

·诊疗技术·

# 阴道三维超声对体外受精-胚胎移植患者子宫内膜容受性及妊娠结局的预测价值

赖 蓁<sup>1</sup>, 杨 洁<sup>1</sup>, 李赛银<sup>2</sup>(赣州市人民医院超声医学科<sup>1</sup>, 党委办公室<sup>2</sup>, 江西 赣州 341000)

**摘要:**目的 探究阴道三维超声(3D-TVS)对体外受精-胚胎移植(IVF-ET)患者子宫内膜容受性(ER)及妊娠结局的预测价值。方法 选择2021年4月-2022年6月于赣州市人民医院行IVF-ET治疗的100例女性为研究对象,依据其妊娠结局分为妊娠组61例与非妊娠组39例。采用3D-TVS检测其子宫内膜容受性,比较两组子宫内膜形态参数(子宫内膜厚度、子宫内膜容积、子宫内膜类型)与子宫内膜血流参数[血流指数(FI)、血管化指数(VI)、血管-血流指数(VFI)、血流阻力指数(RI)、搏动指数(PI)],采用多因素Logistic回归分析IVF-ET患者妊娠结局的独立影响因素,ROC曲线分析3D-TVS参数对IVF-ET患者妊娠结局的预测价值。结果 妊娠组与非妊娠组的子宫内膜形态参数(子宫内膜厚度、子宫内膜容积、子宫内膜类型)比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但两组子宫内膜血流参数(FI、VI、VFI、RI、PI)比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ );多因素Logistic分析显示,FI、VI、VFI、RI、PI是IVF-ET患者妊娠结局的独立影响因素( $P<0.05$ );ROC曲线分析显示,3D-TVS参数预测IVF-ET患者妊娠结局的AUC值由高至低依次为VFI>FI>PI>RI>VI( $P<0.05$ )。结论 3D-TVS可完整评估IVF-ET患者的子宫内膜容受性,其子宫内膜血流参数对IVF-ET妊娠结局具有良好的预测价值。

**关键词:**体外受精-胚胎移植;阴道三维超声;子宫内膜容受性;妊娠结局

中图分类号:R445.1

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.21.034

文章编号:1006-1959(2023)21-0146-04

## Value of Three-dimensional Transvaginal Sonography in Predicting Endometrial Receptivity and Pregnancy Outcome in Patients Undergoing *In Vitro* Fertilization-embryo Transfer

LAI Zhen<sup>1</sup>, YANG Jie<sup>1</sup>, LI Sai-yin<sup>2</sup>(Department of Ultrasound<sup>1</sup>, Office of a Party Committee<sup>2</sup>, Ganzhou People's Hospital, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the predictive value of three-dimensional transvaginal sonography (3D-TVS) on endometrial receptivity (ER) and pregnancy outcome in patients with *in vitro* fertilization embryo transfer (IVF-ET). **Methods** A total of 100 women who underwent IVF-ET treatment in Ganzhou People's Hospital from April 2021 to June 2022 were selected as the research objects. According to their pregnancy outcomes, they were divided into pregnancy group (61 women) and non-pregnancy group (39 women). Endometrial receptivity was detected by 3D-TVS. The endometrial morphological parameters (endometrial thickness, endometrial volume, endometrial type) and endometrial blood flow parameters [blood flow index (FI), vascularization index (VI), vascular-blood flow index (VFI), blood flow resistance index (RI), pulsatility index (PI)] were compared between the two groups. Multivariate logistic regression was used to analyze the independent influencing factors of pregnancy outcome in IVF-ET patients. ROC curve was used to analyze the predictive value of 3D-TVS parameters on pregnancy outcome in IVF-ET patients. **Results** There was no significant difference in endometrial morphological parameters (endometrial thickness, endometrial volume, endometrial type) between the pregnancy group and the non-pregnancy group ( $P>0.05$ ), but there was significant difference in endometrial blood flow parameters (FI, VI, VFI, RI, PI) between the two groups ( $P<0.05$ ). Multivariate Logistic analysis showed that FI, VI, VFI, RI and PI were independent influencing factors of pregnancy outcome in IVF-ET patients ( $P<0.05$ ). ROC curve analysis showed that the AUC value of 3D-TVS parameters in predicting pregnancy outcome of IVF-ET patients was VFI>FI>PI>RI>VI ( $P<0.05$ ). **Conclusion** 3D-TVS can completely evaluate the endometrial receptivity of IVF-ET patients, and its endometrial blood flow parameters have good predictive value for IVF-ET pregnancy outcome.

