

经阴道超声监测卵泡发育与子宫内膜厚度变化的临床研究

张媛

(北京市西城区展览路医院功能检查科, 北京 100044)

【摘要】目的 探讨经阴道超声在监测卵泡发育与子宫内膜厚度变化中的临床应用价值, 为辅助生殖和不孕症治疗提供参考依据。**方法** 回顾性分析 2022 年 10 月至 2024 年 10 月在北京市西城区展览路医院接受经阴道超声监测的 80 例患者的临床资料。记录卵泡直径、卵泡数量及子宫内膜厚度的动态变化, 并分析其与排卵情况和妊娠结局的相关性。**结果** 经阴道超声能清晰动态地显示卵泡发育和子宫内膜的周期性变化。当卵泡直径 $\geq 18\text{mm}$ 时, 排卵概率显著增加; 当子宫内膜厚度为 $8 \sim 12\text{mm}$ 时, 妊娠率较高 ($P < 0.05$)。**结论** 超声监测能有效预测排卵时间并评估子宫内膜的容受性, 指导促排卵治疗及胚胎移植时机的选择。经阴道超声监测卵泡发育与子宫内膜厚度变化具有较高的临床实用性, 可为不孕症诊治和辅助生殖提供可靠的支持。

【关键词】 经阴道超声; 卵泡发育; 子宫内膜; 临床应用

【中图分类号】 R445.1

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2025) 02-0140-06

Clinical Practical Study on Transvaginal Ultrasound Monitoring of Follicular Development and Endometrial Thickness Changes

ZHANG Yuan

(Department of Functional Examination, Zhanlanlu Hospital, Xicheng District, Beijing 100044, China)

【Abstract】Objective To explore the clinical application value of transvaginal ultrasound in monitoring follicular development and endometrial thickness changes, providing a reference for assisted reproduction and infertility treatment. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 80 patients who received transvaginal ultrasound monitoring in Zhanlanlu hospital Xicheng District of Beijing from October 2022 to October 2024. Dynamic changes in follicle diameter, quantity, and endometrial thickness were recorded and analyzed for their correlation with ovulation and pregnancy outcomes. **Results** Transvaginal ultrasound effectively and dynamically visualized follicular development and cyclic endometrial changes. The probability of ovulation significantly increases when follicle diameter $\geq 18\text{mm}$, while the relatively high pregnancy rate was observed when endometrial thickness was between $8 \sim 12\text{mm}$ ($P < 0.05$). **Conclusion** Ultrasound monitoring can effectively predict ovulation time and evaluate endometrial receptivity, guiding ovulation induction therapy and embryo transfer timing selection. Transvaginal ultrasound monitoring of follicular development and endometrial changes has high clinical practicality and can provide reliable support for the diagnosis and treatment of infertility and assisted reproductive technologies.

【Key words】 Transvaginal Ultrasound; Follicular Development; Endometrium; Clinical Application

收稿日期: 2025-01-23。

作者简介: 张媛 (1986—), 汉族, 北京人, 本科学历, 主治医师, 研究方向为超声监测卵泡发育。电话 (Tel.): 13581612527; 邮箱 (E-mail): 124957872@qq.com; 通信地址: 北京市西城区西直门外大街桃柳园西巷 16 号, 展览路医院功能检查科。

0 引言

卵泡发育与子宫内膜厚度变化是女性生殖周期中至关重要的生理过程，两者是同步进行的，均受到卵巢激素分泌周期性变化的影响。在卵泡发育的不同阶段，子宫内膜会呈现出不同的形态和厚度，以适应受精卵的着床需求，这对评估生殖功能和制定个性化治疗方案具有重要意义^[1]。在临床实践中，准确监测卵泡发育与子宫内膜的周期性变化，可有效预测排卵时间，评估子宫内膜容受性，为辅助生殖提供科学依据^[2]。

经阴道超声因具有分辨率高、操作便捷及实时动态监测的优势，被广泛应用于女性生殖系统的检查^[3]。阴道超声作为临床常用的妇科检查手段，其探头可直接贴近宫颈和后穹窿，能够准确地检测卵泡的大小、形态及数量，更加清晰地显示卵巢和子宫结构，尤其在观察优势卵泡发育、识别排卵前的生理特征、评估子宫内膜厚度及形态等方面具有显著优势^[4-5]。

