

DOI: 10.19296/j.cnki.1008-2409.2024-02-025

· 论 著 ·

· ORIGINAL ARTICLE ·

## 基于结构性教育的 LI-BFRT 对老年 2 型糖尿病患者的影响

肖书敏, 刘方方, 梁晓丽

(河南科技大学第一附属医院内分泌科, 洛阳 471000)

**摘要** 目的 探究基于结构性教育的血流限制结合低强度有氧训练(LI-BFRT)对老年 2 型糖尿病(T2DM)患者的影响。方法 选取老年 T2DM 患者 80 例,按照随机数字表法分为对照组和观察组,每组各 40 例。对照组给予常规教育和运动训练,观察组给予基于结构性教育的 LI-BFRT。对比干预后两组糖代谢水平、足部血流速度及睡眠质量。结果 干预后,观察组胰岛素抵抗(HOMA-IR)、胰岛素(FINS)及空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)水平较对照组低,差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ );观察组足部血流速度高于对照组( $P < 0.05$ );观察组日间身体功能、夜间苏醒、入睡时间、总睡眠时间、日间情绪、比期望时间早醒、日间思睡、总睡眠质量评分低于对照组( $P < 0.05$ )。结论 基于结构性教育的 LI-BFRT 应用于老年 T2DM 患者,能够有效改善糖代谢水平和睡眠质量,促进足部代谢。

**关键词:** 结构性教育;血流限制结合低强度有氧训练;老年 2 型糖尿病;糖代谢水平;足部血流速度;睡眠质量  
中图分类号:R587.1 文献标志码:A 文章编号:1008-2409(2024)02-0168-05

## Effects of LI-BFRT based on structural education on elderly patients with type 2 diabetes mellitus

XIAO Shumin, LIU Fangfang, LIANG Xiaoli

(Department of Endocrinology, the First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, China)

**Abstract Objective** To explore the effect of low intensity blood flow restriction training(LI-BFRT) based on blood flow restriction of structural education in elderly patients with type 2 diabetes mellitus(T2DM). **Methods** 80 newly diagnosed elderly T2DM patients were randomly divided into the control group and observation group. The control group were received routine education and exercise training, while the observation group were received LI-BFRT based on structural education. The glucose metabolism level, foot blood flow velocity and sleep quality between the two groups were compared after the intervention. **Results** After intervention, the levels of insulin resistance (HOMA-IR), insulin (FINS), fasting blood glucose (FPG) and glycosylated hemoglobin(HbA1c) in observation group were

基金项目:河南省医学科技攻关项目(LHGJ20210596)。

第一作者:肖书敏,本科,护师,研究方向为内分泌护理,xiaoshuminjkd@163.com。

lower than those in control group, and the differences were statistically significant ( $P<0.05$ ). The blood flow velocity of foot in observation group was higher than that of control group ( $P<0.05$ ). Daytime body function, night wake up, sleep time, total sleep time, daytime mood, wake up earlier than expected time, daytime sleepiness, total sleep quality score in observation group were lower than that in control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Structure-based LI-BFRT can effectively improve glucose metabolism and sleep quality and promote foot metabolism in T2MD patients. **Keywords:** structural education; low intensity blood flow restriction training; elderly type 2 diabetes mellitus; glucose metabolism level; foot blood flow velocity; sleep quality

