

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2025.01.002

指南与共识

《中国 2 型糖尿病运动治疗指南(2024 版)》解读

林婷, 吴静, 冉兴无



基金项目: 四川省科技重点研发计划项目(2024YFFK0290); 四川省卫生健康委员会科技项目临床研究专项(23LCYJ042);

四川大学华西医院高原医学中心 1.3.5 基金(GYYX24002)

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院内分泌代谢科/糖尿病足诊治中心(林婷、吴静、冉兴无),

四川大学华西医院高原医学中心(冉兴无)

通信作者: 冉兴无, E-mail: ranxingwu@163.com



冉兴无, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 四川省学术技术带头人, 四川省卫健委领军人才。现任四川大学华西医院内分泌代谢科主任, 内分泌疾病研究所所长, 糖尿病足创新研究室主任, 四川省糖尿病与代谢病临床医学研究中心主任, 四川省内分泌医疗质量控制中心业务主任。兼任中华医学会糖尿病分会常务委员暨糖尿病足病与周围血管病变学组组长, 中华预防医学会组织感染与损伤预防与控制专业委员会副主任委员, 四川省医学会糖尿病学专业委员会首任主任委员, 国家健康科普专家库成员。主持国家自然科学基金 2 项, 国家科技部重大专项课题子课题 2 项, 国家发改委重大专项课题子课题 1 项, 四川大学华西临床医学院(华西医院) 高端人才计划 1 项, 国家卫健委及厅局级课题 20 余项。获得四川省科技进步奖一等奖 1 项、二等奖 1 项、三等奖 2 项, 四川省医学科技奖三等奖 1 项, 中华医学科技进步奖三等奖 1 项, 成都市科技进步奖三等奖 1 项; 获国家发明专利 5 项, 软件著作权 3 件。主编或参编学术专著 20 余部, 发表文章 300 余篇。

【关键词】 糖尿病, 2 型; 运动治疗; 指南解读

【中图分类号】 R587.1 【文献标识码】 A

据全球最新数据显示, 18 岁以上糖尿病患者人数已超过 8.28 亿, 而中国患者人数已经突破 1.4 亿, 位居世界第二位^[1]。其中 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM) 占 90% ~ 95%。T2DM 的血糖管理主要依赖个体化的生活方式干预和药物治疗等。作为生活方式干预的主要方式之一, 适度的运动锻炼已被证实是管理 T2DM 的有效策略^[2]。近年来, 国内外大量研究表明, 运动锻炼可通过提高胰岛素敏感性、改善代谢及调节血管功能等机制, 有助于调控血糖、血脂、血压、体质量等代谢指标, 并降低心血管疾病(cardiovascular disease, CVD) 风险^[3-4]。然而不当的运动可能会导致血糖水平进一步恶化, 并增加并发症的发生风险。因此, 在临床实践中应根据患者自身病情、健康状况等因素, 制定个性化的运动方案, 以实现安全高效的运动治疗。在此背景下, 国家老年医学中心、中华医学会糖

尿病学会和中国体育科学学会联合组织了多领域专家团队, 编撰并发布了《中国 2 型糖尿病运动治疗指南(2024 版)》^[5]。该指南整合了近年来国内外相关领域的高质量研究成果, 对《中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)》^[2]、《中国糖尿病运动治疗指南》^[6] 及《体医融合糖尿病运动干预专家共识》^[7] 中有关运动治疗内容进行了更新和补充, 并根据现有证据制定了切实可行、符合中国国情的 T2DM 运动干预规范化指导原则。本文将对新指南中的重点内容、亮点及其更新进行梳理与总结, 旨在为 T2DM 患者的个性化运动治疗提供科学指导和实践参考。

