

[围产医学研究]

妊娠期糖尿病孕妇孕期运动干预相关研究进展

王琚怡, 李光辉, 游 川

(首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院, 北京 100026)

[摘要] 妊娠期糖尿病(GDM)是妊娠期常见的代谢性疾病,可增加产后出血、胎儿窘迫、早产、难产及新生儿低血糖等多种不良妊娠结局的发生风险。控制血糖是 GDM 管理的核心目标。运动干预作为一种简便、经济且有效的非药物手段,在 GDM 防治中具有重要价值。目前,针对 GDM 孕妇的规范化运动方案(包括运动类型、强度、频率和时长)仍缺乏统一标准,关于运动降低 GDM 并发症的具体机制尚未完全阐明。本综述旨在为构建基于循证的 GDM 运动干预体系、优化血糖管理策略提供科学依据,并为未来开展精准化运动干预研究指明方向。

[关键词] 妊娠期糖尿病;孕期;运动干预;糖代谢异常;妊娠结局

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2026.05.001

[中图分类号]R173

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2026)05-0001-11

Progress in research on exercise intervention during pregnancy for pregnant women with gestational diabetes mellitus

WANG Junyi, LI Guanghui, YOU Chuan

(Department of Health Education, Beijing Obstetric and Gynecology Hospital, Capital Medical University/Beijing Maternal and Child Health Care Hospital, Beijing 100026, China)

[Abstract] Gestational diabetes mellitus (GDM) is a common metabolic disorder during pregnancy that increases risk of various adverse pregnancy outcomes, such as postpartum hemorrhage, fetal distress, preterm birth, dystocia and neonatal hypoglycemia. Blood glucose control is the core objective of GDM management. Exercise intervention, as a simple, economical and effective non-pharmacological approach, plays a significant role in prevention and treatment of GDM. Currently, there is still a lack of standardized exercise protocol (including exercise type, intensity, frequency and duration) for pregnant women with GDM, and the specific mechanisms how exercise reduces GDM-related complications remain unclear. This review aims to provide a scientific basis for establishing an evidence-based exercise intervention system for GDM and optimizing blood glucose management strategies, and to point a way for future research on precious personalized exercise interventions.

[Key words] gestational diabetes mellitus; pregnancy; exercise intervention; abnormal glucose metabolism; pregnancy outcome

妊娠期糖尿病(gestational diabetes mellitus, GDM)是指妊娠期间发生或首次发现糖耐量异常或糖尿病,是妊娠期常见的代谢性疾病之一^[1]。研究表明,GDM可显著增加多种不良妊娠结局的风险,如产后出血、胎儿窘迫、早产、难产及新生儿低血糖等^[2]。GDM的发生与发展受多因素交互影响,涉及遗传易感基因、表观遗传调控、糖尿病家族史、孕妇年龄以及环境因素等多方面^[3]。

随着肥胖及其他代谢性疾病在全球范围内呈现出持续增长的态势,GDM所引发的全球疾病负担,已然成为亟待引起关注的重大公共卫生问题。全球

流行病学数据表明,2019年GDM全球患病率约为14.0%^[4]。从地域分布特征来看,GDM发病率呈持续上升趋势,特别是在过去二十年中,中低收入国家的GDM患病率增幅已高达30%^[5]。一项系统综述对25项包含7.9万名国内参与者的横断面研究进行分析,结果发现GDM患病率为14.8%(95%CI:12.8%~16.7%)^[6]。由此可见,伴随着社会经济飞速发展和人们生活方式的改变,我国近年来GDM患病率持续上升,由此带来的健康及经济负担不容小觑。

因此,积极预防和干预GDM具有重要的公共卫生学意义。控制孕妇血糖水平仍是GDM治疗的核

[收稿日期]2024-06-11

[基金项目]首都科技发展重点研发项目(首发2022-1G-2113);癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究国家科技重大专项(2024ZD0532104)

[作者简介]王琚怡(1991—),医学博士,主要从事从事妇幼健康教育相关研究。

[通讯作者]游 川,主任医师。

心目标,目前临床上的干预措施主要采用饮食调控、运动管理及药物治疗的综合方案。然而,由于临床上缺乏较为敏感的监测指标,很可能错过最佳干预时机。运动作为健康生活方式的重要部分,在全生命周期的每个阶段都发挥着重要作用,尤其是在降低慢性代谢性疾病风险方面显著。作为一种简单、经济且有效的干预手段,运动对于预防和治疗 GDM 导致的高血糖问题尤为重要。研究证实,妊娠早期生活方式干预(饮食或运动)可降低 GDM 的发生风险($RR=18\%$, $95\%CI:5\%\sim 30\%$, $P=0.0091$)^[4]。

本文综述近年来有关 GDM 孕妇孕期运动干预效果的相关研究,分别从运动干预效果研究进展、强度和频率推荐以及机制进行归纳,从而为优化 GDM 孕妇运动方案提供循证依据。

1 国内外孕期运动相关指南

运动作为孕期健康干预的关键措施日益受到关注,不同国家和地区针对孕期运动颁布了多样化指南。美国糖尿病学会《糖尿病诊治指南》(2022)^[7]建议将有氧运动、抗阻运动或两者结合作为干预方式,推荐运动时间为每日 20~50 分钟或每周进行 2~7 天中等强度运动。我国《妊娠期运动专家共识(草案)》(2021)^[8]指出,无妊娠期运动禁忌证的孕妇均应在孕期进行规律运动,推荐为每周 5 天、每次 30 分钟的中等强度运动。巴西心脏病协会发布《孕期运动指南》(2021)^[9]倡导 GDM 孕妇每周至少完成 3 次

轻至中等强度的有氧与抗阻运动,单次持续 30 分钟。美国妇产科医师学会(ACOG)(2020)^[10]建议 GDM 孕妇每天进行 20~30 分钟的中等强度运动。世界卫生组织《身体活动和久坐行为指南》(2020)^[11]提出,孕期需要每周至少进行 150 分钟中等强度的有氧运动,可结合各类有氧训练与肌肉强化训练。澳大利亚和新西兰妇产科学院《孕期运动指南》^[12]强调轻至中等强度有氧与抗阻相结合的运动方式,建议每周累计完成 150~300 分钟的中等强度运动或 75~150 分钟的高强度运动。《加拿大孕期体育活动指南(2019 年)》^[13]明确 GDM 孕妇每周应至少进行 150 分钟中等强度运动,并且每周最少进行 3 次。

2 GDM 孕期运动干预的研究进展

2.1 孕期运动干预的实施策略

2.1.1 孕期运动干预方式

当前,国内外针对 GDM 干预的研究中,普遍采用的运动形式主要包含有氧运动、抗阻运动以及有氧与抗阻联合运动三种模式(见表 1)。唐秦^[14]、Xu^[15]以及国内外多位学者^[16-27]选择有氧运动作为干预方式,Xie^[5]、Zhao^[28]、何旖玲^[29]、林敏慧^[30]在研究中则采用抗阻运动作为干预手段。鉴于多项权威运动指南推荐将有氧运动与抗阻运动相结合作为 GDM 的干预策略,因此,Wu 等多项研究^[31-46]根据指南建议,选择以联合运动的方式开展干预。