对于老年 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 患者而言, 定期开展有氧运动可对药物治疗和健康饮食进行有效补充, 益于控制和预防病情<sup>[1]</sup>。对高龄患者来说, 若运动强度过大, 有可能增加运动损伤及心血管事件发生风险, 因此应考虑运动强度是否适合身体承受力, 慎重选择运动方式<sup>[2]</sup>。常规运动可对肢体血流、控制血糖水平产生积极影响, 但患者往往难以掌握正确的方式和强度, 而无法达到理想的效果。血流限制结合低强度有氧训练 (low intensity blood flow restriction training, LI-BFRT) 是以强度较低的训练达到高强度训练效果的一种方式<sup>[3]</sup>, 在结构式教育下, 对 T2MD 及其干预流程等构建结构框架并进行主观诠释, 可避免因锻炼方式有误而降低运动效果。基于此, 本文探讨基于结构性教育的 LI-BFRT 方案对老年 T2MD 患者的糖代谢水平、足部血流速度及睡眠质量等相关指标的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2020 年 3 月至 2023 年 3 月河南科技大学第一附属医院内分泌科收治的 80 例老年 T2DM 患者, 按照随机数字表法分为对照组和观察组, 每组各 40 例。对照组男 26 例, 女 14 例; 年龄 66~75 岁, 平均  $(70.6 \pm 3.1)$  岁; 体质量指数 (BMI)  $(19.16 \pm 1.69)$  kg/m<sup>2</sup>。观察组男 28 例, 女 12 例; 年龄 65~78 岁, 平均  $(69.9 \pm 4.1)$  岁; BMI  $(19.20 \pm 1.23)$  kg/m<sup>2</sup>。两组一般资料比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 具有可比性。本研究获河南科技大学第一附属医院医学伦理委员会批准 (审批号: 20200318), 患者签署知情同意书。

纳入标准: ①年龄  $\geq 60$  岁; ②依据《中国 2 型糖

尿病合并血脂异常防治专家共识 (2017 年修订版)<sup>[4]</sup> 确诊为 T2MD; ③空腹血糖  $\geq 7$  mmol/L; ④未合并严重糖尿病并发症。

排除标准: ①1 型糖尿病; ②存在肢体运动功能障碍病史或运动禁忌证; ③近期有其他规律训练。

### 1.2 方法

对照组实施口头教育结合常规运动训练。教育内容: 主要包括糖尿病发病机制、后续治疗流程、血糖自测方法等。常规运动训练方法: 餐后 1 h, 进行肢体、腰部和身体各大关节活动, 时间为 10 min; 热身运动结束后, 进行步行训练、高抬腿走训练、肢体强度训练等活动, 每日 1 次, 每次 60 min; 最后进行慢走、固定踏车等放松训练, 时间为 20 min。训练前监测心电图、最大运动负荷、血压、心率等项目并评估运动风险, 确定运动强度, 运动期间若感到不适则暂停训练。干预 3 个月后评估效果。

观察组施以基于结构性教育的 LI-BFRT 方案。①组建团队。成员由 2 名专科医生、1 名主管护师、10 名专科护士组成。实施方案前, 进行 T2DM 相关知识以及训练理论与技能培训, 考核合格后方可上岗。②结合患者实际情况制订后续治疗方案提纲, 包括药物指导、情绪管理及治疗流程等内容, 各方面均具有完整知识和组织框架, 采用视频或 PPT 方式进行线下授课, 每月一次, 每次 1 h。③训练方式。训练者先开展热身运动, 时间为 5 min, 然后采用功率自行车 (常州市金誉医用器材有限公司, 型号: JY-GLC-4A) 进行强度 40% 心率储备 (HRR) (最大心率-静态心率), 踏车训练 5 min, 间歇 1 min 后重复踏车, 1 次 6 组, 血流限制为 50% 安静状态动脉闭塞压 (AOP)。训练期间, 在患者双侧大腿根部采用宽度约 38 cm 的加压袖带进行血流限制, 限制时间同踏

车时间,间歇期间释放压力,并在下组开始前5 s开始加压,总训练时间45 min,达到靶心率(HR+40% HRR)的运动时间为30 min。运动期间,使用心率测量仪(江苏鱼跃医疗设备股份有限公司,型号:YX301)监测运动强度,以保障训练安全。每隔1个月,重新调整靶心率,以调整运动强度。干预3个月后进行评估效果。

