

· 论著 ·

有氧运动联合抗阻训练对2型糖尿病患者氧化应激及糖脂代谢的影响*

陈素华^{1,*} 孙继红²

1. 郑州颐和医院 (河南 郑州 450000)

2. 郑州大学第一附属医院 (河南 郑州 450000)

【摘要】目的 研究和分析2型糖尿病患者给予有氧运动联合抗阻训练对其氧化应激及糖脂代谢的影响。**方法** 选取2019年1月-2020年12月期间我院收治的2型糖尿病患者160例展开研究, 遵循随机数字表法分组原则, 将患者随机分成四组(每组40例), 分别为有氧运动组: 实施有氧运动干预; 抗阻运动组: 实施抗阻运动干预; 联合组: 实施有氧运动+抗阻运动联合干预; 空白对照组: 只进行常规健康饮食, 不做其他干预。统计四组患者氧化应激及糖脂代谢相关指标, 并进行比较。**结果** 与空白对照组比较, 有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平均显著下降($P<0.05$); 与联合组相比, 空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平均显著更高($P<0.05$)。与空白对照组比较, 有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的TC、TG、LDL-C水平均显著下降($P<0.05$); 与联合组相比, 空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的TC、TG、LDL-C水平均显著更高($P<0.05$)。与空白对照组比较, 有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的MDA水平显著升高, SOD、8-OHdG水平均显著下降($P<0.05$); 与联合组相比, 空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的MDA水平均显著更高, SOD、8-OHdG水平均显著更低($P<0.05$)。**结论** 对2型糖尿病患者进行有氧运动联合抗阻训练干预, 可显著降低患者血糖、血脂水平, 并改善患者氧化应激, 从而提高患者血糖控制效果和生活质量。

【关键词】 有氧运动; 抗阻训练; 2型糖尿病; 氧化应激; 糖脂代谢

【中图分类号】 R587.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学科技攻关(联合共建)项目(LHGJ20190090)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2023.08.038

Effects of Aerobic Exercise Combined with Resistance Training on Oxidative Stress and Glycolipid Metabolism in Type 2 Diabetic Patients*

CHEN Su-hua^{1,*}, SUN Ji-hong²

1. Zhengzhou Yihe Hospital Zhengzhou, Henan Zip Code, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

2. The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Abstract: Objective To study and analyze the effects of aerobic exercise combined with resistance training on oxidative stress and glucose-lipid metabolism in patients with type 2 diabetes. **Methods** A total of 160 patients with type 2 diabetes admitted to our hospital from January 2019 to December 2020 were selected as the subjects of the study. Patients were randomly divided into four groups (40 cases in each group) based on random numbers generated by a computer: Aerobic Exercise Group: Implemented aerobic exercise intervention; Resistance Exercise Group: Implemented resistance exercise intervention; Combined Group: Implemented combined aerobic exercise and resistance exercise intervention; Control Group: Only carried out a regular healthy diet, with no other interventions. The relevant indices of oxidative stress and glucose-lipid metabolism in the four groups of patients were collected and compared. **Results** Compared with the Control Group, the levels of FBG, 2hPG, and HbA1c in the Aerobic Exercise Group, Resistance Exercise Group, and Combined Group were significantly reduced ($P<0.05$). Compared with the Combined Group, the levels of FBG, 2hPG, and HbA1c in the Control Group, Aerobic Exercise Group, and Resistance Exercise Group were significantly higher ($P<0.05$). Compared with the Control Group, the levels of TC, TG, and LDL-C in the Aerobic Exercise Group, Resistance Exercise Group, and Combined Group were significantly reduced ($P<0.05$). Compared with the Combined Group, the levels of TC, TG, and LDL-C in the Control Group, Aerobic Exercise Group, and Resistance Exercise Group were significantly higher ($P<0.05$). Compared with the Control Group, the level of MDA in the Aerobic Exercise Group, Resistance Exercise Group, and Combined Group significantly increased, while the levels of SOD and 8-OHdG significantly decreased ($P<0.05$). Compared with the Combined Group, the level of MDA in the Control Group, Aerobic Exercise Group, and Resistance Exercise Group was significantly higher, while the levels of SOD and 8-OHdG were significantly lower ($P<0.05$). **Conclusion** The implementation of aerobic exercise combined with resistance training in patients with type 2 diabetes can significantly reduce blood glucose and lipid levels, and improve oxidative stress, thereby enhancing blood glucose control and quality of life for the patients.

