

◁ 妇产影像学 ▷

超声多模态评估复发性流产患者的子宫内膜容受性与妊娠结局相关性研究

杨逸帆¹, 付世文², 孟小涵¹, 周秋红¹, 高文娟²

(1. 潍坊医学院医学影像学院, 山东 潍坊 261053; 2. 潍坊市人民医院超声科, 山东 潍坊 261041)

[摘要] 目的: 探讨多模态超声评估复发性流产(RSA)患者子宫内膜容受性(ER)与妊娠结局相关性分析。方法: 采用前瞻性双盲队列研究, 选取在潍坊市人民医院于黄体中期(排卵后 7~9 天)行经阴道超声 ER 评估的 2 458 例, 筛选后随机选取 98 例 RSA 患者作为研究组, 随机选取 96 例正常人(无自然流产史且具有正常生育史)为正常对照组, 分别记录两组子宫内膜形态学参数(内膜厚度、内膜容积、内膜类型、内膜蠕动频率)以及子宫血流动力学参数(内膜及内膜下血流类型、血管血流指数(VFI)、血管化指数(VI)、血流指数(FI)、子宫动脉收缩峰值血流速度与舒张末期血流速度比值(S/D)、子宫动脉搏动指数(PI)、阻力指数(RI))。追踪 RSA 组和对照组的妊娠结局, 分为 RSA 妊娠成功组(46 例)、RSA 未妊娠组(52 例)、正常妊娠成功组(80 例)和正常未妊娠组(16 例), 使用统计学方法对不同妊娠结局患者的 ER 超声参数进行差异分析, 以受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析各参数以及各参数并联诊断对妊娠结局的预测价值。结果: RSA 组子宫内膜厚度、内膜容积、VI、FI、VFI 均小于对照组, 子宫动脉 RI、PI、S/D 高于对照组。追踪妊娠结局: RSA 妊娠成功患者的 VI、FI、VFI 显著高于 RSA 未妊娠组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。I、II、III 型内膜血流的妊娠成功率分别为 63.8%、77.6%、92.5%, A、B、C 型内膜的妊娠成功率分别为 89.8%、66.6%、65.5%, 差异有统计学差异($P < 0.05$)。通过 ROC 曲线分析, 各超声参数的最佳截断值、AUC、特异性、灵敏度分别为: 子宫内膜厚度(6.2 mm, 0.664, 0.365, 0.894)、子宫内膜容积(2.13 cm³, 0.776, 0.500, 0.831)、子宫动脉 RI(0.84, 0.639, 0.472, 0.788)、PI(2.27, 0.591, 0.493, 0.692)、S/D(6.295, 0.622, 0.788, 0.507)、VI(6.09, 0.846, 0.923, 0.655)、FI(12.61, 0.736, 0.769, 0.704)、VFI(0.775, 0.841, 0.904, 0.676)。各参数并联诊断预测妊娠结局的 AUC 为 0.867, 敏感性为 82.4%, 特异性为 84.6%。结论: RSA 患者于黄体中期行超声检查发现子宫内膜形态学及血流动力学较正常人有明显差异, ER 可以通过超声技术来预测 RSA 患者的妊娠结局, 将各超声参数并联诊断 ER 的价值较单一参数更大。

[关键词] 子宫内膜; 流产; 超声检查, 多普勒, 彩色**[中图分类号]** R714.21; R445.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1008-1062(2024)01-0051-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.01.011

Study on the correlation between endometrial receptivity and pregnancy outcome in patients with recurrent spontaneous abortion evaluated by multimodal ultrasound imagingYANG Yi-fan¹, FU Shi-wen², MENG Xiao-han¹, ZHOU Qiu-hong¹, GAO Wen-juan²

(1. School of Medical Imaging, Weifang Medical University, Weifang Shandong 261053, China;

