 (2026) 10-0001-07

子宫疾病专题·论著

## 超声评估内膜区血管指数和子宫内 膜蠕动性与宫腔粘连程度的关系\*

杨藜<sup>1</sup>, 王丹<sup>2</sup>, 郑茜文<sup>2</sup>, 李阳<sup>2</sup>, 任羿洁<sup>1</sup>, 郭道宁<sup>1</sup>

[电子科技大学医学院附属绵阳医院(绵阳市中心医院) 1. 超声医学科, 2. 妇产科, 四川 绵阳 622150]

**摘要: 目的** 探讨三维超声内膜区血管指数和二维超声子宫内 膜蠕动性与宫腔粘连(IUA)程度的关系, 为非侵入性评估IUA严重程度提供超声学依据。**方法** 回顾性选取2022年5月—2024年5月在绵阳市中心医院妇科及生殖医学中心就诊的128例女性患者, 根据宫腔镜检查结果分为正常组(62例)和IUA组(66例, 其中轻度18例、中度25例、重度23例)。患者均在月经干净后第3~5天接受常规二维超声、彩色多普勒超声和三维能量多普勒超声检查。测量并记录内膜动脉血流参数[搏动指数(PI)、阻力指数(RI)、收缩期峰值流速(PSV)和收缩期/舒张期流速比值(S/D)]、子宫动脉血流参数、内膜厚度、内膜容积、内膜血管化指数(VI)、内膜血流指数(FI)、内膜血管化血流指数(VFI)以及子宫内 膜蠕动情况。**结果** IUA组患者的内膜厚度薄于正常组( $P < 0.05$ ), 内膜容积小于正常组( $P < 0.05$ ), VI、FI及VFI均低于正常组( $P < 0.05$ )。IUA组内 膜动脉PI、RI及S/D均高于正常组( $P < 0.05$ )。重度粘连组内 膜厚度均薄于轻度粘连组、中度粘连组( $P < 0.05$ ), 内膜容积均小于轻度粘连组、中度粘连组( $P < 0.05$ )。轻度粘连组、中度粘连组、重度粘连组PSV、PI、RI及S/D比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。IUA组中0型高于正常组( $P < 0.05$ ), II、III型低于正常组( $P < 0.05$ )。轻度粘连组、中度粘连组、重度粘连组子宫内 膜波动幅度比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。Spearman相关性分析结果显示, IUA程度与子宫内 膜蠕动级别、VFI、内膜容积、内膜厚度、VI、FI均呈负相关( $r_s = -0.508, -0.498, -0.488, -0.447, -0.430, -0.374$ , 均 $P < 0.05$ ), 与内 膜动脉S/D、内 膜动脉RI、内 膜动脉PI均呈正相关( $r_s = 0.258, 0.219, 0.203$ , 均 $P < 0.05$ )。**结论** 三维超声内 膜区血管指数和二维超声子宫内 膜蠕动性在IUA患者中显著异常, 且与粘连严重程度相关, 两者联合可作为评估IUA的辅助无创指标, 为临床诊治提供重要参考。

**关键词:** 宫腔粘连; 三维超声; 内 膜血管化指数; 子宫内 膜蠕动; 内 膜容积

中图分类号: R711.74

文献标识码: A

## Associations of ultrasound-assessed endometrial vascular index and peristalsis with the severity of intrauterine adhesions\*

Yang Li<sup>1</sup>, Wang Dan<sup>2</sup>, Zheng Qian-wen<sup>2</sup>, Li Yang<sup>2</sup>, Ren Yi-jie<sup>1</sup>, Guo Dao-ning<sup>1</sup>

[1. Department of Ultrasound Medicine, 2. Department of Obstetrics and Gynecology, Affiliated Mianyang Hospital of University of Electronic Science and Technology of China (Mianyang Central Hospital), Mianyang, Sichuan 622150, China]

**Abstract: Objective** To investigate the associations of the endometrial vascular index measured by three-dimensional ultrasound and the endometrial peristalsis measured by two-dimensional ultrasound with the severity of intrauterine adhesions (IUA), providing an ultrasonographic basis for the non-invasive assessment of IUA severity.