表 1 GDM 孕妇运动干预研究特征汇总

Table 1 Review of characteristics of researches on exercise intervention

作者,年	国家/地区	研究对象	样本量 (干预组/对照组)	干预方式	干预强度与频率
唐秦 ^[14] ,2022	中国四川	孕 24~28 周 GDM 孕妇	500(250/250)	有氧运动	20 min/次,每周 7 次
Xu ^[15] ,2021	中国北京	GDM 孕妇	348(203/145)	有氧运动	中等强度、 ≥ 150 min/周
李卫芹 ^[16] ,2022	中国天津	孕 <16 周 GDM 孕妇	2 454(106/2 348)	有氧运动	干预 4 个月
林若筠 ^[17] ,2022	中国广东	GDM 孕妇	496(246/250)	有氧运动	40 min/次,3~5 次/周
陈娟娟 ^[18] ,2022	中国厦门	GDM 孕妇	800(400/400)	有氧运动	45~60 min/次,7 天/周
张小曼 ^[19] ,2023	中国河南	孕 24~28 周 GDM 孕妇	76(38/38)	有氧运动	干预 4 周,30~45 min/次、每周 3 次
林玉婷 ^[20] ,2023	中国福建	GDM 孕妇	90(45/45)	有氧运动	干预至分娩
左守霞 ^[21] ,2023	中国山东	GDM 孕妇	132(66/66)	有氧运动	干预 5 个月,30 min/次、3 次/周
毕长翠 ^[22] ,2023	中国江苏	18~42 岁、孕 27~41 周 GDM 孕妇	176(88/88)	有氧运动	中等运动强度、150 min/周
Liu ^[23] ,2025	中国杭州	20~35 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	88(44/44)	有氧运动	干预 ≥ 8 周,中低强度运动、 ≥ 150 min/周

(转下表)

(续上表)

作者,年	国家/地区	研究对象	样本量 (干预组/对照组)	干预方式	干预强度与频率
Xu ^[24] ,2025	中国杭州	20~35 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	90(50/40)	有氧运动	干 预 8 周,中 等 强 度 运 动 (L 组 150 min/周,M 组 200 min/周)
Xie ^[25] ,2021	中国福建	20~40 岁、孕 24~31 周 GDM 孕妇	89(46/43)	有氧运动	干 预 ≥6 周,50~60 min/次,每周 3 次,持续 6 周
Chatzakis ^[26] ,2022	希腊	24~28 周 GDM 孕妇	50(25/25)	有氧运动	中等运动强度、30 min/次
王聪 ^[27] ,2024	中国西安	≥35 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	368(201/167)	有氧运动	中低强度运动、30 min/次、≥5 天/周
Xie ^[5] ,2022	中国福建	20~40 岁、孕 24~31 周 GDM 孕妇	100(49/51)	抗阻运动	干 预 ≥6 周,50~60 min/次,每周 3 次,持续 6 周
Zhao ^[28] ,2022	中国福建	≥20 岁、孕 24~31 周 GDM 孕妇	99(49/50)	抗阻运动	干 预 6 周 以 上,中 等 强 度、50 ~ 60 min/次、每周 3 次
何旖玲 ^[29] ,2024	中国江苏	GDM 孕妇	72(36/36)	抗阻运动	干 预 2 月,每 日 2 次
林敏慧 ^[30] ,2024	中国福建	GDM 孕妇	68(34/34)	抗阻运动	干 预 2 月,2 次/天
Wu ^[31] ,2021	中国杭州	20~34 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	138(68/70)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 4 周,每 日 ≥30 min,每周 ≥3 次
肖紫艳 ^[32] ,2021	中国厦门	18~45 岁 GDM 孕妇	120(60/60)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 12 周
Uria-Minguito ^[33] , 2022	西班牙	孕 8~10 周 GDM 孕妇	260(130/130)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 7 个 月,中 等 强 度、50~60 min/次、每周 3 次
鄂桂娟 ^[34] ,2022	中国广东	≥18 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	101(49/52)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 12 周,40 min/次、每周 3 次
杨苗苗 ^[35] ,2022	中国广西	GDM 孕妇	120(60/60)	有氧运动+ 抗阻运动	有 氧 运 动 30~40 min/次、抗阻运动 3 组/次,4 次/周
姚映彩 ^[36] ,2022	中国福建	GDM 孕妇	1 000(500/500)	有氧运动+ 阻力运动	30 min/次、每周 2 次
钟鑫 ^[37] ,2022	中国广西	18~50 岁、孕 24~26 周 GDM 孕妇	191(65/64/62)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 至 分 娩,3~4 次/周
倪惠钦 ^[38] ,2023	中国福建	≤35 岁 GDM 孕妇	100(50/50)	有氧运动+ 抗阻运动	≤30 min/次、≤4 次/周
陈凤开 ^[39] ,2023	中国广东	GDM 孕妇	76(38/38)	有氧运动+ 抗阻运动	40 min/次、每周 3~4 次
郭佳青 ^[40] ,2023	中国上海	20~40 岁、孕 26~28 周 GDM 孕妇	150(75/75)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 12 周,抗 阻 20 min/次、有 氧 40 min/次,1 次/天
朱碧云 ^[41] ,2023	中国江苏	GDM 孕妇	122(61/61)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 4 周,有 氧 20~30 min/次、3~5 次/周;抗阻<30 min/次、3 次/日
詹珠清 ^[42] ,2023	中国福建	GDM 孕妇	100(50/50)	有氧运动+ 抗阻运动	35~40 min/次、≥3 次/周
边文辉 ^[48] ,2023	中国浙江	GDM 孕妇	240(160/80)	有氧运动+ 抗阻运动	30~45 min/次、5 次/周
刘丽娜 ^[43] ,2024	中国北京	20~45 岁、孕 24~30 周 GDM 孕妇	108(54/54)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 至 少 6 周,50~60 min/次、每周 3 次
宋伟 ^[44] ,2024	中国北京	18~40 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇	380(207/173)	有氧运动+ 抗阻运动	中 等 运 动 强 度、30~40 min/次、每 周 ≥5 天
黄倩 ^[45] ,2025	中国福建	GDM 孕妇	92(46/46)	有氧运动+ 抗阻运动	结 构 性 有 氧 15 min/次,中 等 强 度 抗 阻 30 min/次,3~4 次/周
储冬泉 ^[46] ,2025	中国江苏	20~40 岁 GDM 孕妇	92(46/46)	有氧运动+ 抗阻运动	干 预 4 周,30~45 min/次、2~3 次/周

