

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.24.021

# 八段锦对糖尿病高危人群血糖及胰岛素的改善效果分析<sup>\*</sup>

胡昌伦<sup>1</sup>, 张 梅<sup>1</sup>, 张 杨<sup>1</sup>, 杨刚毅<sup>2△</sup>

1. 重庆市南岸区中西医结合医院糖尿病专科, 重庆 400061; 2. 重庆医科大学  
附属第二医院内分泌科, 重庆 400010

**摘 要:**目的 探讨八段锦对糖尿病高危人群口服葡萄糖耐量试验(OGTT)后血糖及胰岛素的改善效果。**方法** 选择 2022 年 3 月至 2023 年 5 月在重庆市南岸区中西医结合医院门诊及住院部就诊的糖尿病高危人群 200 例, 随机分为 2 组, 最终纳入对照组 92 例、试验组 91 例。对照组接受糖尿病饮食教育和健步走干预, 试验组在此基础上联合八段锦干预, 持续干预 52 周。分别在基线、干预第 26 周(26 周)、干预第 52 周(52 周)进行 OGTT, 检测并比较空腹血糖(FPG)、空腹胰岛素(FINS)、餐后 1 h 血糖(1 h PPG)、餐后 1 h 胰岛素(1 h INS)、餐后 2 h 血糖(2 h PPG)、餐后 2 h 胰岛素(2 h INS)、糖化血红蛋白(HbA1c)和体质量指数(BMI)。**结果** 对照组仅 26 周和 52 周的 1 h PPG 低于基线( $P<0.05$ ), 各个时间点 BMI、HbA1c、FPG、FINS、1 h INS、2 h INS、2 h PPG 水平比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。试验组 26、52 周的 1 h PPG、2 h PPG 水平显著低于基线( $P<0.05$ ); 52 周的 1 h INS 水平较 26 周和基线升高( $P<0.05$ ), 52 周的 2 h INS 较 26 周和基线降低( $P<0.05$ ); 试验组 52 周 HbA1c、BMI 和基线相比有显著改善( $P<0.05$ ); 试验组在 26 周和 52 周的 1 h PPG 异常率和 2 h PPG 异常率均低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 八段锦能改善糖尿病高危人群餐后胰岛素分泌从而降低餐后血糖, 尤其对 1 h PPG、1 h INS 改善更明显, 值得在糖尿病高危人群中推广。

**关键词:** 八段锦; 糖尿病; 高危人群; 口服葡萄糖耐量试验; 血糖; 胰岛素; 糖化血红蛋白

**中图法分类号:** R493; R587.1; R446.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9455(2025)24-3427-07

## Effects of Baduanjin on blood glucose and insulin in individuals at high risk for diabetes<sup>\*</sup>

HU Changlun<sup>1</sup>, ZHANG Mei<sup>1</sup>, ZHANG Yang<sup>1</sup>, YANG Gangyi<sup>2△</sup>

1. Department of Diabetes, Chongqing Nan'an District Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Chongqing 400061, China; 2. Department of Endocrinology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the effects of Baduanjin on post-oral glucose tolerance test (OGTT) plasma glucose and insulin levels in individuals at high risk for diabetes. **Methods** A total of 200 individuals at high risk for diabetes who attended the outpatient and inpatient departments of Chongqing Nan'an District Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine from March 2022 to May 2023 were randomized into two groups. Ultimately, 92 participants in the control group and 91 in the intervention group were included in the analysis. The control group received diabetes dietary education plus a brisk-walking program, while the intervention group received the same regimen with the addition of Baduanjin. The intervention lasted 52 weeks. OGTT was conducted at baseline, 26 weeks of intervention (26 weeks) and 52 weeks of intervention (52 weeks). Fasting plasma glucose (FPG), fasting insulin (FINS), 1-hour postload plasma glucose (1 h PPG), 1-hour insulin (1 h INS), 2-hour postload plasma glucose (2 h PPG), 2-hour insulin (2 h INS), glycated hemoglobin (HbA1c) and body mass index (BMI) were measured and compared. **Results** In the control group, only the 1 h PPG at 26 and 52 weeks was significantly lower than the baseline level ( $P<0.05$ ). No statistically significant differences were observed in BMI, HbA1c, FPG, FINS, 1 h INS, 2 h INS, or 2 h PPG levels at any time point compared to baseline ( $P>0.05$ ). In the intervention group, the 1 h PPG and 2 h PPG levels at 26 and 52 weeks were significantly lower than the baseline values ( $P<0.05$ ). The 1 h INS level at 52 weeks

<sup>\*</sup> 基金项目: 重庆市科卫联合项目(2022QNXM073); 重庆市卫生健康委员会中医药科研项目(2025WSJK167); 重庆市南岸区科卫联合项目(2024-34)。

作者简介: 胡昌伦, 男, 副主任医师, 主要从事糖尿病防治方向的研究。△ 通信作者, E-mail: gangyiyang@163.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1167.r.20251127.1427.004\(2025-11-27\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1167.r.20251127.1427.004(2025-11-27))

引用格式: 胡昌伦, 张梅, 张杨, 等. 八段锦对糖尿病高危人群血糖及胰岛素的改善效果分析[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(24): 3427-

was significantly higher than that at both 26 weeks and baseline ( $P < 0.05$ ), while the 2 h INS level at 52 weeks was significantly lower than that at both 26 weeks and baseline ( $P < 0.05$ ). Significant improvements in HbA1c and BMI were observed at 52 weeks compared with baseline in the intervention group ( $P < 0.05$ ). Furthermore, the abnormal rates of both 1 h PPG and 2 h PPG in the intervention group were significantly lower than those in the control group at both 26 and 52 weeks ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Baduanjin can improve postprandial insulin secretion and reduce postprandial blood glucose in the diabetes high-risk population, with more pronounced improvements observed in 1 h PPG and 1 h INS. Therefore, Baduanjin is recommended for promotion among individuals at high risk of diabetes.

