

不同类型的饮食干预对多囊卵巢综合征的影响

The impact of different types of dietary interventions on polycystic ovary syndrome

杨旭^{1,2}, 王滢^{2△}, 曹鸿梅², 唐蕾²

YANG Xun, WANG Yan, CAO Hong-mei, TANG Lei

1. 成都中医药大学医学与生命科学学院, 四川 成都 610032; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院) 妇产科, 四川 成都 610072

【摘要】 PCOS 是常见的女性生殖内分泌疾病, 发病率高, 临床表现异质性强, 与糖尿病、高血压、代谢综合征等相关, 影响患者远期的健康。国内外指南建议将生活方式作为首选治疗, 饮食干预是生活方式干预的关键组成部分。本文回顾不同类型的饮食干预对 PCOS 患者的作用机制、生殖及代谢的影响等, 分析不同饮食模式的差异, 旨在为 PCOS 患者的饮食干预提供参考。

【关键词】 饮食; 多囊卵巢综合征; 代谢

【中图分类号】 R711.5

【文献标志码】 B

【文章编号】 1672-6170(2025)01-0181-05

多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 作为一种常见的影响育龄期女性的生殖内分泌疾病, 在全球范围发病率为 10% ~ 13%^[1], 临床表现多样, 以排卵障碍、高雄激素血症、超声下卵巢多囊形态为主, 除了导致女性不孕症的发病率增高, 还与多种代谢障碍性疾病相关, 包括 2 型糖尿病、高血压、代谢综合征、肥胖等。PCOS 的病因仍不明确, 可能与表观遗传、环境因素等有所关联, 如饮食习惯。一项大样本的观察性研究揭示, PCOS 患者过量摄入高热量、高脂肪、高胆

固醇食物, 极少摄入谷物、蛋白质、纤维等食物^[2]。故长期高热量高脂饮食使体内甘油三酯堆积、脂肪分解过量, 导致肝脂肪变性及胰岛素抵抗, 破坏患者肠道菌群的平衡及节律性, 导致代谢障碍^[3]; 对下丘脑-垂体-卵巢轴的功能有损害, 对卵泡发育不利, 排卵障碍增多, 生育能力被削弱^[4]。

针对 PCOS 的治疗策略, 涵盖生活方式干预及药物治疗等方面。多项研究发现, 生活方式干预能不同程度改善 PCOS 女性的人体测量指标、糖脂代谢异常、月经周期及卵泡数量, 甚至是受孕率。

[28] Bisht P, Kumar VU, Pandey R, et al. PARP Inhibitors in Glioblastoma and Perceiving New Strategies for Successful Clinical Development [J]. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2022, 6: 13; 939570.

[29] Dong Q, He L, Chen L, et al. Gaining Barrier and Improving the Efficacy of Chemotherapy in Glioblastoma Using Pulsed, Focused Ultrasound with a Microbubble Contrast Agent [J]. *BioMed Research International*, 2018, 2018 (1): 6501508.

[30] 范成普, 陈才红, 杜杭根, 等. 冰片对替莫唑胺抗大鼠脑胶质瘤促进作用的研究 [J]. *浙江医学*, 2019, 41(18): 1956-1958.

[31] 吴海霞. 川芎挥发油协同替莫唑胺抑制脑胶质瘤的作用及机制研究 [D]. 江西中医药大学, 2019.

[32] Kumar V, Radin D, Leonardi D. Probing the oncolytic and chemosensitizing effects of dihydrotanshinone in an in vitro glioblastoma model [J]. *Anticancer Res*, 2017, 37(11): 6025-6030.

[33] Wu M, Song D, Li H, et al. Resveratrol enhances temozolomide efficacy in glioblastoma cells through downregulated MGMT and negative regulators-related STAT3 inactivation [J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(11): 9453.

[34] Kumari S, Ahsan SM, Kumar JM, et al. Overcoming blood brain barrier with a dual purpose Temozolomide loaded Lactoferrin nanoparticles for combating glioma (SERP-17-12433) [J]. *Scientific Reports*, 2017, 7(1): 6602.

[35] Adhikari B, Li J, Brandel MG, et al. The use of TMZ embedded hydrogels for the treatment of orthotopic human glioma xenografts [J]. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2017, 45: 288-292.

