

临床研究

· 综述 ·

抗阻运动对 2 型糖尿病心血管危险因素的影响

严娟¹ 楼青青²¹南京中医药大学护理学院 210023; ²南京中医药大学附属中西医结合医院健康教育科 210028

通信作者:楼青青, Email:2444890144@qq.com

【摘要】 2 型糖尿病及肥胖与低水平的体力活动密切相关,而 2 型糖尿病已被公认为是心血管疾病的独立危险因素。体力活动被认为是控制 2 型糖尿病的基石之一,能够预防和延缓与之相关的微血管及大血管并发症。抗阻运动是在运动的过程中针对某些特定肌群施加一定阻力的无氧运动,除增加肌肉量之外,还在调节血糖、脂代谢、血管内皮功能、全身炎症反应及血压等方面发挥重要作用。

【关键词】 2 型糖尿病;抗阻运动;心血管疾病

基金项目:国家自然科学基金(81370923);江苏省六大人才高峰项目(2014-WSN-025)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.05.007

Effects of resistance exercise in cardiovascular risk factors in type 2 diabetes mellitus Yan Juan¹, Lou Qingqing². ¹The College of Nursing, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; ²Department of Health Education, Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210028, China

Corresponding author: Lou Qingqing, Email: 2444890144@qq.com

【Abstract】 Type 2 diabetes mellitus (T2DM) and obesity are closely associated with low levels of physical activity, and T2DM has been recognized as an independent risk factor for cardiovascular disease. Physical activity is considered as one of the cornerstones in managing T2DM, preventing and slowing its related microvascular and macrovascular complications. Resistance exercise is anaerobic exercise that exert certain resistance to particular muscle groups during exercise. In addition to increasing muscle mass, it also plays an important role in regulating blood glucose, lipid metabolism, vascular endothelial function, systemic inflammatory response and blood pressure.

【Key words】 Type 2 diabetes mellitus; Resistance exercise; Cardiovascular diseases

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81370923); The Six Talent Peaks Project in Jiangsu Province (2014-WSN-025)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.05.007

2 型糖尿病(T2DM)是以胰岛素抵抗、全身低度炎症反应、心血管疾病(CVD)危险增加为特点的一种慢性疾病。美国心脏协会数据表明,患有 T2DM 的老年人心血管疾病死亡占全因死亡人数的 84%,此外,预防心、脑血管疾病所需的医疗费用是占糖尿病医疗费用的最重要部分^[1-2]。研究表明,体力活动不足是肥胖和 CVD 发展的主要危险因素^[3]。慢性全身性炎症反应与肥胖和久坐的生活方式相关,是 CVD 和 T2DM 的独立危险因素^[4]。T2DM 发生

CVD 的主要危险因素有高血糖、脂代谢异常、胰岛素抵抗、全身炎症反应、高血压、血管内皮功能减弱及自主神经功能紊乱等^[5]。美国糖尿病协会(ADA)和美国运动医学学院(ACSM)的研究表明,体力活动在预防和控制胰岛素抵抗、糖尿病前期、T2DM 及其并发症方面发挥主要作用^[6]。研究证实,抗阻运动能够改善胰岛素敏感性、血糖、血脂、血压、肌肉力量和生活质量^[7-8]。有氧运动在国内、外被公认为是控制血糖和心血管危险因素的方式之

一,但目前对于抗阻运动对T2DM患者心血管危险因素影响的研究甚少,因此本文就抗阻运动对T2DM心血管危险因素影响的相关研究进行综述,旨在为临床医务人员提供理论参考。

1 抗阻运动

抗阻运动是通过肌肉持续性收缩克服外来阻力时进行的一种无氧运动,主要包括自由重量(哑铃和杠铃)、俯卧撑、等长练习、弹力带和利用力量训练器械等^[9]。1990年美国运动医学学会首先提出,把抗阻训练作为阻止因年龄增长所导致的肌肉质量下降和功能丧失的一种训练方式,并将之作为促进人类健康的重要组成部分^[10-11]。