本研究通过对 80 例接受经阴道超声监测患者的临床资料进行回顾性分析，重点探讨该技术在卵泡发育动态观察和子宫内膜周期性变化评估中的实际应用效果，以期为辅助生殖和不孕症治疗提供可靠的参考。

1 材料与方法

1.1 病例选取

本研究选取了 2022 年 10 月至 2024 年 10 月在本院接受经阴道超声监测的 80 例女性患者的临床资料。纳入标准包括：①年龄 22 ~ 40 岁；②月经周期规律（周期 21 ~ 35 天）；③近期无激素治疗史；④无严重子宫或卵巢结构性疾病。排除标准包括：①诊断为多囊卵巢综合征（Polycystic Ovary Syndrome, PCOS）者；②存在子宫内膜异位症或子宫腺肌病者；③内分泌紊乱（如甲状腺功能异常）者；④既往有子宫或卵巢手术史者。所有患者均签署了知情同意书。本研究获得了本院伦理委员会的批准。

1.2 仪器与超声监测方法

使用 GE 公司的 LOGIQ E9 彩色超声诊断仪，经阴道探头频率为 6 ~ 8MHz。患者排空膀胱，取

截石位，放松双腿，由专业技师进行操作。监测时间从月经周期第 8 天开始，每日或隔日动态观察卵泡发育和子宫内膜厚度变化，直至排卵完成或月经周期结束。

1.2.1 卵泡监测

在双侧卵巢中观察卵泡的数量、位置及直径，记录优势卵泡的生长情况。在每次检查中，测量卵泡的最大纵径（ D_1 ）和最大横径（ D_2 ），将平均直径（ D ）作为卵泡发育的主要指标，计算公式为 $D=(D_1+D_2)/2$ 。当卵泡直径 $\geq 18\text{mm}$ 时，提示即将排卵，此时密切监测，观察卵泡破裂的影像学表现，以确定排卵时间。

1.2.2 子宫内膜监测

评估子宫内膜的厚度、形态及回声特征。在矢状面测量子宫内膜厚度，取基底层间的最大距离。记录子宫内膜的形态变化，包括三线征的出现时间和持续时间。此外，评估子宫内膜的均匀性和血流信号分布，分析其容受性特点。

1.3 数据记录与分析方法

1.3.1 数据记录

每日记录卵泡的数量、直径、发育趋势，以及子宫内膜厚度、形态学特征，并详细记录排卵时间、排卵后子宫内膜厚度变化及妊娠结局。对于患者接受促排卵治疗的病例，记录促排卵药物的种类、剂量及用药天数。

1.3.2 数据分析

将患者分为妊娠组和未妊娠组，根据组别比较卵泡直径、子宫内膜厚度及三线征等指标的差异，采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。具体步骤如下。

（1）描述性统计。连续变量以均值 $\pm$ 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用独立样本 t 检验；分类变量以频数和百分比表示，组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

（2）多因素回归分析。评估卵泡直径、子宫内膜厚度及三线征等指标对妊娠结局的综合影响。模型构建：以妊娠结果（妊娠 = 1，未妊娠 = 0）为因变量，采用二分类逻辑回归（Binary Logistic Regression, BLR）进行分析。自变量包括：排卵前卵泡直径（连续变量）、排卵前子宫内膜厚度（连

续变量)、三线征持续时间(连续变量)、年龄(连续变量)、是否接受促排卵治疗(分类变量:是=1,否=0)。通过 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估模型拟合效果,计算自变量的回归系数(β 值)、标准误差(Standard Error, SE)、显著性水平(P 值)、优势比(Odds Ratio, OR)及其95%置信区间(Confidence Interval, CI)。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

(3)交互效应分析。构建交互项(如卵泡直径 $\times$ 子宫内膜厚度),重新纳入逻辑回归模型,分析其显著性。使用受试者工作特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线评估逻辑回归模型的预测性能,计算曲线下面积(Area Under the Curve, AUC),以判断模型区分妊娠与未妊娠的能力。检查多重共线性问题,通过方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)判断变量的独立性。