[36] Liu T, Zhu C, Chen X, et al. Ferroptosis, as the most enriched programmed cell death process in glioma, induces immunosuppression and immunotherapy resistance [J]. *Neuro Oncology*, 2022, 24(7): 1113-1125.

[37] Qu S, Qi S, Zhang H, et al. Albumin-bound paclitaxel augment temozolomide treatment sensitivity of glioblastoma cells by disrupting DNA damage repair and promoting ferroptosis [J]. *J Exp Clin Cancer Res*, 2023, 42(1): 314.

[38] Yao H, Liu J, Zhang C, et al. Clinical study of apatinib plus temozolomide for the treatment of recurrent high-grade gliomas [J]. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2021, 90: 82-88.

[39] 李琳坤, 张辰, 刘飒, 等. 顺铂联合替莫唑胺治疗高级别脑胶质瘤术后患者的效果分析 [J]. *实用癌症杂志*, 2019, 34(1): 100-102.

[40] 李盈盈, 冯黎黎, 韩峰. 胶质母细胞瘤对替莫唑胺耐药机制的研究进展 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2024, 44(5): 688-697.

[41] 肖华, 何永生. 极光激酶 B 抑制剂与胶质瘤治疗的研究进展 [J]. *实用医院临床杂志*, 2016, 13(3): 152-155.

(收稿日期: 2024-07-07; 修回日期: 2024-09-06)

(本文编辑: 彭羽)

《2018 年多囊卵巢综合征中国诊疗指南》将其作为首选治疗^[5],2023 年 PCOS 的国际循证指南同样强调所有 PCOS 患者优先实施生活方式干预,并长期坚持^[1]。生活方式治疗包括运动干预、行为干预及饮食干预,饮食干预是生活方式干预的关键组成部分,现有常见的饮食干预的方法包括地中海饮食、低血糖指数饮食、低碳水化合物饮食以及生酮饮食等方法,2023 年 PCOS 的国际循证指南指出多种饮食类型可用于干预 PCOS^[1],《2018 年多囊卵巢综合征中国诊疗指南》建议尽量选择低糖、高纤维饮食^[5]。但具体饮食干预方法的推荐及其对 PCOS 患者的干预效果,目前尚未达成一定共识。该综述回顾不同饮食类型对 PCOS 患者的作用机制、生殖及代谢的影响、局限性等,分析不同饮食类型的差异,为 PCOS 患者的饮食干预策略提出科学依据。

1 地中海饮食(mediterranean diet)

1.1 概念 地中海饮食是一种源于地中海周边的抗炎饮食模式,与当地生活方式、社会环境密切相关,主要食用大量橄榄油、大量植物性食物(水果、蔬菜、谷物)、适量红肉、海鲜及红酒等^[6]。

1.2 特点及作用机制 地中海饮食富含 omega-3、抗氧化剂和膳食纤维等,通过不同机制减少炎症、缓解胰岛素抵抗^[6];利于微生物群落重塑,调节菌群多样性,优化菌群比例^[7]。但地中海饮食多为植物性食物,且烹饪要求严格,在地中海沿岸以外的地区难以实施,患者难以坚持,依从性较低。

1.3 目前的应用 在多种研究领域中,发现地中海饮食改善肥胖、代谢综合征的异常指标,有效改善心血管代谢综合征的发病率。

1.4 PCOS 治疗中的应用 一项 12 周的随机对照研究,意在将地中海饮食与超重/肥胖 PCOS 患者影响进行比较,将 PCOS 患者以体重指数分为正常组(BMI<24 kg/m²)、超重/肥胖组(BMI≥24 kg/m²),发现地中海饮食对干预的所有组 PCOS 患者炎症指标、雄烯二酮、空腹胰岛素、空腹血糖均有改善;但超重/肥胖患者的空腹胰岛素、硫酸脱氢表雄酮(dehydroepiandrosterone sulfate, DHEA-S)、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)比正常体重指数患者有更明显的降低^[8]。另一项前瞻性随机对照研究,聚焦于对比地中海饮食与低脂饮食对 PCOS 患者影响,实施了 12 周的饮食干预,其中地中海饮食富含膳食纤维及抗炎抗氧化植物类食物,能够显著改善

