

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.06.025

综 述

超声在多囊卵巢综合征诊断及疗效评估中的应用进展

陈晓惠, 丘芬芬, 黄利珊综述 张又红审校

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目 (A202478)

作者单位: 514031 广东省梅州市人民医院超声三科 (陈晓惠、张又红), 超声二科 (丘芬芬), 妇一科 (黄利珊)

通信作者: 陈晓惠, E-mail: chenxiaohui916@126.com



【摘 要】 多囊卵巢综合征 (PCOS) 是临床表现异质性较高的女性内分泌疾病, 在国内外均具有较高患病率。超声是目前 PCOS 诊断的主要影像学手段, 除传统的二维超声外, 三维超声容积成像、联合人工智能 (AI) 算法、超声弹性成像等新技术被发现在 PCOS 诊疗中也具有重要作用。文章对超声在诊疗中的应用价值及新进展进行综述, 旨在为后续指导 PCOS 诊疗提供有益借鉴。

【关键词】 多囊卵巢综合征; 超声; 诊断; 疗效评估

【中图分类号】 R711.75 【文献标识码】 A

Application progress of ultrasound in the diagnosis and efficacy evaluation of PCOS Chen Xiaohui*, Qiu Fenfen, Huang Lishan, Zhang Youhong. * Department of Ultrasound, People's Hospital of Meizhou, Guangdong, Meizhou 514031, China
Funding program: Guangdong Provincial Medical Science and Technology Research Fund Project (A202478)
Corresponding author: Chen Xiaohui, E-mail: chenxiaohui916@126.com

【Abstract】 Polycystic ovary syndrome (PCOS), as a female endocrine disease with high heterogeneity in clinical practice, has a high prevalence at home and abroad. Ultrasound is currently the main imaging method for the diagnosis of PCOS. In addition to traditional two-dimensional ultrasound, new technologies such as three-dimensional ultrasound volume imaging, combined artificial intelligence (AI) algorithm, and ultrasound elastography have also been found to play an important role in the diagnosis and treatment of PCOS. This paper reviews the application value and new progress of ultrasound during diagnosis and treatment, aiming to provide useful reference for the follow-up guidance of PCOS diagnosis and treatment.

【Key words】 Polycystic ovary syndrome; Ultrasound; Diagnosis; Efficacy evaluation

多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 是育龄期与青春期末期的常见内分泌疾病, 临床表现复杂、异质性强^[1]。PCOS 患病率在不同种族、地区间存在差异, 国外流行病学报道显示其患病率为 6%~20%^[2], 我国的患病率略低于国外报道, 为 5.6%~8.6%^[3]。由于病因不明及临床表现高异质性, PCOS 的诊断及治疗尚存在争议, 其临床诊断需综合病史、影像学检查及实验室检查^[4], 其临床治疗需结合患者主诉、治疗需求、代谢疾病等给予个体化对症处理措施, 主要包括生活方式干预、药物治疗代谢并发症、诱导排卵助孕等^[5]。超声作为一项实时、可重复性观察、价格低廉的无创影像学检查技术, 在妇科疾病诊疗中常用, 盆腔超声也是国内外公认的 PCOS 筛查及诊断最佳影像学手段, 可观察卵巢多囊肿样改变辅助临床诊断^[6-7]。除了传统二维超声外, 容积成像、弹性成像等超声新技术还能通过观察卵巢立体特征、卵巢组织硬度等方式辅助诊断 PCOS^[8]。另外, 超声在 PCOS 治疗中也能提供指导意见, 如临床常通过超声监测优势卵泡, 以选择合适的激素给药时机, 超声多普勒技术也能预测体外受孕辅助生育治疗中卵巢过度刺激综合征 (ovarian hyperstimulation syndrome, OHSS) 等并发症,

指导临床治疗^[9-10]。因此, 文章就超声在 PCOS 诊断及疗效评估中的应用现状及新进展进行综述, 旨在为后续指导 PCOS 临床诊疗提供借鉴。

1 超声在 PCOS 诊断中的应用

1.1 传统二维超声 自 2003 年《鹿特丹标准》^[11] 发布以来, 超声一直被建议用于检测卵巢多囊性改变, 以辅助诊断 PCOS。随着超声技术的飞速发展及超声仪器的更新换代, 新版 PCOS 诊疗指南也对超声诊断卵巢多囊性改变提出了新建议, 新、旧超声仪器的诊断有所不同, 不同标准/指南建议见表 1。由表 1 标准/指南对超声诊断的建议变化可见, 传统二维超声虽然在观察卵巢形态、体积及卵泡分布方面具有简单易行、可重复操作等优势, 但其观察结果受超声设备、探头频率、测量方法等的影响, 同时也依赖操作者的主观判断, 是传统二维超声在 PCOS 诊断中存在的争议与挑战。