**Key words:** Baduanjin; diabetes; high-risk population; oral glucose tolerance test; blood glucose; insulin; glycated hemoglobin

据统计,全球 20~79 岁成人糖尿病患病率为 10.5%,预计到 2045 年,患病率将上升至 12.2%<sup>[1]</sup>。2018—2019 年全国性流行病学调查结果显示,按照世界卫生组织 1999 年标准,我国成人糖尿病患病率高达 11.9%<sup>[2]</sup>,这一数据反映我国糖尿病患病率呈上升趋势。2018—2019 年糖尿病的知晓率、治疗率、达标率分别为 36.7%、32.9%和 50.1%,与 2013 年相比虽略有提高<sup>[3]</sup>,但仍处于较低水平。糖尿病的主要危害是各种急慢性并发症,给患者及其家庭带来沉重负担。对糖尿病前期或糖尿病高危人群进行干预是预防糖尿病的有效措施。饮食和运动治疗一直是国内外指南推荐的基础干预措施<sup>[4-5]</sup>,《中国成人糖尿病前期干预的专家共识(2023 版)》<sup>[6]</sup>推荐糖尿病前期人群应进行每周 150~300 min 的中等强度运动,一项大庆地区 30 年随访研究结果显示,强化生活方式干预可降低 39%的 2 型糖尿病(T2DM)发病风险<sup>[7]</sup>。八段锦是我国传统健身功法之一,属于中等强度的有氧运动,8 个基本动作简单易学,具有柔和缓慢、松紧结合、动静相兼的特点,在糖尿病等代谢性疾病中应用越来越广泛。Meta 分析显示,八段锦对 T2DM 患者空腹血糖(FPG)、餐后 2 h 血糖(2 h PPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、低密度脂蛋白胆固醇等有显著改善作用<sup>[8]</sup>,对糖尿病前期患者 FPG、HbA1c 同样有改善作用<sup>[9]</sup>。

餐后 1 h 血糖(1 h PPG)越来越受到学界的重视。研究表明,1 h PPG 与高脂血症、胰岛素抵抗等因素显著相关,甚至被认为是 T2DM 及冠心病的影响因素之一<sup>[10]</sup>。JAGANNATHAN 等<sup>[11]</sup>的研究发现,即使在 FPG、2 h PPG 低于空腹血糖调节受损(IFG)或糖耐量异常(IGT)阈值时,1 h PPG 升高就会导致胰岛细胞功能障碍,甚至有学者提出 1 h PPG 可用于识别糖尿病前期的“早期阶段”<sup>[12]</sup>。因此,有必要对 1 h PPG 超过正常水平而未达到 IFG 或 IGT 阈值的人群进行早期干预。既往研究主要针对 T2DM 或糖尿病前期患者,对糖尿病高危人群关注度不够,且缺乏关于八段锦对 1 h PPG、餐后 1 h 胰岛素(1 h INS)改善效果的研究。由此为切入点,本研究在糖尿病饮食联合健步走基础上,通过规律练习八段锦干预糖尿病高危人群,探讨其对血糖及胰岛素指标的改善情况,现

报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2022 年 3 月至 2023 年 5 月招募的于重庆市南岸区中西医结合医院门诊及住院部就诊的糖尿病高危人群 200 例作为研究对象。按照随机数字表法将患者分为试验组、对照组,每组 100 例。纳入标准:(1)符合《中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)》<sup>[3]</sup>制订的成年型糖尿病高危人群判定标准(以下任意一条符合即可),①有糖尿病前期史;②年龄  $\geq 40$  岁;③超重 [ $\leq 24 \text{ kg/m}^2$  体质指数(BMI) $< 28 \text{ kg/m}^2$ ]或肥胖(BMI $\geq 28 \text{ kg/m}^2$ )或(和)中心型肥胖(男性腰围 $\geq 90 \text{ cm}$ ,女性腰围 $\geq 85 \text{ cm}$ );④一级亲属有糖尿病史;⑤缺乏体力活动;⑥有巨大儿分娩史或有妊娠期糖尿病史;⑦有多囊卵巢综合征病史;⑧黑棘皮病;⑨有高血压史或正在接受降压治疗;⑩高密度脂蛋白胆固醇 $< 0.90 \text{ mmol/L}$ 和(或)甘油三酯 $> 2.22 \text{ mmol/L}$ ,或正在接受调脂药治疗;⑪有动脉粥样硬化性心血管疾病史;⑫有类固醇类药物使用史;⑬中国糖尿病风险评分总分 $\geq 25$  分。(2)年龄 18~80 岁,无肢体功能障碍能配合坚持运动及执行糖尿病饮食。排除标准:(1)任何类型糖尿病患者;(2)孕妇及哺乳期女性;(3)严重器官功能障碍者;(4)智力精神障碍或关节功能障碍不能配合者;(5)3 个月内参加其他临床试验者。本研究经重庆市南岸区中西医结合医院医学伦理委员会批准(审批号:NAZXY-202201),所有受试者均知情同意并签署书面知情同意书。