1 运动前评估

运动前评估是制定运动干预方案的关键步骤, 旨在系统地筛查潜在风险、优化运动处方, 并确保运动锻炼时患者的安全性和有效性。运动前评估主要包括医

学评估、运动风险评估和运动能力评估。(1)医学评估:沿用了既往指南中的内容,涵盖了详细的病史采集、体格检查,以及与糖尿病急慢性并发症和心血管疾病筛查相关的检验和影像学检查等内容;(2)运动风险评估:建议使用体力活动准备问卷(physical activity readiness questionnaire for everyone, PAR-Q+)对 T2DM 患者进行初步评估,并利用中国动脉粥样硬化性心血管疾病风险预测研究(prediction for ASCVD risk in China, China-PAR)模型^[8]和跌倒风险自评问卷等工具以全面评估患者的运动风险、心血管风险和跌倒风险。(3)运动能力评估:指南建议采用运动负荷试验或运动心肺试验来评估心肺耐力,尤其是对于合并冠心病的患者,有助于评估 CVD 风险和缺血阈值,从而指导心脏康复运动(E 级推荐);采用握力测试和 6 次最大重复力量(six-repetition maximum, 6-RM)测试等方法评估肌肉力量;推荐使用简易的身体表现功能量表评估老年人的活动能力。此外,新指南对运动前评估的适用人群进行了详细界定。对于大多数计划参与低至中等强度运动的低风险患者,如果没有心血管或微血管并发症,则无需进行运动前的医学评估(A 级推荐)。然而,对于久坐或合并多种慢性疾病的高危 T2DM 患者,建议在参加中等及较高强度运动前进行医学评估(A 级推荐)。

2 运动处方制定原则

运动处方是为糖尿病患者量身定制的个性化运动干预方案^[9]。新指南对运动处方的制定进行了全面的优化与更新。

2.1 引入 FITT-VP 原则 指南建议在制定个性化的运动处方时,应以 FITT-VP 原则作为核心框架。该原则包括 6 个方面:运动频率(frequency)、强度(intensity)、时间(time)、类型(type)、总量(volume)和进阶(progression)(A 级推荐)^[10]。既往指南在运动强度和运动量的量化分析上存在不足。新指南提出使用最大心率(maximum heart rate, HRmax)、心率储备(heart rate reserve, HRR)或代谢当量(metabolic equivalent, MET)等相对运动强度指标来衡量运动强度,并用每周运动强度时间(MET-h/wk)和千卡/周(kcal/wk)来表示运动量。指南建议 T2DM 患者的运动频率应保持在每周 3~5 d(A 级推荐)。运动强度应从低强度(30%~39% HRR)开始,逐步增加至中等至较大强度(40%~69% HRR)(A 级推荐),每周运动时间应不少于 150 min,可以连续完成,也可以分次完成(A 级推荐)。此外,指南指出 T2DM 患者需每周应达到 1 000~2 000 千卡的运动量,以获得更多的健康益处(A

级推荐)。

2.2 强调综合性运动干预 既往指南主要关注有氧运动和阻抗运动,而新指南则强调不同运动方式的多样性和独特性,并对不同的运动方式给出详细的运动建议。

2.2.1 有氧运动:指南建议 T2DM 患者每周进行至少 3~5 d 中等至较大强度(50%~85% HRmax 或 3~6 MET)的有氧运动,且运动间隔不超过 2 d(A 级推荐)。每次持续至少 10 min,每天累计 30~60 min。每周总运动时间应达到 150 min(中等强度)或 75 min(较大强度)(A 级推荐)。步行是最具有代表性的运动形式,推荐患者每天步行不少于 6 000 步,步频 60~90 步/min,尽量达到 100 步/min(B 级推荐)。

2.2.2 阻抗训练:阻抗训练可使糖化血红蛋白明显下降^[11]。指南建议 T2DM 患者每周进行 2~3 d 阻抗运动。初学者可从轻负荷(如 20%~40% 1RM)开始,逐渐增加负荷和组数。经验丰富者则可将负荷适当增加至 60%~80% 1RM(A 级推荐)。研究表明,与任何一项单独的运动相比,超过 150 min 的有氧运动联合阻抗运动的结构化运动可以使糖化血红蛋白(HbA_{1c})下降幅度更大(0.36%~0.89%)^[12]。因此,指南建议大多数 T2DM 患者结合有氧和阻抗训练(A 级推荐)。

2.2.3 柔韧性训练和平衡训练:虽然柔韧性和平衡训练对血糖水平无显著影响,但柔韧性训练有助于提高关节的活动度,降低运动损伤的风险。平衡训练有助于增强体力较差或老年患者的平衡能力,预防跌倒,因此成为糖尿病运动训练不可或缺的一部分。指南推荐长期久坐或老年患者每周进行至少 2~3 d 平衡及柔韧性训练,最好将其融入某项运动中,以更好地提高身体功能(C 级推荐)。