1.2 三维超声 三维超声在测量精准性方面优于二维超声, 可利用容积成像、多平面成像技术多角度重建卵巢结构, 获取卵巢立体数据, 精准测量卵巢体积, 避免二维超声测量对卵巢形态的要求, 提高 PCOS 诊断准确性^[15-16]。在卵泡计数方面, 三维

表 1 不同标准/指南对超声诊断 PCOS 建议的对比

标准/指南	卵巢多囊性改变特征
鹿特丹标准(2003) ^[11]	超声显示卵巢内直径 2~9 mm 卵泡数量≥12 个,和/或卵巢体积≥10 ml
美国雄激素过多 PCOS 标准(2006) ^[12]	同 2003 年鹿特丹标准
PCOS 中国诊疗指南(2018) ^[13]	使用频率包括 8 MHz 的阴道超声探头行超声检查,显示每侧卵巢内卵泡数量≥20 个,和/或任一侧卵巢体积≥10 ml;旧超声仪器显示任一侧卵巢体积≥10 ml
国际基于循证医学证据 PCOS 指南(2023) ^[14]	增加旧超声仪器或腹部超声诊断标准;每切面内卵泡数量≥10 个,其他同 2018 年 PCOS 中国诊疗指南

超声可实现三维排列卵泡的可视化,同时观察整个卵巢内的卵泡,可避免二维超声对操作者的多平面、反复计数要求,在精准性、便捷性方面更具优势^[17]。近年,人工智能(artificial intelligence, AI)算法是临床诊疗研究的热点,三维超声还能利用虚拟器官计算机辅助分析软件(virtual organ computer-aided analysis, VOCAL)等 AI 算法工具,自动计算卵巢体积,减少人工工作量,也降低操作者主观判断对结果的影响^[18]。另外,三维超声联合超声自动容积测量技术(Sono automatic volume calculation, SonoAVC)可自动计算卵泡数量,还能对不同直径的卵泡自动分类,减少人工测量误差,提升诊断准确性^[19]。巫笠平等^[20]提出基于经粒子群优化算法(particle swarm optimization, PSO)优化后的模糊 C 均值(fuzzy C-means, FCM)聚类算法的标记控制分水岭 PCOS 超声图像分割方法,将三维超声与 AI 算法结合,加强卵泡的轮廓特征,优化临床诊断准确性。另外,三维超声还能通过测量血管化指数、血流指数等血流参数,辅助鉴别 PCOS、卵巢囊肿等妇科疾病^[21]。然而,三维超声也存在其应用局限性,如设备成本高、基层医疗机构普及度较低等^[22],联合 AI 算法也存在实时运算速度较慢、需要大量模型训练等缺点^[23],临床诊断需结合实际情况选择合适的超声技术。

1.3 超声弹性成像 作为新型超声成像技术,超声弹性成像可将组织硬度彩色编码,以定量或半定量参数反映组织硬度,目前常用于甲状腺、肝脏、乳腺等组织器官病变的鉴别诊断^[24]。对于 PCOS 的鉴别诊断,超声弹性成像技术能通过量化分析卵巢组织硬度,检出 PCOS 患者卵巢硬度异常,反映卵巢微观结构变化,可作为二维或三维超声的辅助手段,提高对 PCOS 的诊断准确性^[25]。有研究发现^[26],PCOS 患者卵巢弹性值与其代谢紊乱、排卵功能异常密切相关,雄激素水平越高、胰岛素抵抗越高、卵泡发育障碍越严重,卵巢间质增生越严重,卵巢硬度更大。因此,超声弹性成像可能对评估 PCOS 患者病情严重程度有利,对指导临床治疗有重要意义。然而,超声弹性成像的测量值受设备的影响,且 PCOS 患者月经周期阶段、肥胖程度等异质性较大,均能影响超声弹性成像的测量值^[27],其对 PCOS 诊断及病情严重程度判断缺乏统一标准,仍需要更多临床试验的研究验证。