目前,抗阻运动强度可分为两种,即中等强度抗阻运动和高强度抗阻运动。中等强度抗阻运动主要采用45%~65%1RM(1RM:重复1次的最大力量)、重复次数多和间隙时间短的运动方式。ADA和ACSM联合声明,推荐T2DM人群每周运动至少3 d,每周完成至少150 min中等至高强度的有氧运动,运动间隔时间不超过2 d;此外,每周应至少进行2~3 d中等至高强度的抗阻训练^[12]。其中,年龄40~60岁的人群,中等运动强度为4.0~5.9代谢当量(MET),最大强度为6.0~8.4 MET^[13]。目前,中等强度阻力训练被认为是治疗T2DM的常见运动方式,对T2DM患者的血糖控制有显著的效果^[14]。

高强度抗阻运动是一种高强度抗阻训练方式,伴随着阻力的增大,运动强度可达80%~100%1RM,但一般持续时间短暂。ADA认为,高强度抗阻运动仅适合年纪相对较轻的T2DM人群,而不适用于年龄大且病程较长者^[15]。抗阻训练被认为是治疗许多慢性疾病的一种治疗工具,并对老年人和肥胖者安全有效。

2 抗阻运动对心血管危险因素的改善作用

体力活动在预防及管理T2DM患者中起重要作用。规律运动可增加胰岛素敏感性,控制血糖并降低心血管危险因素。2013年欧洲心脏病学会在糖尿病、糖尿病前期及CVD诊疗指南概述中指出,在预防糖尿病发生CVD方面,推荐每周进行中等或高强度有氧运动 ≥ 150 min,同时,进行抗阻训练^[16]。

2.1 控制血糖 控制血糖是预防糖尿病CVD的关键,建议以HbA1c<7%为目标^[17]。很多证据表明,HbA1c水平是心血管事件的独立危险因素,不管是否诊断有糖尿病^[17]。中国台湾的一项队列研究表

明,HbA1c水平与总CVD危险呈正相关^[18]。血糖控制稳定不仅可以延缓微血管和大血管并发症的发生、发展,而且可以降低急性心血管事件的发生危险。一项荟萃分析发现,T2DM患者每周进行>150 min的结构化抗阻运动使HbA1c水平降低0.89%^[19]。

2.2 纠正脂代谢紊乱 脂代谢异常是T2DM常见并发症,也是CVD的危险因素之一,因此,有效改善血脂不仅可以调节血流动力学,同时也可以保护血管内皮,从而延缓CVD的发生、发展^[20]。流行病学调查结果显示,胆固醇每降低1%,可减少3%的CVD危险^[21]。一项研究采用低强度(30%1RM)但更大运动量的阻力训练方式,发现其能显著降低内脏脂肪、脂肪酸和C反应蛋白(CRP)水平^[22]。抗阻运动还能有效改善肥胖女性的脂代谢,降低低密度脂蛋白-胆固醇、甘油三酯和总胆固醇水平,提高高密度脂蛋白-胆固醇水平,从而减少CVD的危险。此外,运动还能够通过增加血中游离脂肪酸和胆固醇的利用,消耗多余葡萄糖,加速脂肪分解,起到降脂功效,还能降低胰岛素负担^[23]。

2.3 改善血管内皮功能 减轻或逆转内皮功能障碍对于降低糖尿病患者CVD发病率与死亡率具有重要意义^[24]。内皮功能障碍被认为是动脉粥样硬化的前兆^[25]。更重要的是,内皮功能障碍是糖尿病相关微血管和大血管并发症发生、发展的起始和重要因素^[25-26]。研究表明,冠心病稳定期患者以80%最大心率进行12周的耐力运动,在该运动的刺激下,血清炎症因子包括CRP、血清淀粉样蛋白A及正五聚蛋白-3水平均降低,而这些炎症因子在冠心病发展中发挥重要作用^[27]。Cohen等^[24]表明,T2DM患者在14个月渐进性中等强度抗阻运动后,监督组和未监督组内皮功能均得到改善。任可欣^[28]研究发现,健康男性以60%~70%1RM中等强度负荷进行12周的抗阻运动,血浆一氧化氮浓度显著升高,而血浆内皮素浓度没有明显变化,表明抗阻运动可以改善老年人血管内皮功能。