**Key words:** In vitro fertilization embryo transfer; Three-dimensional transvaginal sonography; Endometrial receptivity; Pregnancy outcome

体外受精-胚胎移植术(*in vitro* fertilization and embryo transfer, IVF-ET)为当前常用辅助生殖技术,其助孕结果多取决于患者的胚胎质量及子宫内膜容

受性(endometrial receptivity, ER)<sup>[1,2]</sup>。其中,ER是影响胚胎完成着床的重要条件,故积极评估患者的子宫内膜容受性是预测其IVF-ET结局的有效方式<sup>[3]</sup>。现阶段,子宫内膜活检及病理学检查是评价ER的最准确方式,但其侵入性操作,为其临床应用带来了较大限制<sup>[4]</sup>。在此背景下,寻找无创、精准的ER评估方式,已成为现代生殖医学领域的重要研究课题。阴

作者简介:赖蓁(1991.11-),女,江西赣州人,本科,主治医师,主要从事超声医学工作

道三维超声(three-dimensional transvaginal sonography, 3D-TVS)是现阶段常见影像学检测技术,由常规阴道超声升级而成。该技术可利用容积探头直观显示宫腔的内部结构及空间位置关系,以获取多视角、立体、完整的三维成像信息,具有无创安全、操作简便、诊断快速等特点,在女性子宫 ER 的评估中具有积极检测作用<sup>[5,6]</sup>。近年来,随着我国超声医学技术的快速发展,3D-TVS 对 ER 及 IVF-ET 妊娠结局的评估作用受到临床的广泛关注。基于此,本研究结合 2021 年 4 月-2022 年 6 月于赣州市人民医院接受 IVF-ET 治疗的 100 例女性临床资料,观察 3D-TVS 对 IVF-ET 患者 ER 及妊娠结局的预测价值,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2021 年 4 月-2022 年 6 月于赣州市人民医院行 IVF-ET 治疗的 100 例女性为研究对象,依据其妊娠结局分为妊娠组 61 例与非妊娠组 39 例。妊娠组年龄 24~38 岁,平均年龄(28.75±3.69)岁;BMI 19~23 kg/m<sup>2</sup>,平均 BMI(21.35±2.33)kg/m<sup>2</sup>;原发性不孕者 35 例,继发性不孕者 26 例。非妊娠组年龄 23~38 岁,平均年龄(28.68±3.70)岁;BMI 19~23 kg/m<sup>2</sup>,平均 BMI(21.28±2.35)kg/m<sup>2</sup>;原发性不孕者 21 例,继发性不孕者 18 例。两组年龄、BMI、不孕类型比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),可对比。本研究经医院伦理委员会批准,患者及家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:①病历完整,符合 IVF-ET 治疗指征;②首次行 IVF-ET 助孕;③月经规律,子宫及宫腔形态正常;④性生活正常,不孕原因为女方输卵管因素。排除标准:①存在子宫及卵巢手术史者;②多囊卵巢综合征及甲状腺功能障碍等内分泌疾病者;③子宫内膜异位及子宫肌瘤等生殖系统疾病者;④免疫系统疾病及恶性肿瘤者;⑤IVF-ET 结果为异位妊娠者。

1.3 方法 于绒毛性激素注射日,采用彩色多普勒超声诊断仪(GE Voluson S10,美国)进行 3D-TVS 检测,三维腔内探头频率设置为 5~9 MHz,指导患者取膀胱截石位,于二维超声模式下,测量患者的子宫内膜厚度,随后切换至能量多普勒模式,调整角度后,启动三维模式,通过探头采集完整宫内信息,借助三维成像,计算患者的子宫内膜容积,并分析其子宫内膜形态(A 型:三线型,宫腔中线明显,外、中层强回声,内层低回声;B 型:过渡型,宫腔中线不明显,中部孤立回声;C 型:均质强回声型,无宫腔中线)。通过三维能量直方图分析,获取子宫内膜血流参数,包括血流指数(FI)、血管化指数(VI)、血管-血流指数(VFI)、血流阻力指数(RI)、搏动指数(PI)等。