### 1.3 观察指标

①糖代谢水平:抽取患者空腹静脉血5 mL,采用全自动糖化蛋白分析仪(购自寰熙医疗器械有限公司,型号:HA-8180)检测空腹血糖(fasting blood glucose, FPG)、糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c)、空腹胰岛素(fasting insulin, FINS)水平。稳态模型评估胰岛素抵抗(homeostatic model assessment of insulin resistance, HOMA-IR) =  $FPG \times FINS / 22.5$ 。②足部血流速度:采用超声波血流检测仪(购自上海致衡医疗器械有限公司,型号:YW-

100)检测足背动脉血流速度。③睡眠质量:采用阿森斯失眠量表(athensinsomnia scale, AIS)对患者睡眠质量进行评价,包括入睡时间(关灯后到入睡时间)、夜间苏醒(睡眠中断)、比期望时间早醒、总睡眠时间、总睡眠质量、日间情绪、日间身体功能、日间思睡等8个维度,从无到严重4级评分,分别给予0~3分,得分越高,说明质量越差。

### 1.4 统计学处理

采用SPSS 22.0统计软件处理数据,计数资料采用 $\chi^2$ 检验,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,用 $t$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 糖代谢水平

干预后,观察组FPG、HbA1c、HOMA-IR及FINS水平低于对照组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),结果如表1所示。

表1 两组糖代谢水平比较

组别	n	FPG/(mmol/L)		HbA1c/%		FINS/(mIU/L)		HOMA-IR	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	40	8.71±1.26	7.42±1.13*	7.31±0.76	6.83±0.70*	23.95±2.31	15.92±1.17*	4.17±1.29	2.45±0.17*
观察组	40	8.69±1.32	6.91±1.04*	7.29±0.82	6.41±0.74*	24.09±1.28	10.94±2.14*	4.06±1.31	1.40±0.09*
$t$		0.069 3	2.100 3	0.113 1	2.607 7	0.335 3	12.913 8	0.378 4	34.523 8
$P$		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与干预前比较,\* $P < 0.05$ 。

### 2.2 足部血流速度

干预后,观察组足背动脉血流速度水平较对照组高,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),结果如表2所示。

表2 两组足部血流速度比较

组别	n/例	足背动脉血流速度/(cm/s)	
		治疗前	治疗后
对照组	40	5.27±0.36	6.29±0.48*
观察组	40	5.31±0.28	6.84±0.57*
$t$		0.554 7	4.668 0
$P$		>0.05	<0.05

注:与干预前比较,\* $P < 0.05$ 。

### 2.3 睡眠质量

干预后,观察组AIS的8个维度评分较对照组低,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),结果如表3所示。

表 3 两组 AIS 评分比较

组别	n/例	夜间苏醒/分		比期望时间早醒/分		日间身体功能/分		总睡眠质量/分	
		干预前	干预后	治疗前	治疗 1 年后	治疗前	治疗 1 年后	治疗前	治疗 1 年后
对照组	40	2.10±0.34	1.42±0.25*	2.01±0.28	1.05±0.18*	1.74±0.53	0.64±0.16*	1.76±0.23	1.02±0.17*
观察组	40	2.08±0.41	1.01±0.19*	1.98±0.23	0.64±0.11*	1.69±0.42	0.34±0.21*	1.80±0.19	0.64±0.21*
<i>t</i>		0.237 5	8.258 0	0.523 6	12.292 3	0.467 6	7.186 8	0.848 0	8.895 1
<i>P</i>		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

  

组别	n/例	总睡眠时间/分		入睡时间/分		日间情绪/分		日间思睡/分	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	40	1.46±0.31	0.63±0.17*	0.96±0.28	0.47±0.11*	2.21±0.19	0.84±0.32*	2.17±0.43	0.79±0.17*
观察组	40	1.50±0.29	0.44±0.19*	0.94±0.31	0.39±0.16*	2.19±0.22	0.61±0.29*	2.08±0.29	0.52±0.22*
<i>t</i>		0.596 0	4.173 3	0.302 8	2.605 8	0.435 1	3.368 4	1.097 5	6.141 9
<i>P</i>		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与干预前比较,\* $P<0.05$ 。