2.2.4 首次提出“久坐行为”的中断管理:久坐行为是增加 T2DM 和 CVD 患病率的独立危险因素^[13]。一项马斯特里赫特(Maastricht)研究发现参与者每多坐 1 h,患 T2DM 的概率增加 22%^[14]。2016 年的随机交叉研究发现,与久坐和结构化运动相比,每隔 30 min 以站姿(总计 2.5 h/d)和低强度步行(总计 2.2 h/d)替代久坐时间,能更有效地改善 24 h 血糖水平和胰岛素敏感性^[15]。因此,指南建议所有 T2DM 患者,特别是有胰岛素抵抗和肥胖的患者应每 30 min 进行 1 次任何强度的活动以中断久坐,从而改善血糖控制(A 级推荐)。

2.2.5 首次引入高强度间歇运动形式:Burgomaster 等^[16]在 2005 年首次提出了高强度间歇性运动(high-intensity intermittent exercise, HIIE)概念。HIIE 定义为

每进行 30 s ~ 4 min 的高强度运动阶段(强度为 75% ~ 95% HRmax),然后进入 12 s ~ 5 min 的低强度恢复阶段(强度降至原强度的 40% ~ 50%),并重复这一过程^[17]。与传统的持续中等强度运动相比,HIIE 不仅时间效率高,适合时间有限的患者,还能增强胰岛素敏感性和改善胰岛 β 细胞功能,在更短时间内显著降低血糖水平和 CVD 风险^[18-19]。因此指南建议病情稳定、体质状态较好的 T2DM 患者可考虑用 HIIE 替代持续强度有氧运动(B 级推荐)。然而,由于 HIIE 的高强度运动可能对心血管系统产生较大负担,因此伴有并发症的 T2DM 患者在进行 HIIE 前,应先进行风险评估以避免潜在的运动风险(C 级推荐)。

2.2.6 创新性融入中国特色运动形式:为了设计出更加符合中国人自身体质的运动处方。新指南引入了中国特色运动形式,即太极拳和八段锦。一项荟萃研究表明每周 5 ~ 7 次、每次 45 ~ 60 min,持续 4 ~ 7 周的 24 式简化太极拳能明显改善 T2DM 患者的血糖和血脂代谢^[20]。另一项研究发现进行八段锦治疗一段时间后,患者空腹血糖降低了 1.08 个标准差,HbA_{1c}下降 0.68 个标准差,延缓 T2DM 患者的病情发展^[21]。此外,这两项运动的动作柔和、舒缓,对肌肉和关节的冲击小,可降低运动损伤风险,尤其适用于老年患者。因此,指南建议 T2DM 患者练习太极拳和八段锦。引入中国特色的传统运动形式不仅丰富了糖尿病运动治疗的手段,同时也促使传统文化与现代医学相结合,增强患者的运动依从性、心理健康和社会支持,有效提高运动的安全性、疗效和持续性。

3 急慢性并发症的运动管理

糖尿病患者常合并急性或慢性并发症。不同类型的并发症对运动的耐受性、类型和强度有着不同的要求。因此,针对急慢性并发症进行有效的运动管理,可在确保患者安全的前提下,最大化地提升治疗效果。在旧版指南的基础上,新指南对治疗方案的综合性、安全性及风险评估等方面进行优化。

3.1 新增对急性并发症的运动管理 由于运动会增加葡萄糖的消耗,接受胰岛素等药物治疗的患者在运动时可能会出现血糖急剧下降,导致低血糖,尤其是夜间低血糖发生。因此,新版指南提供了详细的低血糖预防和应对策略。指南建议在运动前后密切监测血糖,若运动前血糖低于 5.6 mmol/L 时应依照计划运动的强度和ación时间补充适量碳水化合物(C 级推荐)。运动后摄入少量蛋白质(每小时 0.2 ~ 0.4 g/kg)和适量碳水化合物(每小时 0.8 g/kg)以预防低血糖发生(B 级推荐)。为降低夜间低血糖的发生风险,建议适当