多囊卵巢综合征患者的月经周期、体重、体脂率、空腹血糖、HOMA-IR、甘油三酯、胆固醇(Low density lipoprotein, LDL)等^[9]。

2 低血糖指数饮食(low glycemic index diet)

2.1 概念 血糖指数(glycemic index, GI)比较进食后 2 小时内血糖水平波动的曲线下面积与摄入 50 g 纯葡萄糖时血糖波动曲线下面积,以百分比形式,计算出的数值,GI≤55 视为低 GI 食物,摄入低 GI 食物的饮食称为低 GI 饮食^[10]。

2.2 特点及作用机制 低 GI 饮食可促进胃肠道的容受性舒张,减少总摄入量,使得饱腹感增加;提高胰高血糖素的水平,有效地改善胰岛素抵抗^[11];降低体内总睾酮及游离雄激素水平(free androgen level, FAI),促使性激素结合球蛋白(sex hormone binding globulin, SHBG)水平升高;改善卵母细胞的发育,改善排卵障碍及妊娠率。此外,还可调控炎症指标。截至目前,尚未有低 GI 饮食的不良反应被明确提出。

2.3 目前的应用 低 GI 饮食最初广泛应用于糖尿病治疗,能够减轻 1 型糖尿病,控制 2 型糖尿病。广泛应用后发现低 GI 饮食也对心血管疾病、肥胖症、代谢综合征有明显益处,能明显控制患者体重、血糖及血脂的水平,且能对动脉粥样硬化达到预防作用^[12];在神经内科领域,低 GI 饮食干预癫痫后患者发病率明显减少。

2.4 PCOS 治疗中的应用 目前有研究发现 PCOS 女性的膳食血糖指数与其血糖水平、炎症指标相关,PCOS 女性的膳食血糖指数摄入量提高,会使得空腹胰岛素、HOMA-IR 以及 hs-CRP 水平升高^[13]。进行低 GI 饮食干预对 PCOS 患者的代谢及生殖指标均能产生积极影响。一项荟萃分析,纳入 8 项随机对照试验,结果发现低 GI 饮食能够改善 PCOS 患者的血糖,如 HOMA-IR、空腹胰岛素;血脂,如甘油三酯、LDL;雄激素水平,如 FAI,但纳入试验的研究对象多为超重/肥胖患者,缺乏证据分析低 GI 饮食对正常体重 PCOS 女性是否有同等作用^[14]。在辅助生殖领域,两项随机对照研究发现,低 GI 饮食相较常规饮食干预,在排卵率改善方面,提高 17%;在改善体外受精-胚胎移植助孕结局方面,包括受精成功率、卵裂率、优胚成功率、临床妊娠成功率等均有不同程度改善^[15]。

3 低碳水化合物饮食(low carbohydrate diet, LCD)

3.1 概念 LCD 指一种碳水化合物提供的能量占比≤40%,脂肪提供的能量占比≥30%,增加蛋白质摄入量的膳食模式^[11]。

3.2 特点及作用机制 LCD 通过减少饮食中碳水

【基金项目】中国医药卫生事业发展基金会资助项目(编号:BJ2023YCPYJH003)

△通讯作者

化合物,能够减少葡萄糖对 β 细胞的刺激,从而减少胰岛素的急性分泌量,提高胰岛素敏感性^[16];减轻胰岛素对卵泡发育的影响,从而提高排卵率,改善病人的生育能力^[17];改善肠道菌群失衡。然而,LCD 长期干预后患者的依从程度会被削弱,减重效果亦有所降低,且与多种不良反应有关。研究认为长期 LCD 可能会增加机体患心律失常、心脏收缩功能障碍、猝死、癌症、身体活动障碍和脂质异常等并发症风险^[18],另一项 15428 例的前瞻性队列研究探究碳水化合物比例与死亡率之间联系,结果发现长期 LCD 的人群死亡率更高^[19]。

3.3 目前的应用及 PCOS 治疗中的应用 我国一项综述分析 LCD 在多个疾病领域的作用发现 LCD 干预癫痫、癌症、代谢综合征、肥胖等疾病后,患者的临床特征有显著改善^[20]。在 PCOS 患者的相关研究中,多项随机对照试验发现 LCD 显著降低 PCOS 患者的体重,改善月经周期,可提高受孕率 10% ~ 30%^[21]。一项关于 LCD 对 PCOS 患者影响的荟萃分析,对 8 篇随机对照试验进行分析后,发现 LCD,尤其是长期的 LCD 可显著降低 BMI,降低胰岛素抵抗,预防高密度脂蛋白,提高卵泡刺激素 (follicle stimulating hormone, FSH) 和 SHBG 水平,降低雄激素水平。但超过一年的 LCD,患者依从性显著降低,从而影响应用的效果^[22]。