1.4 质量控制

所有超声检查和影像学数据分析均由具有丰富临床经验的超声技师完成。在监测过程中,严格控制患者检查时间和姿势的一致性,确保数据采集的准确性与可重复性。

2 结果

2.1 卵泡发育的动态变化

80例患者的卵泡发育过程监测显示,卵泡直径

从月经周期第8天的平均值(10.2 ± 1.5)mm逐步增长至排卵日前的(18.5 ± 2.0)mm。卵泡的日增长速度在排卵前1~2天显著加快($P<0.01$)。妊娠组($n=42$)的卵泡直径在排卵前为(18.9 ± 1.8)mm,显著高于未妊娠组($n=38$)排卵前的卵泡直径(17.8 ± 1.7)mm($P=0.02$)。

此外,妊娠组卵泡的发育规律更加单一,85.7%的患者表现为单卵泡发育,而未妊娠组多卵泡发育的比例显著增加(26.3%, $P<0.05$)。详细数据如表1和图1所示。

表1 卵泡直径与发育情况的组间比较($\bar{x}\pm s$)
Tab. 1 Intergroup comparison of follicle diameter and development ($\bar{x}\pm s$)

指标	妊娠组($n=42$)	未妊娠组($n=38$)	P 值
排卵前卵泡直径/mm	18.9 ± 1.8	17.8 ± 1.7	0.02
单卵泡发育/%	85.70	73.70	<0.05
多卵泡发育/%	14.30	26.30	<0.05

2.2 子宫内膜厚度变化与妊娠的相关性

子宫内膜厚度的动态变化显示,其由月经周期第8天的平均值(4.3 ± 0.9)mm逐步增加至排卵前的(10.4 ± 1.3)mm。妊娠组的子宫内膜厚度在排卵日前达到(10.8 ± 1.2)mm,显著高于未妊娠组的(9.7 ± 1.4)mm($P=0.02$)。

最佳妊娠率出现在子宫内膜厚度为8~12mm

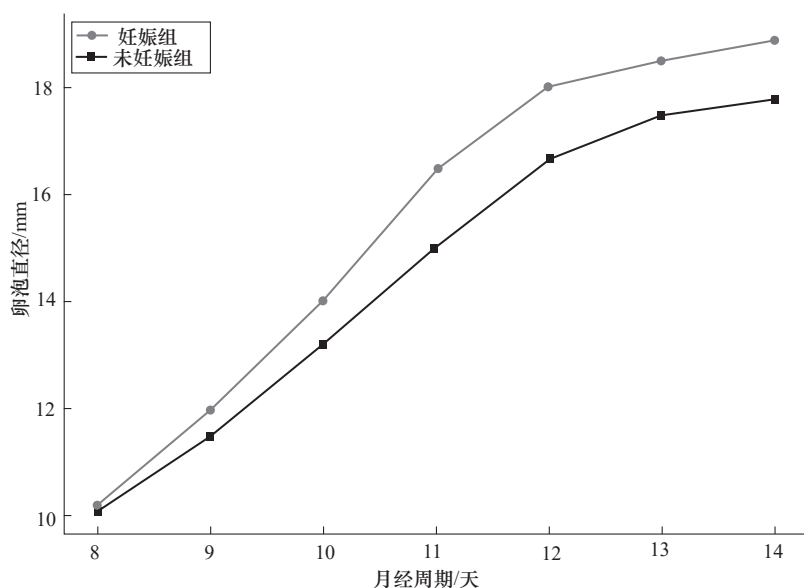


图1 妊娠组与未妊娠组卵泡直径的日增长趋势

Fig. 1 Daily trend of follicle diameter in the pregnant and non-pregnant groups

的患者中（妊娠率 71.4%），而厚度 $<7\text{mm}$ 或 $>14\text{mm}$ 的患者妊娠率显著降低（ $P<0.01$ ）。详细数据如表 2 所示。