减少基础胰岛素用量,并密切监测睡前和夜间血糖(B 级推荐)。此外,剧烈运动会增加机体的胰高血糖素/胰岛素比例和多种应激激素的分泌,同时机体的水分过度流失,从而增加糖尿病酮症酸中毒的发生风险。因此,指南建议 T2DM 患者在血糖 > 13.9 mmol/L 时,应监测血/尿酮体,并及时补充水分(C 级推荐)。若血糖 > 16.7 mmol/L 时,无论是否合并酮症均应谨慎进行运动^[4](E 级推荐)。若运动前酮体检测为阳性,则不宜进行中等及以上的强度运动。

3.2 合并慢性并发症和共病患者的运动指导 糖尿病患者由于长期的代谢紊乱和病程较长,常伴随多种慢性并发症与共病。针对这一特殊人群,应科学合理地调整运动计划以避免病情恶化或运动相关损伤(见表 1)。(1)糖尿病合并慢性肾脏病:研究表明,运动对减轻蛋白尿和延缓肾功能恶化具有积极作用^[22-23]。因此,无论处于糖尿病合并慢性肾脏病的哪个阶段,患者均可通过适当的运动获益。指南推荐从低强度运动开始,逐步增加运动量,以确保安全性和可持续性。(2)糖尿病视网膜病变:高强度或剧烈运动可能增加眼底血管压力,从而加重视网膜病变进展。因此,糖尿病视网膜病变患者在运动时需严格控制运动强度,避免高冲击性活动,以减少眼底血管的负担。(3)糖尿病周围神经病变:适当的运动有助于改善神经功能和增强平衡能力。但需注意,周围神经病变会削弱患者足部感知能力,增加运动中受伤的风险。不当的运动可能导致足部损伤进一步加重,因此,这类患者应避免负重或其他可能对足部造成额外压力的运动。(4)糖尿病自主神经病变:自主神经病变患者通常伴有心率、血压和体温调节功能异常,这使其在运动过程中更易发生心血管不良事件或运动热效应。因此,在运动时需密切监测生命体征,并特别注意环境温度变化,以降低潜在风险。综上,糖尿病患者的运动干预需根据并发症类型进行个性化调整,既要充分发挥运动的治疗作用,又要最大限度地降低运动相关风险。

糖尿病常与肥胖、高血压、心血管疾病和脂肪肝等疾病同时发生。肥胖和糖尿病均是代谢相关脂肪性肝病(metabolic dysfunction-associated fatty liver disease, MAFLD)的重要危险因素。研究表明,49% ~ 62% T2DM 患者伴发 MAFLD,而在肥胖的 T2DM 患者中,这一比例可高达 70%^[24]。而减重是改善肝脏脂肪沉积甚至逆转肝纤维化的重要干预措施^[25](A 级推荐)。运动通过促进脂肪代谢、控制体质量和减少内脏脂肪,帮助糖尿病患者实现理想的体质量和代谢状态。因此

指南推荐肥胖 T2DM 患者或患有 MAFLD 的患者应重视运动、饮食和减重的综合疗法(A 级推荐)。对于合并高血压的患者,指南明确指出血压 $\geq 160/100$ mmHg 时应避免中等强度以上运动,待血压控制稳定后再开始运动(E 级推荐)。运动类型方面,则推荐有氧运动和阻抗训练相结合,同时避免高爆发力的运动。对于老年糖尿病患者,由于体能下降和缺乏体育锻炼,常伴有肌少症。指南建议,此类患者在完成推荐的运动量之外,还应增加爆发力阻抗训练以增强肌肉力量,并优先选择太极拳、八段锦等多形式运动。

4 运动治疗期间的药物调整

药物治疗和运动管理的科学结合可以优化血糖控制效果。然而,由于运动锻炼和药物治疗之间的相互作用,可能会影响药物的疗效或引发不良反应。因此,指南建议应以个体为中心,基于运动处方的各要素及药物特性,综合调整患者的治疗方案,以提高疗效和安全性(B 级推荐)。新指南对常用药物进行了个性化的规定,由于运动可以提高胰岛素敏感性,指南建议在使用胰岛素、胰岛素类似物以及胰岛促泌剂时,应根据血糖水平和运动量调整药物剂量(A 级推荐)。具体而言,建议低强度运动时胰岛素剂量减少 25%,中等

