

胰高糖素样肽-1受体激动剂在多囊卵巢综合征代谢治疗中的应用进展

何梦凡¹，卢雪玲^{2▲}，曹雨洁¹

1 新疆医科大学研究生学院，新疆 乌鲁木齐 830011

2 新疆医科大学第七附属医院内分泌科，新疆 乌鲁木齐 830028

摘要：多囊卵巢综合征（polycystic ovary syndrome, PCOS）是育龄期女性常见的生殖内分泌疾病，其发病不仅与排卵障碍和高雄激素血症有关，还伴随肥胖、胰岛素抵抗、糖脂代谢异常及慢性低度炎症等代谢紊乱。近年来，国际专家提出将其重新命名为多内分泌代谢卵巢综合征（polyendocrine metabolic ovarian syndrome, PMOS），进一步强调代谢异常在疾病发生发展中的核心地位。胰高糖素样肽-1受体激动剂（glucagon-like peptide-1 receptor agonists, GLP-1RA）因具有减重、改善胰岛素抵抗和调节代谢等作用，逐渐成为PCOS治疗研究的热点。本文综述GLP-1RA在PCOS中的药理基础、作用机制及临床应用，重点总结其对体重、胰岛素抵抗、糖脂代谢、生殖内分泌及生育结局的影响，并分析联合治疗、安全性、局限性及新型肠促胰岛素药物前景，为PCOS个体化代谢管理提供参考。

关键词：多囊卵巢综合征；胰高糖素样肽-1受体激动剂；胰岛素抵抗；肥胖；代谢治疗

中图分类号：R711.75

1 引言

多囊卵巢综合征（polycystic ovary syndrome, PCOS）是育龄期女性常见的生殖内分泌疾病，全球患病率约为10%~13%，不同诊断标准下可达5%~20%^[1]。传统观点多强调其排卵障碍、高雄激素血症及卵巢多囊样改变，近年来研究显示，PCOS还伴有胰岛素抵抗（insulin resistance, IR）、肥胖、糖脂代谢异常、慢性低度炎症和心血管风险升高，具有明显全身代谢特征^{[1]-[4]}。

随着疾病认识深入，国际专家提出将PCOS重新命名为多内分泌代谢卵巢综合征（polyendocrine metabolic ovarian syndrome, PMOS），以突出其内分泌-代谢异常特征^[5]。该命名提示PCOS管理不应局限于月经和生育问题，还应重视肥胖、IR和长期心血管代谢风险^{[1],[6]}。胰高糖素样肽-1受体激动剂（glucagon-like peptide-1 receptor agonists, GLP-1RA）因减重和代谢改善作用受到关注，2023年国际循证PCOS指南已将其列为超重或肥胖PCOS患者体重管理的药物选择之一^[1]。本文综述GLP-1RA在PCOS代谢治疗中的作用机制、临床应用、安全性及未来方向。

▲通讯作者：卢雪玲；电子邮箱：1204538272@qq.com

2 PCOS 代谢异常的病理生理机制

2.1 胰岛素抵抗

IR 是 PCOS 最典型的代谢特征之一，约 50%~80% 的患者存在不同程度胰岛素敏感性下降。IR 可导致代偿性高胰岛素血症，增强卵巢膜细胞雄激素合成，并抑制肝脏性激素结合球蛋白生成，使游离雄激素水平升高，形成高胰岛素血症—高雄激素状态的恶性循环^{[2],[7]}。肥胖，尤其是内脏脂肪蓄积，可进一步加重 IR，并与月经紊乱、排卵障碍及长期代谢风险增加相关^{[2],[3]}。

2.2 肥胖与脂肪组织功能异常

肥胖是推动 PCOS 代谢异常的重要因素。内脏脂肪蓄积可促进肿瘤坏死因子- α 、白细胞介素-6 等促炎因子释放，干扰胰岛素信号传导；瘦素、脂联素等脂肪因子异常也可影响能量平衡、卵巢类固醇生成和下丘脑-垂体-卵巢轴功能。因此，脂肪组织功能异常可促进 IR、高雄激素状态和慢性炎症相互强化^{[3],[4]}。