收稿日期: 2025-12-05

\* 基金项目: 国家卫生健康委医药卫生科技发展项目 (WKZX2024G0104)

[通信作者] 郭道宁, E-mail: guodaoning@163.com

**Methods** A retrospective analysis was conducted on 128 female patients who visited the Department of Gynecology and the Reproductive Medicine Center of Mianyang Central Hospital between May 2022 and May 2024. Based on hysteroscopic findings, they were divided into a normal group (62 cases) and an IUA group (66 cases, including 18 mild, 25 moderate, and 23 severe cases). All patients underwent conventional two-dimensional ultrasound, color Doppler ultrasound, and three-dimensional power Doppler ultrasound examinations on days 3-5 after menstruation. The endometrial arterial blood flow parameters [pulsatility index (PI), resistance index (RI), peak systolic velocity (PSV), systolic/diastolic velocity ratio (S/D)], uterine artery blood flow parameters, endometrial thickness, endometrial volume, endometrial vascularization index (VI), endometrial flow index (FI), endometrial vascularization flow index (VFI), and endometrial peristalsis were measured and recorded. **Results** Patients in the IUA group had thinner endometrial thickness ( $P < 0.05$ ), smaller endometrial volume ( $P < 0.05$ ), and lower VI, FI, and VFI compared with the normal group (all  $P < 0.05$ ). The endometrial arterial PI, RI, and S/D in the IUA group were all higher than those in the normal group ( $P < 0.05$ ). In the severe IUA group, endometrial thickness was thinner than in both the mild and moderate IUA groups ( $P < 0.05$ ), and endometrial volume was smaller than in both the mild and moderate IUA groups ( $P < 0.05$ ). There were no statistically significant differences in PSV, PI, RI, or S/D among the mild, moderate, and severe IUA groups ( $P > 0.05$ ). The proportion of type 0 endometrial peristalsis in the IUA group was higher than that in the normal group ( $P < 0.05$ ), whereas the proportions of type II and type III endometrial peristalsis were lower than those in the normal group ( $P < 0.05$ ). There were statistically significant differences in endometrial peristaltic amplitude among the mild, moderate, and severe IUA groups ( $P < 0.05$ ). Spearman correlation analysis showed that the severity of IUA was negatively correlated with endometrial peristaltic grade, VFI, endometrial volume, endometrial thickness, VI, and FI ( $r_s = -0.508, -0.498, -0.488, -0.447, -0.430, \text{ and } -0.374$ , respectively; all  $P < 0.05$ ), and positively correlated with endometrial arterial S/D, RI, and PI ( $r_s = 0.258, 0.219, \text{ and } 0.203$ , respectively; all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** The endometrial vascular index measured by three-dimensional ultrasound and endometrial peristalsis measured by two-dimensional ultrasound show significant differences between the normal and IUA groups and are correlated with the severity of IUA. They can serve as auxiliary non-invasive indicators for assessing IUA, providing important references for clinical diagnosis and treatment.

**Keywords:** intrauterine adhesions; three-dimensional ultrasound; endometrial vascular index; endometrial peristalsis; endometrial volume

宫腔粘连 (intrauterine adhesions, IUA), 又称 Asherman 综合征, 是因子宫内膜基底层受损, 子宫腔壁间形成纤维粘连带, 导致子宫腔形态异常的一种病理状态<sup>[1-2]</sup>。其主要表现为月经异常、不孕、反复流产及胎盘植入等, 严重影响女性生殖健康<sup>[3]</sup>。宫腔手术操作, 尤其是产后或流产后的刮宫, 是引发 IUA 的主要原因<sup>[4-5]</sup>。随着辅助生殖技术发展和二孩政策放开, IUA 的发病率逐年上升<sup>[6]</sup>。宫腔镜检查是诊断金标准, 但因侵入性限制了其普及, 因此, 寻找无创、可靠的诊断方法具有重要意义<sup>[7]</sup>。近年来, 超声技术在妇产科应用广泛, 尤其是彩色多普勒超声和三维超声的进步, 使评估子宫内膜血流灌注和容积成为可能。对于 IUA 患者而言, 因基底层损伤及纤维化, 内膜及内膜下血管网络遭到破坏, 必然会出现局部血流障碍, 从而影响内膜生长和功能<sup>[8]</sup>。子宫内膜蠕动作为反映子宫功能的重要指标, 其动力源于内膜下肌层