强度运动时减少 50%,高强度运动时减少 75%^[26]。钠—葡萄糖共转运体 2 抑制剂(sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors, SGLT2i)因其独特的降糖机制和多重临床获益,已成为 T2DM 治疗中的核心药物。然而,由于其可降低胰岛素与胰高血糖素的比率,从而诱导循环酮体上升 0.6 mmol/L^[27],故使用 SGLT2i 治疗的患者运动时发生高酮体血症风险增加,因此,指南推荐服用 SGLT2i 的患者在运动时应注意摄入充足的水分,并在进行大运动量体力活动(如马拉松)前至少 24 h 停止使用 SGLT2i^[28]。此外,新指南还对运动时合并症用药的调整提出了建议。如对于规律运动的患者,刚开始服用他汀类药物时应从小剂量起始。已服用他汀类药物的患者计划开始规律运动时,应从低强度、短时间的运动处方起始,每日运动时间控制在 40 ~ 45 min,避免高强度运动。使用抗血小板药物的患者应避免高强度运动或高冲击风险的运动,警惕运动损伤时出血时间延长及内出血(C 级推荐)。

5 强调血糖监测的重要性及数字化工具的使用

自我管理是控制糖尿病病情的重要环节之一。随着互联网时代的到来,电子健康技术迅速发展,新指南推荐 T2DM 患者在运动管理中引入数字化工具和平

表 1 糖尿病合并慢性并发症和共病的运动推荐^[5]

并发症/共病	推荐意见	推荐等级
糖尿病合并慢性肾脏病	· 不同分期的糖尿病合并慢性肾脏病患者均需运动。从低强度(30% ~ 39% HRR)运动开始,初始阶段可连续运动 10 ~ 15 min,随后,每周可增加 3 ~ 5 min 运动时间,直至能够持续运动 30 min 时,再逐步提高运动强度。	E
	· 血液透析患者可在透析后 2 h 开始运动,而腹膜透析患者则应在排空腹腔液体后进行运动,并需检测电解质。	E
糖尿病视网膜病变	· 增殖性视网膜病变和重度非增殖性视网膜病变患者应避免高强度和高冲击性的运动(如跳跃、跑步等),推荐选择低冲击的运动形式,如步行、太极拳等。	E
糖尿病周围神经病变	· 建议使用 RPE 评分系统来监测运动强度。	C
	· 优先选择低负重的运动(如步行、自行车)。	C
糖尿病自主神经病变	· 应避免长时间徒步、慢跑或在不平的路面上行走等可能进一步损伤足部的运动。	B
	· 运动时应加强对血糖、血压及心率的监测	E
肥胖症	· 使用 RPE 评分系统监测运动强度。	C
	· 应在温度适宜的环境下进行运动,及时补充水分,以避免运动性热病。	C
	· 肥胖的 T2DM 成年患者每周应完成 5 ~ 7 d 中等强度有氧运动,隔天进行 1 次阻抗运动,每次 10 ~ 20 min;减重速度以每个月减少 2 ~ 4 kg 为宜。	A
代谢相关脂肪性肝病	· 对于计划接受减重手术以控制血糖的患者,手术前运动可一定程度上缩短手术时间和提高术后生活质量,并降低手术风险。	B
	· 建议超重或肥胖的 MAFLD 患者应减重至少 5%,最好减重 $\geq 10%$,体质量正常的 MAFLD 患者建议减重 3%。	B
肌少症	· 鼓励患者进行中等至较大强度的运动。	E
	· 推荐以低至中等强度的爆发力训练为主的阻抗训练以增强下肢肌肉功能和爆发力。	B
高血压	· 优先推荐太极拳、八段锦类结合有氧和阻抗训练的运动形式。	B
	· 血压 < 160/100 mmHg 的患者,每周进行 5 ~ 7 d 的低中强度的有氧运动和每周 2 ~ 3 d 的中低抗阻运动。	B
冠心病	· 血压 $\geq 160/100$ mmHg 的患者,禁止进行中等强度以上的运动,尤其是需要屏息或爆发力大的运动。	E
	· 运动前先进行心肺耐力评估确定缺血阈值,心脏康复运动强度应低于诱发患者心肌缺血的阈值	E