1.4 观察指标 ①比较两组子宫内膜容受性的 3D-TVS 参数,包括子宫内膜形态参数(子宫内膜厚度、子宫内膜容积、子宫内膜类型)与子宫内膜血流参数(FI、VI、VFI、RI、PI);②行多因素 Logistic 回归分析 IVF-ET 患者妊娠结局的影响因素;③绘制 ROC 曲线(妊娠=1,未妊娠=0)分析 3D-TVS 参数对 IVF-ET 患者妊娠结局的预测价值。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 21.0 统计学软件对本研究数据进行分析,计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,行  $t$  检验;计数资料以[n(%)]表示,行  $\chi^2$  检验;采用受试者工作特征曲线(ROC)分析 3D-TVS 参数对 IVF-ET 妊娠结局的预测价值,ROC 曲线下面积(AUC)越接近 1 表示预测价值越高, $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组子宫 ER 的 3D-TVS 参数比较 妊娠组与非妊娠组的子宫内膜形态参数(子宫内膜厚度、子宫内膜容积、子宫内膜类型)比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但两组子宫内膜血流参数(FI、VI、VFI、RI、PI)比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 1。

表 1 两组子宫 ER 的 3D-TVS 参数比较( $\bar{x}\pm s, n(\%)$ )

| 3D-TVS 参数                | 妊娠组( $n=61$ ) | 非妊娠组( $n=39$ ) | 统计值            | $P$   |
|--------------------------|---------------|----------------|----------------|-------|
| 子宫内膜形态参数                 |               |                |                |       |
| 子宫内膜厚度(cm)               | 1.05±0.32     | 1.08±0.36      | $t=0.435$      | 0.664 |
| 子宫内膜容积(cm <sup>3</sup> ) | 5.81±1.09     | 5.77±1.03      | $t=0.183$      | 0.855 |
| 子宫内膜类型                   |               |                | $\chi^2=5.685$ | 0.053 |
| A 型                      | 32(52.46)     | 11(28.21)      |                |       |
| B 型                      | 17(27.87)     | 15(38.46)      |                |       |
| C 型                      | 12(19.67)     | 13(33.33)      |                |       |

表1(续)

| 3D-TVS 参数 |     | 妊娠组( $n=61$ ) | 非妊娠组( $n=39$ ) | 统计值       | $P$   |
|-----------|-----|---------------|----------------|-----------|-------|
| 子宫内膜血流参数  | FI  | 32.27±4.88    | 28.81±4.49     | $t=3.566$ | 0.000 |
|           | VI  | 22.01±5.52    | 19.78±5.03     | $t=2.039$ | 0.044 |
|           | VFI | 6.68±1.50     | 5.44±1.37      | $t=4.168$ | 0.000 |
|           | RI  | 0.60±0.14     | 0.68±0.19      | $t=2.420$ | 0.017 |
|           | PI  | 1.16±0.31     | 1.37±0.29      | $t=3.387$ | 0.001 |

2.2 IVF-ET 患者妊娠结局的多因素 Logistic 分析  
FI、VI、VFI、RI、PI 是 IVF-ET 患者妊娠结局的独立影响因素( $P<0.05$ ),见表2。

2.3 3D-TVS 参数对 IVF-ET 患者妊娠结局的预测

表2 IVF-ET 患者妊娠结局的多因素 Logistic 分析

| 参数  | $\beta$ | SE    | Wald  | $P$   | OR(95%CI)          |
|-----|---------|-------|-------|-------|--------------------|
| FI  | 0.642   | 0.273 | 5.580 | 0.019 | 1.894(1.109~3.245) |
| VI  | 0.317   | 0.149 | 4.613 | 0.035 | 1.371(1.029~1.832) |
| VFI | 0.808   | 0.285 | 8.084 | 0.004 | 2.240(1.287~4.006) |
| RI  | -1.047  | 0.453 | 5.238 | 0.023 | 0.351(0.146~0.827) |
| PI  | -1.224  | 0.487 | 5.902 | 0.012 | 0.296(0.091~0.764) |

注:赋值:妊娠=1,未妊娠=0

价值 经 ROC 曲线分析显示,3D-TVS 参数预测 IVF-ET 患者妊娠结局的 AUC 值由高至低依次为 VFI>FI>PI>RI>VI( $P<0.05$ ),见表3、图1。

表3 3D-TVS 参数对 IVF-ET 患者妊娠结局的预测价值

| 参数  | AUC   | 截断值   | 灵敏度   | 特异度   |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| FI  | 0.821 | 31.09 | 0.838 | 0.705 |
| VI  | 0.625 | 20.65 | 0.743 | 0.681 |
| VFI | 0.930 | 6.13  | 0.894 | 0.725 |
| RI  | 0.703 | 0.63  | 0.786 | 0.674 |
| PI  | 0.718 | 1.24  | 0.795 | 0.690 |