1.4 超声极速脉搏波成像技术(ultrasonic ultrafast pulse wave velocity technique, UFPWV) UFPWV 是利用组织多普勒成像

算法的新型超声技术,可描记动脉前壁运动,测量收缩期起始及结束时的脉搏波传导速度,反映所选定区域的血管弹性变化,在颈动脉弹性变化监测中的应用价值得到一定认可^[28-29]。近年研究发现^[30],受高雄激素血症、高脂血症、胰岛素抵抗等的影响,PCOS 患者常存在颈动脉硬度升高,利用 UFPWV 技术能筛查 PCOS 早期颈动脉粥样硬化,辅助临床做病情评估,可为 PCOS 诊断开辟新思路。目前,UFPWV 技术在 PCOS 诊疗中的应用报道少见,其应用价值还需更多临床试验的验证。

2 超声在 PCOS 疗效监测中的应用

2.1 生活方式干预的跟踪观察 生活方式调整为 PCOS 的基础治疗手段,我国 2023 年版《多囊卵巢综合征诊治路径专家共识》^[31]指出,PCOS 个体化治疗以健康生活方式指导为主,必要时结合药物治疗或其他辅助治疗,其中生活方式调整包括饮食控制、合理运动及树立自信等行为干预。生活方式调整可促进 PCOS 患者减重、减轻代谢紊乱,抑制卵巢间质增生,缓解卵巢多囊样改变^[32]。二维超声、三维超声能通过观察卵泡数量、卵巢体积变化监测疗效,具有实时性、可重复性、价格低廉等优点,三维超声还能定量观察卵巢间质血流动力学,评估卵巢间质微血管特征,辅助监测卵泡发育特征,评估临床疗效,对指导临床方案调整有积极意义^[33]。另外,超声弹性成像也能实时监测卵巢组织弹性,间接评估卵巢间质增生情况,辅助评估 PCOS 临床疗效^[26]。

2.2 月经周期调整及高雄激素治疗的实时监测 临床上对于青春期、育龄期无生育要求,以及因排卵障碍致月经紊乱的 PCOS 患者主要采用雌孕激素治疗或短效复方口服避孕药治疗,一般为周期性用药,治疗期间需监测用药安全性^[34]。传统二维超声及三维超声均能通过观察子宫形态、内膜厚度等评估 PCOS 患者月经周期,指导临床用药周期或用药剂量调整。另外,超声造影及三维超声多普勒血管成像也是评估深静脉血栓的常用手段,可辅助监测 PCOS 患者用药期间的血栓事件,指导用药安全^[35]。

高雄激素是 PCOS 患者痤疮、体毛过多等症状表现的重要原因,可采用短效复方口服避孕药或螺内酯治疗^[31]。研究发现^[36],卵巢局部雄激素生成增多是卵巢间质过度血管化的重要原因之一,雄激素还能作为血管收缩剂引起子宫动脉血流阻力升高,三维超声多普勒血管成像可利用血流监测技术实施监测局部血流信号,观察卵巢间质及子宫动脉血流丰富程度及阻力指数,辅助评估 PCOS 患者高雄激素治疗效果。

2.3 代谢调整的辅助观察 对于生活方式调整效果不佳的肥胖 PCOS 患者可采用奥利司他口服治疗促进减脂,对于胰岛素抵抗者可采用二甲双胍、吡格列酮等药物治疗^[31]。二维及三维超声可测量内脏脂肪厚度,间接评估 PCOS 患者脂质堆积情况,指导临床治疗方案调整。还有研究指出^[37],超声弹性成像可辅助监测肥胖、高血脂、高胰岛素抵抗等代谢障碍,瞬时弹性成像指标——受控衰减参数(controlled attenuation parameter, CAP)与肥胖程度、血脂异常、空腹胰岛素水平呈正相关。故临床还可利用超声弹性成像间接评估 PCOS 患者代谢障碍变化,指导临床用药方案调整。

2.4 促进生育治疗中的长期监测 对于持续性无排卵或稀发排卵的 PCOS 患者,可采用枸橼酸氯米酚、来曲唑、促性腺激素等药物治疗促排卵^[31]。二维及三维超声能及时观察卵泡大小及数量,监测 PCOS 患者排卵功能,且卵巢血流动力学随排卵周期的变化而改变,三维超声的多普勒血管成像还能通过监测卵巢血流频谱辅助监测排卵功能。