2.1.2 孕期运动强度与频率

关于孕期运动干预的持续时长、强度和频率在不同研究中存在一定差异。多数研究采用“中等运动强度、单次运动 30~45 分钟、每周 ≥ 3 次”的方案,以满足《糖尿病诊治指南》(2022)^[7]、《妊娠期运动专家共识(草案)》(2021)^[8]、《身体活动和久坐行为指南》(2020)^[11]等指南的推荐要求。整体干预周期从 1 个月到 5 个月不等,单次运动时长则依据所选运动类型的不同而有所差异,范围在 20 分钟至 60 分钟之间。

2.1.3 孕期运动干预时期

目前,国内外公认 GDM 诊断方法是在妊娠 24~28 周期间进行 75 g 口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test,OGTT)^[47]。因此,多数孕期运动干预研究选择在孕妇被诊断为 GDM 后开始实施,并持续进行直至分娩前^[15-46]。不过,部分研究选

择从孕早期就开始实施运动干预,如李卫芹^[16]和 Uria-Minguito^[33]。总体而言,不同孕期开始运动干预均产生积极效果。

2.2 孕期运动干预效果的研究进展

2.2.1 孕期运动干预与糖代谢调节的研究进展

在糖代谢调节方面,大量研究证实孕期运动有助于改善糖代谢水平,包括空腹血糖(fasting plasma glucose,FPG)、餐后血糖(postprandial blood glucose,PBG)、餐后 1 h 血糖(1-hour postprandial blood glucose,1hPBG)、餐后 2h 血糖(2-hour postprandial blood glucose,2hPBG)、糖化血红蛋白(hemoglobin A1c,HbA1c)、空腹胰岛素(fasting insulin,FINS)、胰岛素抵抗指数(homeostatic model assessment for insulin resistance,HOMA-IR)、胰岛 β 细胞功能等(见表 2)。

表 2 GDM 孕妇运动干预效果研究汇总

Table 2 Summary of effects of exercise intervention

作者,年	糖代谢指标	孕产妇结局	新生儿结局	其他相关指标
Xie ^[5] ,2022	抗阻组 2hPBG(6.03 mmol/L)显著低于有氧组(6.19 mmol/L, $P=0.019$),两组 FPG 无显著差异($P>0.05$)	两组孕妇不良结局(早产、剖宫产、羊水过多、胎膜早破等)发生率无统计学差异($P>0.05$)	两组新生儿窘迫、低体重儿、新生儿呼吸窘迫综合征和窒息发生率之间无统计学意义($P>0.05$)	干预期间两组之间的胰岛素使用率和使用量均无统计学显著差异($P=1.000$)
唐秦 ^[14] ,2022	干预组产后 FPG、2hPG 均低于对照组($P<0.05$)	—	干预组新生儿不良结局(如新生儿窒息)发生率低于对照组($P<0.05$),两组低体重儿、新生儿呼吸窘迫综合征和窒息发生率之间未发现统计学差异($P>0.05$)	干预组 TC、TG、LDL-C 均低于对照组($P<0.05$),HOMA- β 和 HDL-C 水平高于对照组($P<0.05$)
Xu ^[15] ,2021	干预组 GDM 发生率(32.0%)显著低于对照组(47.6%,校正 RR=0.475,95% CI: 0.30~0.752, $P=0.001$)	干预组子痫前期(3.5%)、妊娠期高血压(5.9%)发生率显著低于对照组($P<0.05$)	干预组新生儿出生体重(3.38 kg)与对照组(3.46 kg)无显著差异($P=0.079$),其他新生儿结局(如窒息、早产等)无显著差异($P>0.05$)	干预组总孕期体重增长(15.8 kg)、体重过度增长发生率(54.2%)低于对照组($P<0.01$)
李卫芹 ^[16] ,2022	干预队列在孕 24~28 周时的 FPG 和 1hPBG 显著低于对照队列($P<0.05$),2hPBG 水平差异无统计学意义($P=0.162$)	—	—	干预队列 GDM 发病率(19.8%)显著低于对照队列(29.6%, $P=0.029$),RR 降低 33%
林若筠 ^[17] ,2022	两组 FPG 及 2hPBG 水平均较干预前下降,且干预组低于对照组($P<0.05$)	干预组剖宫产率(34.1%)低于对照组(54.4%, $P<0.05$)	干预组新生儿入住 NICU 率(3.7%)低于对照组(9.6%, $P<0.05$)	—
陈娟娟 ^[18] ,2022	干预组 FPG、2hPBG 及 HbA1c 水平均显著低于对照组($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局发生率(5.25%)显著低于对照组的(9.50%, $P<0.05$)	—	干预组的 SAS 和 SDS 评分均显著低于对照组($P<0.05$)
张小曼 ^[19] ,2023	干预组 FPG、2hP-BG、HbA1c 水平低于对照组($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(早产、胎儿窘迫、羊水过多、产后出血)发生率(2.63%)低于对照组(18.42%, $P<0.05$)	干预组新生儿并发症发生率(2.63%)低于对照组(15.79%, $P<0.05$)	三酰甘油、TC、LDL-C 水平低于对照组,HDLC 水平高于对照组($P<0.05$)
林玉婷 ^[20] ,2023	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 水平均较对照组低($P<0.05$)	干预组孕妇不良结局(包括羊水过多、胎膜早破、产后出血、早产)发生率低于对照组($P<0.05$)	干预组新生儿不良结局(包括巨大儿、高胆红素血症、胎儿窘迫)发生率(6.7%)低于对照组(20.0%, $P<0.05$)	—

(转下表)

(续上表)

