

# Effects of Resistance-Aerobic Exercise on Elderly Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Shan Jiang<sup>1</sup>, Xiaojing Zhao<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Nanjing Sport Institute, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Email: \*543856926@qq.com

Received: Nov. 27<sup>th</sup>, 2019; accepted: Dec. 10<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 17<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

**Objective:** To understand the effects of resistance-aerobic exercise at different load levels on middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes. **Methods:** 36 middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes were randomly selected as experimental subjects and exercise intervention was conducted. There were 18 patients in the high-resistance training group and 18 in the resistance training group. Exercise intervention was conducted for 12 weeks in each group and physiological and biochemical indexes were followed up regularly. **Results:** There were significant changes in fasting blood glucose, postprandial blood glucose and glycosylated hemoglobin before and after the experiment in the groups with high and low resistance and aerobic exercise ( $P < 0.01$ ). There was a significant increase in high-density lipoprotein in the high-resistance-aerobic exercise group ( $P < 0.05$ ). There were significant increases in total cholesterol and LDL in the low resistance-aerobic exercise group ( $P < 0.05$ ). However, there was no significant difference between the two groups. **Conclusion:** Resistance and aerobic combined exercise at different load levels can improve the blood glucose and blood lipid of middle-aged and elderly diabetes patients, but the load level has no significant effect on the results.

## Keywords

Type 2 Diabetes, Resistance Movement, Aerobic Exercise

## 抗阻 - 有氧运动对中老年2型糖尿病患者的影响

江山<sup>1</sup>, 赵晓靓<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>南京体育学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京邮电大学, 江苏 南京

\*通讯作者。

Email: 543856926@qq.com

收稿日期: 2019年11月27日; 录用日期: 2019年12月10日; 发布日期: 2019年12月17日

## 摘要

**目的:** 了解不同负荷水平的抗阻-有氧运动对中老年2型糖尿病患者的影响。**方法:** 随机选取36名中老年2型糖尿病患者作为实验对象并进行运动负荷干预, 高抗阻训练组18人, 低抗阻训练组18人。两组分别进行为期12周运动干预并定期随访其生理、生化指标进行记录、分析。**结果:** 高抗阻、低抗阻-有氧运动组的糖化血红蛋白、空腹血糖及餐后两小时血糖及在实验前后变化显著( $P < 0.01$ ); 高抗阻-有氧运动组中高密度脂蛋白有显著性的提高( $P < 0.05$ ); 低抗阻-有氧运动组的总胆固醇、低密度脂蛋白明显增加( $P < 0.05$ )。但两组间各指标无显著性差异。**结论:** 不同负荷水平的抗阻-有氧联合运动均能改善中老年糖尿病患者的血脂、血糖, 但负荷水平高低对结果并没有显著影响。

## 关键词

2型糖尿病, 抗阻运动, 有氧运动

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

随着生活水平的提高和生活方式的改变, 糖尿病(DM)是一种中老年人常见的内分泌系统代谢性疾病, 发病率逐年攀升, 其中2型糖尿病(T2DM)比例较高[1]。目前, 糖尿病发病的具体病因、发病机制未彻底攻破, 缺乏高效的对因治疗, 同时, 糖尿病的并发症和高昂的治疗费用也严重影响患者的生活质量和生命[2]。因此, 如何有效防治糖尿病甚至控制糖尿病前期向糖尿病转化备受关注。

研究表明, 运动锻炼的程度与T2DM的发病率呈明显的负相关[3], 因为运动增加了肌肉能量的消耗, 提高了胰岛素的敏感性, 从而使葡萄糖的利用率提高, 达到控制血糖的目的[4][5]。运动疗法一贯是临床指导糖尿病人群康复的重要举措之一, 其有效性和重要性已经得到广大糖尿病患者和医务工作者普遍认同[6]。由于T2DM在中老年糖尿病比例较高, 且起病隐匿, 所以, 本文旨在探讨不同负荷强度的运动干预对中老年T2DM患者的影响, 为临床运动疗法的选择提供具体参考。