对照组有 6 例因新型冠状病毒感染要求退出,2 例因工作原因未能按时随访退出研究;试验组有 7 例因新型冠状病毒感染要求退出,2 例因个人原因未能坚持练习八段锦退出研究,其余受试者均完成随访。最终对照组纳入 92 例,其中男 44 例,女 48 例,平均( $52.37 \pm 10.80$ )岁;试验组最终纳入 91 例,其中男 50 例,女 41 例,平均( $51.48 \pm 9.55$ )岁。2 组患者性别、年龄,以及基线 BMI、HbA1c、FPG、1 h PPG、2 h PPG、空腹胰岛素(FINS)、1 h INS、餐后 2 h 胰岛素(2 h INS)比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。见表 1。

表 1 对照组与试验组基线资料比较[ $n(\%)$ 或  $\bar{x} \pm s$  或  $M(P_{25}, P_{75})$ ]

| 组别           | $n$ | 性别(男)     | 年龄(岁)       | BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | HbA1c(%)  | FPG(mmol/L) |
|--------------|-----|-----------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|
| 对照组          | 92  | 44(47.83) | 52.37±10.80 | 24.10±1.67              | 5.37±0.56 | 5.58±0.63   |
| 试验组          | 91  | 50(54.95) | 51.48±9.55  | 23.97±1.61              | 5.35±0.55 | 5.45±0.50   |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 0.928     | 0.588       | 0.536                   | 0.165     | 1.635       |
| $P$          |     | 0.335     | 0.558       | 0.592                   | 0.87      | 0.104       |

| 组别           | $n$ | 1 h PPG (mmol/L) | 2 h PPG (mmol/L) | FINS(pmol/L)       | 1 h INS (pmol/L) | 2 h INS (pmol/L) |
|--------------|-----|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| 对照组          | 92  | 9.96±2.15        | 8.01±1.34        | 59.57(47.00,93.83) | 587.93±260.58    | 429.39±233.43    |
| 试验组          | 91  | 9.62±1.75        | 8.23±1.28        | 59.73(46.18,92.81) | 602.22±255.91    | 433.11±227.87    |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 1.199            | -1.112           | -0.181             | -0.374           | -0.109           |
| $P$          |     | 0.232            | 0.267            | 0.856              | 0.709            | 0.913            |

**1.2 方法** 对照组接受健康饮食教育,并按要求进行健步走运动(每天健步走时间 $\geq 60$  min,每周运动时间 $\geq 5$  d);试验组在对照组基础上通过现场教学或居家视频随堂训练的方式,学习国家体育总局健身气功管理中心颁布的标准版八段锦,由课题组专员考核合格后方可开始随访,并按要求进行运动(每天练习八段锦 2 遍,每遍 30 min,每周练习时间 $\geq 5$  d)。2 组患者均接受连续 52 周的干预。本研究旨在探讨八段锦对糖尿病高危人群血糖、胰岛素的改善效果,研究设计为分别在基线、干预第 26 周(26 周)、第 52 周(52 周)进行 3 次口服葡萄糖耐量试验(OGTT),重复测量相应指标,将 1 h PPG $\geq 8.6$  mmol/L、2 h PPG $\geq 7.8$  mmol/L 定义为异常。主要观察指标:FPG、FINS、1 h PPG、1 h INS、2 h PPG、2 h INS;次要观察指标:HbA1c、BMI。亚组分析指标:1 h PPG 异常率(该组 1 h PPG $\geq 8.6$  mmol/L 例数/该组总例数)、2 h PPG 异常率(该组 2 h PPG $\geq 7.8$  mmol/L 例数/该组总例数)。比较干预前后各指标的改善情况,记录不良事件,如运动相关的不适、低血糖、心血管事件等发生情况。

**1.3 统计学处理** 采用 SAS9.4 统计软件进行统计分析。计量资料以 Q-Q 图进行正态性检验,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组间比较采用独立样本  $t$  检验;不符合正态分布的计量资料,以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。重复测量资料采用广义估计方程(GEE)进行分析,若不服从正态分布,则进行对数转换后再分析,组内不同时间点比较利用最小二乘均值差分析,采用 Bonferroni 法调整  $P$  值,采用 GEE 的边际估计方法分析各个时间点较基线变化的组间差异。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 2 组患者各时间点血糖水平比较** GEE 结果显示,2 组 FPG 组别和时间的交互效应无统计学意义( $Wald\chi^2=1.930, P=0.381$ ),提示 2 组在各个时间