2.3 慢性低度炎症

慢性低度炎症是 PCOS 代谢紊乱的重要病理生理特征。高胰岛素血症、脂肪组织异常和氧化应激可共同激活炎症通路。炎症因子升高不仅干扰胰岛素受体信号传导，还可能影响卵泡发育、颗粒细胞功能及卵巢局部微环境，参与排卵障碍和高雄激素状态形成^[4]。

2.4 肠道菌群失衡

PCOS 患者可能存在肠道菌群多样性及菌群组成改变、[短链脂肪酸](#)生成减少及肠屏障功能受损等改变。这些改变可通过影响胆汁酸代谢、肠源性内毒素释放、炎症反应和胰岛素敏感性，进一步促进代谢紊乱和卵巢功能异常^[8]。

2.5 心血管代谢风险

长期 IR、肥胖和脂代谢异常可增加 2 型糖尿病、代谢相关脂肪性肝病、高血压及心血管疾病风险^{[1],[3]}。由于 PCOS 常起病于青春期或育龄期，其代谢异常可能贯穿女性全生命周期，因此早期识别和干预具有重要意义^{[1],[6]}。

3 GLP-1 受体激动剂的药理学基础

3.1 GLP-1 的生理作用

胰高糖素样肽-1（glucagon-like peptide-1, GLP-1）由肠道 L 细胞分泌，可通过 GLP-1 受体发挥多种生物学效应。GLP-1 可促进葡萄糖依赖性胰岛素分泌，抑制胰高糖素释放，延缓胃排空，增加饱腹感并抑制食欲，从而参与血糖和体重调节^[9]。此外，GLP-1 还可能参与脂质代谢、炎症反应、氧化应激和心血管功能调节，为 PCOS 代谢治疗提供药理学基础^{[9],[10]}。

3.2 GLP-1RA 的分类

天然 GLP-1 半衰期短，易被二肽基肽酶-4 降解，因此临床开发了多种长效 GLP-1RA。短效制剂主要包括艾塞那肽和利司那肽，长效制剂包括利拉鲁肽、度拉糖肽、司美格鲁肽等^{[9],[10]}。在 PCOS 领域，利拉鲁肽和艾塞那肽证据较多，司美格鲁肽因较强减重作用受到关注^{[10],[11]}。替尔泊肽等双受体激动剂在肥胖和 2 型糖尿病治疗中显示显著代谢获益；Retatrutide 是葡萄糖依赖性促胰岛素多肽/GLP-1/胰高糖素三受体激动剂，在肥胖 II 期临床试验中同样显示出较强减重作用^{[12],[13]}。

3.3 GLP-1RA 的作用机制

GLP-1RA 改善 PCOS 代谢异常主要涉及中枢食欲调节、胃排空延缓、胰岛素分泌增强、外周胰岛素敏感性改善、炎症抑制及卵巢局部功能调节。其可降低高胰岛素血症水平，从而减轻 IR 对卵巢雄激素合成的刺激；还可减少能量摄入和体重增加，间接改善肥胖相关的月经紊乱、排卵障碍和代谢异常^{[9],[10]}。此外，GLP-1RA 可能通过减轻炎症和氧化应激、调节肠道菌群及改善肠屏障功能发挥代谢保护作用^{[10],Error: Reference source not found,[15]}。并且近年来基础研究发现，卵巢颗粒细胞中存在 GLP-1 受体表达，这提示 GLP-1RA 除全身代谢调节作用外，还可能直接参与卵泡发育和类固醇激素合成^[10]。

4 GLP-1RA 在 PCOS 代谢治疗中的应用

GLP-1 相关药物在 PCOS 中的研究主要涉及体重、IR、糖脂代谢及生殖内分泌改善等方面展开。由于不同药物的作用特点及 PCOS 相关临床研究基础存在差异，各药物目前的研究证据及主要结局见表 1^{[16],[17]}。

表 1 不同 GLP-1 相关药物在多囊卵巢综合征中的研究证据及主要结局

药物	PCOS 临床研究证据	主要研究结局
利拉鲁肽	已有多项随机对照试验及系统评价	体重下降、体重指数降低、腰围减少、胰岛素抵抗改善、部分高雄激素指标改善、月经及排卵功能改善
艾塞那肽	已有多项随机对照试验及 Meta 分析	体重下降、胰岛素敏感性改善、部分糖脂代谢指标改善、生殖内分泌指标改善
司美格鲁肽	仅有少量观察性或小样本研究	显著减重、改善糖代谢异常及月经周期
替尔泊肽	暂无充分 PCOS 专病临床证据	体重下降、血糖改善、代谢获益
Retatrutide	暂无 PCOS 专病临床证据	体重下降及代谢指标改善