4 生酮饮食 (ketogenic diet)

4.1 概念 生酮饮食是极低碳水化合物饮食的极特殊类型^[11],碳水化合物供能比 5%,脂肪供能比 75%,蛋白质供能比 20%。每天碳水化合物的摄入量在 25g 以下。

4.2 特点及作用机制 生酮饮食使机体处于生酮状态,机体供能模式由葡萄糖供能转变为酮体,促进脂肪分解,分解后的酮体溶于水,可被肝外组织利用^[23];同时酮体的升高有助于抑制食欲^[23],还可调节肠道菌群,改善炎症状态;此外,酮体对生育能力起积极影响。但是生酮饮食存在较多的不良反应,2023 年《生酮饮食干预多囊卵巢综合征中国专家共识》指出生酮饮食的不良反应包括血糖水平降低、排便不畅、酮症积累过度、嗜睡或精神状态不佳、尿酸明显增高、LDL 升高、蛋白降低等^[23]。2023 年《中国超重/肥胖医学营养治疗指南》不建议将生酮饮食作为控制体重首要方法^[11]。现有研究不能证明生酮饮食长期干预的安全性的研究。

4.3 目前的应用 生酮饮食最初被用来治疗儿童顽固性癫痫,生酮饮食后癫痫发作频率可减少 90% 以上,甚至在很长一段时间内消失^[24]。除此以外,

因生酮饮食能促进脂肪分解,减少体内胰岛素分泌,提高机体胰岛素敏感性^[23],因此,在改善糖尿病、心血管疾病、代谢综合征等疾病状态方面也有较多应用。

4.4 PCOS 治疗中的应用 近期生酮饮食也应用于 PCOS 患者的治疗。一项为期 12 周的前瞻性研究,对比 14 例超重 PCOS 患者生酮饮食前后的变化,发现体重、BMI、内脏脂肪水平得到控制;血糖水平显著下降,包括空腹血糖、胰岛素水平、HOMA-IR;血脂水平明显改善,包括甘油三酯、总胆固醇和低密度脂蛋白减低,高密度脂蛋白水平上升;性激素水平有所改变,如黄体生成素 (luteinizing hormone, LH)、LH/FSH 比值、睾酮水平、DHEA-S 浓度均显著降低,而 SHBG 水平升高^[25]。在辅助生殖领域一篇回顾性研究发现,通过生酮饮食患者的卵母细胞数量、受精率和胚胎形成率虽无差异,但胚胎着床率、临床妊娠成功率以及活产率方面有显著提高^[26]。一篇干预性研究揭示生酮饮食可能对 PCOS 患者卵巢功能存在不良影响,进行生酮饮食干预后 PCOS 患者的抗米勒管激素水平出现下降,但该研究样本量较小,这一影响还需要更多的研究加以证实^[27]。

5 其他

5.1 防治高血压的饮食 (the dietary approaches to stop hypertension, DASH)

5.1.1 概念 DASH 最初在美国被用于防治高血压而得以命名,其中碳水化合物所占比例为 55%,脂肪所占比例为 27%,蛋白质所占比例为 18%;胆固醇摄入量限制为 150 mg/d,纤维摄入量目标为 30g/d;同时饮食建议镁摄入量为 1000 mg/d、钾摄入量为 4700 mg/d、钠摄入量为 2300 mg/d^[28]。

5.1.2 特点及作用机制 DASH 要求摄入大量的植物性食物、且对微量元素摄入要求严格。DASH 中植物性食物富含维生素及黄酮类食物,抗氧化及抗炎作用好;纤维摄入量增加,降低了胆固醇摄入,延缓了胃排空,减少了 LDL 及甘油三酯吸收,提高粪便排出量,达到对高血压的预防效果^[28]。