点上 FPG 的变化程度差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。2 组 1 h PPG( $Wald\chi^2=33.516, P < 0.001$ )、2 h PPG( $Wald\chi^2=51.244, P < 0.001$ )组别与时间的交互效应均有统计学意义( $P < 0.05$ )。进一步进行简单效应分析,结果显示对照组 26 周和 52 周的 1 h PPG 水平低于基线( $P < 0.05$ ),而各个时间点 2 h PPG 水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),试验组在 26 周和 52 周的 1 h PPG 及 2 h PPG 水平均显著低于基线( $P < 0.05$ ),且 52 周水平也显著低于 26 周( $P < 0.05$ )。在 26 周和 52 周,试验组 1 h PPG、2 h PPG 水平均低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.2 2 组患者各时间点胰岛素水平比较** GEE 结果显示,2 组 FINS 组别和时间的交互效应无统计学意义( $Wald\chi^2=0.922, P=0.631$ ),提示 2 组在各个时间点上 FINS 的变化程度差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。2 组 1 h INS( $Wald\chi^2=50.174, P < 0.001$ )和 2 h INS( $Wald\chi^2=33.698, P < 0.001$ )组别与时间的交互效应均有统计学意义( $P < 0.05$ )。进一步进行简单效应分析,结果显示对照组各个时间点的 1 h INS 和 2 h INS 水平比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),试验组 26、52 周的 1 h INS 水平依次上升( $P < 0.05$ )、2 h INS 水平依次下降( $P < 0.05$ )。在 26 周和 52 周,试验组 1 h INS 水平均高于对照组( $P < 0.05$ ),而 2 h INS 水平低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.3 2 组患者 BMI、HbA1c 比较** GEE 结果显示,2 组 BMI( $Wald\chi^2=11.235, P=0.004$ )和 HbA1c( $Wald\chi^2=21.033, P < 0.001$ )组别和时间的交互效应均有统计学意义( $P < 0.05$ ),但简单效应显示,2 组基线、26 周和 52 周的 BMI、HbA1c 比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),而交互项结果提示,试验组 52 周的 HbA1c 较基线下降程度比对照组多 0.1%( $P < 0.05$ )。简单效应还发现,试验组 52 周的 BMI 和 HbA1c 均低于基线、26 周( $P < 0.05$ ),而对照组 BMI 和 HbA1c 在各个时间点比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 4。

在各个时间点 1 h PPG、2 h PPG 的异常率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),而试验组 1 h PPG 异常率和 2 h PPG 异常率依次下降( $P<0.05$ )。在 26 周和 52 周,试验组 1 h PPG 异常率和 2 h PPG 异常率均低于对照组( $P<0.05$ )。见表 5。

| 项目                          | <i>n</i> | 基线        | 26 周                   | 52 周                    | <i>Wald</i> $\chi^2$ | <i>P</i>            |
|-----------------------------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| FPG(mmol/L)                 |          |           |                        |                         |                      |                     |
| 对照组                         | 92       | 5.58±0.63 | 5.48±0.56              | 5.47±0.62               | 1.751 <sup>c</sup>   | 0.186 <sup>c</sup>  |
| 试验组                         | 91       | 5.45±0.50 | 5.42±0.49              | 5.38±0.52               | 8.170 <sup>d</sup>   | 0.017 <sup>d</sup>  |
| <i>t</i>                    |          | 1.633     | 0.799                  | 1.074                   | 1.930 <sup>e</sup>   | 0.381 <sup>e</sup>  |
| <i>P</i>                    |          | 0.104     | 0.425                  | 0.284                   |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95%CI) |          | NA        | 0.07(−0.03,0.18)       | 0.05(−0.09,0.19)        |                      |                     |
| <i>P</i>                    |          | NA        | 0.166                  | 0.519                   |                      |                     |
| 1 h PPG (mmol/L)            |          |           |                        |                         |                      |                     |
| 对照组                         | 92       | 9.96±2.15 | 9.66±1.94 <sup>a</sup> | 9.49±1.66 <sup>a</sup>  | 25.635 <sup>c</sup>  | <0.001 <sup>c</sup> |
| 试验组                         | 91       | 9.62±1.75 | 8.44±1.08 <sup>a</sup> | 7.72±1.26 <sup>ab</sup> | 93.800 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>                    |          | 1.199     | 5.279                  | 8.117                   | 33.516 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                    |          | 0.232     | <0.001                 | <0.001                  |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95%CI) |          | NA        | −0.88(−1.22,−0.54)     | −1.42(−1.91,−0.94)      |                      |                     |
| <i>P</i>                    |          | NA        | <0.001                 | <0.001                  |                      |                     |
| 2 h PPG (mmol/L)            |          |           |                        |                         |                      |                     |
| 对照组                         | 92       | 8.01±1.34 | 7.95±1.22              | 7.86±1.17               | 7.849 <sup>c</sup>   | 0.005 <sup>c</sup>  |
| 试验组                         | 91       | 8.23±1.28 | 7.49±1.15 <sup>a</sup> | 6.75±1.30 <sup>ab</sup> | 76.869 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>                    |          | −1.112    | 2.620                  | 6.116                   | 51.244 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                    |          | 0.267     | 0.010                  | <0.001                  |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95%CI) |          | NA        | −0.67(−0.91,−0.44)     | −1.33(−1.70,−0.96)      |                      |                     |
| <i>P</i>                    |          | NA        | <0.001                 | <0.001                  |                      |                     |