作者,年	糖代谢指标	孕产妇结局	新生儿结局	其他相关指标
左守霞 ^[21] ,2023	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 均低于对照组($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(羊水过多、感染)总发生率(1.52%)低于对照组(10.62%, $P<0.05$)	干预组新生儿不良结局(早产、巨大儿、宫内窘迫)总发生率(3.03%)低于对照组(12.12%, $P<0.05$)	干预组体重质量相关指标及血脂水平均低于对照组($P<0.05$)
毕长翠 ^[22] ,2023	干预组 FINS、FPG、HbA1c、血脂水平低于对照组($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(早产、羊水过多等)总发生率低于对照组($P<0.05$)	—	—
Liu ^[23] ,2025	两组 FPG、2hPGB、HbA1c 水平均降低,干预组改善更显著($P<0.05$)	干预组不良孕产妇结局(妊娠期高血压、羊水异常等)总发生率(20.45%)低于对照组(40.91%, $P<0.05$)	干预组不良新生儿结局(早产、巨大儿等)总发生率(18.18%)低于对照组(38.64%, $P<0.05$)	干预组妊娠期体重增长过多、产后 OGTT 异常等发生率更低($P<0.05$)
Xu ^[24] ,2025	干预组和对照组之间血糖水平无显著差异($P=0.211$)	中等运动强度组妊娠期体重增长(11.7 kg)显著高于低运动组(9.5 kg, $P=0.001$),该组胎膜早破发生率显著低于低运动组($P=0.014$)	—	两组运动水平与胎膜破裂方式、体重增长无显著相关性($P>0.05$)
Xie ^[25] ,2021	两组患者的 FPG、2hPBG 差异有统计学意义($P<0.05$),干预组低于对照组	两组孕妇的胎膜早破率、早产率、分娩延长率和剖宫产率均未发现统计学意义($P>0.05$)	两组不良新生儿出生结局发生率(巨大儿、新生儿窒息)均未发现统计学意义($P>0.05$)	两组胰岛素使用率和使用量均有统计学差异($P<0.05$),干预组显著低于对照组
Chatzakis ^[26] ,2022	—	—	—	两组过氧化氢酶活性(CAT)、还原谷胱甘肽(GSH)、子宫动脉搏动指数(UtAPI)之间的差异有统计学意义($P<0.05$),干预组均低于对照组
王聪 ^[27] ,2024	—	—	—	干预组 GDM 发病率低于对照组($\chi^2=4.261$, $P<0.05$),干预组孕妇分娩时体重、孕期体重质量增长均低于对照组(t 值分别为 3.517、3.098, $P<0.05$)
Zhao ^[28] ,2022	干预组 FPG(4.97 mmol/L)、2hPBG(6.06 mmol/L)显著低于对照组($P<0.05$);干预组胰岛素使用率(2.3%)和用量也更低($P<0.05$)	干预组妊娠期体重增长(10.78 kg)显著低于对照组($P=0.033$)	两组新生儿体重、身长、Apgar 评分、巨大儿、低血糖等指标无显著差异($P>0.05$)	干预组收缩压(112.12 mmHg)和舒张压(70.23 mmHg)显著低于对照组($P<0.05$)
何旖玲 ^[29] ,2024	干预组 FPG、2hPBG 水平均低于对照组($P<0.05$);干预组血糖达标时间短于对照组以及日胰岛素总量低于对照组($P<0.05$)	—	干预组不良妊娠结局(包括早产、宫内窘迫、巨大儿、新生儿窒息、新生儿低血糖等)发生率低于对照组($P<0.05$)	—
林敏慧 ^[30] ,2024	两组 FPG、2hPBG、HbA1c 水平均降低,干预组降低幅度更大($P<0.05$)	干预组产妇不良妊娠结局(羊水过多、羊水污染、产后出血)发生率低于对照组($P<0.05$)	干预组新生儿不良结局(新生儿窒息、早产儿、巨大儿)发生率低于对照组($P<0.05$)	干预组 TC、TG 降低幅度更大($P<0.05$)
Wu ^[31] ,2021	干预组 FPG 和 2hPBG 均显著低于对照组($P<0.05$)	干预组剖宫产率(19.1%)显著低于对照组(35.7%)($P<0.05$),两组在妊娠期高血压、羊水过多、胎膜早破等并发症发生率上无显著差异($P>0.05$)	干预组巨大儿发生率(1.5%)显著低于对照组(11.4%, $P<0.05$),两组新生儿低血糖、窒息等发生率无显著差异($P>0.05$)	干预组孕期体重增长达标率(88.2%)高于对照组(70.0%, $P<0.05$)
肖紫艳 ^[32] ,2021	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c、HOMA-IR 和抵抗素水平均显著低于对照组($P<0.05$);脂联素水平显著高于对照组($P<0.05$)	干预组剖宫产率、巨大儿发生率及新生儿低血糖发生率均显著低于对照组($P<0.05$)	—	干预组 IL-6、TNF- α 及 CRP 水平均显著低于对照组($P<0.05$)
Uria-Minguito ^[33] ,2022	干预组 GDM 发生率(4.9%)显著低于对照组(16.8%, $P=0.006$),GDM 风险降低 74.5%(OR=0.255,95%CI:0.090~0.720)	干预组剖宫产率(9.9%)和器械助产率(11.3%)显著低于对照组(23.3%、15.1%, $P=0.046$)	两组新生儿出生体重、身长、头围及 Apgar 评分无显著差异($P>0.05$)	干预组异常血糖筛查人数(23.8%)少于对照组(36.6%, $P=0.046$);干预组体重过度增长发生率(11.8%)低于对照组(30.7%, $P=0.001$)

(转下表)

(续上表)