腹腔镜卵巢打孔术主要用于上述药物治疗无效者,或随诊条件差不能及时监测促性腺激素治疗的 PCOS 患者,作为有创治疗手段,其盆腔粘连、卵巢功能不全等风险事件值得临床警惕^[31]。二维或三维超声实时监测能提高卵巢穿刺点定位准确性,降低腹腔镜卵巢打孔术中热损伤及术后盆腔粘连等并发症发生风险,提高治疗安全性^[38]。

体外受精—胚胎移植技术(invitro fertilization and embryo-transfer, IVF-ET)被认为是 PCOS 不孕患者的三线治疗手段,治疗期间需使用超声监测优势卵泡生长发育情况,以选择合适的用药时机^[31]。OHSS 是 IVF-ET 治疗的常见并发症,如何尽早发现 OHSS 并及时予以防控措施是近年临床关注的焦点,超声可通过监测卵巢体积、子宫内膜变化及卵泡发育、胸腹水情况,综合判断 OHSS 的发生,超声引导下引流治疗也是缓解 OHSS 症状的重要治疗手段^[39]。子宫内膜容受性被认为是胚胎着床前内膜准备接纳外来胚胎的综合状况,是评估 IVF-ET 胚胎植入窗口期的重要指标。三维超声多普勒血管成像能通过评估子宫动脉血流动力学、子宫内膜厚度与形态变化,间接评估子宫内膜容受性,指导 IVF-ET 治疗时机,超声弹性成像也能定量分析子宫内膜容受性,其能监测子宫内膜硬度,反映子宫内膜所处时相,对指导临床识别 IVF-ET 胚胎植入窗口期有利^[40]。

3 小结与展望

超声在 PCOS 诊断与疗效监测中占据重要地位,传统二维超声是指导 PCOS 诊疗的基础影像学手段,三维超声则能定量、多维度观察,提升 PCOS 诊疗精准性,联合 AI 算法还能降低人为误差,超声弹性成像等新技术则能通过监测卵巢微观结构变化等方式评估 PCOS 病情进展,为 PCOS 临床诊疗提供更多可靠信息。然而,目前对于 AI 算法、超声新技术在 PCOS 诊疗中的应用报道较少,缺乏统一的评估标准,未来还需大样本量多中心临床试验观察,进一步分析超声新技术的应用价值。

参考文献

- [1] Shahid R, Iqbal-Ul-Haq, Mahnoor, et al. Diet and lifestyle modifications for effective management of polycystic ovarian syndrome (PCOS) [J]. J Food Biochem, 2022, 46 (7): e14117. DOI: 10.1111/jfbc.14117.
- [2] Vatier C, Christin-Maitre S. Epigenetic/circadian clocks and PCOS [J]. Hum Reprod, 2024, 39 (6): 1167-1175. DOI: 10.1093/humrep/deae066.
- [3] Yang R, Li Q, Zhou Z, et al. Changes in the prevalence of polycystic ovary syndrome in China over the past decade [J]. Lancet Reg Health West Pac, 2022, 25 (1): e100494. DOI: 10.1016/j.lanwpc.2022.100494.
- [4] Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, et al. Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for the assessment and