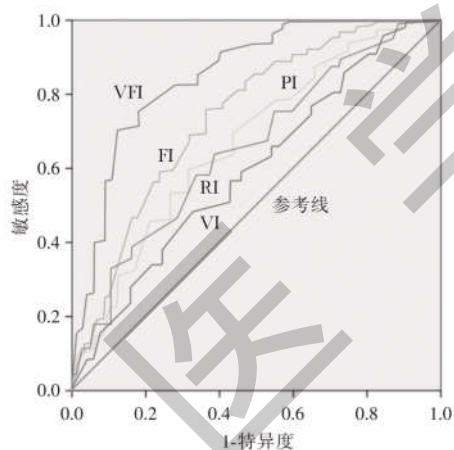


图1 3D-TVS 参数预测 IVF-ET 患者妊娠结局的 ROC 曲线

### 3 讨论

子宫 ER 是影响 IVF-ET 结局的关键限制性因素。因此,准确评估患者的子宫 ER,精准判断其“种植窗”,已成为改善 IVF-ET 患者妊娠结局的重要突破口之一<sup>[7,8]</sup>。3D-TVS 是基于常规二维成像发展而来的现代化影像学检测手段,其视野相对广阔,且图像质量更高,具有高敏感性及独特的立体成像功能,有效解决了二维超声单切面测量的局限性,拓展了超声技术在妇产科领域中的临床应用<sup>[9,10]</sup>。

在 IVF-ET 患者中,3D-TVS 可借助阴道专用探头,获取宫腔完整信息,并借助三维成像,直观显示其内部结构及组织关系,通过子宫内膜厚度、子宫内膜容积、子宫内膜类型及子宫内膜血流等指标的检测,完成子宫 ER 的评估,用于预测患者的妊娠结局<sup>[11,12]</sup>。其中,FI、VI、VFI、RI、PI 等参数可有效反映子宫内膜的血流灌注情况,与患者妊娠结局存在密切相关,为胚胎移植时机的选择提供了有利参考<sup>[13,14]</sup>。

本研究结果显示,妊娠组与非妊娠组的子宫内膜形态参数(子宫内膜厚度、内膜容积、子宫内膜类型)比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但两组子宫内膜血流参数(FI、VI、VFI、RI、PI)比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),提示 3D-TVS 检测可完整评估 IVF-ET 患者的子宫 ER。其中,不同妊娠结局女性的内膜形态参数未见明显区别,与于姣姣等<sup>[15]</sup>研究一致。究其原因,内膜形态参数的测量多于固定时期完成,但内膜生长属于动态过程,在体内激素及外用药物的影响下,其内膜厚度与分型等参数可随之改变,故单一内膜形态参数的检测较为片面,其在子宫 ER 的评估中具有较大局限性,无法作为 IVF-ET 妊娠结局的独立预测指标<sup>[16,17]</sup>。另一方面,子宫螺旋动

脉血管较为丰富,其血流参数可有效反映胚胎着床环境的血流灌注水平,在子宫内膜容受性的评估中具有重要作用。其中,内膜血流灌注较好者,其妊娠结局普遍较为理想<sup>[18,19]</sup>。经多因素 Logistic 分析显示,FI、VI、VFI、RI、PI 是 IVF-ET 患者妊娠结局的独立影响因素( $P<0.05$ ),与刘耘利等<sup>[20]</sup>研究相符。分析认为,IVF-ET 女性的体内激素大多缺乏周期性变化,其子宫内膜血流纤细,血流阻力普遍较大,易引起 RI、PI 的大幅升高及 FI、VI、VFI 下降,导致血流灌注变差,由此可形成血供障碍状态,致使子宫 ER 下降,不利于胚胎着床,对患者妊娠结局具有较大影响<sup>[21]</sup>。经 ROC 曲线分析显示,3D-TVS 参数预测 IVF-ET 患者妊娠结局的 AUC 值由高至低依次为 VFI>FI>PI>RI>VI( $P<0.05$ )。分析原因,相较于 PI、RI、VI 等参数,VFI 与 FI 可不受超声敏感性等因素的影响,客观显示子宫螺旋动脉的微血管灌注情况,对妊娠结果具有更高预测价值<sup>[22]</sup>。