表 2 子宫内膜厚度与妊娠率之间的关系

Tab. 2 Relationship between endometrial thickness and pregnancy rate

子宫内膜厚度范围/mm	妊娠率/%	P 值
<7	21.3	<0.01
$8\sim 12$	71.4	<0.01
>14	15.8	<0.01

2.3 三线征与妊娠结局的关系

三线征是子宫内膜容受性的关键特征。排卵正常型的子宫内膜形态多呈现三线征，如图 2 所示。

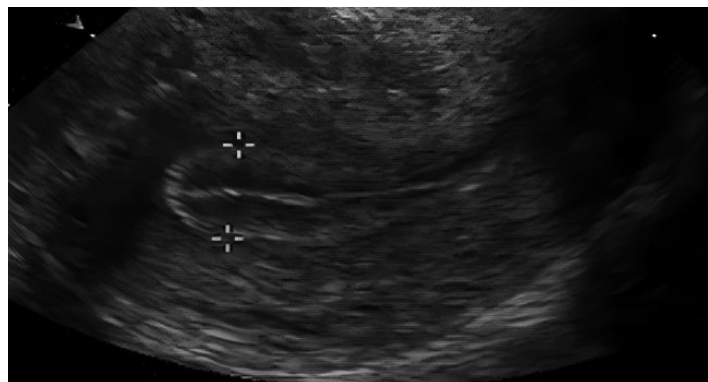


图 2 子宫内膜三线征

Fig. 2 Endometrial triple line sign

表 3 三线征的组间比较

Tab. 3 Comparison between groups of the triple line sign

指标	妊娠组 ($n=42$)	未妊娠组 ($n=38$)	P 值
三线征出现率/%	92.9	65.8	<0.01
持续时间/天	2.5 ± 0.4	1.8 ± 0.3	<0.05

未妊娠的能力。

（2）回归系数和显著性分析。多因素回归分析显示，卵泡直径每增加 1mm ，妊娠的可能性增加 48%；子宫内膜厚度每增加 1mm ，妊娠的可能性增加 35%；三线征持续时间每延长 1 天，妊娠的可能性增加 72%；患者年龄每增加 1 岁，妊娠的可能性降低 15%；接受促排卵治疗的患者妊娠率显著高于未接受促排卵治疗的患者。以上因素皆为显著性因素（ $P<0.05$ ）。详细数据如表 4 所示。

（3）交互效应分析。卵泡直径与子宫内

三线征在妊娠组的出现率为 92.9%，显著高于未妊娠组的 65.8%（ $P<0.01$ ）。三线征的出现时间主要集中在排卵前 2 天，其持续时间与妊娠结局呈正相关。详细数据如表 3 所示。

2.4 多因素回归分析结果

为评估卵泡直径、子宫内膜厚度、三线征持续时间及其他因素对妊娠结局的影响，本文构建了多因素逻辑回归模型。分析结果如下。

（1）模型拟合效果。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示 $P=0.72$ ，提示模型拟合效果良好。ROC 曲线分析结果显示，模型的 AUC 为 0.85（95%CI 为 $0.78\sim 0.92$ ），表明模型具有较高的区分妊娠与

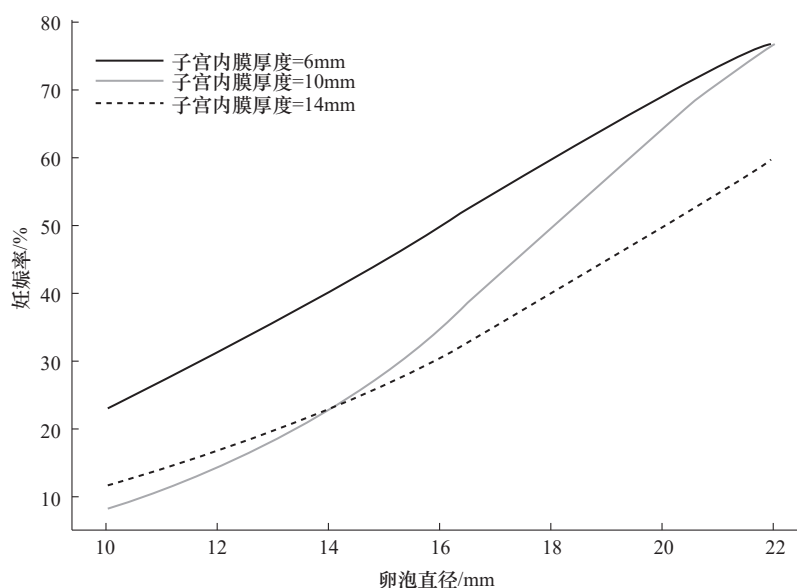
膜厚度的交互项对妊娠结局的影响具有显著性（ $P=0.038$ ），提示两者在影响妊娠率方面存在协同作用。交互效应显示，当卵泡直径较大（ $\geq 18\text{mm}$ ）且子宫内膜厚度在 $8\sim 12\text{mm}$ 时，妊娠的可能性最高。详细数据如图 3 所示。