台。PRODEMOS 研究表明,中国老年患者通过移动健康(mobile health, mHealth)应用程序可有效改善生活方式,预防痴呆和 CVD^[29]。类似于智能手环和运动手表等设备可以提供全面的健康监测和精准的数据追踪,有助于提高患者的自我健康管理能力。此外,动态监测血糖是糖尿病患者自我管理的核心,而持续葡萄糖监测(continuous glucose monitoring, CGM)是一种能够实时、连续地测量和记录血糖水平的技术,可在运动过程中动态监测血糖,并在血糖异常时发出预警,提示患者采取措施以维持最佳葡萄糖水平,从而帮助患者更积极地参与血糖管理。对于未使用 CGM 的患者,新指南建议在首次运动或运动强度增加时,每 30 min 进行一次手指毛细血管血糖检测,以便及时调整运动策略(E 级推荐)。

6 总 结

综上所述,《中国 2 型糖尿病运动治疗指南(2024 版)》在继承原有内容的基础上,结合国内外最新研究成果和中国糖尿病患者的特征以及中国国情,进行了系统化和精细化的更新。首先,新指南在运动处方的制定上提供了更为科学和个性化的指导,全面遵循 FITT-VP 原则,根据患者的病情、体能状况及共患病情况,个性化设计运动方案。其次,新指南强调多种运动方式的结合,以全方位地改善患者的代谢状态和生活质量。除了引入时间高效的 HIIE 运动,还提出了具有民族特色的运动方式,开创了文化适配的医学干预模式,提供更加多元化的运动选择。此外,新指南在急慢性并发症的运动管理上进行了全面优化,提出具体的风险评估意见和细致的运动指导,以确保运动期间患者的安全性和有效性。最后,新指南引入了数字化工具,如 CGM 和智能设备,能够实时监测血糖变化,帮助患者和医生优化运动计划,进一步提高治疗的精确性和患者的依从性。总体而言,新指南为 2 型糖尿病患者提供了更加全面、精准和个性化的运动干预方案。

参考文献

[1] NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: A pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants [J]. *Lancet*, 2024, 404(10467): 2077-2093. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)02317-1.

[2] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20210221-00095.

[3] Zaharieva DP, McGaugh S, Davis EA, et al. Advances in exercise, physical activity, and diabetes [J]. *Diabetes Technol Ther*, 2020, 22(S1): S109-S118. DOI: 10.1089/dia.2020.2508.

[4] Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, et al. Exercise/physical ac-

tivity in individuals with type 2 diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2022, 54(2): 353-368. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002800.

[5] 国家老年医学中心, 中华医学会糖尿病学分会, 中国体育科学学会. 中国 2 型糖尿病运动治疗指南(2024 版) [J]. *中国运动医学杂志*, 2024, 43(6): 419-452. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.A0019.

[6] 中华医学会糖尿病学分会. 中国糖尿病运动治疗指南[M]. 北京: 中华医学电子音像出版社, 2012.

[7] 中国微循环学会糖尿病与微循环专业委员会, 中华医学会糖尿病学分会教育与管理学组, 中华医学会内分泌学分会基层内分泌代谢病学组, 等. 体医融合糖尿病运动干预专家共识 [J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(10): 1035-1043. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20220113-00032.

[8] Yang X, Li J, Hu D, et al. Predicting the 10-year risks of atherosclerotic cardiovascular disease in Chinese population: The China-PAR Project (Prediction for ASCVD Risk in China) [J]. *Circulation*, 2016, 134(19): 1430-1440. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022367.

[9] 张成全, 李静, 张璐. 2 型糖尿病患者个性化运动处方制订 [J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(12): 3058-3062. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2023.12.062.

[10] American College of Sports Medicine. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription[M]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

[11] Jansson AK, Chan LX, Lubans DR, et al. Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: A systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2022, 10(2): e002595. DOI: 10.1136/bmjdc-2021-002595.

[12] Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA*, 2011, 305(17): 1790-1799. DOI: 10.1001/jama.2011.576.

[13] Young DR, Hivert MF, Alhassan S, et al. Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality: A Science Advisory From the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2016, 134(13): e262-e279. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000440.

[14] van der Berg JD, Stehouwer CD, Bosma H, et al. Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: The Maastricht Study [J]. *Diabetologia*, 2016, 59(4): 709-718. DOI: 10.1007/s00125-015-3861-8.