5.1.3 目前的应用 DASH 主要用于预防及控制高血压,无论使用者有无高血压,均有显著控制血压的效果;对心力衰竭、动脉粥样硬化也有积极影响;对冠心病、中风可能有预防作用。

5.1.4 PCOS 治疗中的应用 Asemi 等对 DASH 在 PCOS 患者的作用方面开展了两项不同的研究,一项为期 8 周的随机对照试验发现,DASH 干预后患者的血浆总抗氧化能力和总谷胱甘肽明显增高^[29];

一项为期 12 周的随机对照试验发现,DASH 饮食对体重、BMI、AMH、空腹胰岛素、SHBG、FAI、一氧化氮水平有益影响,但其他代谢特征无明显变化^[30]。

5.2 强化生活方式干预

5.2.1 概念 强化生活方式干预指专业的干预专家(如营养师、运动专家或健康顾问等)指导饮食、运动及行为三个方面的干预,规律随访,从而提高患者坚持度。

5.2.2 目前的应用 目前的研究证实强化生活方式干预后的效果及依从性显著高于常规的生活方式干预。有研究发现糖尿病患者进行 1 年的强化生活方式干预后超过 60% 的参与者病情得到缓解,超过 30% 的参与者血糖恢复正常,明显高于常规生活方式干预^[31];在高血压患者中进行 6 个月的强化生活方式干预,患者的血压、血管内皮功能均得到显著改善^[32];在代谢综合征患者中进行 1 年的强化生活方式干预发现强化生活方式可有效改善患者的肥胖及心血管危险因素^[33];在冠心病患者中进行为期 1 年的强化生活方式干预后显示患者的冠状动脉粥样硬化情况明显好转,而进行常规生活方式管理的人群,冠状动脉粥样硬化情况继续恶化,心血管疾病的发病次数是强化生活方式管理患者的 2 倍多^[34]。

5.2.3 PCOS 治疗中的应用 PCOS 的治疗关于强化生活方式干预的研究较少,曾有学者为了比较强化生活方式干预与二甲双胍进行了为期一年随机对照试验,结果发现强化生活方式的减重及改善排卵效果与二甲双胍相当,但研究样本量较少,并未发现明显的组间差异。另有临床分析 PCOS 患者服用短效口服避孕药同时进行生活方式干预的疗效,结果显示:与单纯口服避孕药相比,加入强化生活方式干预后,PCOS 患者治疗的疗效显著增高,症状改善率和生活满意度指数也优于常规生活方式管理者^[36]。

6 不同饮食类型的比较

6.1 生酮饮食与低血糖饮食 一项为期 24 周随机对照研究,对比生酮饮食与低血糖指数饮食对 2 型糖尿病患者血糖的影响,发现两种干预措施均能改善糖化血红蛋白、空腹血糖、空腹胰岛素和体重减轻,生酮饮食作用更好,95% 的患者可减少或停止糖尿病药物治疗,而低 GI 饮食组为 62%。但该研究干预时间不长,两种饮食方案长期应用效果及应用过程中的安全性还需要更多研究去证实^[37]。

6.2 生酮饮食与地中海饮食 比较生酮饮食与地中海饮食的随机对照研究,揭示两种饮食类型对 P-

COS 均有作用,但生酮饮食干预效果更佳,且生酮饮食干预后几乎所有患者恢复正常月经周期^[38],但仍然缺乏长期研究证实其安全性。

7 结论

PCOS 严重影响患者的生育力、生活质量及远期健康,生活方式干预是 PCOS 首选的基础治疗。饮食干预是生活方式干预中重要的环节,不同的饮食干预类型对 PCOS 患者的生殖及代谢异常均有不同程度的改善,但其在应用时间、依从性、不良反应、长期安全性及效果等方面存在一定的差异。目前围绕不同饮食类型对 PCOS 患者影响的研究很多,但比较不同饮食类型之间差异的研究较少,未来还需要更多的临床研究对不同饮食类型的差异进行讨论,以便于找出一种更适合 PCOS 患者长期坚持,安全性及有效性更高的饮食类型,更好对患者进行有效管理,从而改善 PCOS 患者的生活质量。