Keywords: Aerobic Exercise; Resistance Training; Type 2 Diabetes; Oxidative Stress; Glucose and Lipid Metabolism

2型糖尿病(T2MD)在糖尿病中占90%-95%, 是一种最常见的糖尿病类型, 主要是由于患者体内胰岛素抵抗而导致胰岛素分泌异常所致^[1]。该病不仅可导致患者出现典型的“三多一少”症状, 同时随着病情进展, 还会破坏胰岛β细胞的结构和功能, 从而影响胰岛素的分泌, 并会引发诸多其它并发症, 甚至危及患者生命^[2]。而一旦罹患糖尿病, 患者需要接受终身的治疗以控制血糖, 然现阶段我国糖尿病患者血糖控制效果尚不理想, 故而对此类患者需要进行治疗和护理的双向干预, 最大程度的提高患者血糖控制效果, 减少疾病诱发的相关并发症。目前, 药物时控制血糖的最直接和最长用的方式之一, 然药物能够针对性地对血

糖、血脂、胰岛素抵抗等进行控制的同时也会产生不同的不良反应, 且患者由于需要长期用药, 药物带来的不良反应不容小觑^[3]。鉴于此, 本研究探讨了有氧运动联合抗阻训练对2型糖尿病患者氧化应激及糖脂代谢的影响, 旨在为此类患者的临床治疗提供新的方向。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2019年1月至2020年12月期间我院收治的2型糖尿病患者160例展开研究, 遵循随机数字表法分组原则, 将患者随机分成四组(每组40例), 分别为有氧运动组、抗阻运

【第一作者】陈素华, 女, 主管, 主要研究方向: 糖尿病患者管理。E-mail: csh68963@163.com

【通讯作者】陈素华

动组、联合组以及空白对照组。有氧运动组中，男23例，女17例，年龄在47-58岁，年龄均值(52.35±3.42)岁，病程5-10年，病程范围(7.12±1.38)年，BMI 25-29kg/m²，BMI(26.42±2.04)kg/m²；抗阻运动组中，男20例，女20例，年龄在46-58岁，年龄均值(51.53±3.25)岁，病程5-9年，病程范围(7.05±1.22)年，BMI 25-30kg/m²，BMI(26.33±2.16)kg/m²。联合组中，男21例，女19例，年龄在45-59岁，年龄均值(52.06±3.37)岁，病程5-11年，病程范围(7.36±1.23)年，BMI 24-29kg/m²，BMI(26.51±2.20)kg/m²。空白对照组中，男19例，女21例，年龄在45-58岁，年龄均值(52.14±3.28)岁，病程5-10年，病程范围(7.17±1.18)年，BMI 24-30kg/m²，BMI(26.58±2.11)kg/m²。两组资料具备对比价值(P>0.05)。本研究已通过医学伦理委员会批准进行。

纳入标准：年龄45-60岁；男性、非孕期及哺乳期妇女；BMI在23-30kg/m²；肌力≥Ⅳ级；符合2019年ADA糖尿病指南的2型糖尿诊断标准以及我国中华医学会制定的2型糖尿病基层诊疗指南(实践版·2019)中的诊断标准^[4-5]。即：5.6mmol/L≤空腹血糖<7.0mmol/L，或/和7.8mmol/L≤OGTT2h血糖<11.1mmol/L；愿意并有时间参加本研究。排除标准：Ⅰ型糖尿病患者；精神意识障碍、皮肤疾病、运动障碍等患者；有严重的急慢性疾病患者；合并感染疾病、肿瘤疾病。免疫异常等患者；代谢异常者。

1.2 方法 有氧运动组：实施有氧运动干预，具体如下：根据患者的综合情况，选择合适的有氧运动方式，例如慢跑、快走、医疗体操、打太极等。男女患者运动强度：男性患者以最大心率=220-年龄为准，女性患者以最大心率=210-年龄为准，切勿超最大心率；运动时间设定：初始训练时间设定为30分钟，而后根据患者的情况逐渐延长，最长至1h。期间注意观察患者情况，如有异常应立即停止训练。

抗阻运动组：实施抗阻运动干预，具体如下：上下肢伸膝肌群、肩关节运动肌群运动，每日1次，同一肌群的训练两次之间必须间隔1天，以(70%-80%1RM)的抗阻重量完成半蹲和上举运动。具体内容详见附录1。期间注意观察患者情况，如有异常应立即停止训练。联合组：实施有氧运动+抗阻运动联合干预空白对照组：只进行常规健康饮食，不做其他干预。在研究期间，要求各干预组除了按照相应的干预方法进行外，均保持健康的饮食方式。