作者,年	糖代谢指标	孕产妇结局	新生儿结局	其他相关指标
鄂桂娟 ^[34] ,2022	干预组 FPG、2hPBG 低于对照组 ($P<0.05$)	干预组自然分娩率(85.7%)、会阴损伤率(12.2%)均优于对照组(28.8%、15.4%, $P<0.05$),产后出血发生率差异无统计学意义($P>0.05$)	两组早产儿、巨大儿、新生儿窒息发生率差异无统计学意义($P>0.05$)	—
杨苗苗 ^[35] ,2022	—	干预组孕妇羊水过多、妊娠高血压、胎膜早破、产程延长及剖宫产发生率均低于对照组 ($P<0.05$)	两组新生儿畸形、低血糖发生率比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),干预组早产儿、胎儿窘迫、巨大儿及新生儿窒息发生率低于对照组($P<0.05$)	干预后干预组 SAS、SDS 评分优于对照组 ($P<0.05$)
姚映彩 ^[36] ,2022	干预组 2hPBG(8.23 mmol/L)、FPG(5.14 mmol/L)均低于对照组 ($P<0.05$)	干预组妊娠合并症发生率(6.80%)低于对照组(12.00%) ($P<0.05$)。	干预组新生儿不良结局发生率(5.20%)低于对照组(13.20%, $P<0.05$),出生后 Apgar 评分均高于对照组 ($P<0.05$)	—
钟鑫 ^[37] ,2022	三组 FPG 均显著降低 ($P<0.05$),组间无差异 ($P>0.05$); RT+AT 组的 2hPBG 降幅最大 ($P<0.05$); RT+AT 组的 HbA1c 显著低于 AT 组 ($P<0.05$)	RT+AT 组剖宫产率(20.97%)显著低于 AT 组(40.00%)和 RT 组(39.06%) ($P<0.05$);RT+AT 组和 RT 组产后出血量均低于 AT 组 ($P<0.05$);三组在胎龄、早产率、妊娠期高血压发生率上无统计学差异 ($P>0.05$)	RT+AT 组巨大儿发生率显著低于 AT 组 ($P<0.05$);三组出生体重、Apgar 评分、身长组间无差异 ($P>0.05$)	RT 组与 RT+AT 组舒张压低于 AT 组 ($P<0.05$),RT+AT 组收缩压降幅更明显 ($P<0.05$)
倪惠钦 ^[38] ,2023	两组 FPG、2hPBG 及 HbA1c 水平均较干预前降低,且干预组各项指标低于对照组 ($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(包括胎膜早破、剖宫产等)发生率低于对照组 ($P<0.05$)	—	—
陈凤开 ^[39] ,2023	干预组 FPG、2hPBG 及 HbA1c 水平均显著低于对照组 ($P<0.05$)	—	干预组不良结局发生率(7.89%,包括巨大儿、胎儿宫内窘迫及新生儿低血糖)显著低于对照组 (28.95%, $P<0.05$)	干预组 TC、LDL-C、载脂蛋白-β 低于对照组, HDL-C 高于对照组 ($P<0.05$)
郭佳青 ^[40] ,2023	两组 FPG、2hPBG、HbA1c 水平均下降,且干预组下降程度大于对照组 ($P<0.05$)	干预组剖宫产率、产后出血量低于对照组 ($P<0.05$)	干预组巨大儿发生率(0%)低于对照组 (9.3%), Apgar 评分高于对照组 ($P<0.05$)	干预组 TC、TG 水平均下降,且干预组下降幅度大于对照组 ($P<0.05$);两组血清氧化应激指标变化幅度大于对照组 ($P<0.05$)
朱碧云 ^[41] ,2023	干预组 FPG、2hPBG 水平均低于对照组 ($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局总发生率(4.92%)低于对照组 (16.39%, $P<0.05$)	—	干预组血清铁蛋白水平低于对照组,脂联素水平高于对照组 ($P<0.05$)
詹珠清 ^[42] ,2023	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 均低于对照组 ($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(产后出血、胎膜早破等)总发生率(10.00%)低于对照组 (26.00%, $P<0.05$)	—	干预组血清脂肪细胞因子水平均低于对照组 ($P<0.05$)
边文辉 ^[43] ,2023	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 均低于对照组 (均 $P<0.05$);干预组 FINS、HOMA-IR 均低于对照组,胰岛 β 细胞分泌功能指数高于对照组 (均 $P<0.05$)	干预组孕产妇不良妊娠结局(羊水过多、胎膜早破等)总发生率低于对照组 ($P<0.05$)	干预组新生儿不良妊娠结局(巨大儿、早产儿等)总发生率低于对照组 ($P<0.05$)	干预组孕期增重、孕期 BMI 增加、新生儿出生体质量低于对照组 ($P<0.05$)
刘丽娜 ^[43] ,2024	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c、空腹胰岛素、HOMA-IR 均低于对照组 ($P<0.05$)	两组胎膜早破、剖宫产发生率的差异无统计学意义 ($P>0.05$)	早产、滞产、新生儿体重、身高、Apgar 评分、血压、心率之间从差异无统计学意义 ($P>0.05$)	—
宋伟 ^[44] ,2024	有氧抗阻组孕晚期 HbA1c 低于有氧运动组 ($P<0.05$)	有氧抗阻组孕期增重未达标率、胰岛素治疗率、剖宫产率、产后出血率均低于有氧运动组 ($P<0.05$)	有氧抗阻组新生儿体重大于孕龄儿发生率均低于有氧运动组 ($P<0.05$)	有氧抗阻组妊娠期增重未达标率、胰岛素治疗率均低于有氧运动指导组 ($P<0.05$)

(转下表)

(续上表)

作者,年	糖代谢指标	孕产妇结局	新生儿结局	其他相关指标
黄倩 ^[45] ,2025	两组 FPG、2hPBG 均下降,且干预组均低于对照组($P<0.05$)	干预组剖宫产率(10.87%)低于对照组(30.43%, $P<0.05$),不良妊娠结局发生率(8.70%)低于对照组的(26.09%, $P<0.05$)。	干预组新生儿不良结局发生率(4.35%)低于对照组(21.74%, $P<0.05$),出生后1、5、10 min 新生儿 Apgar 评分均高于对照组($P<0.05$)	—
储冬泉 ^[46] ,2025	干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 水平低于对照组($P<0.05$)	干预组不良妊娠结局(产后出血、巨大儿等)发生率低于对照组($P<0.05$)	—	干预组 TC、TG、LDL-C 水平均低于对照组($P<0.05$)

国内外研究多把有氧运动方式作为干预策略,探讨孕期有氧运动与 GDM 孕妇糖代谢指标的关联^[14-25]。陈娟娟等^[18]研究观察到运动干预后干预组 FPG、2hPBG 及 HbA1c 水平均有改善,且干预组改善更显著($P<0.05$)。Zhao 等^[28]研究发现干预组 FPG(4.97 mmol/L)、2hPBG(6.06 mmol/L)显著低于对照组($P<0.05$),干预组胰岛素使用率(2.3%)和用量也更低($P<0.05$)。然而,Xu 等^[24]对 20~35 岁、孕 24~28 周 GDM 孕妇进行 8 周有氧运动干预后,并未发现运动干预后两组 FPG、PBG 及 HbA1c 水平之间存在统计学差异($P=0.211$)。

抗阻运动对糖代谢指标的改善作用也得到多项研究支持^[5,28-30]。Zhao 等^[28]开展的为期 6 周以上的抗阻运动干预、何旖玲^[29]和林敏慧^[30]分别开展为期 2 个月的抗阻干预,均报告干预组 FPG、2hPBG、HbA1c 水平均显著低于对照组($P<0.05$)。但需注意,Xie^[5]对 100 例 24~31 孕周 GDM 孕妇(抗阻运动组 49 例、有氧运动组 51 例)进行的 6 周联合运动干预(每周 3 次,每次 50~60 分钟),发现抗阻运动与有氧运动组的 FPG 水平和胰岛素使用率无显著差异($P>0.05$)。

有氧与抗阻联合干预相关研究同样显示出对 GDM 孕妇糖代谢指标的改善作用。Wu 等^[31]对 138 例 24~28 孕周 GDM 孕妇开展多元化定量运动干预,结果显示干预组 FBG 及 2hPBG 降低幅度显著优于对照组(FBG: $P=0.012$;2hPBG: $P<0.001$)。肖紫艳^[32]对 120 例 24~29 孕周 GDM 患者进行 12 周干预,发现干预组 FBG $[(5.25\pm0.49)\text{mmol/L}]$ 、2hPBG $[(8.12\pm0.78)\text{mmol/L}]$ 及 HbA1c $[(5.05\pm0.58)\%]$ 均显著低于对照组($P<0.05$)。此外,AneUM 等众多学者的研究也支持有氧联合抗阻运动对 GDM 孕妇糖代谢指标的改善作用^[33-46]。

2.2.2 孕期运动干预与孕产妇结局的研究进展

研究表明,孕期运动干预可有效降低 GDM 孕妇多种不良妊娠结局风险,如产后出血、胎膜早破、羊水过多、剖宫产以及妊娠期高血压疾病等。有氧运动在改善孕产妇结局方面效果较为明确。Xu 等^[15]的随机对照试验证实,干预组子痫前期(3.5%)、妊娠期高血压(5.9%)发生率显著下降($P<0.05$),且孕期体重过度增长风险更低($P<0.01$)。林玉婷等^[20]的研究结果亦表明干预组不良妊娠结局(羊水过多、胎膜早破、产后出血、早产)发生率更低($P<0.05$)。Liu 等^[23]在其探究中开展为期干预至少 8 周的中低强度运动干预,结果提示干预组不良孕产妇结局(妊娠期高血压、羊水异常等)总发生率(20.45%)低于对照组(40.91%, $P<0.05$)。