2. Department of Ultrasound, Weifang People's Hospital, Weifang Shandong 261041, China)

Abstract: Objective: To explore the correlation between endometrial receptivity (ER) and pregnancy outcome by multimodal ultrasound in patients with recurrent spontaneous abortion(RSA). **Methods:** A prospective, double-blind cohort study was conducted, in which 2 458 cases who were evaluated by transvaginal ultrasound in the middle luteal phase(7~9 days after ovulation) in Weifang People's Hospital were selected. After screening, 98 cases with RSA were randomly selected as the study group, and 96 normal people(no history of spontaneous abortion) were randomly selected as the normal control group. The endometrial morphological parameters (endometrial thickness, endometrial volume, endometrial type and endometrial peristalsis frequency) and uterine hemodynamic parameters (endometrial and subendothelial blood flow types, vascular blood flow index(VFI), vascularization index(VI), flow index(FI), the ratio of uterine artery systolic peak blood flow velocity to end diastolic blood flow velocity(S/D), uterine artery pulse index(PI), resistance index(RI)) were recorded in the two groups respectively. The pregnancy outcomes of RSA group and control group were tracked and divided into RSA pregnancy success group (46 cases), RSA non-pregnancy group(52 cases), normal pregnancy success group(80 cases) and normal non-pregnancy group(16 cases). The ultrasonic parameters of endometrial receptivity of patients with different pregnancy outcomes were analyzed by statistical method, and the predictive value of each parameter and its parallel diagnosis were analyzed by receiver operating characteristic(ROC) curve. **Results:** The endometrial thickness, endometrial volume, VI, FI and VFI in RSA group were all lower than those in

[收稿日期] 2023-06-07; **[修回日期]** 2023-07-25**[作者简介]** 杨逸帆(1998-), 男, 山东潍坊人, 在读硕士研究生。E-mail: 836869460@qq.com**[通信作者]** 高文娟, 潍坊市人民医院超声科, 261041。E-mail: wfgao1977@163.com

the control group, while the RI, PI and S/D of uterine artery were higher than those in the control group. Tracking the pregnancy outcome: the VI, FI and VFI in RSA pregnant patients were significantly higher than those in RSA non-pregnant group, with statistical significance ($P<0.05$). The pregnancy success rate of type I, II and III intima blood flow was 63.8%, 77.6% and 92.5% respectively, and the pregnancy success rate of type A, B and C intima was 89.8%, 66.6% and 65.5% respectively, with statistical differences. Through ROC curve analysis, the best cutoff value, AUC, specificity and sensitivity of each ultrasound parameter were: endometrial thickness(6.2 mm, 0.664, 0.365, 0.894), endometrial volume(2.13 cm^3 , 0.776, 0.500, 0.831) and uterine artery RI (0.84, 0.639, 0.472, 0.788), PI (2.27, 0.591, 0.493, 0.692), S/D (6.295, 0.622, 0.788, 0.507), VI (6.09, 0.846, 0.923, 0.655), FI(12.61, 0.736, 0.769, 0.704), VFI(0.775, 0.841, 0.904, 0.676). The AUC, sensitivity and specificity of parallel diagnosis of each parameter in predicting pregnancy outcome were 0.867, 82.4% and 84.6%. **Conclusion:** Ultrasound examination of RSA patients in the middle luteal phase reveals significant differences in endometrial morphology and hemodynamics compared to normal individuals, ER can predict pregnancy outcomes in RSA patients through ultrasound technology, and the value of diagnosing endometrial receptivity in parallel with each ultrasound parameter is greater than that of a single parameter.

Key words: Endometrium; Abortion; Ultrasonography, Doppler, Color

复发性流产 (Recurrent spontaneous abortion, RSA)是指与同一配偶连续发生 ≥ 2 次妊娠 28 周之前的妊娠丢失(包括生化妊娠),发生率约为 5%^[1],常见影响因素有子宫整体状态、胚胎质量,宫腔环境。随着对 RSA 研究的不断深入,子宫内腔容受性(Endometrial receptivity, ER)与 RSA 发病的相关性逐渐受到关注。ER 指的是子宫内膜经过一系列生理变化为胚胎定位、粘附、侵袭和着床提供最佳环境的状态^[2],可通过超声技术实时监测。但目前国内外文献对 RSA ER 的研究甚少且超声监测大多为单一参数,ER 与 RSA 妊娠结局的相关性有待证实。本研究通过多模态超声技术综合分析 RSA 患者 ER,并追踪妊娠结局,试图探讨多模态超声技术在 RSA 患者中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2020 年 1 月—2022 年 12 月在潍坊市人民医院门诊行经阴道超声 ER 评估 2 458 例, RSA 患者中剔除输卵管异位妊娠 3 例和失访病例 47 例后,随机选取 98 例作为研究组,正常人群(无自然流产史)中剔除临床资料不完整 60 例后,随机选取 96 例为正常对照组。追踪妊娠结局, RSA 组中 46 例为妊娠成功组, 52 例为未妊娠组;对照组中 80 例为妊娠成功组, 16 例为未妊娠组。