NA 为不适用。

| 项目                    | <i>n</i> | 基线            | 26 周                       | 52 周                        | <i>Wald</i> χ <sup>2</sup> | <i>P</i>            |
|-----------------------|----------|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
| FINS 对数值 <sup>f</sup> |          |               |                            |                             |                            |                     |
| 对照组                   | 92       | 4.23±0.55     | 4.24±0.53                  | 4.24±0.53                   | 0.041 <sup>c</sup>         | 0.840 <sup>c</sup>  |
| 试验组                   | 91       | 4.21±0.51     | 4.23±0.48                  | 4.23±0.49                   | 3.121 <sup>d</sup>         | 0.210 <sup>d</sup>  |
| <i>t</i>              |          | 0.285         | 0.112                      | 0.195                       | 0.922 <sup>e</sup>         | 0.631 <sup>e</sup>  |
| <i>P</i>              |          | 0.776         | 0.911                      | 0.846                       |                            |                     |
| 较基线变化的组间差异,β(95%CI)   |          | NA            | 0.01(−0.02,0.05)           | 0.01(−0.04,0.05)            |                            |                     |
| <i>P</i>              |          | NA            | 0.424                      | 0.741                       |                            |                     |
| 1 h INS(pmol/L)       |          |               |                            |                             |                            |                     |
| 对照组                   | 92       | 587.93±260.58 | 589.27±260.00              | 586.24±251.50               | 7.047 <sup>c</sup>         | 0.008 <sup>c</sup>  |
| 试验组                   | 91       | 602.22±255.91 | 682.45±242.84 <sup>a</sup> | 766.84±263.49 <sup>ab</sup> | 46.628 <sup>d</sup>        | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>              |          | −0.374        | −2.505                     | −4.743                      | 50.174 <sup>e</sup>        | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>              |          | 0.709         | 0.013                      | <0.001                      |                            |                     |
| 较基线变化的组间差异,β(95%CI)   |          | NA            | 78.90(50.61,107.19)        | 166.32(119.19,213.45)       |                            |                     |
| <i>P</i>              |          | NA            | <0.001                     | <0.001                      |                            |                     |
| 2 h INS (pmol/L)      |          |               |                            |                             |                            |                     |



| 续表 3 2 组患者各时间点的胰岛素水平比较( $\bar{x}\pm s$ ) |          |               |                            |                             |                      |                     |
|------------------------------------------|----------|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| 项目                                       | <i>n</i> | 基线            | 26 周                       | 52 周                        | <i>Wald</i> $\chi^2$ | <i>P</i>            |
| 对照组                                      | 92       | 429.39±233.43 | 438.67±227.38              | 442.89±232.16               | 11.389 <sup>c</sup>  | 0.001 <sup>c</sup>  |
| 试验组                                      | 91       | 433.11±227.87 | 346.51±117.90 <sup>a</sup> | 299.82±106.29 <sup>ab</sup> | 23.262 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>                                 |          | −0.109        | 3.437                      | 5.350                       | 33.698 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                                 |          | 0.913         | 0.001                      | <0.001                      |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95% <i>CI</i> )     |          | NA            | −95.89(−167.69,−24.10)     | −146.80(−223.88,−69.71)     |                      |                     |
| <i>P</i>                                 |          | NA            | 0.009                      | <0.001                      |                      |                     |

注:与同组基线比较,<sup>a</sup>*P*<0.05;与同组 26 周比较,<sup>b</sup>*P*<0.05;<sup>c</sup> 为 GEE 中组别效应;<sup>d</sup> 为 GEE 中时间效应;<sup>e</sup> 为 GEE 中组别与时间交互效应;<sup>f</sup> 为满足正态性假设,FINS 采用对数转换参与分析,表内为对数值;NA 为不适用。

| 表 4 2 组患者各时间点 BMI、HbA1c 比较( $\bar{x}\pm s$ ) |          |            |                  |                          |                      |                     |
|----------------------------------------------|----------|------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| 项目                                           | <i>n</i> | 基线         | 26 周             | 52 周                     | <i>Wald</i> $\chi^2$ | <i>P</i>            |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> )                      |          |            |                  |                          |                      |                     |
| 对照组                                          | 92       | 24.10±1.67 | 23.98±1.60       | 23.94±1.55               | 0.679 <sup>c</sup>   | 0.410 <sup>c</sup>  |
| 试验组                                          | 91       | 23.97±1.61 | 23.87±1.51       | 23.66±1.35 <sup>ab</sup> | 27.367 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>                                     |          | 0.536      | 0.474            | 1.316                    | 11.235 <sup>e</sup>  | 0.004 <sup>e</sup>  |
| <i>P</i>                                     |          | 0.592      | 0.636            | 0.190                    |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95% <i>CI</i> )         |          | NA         | 0.02(−0.34,0.38) | −0.15(−0.50,0.19)        |                      |                     |
| <i>P</i>                                     |          | NA         | 0.908            | 0.386                    |                      |                     |
| HbA1c(%)                                     |          |            |                  |                          |                      |                     |
| 对照组                                          | 92       | 5.37±0.56  | 5.34±0.52        | 5.33±0.52                | 0.257 <sup>c</sup>   | 0.612 <sup>c</sup>  |
| 试验组                                          | 91       | 5.35±0.55  | 5.35±0.51        | 5.22±0.52 <sup>ab</sup>  | 35.840 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| <i>t</i>                                     |          | 0.165      | −0.192           | 1.530                    | 21.033 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                                     |          | 0.869      | 0.848            | 0.128                    |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95% <i>CI</i> )         |          | NA         | 0.03(−0.02,0.08) | −0.10(−0.16,−0.05)       |                      |                     |
| <i>P</i>                                     |          | NA         | 0.294            | <0.001                   |                      |                     |