抗阻运动在改善孕产妇结局方面同样有效。Zhao 等^[28]的研究以抗阻运动作为干预手段,在孕期体重管理上体现了良好的效果,结果发现干预组妊娠期体重增长(10.78 kg)显著低于对照组($P=0.033$)。林敏慧等^[30]纳入 94 例 GDM 孕妇实施运动干预,发现干预组产妇产水过多、羊水污染、产后出血等不良结局发生率显著降低($P<0.05$)。

有氧联合抗阻运动显示出更显著的协同改善作用。姚映彩等^[36]对 1 000 例 GDM 孕妇进行联合运动干预,研究显示干预组妊娠合并症发生率(6.80%)显著低于对照组(12.00%, $P<0.05$)。钟鑫等^[37]为探讨不同运动方式(有氧运动、抗阻运动、联合运动)对 GDM 孕妇代谢指标及母婴结局的影响,发现联合运动组剖宫产率(20.97%)低于有氧运动组(40.00%)和抗阻运动组(39.06%, $P<0.05$),但三组之间在胎龄、早产率、妊娠期高血压发生率未见统计学差异($P>0.05$)。宋伟等^[44]比较 380 例 GDM 孕妇接受有氧运动指导与联合运动指导的效果,发现有氧抗阻组孕期增重未达标率、胰岛素治疗

率、剖宫产率、产后出血率均低于有氧运动组 ($P < 0.05$)。黄倩等^[45]研究表明,有氧联合抗阻运动组剖宫产率(10.87%)、不良妊娠结局发生率(8.70%)均低于对照组 ($P < 0.05$)。

部分研究观察到阴性结果。Xie 等^[5]研究结果显示,抗阻运动组与有氧运动组在剖宫产率、妊娠期高血压等结局指标之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。Xu 等^[24]研究也未发现运动干预后血糖改善水平与孕产妇结局之间关联的显著性 ($P = 0.211$),这可能与干预强度或人群异质性有关。Wu 等^[31]研究虽显示干预组剖宫产率(19.1%)显著低于对照组(35.7%, $P < 0.05$),但妊娠期高血压、羊水过多、胎膜早破等并发症发生率无组间差异 ($P > 0.05$)。鄂桂娟等^[34]及刘丽娜等^[43]的研究均未报告产后出血、胎膜早破、早产、剖宫产等发生率存在统计学差异 ($P > 0.05$)。这可能归因于样本量、干预方案差异(如强度、时长)或结局指标受多种混杂因素影响。

2.2.3 孕期运动干预与新生儿结局的研究进展

运动干预可显著改善 GDM 孕妇的新生儿结局,主要体现在降低新生儿不良结局发生率,包括早产儿、新生儿窒息、巨大儿、新生儿低血糖等^[17,19-21,23,29-30,36,39-40,45,48]。其中,唐秦等^[14]研究结果提示,干预组新生儿并发症的总发生率为 3.20%,显著低于对照组的 15.20% ($\chi^2 = 21.55, P < 0.05$),该组巨大儿、新生儿低血糖发生率也低于对照组 ($\chi^2 = 21.55, P < 0.05$)。林敏慧等^[30]针对有氧联合抗阻运动的研究显示,干预组新生儿窒息、早产儿、巨大儿发生率均低于对照组 (χ^2 分别为 5.46、4.56, $P < 0.05$)。Liu 等^[23]研究发现,运动干预组新生儿不良结局(如早产、巨大儿等)总发生率(18.18%)低于对照组(38.64%, $P < 0.05$)。

部分研究结果则未发现运动干预与常规护理的差异。唐秦等^[14]研究采用有氧运动干预,结果并未发现在两组低体重儿、新生儿呼吸窘迫综合征和窒息发生率之间的统计学差异 (χ^2 分别为 3.07、2.27、2.32, $P > 0.05$)。Wu 等^[31]发现,干预组巨大儿发生率(1.5%)显著低于对照组(11.4%, $P < 0.05$),但两组新生儿低血糖、窒息等发生率无显著差异 ($P > 0.05$)。Xie^[5]、Uria-Minguito^[33]、钟鑫^[37]、刘

丽娜^[43]的研究均未发现两组新生儿出生体重、身长、头围及 Apgar 评分上存在显著差异 ($P > 0.05$)。鄂桂娟等^[34]的研究显示,两组早产儿、巨大儿、新生儿窒息发生率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。杨苗苗等^[35]的研究则表明,两组新生儿畸形、低血糖发生率比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。这种结果的不一致性可能与运动干预方案(如强度、频率、持续时间)、研究对象的基线特征以及样本量大小等因素相关,有待后续研究进一步验证和分析。

2.2.4 孕期运动干预与其他妊娠相关指标的研究进展

有学者围绕孕期运动干预与妊娠相关指标展开深入分析,结果表明,运动干预在孕期体重控制、血脂指标调节、炎症因子水平改善及心理指标优化等多个方面均能发挥积极作用。Xu 等^[15]开展一项随机对照试验对妊娠中晚期体重增长过度的孕妇实施干预,结果提示干预组孕期总增重[(15.8±5.4)kg, $P = 0.002$]及超重增重比例(54.2%, $P = 0.003$)均显著低于对照组。陈娟娟^[18]研究也证实,经运动干预后,干预组的焦虑自评量表(SAS)及抑郁自评量表(SDS)评分均显著低于对照组 ($P < 0.05$)。Chatzakis 等^[26]研究发现中等强度有氧运动可更好的提高 GDM 孕妇的氧化能力,促进胎盘子宫循环。多项研究进一步证实,运动干预对 GDM 孕妇的体重、血脂、炎症因子等指标具有更为显著的改善效果^[32,41-42]。

3 运动干预改善 GDM 的机制研究

3.1 糖代谢与胰岛素敏感性调控

运动有助于改善葡萄糖稳态并增强胰岛素敏感性,对妊娠期糖尿病相关病理状态具有预防与改善作用,从而降低不良妊娠结局风险。其机制可能与运动可增加骨骼肌中葡萄糖转运蛋白的表达以及糖原合成酶活性,进而促进外周组织对葡萄糖的摄取与利用,加速糖原合成,实现血糖调控^[32]。

3.2 炎症与氧化应激调节

胰岛素抵抗的核心病理特征之一为慢性低度炎症反应。运动可通过增强抗氧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性,降低丙二醛(malondialdehyde, MDA)、8-羟基脱氧鸟苷(8-hydroxy-2'-deoxyguanosine, 8-OHdG)等氧化损伤标志物,缓解氧