研究组纳入标准: ①与同一配偶连续发生 2 次及以上妊娠 28 周之前的妊娠丢失(包括生化妊娠); ②有明确的末次月经时间, 超声检查位于黄体中期 7~9 天; ③最近一次流产 3 月后超声复查子宫情况恢复正常; ④女方无子宫畸形以及其他系统器官异常; ⑤孕期无不良接触史。对照组纳入标准: ①既往无自然流产史且具有正常生育史的妇女; ②月经规

律,于黄体中期 7~9 天行超声检查; ③女方无生殖道畸形; ④无宫腔手术史。

妊娠结局的确定:所有 RSA 患者和正常人均经阴道超声确认宫内妊娠,再追踪随访至 25 周行系统超声检查后确定妊娠结局。

本文由医院伦理委员会审核并通过。受试者均于检查前告知并签署知情同意书。

1.2 研究方法

采用前瞻性双盲队列研究,将纳入人群由 1 名独立研究者在每例检查前查询病史,并将所有研究对象的姓名、检查号等信息隐去,用编号代替,并建立编号姓名对照表,由该研究者保管,每位研究对象采用统一的仪器测量参数,研究对象、妇产科医生、彩超医生和随访人员均不知晓分组情况。

使用 GE Voluson E8 彩色多普勒超声诊断仪,三维容积阴道探头型号为 RIC6-12-D,频率 6-12 MHz, RSA 组和对照组均于黄体中期行经阴道超声检查。二维模式下: ①取子宫内膜纵切标准图像,取至宫底 1.5~2.0 cm 处测量子宫内膜厚度; ②观察子宫内膜回声,根据 Gonen 分型标准^[3]将子宫内膜分为 A、B、C 三型; ③子宫正中长轴切面,记录子宫内膜蠕动波频率(次/分钟)。使用彩色多普勒、能量多普勒:观察子宫内膜及内膜下血流,分型采用 Applebaum 分型法^[4]分为 I 型、II 型、III 型。使用脉冲多普勒:计算子宫动脉血流参数:阻力指数(RI)、子宫动脉搏动指数(PI)、子宫动脉收缩峰值血流速度与舒张末期血流速度比值(S/D)。在能量多普勒基础上启动三维模式,应用 VOCAL 分析软件手动勾画模式,切面间为 30°进行勾画,获取内膜容积(EV)。再使用三维能量直方图,计算内膜及内膜下血管血流指数:血管化指数(VI):表示三维容积感兴趣的血管数量,代表所观察内膜容积的血管密度;血流指数(FI):表示血细胞

平均密度或血流平均彩色值,在血管感兴趣区域内细胞越多,其值越高;血管血流指数(VFI):表示血管化程度,反映组织血管密度和组织血细胞密度。所有参数测量至少 3 次,取平均值。

1.3 统计学方法

使用 SPSS 26.0 统计软件进行统计学处理:计数资料以样本数(百分比)描述,用卡方检验进行统计分析。计量资料先进行正态检验,符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 描述,采用 *t* 检验;不符合正态分布,以中位数(四分位数间距)描述,采用非参数检验。采用 ROC 曲线分析:子宫内膜厚度、内膜容积、内膜 VI、FI、VFI,子宫动脉 RI、PI、S/D,以及各参数并联诊断预测妊娠结局价值、最佳截断值、特异性和灵敏性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 RSA 组与对照组一般资料比较

RSA 组(图 1)与对照组(图 2)的年龄、体质量、BMI 比较,差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 1。

2.2 ER 评估计量资料

经正态性检验柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫检验得出,数据不符合正态性分布,采用中位数(四分位数间距)描述,进行非参数检验(Mann-Whitney *U* 检验),见表 2,3。经检验,RSA 组子宫内膜厚度、内膜容积、VI、FI、VFI 均小于对照组,子宫动脉 RI、PI、S/D 均高于对照组,差异均具有统计学意义(*P*<0.05);

表 1 RSA 组与对照组一般资料比较

	例数	年龄(岁)	体质量(kg)	BMI(kg/m ²)
RSA 组	98	28.4±2.52	52.18±2.84	21.56±2.52
对照组	96	27.8±2.82	51.86±2.56	21.78±2.46
<i>t</i> / χ^2		0.625	0.675	0.646
<i>P</i>		0.518	0.536	0.522