1.3 观察指标 (1)观察四组患者治疗后的血糖水平：采用血糖分析仪检测患者空腹血糖(FBG)、餐后2h血糖水平(2hPG)；采用全自动糖化血红蛋白分析仪检测患者糖化血红蛋白水平(HbA1c)。(2)观察四组患者治疗后的血脂水平：采用全自动生化仪检测患者血脂水平，主要指标包括总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)等。(3)观察四组患者治疗后的氧化应激水平：主要指标包括丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)及8-羟基脱氧鸟苷(8-OHdG)等。所有指标均于干预后30天测定并进行统计比较。

1.4 统计学分析 采用 SPSS23.0统计软件进行数据的统计学处理，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验，其中组间比较采用独立样本t检验，组内比较采用配对t检验。计数资料采用 χ^2 检验。(P<0.05)有统计学意义。

2 结果

2.1 四组患者治疗后的血糖水平 血糖指标检测结果显示，与空白对照组比较，有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平均显著下降(P<0.05)；与联合组相比，空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平均显著更高(P<0.05)；另，有氧运动组和抗阻运动组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平比较无显著差异(P>0.05)。详见表1。

2.2 四组患者治疗后的血脂水平 血脂指标检测结果显示，与空白对照组比较，有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的TC、TG、LDL-C水平均显著下降(P<0.05)；与联合组相比，空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的TC、TG、LDL-C水平均

显著更高(P<0.05)；另，有氧运动组和抗阻运动组患者的FBG、2hPG、HbA1c水平比较无显著差异(P>0.05)；四组患者的HDL-C水平比较无显著差异(P>0.05)。详见表2。

2.3 四组患者治疗后的氧化应激水平 氧化应激指标检测结果显示，与空白对照组比较，有氧运动组、抗阻运动组和联合组患者的MDA水平显著升高，SOD、8-OHdG水平均显著下降(P<0.05)；与联合组相比，空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的MDA水平均显著更高，SOD、8-OHdG水平显著更低(P<0.05)；另，有氧运动组和抗阻运动组患者的MDA、SOD、8-OHdG水平比较无显著差异(P>0.05)。详见表3。

表1 四组患者治疗后的血糖水平比较

组别	例数	FBG(mmol/L)	2hPG(mmol/L)	HbA1c(%)
空白对照组	40	9.61±1.37 [#]	14.32±1.63 [#]	9.07±1.32 [#]
有氧运动组	40	8.03±1.52 [#]	12.11±1.24 [#]	8.12±1.21 [#]
抗阻运动组	40	8.02±1.68 [#]	12.15±1.19 [#]	8.16±1.27 [#]
联合组	40	7.23±1.45 [*]	9.86±2.01 [*]	7.03±1.18 [*]

注：与空白组相比，*(P<0.05)；与联合组相比，#(P<0.05)。

表2 四组患者治疗后的血脂水平比较(mmol/L)

血脂指标	空白对照组(40)	有氧运动组(40)	抗阻运动组(40)	联合组(40)
TC	5.17±1.02 [#]	4.01±1.14 [#]	3.97±1.09 [#]	2.89±1.11 [*]
TG	3.85±0.43 [#]	2.23±0.28 [#]	2.31±0.35 [#]	1.72±0.32 [*]
LDL-C	3.74±0.37 [#]	2.83±0.22 [#]	2.89±0.21 [#]	2.05±0.34 [*]
HDL-C	1.28±0.45	1.33±0.28	1.35±0.31	1.42±0.26

注：与空白组相比，*(P<0.05)；与联合组相比，#(P<0.05)。

表3 四组患者治疗后的氧化应激水平比较

组别	例数	MDA(mU/L)	SOD(mmol/L)	8-OHdG(ng/L)
空白对照组	40	41.23±6.37 [#]	5.25±1.03 [#]	286.48±21.26 [#]
有氧运动组	40	46.08±5.05 [#]	4.34±0.78 [#]	247.52±18.45 [#]
抗阻运动组	40	45.85±5.12 [#]	4.27±0.82 [#]	246.37±18.74 [#]
联合组	40	53.16±5.67 [*]	3.08±0.62 [*]	203.99±20.59 [*]

