

生活方式对多囊卵巢综合征影响的研究进展

李云云¹, 孙 淼^{2*}

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第一医院妇科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年1月28日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年2月28日

摘 要

多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)是以高雄激素血症、排卵障碍和月经紊乱为主要表现的临床综合征,也是严重影响女性生殖、代谢及心理健康的常见妇科内分泌疾病。PCOS的发病因素诸多,其中缺乏体育锻炼、不正确的饮食方式、心理障碍等不良生活方式亦是诱发PCOS的重要影响因素。因此,对PCOS患者进行生活方式干预有助于控制PCOS和提高孕妇的生活质量。目前的治疗指南倡导将改变生活方式作为PCOS的一线治疗,希望通过饮食及运动代替药物性治疗。本文通过PCOS的发病机制及从运动、饮食、心理状态等几个方面对生活方式对PCOS影响的研究进展作一综述。

关键词

多囊卵巢综合征, 生活方式, 运动, 饮食, 心理状态

Advances in the Study of the Effect of Lifestyle on Polycystic Ovary Syndrome

Yunyun Li¹, Miao Sun^{2*}

¹Graduate School of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²Department of Gynecology, The First Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: Jan. 28th, 2025; accepted: Feb. 21st, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a clinical syndrome characterized by hyperandrogenism, ovulation disorders, and menstrual disorders, and is also a common gynecological endocrine disease that seriously affects female reproductive, metabolic, and mental health. There are many factors for

*通讯作者。

the pathogenesis of PCOS, among which lack of physical exercise, incorrect diet, psychological disorders and other unhealthy lifestyles are also important influencing factors for PCOS. Therefore, lifestyle interventions for patients with PCOS can help control PCOS and improve the quality of life of pregnant women. Current treatment guidelines advocate lifestyle modification as the first-line treatment for PCOS, with the hope of replacing pharmacological therapy with diet and exercise. This article reviews the pathogenesis of PCOS and the research progress on the influence of lifestyle on PCOS from the aspects of exercise, diet, and psychological state.

Keywords

PCOS, Lifestyle, Exercise, Diet, Psychological State

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

PCOS 是育龄期女性常见的生殖、内分泌、代谢性疾病,在全球范围的育龄期女性中患病率为 5%~18% [1], 研究发现与心脏代谢疾病的风险增加有关, 包括高血压、血脂异常和 2 型糖尿病(T2DM)等, 严重影响女性健康[2]。体重和生活方式(运动、饮食、心理状态)管理是 PCOS 国际循证指南中的一线治疗。研究表明在体育活动方面, 有大量的证据表明剧烈的有氧运动可以改善身体成分、心肺健康和胰岛素抵抗等。饮食可通过改变激素水平、代谢水平等方面对 PCOS 产生影响。近年来许多研究发现为 PCOS 患者推荐使用特定的饮食成分, 包括改变蛋白质、碳水化合物或脂肪质量或数量等方法通常对 PCOS 的表现有积极的影响。心理状态也是重要的考虑因素, 不良内心体验导致 PCOS 患者长期处在应激状态, 打破患者神经内分泌稳态, 病理心理及病理生理因素相互作用, 加重患者的精神和躯体症状。现就 PCOS 的发病机制及从运动、饮食、心理状态、睡眠等几个方面对生活方式对 PCOS 影响的研究进展作一综述。

2. PCOS 的发病机制

2.1. PCOS 胰岛素抵抗

胰岛素抵抗(IR)被定义为 PCOS 的一个关键病理生理学特征, 导致高雄激素血症并恶化 PCOS 的临床表现。PCOS-IR 在青春期常表现为黑棘皮症、肥胖及月经紊乱等; 育龄期表现为生育能力的下降。PCOS 患者生育力低下的重要原因之一是子宫内膜功能的改变, 而 IR 影响子宫内膜的生理功能即子宫内膜的容受性。此外葡萄糖代谢可直接为卵泡生长提供能量, 而 IR 引起的糖代谢异常会影响 PCOS 患者卵泡的生长和排卵, 从而不可避免地影响卵巢的生理功能。虽然瘦型女性的 IR 形式在机制上与超重引起的 IR 不同, 但超重和肥胖会进一步加剧 IR 并导致高胰岛素血症。随着时间的推移, 患有 PCOS 的女性也表现出更高的体重增加率[3]以及更高的超重和肥胖患病率[4], 这会进一步导致 IR 恶化, 从而恶化 PCOS 的表现[5]。其原因尚不清楚, 但可能与内在心理和生物学机制的差异有关, 或外在的生活方式因素, 如饮食和身体活动[6]。故纠正 IR 有利于改善 PCOS 临床症状, 积极治疗 PCOS-IR 对女性生殖健康具有重要意义。