对照组与 RSA 组、RSA 妊娠成功组与 RSA 未妊娠组的内膜蠕动频率,差异无统计学意义(*P*>0.05)。RSA 妊娠成功组 VI、FI、VFI 显著高于 RSA 未妊娠组,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。

2.3 ER 评估计数资料

计数资料以样本数(百分比)描述,用卡方检验进行统计分析得出:A 型内膜的临床妊娠成功率(89.8%)高于 B 型(66.6%)、C 型(65.5%)子宫内膜。I、II、III 型内膜血流的临床妊娠率分别为 63.8%、77.6%、92.5%,III 型内膜血流的临床妊娠率最高,I 型内膜血流的临床妊娠率最低,差异均有统计学意义(*P*<0.05),见表 4。

2.4 绘制 ROC 曲线并分析

经 ROC 曲线分析,各超声参数的最佳截断值、AUC、特异性、灵敏性见表 5 和图 3,4。

单一参数预测妊娠结局价值较低,而各参数并联诊断预测价值为 0.867,特异性为 84.6%,敏感性为 82.4%,见图 5。

3 讨论

ER 对 RSA 患者妊娠的影响越来越受到医学界

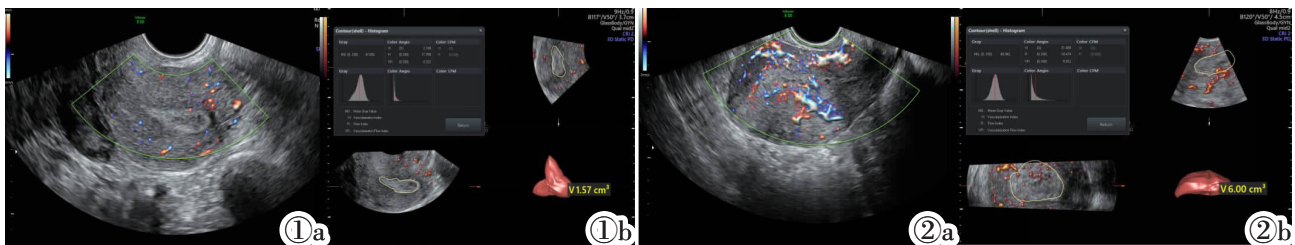


图 1 RSA 患者,29 岁,具有 4 次 RSA 病史。图 1a:内膜下稀疏点状血流信号;图 1b:VI、FI、VFI 较低,内膜容积较小。图 2 正常人,28 岁。图 2a:内膜及内膜下可见丰富血流灌注;图 2b:VI、FI、VFI 均较高,内膜容积较大。

Figure 1. RSA patient, 29 years old, with 4 RSA history. Figure 1a: sparse punctate blood flow signal under intima; Figure 1b: VI, FI and VFI are low, and the intima volume is small. Figure 2. Normal person, 28 years old. Figure 2a: abundant blood perfusion can be seen in the intima and under the intima; Figure 2b: VI, FI and VFI are all high, and the intima volume is large.

表 2 RSA 组与对照组超声参数比较(M(P25,P75))

	对照组	RSA 组	Z	P
子宫内膜厚度	0.9(0.7,1.0)	0.76(0.61,0.90)	-3.866	<0.05
子宫内膜容积	3.31(2.40,5.08)	2.52(1.66,3.18)	-5.095	<0.05
VI	14.258(8.732,21.023)	1.695(0.633,4.900)	-10.012	<0.05
FI	15.64(12.980,17.900)	11.030(8.900,14.398)	-5.093	<0.05
VFI	2.120(1.161,3.290)	0.201(0.080,0.71)	-9.675	<0.05
RI	0.83(0.78,0.86)	0.87(0.83,0.90)	-5.163	<0.05
PI	2.20(1.84,0.86)	2.54(2.14,2.94)	-3.775	<0.05
S/D	6.03(4.75,7.28)	7.56(5.79,9.86)	-4.912	<0.05
内膜蠕动频率	2.0(0.0,3.0)	2.0(1.0,4.0)	-1.890	0.059

表 3 RSA 妊娠成功组与 RSA 未妊娠组超声参数比较(M(P25,P75))