注：与空白组相比，*(P<0.05)；与联合组相比，#(P<0.05)。

3 讨论

近年来，糖尿病发病率也越来越高，现如今已成为一个世界性的公共健康难题，严重影响人们的身心健康。流行病学调查表明，全世界内，2型糖尿病的发病率均处于上升状态^[6]。虽然糖尿病本身并不会对患者造成太大的伤害，但是血糖长期处于升高状态下，患者体内的组织和功能都会受到损害，从而容易引发诸多并发症，例如糖尿病足、糖尿病大血管病变、糖尿病酮症酸中毒等，从而危及患者生命安全^[7-8]。因此，在糖尿病治疗中，实施相应的护理干预，对降低患者并发症发生，提高血糖控制效果均具有重要意义。

近年来，有研究表明，在糖尿病的发生发展过程中，氧化应激与其密切相关。2型糖尿病与缺乏运动有着一定的相关性，且部分强度较高的运动可诱发氧化应激，并会对患者体内组织造成损害^[9]。在2型糖尿病的治疗护理中，运动疗法是患者综合治疗方案中重要的一个项目，通过适当的运动，能够促进患者体内肌细胞对胰岛素的敏感性；其次，运动有助于加速糖、脂的分解代谢，从而降低血糖和血脂；还有，通过适当运动可改善患者身体心肺功能，促进血液循环，从而起到预防糖尿病后期并发症的作用；最后，适当的有氧运动能够提高患者身体素质，并预防糖尿病抑郁的发生，对促进患者身心健康有着重要意义^[10]。目前国内外指南均有推荐，长期中等强度的有氧及抗阻运动可降低血糖。

附录1

动作名称	组数*次数	锻炼部位	动作及注意事项	动作视图
站立下蹲	(18-22)*5	腿部与臀部肌群	双脚分开与肩同宽并踩住弹力绳,将绳绕过背部,双臂弯曲,双手在肩部握住绳子把;身体慢慢下蹲,再慢慢还原。	
双臂上举	(18-22)*5	三角肌、肱三头肌	双脚分开与肩同宽并踩住弹力绳,将绳绕过背部,双臂弯曲,双手在肩部握住绳子把,向上慢慢举起,大臂贴近耳朵,举至双臂伸直,慢慢慢放,上举吸气下放吐气。	 Shoulder Press

2型糖尿病的最主要的致病的原因就是人体内的胰岛素产生了抵抗的情况,导致人体内的胰岛素不足的情况^[11-12]。而有氧运动能够加速胰岛素与受体的结合,从而增加胰岛素的敏感性,帮助患者维持正常血糖水平。在进行有氧运动时,人体肌肉活动度处于活跃状态,能够加速对糖脂的能量吸收,从而加快糖脂分解和代谢,同时改善神经系统对糖代谢的调节,使机体更加充分地利用糖,形成良性循环,增加机体对胰岛素的敏感性,改善机体代谢,促进降糖^[13]。相关研究表明,2型糖尿病患者每周进行3次高强度的有氧运动,持续两个月,可使胰岛素的敏感性增加46%,但终止运动三天,已经获得的胰岛素敏感性会相应降低。冯宏然学者^[14]研究表明,通过有氧运动,可以有效改善糖尿病患者糖脂代谢和胰岛素抵抗。抗阻运动是一种帮助人体增加肌肉力量和体积的运动方式,与有氧运动不同的是,该运动方式只针对肌肉力量和耐力的训练,以此来增加肌肉对能量的需求,从而加速糖脂消耗,改善患者代谢和降低血糖。有研究表明,在25-80岁期间,人体肌肉会逐渐发生萎缩,肌肉含量、肌力也会随之下降,机体细胞功能亦会随之下降。因此,肌肉对于糖脂的利用率也会受到影响,从而诱发糖脂等代谢异常现象^[15]。另有研究证明,抗阻运动能够有效延缓肌肉含量、肌力的下降^[16]。相关文献显示,运动可以使低密度脂蛋白下降5%^[17];此外,还有研究指出,通过抗阻运动,可以增加脂肪消耗量,尤其是肥胖者,并增加肌肉/脂肪比,从而降低脂肪含量,减少心血管疾病发生风险^[18-19]。