2.4 减少全身性炎症反应 慢性全身性炎症反应也是CVD的独立危险因素。流行病学研究发现,CRP水平升高是T2DM心血管事件和CVD死亡率的独立预测因素^[29]。慢性低水平炎症反应可使细胞因子和CRP水平升高,而体力活动则会增加抗炎细胞因子水平^[30]。Mavros等^[31]研究发现,80%1RM

高强度渐进性抗阻运动 12 个月,能够降低 T2DM 全身炎症反应。抗阻运动减少炎症反应,降低 CVD 危险,其机制为增加肌肉中白细胞介素(IL)-6、IL-8 介导的免疫反应,减少单核细胞产生的炎症介质^[32]。同时,一方面促进一氧化碳和活性氧簇的产生,增加抗氧化酶和热休克蛋白水平,抑制肿瘤坏死因子(TNF)- α 的合成^[32];另一方面诱导体内产生大量的去甲肾上腺素,抑制 TNF- α 的产生,增加抗炎因子 IL-10 的释放;通过减少脂肪组织堆积,增加肌肉量,减轻炎症反应^[33-34]。

2.5 降低血压 高血压是心血管事件的一项重要危险因素,使 T2DM 患者冠心病发生危险增加 2 倍,且使卒中的危险增加 2~4 倍^[35]。一项荟萃分析结果表明,以平均运动强度 30%~100% 1RM 进行动态抗阻运动(肌肉向心和离心收缩的同时,肌肉的长度和张力都发生变化)和等长握力训练都能使血压降低^[36]。美国心脏协会和美国运动医学学会都推荐中等强度抗阻运动作为高血压预防、治疗和控制的有氧运动项目的补充。适当的抗阻运动可以有效降低血压^[37]。

3 抗阻运动的临床应用

运动治疗需在医生指导下进行,运动前必须进行必要的安全性评估,尤其是评估心、肺功能和运动功能(如运动负荷试验等)。合理且安全的运动应首先评估患者的相关禁忌证,考虑其耐受能力及身体情况,制定出个体化运动处方并且遵守循序渐进的原则,若无禁忌证,每周最好进行 2~3 次抗阻训练(两次间隔时间 ≥ 2 d)、锻炼肌肉力量和耐力,训练强度为轻或中度^[38]。总体而言,中等强度的抗阻运动对于 T2DM 人群是安全有效的,暂不推荐老年人进行高强度抗阻运动。

综上所述,抗阻运动能够降低 T2DM 患者发生 CVD 的危险因素(高血压、血脂异常、胰岛素抵抗、全身炎症反应及血管内皮功能障碍等)。虽然运动干预在糖尿病的管理中起重要作用,但运动不可盲目无原则。因此,在糖尿病人群中应用抗阻运动,要严格掌握其适应证和禁忌证,依据患者特定情况,制定个性化的运动方案。除此之外,期待更多医务人员根据危险评估,将患者进行低、中、高 CVD 危险等级分层,根据不同的等级分层制定相应强度、频率及时间的运动干预方案,并观察其效果。