- management of polycystic ovary syndrome [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2023, 108 (10): 2447-2469. DOI: 10.1210/clinem/dgad463.
- [5] Dapas M, Dunaif A. Deconstructing a syndrome: Genomic insights into PCOS causal mechanisms and classification [J]. Endocr Rev, 2022, 43 (6): 927-965. DOI: 10.1210/endrev/bnac001.
- [6] 仇雪梅, 赵明蕊, 解晓丽, 等. 多囊卵巢综合征患者程序性细胞死亡因子 4 表达及睾酮与胚胎质量相关性研究 [J]. 现代妇产科进展, 2024, 33 (3): 177-181. DOI: 10.13283/j.cnki.xdfckjz.2024.03.004.
- [7] Meczekalski B, Niwczuk O, Kostrzak A, et al. PCOS in adolescents—ongoing riddles in diagnosis and treatment [J]. J Clin Med, 2023, 12 (3): 1221-1229. DOI: 10.3390/jcm12031221.
- [8] Pea J, Bryan J, Wan C, et al. Ultrasonographic criteria in the diagnosis of polycystic ovary syndrome: A systematic review and diagnostic meta-analysis [J]. Hum Reprod Update, 2024, 30 (1): 109-130. DOI: 10.1093/humupd/dmad027.
- [9] Jain S, Jain M, Shukla RC. Correlation of clinical, hormonal, biochemical and ultrasound parameters between adult and adolescent polycystic ovarian syndrome: Adult and adolescent PCOS [J]. J Obstet Gynaecol India, 2022, 72 (Suppl 1): 274-280. DOI: 10.1007/s13224-021-01557-z.
- [10] Ruan Z, Yu Z, Qin Q, et al. Diagnostic value of ultrasound elastography in polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis [J]. Gynecol Endocrinol, 2024, 40 (1): e2352139. DOI: 10.1080/09513590.2024.2352139.
- [11] Rotterdam ESHRE/ASRM-Sponsored PCOS consensus workshop group. Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and long-term health risks related to polycystic ovary syndrome (PCOS) [J]. Hum Reprod, 2004, 19 (1): 41-47. DOI: 10.1093/humrep/deh098.
- [12] Azziz R, Carmina E, Dewailly D, et al. Positions statement: criteria for defining polycystic ovary syndrome as a predominantly hyperandrogenic syndrome: An Androgen Excess Society guideline [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2006, 91 (11): 4237-4245. DOI: 10.1210/jc.2006-0178.
- [13] 中华医学会妇产科学分会内分泌学组及指南专家组. 多囊卵巢综合征中国诊疗指南 [J]. 中华妇产科杂志, 2018, 53 (1): 2-6. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2018.01.002.
- [14] Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, et al. Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome [J]. Eur J Endocrinol, 2023, 189 (2): 43-64. DOI: 10.1093/ejendo/lvad096.
- [15] Battaglia C, Nappi RE, Mancini F, et al. PCOS and urethrovaginal space: 3-D volumetric and vascular analysis [J]. J Sex Med, 2010, 7 (8): 2755-2764. DOI: 10.1111/j.1743-6109.2009.01651.x.
- [16] Bozkurt M, Kara Bozkurt D, Kurban D, et al. 2-D and 3-D ultrasonographic characteristics of the ovary in women with PCOS and multifollicular ovaries [J]. J Obstet Gynaecol, 2021, 41 (6): 920-926. DOI: 10.1080/01443615.2020.1803244.
- [17] Kim JJ. Update on polycystic ovary syndrome [J]. Clin Exp Reprod Med, 2021, 48 (3): 194-197. DOI: 10.5653/ceerm.2020.04329.
- [18] Turetta C, Colizza A, Giannini A, et al. Polycystic ovary syndrome