2.2. PCOS 与高雄激素血症

高雄激素血症(HA)是一种以雄激素水平升高为特征的疾病, 类固醇激素是性激素合成的关键前体, 其水平升高会促进雄激素合成增加, 从而引起体内雄激素水平的升高。这些雄激素包括睾酮、二氢睾酮、

雄烯二酮、脱氢表雄酮和硫酸脱氢表雄酮。在女性机体中, 雄激素一般来源于卵巢、肝、肾上腺、皮肤及皮下脂肪组织。许多证据表明 HA 在 PCOS 中起着至关重要的作用。虽然 PCOS 的临床症状存在异质性, 但是研究表明多毛症、痤疮、体重增加、腹部和皮下脂肪增多、雄激素性脱发等影响患者身心健康的 PCOS 相关症状都是由 HA 导致的[7]。同时, HA 通过作用于不同的代谢组织, 如脂肪组织、肝脏、肌肉和胰腺以及大脑等对 PCOS 患者的代谢稳态产生不良影响, 继而加重 PCOS 的临床表现[8]。HA 降低了促性腺下丘脑细胞对雌二醇和孕酮(P)的敏感性, 导致促性腺激素释放激素(GnRH)和 LH 水平升高, 加速窦前卵泡和小窦卵泡的生成, 导致卵泡发育障碍。此外研究表明, 过量的睾酮(T)会在 PCOS 小鼠模型中诱导炎症和细胞焦亡激活, 导致卵巢功能障碍和纤维化[9]。

2.3. PCOS 与慢性低度炎症

慢性低度炎症是指外周血细胞中的肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)、白细胞介素(interleukin, IL)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等其他炎症标志物超出正常范围的 2~3 倍的一种弱化的免疫应激状态。PCOS 患者表现为全身炎症, 卵巢局部炎症影响排卵并诱发或加重全身炎症。研究发现 PCOS 患者外周血中 C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、肿瘤坏死因子- α (Tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素-6 (Interleukin-6, IL-6) 等多种炎症介质的表达明显高于健康者[10]。炎症因子可通过上调类固醇合成酶 CYP17 的活性或上调类固醇激素合成相关基因, 刺激卵泡膜间质细胞增殖, 促使卵巢合成更多的雄激素, 影响排卵的过程[11]。这些表明慢性低度炎症状态参与了 PCOS 的发病过程。此外炎症与 IR、心血管疾病和内分泌代谢性疾病有密切关联, CRP 是心血管疾病中重要的预测因子, 通过损害内皮功能和激活补体进而参与动脉粥样硬化过程, 这可能是 PCOS 患者易并发心血管疾病的原因之一[12]。促炎分子会干扰胰岛素信号通路和骨骼肌葡萄糖转运蛋白 4 (GLUT4)表达的减少, 进而导致 IR 的发生[13]。

2.4. PCOS 与肠道菌群

肠道菌群是对所有的定植于人类消化道微生物的总称, 具有种类繁多、数量巨大、功能复杂的特点, 据不完全统计, 肠道菌群约含有 330 万个全基因组, 因此享有“人体的第二基因组”的美誉[14]。2012 年, Tremellen K 等人第一次提出肠道菌群可能在 PCOS 的发病中发挥了一定的作用, 主张 PCOS 高雄表征、多个不成熟卵泡和无排卵等临床表现与肠道菌群失衡密切相关[15], 至此开辟了肠道菌在 PCOS 发病机制中的研究先河。有学者研究比较了 PCOS-IR 患者与健康者的肠道菌群, 发现 PCOS-IR 患者普雷沃氏菌的丰度降低, 拟杆菌增加。且 PCOS-IR 患者体内肠球菌相对丰度比正常人群高, 可能是通过丰富宿主肠道环境中与 IR 相关的代谢途径影响 PCOS 的发生发展[16]。肠道菌群的紊乱通过控制症及能量代谢水平影响疾病进程, 并通过分泌多种代谢产物作用于远端器官。以上研究表明, 肠道菌群参与了 PCOS 的病理生理过程, 但肠道菌群在 PCOS 中的作用机制尚未完全明确, 还需进一步证据支持。近年来, 也有诸多学者认为 PCOS 发病可能与多基因功能障碍有关[17]。遗传因素成为 PCOS 发病的重要原因之一。本病通常具有家族聚集性, 且与常染色体相关, 一级亲属发病率明显高于普通人群[18]。