的收缩, 同样依赖于正常的局部血供和激素微环境, 因此也与血流状态密切相关。IUA 所致的解剖结构异常和血供不足, 很可能进一步导致内膜蠕动功能受损。但目前关于超声评估内膜区血管指数和子宫内膜蠕动性与 IUA 严重程度关系的研究较少。因此, 本研究拟通过二维超声、彩色多普勒超声及三维能量多普勒超声, 探讨内膜区血管指数和内膜蠕动性与 IUA 程度的相关性, 为无创评估 IUA 及制订个体化治疗方案提供新的依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2022 年 5 月—2024 年 5 月在绵阳市中心医院妇科门诊因不孕、月经异常等就诊并行宫腔镜检查的 128 例患者。根据宫腔镜检查结果分为正常组 (62 例) 和 IUA 组 (66 例)。IUA 组根据美国生殖医学会 IUA 分级标准<sup>[9]</sup>, 分为轻度粘连 18 例、中

度粘连 25 例、重度粘连 23 例。本研究获医院伦理委员会批准 (S202403213-03)。两组患者基本资料比较, 经  $t/\chi^2$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

表 1 两组一般资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	体质量指数/ ( $\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$ )	宫腔操作史 例(%)	不孕 例(%)	月经异常 例(%)	既往流产史 例(%)	既往刮宫史 例(%)	既往剖宫产史 例(%)
正常组	62	31.76 ± 4.22	22.63 ± 2.85	25(40.32)	36(58.06)	18(29.03)	28(45.16)	22(35.48)	8(12.90)
IUA 组	66	32.58 ± 4.50	23.15 ± 3.12	37(56.06)	48(72.73)	28(42.42)	38(57.58)	33(50.00)	17(25.76)
$t/\chi^2$ 值		-1.064	-0.984	3.170	3.047	2.490	1.973	2.749	3.361
<i>P</i> 值		0.289	0.327	0.075	0.081	0.115	0.160	0.097	0.067

## 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①年龄 20 ~ 40 岁; ②近 3 个月内未使用激素类药物治疗; ③近 6 个月内未行宫腔操作。

**1.2.2 排除标准** ①合并子宫肌瘤、子宫腺肌症、子宫内膜息肉等子宫病变; ②合并卵巢囊肿、多囊卵巢综合征等卵巢疾病; ③正常组既往有子宫手术史; ④合并甲状腺功能异常、高泌乳素血症等内分泌疾病; ⑤合并心、肝、肾等重要脏器功能异常。

## 1.3 方法

**1.3.1 检查时机** 所有患者在月经干净后第 3 ~ 5 天行超声检查。检查前排空膀胱, 取膀胱截石位。

**1.3.2 仪器设备** 采用深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司的 Resona 8 型彩色多普勒超声诊断仪, 配备经阴道三维容积探头 (型号 DE10-3WU, 频率 4 ~ 9 MHz)。

**1.3.3 检查方法** ①二维超声检查。首先进行常规二维矢状切面扫查, 测量子宫长径、前后径、横径, 并选取内膜最厚处测量内膜厚度, 测量 3 次取平均值。观察内膜回声是否均匀、是否可见低回声带、宫腔线是否连续等; ②彩色多普勒超声检查。子宫动脉: 在宫颈内口水平子宫峡部两侧, 清晰显示子宫动脉主干。将脉冲多普勒取样容积 (门宽设定为 2 mm) 置于血管中央, 获得至少 3 个连续稳定、形态一致的频谱波形, 仪器自动计算并记录搏动指数 (pulsatility index, PI)、阻力指数 (resistance index, RI)、收缩期峰值流速 (peak systolic velocity, PSV) 和收缩期/舒张期流速比值 (systolic/diastolic velocity ratio, S/D)。取双侧平均值进行统计分析。内膜区动脉: 将彩色多普勒取样框聚焦于子宫内膜及内膜下区域, 适当调整色彩增益及脉冲重复频率至无背景噪声且能敏感显示