### 3 讨论

T2MD 是胰岛素缺陷致使糖代谢异常的一种慢性代谢疾病,加之患者对疾病认知不足,长期治疗易产生不确定感等心境状态的改变,不利于睡眠和血糖的稳定<sup>[5-6]</sup>。给予积极、高效的运动训练和认知提升是控制病情进展、延长患者生存期的关键。常规教育结合常规运动是通过有氧运动调控褪黑激素、活性氧等神经化学因子相关知识的宣教,使患者得到良性改变<sup>[7]</sup>,但单纯运动训练不能使肌肉锻炼达到理想效果,长期控制血糖效果不佳。血流限制是指肢体血流量下降,LI-BFRT 是血流限制与低强度有氧训练二者叠加,同加压袖带装置对肢体施压以达到限制或阻断肢体血液流动的一种训练方式,以低强度训练获得更佳的葡萄糖摄取量、降低 HbA1c 效果<sup>[8]</sup>。在结构式教育下,LI-BHRT 能够让患者正确面对复杂的治疗及负性思维,自觉参与健康管理,进一步促进良性变化。

胰岛素抵抗是 T2MD 的主要病理特征,多与 T2MD 患者葡萄糖转运蛋白转位与表达水平受到抑制有关。据报道<sup>[9]</sup>,胰岛素抵抗患者多存在睡眠受损和睡眠时间较短的问题,而睡眠时间持续性受限,可降低患者胰岛素敏感性和糖耐量水平,加重病情<sup>[10]</sup>。本研究结果显示,观察组的 FINS、HOMA-IR、

FPG、HbA1c 水平及 AIS 评分低于对照组,说明干预后观察组的血糖控制、睡眠质量改善优于对照组。分析原因,常规教育提高认知,帮助患者内心充满积极且正向的能量,避免因角色转换难以适应而引起的睡眠困难和消极情绪,减少夜间惊醒次数<sup>[11]</sup>。LI-BFRT 刺激 5'AMP 活化蛋白激酶(AMPK)活性,驱使骨骼肌内葡萄糖转运蛋白 4 的易位及合成,以提高骨骼肌对葡萄糖的利用及摄取,降低 FPG 水平。而且 LI-BFRT 是在单纯有氧运动基础上进行血流限制,能够增强骨骼肌肌力,可刺激肌纤维的卫星细胞,促进胰岛素生长因子生成,从而进一步提高胰岛素敏感性及肌肉体积<sup>[12-13]</sup>,有效促进骨骼肌对氨基酸及葡萄糖的吸收,改善 T2MD 患者的 HOMA-IR 及血糖水平。相较于常规运动,LI-BFRT 对能量消耗和运动后的减重的影响更大,对提高肌力和刺激内分泌调节胰岛素水平效果更佳,从而缓解胰岛素抵抗和延长睡眠时间,使血糖趋于正常。还可刺激脑源性神经因子的表达,在深睡眠阶段增加缓慢的脑电波以更好地睡眠,减少夜间惊醒,增加睡眠时长。

本研究结果显示,观察组足背动脉血流速度高于对照组。分析原因,LI-BFRT 以小强度有氧训练获得高强度训练效率的目的,可作为常规运动的一种安全替代训练,反复加压有助于改善血管通透性

和增强肌肉势能,优化血管通透性及动脉血管内径,提高足背动脉血流速度水平,且训练期间多肌肉的物理负荷较低,关节压力也较低<sup>[14-15]</sup>。因此,相较于常规训练,LI-BFRT 负面影响低,安全性和效率性高。郑玉婵等<sup>[16]</sup>也指出,通过加压袖带限制或阻断静脉血流以达到肢体缺血缺氧的效果,有助于刺激毛细血管及细胞内活性氧的新生,使运动受益最大化,可佐证本研究结论。