3. 生活方式对多囊卵巢综合征的影响

3.1. 运动干预对 PCOS 的影响

PCOS 管理的国际循证指南建议将生活方式干预(包括运动训练和饮食)作为改善整体健康状况、激素结局和生活质量的一线治疗[19]。2018 年 PCOS 指南推荐每周进行 ≥ 150 分钟的中等强度或 ≥ 75 分钟的高强度运动以预防体重增加, 每周进行 ≥ 250 分钟的中等强度或 ≥ 150 分钟的剧烈运动以预防体重减轻和体重反弹, 并建议尽量减少久坐时间, 每周进行 2 天的力量训练锻炼[20]。大量证据支持有氧运动训练对改善

PCOS 女性患者的某些健康结局的有效性。各种强度的有氧运动可以改善 PCOS 女性的峰值摄氧量(VO_2 peak), VO_2 peak 是衡量心肺健康的指标, 是健康和死亡率的重要指标, VO_2 peak 较低的个体全因死亡率风险增加[19]。患有 PCOS 且 VO_2 peak 相对较低的女性在 10~12 周内进行 30 小时的剧烈运动后, 全因死亡率的风险可能会降低 30%左右, 无论任何饮食共同干预。增加运动强度对于改善高基线值女性的 VO_2 peak 至关重要[21]。这也强调了在进行一部分训练时运动强度的重要性。研究表明运动会改善空腹胰岛素水平、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、总胆固醇、低密度脂蛋白、体脂百分比和腰围等[22]。阻力训练干预后 HOMA-IR 会适度降低, 但阻力训练尚未在 PCOS 的治疗中实施, 然而, 有证据支持阻力训练对改善糖尿病人群胰岛素敏感性的作用, 因此这可能适用于 PCOS 女性患者[23]。研究指出 PCOS 患者超重和肥胖的估计患病率为 61% [24]。并且有研究表明在进行运动干预后 PCOS 女性的心肺健康、体重指数(BMI)、腰围和 HOMA-IR 均得到了明显的改善[25]。体育锻炼是生活方式干预的基石, 尽管身体活动和锻炼对预防慢性病有公认的益处, 尤其是在 PCOS 女性患者中, 但大多数人群往往无法维持积极的体育锻炼。运动可缓解或减轻与 PCOS 相关的心血管及代谢异常, 但患者需要的最佳运动类型及最佳运动强度仍有待阐明。

3.2. 饮食对 PCOS 的影响

不良的饮食习惯如营养结构单一、膳食纤维摄入过少、高油高糖饮食、偏嗜腌制食品可引起肠道菌群异常或微量元素缺乏, 导致糖脂代谢紊乱, 进而可能诱发 PCOS。严格的饮食控制能够明显改善 PCOS 患者的体质量。研究发现大量单纯饮食干预的 PCOS 患者, 发现饮食干预的后 PCOS 患者体质量较初始减轻量可达到 15% [26]。腰臀比可以作为向心性肥胖的一种判断标准, 数值过大的腰臀比也是造成 PCOS 患者远期并发症的可能原因。LIM S S 等[4]回顾了 15 项相关研究后, 发现饮食及其他生活方式干预后 PCOS 患者的体质量指数(BMI)、腰围以及腰臀比得到了改善。饮食干预所导致的体质量减轻以及脂肪质量的减少与保持较轻体质量存在相关性。饮食干预对于 PCOS 患者各项性激素水平的影响也引起了广泛关注。据报道, 不健康饮食是 PCOS 致病因素中的重要因素之一[27]。研究表明 PCOS 患者与卵巢功能不正常相关的代谢紊乱是由不健康的饮食引起的[5]。对 PCOS 患者进行 1 个月的马郁兰茶干预后发现其体内硫酸脱氢表雄酮(DHEA-S)水平显著降低[28]。研究发现 DASH 饮食与普通饮食相比该饮食模式在减轻 PCOS 患者体质量、BMI、脂肪质量的基础上, 会减少血清雄烯二酮并增加性激素结合球蛋白(SHBG) [29]。研究证实摄入过量碳水化合物的饮食模式能够促进 PCOS 的炎症反应, 与 IR 和 HA 相互作用, 进而加重 PCOS 的代谢表型。PCOS 患者的临床症状和慢性疾病的复合风险可能会因这些饮食改变而加剧[30]。饮食控制的 PCOS 患者其月经功能有显著改善。饮食干预对 PCOS 患者的代谢功能也有显著影响, 研究发现, 饮食干预显著降低了 PCOS 患者的血清葡萄糖和胰岛素水平, 显著改善了 IR 水平, 显著降低了甘油三酯、总胆固醇和低密度脂蛋白水平[31]。