本研究结果显示,与联合组相比,空白对照组、有氧运动组和抗阻运动组患者的血糖各指标水平均显著更高,且患者的TC、TG、LDL-C、SOD、8-OHdG水平也显著更低,MDA水平显著升高($P<0.05$)。由此可见,2型糖尿病的运动疗法不仅在降低血糖方面有显著效果,并且能够有效减轻氧化应激损伤,是广大糖尿病患者最为简便易行的重要辅助治疗手段。然而,本次研究还是存在一定局限,首先本次研究未能对患者进行长期随访,对患者长期的疗效不明确。其次,本次研究我们是一项单中心的研究,获取的样本量较少。因此我们在今后的研究中收集更多的样本,并对患者进行长期的随访来观察有氧运动联合抗阻训练对2型糖尿病患者氧化应激及糖脂代谢的影响。

综上所述,对2型糖尿病患者实施有氧运动联合抗阻训练进行干预,可显著降低患者血糖、血脂水平,并改善患者氧化应激,从而提高患者血糖控制效果和生活质量。

参考文献

[1] 张雨辰,张雅琴. 糖尿病类型及并发症的研究进展[J]. 基因组学与应用生物学, 2021, 40(02): 958-960.

[2] 徐庚. 沙格列汀联合临床药师主导的慢性病健康管理对2型糖尿病患者血糖控制效果的研究[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2022, 6(16): 67-70.

[3] 王明伟. 糖尿病并发症的发病机制及其药物治疗研究进展[J]. 继续医学教育, 2022, 36(04): 157-160.

[4] 徐旭英. 《中国糖尿病足防治指南2019》解读[J]. 中国临床医生杂志, 2023, 51(04): 394-397.

[5] 李梓荣,刘尚建. 基于国内外新版糖尿病指南中糖尿病前期的中西医诊疗依据研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2023, 18(03): 472-477+496.

[6] 丁峰峰,闫春娟,郭鹏,等. 中国2009~2019年≥60岁居民糖尿病死亡率趋势分析及预测[J]. 国际老年医学杂志, 2023, 44(03): 265-270.

[7] 王力,苏雪娟,陈体,等. MRA及CTA诊断糖尿病足下肢血管病变的临床价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(4): 145-147.

[8] 周会玲. 多普勒超声联合CT血管造影在糖尿病下肢血管病变诊断中的价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(3): 144-146, F0003.

[9] 刘东欣,江琴. 2型糖尿病肾病患者血清NF-κB、MDA、FFA、visfatin水平变化及肾功能状况分析[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2022, 23(09): 827-829.

[10] 阮芳,桂春,玉琴,等. 有氧和抗阻运动对不同糖代谢人群糖脂代谢的干预效果[J]. 循证护理, 2023, 9(11): 2004-2008.

[11] 曾国志,蒙国煌. 血清Hcy、VEGF、TGF-β1水平与早期糖尿病肾病的关系分析[J]. 罕少疾病杂志, 2019, 26(2): 59-60, 112.

[12] 张云,许玉丹,蒋志健. 2型糖尿病神经病变患者血清Hcy水平表达及其临床意义研究[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(6): 91-92.

[13] 王琪,雷涛,徐媛颖,张翠平,等. 2型糖尿病合并肌少症发病机制及中医药治疗进展[J]. 山东中医药大学学报, 2022, 46(01): 129-136.

[14] 王耀瑛. 有氧运动与抗阻训练联合用于糖尿病周围神经病变的效果分析[J]. 航空航天医学杂志, 2022, 33(05): 541-544.

[15] Oudbier S J, Goh J, Looijaard S M L M, et al. Pathophysiological mechanisms explaining the association between low skeletal muscle mass and cognitive function[J]. The Journals of Gerontology: Series A, 2022, 77(10): 1959-1968.

[16] 马翠红,孙京文,朱连华. 有氧加抗阻运动对2型糖尿病患者糖脂代谢的影响[J]. 实用临床护理学电子杂志, 2019, 004(022): P. 67-67.

[17] Araki E, Goto A, Kondo T, et al. Japanese clinical practice guideline for diabetes 2019[J]. Diabetology international, 2020, 11: 165-223.

[18] Rebello C J, Zhang D, Kirwan J P, et al. Effect of exercise training on insulin-stimulated glucose disposal: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. International Journal of Obesity, 2023, 47(5): 348-357.

[19] Costa R R, Buttelli A C K, Vieira A F, et al. Effect of strength training on lipid and inflammatory outcomes: systematic review with meta-analysis and meta-regression[J]. Journal of Physical Activity and Health, 2019, 16(6): 477-491.

(收稿日期: 2023-06-25)
(校对编辑: 谢诗婷)