10.12201/bmr.202608.00002V1

注：PCOS：多囊卵巢综合征；GLP-1：胰高糖素样肽-1。表中研究证据根据目前已发表的PCOS专病临床研究、系统评价和Meta分析进行概括^{[11]-[13],[16],[18]-[23]}。替尔泊肽和Retatrutide相关结局主要来自非PCOS肥胖人群，不可直接外推至PCOS患者^{[12],[13]}。

4.1 减重作用

GLP-1RA可通过作用于下丘脑摄食中枢并延缓胃排空减少能量摄入，从而促进体重下降^[9]。Meta分析显示，以利拉鲁肽为代表的GLP-1RA可降低PCOS患者体重指数（body mass index, BMI）、体脂率和腰围，并改善部分代谢指标^{[16],[17]}。一项随机、双盲、安慰剂对照研究显示，利拉鲁肽3 mg联合生活方式干预可降低肥胖PCOS患者的体重和游离雄激素指数，并改善部分心血管代谢指标^{[18],[24]}。司美格鲁肽在小样本PCOS研究中显示出降低体重和BMI并改善IR的潜力，但尚缺乏大样本随机对照研究^{[11],[23]}。因此，目前关于司美格鲁肽的结论应保持谨慎，替尔泊肽和Retatrutide在普通肥胖人群中的减重结果也不宜直接外推至PCOS患者^{[11]-[13],[23]}。

4.2 改善胰岛素抵抗

IR是PCOS代谢异常的核心环节^{[2],[7]}。目前PCOS相关研究主要集中于利拉鲁肽和艾塞那肽，其可增强葡萄糖依赖性胰岛素分泌、抑制胰高糖素释放，并改善外周组织胰岛素敏感性，改善IR和空腹胰岛素水平^{[10],[17],[22]}。艾塞那肽与二甲双胍比较的Meta分析提示，艾塞那肽可能在BMI、IR、排卵率和妊娠率方面具有一定优势^{[20],[25]}。司美格鲁肽的PCOS证据仍来自小样本研究，而替尔泊肽和Retatrutide的证据主要来自非PCOS人群^{[11],[12],[13],[23]}。

4.3 改善糖脂代谢

PCOS患者常伴血脂异常，增加心血管风险^{[1],[3]}。利拉鲁肽和艾塞那肽相关研究提示，其可能通过减重和改善胰岛素敏感性改善PCOS患者糖脂代谢异常。部分研究提示甘油三酯、总胆固醇等指标明显改善^{[17],[21],[26]}。司美格鲁肽在PCOS中的研究证据仍有限，替尔泊肽虽在肥胖人群中显示较好的代谢获益，但目前尚缺乏PCOS专病证据^{[11],[12],[23]}。

4.4 改善高雄激素状态

高雄激素血症是PCOS核心内分泌异常^{[1],[2]}。利拉鲁肽相关研究表明，其可能通过减重和改善IR，间接降低卵巢雄激素分泌^{[10],[18],[19]}。随机安慰剂对照研究显示，利拉鲁肽3 mg治疗可降低总睾酮、游离雄激素指数等指标，并改善部分心血管代谢参数^{[18],[19]}。部分研究还观察到总睾酮下降或性激素结合球蛋白升高，但不同研究结果并不完全一致。因此，现有证据尚不足以将GLP-1RA界定为具有确定直接抗雄激素作用的药物^{[16],[17],[19]}。

4.5 改善月经、排卵及生育结局

体重下降和胰岛素敏感性改善可能有助于月经及排卵功能恢复^{[27],[28]}。Meta 分析显示，以利拉鲁肽为主的 GLP-1RA 可能改善 PCOS 患者月经规律性和自然妊娠率，但研究异质性较高，且尚未证实能够稳定提高总体妊娠率或体外受精（in vitro fertilization, IVF）妊娠率^{[16],[27]}。艾塞那肽与二甲双胍比较的 Meta 分析提示，艾塞那肽可能改善排卵率和妊娠率，但证据仍受到原始研究质量的限制^{[20],[25]}。由于目前关于排卵改善的研究多将其作为次要观察终点，因此现有证据更支持以利拉鲁肽为代表的 GLP-1RA 通过改善代谢状态间接促进排卵恢复，而非作为直接促排卵治疗手段^{[1],[10],[27]}。