低速血流。在子宫内膜与肌层交界处 (即内膜下区域) 寻找点状或短条状血流信号, 获取其频谱。记录 PI、RI、PSV 及 S/D 值。若双侧均可探及, 则取平均值; 若仅单侧探及, 则记录该侧数值; ③子宫内膜蠕动检查。选择子宫正中矢状切面, 清晰显示宫腔线及内膜全貌。将探头固定于阴道前穹窿, 避免施加压力, 连续实时观察 5 min, 记录内膜蠕动波的起止点、传播方向及幅度。按照内膜波动幅度分为 4 型: 0 型 (无运动), 内膜层无可见位移, 保持静止状态; I 型 (弱运动), 内膜出现微弱波动, 波幅 < 2 mm, 蠕动波偶发 (1 次 / 5 min); II 型 (中等运动), 内膜出现明显波动, 波幅 2 ~ 3 mm, 蠕动波规律出现 (2 次 / 5 min); III 型 (强运动), 内膜出现剧烈波动, 波幅 > 3 mm, 蠕动波频繁 ( $\geq 3$  次 / 5 min) 且可跨越宫腔。由 2 名具有 5 年以上妇科超声经验的医师独立判读, 不一致时协商确定; ④三维能量多普勒超声检查。启动三维能量多普勒功能, 设置能量多普勒增益为 45% ~ 55%, 低流速滤波为 50 Hz。感兴趣区设置: 将感兴趣区完整覆盖子宫内膜区域, 包括内膜全层及紧邻的内膜下肌层 (厚度  $\leq 0.1$  cm), 避免包含子宫肌层主体或宫腔内气体干扰区域。采集三维容积数据时, 保持探头静止, 采集时间 3 ~ 5 s, 获取清晰的三维容积图像后, 选择 Smart Trace 自动勾勒功能勾画子宫内膜边界, 软件自动分析计算子宫内膜容积 (精确至  $0.01 \text{ cm}^3$ ) 及血管指数, 包括血管化指数 (vascularization index, VI)、血流指数 (flow index, FI) 和血管化血流指数 (vascularization-flow index, VFI), 重复采集 3 次, 取平均值。

## 1.4 观察指标

**1.4.1 一般资料** 年龄、体质量指数、孕产史、既往手术史等。

1.4.2 二维超声指标 子宫内膜厚度、内膜回声特点、子宫内膜蠕动类型。

1.4.3 多普勒超声指标 双侧子宫动脉和内膜动脉的PI、RI、PSV和S/D值。

1.4.4 三维超声指标 子宫内膜容积、VI、FI和VFI。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 25.0统计软件。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )或中位数(下四分位数,上四分位数)[M(P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>)]表示,比较用t检验或Z检验;等级资料以等级表示,比较用Z检验或H检验,两两比较用 $\chi^2$ 检验;计数资料以构成比

或率(%)表示,比较采用 $\chi^2$ 检验;相关性分析用Spearman法。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IUA组与正常组内膜厚度、内膜容积及内膜血管指数比较

IUA组与正常组内膜厚度、内膜容积、VI、FI、VFI比较,经t/Z检验,差异均有统计学意义(P<0.05);IUA组患者的内膜厚度薄于正常组,内膜容积小于正常组,VI、FI及VFI均低于正常组。见表2。

表2 IUA组与正常组内膜厚度、内膜容积及内膜血管指数比较 M(P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>)