【参考文献】

- [1] Teede HJ, Tay LT, Laven JJE, et al. Recommendations From the 2023 International Evidence-Based Guideline for the Assessment and Management of Polycystic Ovary Syndrome[J]. *Obstetrical and Gynecological Survey*, 2023, 78(12):742-743.
- [2] Maryam K, Kim JY, Cynthia W, et al. Comparison of dietary and physical activity behaviors in women with and without polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis of 39471 women[J]. *Human Reproduction Update*, 2022,28(6):910-955.
- [3] Frazier K, Kambal A, Zale EA, et al. High-fat diet disrupts REG3γ and gut microbial rhythms promoting metabolic dysfunction[J]. *Cell Host Microbe*,2022,30(6):809-823.
- [4] Hohos NM, Skaznik-Wikiel ME. High Fat Diet and Female Fertility [J]. *Endocrinology*, 2017,158(8):2407-2419.
- [5] 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):5.
- [6] Guasch M, Willett WC. The Mediterranean diet and health: a comprehensive overview [J]. *Journal of Internal Medicine*, 2021;290(3):549-566.
- [7] Merra G, Noce A, Marrone G, et al. Influence of Mediterranean Diet on Human Gut Microbiota[J]. *Nutrients*,2020,13(1):7.
- [8] Mizgier M, Wickowska B, Formanowicz D, et al. Effects of AIDiet intervention to improve diet quality, immuno-metabolic health in normal and overweight PCOS girls: a pilot study[J]. *Scientific Reports*, 2024,14(1):3525.
- [9] Mei S, Ding J, Wang K, et al. Mediterranean Diet Combined With a Low-Carbohydrate Dietary Pattern in the Treatment of Overweight Polycystic Ovary Syndrome Patients [J]. *Frontiers in Nutrition*, 2022, 9:876620.
- [10] 李蕊琪,夏惠,孙桂菊. 低血糖生成指数饮食在 2 型糖尿病营养管理中的研究进展及应用现状[J]. *食品科学*,2024,45(11):343-350.
- [11] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会,中国营养