化应激。同时,运动还可显著降低 GDM 孕妇体内促炎因子[如肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素 6(interleukin 6, IL-6)、瘦素]水平,并提升抗炎因子脂联素浓度,改善慢性低度炎症状态。上述作用共同促进胰岛素信号通路功能恢复、增加葡萄糖摄取与利用,最终实现血糖稳态的改善^[49]。

3.3 胎盘与胎儿发育调控

孕期运动可通过多种机制改善胎盘微环境从而促进胎儿发育^[50]。具体而言,运动能够激活胎盘中的 AMPK 信号通路,促进血管生成并提高胎盘血流量,同时减轻氧化应激反应,抑制内皮素-1 等血管收缩因子的释放。在炎症调节方面,运动可降低循环中瘦素、TNF- α 等促炎因子水平,并提升脂联素浓度,进而保护血管内皮功能。此外,运动通过调节鸢尾素等激素,增强葡萄糖利用与能量代谢为胎儿提供更稳定的营养环境。

4 总结与展望

值得关注的是,当前国内外孕妇的运动情况并不理想。现有关于 GDM 孕妇运动干预的研究在干预方式、时机及时长等方面存在显著异质性,主要局限性体现在:

4.1 指南标准与干预设计的局限性

尽管国内外已发布了多项孕期运动指南,然而针对 GDM 孕妇的运动模式、时长及频率等方面,尚未形成统一的标准。既往研究中采用的干预方法,例如散步、有氧运动和抗阻训练等,缺乏系统性科学设计,这可能会影响孕妇参与度及运动干预效果。

4.2 干预方案的研究空白

现有研究较少探讨基于健康教育框架的体操干预对 GDM 孕妇糖代谢调控及不良妊娠结局的影响。尤其缺乏对运动强度、频率与妊娠周期适配性的深入研究。

4.3 研究方法 with 机制探索的不足

多数研究基于横断面或病例对照设计,尚缺乏纵向随访研究观察孕期运动的干预效果。此外,运动干预改善 GDM 孕妇糖代谢指标的具体机制尚未完全阐明,尤其是运动是否通过调节葡萄糖稳态、胰岛素敏感性及胎盘内分泌功能等途径发挥作用,仍

需深入探究。

综上所述,关于 GDM 孕妇孕期运动模式尚未达成共识。未来研究需结合 GDM 孕妇的生理特点,开发科学规范的 GDM 孕妇运动方案,从而为改善 GDM 孕妇的糖脂代谢水平以及降低不良妊娠结局风险提供循证支持。同时,建议采用多中心大样本随机对照试验,结合健康管理平台、可穿戴设备等数字化工具,系统评估运动干预效果,并深入探索其潜在作用机制。

[参考文献]

- [1] Sweeting A, Wong J, Murphy H R, et al. A clinical update on gestational diabetes mellitus [J]. *Endocrine Reviews*, 2022, 43(5): 763-793.
- [2] 李亚萌, 刘劲松, 张晓红, 等. 孕妇血糖异常项数、孕期增重及其交互作用对妊娠不良结局的影响[J]. *中国妇幼健康研究*, 2024, 35(6): 41-50.
- [3] UKK Institute. Physical activity recommendations in Finland [EB/OL]. <https://ukkinstituutti.fi/en/products-services/physical-activity-recommendations/>, 2025-06-27.
- [4] Wang H, Li N, Chivese T, et al. IDF Diabetes Atlas: Estimation of global and regional gestational diabetes mellitus prevalence for 2021 by International Association of Diabetes in Pregnancy Study Group's Criteria [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183: 109050.
- [5] Xie Y, Zhao H, Zhao M, et al. Effects of resistance exercise on blood glucose level and pregnancy outcome in patients with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial[J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2022, 10(2): e002622.
- [6] Xu M, Tang L, Wang Y. Fluctuation trend of inflammatory indexes related to gestational diabetes mellitus from second trimester to third trimester of pregnancy [J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2024, 24(1): 665.
- [7] American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of diabetes in pregnancy: standards of medical care in diabetes-2022 [J]. *Diabetes Care*, 2022, 45(Suppl 1): S232-S243.
- [8] 中国妇幼保健协会妊娠合并糖尿病专业委员会, 中华医学会妇产科学分会产科学组. 妊娠期运动专家共识(草案) [J]. *中华围产医学杂志*, 2021, 24(9): 641-645.
- [9] Campos M, Buglia S, Colombo C, et al. Position statement on exercise during pregnancy and the post-partum