	RSA 妊娠成功组	RSA 未妊娠组	Z	P
子宫内膜厚度	0.80(0.70,0.90)	0.71(0.60,0.90)	-1.683	0.092
子宫内膜容积	2.78(1.86,2.21)	2.29(1.59,3.11)	-0.940	0.347
VI	2.242(0.705,7.415)	1.365(0.491,3.766)	-2.246	0.025
FI	12.925(10.049,16.477)	10.602(8.849,12.536)	-2.257	0.024
VFI	0.238(0.094,1.245)	0.163(0.061,0.595)	-2.200	0.028
RI	0.87(0.83,0.91)	0.86(0.84,0.90)	-0.189	0.850
PI	2.57(2.15,3.00)	2.50(2.13,2.92)	-0.345	0.730
S/D	8.07(5.66,10.59)	7.20(6.33,9.71)	-0.563	0.574
内膜蠕动频率	2.0(1.0,3.3)	2.5(2.0,5.0)	-1.761	0.078

表 4 不同计数资料的妊娠结局的比较

	妊娠成功	未妊娠	χ^2	P
子宫内膜分型			11.961	0.002
A 型	53(89.8%)	6(10.2%)		
B 型	70(66.6%)	36(34.0%)		
C 型	19(65.5%)	10(34.5%)		
子宫内膜血流分型			12.786	0.003
I 型	67(63.8%)	38(36.2%)		
II 型	38(77.6%)	11(22.4%)		
III 型	37(92.5%)	3(7.5%)		

表 5 各超声参数及并联诊断的最佳截断值、AUC、特异性、灵敏性

	AUC	特异性	灵敏性	截断值
子宫内膜厚度	0.664	0.365	0.894	6.20
子宫内膜容积	0.776	0.500	0.831	2.13
子宫动脉 RI	0.639	0.472	0.788	0.84
子宫动脉 PI	0.591	0.493	0.692	2.27
子宫动脉 S/D	0.622	0.788	0.507	6.295
VI	0.846	0.923	0.655	6.09
FI	0.736	0.769	0.704	12.61
VFI	0.841	0.904	0.676	0.775
并联诊断	0.867	0.846	0.824	-

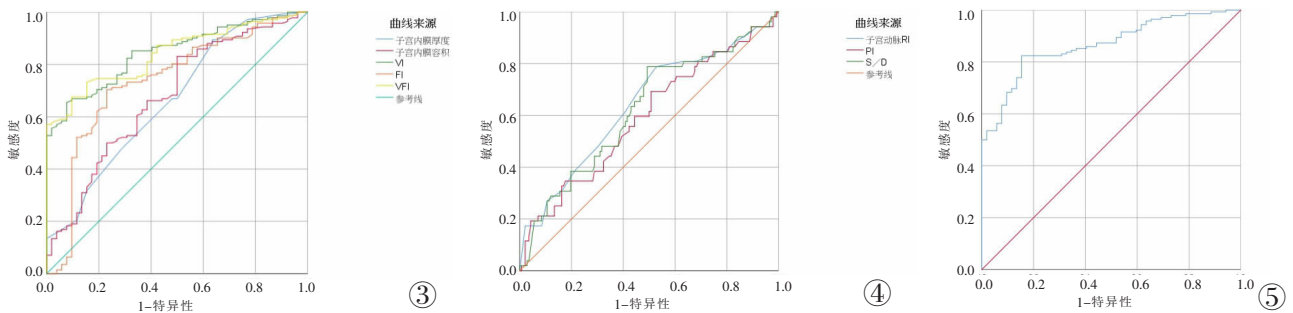


图 3 内膜厚度、容积,内膜及内膜下 VI、FI、VFI 预测妊娠结局的 ROC 曲线。图 4 子宫动脉 RI、PI、S/D 预测妊娠结局的 ROC 曲线。

图 5 各超声参数并联诊断预测妊娠结局的 ROC 曲线。

Figure 3. ROC curve of intimal thickness, volume, intimal and subendothelial VI, FI and VFI for predicting pregnancy outcome. Figure 4. ROC curve of predicting pregnancy outcome by RI, PI and S/D of uterine artery. Figure 5. ROC curve of parallel diagnosis and prediction of pregnancy outcome with various ultrasonic parameters.