PCOS 患者常见饮食习惯不良、结构异常及过多的能量摄入造成糖脂代谢异常, 尤其在肥胖型 PCOS 患者中更加明显, 因此必要的饮食干预对于防治 PCOS 很有必要。近年来越来越多的关注点被投放到 PCOS 的饮食干预中, 多种饮食模式如生酮饮食、地中海饮食、高蛋白饮食、低血糖生成指数饮食等也被用于 PCOS 的饮食干预中, 并取得良好的成效。

3.3. 心理状态对 PCOS 的影响

慢性疾病长期的不良内心体验导致患者长期处在应激状态, 打破患者神经内分泌稳态; 病理心理及病理生理因素相互作用, 加重患者的精神和躯体症状。调查发现, PCOS 的明确诊断本身就加重患者的心理负担, 对自身患有 PCOS 的认知是导致焦虑状态的原因之一。PCOS 患者因肥胖、多毛、黑棘皮症等带

来的形貌焦虑, 排卵障碍性不孕, 以及并发心血管、内分泌系统疾病长期诊疗造成的经济负担, 出现社交回避、抑郁和焦虑的心境障碍、进食障碍等心理问题。调查显示约 27% 的 PCOS 患者存在抑郁症状, 15% 存在焦虑症状; 在焦虑状态的 PCOS 患者中, 14.0%~44.4% 兼具抑郁和焦虑症状。此外 PCOS 患者神经内分泌系统失衡, 过高的血清皮质醇、雄激素、胰岛素及胰岛素样生长因子-1 均可通过血脑屏障, 参与神经递质的调节, 诱发 PCOS 相关心境障碍的发生[32]。PCOS 患者的主要临床表现为不孕, 即使受孕, PCOS 患者也因代谢紊乱及黄体功能不足而有高达 28.75% 的自然流产率。在重视种族繁衍的亚洲文化背景下, 不孕会诱发家庭和婚姻关系的紧张甚至破裂, 加重 PCOS 患者的精神负担, 诱发抑郁及焦虑情绪。长期慢性压力暴露反过来会加重 PCOS 表型, 加速疾病进程。因此, 需要及时通过长期的生活方式干预以及必要的医学治疗以调整患者心理状态。

生活方式干预在 PCOS 治疗策略中至关重要, 因此越来越多针对 PCOS 女性的生活方式管理也从传统的体育运动、饮食、行为改变等方面, 扩展到心理、睡眠、传统医学干预等方面。这有助于临床医生为 PCOS 女性提供更多的药物以外的生活方式管理。同时各种生活方式干预的潜在益处, 还需要更多的前瞻性研究提供证据支持。