#### 4 结论

基于结构性教育的 LI-BFRT 能够有效增强代谢应激反应和内分泌反应系统,有助于改善糖代谢水平和足部微循环,提高睡眠效率。

#### 参考文献

- [1] 中国研究型医院学会糖尿病学专业委员会分级诊疗与基层管理糖尿病学组,深圳市第二人民医院深圳大学第一附属医院中国医学科学院,北京协和医院.2 型糖尿病分级诊疗与质量管理专家共识[J].中国医学前沿杂志(电子版),2020,12(5):38-53.
- [2] 沈丽婷,张俊龙,朱慧,等.运动改善 2 型糖尿病患者乳酸代谢的研究进展[J].中国老年学杂志,2023,43(6):1498-1501.
- [3] 潘玮敏,王兵,韩亚兵,等.血流限制训练对老年人肌肉力量、质量和躯体能力改变影响的 Meta 分析[J].中国组织工程研究,2023,27(5):805-812.
- [4] 中华医学会内分泌学分会脂代谢学组.中国 2 型糖尿病合并血脂异常防治专家共识(2017 年修订版)[J].中华内分泌代谢杂志,2017,33(11):925-936.
- [5] 陈晴,方明.口服索马鲁肽治疗 2 型糖尿病的研究进展[J].检验医学与临床,2023,20(3):418-422.
- [6] COZZOLINO R, GIULIO B D, MARTIGNETTI A, et al. Urinary volatileorganic compounds in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), type two diabetes mellitus (T2DM) and NAFLD-T2DM coexistence [J]. Metabolomics, 2022, 18(12):98.
- [7] 邹琪,刘军,孙晓敏.运动介导外泌体 miRNA 防治 2 型糖尿病合并肌少症的研究进展[J].中国病理生理杂志, 2023,39(5):919-927.
- [8] 张佳佳,周倩,张伟宏.血流限制运动在老年人运动干预中的应用研究进展[J].护理研究,2023,37(11):1940-1944.
- [9] 王倩,金健,王芹丹,等.祛瘀化痰方辅助治疗阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征合并 2 型糖尿病 57 例[J].浙江中医杂志,2023,58(2):101-102.
- [10] FRANCO D W, ALESSI J, DE CARVALHO T R, et al. The impact of a telehealth intervention on the metabolic profile of diabetes mellitus patients during the COVID-19 pandemic: arandomized clinical trial[J]. Prim Care Diabetes,2022,16(6):745-752.
- [11] HANDA M, KATO S, SAKURAI G, et al. The prevalence of locomotive syndrome and its associated factors in patients with Type 2 diabetes mellitus[J]. Mod Rheumatol, 2023,33(2):422-427.
- [12] DE QUEIROS V S, ROLNICK N, SABAG A, et al. Acute responses in blood flow restriction low-intensity aerobic training: a meta-analysis [J]. Int J Sports Med, 2023, 44(8):545-557.
- [13] CASTILLA-LÓPEZ C, MOLINA-MULA J, ROMERO-FRANCO N. Blood flow restriction during training for improving the aerobic capacity and sport performance of trained athletes: a systematic review and meta-analysis[J]. J Exerc Sci Fit,2022,20(2):190-197.
- [14] 余尾,宋刚,刘译文.血流限制介入低强度阻力训练对肌肉适能的效益及生理机制[J].中国组织工程研究, 2022,26(17):2768-2774.
- [15] MURRAY J, BENNETT H, BOYLE T, et al. Approaches to determining occlusion pressure for blood flow restricted exercise training: systematic review [J]. J Sports Sci, 2021,39(6):663-672.
- [16] 郑玉婵,谈笑,田宜鑫,等.血流限制的低强度有氧训练对 2 型糖尿病患者糖代谢和睡眠时长的影响[J].中国运动医学杂志,2022,41(11):849-856.

[收稿日期:2023-09-04]

[责任编辑:桂根浩,李佳睿 英文编辑:李佳睿]