- 学会临床营养分会,中华医学会糖尿病学分会,等.中国超重/肥胖医学营养治疗指南(2021)[J].中国医学前沿杂志,2021,13(11):1-55.
- [12] Ni C, Jia Q, Ding G, et al. Low-Glycemic Index Diets as an Intervention in Metabolic Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Nutrients*, 2022,14(2):307.
- [13] Alipouri B, Roohelhami E, Shahrdami F, et al. Dietary glycemic index/glycemic load and their relationship with inflammatory markers in women with polycystic ovary syndrome[J]. *Progress in Nutrition*, 2019,21: 115-121.
- [14] Maryam K, Amir H, Pierson RA, et al. Effects of Dietary Glycemic Index and Glycemic Load on Cardiometabolic and Reproductive Profiles in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Advances in Nutrition*, 2021,12(1):161-178.
- [15] Sordia-Hernández LH, Ancer Rodríguez P, Saldivar Rodriguez D, et al. Effect of a low glycemic diet in patients with polycystic ovary syndrome and anovulation-a randomized controlled trial [J]. *Clin Exp Obstet Gynecol*,2016,4: 555-559.
- [16] Gower BA, Chandler-Laney PC, Ovalle F, et al. Favorable metabolic effects of a eucaloric lower-carbohydrate diet in women with PCOS[J]. *Clinical Endocrinology*, 2013, 79(4):550-557.
- [17] Melanie M, Judi P. The Effect of Low Carbohydrate Diets on Fertility Hormones and Outcomes in Overweight and Obese Women: A Systematic Review[J]. *Nutrients*, 2017, 9(3):204.
- [18] Bilborough SA, Crowe TC. Low-carbohydrate diets: what are the potential short- and long-term health implications? [J]. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2003,12(4):396-404.
- [19] Seidelmann SB, Brian C, Susan C, et al. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis [J]. *Lancet Public Health*, 2018,3(10):e383-398.
- [20] 魏文志,翁佳玲,王力. 浅谈低糖饮食在代谢综合征的现代医学研究[J]. *中华保健医学杂志*,2021,23(1):10-14.
- [21] 孙金金,孙林,陶晶. 低糖饮食对肥胖型多囊卵巢综合征患者受孕中期的影响[J]. *中国优生与遗传杂志*,2021,28(35):99-101,105.
- [22] Zhang X, Zheng Y, Guo Y, et al. The effect of low carbohydrate diet on polycystic ovary syndrome: A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *International Journal of Endocrinology*,2019; 2019:4386401.
- [23] 蔡华,白文佩,郁琦,等. 生酮饮食干预多囊卵巢综合征中国专家共识(2022年修订版)[J]. *实用临床医药杂志*,2023,27(11):1-10.
- [24] Borowicz RK, Marlena K, Julia C. Ketogenic Diet in the Treatment of Epilepsy[J]. *Nutrients*,2024,16. (9): 1258.
- [25] Paoli A, Mancin L, Giacona MC, et al. Effects of a ketogenic diet in overweight women with polycystic ovary syndrome[J]. *Journal of Translational Medicine*, 2020,18(1):104.
- [26] Palafox-Gómez C, Ortiz G, Madrazo I, et al. Adding a ketogenic dietary intervention to IVF treatment in patients with polycystic ovary syndrome improves implantation and pregnancy [J]. *Reproductive Toxicology*,2023,119: 108420.
- [27] Magagnini MC, Condorelli RA, Cimino L, et al. Does the ketogenic diet improve the quality of ovarian function in obese women? [J]. *Nutrients*,2022,14 (19): 4147.
- [28] Lari A, Sohoulí MH, Fatahi S, et al. The effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on metabolic risk factors in patients with chronic disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*,2021,31(10):2766-2778.
- [29] Asemi Z, Samimi M, Tabassi Z, et al. Effects of DASH diet on lipid profiles and biomarkers of oxidative stress in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome: a randomized clinical trial [J]. *Nutrition*,2014,30(11-12):1287-1293.
- [30] Foroozanzard F, Rafiei H, Samimi M, et al. The effect of DASH diet on weight loss, anti-Müllerian hormone and metabolic profiles in women with polycystic ovary syndrome: a randomized clinical trial [J]. *Clinical Endocrinology*, 2017, 87(1):51-58.
- [31] Taheri S, Zaghoul M, Chagary O, et al. Effect of intensive lifestyle intervention on body weight and glycaemia in early type 2 diabetes (DIAB-M-I): an open label, parallel-group, randomised controlled trial[J]. *The lancet. Diabetes & Endocrinology*, 2020, 8(6):477-489.
- [32] Vamvakaki A, Gkiliagkousi E, Lazaridis A, et al. Impact of Intensive Lifestyle Treatment (Diet Plus Exercise) on Endothelial and Vascular Function, Arterial Stiffness and Blood Pressure in Stage 1 Hypertension: Results of the HINTreat Randomized Controlled Trial [J]. *Nutrients*,2020,12(5):1326.
- [33] Salas-Salvadó J, Díaz-López A, Ruiz-Canela M, et al. Effect of a Lifestyle Intervention Program With Energy-Restricted Mediterranean Diet and Exercise on Weight Loss and Cardiovascular Risk Factors: One-Year Results of the PREDIMED-Plus Trial[J]. *Diabetes Care*, 2019,42(5):777-788.
- [34] Ornish D. Intensive Lifestyle Changes for Reversal of Coronary Heart Disease[J]. *Jama*, 1998, 280(23):2001-2007.
- [35] Hoeger KM, Kochman L, Wixom N, et al. A randomized, 48-week, placebo-controlled trial of intensive lifestyle modification and/or metformin therapy in overweight women with polycystic ovary syndrome: A pilot study [J]. *Fertility and Sterility*, 2004, 82(2):421-429.
- [36] 邹广玲,胡军荣,吴桂芬. 强制性生活方式干预配合优思明治疗多囊卵巢综合征的临床疗效研究[J]. *实用妇科内分泌电子杂志*, 2020, 7(3):32.
- [37] Westman EC, Yancy WS, Mavropoulos JC, et al. The effect of a low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-glycemic index diet on glycemic control in type 2 diabetes mellitus[J]. *Nutrition & Metabolism*, 2008, 5(1):36.
- [38] Cincione IR, Graziadio C, Marino F, et al. Short-time effects of ketogenic diet or modestly hypocaloric Mediterranean diet on overweight and obese women with polycystic ovary syndrome[J]. *Journal of Endocrinological Investigation*,2023,46(4): 769-777.

(收稿日期:2024-10-10;修回日期:2024-11-01)

(本文编辑:彭羽)