参考文献

- [1] Patel, S. (2018) Polycystic Ovary Syndrome (PCOS), an Inflammatory, Systemic, Lifestyle Endocrinopathy. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **182**, 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2018.04.008>
- [2] Stener-Victorin, E., Teede, H., Norman, R.J., Legro, R., Goodarzi, M.O., Dokras, A., *et al.* (2024) Polycystic Ovary Syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, **10**, Article No. 27. <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00511-3>
- [3] Teede, H.J., Joham, A.E., Paul, E., Moran, L.J., Loxton, D., Jolley, D., *et al.* (2013) Longitudinal Weight Gain in Women Identified with Polycystic Ovary Syndrome: Results of an Observational Study in Young Women. *Obesity*, **21**, 1526-1532. <https://doi.org/10.1002/oby.20213>
- [4] Lim, S.S., Hutchison, S.K., Van Ryswyk, E., Norman, R.J., Teede, H.J. and Moran, L.J. (2019) Lifestyle Changes in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2019**, CD007506. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd007506.pub4>
- [5] Kazemi, M., Kim, J.Y., Wan, C., Xiong, J.D., Michalak, J., Xavier, I.B., *et al.* (2022) Comparison of Dietary and Physical Activity Behaviors in Women with and without Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis of 39471 Women. *Human Reproduction Update*, **28**, 910-955. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmac023>
- [6] Moran, L.J., Ko, H., Misso, M., Marsh, K., Noakes, M., Talbot, M., *et al.* (2013) Dietary Composition in the Treatment of Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review to Inform Evidence-Based Guidelines. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **113**, 520-545. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.11.018>
- [7] Goodarzi, M.O., Dumesic, D.A., Chazenbalk, G. and Azziz, R. (2011) Polycystic Ovary Syndrome: Etiology, Pathogenesis and Diagnosis. *Nature Reviews Endocrinology*, **7**, 219-231. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2010.217>
- [8] Wang, J., Wu, D., Guo, H. and Li, M. (2019) Hyperandrogenemia and Insulin Resistance: The Chief Culprit of Polycystic Ovary Syndrome. *Life Sciences*, **236**, Article ID: 116940. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2019.116940>
- [9] Xiang, Y., Wang, H., Ding, H., Xu, T., Liu, X., Huang, Z., *et al.* (2023) Hyperandrogenism Drives Ovarian Inflammation and Pyroptosis: A Possible Pathogenesis of PCOS Follicular Dysplasia. *International Immunopharmacology*, **125**, Article ID: 111141. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2023.111141>
- [10] Laganà, A.S., Garzon, S., Casarin, J., Franchi, M. and Ghezzi, F. (2018) Inositol in Polycystic Ovary Syndrome: Restoring Fertility through a Pathophysiology-Based Approach. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, **29**, 768-780. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2018.09.001>
- [11] Rutsch, A., Kantsjö, J.B. and Ronchi, F. (2020) The Gut-Brain Axis: How Microbiota and Host Inflammasome Influence Brain Physiology and Pathology. *Frontiers in Immunology*, **11**, Article ID: 604179. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.604179>
- [12] Zhai, Y. and Pang, Y. (2022) Systemic and Ovarian Inflammation in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Journal of Reproductive Immunology*, **151**, Article ID: 103628. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2022.103628>
- [13] 葛亚杰, 徐文, 关诗敏, 等. 多囊卵巢综合征病因及其发病机制的研究进展[J]. 吉林大学学报(医学版), 2024, 50(1): 288-294.