4.6 肠道菌群和炎症改善作用

GLP-1RA 除减重和改善糖代谢外，还可能通过影响氧化应激、肠道菌群及卵巢局部微环境参与 PCOS 代谢改善^{Error: Reference source not found,[15]}。Xiong 等^{Error: Reference source not found}在脱氢表雄酮诱导的 PCOS 小鼠模型中发现，利拉鲁肽和司美格鲁肽均可改善肠道菌群组成，并伴随体重下降及雄激素水平改善。Guo 等^[15]发现司美格鲁肽可减轻卵巢氧化应激及异常自噬。但上述结果主要来自小鼠模型，其与人体临床疗效之间的关系仍需进一步研究^{Error: Reference source not found,[15]}。

总体来看，GLP-1 相关药物在 PCOS 中的临床获益首先体现在减重和 IR 改善，其次可能延伸至高雄激素状态、月经排卵及生育结局改善^{[16],[17],[27]}。但不同药物的证据基础和适用范围仍存在差异^{[16],[17]}。

5 联合治疗策略

5.1 联合二甲双胍

二甲双胍仍是 PCOS 代谢管理中应用较广的药物，但部分患者减重和 IR 改善有限^{[1],[26]}。Xing 等^[26]研究显示，利拉鲁肽联合二甲双胍治疗 12 周后，患者体重、BMI、腰围及 IR 改善幅度优于二甲双胍单药；联合治疗在部分高雄激素及性腺轴指标方面表现出更明显的改善。因此，两者可能具有一定机制互补性。

5.2 联合生活方式干预

生活方式干预仍是 PCOS 管理基础。国际指南建议超重或肥胖患者接受饮食管理和运动干预^[1]。从肥胖管理经验看，GLP-1RA 应与饮食控制和规律运动结合，以提高长期体重管理效果。GLP-1RA 不能替代生活方式干预，而应作为其基础上的辅助药物选择^[29]。

5.3 联合辅助生殖治疗

GLP-1RA 在辅助生殖前代谢优化中受到关注。Salamun 等^[30]开展的一项小样本随机开放研究显示，利拉鲁肽联合二甲双胍预处理后接受 IVF 的肥胖 PCOS 患者，胚胎移植后的临床妊娠率高于二甲双胍单药组。Meta 分析提示，GLP-1RA 可能改善自然妊娠率，但尚

未证实能够稳定提高 IVF 妊娠率^[27]。因此，GLP-1RA 目前更适合作为部分超重或肥胖 PCOS 患者妊娠前的代谢优化手段，其最佳预处理时长、停药时机及对妊娠结局的长期影响仍需进一步研究^{[11],[27]}。

6 安全性与局限性

GLP-1RA 在 PCOS 患者中的总体安全性较好，但仍需关注不良反应和应用边界。系统评价和 Meta 分析显示，最常见不良反应为胃肠道反应，多发生于用药早期，通常与剂量递增有关^{[16],[17]}。临床应用中应注意起始剂量、递增速度及随访管理^{[13],[29]}。

停药后的体重反弹是长期管理中的重要问题。一项[延长长期](#)研究显示，停用司美格鲁肽后体重可明显回升，多项心血管代谢指标也逐渐向基线水平回归^[31]。但该证据主要来自肥胖人群研究，肥胖型 PCOS 患者是否存在相同程度反弹仍需进一步观察^[31]。因此，GLP-1RA 治疗应与生活方式干预结合，并合理规划治疗周期^{[29],[31]}。

妊娠安全性也是关键考量。由于妊娠期安全性资料有限，现有指南和共识建议 GLP-1RA 在妊娠期间避免使用，并需在治疗期间采取有效避孕措施。对于有妊娠计划的 PCOS 患者，应在治疗前明确避孕和停药方案^[1]。