- and alteration of vocal function: A systematic review and meta-analysis[J]. *Gynecol Obstet Invest*, 2024, 89(1):22-30. DOI: 10.1159/000535819.
- [19] 安园园,玄英华,李晓菲,等.经阴道三维容积超声检查在多囊卵巢综合征患者诊断中的应用价值[J].*中华医学超声杂志:电子版*,2017,14(9):680-684. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2017.09.010.
- [20] 巫笠平,陈斌,马玉良,等.基于 PSO-FCM 的标记控制分水岭 PCOS 超声图像分割[J].*传感技术学报*,2023,36(3):411-418. DOI:10.3969/j.issn.1004-1699.2023.03.011.
- [21] Campo H, Zha D, Pattarawat P, et al. A new tissue-agnostic microfluidic device to model physiology and disease: the lattice platform [J]. *Lab Chip*, 2023, 23(22):4821-4833. DOI: 10.1039/d3lc00378g.
- [22] Kaur I, Suri V, Sachdeva N, et al. Efficacy of multi-strain probiotic along with dietary and lifestyle modifications on polycystic ovary syndrome: A randomised, double-blind placebo-controlled study [J]. *Eur J Nutr*, 2022, 61(8):4145-4154. DOI: 10.1007/s00394-022-02959-z.
- [23] Cussen L, McDonnell T, Bennett G, et al. Approach to androgen excess in women: Clinical and biochemical insights [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2022, 97(2):174-186. DOI: 10.1111/cen.14710.
- [24] Deng M, Ye X, Ma J, et al. Ultrasonic elastography-guided pleural biopsy for the diagnosis of pleural effusion: A multicenter prospective study of diagnostic test performance [J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2023, 20(9):1242-1249. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202212-1047OC.
- [25] Lavor CBH, Viana Júnior AB, Medeiros FDC. Polycystic ovary syndrome and metabolic syndrome: Clinical and laboratory findings and non-alcoholic fatty liver disease assessed by elastography [J]. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2022, 44(3):287-294. DOI: 10.1055/s-0041-1741032.
- [26] 张毅,曹丽萍,李孝燕.超声弹性成像在肥胖型多囊卵巢综合征诊断中的应用[J].*中国医师进修杂志*,2024,47(2):177-181. DOI: 10.3760/cma.j.cn115455-20220831-00771.
- [27] Ertekin E, Turan OD, Tuncyurek O. Is shear wave elastography relevant in the diagnosis of polycystic ovarian syndrome [J]. *Med Ultrason*, 2019, 21(2):158-162. DOI: 10.11152/mu-1849.
- [28] Yin LX, Ma CY, Wang S, et al. Reference values of carotid ultrafast pulse-wave velocity: A prospective, multicenter, population-based study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2021, 34(6):629-641. DOI: 10.1016/j.echo.2021.01.003.
- [29] 刁玉红,刘志兴,彭娟,等.超声极速成像技术评价烟雾病患者颈动脉血管弹性的临床应用价值[J].*中国超声医学杂志*,2023,39(1):99-102. DOI:10.3969/j.issn.1002-0101.2023.01.030.
- [30] Polinski KJ, Robinson SL, Putnick DL, et al. Maternal self-reported polycystic ovary syndrome with offspring and maternal cardiometabolic outcomes [J]. *Hum Reprod*, 2024, 39(1):232-239. DOI: 10.1093/humrep/dead227.
- [31] 多囊卵巢综合征诊治路径专家共识编写组.多囊卵巢综合征诊治路径专家共识[J].*中华生殖与避孕杂志*,2023,43(4):337-345. DOI:10.3760/cma.j.cn101441-20220927-00417.
- [32] 洪莲,南瑞霞,符娇文,等.多囊卵巢综合征中医辨证治疗前后卵巢形态学变化的超声评价[J].*海南医学*,2023,34(5):706-708. DOI:10.3969/j.issn.1003-6350.2023.05.023.
- [33] Huang O, Ding H, Wu D, et al. A randomized, controlled clinical study of low-molecular-weight heparin improving pregnancy outcomes in PCOS women undergoing IVF: Study protocol [J]. *Trials*, 2024, 25(1):1-16. DOI: 10.1186/s13063-023-07877-x.
- [34] Corrie L, Singh H, Gulati M, et al. Polysaccharide-fecal microbiota-based colon-targeted self-nanoemulsifying drug delivery system of curcumin for treating polycystic ovarian syndrome [J]. *Naunyn Schmiedeberg Arch Pharmacol*, 2024, 397(9):6721-6743. DOI: 10.1007/s00210-024-03029-3.
- [35] Shi M, Li X, Xing L, et al. Polycystic ovary syndrome and the potential for nanomaterial-based drug delivery in therapy of this disease [J]. *Pharmaceutics*, 2024, 16(12):1556. DOI: 10.3390/pharmaceutics16121556.
- [36] Wang WQ, Chu GH, Hou XX. A comparison of Doppler measures of ovarian blood flow between women with and without ovarian dysfunction and correlations of Doppler indices with ovarian dysfunction markers: A meta-analysis [J]. *Ann Transl Med*, 2023, 11(2):110-122. DOI: 10.21037/atm-22-5813.
- [37] 庞增亿,刘丽冰,王红阳.卵巢超声检查在多囊卵巢综合征患者内分泌功能评估中的应用价值[J].*中国妇幼保健*,2024,39(13):2519-2522. DOI:10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2024.13.047.
- [38] Moini A, Esfidani T, Arabipoor A, et al. The effect of laparoscopic ovarian drilling on pregnancy outcomes in polycystic ovary syndrome women with more than 2 in-vitro fertilization cycle failures: A pilot RCT [J]. *Int J Reprod Biomed*, 2023, 21(11):901-908. DOI: 10.18502/ijrm.v21i11.14653.
- [39] Fouda UM, Elshaer HS, Youssef GG, et al. Cabergoline versus calcium infusion in the prevention of ovarian hyperstimulation syndrome: A randomised controlled study [J]. *J Obstet Gynaecol*, 2022, 42(1):122-126. DOI: 10.1080/01443615.2020.1870944.
- [40] Wei J, Xiong D, Zhang Y, et al. Predicting ovarian responses to the controlled ovarian hyperstimulation in elderly infertile women using clinical measurements and random forest regression [J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2023, 288(1):153-159. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2023.07.012.

(收稿日期:2025-02-18)