组别	n	内膜厚度/cm	内膜容积/cm <sup>3</sup>	VI/%	FI	VFI
正常组	62	0.70(0.50,0.90)	2.35(1.22,2.98)	4.10(2.23,9.07)	17.60(13.07,19.15)	1.60(0.52,2.58)
IUA组	66	0.50(0.40,0.60)	0.85(0.42,1.60)	1.20(0.60,3.10)	12.50(9.65,16.02)	0.30(0.10,0.70)
Z值		4.343	4.636	4.900	4.279	5.588
P值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 IUA组与正常组内膜动脉和子宫动脉血流参数比较

IUA组与正常组内膜动脉PI、RI、S/D比较,经Z检验,差异均有统计学意义(P<0.05),IUA

组内膜动脉PI、RI及S/D均高于正常组(P<0.05);两组内膜动脉PSV和右侧、左侧子宫动脉PI、RI、PSV及S/D比较,经t/Z检验,差异均无统计学意义。见表3。

表3 IUA组与正常组内膜动脉和子宫动脉血流参数比较

组别	n	内膜动脉			
		PI	RI	PSV/(cm/s)	S/D
正常组	62	0.97(0.76,1.24)	0.56(0.50,0.64)	6.51(5.33,8.03)	2.27(1.96,2.75)
IUA组	66	1.06(0.93,1.50)	0.61(0.54,0.72)	6.78(5.73,8.52)	2.56(2.20,3.56)
Z/t值		-2.039	-2.238	-0.664	-2.733
P值		0.041	0.025	0.507	0.006

  

组别	右侧子宫动脉			
	PI	RI	PSV/(cm/s)	S/D*
正常组	2.31(1.96,2.63)	0.84(0.80,0.89)	38.33(31.95,43.80)	6.14±1.74
IUA组	2.33(1.89,2.66)	0.84(0.79,0.88)	39.85±10.35	6.11±1.84
Z/t值	0.489	0.275	-0.641	0.091
P值	0.625	0.783	0.521	0.928

  

组别	左侧子宫动脉			
	PI	RI	PSV/(cm/s)	S/D#
正常组	2.37(1.90,2.78)	0.83(0.78,0.90)	42.16(36.46,52.43)	5.93(4.75,7.05)
IUA组	2.46±0.59	0.85(0.81,0.89)	40.86±8.78	6.39(5.17,7.69)
Z/t值	-0.803	-0.843	1.650	-1.264
P值	0.422	0.399	0.099	0.206

注: \*为部分患者因子宫动脉舒张期早期反向,末期血流信号消失,未能测量S/D值,共收集到正常组53例,IUA组59例;#为部分患者因子宫动脉舒张期早期反向,末期血流信号消失,未能测量S/D值,共收集到正常组54例,IUA组61例。

### 2.3 不同粘连程度 IUA 患者内膜厚度、内膜容积及内膜血管指数比较

轻度粘连组、中度粘连组、重度粘连组内膜厚度、内膜容积比较, 经  $H$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 重度粘连组内膜厚度均薄于轻度粘连组、中度粘连组 ( $P < 0.05$ ), 内膜容积均小于轻度粘连组、中度粘连组 ( $P < 0.05$ )。轻度粘连组、中度粘

连组、重度粘连组 VI、FI 及 VFI 比较, 经  $H$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 4。

### 2.4 不同粘连程度 IUA 患者内膜动脉血流参数比较

轻度粘连组、中度粘连组、重度粘连组 PSV、PI、RI 及 S/D 比较, 经  $H$  检验, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 5。

表 4 不同粘连程度 IUA 患者内膜厚度、内膜容积及内膜血管指数比较

组别	$n$	内膜厚度/cm	内膜容积/cm <sup>3</sup>	VI/%	FI	VFI
轻度粘连组	18	0.60 ± 0.21	1.30(0.60, 2.62)	0.80(0.62, 2.50)	12.94 ± 3.15	0.15(0.10, 0.62)
中度粘连组	25	0.50(0.40, 0.70)	1.26 ± 0.71	1.85(1.17, 3.50)	12.90(10.10, 18.20)	0.30(0.20, 0.90)
重度粘连组	23	0.41 ± 0.15 <sup>†</sup>	0.60(0.30, 0.75) <sup>†</sup>	0.80(0.05, 2.30)	11.30(3.00, 15.45)	0.20(0.00, 0.40)
$H$ 值		10.830	15.866	5.137	1.965	4.714
$P$ 值		0.004	0.000	0.077	0.374	0.095