此外，多数随机对照试验和 Meta 分析随访时间较短，关于 GLP-1RA 长期使用对代谢、内分泌和生殖结局的影响仍不明确。未来仍需大样本、多中心、长期随访研究，以明确其长期安全性、适用人群及个体化治疗策略^{[16],[17],[27]}。

7 总结与展望

PCOS 逐渐被认识为兼具生殖异常和代谢异常的全身性疾病。PMOS 概念的提出进一步强调代谢异常的核心地位，也推动治疗理念从单纯改善月经和生育问题转向生殖与代谢并重^{[1],[5],[6]}。现有研究表明，GLP-1RA 在 PCOS 中的主要获益体现在减重、改善 IR 和糖脂代谢，并可能进一步改善高雄激素状态、月经周期、排卵及部分生殖结局^{[16],[17],[27]}。其抗炎、肠道菌群调节和卵巢局部保护作用也为解释其多靶点效应提供了机制线索^[10]。Error: Reference source not found,[15]。

但目前证据仍存在样本量较小、随访时间较短、主要集中于肥胖型 PCOS 患者，以及妊娠安全性和停药后体重反弹资料不足等局限^{[16],[17],[31]}。司美格鲁肽、替尔泊肽和 Retatrutide 等新型肠促胰素类药物显示出较强代谢改善潜力，但其在 PCOS 中的疗效和安全性仍需专门研究^{[11]-[13],[23]}。需要注意的是，PCOS 具有明显的临床异质性，不同表型患者的代谢特征及治疗获益存在差异^{[1],[5]}。目前 GLP-1 相关药物在 PCOS 中的研究主要集中于超重或肥胖且伴胰岛素抵抗的患者群体，其对正常体重、非胰岛素抵抗型 PCOS 患者的治疗价值尚缺乏充分证据支持^{[16],[17]}。因此，现阶段 GLP-1 相关药物不宜作为所有 PCOS 患

者的普遍治疗选择，而应基于患者体重状态、代谢异常特征及个体化治疗需求进行合理应用^{[1], [6]}。

参考文献：

- [1] Teede H J, Tay C T, Laven J J E, 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.
- [2] Moghetti P, Tosi F. Insulin resistance and PCOS: chicken or egg?[J]. *J Endocrinol Invest*, 2021, 44(2):233-244.
- [3] Barber T M, Franks S. Obesity and polycystic ovary syndrome[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2021, 95(4):531-541.
- [4] Rudnicka E, Suchta K, Grymowicz M, et al. Chronic low grade inflammation in pathogenesis of PCOS[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(7):3789.
- [5] Teede H J, Khomami M B, Morman R, et al. Polyendocrine metabolic ovarian syndrome, the new name for polycystic ovary syndrome: a multistep global consensus process[J]. *Lancet*, 2026, 407(10545):2329-2339.
- [6] 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.
- [7] 中华预防医学会生育力保护分会生殖内分泌生育保护学组. 多囊卵巢综合征合并胰岛素抵抗诊治专家共识[J]. *生殖医学杂志*, 2024, 33(9):1133-1140.
- [8] Li P, Shuai P, Shen S J, et al. Perturbations in gut microbiota composition in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Med*, 2023, 21(1):302.
- [9] Drucker D J. GLP-1 physiology informs the pharmacotherapy of obesity[J]. *Mol Metab*, 2022, 57:101351.
- [10] Jensterle M, Herman R, Janež A. Therapeutic potential of glucagon-like peptide-1 agonists in polycystic ovary syndrome: from current clinical evidence to future perspectives[J]. *Biomedicines*, 2022, 10(8):1989.
- [11] Carmina E, Longo R A. Semaglutide treatment of excessive body weight in obese PCOS patients unresponsive to lifestyle programs[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(18):5921.
- [12] Jastreboff A M, Aronne L J, Ahmad N N, et al. Tirzepatide once weekly for the treatment of obesity[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(3):205-216.
- [13] Jastreboff A M, Kaplan L M, Frías J P, et al. Triple-hormone-receptor agonist retatrutide for obesity: a phase 2 trial[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(6):514-526.
- [14] Xiong C, Wu J, Ma Y, et al. Effects of glucagon-like peptide-1 receptor agonists on gut microbiota in dehydroepiandrosterone-induced polycystic ovary syndrome mice: compared evaluation of liraglutide and semaglutide intervention[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2024, 17:865-880.
- [15] Guo S, Li X, Liu M, et al. Semaglutide alleviates ovarian oxidative stress and autophagy via the PI3K/AKT/mTOR pathway in mice with polycystic ovary syndrome[J]. *Drug Des Devel Ther*, 2025, 19:4297-4310.
- [16] Forslund M, Wändell P, Forsberg L, et al. GLP-1 receptor agonist treatment in women with polycystic ovary syndrome—a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Endocrinol*, 2026, 194(3):S25-S39.
- [17] Tong X, Song X, Zhang Y, et al. Efficacy and safety of glucagon-like peptide-1 receptor agonists in the treatment of polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Physiol Biochem*, 2024, 130(6):1005-1011.