注:与同组基线比较,<sup>a</sup>*P*<0.05;与同组 26 周比较,<sup>b</sup>*P*<0.05;<sup>c</sup> 为 GEE 中组别效应;<sup>d</sup> 为 GEE 中时间效应;<sup>e</sup> 为 GEE 中组别与时间交互效应;NA 为不适用。

| 表 5 对照组与试验组 1 h PPG 异常率、2 h PPG 异常率比较[ <i>n</i> (%)] |          |           |                        |                         |                      |                     |
|------------------------------------------------------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 项目                                                   | <i>n</i> | 基线        | 26 周                   | 52 周                    | <i>Wald</i> $\chi^2$ | <i>P</i>            |
| 1 h PPG 异常率                                          |          |           |                        |                         |                      |                     |
| 对照组                                                  | 92       | 68(73.91) | 65(70.65)              | 67(72.83)               | 10.672 <sup>c</sup>  | 0.001 <sup>c</sup>  |
| 试验组                                                  | 91       | 67(73.63) | 47(51.65) <sup>a</sup> | 26(28.57) <sup>ab</sup> | 38.886 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| $\chi^2$                                             |          | 0.002     | 6.958                  | 35.849                  | 32.746 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                                             |          | 0.965     | 0.008                  | <0.001                  |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95% <i>CI</i> )                 |          | NA        | −0.80(−1.29,−0.30)     | −1.89(−2.53,−1.24)      |                      |                     |
| <i>P</i>                                             |          | NA        | 0.002                  | <0.001                  |                      |                     |
| 2 h PPG 异常率                                          |          |           |                        |                         |                      |                     |
| 对照组                                                  | 92       | 49(53.26) | 49(53.26)              | 52(56.52)               | 7.650 <sup>c</sup>   | 0.006 <sup>c</sup>  |
| 试验组                                                  | 91       | 51(56.04) | 32(35.16) <sup>a</sup> | 18(19.78) <sup>ab</sup> | 27.407 <sup>d</sup>  | <0.001 <sup>d</sup> |
| $\chi^2$                                             |          | 0.143     | 6.072                  | 26.147                  | 36.439 <sup>e</sup>  | <0.001 <sup>e</sup> |
| <i>P</i>                                             |          | 0.705     | 0.014                  | <0.001                  |                      |                     |
| 较基线变化的组间差异, $\beta$ (95% <i>CI</i> )                 |          | NA        | −0.85(−1.29,−0.42)     | −1.77(−2.35,−1.20)      |                      |                     |
| <i>P</i>                                             |          | NA        | <0.001                 | <0.001                  |                      |                     |

注:与同组基线比较,<sup>a</sup>*P*<0.05;与同组 26 周比较,<sup>b</sup>*P*<0.05;<sup>c</sup> 为 GEE 中组别效应;<sup>d</sup> 为 GEE 中时间效应;<sup>e</sup> 为 GEE 中组别与时间交互效应;NA 为不适用。

**2.5 安全性评价** 试验组 1 例患者在练习八段锦过程中出现头晕、虚汗等症状,经休息 15 min 后自行缓解,在后续锻炼过程中未出现类似症状。2 组患者均无严重不良反应发生。

### 3 讨 论

《中国糖尿病防治指南(2024 版)》<sup>[2]</sup>指出,糖尿病高危人群患 T2DM 风险显著升高,应针对此类人群进行干预和定期筛查。生活方式干预是一种经济有效的预防措施,包括合理饮食、适当运动、控制体质量、限盐、戒烟限酒、保持心理平衡等。八段锦运动是以中医理论为基础的健身气功,将神、形、气三者寓于其中,再配合呼吸,能够起到活血行气、定志宁神、调节脏腑、柔筋健骨的作用。目前认为八段锦改善糖尿病前期人群血糖异常的核心机制主要包括:改善胰岛素抵抗、纠正脂质代谢紊乱、调整内分泌和神经调节异常等。胰岛素抵抗是糖尿病前期的主要病理生理改变,可导致葡萄糖摄取和利用减少、血糖升高。八段锦是一种中等强度的有氧运动和抗阻运动,可增强肌肉力量,能够提升肌纤维的密度、数量与体积,提高基础代谢率,增强肌肉对葡萄糖的摄取和利用能力,改善血糖水平<sup>[13-14]</sup>。糖尿病前期人群常伴有脂代谢紊乱,对糖尿病发生和发展具有促进作用。八段锦通过增强脂代谢相关酶的活性,促进脂肪和胆固醇的利用,减少脂质堆积,改善脂质代谢<sup>[15]</sup>。多项研究显示,八段锦对 T2DM 和糖尿病前期患者 FPG、2 h PPG、BMI、HbA1c 有改善作用<sup>[16-18]</sup>,Meta 分析显示八段锦可降低代谢综合征风险<sup>[19]</sup>。此外,八段锦对心理健康、抑郁、焦虑等有积极影响<sup>[17]</sup>,并可显著改善老年人肠道微生态平衡<sup>[20]</sup>。虽然与本研究的研究对象不一致,但相关研究同样提示八段锦对糖代谢指标的改善作用。