参 考 文 献

- [1] Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart disease and stroke statistics--2015 update: a report from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2015, 131(4): e29-e322. DOI: 10.1161/CIR.000000000000152.
- [2] 中华医学会糖尿病分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2014, 30(10): 893-942. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2014.07.004.
- [3] Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease [J]. *Mediators Inflamm*, 2010, 2010: 535918. DOI: 10.1155/2010/535918.
- [4] Kim KB. Effect of different training mode on interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients[J]. *J Exerc Nutrition Biochem*, 2014, 18(4): 371-378. DOI: 10.5717/jenb.2014.18.4.371.
- [5] Halter JB, Musi N, McFarland Horne F, et al. Diabetes and cardiovascular disease in older adults: current status and future directions[J]. *Diabetes*, 2014, 63(8): 2578-2589. DOI: 10.2337/db14-0020.
- [6] 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.
- [7] Kwon HR, Han KA, Ku YH, et al. The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women[J]. *Korean Diabetes J*, 2010, 34(2): 101-110. DOI: 10.4093/kdj.2010.34.2.101.
- [8] Srikanthan P, Karlamangla AS. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011, 96(9): 2898-2903. DOI: 10.1210/jc.2011-0435.
- [9] Codella R, Ialacqua M, Terruzzi I, et al. May the force be with you: why resistance training is essential for subjects with type 2 diabetes mellitus without complications? [J]. *Endocrine*, 2018, 62(1): 14-25. DOI: 10.1007/s12020-018-1603-7.
- [10] Bergman M. Pathophysiology of prediabetes and treatment implications for the prevention of type 2 diabetes mellitus [J]. *Endocrine*, 2013, 43(3): 504-513. DOI: 10.1007/s12020-012-9830-9.
- [11] Rabøl R, Petersen KF, Dufour S, et al. Reversal of muscle insulin resistance with exercise reduces postprandial hepatic de novo lipogenesis in insulin resistant individuals[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2011, 108(33): 13705-13709. DOI: 10.1073/pnas.1110105108.
- [12] Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary[J]. *Diabetes Care*, 2010, 33(12): 2692-2696. DOI: 10.2337/dc10-1548.
- [13] American College of Sports Medicine. ACSM's Advanced Exer-