排除异常值后，模型各变量的回归系数变化幅度小于 10%，提示模型结果具有良好的稳健性。

（4）模型预测能力评估。基于逻辑回归模型计算的预测概率，设置最佳截断值为 0.5。评估结果显示：敏感性为 89.3%，特异性为 82.6%，总体

表 4 多因素逻辑回归分析结果
Tab. 4 Results of multivariate logistic regression analysis

自变量	回归系数 β	标准误差	OR 值 (95% CI)	P 值
排卵前卵泡直径 /mm	0.39	0.13	1.48 (1.15~1.91)	0.002
排卵前子宫内膜厚度 /mm	0.3	0.1	1.35 (1.10~1.65)	0.005
三线征持续时间 / 天	0.54	0.12	1.72 (1.25~2.37)	< 0.001
患者年龄 / 岁	-0.16	0.05	0.85 (0.76~0.94)	0.003
是否接受促排卵治疗	0.35	0.12	1.42 (1.10~1.89)	0.021

图 3 卵泡直径与子宫内膜厚度的交互效应对妊娠率的影响
Fig. 3 Interaction effect of follicle diameter and endometrial thickness on pregnancy rate

准确率为 85.7%。

3 讨论

卵泡发育和子宫内膜厚度变化是女性生殖周期中两个至关重要的环节,通过超声监测卵泡发育,医生可以准确观察卵泡的大小、形态,从而预测排卵时间,这对于指导女性自然受孕或进行人工受精等辅助生殖具有重要意义^[6]。子宫内膜的厚度和形态是评估胚胎着床潜力的关键因素。通过监测子宫内膜厚度,医生可以了解子宫内膜的生长情况,判断是否适合受精卵着床,这对于临床指导女性受孕至关重要。

本研究通过动态监测卵泡发育和子宫内膜厚度变化,探讨了经阴道超声在辅助生殖和不孕症治疗中的临床价值。结果表明,卵泡直径和子宫内膜厚度是影响妊娠率的重要因素,而经阴道超声凭借其

高分辨率和实时监测能力,为评估这些因素提供了可靠的手段^[7]。本研究显示,当排卵前卵泡直径 $\geq 18\text{mm}$ 时,妊娠率显著增加。多因素回归分析表明,子宫内膜厚度每增加 1mm,妊娠的可能性增加 35%。最大妊娠率出现在子宫内膜厚度为 8~12mm 的患者中,表明该范围内的子宫内膜厚度具备最佳的容受性。此外,本研究通过交互效应分析发现,当卵泡直径与子宫内膜厚度均处于最佳范围时(卵泡直径 $\geq 18\text{mm}$,子宫内膜厚度为 8~12mm),妊娠的可能性最大。这一协同作用进一步强调了综合评估卵泡直径和子宫内膜厚度的重要性。本研究发现,三线征持续时间与妊娠结局显著正相关($P<0.001$)。妊娠组中三线征的出现率显著高于未妊娠组($P<0.01$),且持续时间更长。这一结果提示,动态监测三线征不仅可以评估子宫内膜的容

受性,还可以为胚胎移植时机的选择提供指导。本研究通过多因素分析和交互效应验证,进一步明确了卵泡直径、子宫内膜厚度及三线征等指标对妊娠结局的综合影响。这一结果为辅助生殖技术中的个体化治疗提供了新思路。经阴道超声具有高分辨率和实时监测能力,不仅可以动态观察卵泡和子宫内膜的变化,还可以通过定量评估为临床医生提供可靠的依据^[8-10]。