注: †与轻度粘连组和中度粘连组比较,  $P < 0.05$ 。

表 5 不同粘连程度 IUA 患者内膜动脉血流参数比较

组别	$n$	PSV/(cm/s)	PI	RI	S/D
轻度粘连组	18	8.38(6.26, 9.29)	1.11 ± 0.46	0.58(0.52, 0.71)	2.67 ± 1.23
中度粘连组	25	6.72(5.99, 7.55)	1.05(0.93, 1.21)	0.60(0.56, 0.65)	2.56(2.25, 3.52)
重度粘连组	23	6.33 ± 3.37	1.25 ± 0.66	0.66(0.56, 0.75)	2.64(2.29, 3.79)
$H$ 值		3.102	1.831	1.460	1.063
$P$ 值		0.212	0.400	0.482	0.588

### 2.5 IUA 组与正常组子宫内膜波动幅度比较

IUA 组与正常组内膜波动幅度比较, 经  $\chi^2$  检验, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 10.648$ ,  $P = 0.014$ ), IUA 组中 0 型高于正常组 ( $P < 0.05$ ), II、III 型低于正常组 ( $P < 0.05$ )。见表 6。

表 6 两组患者子宫内膜波动幅度比较 例(%)

组别	$n$	0 型	I 型	II 型	III 型
正常组	62	20(32.26)	16(25.81)	17(27.42)	9(14.52)
IUA 组	66	40(60.61)	10(15.15)	9(13.64)	7(10.61)

### 2.6 不同粘连程度 IUA 患者子宫内膜波动幅度比较

轻度粘连组、中度粘连组、重度粘连组子宫内膜波动幅度比较, 经  $Z$  检验, 差异有统计学意义 ( $Z = -1.931$ ,  $P = 0.000$ )。采用 Jonckheere-Terpstra 趋势检验对蠕动等级随粘连程度变化的有序趋势进行分析, 结果显示存在显著下降趋势 ( $J = 556$ ,  $Z = -1.931$ ,  $P = 0.027$ , 单侧)。见表 7。

表 7 不同程度 IUA 患者子宫内膜波动幅度比较 例(%)

组别	$n$	0 型	I 型	II 型	III 型
轻度粘连组	18	9(50.00)	4(22.22)	2(11.11)	3(16.67)
中度粘连组	25	11(44.00)	4(16.00)	6(24.00)	4(16.00)
重度粘连组	23	20(86.96)	2(8.70)	1(4.35)	0(0.00)

### 2.7 内膜区血管指数与 IUA 程度的相关性分析

Spearman 相关性分析结果显示, IUA 程度与子宫内膜蠕动级别、VFI、内膜容积、内膜厚度、VI、FI 均呈负相关 ( $r_s = -0.508$ 、 $-0.498$ 、 $-0.488$ 、 $-0.447$ 、 $-0.430$ 、 $-0.374$ , 均  $P = 0.000$ ), 与内膜动脉 S/D、内膜动脉 RI、内膜动脉 PI 均呈正相关 ( $r_s = 0.258$ 、 $0.219$ 、 $0.203$ ,  $P = 0.003$ 、 $0.013$ 、 $0.022$ )。

## 3 讨论

传统的二维超声对 IUA 的诊断敏感性较低, 特别是对轻度粘连, 其检出率不足 50%<sup>[10]</sup>。宫腔镜检查虽然是诊断 IUA 的金标准, 但其侵入性特点限制

了在筛查和随访中的应用。近年来,随着彩色多普勒超声和三维超声技术的发展,为无创评估IUA提供了新的研究思路<sup>[11]</sup>。本研究通过比较正常组与IUA组,以及不同程度IUA患者的内膜区血管指数和子宫内膜蠕动性,探讨其与IUA程度的关系,为临床无创评估IUA严重程度提供新的超声学指标。