本研究的创新点在于纳入糖尿病高危人群进行干预,除 FPG、2 h PPG 外,还将 1 h PPG 及对应时间点的胰岛素作为观察指标。结果显示,试验组 52 周时 1 h PPG、1 h INS、2 h PPG、2 h INS、HbA1c、BMI 较基线均有显著改善( $P < 0.05$ ),与国内学者在 T2DM 和糖尿病前期人群中观察到的结果相似。另外,本研究观察到对照组 26 周和 52 周的 1 h PPG 水平显著低于基线( $P < 0.05$ ),但仅下降了 0.30 mmol/L 和 0.45 mmol/L。对于 T2DM 患者,易文明等<sup>[21]</sup>研究发现八段锦可改善胰岛细胞功能,显著降低 2 h PPG、HbA1c 水平,与本研究结果基本一致。LAAKSO 等<sup>[22]</sup>对正常糖耐量(NGT)、IGT、IFG 人群进行葡萄糖钳夹试验、OGTT 及胰岛素释放试验发现,IFG 血糖升高的机制与基础和第 1 时相胰岛素分泌受损有关,而在 IGT 患者中,导致糖负荷后高血糖的主要机制是胰岛素抵抗。本研究针对糖尿病高危人群,证实八段锦通过促进 1 h INS 分泌降低 1 h PPG 水平,进而降低 2 h PPG 和 HbA1c 水平,其可能机制

是通过早期干预,恢复糖尿病高危人群第 1 时相胰岛素分泌,使胰岛素分泌延迟得到改善。刘小勤等<sup>[23]</sup>探讨八段锦对人体生化-内分泌影响的机制发现,八段锦能够调节人体的内分泌系统和神经系统,缓解紧张和忧虑,减少生长激素、胰高血糖素、肾上腺素等激素的分泌,从而有利于恢复血糖稳态,减少血糖波动。至于 FPG、FINS 组间比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),笔者考虑原因可能与本研究纳入的是糖尿病高危人群这一特殊群体及干预时间较短有关,部分人群血糖处于正常水平,基础胰岛素分泌功能无明显受损,因此短期随访没有观察到组间差异。作为全球首个通过生活方式干预预防糖尿病的随机对照研究——大庆研究<sup>[5,7,24]</sup>,经过长达 6 年的干预期和 20 年的随访期才得出非药物干预预防糖尿病的证据:饮食、运动联合干预使糖尿病中位发病时间延迟 3.96 年(95%CI:1.25~6.67 年)。但大庆研究纳入的是 IGT 人群,是否可以通过生活方式干预糖尿病高危人群使其得到更多获益,则需要更长时间的临床观察来证实。

随着循证证据的积累,糖负荷后 1 h PPG 逐渐成为一种新的生物标志物,日益受到学界的重视。PENG 等<sup>[25]</sup>纳入 1 026 例非糖尿病受试者,并根据基线 1 h PPG 进行分类,研究发现 1 h PPG 预测糖尿病的受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)高于 2 h PPG,证明 1 h PPG 优于 2 h PPG,可被作为预测糖尿病的指标。2024 年国际糖尿病联盟(IDF)正式发布《关于负荷后 1 小时血糖诊断中度高血糖和 T2DM 的立场声明》<sup>[26]</sup>,通过汇总近 40 年来的相关诊断证据,正式公布了 OGTT 后 1 h PPG 用于糖尿病诊断的新标准,1 h PPG  $\geq 8.6$  mmol/L 作为诊断血糖异常的切点已得到 IDF 公认。本研究将 1 h PPG  $\geq 8.6$  mmol/L、2 h PPG  $\geq 7.8$  mmol/L 定义为血糖异常并进行亚组分析,结果显示试验组 1 h PPG 异常率和 2 h PPG 异常率均得到显著改善,尤其以 1 h PPG 异常率改善尤为明显。笔者分析原因可能是糖尿病高危人群 1 h PPG 升高早于 2 h PPG,通过八段锦干预后能更好地降低该部分人群异常率,从而起到预防糖尿病、降低糖尿病发病率的效果。

综上所述,健身气功八段锦不仅能增强对祖国文化的认同意识,还能改善糖尿病高危人群餐后胰岛素分泌从而降低餐后血糖,尤其对 1 h PPG、1 h INS 改善更明显。在糖尿病饮食与健步走基础上,八段锦运动显著降低糖尿病高危人群 1 h PPG 异常率和 2 h PPG 异常率,在治未病服务中具有很好的推广作用。本研究也存在一些不足之处,比如为单中心研究,没有进行中医症候分析及体质辨识等。今后需要设计更大样本量、观察周期更长、多中心参与的临床研究来提高循证等级。