- [18] Elkind-Hirsch K E, Chappell N, Shaler D, et al. Liraglutide 3 mg on weight, body composition, and hormonal and metabolic parameters in women with obesity and polycystic ovary syndrome: a randomized placebo-controlled-phase 3 study[J]. *Fertil Steril*, 2022, 118(2):371-381.
- [19] Nylander M, Frøssing S, Clausen H V, et al. Effects of liraglutide on ovarian dysfunction in polycystic ovary syndrome: a randomized clinical trial[J]. *Reprod Biomed Online*, 2017, 35(1):121-127.
- [20] Ye Z R, Yan C Q, Liao N, et al. The effectiveness and safety of exenatide versus metformin in patients with polycystic ovary syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Reprod Sci*, 2023, 30(8):2349-2361.
- [21] Liu X, Zhang Y, Zheng S Y, et al. Efficacy of exenatide on weight loss, metabolic parameters and pregnancy in overweight/obese polycystic ovary syndrome[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2017, 87(6):767-774.
- [22] Tao T, Zhang Y, Zhu Y C, et al. Exenatide, metformin, or both for prediabetes in PCOS: a randomized, open-label, parallel-group controlled study[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2021, 106(3):e1420-e1432.
- [23] Chen H, Lei X, Yang Z, et al. Effects of combined metformin and semaglutide therapy on body weight, metabolic parameters, and reproductive outcomes in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome: a prospective, randomized, controlled, open-label clinical trial[J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2025, 23(1):108.
- [24] Nylander M, Frøssing S, Kistorp C, et al. Liraglutide in polycystic ovary syndrome: a randomized trial, investigating effects on thrombogenic potential[J]. *Endocr Connect*, 2017, 6(2):89-99.
- [25] Hu Y, Song X, Hamiti S, et al. Comparison of exenatide alone or combined with metformin versus metformin in the treatment of polycystic ovaries: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Endocr Disord*, 2023, 23(1):250.
- [26] Xing C, Zhao H, Zhang J, et al. Effect of metformin versus metformin plus liraglutide on gonadal and metabolic profiles in overweight patients with polycystic ovary syndrome[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13:945609.
- [27] Zhou L, Qu H, Yang L, et al. Effects of GLP1RAs on pregnancy rate and menstrual cyclicity in women with polycystic ovary syndrome: a meta-analysis and systematic review[J]. *BMC Endocr Disord*, 2023, 23(1):245.
- [28] Elkind-Hirsch K, Marrioneaux O, Bhushan M, et al. Comparison of single and combined treatment with exenatide and metformin on menstrual cyclicity in overweight women with polycystic ovary syndrome[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2008, 93(7):2670-2678.
- [29] 中国民族卫生协会, 中国健康管理协会健康体检分会. 胰高糖素样肽-1 受体激动剂类药物结合生活方式干预减重专家共识（2024 版）[J]. *中华糖尿病杂志*, 2024, 16(9):945-958.
- [30] Salamun V, Jensterle M, Janez A, et al. Liraglutide increases IVF pregnancy rates in obese PCOS women with poor response to first-line reproductive treatments: a pilot randomized study[J]. *Eur J Endocrinol*, 2018, 179(1):1-11.
- [31] Wilding J P H, Batterham R L, Davies M, et al. Weight regain and cardiometabolic effects after withdrawal of semaglutide: the STEP 1 trial extension[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2022, 24(8):1553-1564.