综上所述,经阴道超声凭借其高分辨率和实时监测能力,显著提高了卵泡发育和子宫内膜厚度变化评估的精确性,是辅助生殖和不孕症治疗中的重要工具。未来可通过持续优化该技术和扩大研究范围,提高其在生殖医学个体化治疗中的应用价值。

参考文献

- [1] 胡小林,徐杰.阴道超声监测卵泡发育及子宫内膜厚度在不孕症妇女治疗中的应用[J].*深圳中西医结合杂志*,2024,34(9):69-71,141.
HU Xiaolin, XU Jie. Application of transvaginal ultrasound monitoring of follicular development and endometrial thickness in the treatment of infertile women[J]. *Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2024, 34 (9): 69-71, 141.
- [2] 刘瑞敏.早卵泡期长方案、拮抗剂方案及黄体期短效长方案对不孕症患者子宫内膜容受性及临床妊娠的影响[J].*临床医学*,2024,44(3):36-39.
LIU Ruimin. The effects of long protocols for early follicular phase, antagonist regimen, and short acting regimen for luteal phase on endometrial receptivity and clinical pregnancy in infertile patients[J]. *Clinical Medicine*, 2024, 44 (3): 36-39.
- [3] 张翠红,李天华.经阴道超声联合经腹部彩超诊断更年期子宫内膜病变效果分析[J].*中国计划生育学杂志*,2024,32(12):2857-2860.
ZHANG Cuihong, LI Tianhua. Analysis of the effect of transvaginal ultrasound combined with abdominal ultrasound in the diagnosis of menopausal endometrial lesions[J]. *Chinese Journal of Family Planning*, 2024, 32 (12): 2857-2860.
- [4] 葛继帮.经阴道三维超声自由解剖成像检查应用于先天性子宫畸形诊断的价值[J].*临床医学*,2024,44(12):88-90.
GE Jibang. The value of transvaginal three-dimensional ultrasound free dissection imaging in the diagnosis of congenital uterine malformations[J]. *Clinical Medicine*, 2024, 44 (12): 88-90.
- [5] 袁新华.阴道超声测囊芽差联合血清hCG、E2、P、CA125水平对早期先兆流产的诊断价值[J].*中外医学研究*,2024,22(32):74-79.
YUAN Xinhua. The diagnostic value of vaginal ultrasound combined with serum hCG, E2, P, CA125 levels for early threatened miscarriage[J]. *Chinese and Foreign Medical Research*, 2024, 22 (32): 74-79.
- [6] 夏燕,吴芸,热米拉·托乎提,等.不同阴道彩色多普勒超声子宫内腔容受性参数全胚冷冻后冻融胚胎移植患者的临床结局[J].*中国妇产科临床杂志*,2024,25(6):491-495.
XIA Yan, WU Yun, RE Mira Tohti, et al. Clinical outcomes of patients undergoing whole embryo frozen thawed embryo transfer with different parameters of endometrial receptivity using transvaginal color Doppler ultrasound[J]. *Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2024, 25 (6): 491-495.
- [7] 肖颜丹.经阴道彩色多普勒超声对子宫内膜病变的诊断价值[J].*医疗装备*,2022,35(8):23-25.
XIAO Yandan. The diagnostic value of transvaginal color Doppler ultrasound for endometrial lesions[J]. *Medical Equipment*, 2022, 35 (8): 23-25.
- [8] 林小青.经阴道超声在不孕症患者卵泡发育情况监测中的应用研究[J].*中国医疗器械信息*,2023,29(20):101-103.
LIN Xiaoqing. Application of transvaginal ultrasound in monitoring follicle development in infertility patients[J]. *China Medical Device Information*, 2023, 29 (20): 101-103.
- [9] LIU Q Q, CHEN S, LIU M H, et al. Transvaginal ultrasound parameters to evaluate cervical favorability and predict the outcome of induction of labor[J]. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 2023, 162(3): 877-888.
- [10] BASSEAL J M, WESTERWAY S C, HYETT J A. Analysis of the integrity of ultrasound probe covers used for transvaginal examinations[J]. *Infection, Disease & Health*, 2020, 25(2): 77-81.