的关注^[5],ER 可用超声技术实时监测。因此本研究采用多模态超声技术测量子宫内膜形态学和子宫血流动力学,分析 ER 与 RSA 患者妊娠结局的相关性。

3.1 子宫内膜形态学与 RSA 患者妊娠结局的关系

本研究 RSA 组子宫内膜分型以 B 型、C 型内膜为主,而 B 型内膜妊娠成功率(66.6%)、C 型内膜妊娠成功率(65.5%)远低于 A 型内膜妊娠成功率(89.8%)。三种内膜形态学分型反映体内激素水平变化,这预示着 B 型和 C 型内膜的 RSA 患者生殖相关激素水平较低下,导致内膜的种植窗关闭提前,预示妊娠结局不良,而激素水平较高的处于增殖期的 A 型内膜具有良好的 ER、妊娠率更高,与徐少蓉等^[9]得出的结论相一致。另外,刘耘利等^[7]认为激素缺乏周期性变化,会造成子宫内膜血流纤细,导致血流阻力增高,子宫内膜层增殖缓慢,ER 下降。

适宜的子宫内膜厚度是胚胎着床的必要条件,本研究 RSA 组与对照组的子宫内膜厚度有着明显差异,且通过 ROC 曲线得出截断值为 6.2 mm,子宫内膜厚度小于 6.2 mm 的 RSA 患者妊娠率为 24%,大于 6.2 mm 为 54.8%,妊娠率得到明显提升。但经 ROC 曲线分析单纯子宫内膜厚度预测妊娠结局的特异性较低(0.365),这与段霞等^[8]的 Meta 分析得出观点一致。分析本研究小于 6.2 mm 的 RSA 患者中,仍有 6 例妊娠结局为单胎妊娠成功,分析这 6 例除子宫内膜厚度以外的超声检查参数:子宫内膜形态学类型分别为 A 型 5 例、B 型 1 例,子宫内膜血流分型分别为 III 型 5 例、II 型 1 例,说明即使内膜较薄,综合评价其他超声数据,若内膜血供丰富,内膜类型较好,仍然可能有好的妊娠结局。

二维超声测量子宫内膜厚度因切面选择和盆腔

粘连等影响使得获得的子宫内膜厚度不精确,因此本研究使用三维容积成像后,将不规则的宫腔形态更好地量化,较为准确全面的提供内膜信息,结果表明 RSA 组与对照组的子宫内膜容积有着显著差异,且通过 ROC 曲线得出截断值为 2.13 cm²,子宫内膜容积小于 2.13 cm² 的 RSA 患者妊娠率为 35.9%,大于 2.13 cm² 为 54.2%,妊娠率得到明显提升。经 ROC 曲线分析得出子宫内膜厚度的预测妊娠结局的价值为 0.664,而子宫内膜容积预测妊娠结局的价值为 0.776,子宫内膜容积较子宫内膜厚度可以较好的反应 ER。Kovachev 等^[9]也对二者做了研究,结果是子宫内膜容积相比子宫内膜厚度能更好的预测妊娠结局。

本研究子宫内膜蠕动频率在 RSA 组与对照组、RSA 妊娠成功组与 RSA 未妊娠组之间均无统计学差异,但 Kuijsters 等^[10]认为子宫内膜蠕动频率>3 次时,与妊娠结局呈负相关。分析原因可能为经阴道探头会影响子宫内膜本身的蠕动频率,且细微的内膜蠕动难以肉眼觉察。未来可进行大样本、多中心研究同时结合人工智能进一步研究子宫内膜蠕动与 RSA 妊娠结局的关系。

3.2 子宫血流动力学与 RSA 患者妊娠结局的关系

胚胎的着床及生长离不开子宫动脉为宫体丰富的供血,正常妊娠状态下滋养细胞会重塑子宫动脉,导致管腔内径增大且弹性下降,血管阻力下降,供血增多。本研究 RSA 组子宫动脉的 RI、PI、S/D 明显高于对照组,分析是由于 RSA 患者相较于正常妊娠状态子宫动脉内壁肌层受到重塑程度较轻,子宫动脉血管阻力明显变高,血管内血流量和血液所携带的营养物质也随之明显下降,从而导致胚胎发育异常。