[15] Duvivier BM, Schaper NC, Hesselink MK, et al. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: A randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes [J]. *Diabetologia*, 2017, 60(3): 490-498. DOI: 10.1007/s00125-016-4161-7.

[16] Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans [J]. *J Physiol*, 2008, 586(1): 151-160. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.142109.

- [17] Oppert JM, Bellicha A, van Baak MA, et al. Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group [J]. *Obesity Reviews*, 2021, 22(S4): e13273. DOI: 10.1111/obr.13273.
- [18] Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, et al. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: A randomized, controlled trial [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36(2): 228-236. DOI: 10.2337/dc12-0658
- [19] Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association [J]. *Diabetes Care*, 2016, 39(11): 2065-2079. DOI: 10.2337/dc16-1728.
- [20] Zhao H, Teng J, Song G, et al. The optimal exercise parameters of Tai Chi on the effect of glucose and lipid metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis [J]. *Complement Ther Med*, 2023, 79: 102995. DOI: 10.1016/j.ctim.2023.102995.
- [21] 夏宇熙. 八段锦对改善 2 型糖尿病指标的 Meta 分析 [C]//2024 第二届四川省体育科学大会论文报告会论文集(1). 成都: 四川省体育科学学会, 四川省学生体育艺术协会, 2024.
- [22] Zhang L, Wang Y, Xiong L, et al. Exercise therapy improves eGFR, and reduces blood pressure and BMI in non-dialysis CKD patients: evidence from a meta-analysis [J]. *BMC Nephrol*, 2019, 20(1): 398. DOI: 10.1186/s12882-019-1586-5.
- [23] Mallamaci F, Pisano A, Tripepi G. Physical activity in chronic kidney disease and the EXerCise Introduction To Enhance trial [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2020, 35(Suppl 2): ii18-ii22. DOI: 10.1093/ndt/gfaa012.
- [24] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会糖尿病学分会. 中国成人 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪性肝病管理专家共识 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2021, 37(7): 589-598. DOI: 10.3760/cma.j.cn311282-20210105-00016.
- [25] Bowden Davies KA, Sprung VS, Norman JA, et al. Physical activity and sedentary time: Association with metabolic health and liver fat [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2019, 51(6): 1169-1177. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001901.
- [26] Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: A consensus statement [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2017, 5(5): 377-390. DOI: 10.1016/S2213-8587(17)30014-1.
- [27] Ferrannini E, Baldi S, Frascerra S, et al. Renal handling of ketones in response to sodium-glucose cotransporter 2 inhibition in patients with type 2 diabetes [J]. *Diabetes Care*, 2017, 40(6): 771-776. DOI: 10.2337/dc16-2724.
- [28] Handelsman Y, Henry RR, Bloomgarden ZT, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Position Statement on the Association of Sglt-2 Inhibitors and Diabetic Ketoacidosis [J]. *Endocr Pract*, 2016, 22(6): 753-762. DOI: 10.4158/EP161292.PS.
- [29] Zhang J, Eggink E, Zhang X, et al. Needs and views on healthy lifestyles for the prevention of dementia and the potential role for mobile health (mHealth) interventions in China: A qualitative study [J]. *BMJ Open*, 2022, 12(11): e061111. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-061111.

(收稿日期: 2025-01-08)

作者 · 编者 · 读者

《疑难病杂志》对形态学图片的质量和制作要求

作者提供的形态学图片既应用于论文的出版,也应用于论文的评审和编辑,除图片要足够的大小外,图像要能真实反映形态的原貌和特征。图片要清晰,对比度好,色彩正常。基本要求如下:

1. 图片必须是原始图像或由原始图像加工成的照片,图像要能显示出形态特征,必要时需加提示或特指符号(如箭头等)。
2. 数码照片的图像分辨率调整为 300 dpi 或以上,总像素至少要在 150 万 ~ 200 万像素或以上,图像文件用 tif 格式。
3. 图像要有简明扼要、规范的形态描述,但不能简单到只写“电子显微镜形态改变”之类。
4. 大体标本图片上应有标尺,显微镜图片应注明染色方法和图像的真正放大倍数,数码照片的放大率最好用比例尺来标注。
5. 插入到文本文件中的图片,在调整其大小时要保持原图像的宽/高比例(即先按下计算机的 Shift 键,再进行缩放操作)。