本研究结果显示,IUA组患者内膜容积小于正常组,VI、FI及VFI均低于正常组,且内膜动脉阻力参数(PI、RI)显著升高。这与IUA的组织病理学改变密切相关。正常子宫内膜间质富含螺旋动脉,血供丰富。而在IUA患者中,受损的内膜基层被致密的纤维结缔组织替代,这种纤维化组织的血管密度显著低于正常内膜间质,导致单位体积内的血流信号减少,表现为VI和VFI的降低<sup>[12-13]</sup>。同时,纤维化组织质地坚硬,缺乏弹性,挤压残留血管,加之血管内皮细胞受损,导致血管床顺应性下降,外周阻力增加,因此在多普勒频谱上表现为高阻力(高PI、RI)和低灌注状态<sup>[14-15]</sup>。

本研究在分析不同粘连严重程度时发现,内膜容积和3D血流参数(VI、VFI)在重度粘连组显著降低,而二维多普勒血流参数(内膜动脉PI、RI等)在轻、中、重度粘连组间比较无差异。这一结果提示,三维容积探头能更整体地评估宫腔内的血管网总量,而二维频谱多普勒主要反映单点血管的流体力学特征。当粘连加重时,主要表现为血管数量的进一步减少(纤维化范围扩大),而非残存血管阻力的线性增加<sup>[16]</sup>。因此,在评估粘连严重程度的分级上,内膜容积和VFI比单纯的动脉阻力指数更具临床参考价值。

子宫内膜蠕动是指月经周期中,子宫内膜表层细胞在激素作用下产生的波浪状运动。正常情况下,子宫内膜蠕动主要出现在卵泡期,有助于精子运输和胚胎着床。本研究采用二维超声实时观察子宫内膜蠕动情况,结果显示IUA组无运动型比例(60.61%)显著高于正常组(32.26%),且随着粘连程度的加重,无运动型比例逐渐增加。这表明IUA患者子宫内膜蠕动功能受损,且粘连程度越重表示蠕动功能越差。子宫内膜蠕动受雌激素和内膜下肌层收缩的调控,IUA患者由于内膜基层损伤,雌激素受体表达减少,导致对雌激素

反应性降低,进而影响内膜蠕动<sup>[17]</sup>。此外,IUA患者内膜与肌层界面不清,内膜下肌层功能可能受损,也是导致蠕动减弱的原因之一。

本研究的相关性分析显示,IUA程度与子宫内膜蠕动级别及VFI呈负相关。提示单纯测量二维内膜厚度可能受测量切面选择的影响,且无法区分内膜是正常的增生还是纤维性增厚;而引入功能性指标(蠕动型)和容积血流指标(VFI)能更立体地反映宫腔的真实状况<sup>[18]</sup>。虽然二维多普勒参数(S/D、RI、PI)与粘连程度有弱相关性,说明其虽能提示病变存在,但在精细分级上的效能有限。另外,本研究在轻、中、重度粘连亚组分析中,VI、FI、VFI的组间比较,差异无统计学意义(可能与样本量不足和组内变异较大有关),但Spearman等级相关分析显示其与粘连程度呈负相关,提示随着粘连等级增加,血管指数呈下降趋势。这一矛盾反映了有序分类数据的统计特性:相关分析对跨等级的单调趋势更敏感,而组间比较易受非线性波动和样本量影响。结合“中度vs重度”亚组差异显著的结果,表明这些指标对区分中重度粘连可能具有潜在的临床价值,但需扩大样本量进一步验证。