- cise Physiology [M]. America: Lippincott Williams&Wilkins, 2005; 4.
- [14] 申翹璇,楼青青,张丹毓,等. 抗阻力运动在 2 型糖尿病治疗中的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2012, 47 (4): 367-369. DOI:10. 3761/j. issn. 0254-1769. 2012. 04. 036.
- [15] Gotshalk LA, Berger RA, Kraemer WJ. Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol [J]. J Strength Cond Res, 2004, 18 (4): 760-764. DOI: 10. 1519/00124278-200411000-00013.
- [16] 赵振燕,吴永健. 2013 欧洲心脏病学会 (ESC) 糖尿病、糖尿病前期及心血管疾病诊疗指南概述[J]. 中国循环杂志, 2013, 28(8): 572-575. DOI:10. 3969/j. issn. 1000-3614. 2013. 08. 005.
- [17] Zitkus BS. Update on the American Diabetes Association standards of medical care[J]. Nurse Pract, 2014, 39(8): 22-32. DOI: 10. 1097/01. NPR. 0000451880. 48790. 50.
- [18] Chen YY, Lin YJ, Chong E, et al. The impact of diabetes mellitus and corresponding HbA1c levels on the future risks of cardiovascular disease and mortality: a representative cohort study in Taiwan [J]. PLoS One, 2015, 10 (4): e0123116. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0123116.
- [19] 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.
- [20] 张健. 2 型糖尿病心血管病风险管理及利拉鲁肽的潜在优势[J]. 中国糖尿病杂志, 2014, 22 (12): 1145-1148. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-6187. 2014. 12. 027.
- [21] Sleight P. Cardiovascular risk factors and the effects of intervention [J]. Am Heart J, 1991, 121 (3 Pt 2): 990-994. DOI: 10. 1016/0002-8703(91)90609-L.
- [22] Costa RR, Lima Alberton C, Tagliari M, et al. Effects of resistance training on the lipid profile in obese women [J]. J Sports Med Phys Fitness, 2011, 51 (1): 169-177. DOI: 10. 1016/j. clinbiomech. 2010. 10. 005.
- [23] 郝昕,胡景萍. 运动疗法对老年糖尿病患者的影响[J]. 中国老年学杂志, 2014, (18): 5306-5308. DOI: 10. 3969 /j. issn. 1005-9202. 2014. 18. 146.
- [24] Cohen ND, Dunstan DW, Robinson C, et al. Improved endothelial function following a 14-month resistance exercise training program in adults with type 2 diabetes [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2008, 79 (3): 405-411. DOI: 10. 1016/j. diabres. 2007. 09. 020.
- [25] Fetterman JL, Holbrook M, Westbrook DG, et al. Mitochondrial DNA damage and vascular function in patients with diabetes mellitus and atherosclerotic cardiovascular disease [J]. Cardiovasc Diabetol, 2016, 15: 53. DOI:10. 1186/s12933-016-0372-y.
- [26] Shi Y, Vanhoutte PM. Macro- and microvascular endothelial dysfunction in diabetes [J]. J Diabetes, 2017, 9 (5): 434-449. DOI: 10. 1111/1753-0407. 12521.
- [27] Cornelissen VA, Onkelinx S, Goetschalckx K, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation improves endothelial function assessed by flow-mediated dilation but not by pulse amplitude tonometry [J]. Eur J Prev Cardiol, 2014, 21 (1): 39-48. DOI: 10. 1177/2047487312460516.
- [28] 任可欣. 抗阻运动对老年男性血管功能的影响[J]. 吉林师范大学学报: 自然科学版, 2016, 37 (4): 153-156. DOI: 10. 16862/j. cnki. issn1674-3873. 2016. 04. 027.
- [29] Soinio M, Marniemi J, Laakso M, et al. High-sensitivity C-reactive protein and coronary heart disease mortality in patients with type 2 diabetes: a 7-year follow-up study [J]. Diabetes Care, 2006, 29 (2): 329-333. DOI:10. 2337/diacare. 29. 02. 06. dc05-1700.
- [30] Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise [J]. J Appl Physiol (1985), 2005, 98 (4): 1154-1162. DOI: 10. 1152/jappphysiol. 00164. 2004.
- [31] Mavros Y, Kay S, Simpson KA, et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training [J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2014, 5 (2): 111-120. DOI:10. 1007/s13539-014-0134-1.
- [32] 练艺影,王正珍. 体力活动对抗慢性炎症因子的研究进展[J]. 当代医学 2013, 19 (15): 16-18. DOI: 10. 3969/j. issn. 1009-4393. 2013. 15. 007.
- [33] Nicklas BJ, Brinkley TE. Exercise training as a treatment for chronic inflammation in the elderly [J]. Exerc Sport Sci Rev, 2009, 37 (4): 165-170. DOI:10. 1097/JES. 0b013e3181b7b3d9.
- [34] Chen MF, Chen HI, Jen CJ. Exercise training upregulates macrophage MKP-1 and affects immune responses in mice [J]. Med Sci Sports Exerc, 2010, 42 (12): 2173-2179. DOI: 10. 1249/MSS. 0b013e3181e2158d.
- [35] Ferrannini E, Cushman WC. Diabetes and hypertension: the bad companions [J]. Lancet, 2012, 380 (9841): 601-610. DOI: 10. 1016/S0140-6736(12)60987-8.
- [36] Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, et al. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials [J]. Hypertension, 2011, 58 (5): 950-958. DOI: 10. 1161/HYPERTENSIONAHA. 111. 177071.
- [37] 王磊,高真真,潘化平,等. 不同形式的抗阻训练对轻度高血压患者血压的短时及阶段性效应观察[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30 (4): 339-343. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-1242. 2015. 04. 006.
- [38] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise [J]. Med Sci Sports Exerc, 2011, 43 (7): 1334-1359. DOI:10. 1249/MSS. 0b013e318213febf.

(收稿日期:2019-02-15)

(本文编辑:刘欣)