- [14] Hagan, T., Cortese, M., Roupahel, N., Boudreau, C., Linde, C., Maddur, M.S., *et al.* (2019) Antibiotics-Driven Gut Microbiome Perturbation Alters Immunity to Vaccines in Humans. *Cell*, **178**, 1313-1328.e13. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.08.010>
- [15] Tremellen, K. and Pearce, K. (2012) Dysbiosis of Gut Microbiota (DOGMA)—A Novel Theory for the Development of Polycystic Ovarian Syndrome. *Medical Hypotheses*, **79**, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2012.04.016>
- [16] Zeng, B., Lai, Z., Sun, L., Zhang, Z., Yang, J., Li, Z., *et al.* (2019) Structural and Functional Profiles of the Gut Microbial Community in Polycystic Ovary Syndrome with Insulin Resistance (IR-PCOS): A Pilot Study. *Research in Microbiology*, **170**, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2018.09.002>
- [17] Shan, D., Han, J., Cai, Y., Zou, L., Xu, L. and Shen, Y. (2021) Reproductive Health in First-Degree Relatives of Patients with Polycystic Ovary Syndrome: A Review and Meta-Analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **107**, 273-295. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgab640>
- [18] Hayes, M.G., Urbanek, M., Ehrmann, D.A., Armstrong, L.L., Lee, J.Y., Sisk, R., *et al.* (2016) Correction: Corrigendum: Genome-Wide Association of Polycystic Ovary Syndrome Implicates Alterations in Gonadotropin Secretion in European Ancestry Populations. *Nature Communications*, **7**, Article No. 10762. <https://doi.org/10.1038/ncomms10762>
- [19] Stepto, N.K., Patten, R.K., Tassone, E.C., Misso, M.L., Brennan, L., Boyle, J., *et al.* (2019) Exercise Recommendations for Women with Polycystic Ovary Syndrome: Is the Evidence Enough? *Sports Medicine*, **49**, 1143-1157. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01133-6>
- [20] Teede, H.J., Misso, M.L., Costello, M.F., Dokras, A., Laven, J., Moran, L., *et al.* (2018) Recommendations from the International Evidence-Based Guideline for the Assessment and Management of Polycystic Ovary Syndrome. *Human Reproduction*, **33**, 1602-1618. <https://doi.org/10.1093/humrep/dey256>
- [21] Costa, E.C., De Sá, J.C.F., Stepto, N.K., Costa, I.B.B., Farias-Junior, L.F., Moreira, S.D.N.T., *et al.* (2018) Aerobic Training Improves Quality of Life in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **50**, 1357-1366. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001579>
- [22] Kite, C., Lahart, I.M., Afzal, I., Broom, D.R., Randeva, H., Kyrou, I., *et al.* (2019) Exercise, or Exercise and Diet for the Management of Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Systematic Reviews*, **8**, Article No. 51. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-0962-3>
- [23] Cassar, S., Misso, M.L., Hopkins, W.G., Shaw, C.S., Teede, H.J. and Stepto, N.K. (2016) Insulin Resistance in Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis of Euglycaemic-Hyperinsulinaemic Clamp Studies. *Human Reproduction*, **31**, 2619-2631. <https://doi.org/10.1093/humrep/dew243>
- [24] Lim, S.S., Davies, M.J., Norman, R.J. and Moran, L.J. (2012) Overweight, Obesity and Central Obesity in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Human Reproduction Update*, **18**, 618-637. <https://doi.org/10.1093/humupd/dms030>
- [25] Patten, R.K., Boyle, R.A., Moholdt, T., Kiel, I., Hopkins, W.G., Harrison, C.L., *et al.* (2020) Exercise Interventions in Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, **11**, Article No. 606. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00606>
- [26] Conway, G., Dewailly, D., Diamanti-Kandarakis, E., Escobar-Morreale, H.F., Franks, S., Gambineri, A., *et al.* (2014) The Polycystic Ovary Syndrome: A Position Statement from the European Society of Endocrinology. *European Journal of Endocrinology*, **171**, P1-P29. <https://doi.org/10.1530/eje-14-0253>
- [27] Barrea, L., Marzullo, P., Muscogiuri, G., Di Somma, C., Scacchi, M., Orio, F., *et al.* (2018) Source and Amount of Carbohydrate in the Diet and Inflammation in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Nutrition Research Reviews*, **31**, 291-301. <https://doi.org/10.1017/s0954422418000136>
- [28] Haj-Husein, I., Tukan, S. and Alkazaleh, F. (2015) The Effect of Marjoram (*Origanum majorana*) Tea on the Hormonal Profile of Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Randomised Controlled Pilot Study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, **29**, 105-111. <https://doi.org/10.1111/jhn.12290>
- [29] Azadi-Yazdi, M., Karimi-Zarchi, M., Salehi-Abargouei, A., Fallahzadeh, H. and Nadjarzadeh, A. (2016) Effects of Dietary Approach to Stop Hypertension Diet on Androgens, Antioxidant Status and Body Composition in Overweight and Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Randomised Controlled Trial. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, **30**, 275-283. <https://doi.org/10.1111/jhn.12433>
- [30] Che, X., Chen, Z., Liu, M. and Mo, Z. (2021) Dietary Interventions: A Promising Treatment for Polycystic Ovary Syndrome. *Annals of Nutrition and Metabolism*, **77**, 313-323. <https://doi.org/10.1159/000519302>
- [31] Marzouk, T.M. and Sayed Ahmed, W.A. (2015) Effect of Dietary Weight Loss on Menstrual Regularity in Obese Young Adult Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, **28**, 457-461. <https://doi.org/10.1016/j.jpbg.2015.01.002>
- [32] Kolhe, J.V., Chhipa, A.S., Butani, S., Chavda, V. and Patel, S.S. (2021) PCOS and Depression: Common Links and Potential Targets. *Reproductive Sciences*, **29**, 3106-3123. <https://doi.org/10.1007/s43032-021-00765-2>