由于二维多普勒超声很难从体积、空间上来观察和量化子宫内膜及内膜下的血管分布和血管、血细胞密度,本研究使用三维能量多普勒可清晰直观的显示内膜及内膜下血管走形和分布,并探测低速血流信号^[11]。I、II、III 型内膜血流的临床妊娠率分别为 63.8%、77.6%、92.5%,III 型内膜血流的临床妊娠率最高,I 型内膜血流的临床妊娠率最低,RSA 组以 I 型内膜(占 72.4%)血流为主,对照组以 II 型(占 30.2%)、III 型(占 34.3%)内膜血流为主,说明 RSA 患者子宫内膜及内膜下血供差,ER 低,越不利于胚胎生长发育。徐士儒等^[12]研究也表明,妊娠成功与高分型子宫内膜及内膜下血流呈正相关。

使用三维能量多普勒技术计算 VI、FI、VFI,实现一段时间内三维取样容积下血管密度和血细胞密度的精确量化,从而对 ER 有更精确的评估。本文 VI、FI、VFI 在对照组与 RSA 组、RSA 成功妊娠组与 RSA 未妊娠组之间均有明显统计学差异,且通过

ROC 曲线得出 VI、FI、VFI 的特异性及灵敏性均较好,对妊娠结局的预测价值分别为 0.846、0.736、0.841,表明子宫血流动力学对 ER 评估具有重要价值。

RSA 患者黄体中期超声监测的 ER(子宫内膜形态学及血流动力学)较正常人有明显差异,ER 可以通过超声技术来预测 RSA 患者的妊娠结局。经 ROC 曲线分析单一超声参数预测 RSA 患者妊娠结局价值较低,而各参数并联诊断预测价值为 0.867,特异性为 84.6%,敏感性为 82.4%。采用多模态超声技术对 RSA 患者子宫内膜形态学和血流动力学两大方面综合分析 ER,避免了单一超声指标的局限性。临床上需综合考虑各超声指标来分析患者 ER,从而更准确地预测妊娠结局。

【参考文献】

- [1]自然流产诊治中国专家共识编写组. 自然流产诊治中国专家共识(2020 年版)[J]. 中国实用妇科与产科杂志,2020,36(11):1082-1090.
- [2]Bai X, Zheng L, Li D, et al. Research progress of endometrial receptivity in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review[J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2021, 19(1): 122.
- [3]Gonen Y, Casper RF. Prediction of implantation by the sonographic appearance of the endometrium during controlled ovarian stimulation for in vitro fertilization (IVF)[J]. *J In Vitro Fert Embryo Transf*, 1990, 7(3): 146-152.
- [4]Applebaum M. The uterine biophysical profile[J]. *Ultrasound Obstetr Gynecol*, 1995, 5(1): 67-68.
- [5]Bizzaro N, Pesce G, Trevisan MT, et al. Anti-DFS70 antibodies detected by specific methods in patients with thrombosis or recurrent pregnancy loss: no evidence of an association[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 1-8.
- [6]徐少蓉,张耀,王亮,等. 子宫内膜容受性评估方法的研究进展[J]. 实用妇产科杂志,2022,38(8):593-596.
- [7]刘耘利,许伟标,刘琼珠,等. 经阴道三维超声对体外受精-胚胎移植患者子宫内膜容受性的评估及对妊娠结局的预测价值[J]. 中国临床医学影像杂志,2021,32(6):426-431.
- [8]段霞,王治鸿. 评估子宫内膜容受性的研究进展[J]. 中国计划生育和妇产科,2022,14(11):30-34.
- [9]Kovachev E, Zh G, Cherneva S, et al. Measurement of endometrial volume and endometrial thickness for assessment of endometrial receptivity in assisted reproductive techniques [J]. *Akush Ginekol*, 2005, 44 Suppl 2: 27-33.
- [10]Kuijsters NPM, Methorst WG, Kortenhorst MSQ, et al. Uterine peristalsis and fertility: current knowledge and future perspectives: a review and meta-analysis [J]. *Reprod Biomed Online*, 2017, 35(1): 50-71.
- [11]寻志杰,高翔,韩静. 经阴道彩超对不孕症患者子宫内膜容受性、血流动力学的评估及对 IVF-ET 妊娠结局的预测价值[J]. 中国妇幼健康研究,2022,33(2):50-55.
- [12]徐士儒,梁利东,肖珊,等. 冻融周期子宫内膜及内膜下血流参数对薄型子宫内膜患者妊娠结局的预测价值 [J]. 生殖医学杂志, 2021,30(12):1593-1598.