综上所述,三维超声内膜区血管指数和二维超声子宫内膜蠕动性在IUA患者中显著异常,且与粘连严重程度有相关性,两者可作为评估IUA的辅助无创指标,为临床诊治提供重要参考。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 陈明倩,刘宝,池余刚,等.中重度宫腔粘连患者生殖道微生态高通量测序分析[J].实用妇产科杂志,2025,41(1):77-82.
- [2] 钟敏,王成,范振海,等.围产期间充质干细胞及联合水凝胶治疗宫腔粘连的作用和机制[J].中国组织工程研究,2025,29(31):6792-6799.
- [3] 许阡,段华,安圆圆,等.基于倾向性评分匹配方法探讨子宫体积与宫腔粘连发生的相关性[J].中华妇产科杂志,2025,60(1):18-23.
- [4] DING C Y, WEI W, DING F Z, et al. Ultrasound diagnostic of intrauterine adhesions: systematic review and meta-analysis[J]. J Obstet Gynaecol Res, 2024, 50(9): 1681-1686.
- [5] 汪晨,彭扬琴,陈辉,等.宫腔粘连分离术后首个FET周期活产结局的临床影响因素分析:一项真实世界研究[J].中华生殖与避孕杂志,2025,45(1):45-58.
- [6] LI X, SU Y, XIE Q J, et al. The effect of sildenafil citrate on poor endometrium in patients undergoing frozen-thawed embryo

- transfer following resection of intrauterine adhesions: a retrospective study[J]. *Gynecol Obstet Invest*, 2021, 86(3): 307-314.
- [7] 张琬琳, 邱丹儿, 汤若楠, 等. 术前血清雌二醇水平与中-重度宫腔粘连术后妊娠结局的相关性分析[J]. *实用妇产科杂志*, 2024, 40(7): 586-590.
- [8] 赵玉婷, 黄晓武, 徐若男, 等. 经阴道三维超声评估宫腔粘连术后子宫内膜对妊娠结局的预测价值[J]. *首都医科大学学报*, 2024, 45(3): 501-507.
- [9] The American Fertility Society. The American Fertility Society classifications of adnexal adhesions, distal tubal occlusion, tubal occlusion secondary to tubal ligation, tubal pregnancies, müllerian anomalies and intrauterine adhesions[J]. *Fertility and sterility*, 1988, 49(6): 944-955.
- [10] OUYANG Y, PENG Y Q, ZHENG M X, et al. The impact of intrauterine adhesions on endometrial receptivity in patients undergoing in vitro fertilization-embryo transfer[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2025, 15: 1489839.
- [11] 谭梦晨, 刘文娥, 马露, 等. 三七复方成分通过调节炎症反应和肠道菌群减轻宫腔粘连大鼠子宫内纤维化[J]. *中国病理生理杂志*, 2024, 40(11): 2135-2144.
- [12] ZHAO X, ZHANG B, SUN D, et al. Postoperative pregnancy outcome prediction model based on 3-dimensional ultrasound for intrauterine adhesion[J]. *Authorea Preprints*, 2022.
- [13] 赵行平, 邓婧蓉, 尤昭玲, 等. 经阴道三维超声在判断宫腔方治疗宫腔粘连效果中的价值[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2022, 47(11): 1550-1558.
- [14] 周静, 徐大宝, 赵行平, 等. 宫腔粘连分离术前经阴道三维超声检查与术后妊娠结局的相关性[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2023, 48(12): 1830-1837.
- [15] BENDER R A, ÖZCAN C, AKAR B, et al. Comparison of the localization of intrauterine adhesions in pregnant and infertile women[J]. *Turk J Obstet Gynecol*, 2022, 19(3): 195-200.
- [16] 云兵, 田军, 杨小芳, 等. 经阴道三维能量多普勒超声在宫腔镜下重度宫腔粘连松解术后检查效果[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(1): 100-103.
- [17] 唐蓉, 余琦, 李小清, 等. 经阴道二维超声联合三维超声容积成像技术对宫腔粘连及分型的诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(6): 65-70.
- [18] 李思敏, 丁芸. 经阴道三维超声血流参数诊断宫腔粘连及评估病情程度效能[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(4): 880-883.

(李科 编辑)

**本文引用格式:** 杨藜, 王丹, 郑茜文, 等. 超声评估内膜区血管指数和子宫内蠕动性与宫腔粘连程度的关系[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(10): 1-7.

**Cite this article as:** YANG L, WANG D, ZHENG Q W, et al. Associations of ultrasound-assessed endometrial vascular index and peristalsis with the severity of intrauterine adhesions[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(10): 1-7.