- period-2021[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2021, 117(1): 160-180.
- [10] Heisler C A, Mark K, Ton J, et al. Has a critical mass of women resulted in gender equity in gynecologic surgery? [J] *Am J Obstet Gynecol*, 2020, 223(5): 665-673.
- [11] DiPietro L, Al-Ansari S S, Biddle S J H, et al. Advancing the global physical activity agenda: recommendations for future research by the 2020 WHO physical activity and sedentary behavior guidelines development group[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2020, 17(1): 143.
- [12] Brown W J, Hayman M, Haakstad L A H, et al. Australian guidelines for physical activity in pregnancy and postpartum[J]. *J Sci Med Sport*, 2022, 25(6): 511-519.
- [13] Srugo S A, Fernandes da Silva D, Menard L M, et al. Recent Patterns of Physical Activity and Sedentary Behaviour Among Pregnant Adults in Canada [J]. *J Obstet Gynaecol Can*, 2023, 45(2): 141-149.
- [14] 唐秦, 魏敏, 邓建军, 等. 个体化医学营养疗法对妊娠期糖尿病患者血糖管理及产后糖脂代谢的影响[J]. *中国妇幼健康研究*, 2022, 33(6): 71-76.
- [15] Xu M Y, Guo Y J, Zhang L, et al. Effect of individualized weight management intervention on excessive gestational weight gain and perinatal outcomes: a randomized controlled trial[J]. *Peer J*, 2022, 10: e13067.
- [16] 李卫芹, 王蕾琴, 张爽, 等. 妊娠早期生活方式干预对高危孕妇妊娠期糖尿病的预防效果评价研究[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(12): 1410-1416.
- [17] 林若筠, 杨依依, 翁桦. 个体化运动疗法对妊娠期糖尿病患者血糖控制的影响[J]. *中国卫生标准管理*, 2022, 13(19): 24-28.
- [18] 陈娟娟, 范岩峰. 运动护理对妊娠期糖尿病孕妇血糖控制效果的临床干预研究[J]. *中外医疗*, 2022, 41(17): 132-136.
- [19] 张小曼. 个体化营养干预联合运动疗法治疗妊娠期糖尿病患者的疗效及对妊娠结局的影响研究[J]. *临床研究*, 2023, 31(3): 89-92.
- [20] 林玉婷, 王艳华, 陈金聪. 个体化饮食指导结合运动疗法对妊娠期糖尿病孕妇并发症发生率及妊娠结局的影响[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(9): 36-39.
- [21] 左守霞, 于晓敏, 冯莉. 个体化饮食控制结合运动疗法对妊娠期糖尿病治疗效果研究[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(18): 48-50, 54.
- [22] 毕长翠, 常静, 唐静. DOHaD 理念为基础的饮食护理干预联合运动疗法在妊娠期糖尿病患者中的护理效果分析[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(23): 143-147.
- [23] Liu B, Jia G, Cai F. Effect of a shared decision-making-based exercise management program on blood glucose control in patients with gestational diabetes mellitus [J]. *J Multidiscip Healthc*, 2025, 18: 3311-3320.
- [24] Xu M, Wu Y, Zhou Y, et al. Research on the application effect of self-transcendence nursing model in patients with gestational diabetes mellitus: a randomised controlled trial[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2025, 25(1): 70.
- [25] Yaping X, Huifen Z, Meijing Z, et al. Effects of moderate-intensity aerobic exercise on blood glucose levels and pregnancy outcomes in patients with gestational diabetes mellitus[J]. *Diabetes Ther*, 2021, 12(9): 2585-2598.
- [26] Chatzakis C, Sotiriadis A, Fatouros IG, et al. The effect of physical exercise on oxidation capacity and uteroplacental circulation in pregnancies with gestational diabetes mellitus and uncomplicated pregnancies, a pilot study[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2022, 12(7): 1732.
- [27] 王聪, 高婉, 赵静妮, 等. 早期个体化健康管理对高风险人群妊娠期糖尿病发病的影响[J]. *中国妇幼健康研究*, 2024, 35(6): 51-56, 26.
- [28] Huifen Z, Yaping X, Meijing Z, et al. Effects of moderate-intensity resistance exercise on blood glucose and pregnancy outcome in patients with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial[J]. *J Diabetes Complications*, 2022, 36(5): 108186.
- [29] 何旖玲, 朱建芬, 王明玉, 等. 妊娠期糖尿病患者抗阻运动联合个体化营养治疗的效果分析[J]. *糖尿病新世界*, 2024, 27(22): 34-37.
- [30] 林敏慧, 林伟娟, 梁小红. 抗阻运动联合个体化营养治疗妊娠期糖尿病患者的效果分析[J]. *糖尿病新世界*, 2024, 27(12): 24-27.
- [31] Wu Y, Xu M, Zheng G. Application of diversified and quantitative management model of exercise intervention in patients with gestational diabetes mellitus[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 35(25): 5001-5007.
- [32] 肖紫艳, 张碧黎, 段晓宇. 有氧运动联合抗阻力运动对妊娠期糖尿病患者血糖指标炎症因子及妊娠结局的影响[J]. *中国妇幼保健*, 2023, 38(10): 1787-1790.
- [33] Uria-Minguito A, Silva-José C, Sánchez-Polán M, et al. The effect of online supervised exercise throughout pregnancy on the prevention of gestational diabetes in healthy pregnant women during COVID-19 pandemic: a

- randomized clinical trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(21):14104.
- [34] 鄂桂娟, 刘婉, 杨惠芬, 等. 日间隔有氧抗阻力运动对妊娠期糖尿病患者血糖控制和分娩结局的影响[J]. *中国实用护理杂志*, 2022, 38(29):2241-2246.
- [35] 杨苗苗, 覃敏静, 王凯华, 等. 抗阻力运动联合有氧运动对妊娠期糖尿病孕妇妊娠结局的影响[J]. *中国卫生标准管理*, 2022, 13(22):47-51.
- [36] 姚映彩, 陈玉莹, 洪秀样, 等. 结构性有氧运动联合阻力运动改善妊娠期糖尿病孕妇血糖控制水平的分析[J]. *中外医学研究*, 2022, 20(8):156-159.
- [37] 钟鑫, 黄秋红, 覃尹, 等. 不同运动方式对妊娠期糖尿病患者代谢指标及妊娠结局的影响研究[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(6):699-705.
- [38] 倪惠钦. 生活方式干预对妊娠期糖尿病患者健康饮食/运动行为、血糖及妊娠结局的影响[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(7):27-30.
- [39] 陈凤开. 妊娠期糖尿病患者采用不同运动方式干预效果及对代谢指标的影响[J]. *实用妇科内分泌电子杂志*, 2023, 21:39-41.
- [40] 郭佳青, 王佳洁, 秦梦路. 抗阻联合有氧运动对妊娠期糖尿病患者血糖、氧化应激及妊娠结局的影响[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(6):1296-1301.
- [41] 朱碧云, 傅晓岚. 基于自我效能理论的有氧运动联合抗阻力运动对妊娠期糖尿病孕妇预后的影响[J]. *中西医结合护理(中英文)*, 2023, 9(11):25-28.
- [42] 詹珠清, 兰晓屏, 张成星. 个体化营养结合运动疗法对妊娠期糖尿病患者血糖控制及妊娠结局的影响[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(9):183-186.
- [43] 刘丽娜, 邓春霞, 李梅, 等. 中等强度抗阻力运动对妊娠期糖尿病孕妇孕期体重增加和心脏代谢谱的影响[J]. *中华保健医学杂志*, 2024, 26(5):662-666.
- [44] 宋伟, 卢雯, 陆虹, 等. 有氧运动联合抗阻力运动对改善妊娠期糖尿病患者母婴结局的研究[J]. *护理管理杂志*, 2024, 24(5):444-448, 454.
- [45] 黄倩. 结构性有氧运动联合中等强度抗阻运动对妊娠期糖尿病患者的影响[J]. *中国现代药物应用*, 2025, 19(9):169-172.
- [46] 储冬泉, 倪瑶, 孙莱启. DOHaD 理念指导下的饮食护理干预与运动疗法结合在妊娠期糖尿病患者中的应用效果[J]. *糖尿病新世界*, 2025, 28(3):121-123, 127.
- [47] 方洁, 刘贺, 张雪, 等. 妊娠早期血清脂素蛋白 1、瘦素、脂联素与妊娠期糖尿病的相关性研究[J]. *中国妇幼健康研究*, 2025, 36(9):30-35.
- [48] 边文辉, 余淑芳. 个体化饮食与运动指导对妊娠期糖尿病患者依从性及妊娠结局的影响[J]. *中国妇幼保健*, 2023, 38(20):3851-3854.
- [49] Keating N, Coveney C, McAuliffe F M, et al. Aerobic or resistance exercise for improved glycaemic control and pregnancy outcomes in women with gestational diabetes mellitus: a systematic review [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(17):10791.
- [50] Pahlavani H A, Laher I, Weiss K, et al. Physical exercise for a healthy pregnancy: the role of placentokines and exerkines[J]. *J Physiol Sci*, 2023, 73(1):30.
- [专业责任编辑: 杨文方]
[中文编辑: 冯佳圆; 英文编辑: 杨周岐]