综上所述,3D-TVS 可完整评估 IVF-ET 患者的子宫内膜容受性,其子宫内膜血流参数对 IVF-ET 妊娠结局具有良好的预测价值。

#### 参考文献:

- [1]江帆,洪婧贞,高瑞卿,等.新鲜胚胎移植周期子宫内膜容受性超声指标与妊娠结局关系分析[J].生殖医学杂志,2022,31(10):1361-1365.
- [2]Doyle N,Jahandideh S,Hill MJ,et al.Effect of Timing by Endometrial Receptivity Testing vs Standard Timing of Frozen Embryo Transfer on Live Birth in Patients Undergoing In Vitro Fertilization: A Randomized Clinical Trial[J].JAMA,2022,328(21):2117-2125.
- [3]王彬,彭宇洪,梁见弟,等.子宫内膜容受性与体外受精/卵胞浆内单精子注射-胚胎移植患者妊娠结局的关系[J].中国优生与遗传杂志,2020,28(12):1532-1534,1541.
- [4]蒋振林,朱泽静,唐丽.超声监测子宫内膜对 IVF-ET 妊娠结局的预测价值[J].中国计划生育学杂志,2021,29(10):2126-2128,2249.
- [5]周秀萍,赵雅萍,王启亮,等.经阴道三维能量多普勒血流显像超声监测 IVF-ET 中子宫内膜参数评估子宫内膜容受性[J].浙江医学,2019,41(10):1053-1056.
- [6]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.
- [7]Kasahara Y,Hashimoto T,Yokomizo R,et al. Evaluation of Pregnancy Outcomes of Vitrified-Warmed Blastocyst Transfer before and after Endometrial Receptivity Analysis in Identical

Patients with Recurrent Implantation Failure [J].Fertility & Reproduction,2021,3(2):35-41.

- [8]王会敏,肖祎炜,欧阳春艳,等.超声造影评价不孕症患者子宫内膜容受性的应用研究[J].中国超声医学杂志,2020,36(3):252-254.
- [9]李芷舒,鲁海鸥,张宇明,等.不孕患者移植当日子宫内膜容受性评估对临床妊娠率影响研究[J].中国实用妇科与产科杂志,2020,36(3):264-266.
- [10]邹旭彤,王琳,刘洋,等.经阴道超声检测激素替代周期子宫内膜血流参数对胚胎移植妊娠结局的评估价值[J].中国临床医学,2020,27(1):79-82.
- [11]王英华,鲁海鸥,李芷舒,等.胚胎移植日经阴道三维超声评估子宫内膜容受性对体外受精/卵胞浆内单精子显微注射-胚胎移植患者妊娠结局预测价值研究[J].临床军医杂志,2020,48(2):191-192.
- [12]龙凤,张海英,何群燕,等.经阴道超声在体外受精-胚胎移植及冻融胚胎移植后早期妊娠中的规范化应用[J].中国妇幼保健,2020,35(4):695-699.
- [13]马丽,马燕.经阴道超声在体外受精-胚胎移植术后宫内外复合妊娠诊断中的应用[J].广西医学,2019,41(14):1832-1835.
- [14]李建荣,杨坤,邵蕾,等.经阴道超声子宫内膜变化系数预测体外受精-胚胎移植临床结局[J].中国超声医学杂志,2019,35(7):633-635.
- [15]于姣姣,陈玲,胡兵,等.经阴道三维超声评价子宫内膜容受性对体外受精-胚胎移植患者妊娠结局的预测价值[J].山东医药,2017,57(26):60-62.
- [16]陈淑霞,鄢曹鑫.不同超声参数在评估 IVF-ET 患者子宫内膜容受性中的价值[J].中华全科医学,2019,17(5):821-824.
- [17]张志峰,赵双丹,曹明雅,等.超声影像学评价对促排卵后妊娠结局的预测作用[J].河北医科大学学报,2019,40(3):324-328.
- [18]毛书霞,李宏波,吴意赞,等.三维超声定量指标对体外受精-胚胎移植中发生卵巢过度刺激综合征的预测价值[J].中国计划生育和妇产科,2019,11(2):41-44,97.
- [19]罗田田,肖春梅,郝丽娟.超声检查早期诊断体外受精-胚胎移植术后复合妊娠[J].中国介入影像与治疗学,2018,15(10):618-621.
- [20]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.
- [21]邹淑伟,韩彦峰,吴秀英.彩色多普勒超声及内膜微血管密度在反复自然流产患者子宫内膜容受性评价中的应用[J].中国医药导报,2018,15(14):54-57.
- [22]高洁,余文惠,陈丹丹,等.三维超声在体外受精-胚胎移植成功后早孕期胎囊滞留宫角的诊断及指导预后的应用价值[J].中国妇产科临床杂志,2022,23(1):89-90.

收稿日期:2022-12-12;修回日期:2022-12-28

编辑/杜帆