# 参考文献

- [1] SUN H, SAEEDI P Y, KARURANGA S, et al. IDF diabetes Atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045 [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183: 109119.
- [2] 中华医学会糖尿病学分会. 中国糖尿病防治指南 (2024 版) [J]. *中华糖尿病杂志*, 2025, 17(1): 16-139.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2020 年版) [J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(4): 315-409.
- [4] ELSAYED N A, ALEPPO G, ARODA V R, et al. 3. prevention or delay of type 2 diabetes and associated comorbidities: standards of care in diabetes-2023 [J]. *Diabetes Care*, 2023, 46(Suppl 1): S41-S48.
- [5] LI G W, ZHANG P, WANG J P, et al. The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study [J]. *Lancet*, 2008, 371(9626): 1783-1789.
- [6] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会糖尿病学分会, 中国医师协会内分泌代谢科医师分会. 中国成人糖尿病前期干预的专家共识 (2023 版) [J]. *中华糖尿病杂志*, 2023, 15(6): 484-494.
- [7] GONG Q H, ZHANG P, WANG J P, et al. Morbidity and mortality after lifestyle intervention for people with impaired glucose tolerance: 30-year results of the Da Qing Diabetes Prevention Outcome Study [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2019, 7(6): 452-461.
- [8] 王梅杰, 廖春满, 张正媚, 等. 八段锦对 2 型糖尿病患者血糖血脂水平等辅助治疗效果影响的 Meta 分析 [J]. *北京中医药*, 2021, 40(2): 179-184.
- [9] 孙鑫, 张春梅, 张大伟, 等. 八段锦对糖尿病前期患者影响的系统评价与 Meta 分析 [J]. *天津中医药大学学报*, 2024, 43(3): 231-240.
- [10] JAGANNATHAN R, BUYSSCHAERT M, MEDINA J, et al. The 1-h post-load plasma glucose as a novel biomarker for diagnosing dysglycemia [J]. *Acta Diabetol*, 2018, 55(6): 519-529.
- [11] JAGANNATHAN R, SEVICK M A, LI H, et al. Elevated 1-hour plasma glucose levels are associated with dysglycemia, impaired beta-cell function, and insulin sensitivity: a pilot study from a real world health care setting [J]. *Endocrine*, 2016, 52: 172-175.
- [12] BUYSSCHAERT M, BERGMAN M, VALENSI P. 1-h post-load plasma glucose for detecting early stages of prediabetes [J]. *Diabetes Metab*, 2022, 48(6): 101395.
- [13] 王可, 李晓宁. 八段锦在糖尿病前期防治中的作用机制及临床应用 [J]. *临床个性化医学*, 2024, 3(4): 1665-1670.
- [14] 商月辉, 商亚丽, 蔡艳芳, 等. 八段锦与健步走在糖尿病前期人群中应用效果的比较研究 [J]. *护理研究*, 2017, 31(35): 4555-4557.
- [15] 李贝贝, 孟昭莉. 运动干预对糖尿病前期人群糖脂代谢影响的网状 Meta 分析 [J]. *中国体育科技*, 2023, 59(1): 92-103.
- [16] HUANG L, FANG Y J, TANG L J. Comparisons of different exercise interventions on glycemic control and insulin resistance in prediabetes: a network Meta-analysis [J]. *BMC Endocr Disord*, 2021, 21(1): 181.
- [17] KONG L J, REN J, FANG S T, et al. Effects of traditional Chinese mind-body exercise-Baduanjin for type 2 diabetes on psychological well-being: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 923411.
- [18] 张峻玮, 方朝晖, 汪四海, 等. 八段锦对 2 型糖尿病临床疗效 Meta 分析 [J]. *中医药临床杂志*, 2021, 33(1): 83-86.
- [19] YU J, CHUN B, LEE D, et al. Effect of baduanjin exercise on metabolic syndrome risk: a systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Iran J Public Health*, 2023, 52(5): 880-891.
- [20] LV X G, YANG M Y, WANG F, et al. The effect of Baduanjin on intestinal flora in patients with prediabetes mellitus: study protocol for a randomized controlled trial [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(37): e22108.
- [21] 易文明, 张先慧, 谢培凤, 等. 八段锦运动处方改善气阴两虚证 2 型糖尿病患者胰岛  $\beta$  细胞功能的临床研究 [J]. *中华中医药杂志*, 2019, 34(4): 1828-1831.
- [22] LAAKSO M, ZILINSKAITE J, HANSEN T, et al. Insulin sensitivity, insulin release and glucagon-like peptide-1 levels in persons with impaired fasting glucose and/or impaired glucose tolerance in the EUGENE2 study [J]. *Diabetologia*, 2008, 51(3): 502-511.
- [23] 刘小勤, 余文娟, 蒯英博, 等. 基于人体生化-内分泌变化初探八段锦对虚证体质的影响机制 [J]. *中医学*, 2024, 13(1): 105-111.
- [24] GONG Q, GREGG E W, WANG J, et al. Long-term effects of a randomised trial of a 6-year lifestyle intervention in impaired glucose tolerance on diabetes-related microvascular complications: the China Da Qing Diabetes Prevention Outcome Study [J]. *Diabetologia*, 2011, 54(2): 300-307.
- [25] PENG M, HE S, WANG J, et al. Efficacy of 1-hour post-load plasma glucose as a suitable measurement in predicting type 2 diabetes and diabetes-related complications: a post hoc analysis of the 30-year follow-up of the Da Qing IGT and Diabetes Study [J]. *Diabetes ObesMetab*, 2024, 26(6): 2329-2338.
- [26] BERGMAN M, MANCO M, SATMAN I, et al. International diabetes federation position statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2024, 209: 111589.

(收稿日期: 2025-03-01 修回日期: 2025-07-06)