## 2. 研究方法

### 2.1. 研究对象的筛选

于2016年2月~2016年7月, 筛选在江苏省中西医结合医院门诊及住院患者中患2型糖尿病患者36人, 年龄在50~70岁。纳入标准: 1) 符合糖尿病诊断标准的患者; 2) 自愿参加实验者。排除标准: 1) 不符合糖尿病标准者; 2) 有严重的糖尿病并发症及运动禁忌症者; 3) 不能完整参与研究者。

### 2.2. 实验分组和基本情况

随机将36名患者随机分为两组, 分别为高抗阻-有氧联合训练组、低抗阻-有氧联合训练组。两组

受试者在年龄、身高、体重及性别上均无统计学差异( $P > 0.05$ )。见表 1。

**Table 1.** Basic situation of the research objects ( $\bar{x} \pm s$ )

**表 1.** 研究对象的基本情况( $\bar{x} \pm s$ )

分组	N	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	性别	
					男	女
高抗有氧联合组	18	64.00 ± 6.29	160.81 ± 7.16	61.36 ± 9.44	5	13
低抗有氧联合组	18	64.24 ± 6.69	160.69 ± 6.68	58.69 ± 7.84	9	9

## 2.3. 运动实施

### 2.3.1. 入组

在江苏省中西医结合医院内分泌门诊病人和糖尿病会员中进行筛选, 对知情自愿加入运动治疗组的患者通过问卷对其有无规律运动史、有无不良生活习惯等进行调查和测试, 并对受试者当前所用药物剂量进行调查统计, 根据综合评估情况, 在确保受试者的运动安全性后并填写知情同意书再纳入运动治疗组, 并建立受试者个人档案。

入组前负荷试验: 初步入选的患者在教练的带领下进行有氧操和抗阻训练的体验运动, 运动时间为 20 分钟, 运动强度控制在最大心率的 50%左右; 工作人员根据受试者运动中的心率变化和受试者填写的主观用力感觉等级表(RPE)分值表等相关数据资料评估受试者的运动安全性。进行相关实验指标测试: (FBG)、(2hPBG)、(HbA1C)、(TC)、(TG)、(HDL-C)、(LDL-C)、(DBP)、(SBP)、体成分等。

### 2.3.2. 运动干预

运动干预: 实验对象随机分为两组, 在医务人员监督和专业教练的带领下进行抗阻有氧联合训练, 每周 3 次, 每次练习时间安排在餐后 1 小时。前 2 周运动时间控制在 20~30 分钟, 心率控制在最大心率的 50%~60%, 2 周后结合受试者运动能力将运动时间延长至 50~60 分钟并调整运动强度, 心率控制在最大心率的 50%~80%。对照组保持原有生活方式不变, 所有受试者均参加糖尿病健康知识讲座, 指导受试者进行合理饮食及正确生活方式。本实验运动干预时间为 12 周。

### 2.3.3. 运动方案[7]

#### 1) 实验分组

实验人员分组: 把 36 名中老年随机的分成两组, 每组 18 人。

#### 2) 实验时间

本试验将进行 12 周, 每周三次, 总共进行 36 次练习, 每次 60 分钟。

#### 3) 有氧训练设计

本研究有氧训练部分以健身操为主, 同时增加瑜伽、有氧舞蹈等动作形式。动作设计简单、易学、易练又不失趣味性。有氧训练以集体的形式组织练习, 练习者结伴练习增加了受试者训练的依从性, 保持良好的训练氛围, 也利于互相鼓励、互相帮助、长期坚持。有氧训练内容见表 2。

#### 4) 抗阻训练的设计

抗阻训练实验部位选取:



本实验拟选取下肢伸膝肌群: 股四头肌和肩关节运动肌群: 肱二头肌、三角肌、胸大肌等, 这些肌群在日常生活及力量训练中扮演着非常重要的角色, 半蹲和上举运动是常见的研究下肢伸膝肌群和肩关节运动肌群的运动模型。

**Table 2.** Contents of aerobic training**表 2.** 有氧训练的内容

	结构	练习形式	练习目的	音乐节奏 (拍/10s)	练习时间 (min)
有氧训练的内容	热身部分	无冲击和抵冲击的健美操步伐及拉伸动作为主	最大程度动员身体各部分器官, 增强关节处黏性, 并拉伸身体各部分韧带, 防止运动损伤。	14~16	5~7
	基本部分	低冲击健美操步伐组合、有氧舞蹈动作形式为主	加强练习趣味性、娱乐性, 增强心肺功能。	19~24	20~25
	放松部分	普拉提、瑜伽及形体拉伸放松动作为主	该部分动作轻缓、舒展, 将呼吸、动作和意识统一。	10~13	5~6

本课题根据力量训练合理顺序原则——力量训练应先大肌肉群后小肌肉群。因为小肌肉群相对于大肌肉群更容易疲劳, 从而影响大肌肉群的训练效果。因此本课题的实验先练习伸膝肌群, 后练习肩关节运动肌群。抗组训练内容见表 3。

**Table 3.** Contents of anti-group training**表 3.** 抗组训练的内容

动作名称	锻炼部位	动作及注意事项	动作图示
站立下蹲	腿部、臀部肌群	双脚分开与肩同宽, 踩住弹力绳, 将绳绕过背部, 弯曲双臂, 双手在肩部握住绳子把手, 曲髋, 后背保持直立, 身体慢慢下蹲, 再慢慢还原, 循环往复	
双臂上举	肱三头肌、三角肌	双脚分开与肩同宽, 与肩同宽, 将绳子绕过背部, 双臂弯曲, 双手在肩部握住绳子把手, 向上慢慢举起, 大臂贴近耳朵, 举至双臂伸直慢慢放, 上举吸气下放吐气。	

### 2.3.4. 实施方案

第 1 组: 高抗阻 + 有氧训练: 1) 有氧训练 30~35 分钟; 2) 以(70%~80% 1RM)的抗阻重量完成半蹲练习和直立上举练习。每个动作练习 8~12 次[8]。2 个项目为一组, 总计重复完成 5 组, 每组间歇 1 分钟; 若患者在该组练习中可完成 12 次以上则增加抗阻重量。3) 伸展放松。

第 2 组: 低抗阻 + 有氧训练: 1) 有氧训练 30~35 分钟; 2) 以(45%~55% 1RM)的抗阻重量完成半蹲练习和直立上举练习。每个动作练习 18~22 次[9]。2 个项目为一组, 总计重复完成 5 组, 每组间歇 1 分钟; 若患者在该组练习中可完成 22 次以上则增加抗阻重量; 3) 伸展放松。

### 2.3.5. 运动处方的实施与监控

运动处方实施渐进性进行, 以适应性性学习与训练为主, 循序渐进地适应运动强度, 熟悉动作套路, 并让受试者在掌握规范的动作后, 保证其达到最佳的运动强度。运动过程中, 为每位受试者进行 10 秒钟脉搏监测, 结合主观疲劳程度(RPE)的填写, 并用团队心率测试仪对团队心率及运动强度进行及时监测,

根据检测结果再调整运动强度。解答受试者在运动中遇到的问题,并要求受试者做好每日健身及日常体力活动的记录,以保证运动处方顺利的实施。在实验进行过程中每四周举行一次健康知识讲座,内容包含合理膳食及健身运动,要求所有受试者到场。以增加受试者对本实验的认知程度,同时避免不良饮食结构和生活习惯对实验过程的影响。

### 2.3.6. 数据统计

用 SPSS19.0 软件处理数据,符合方差齐性的正态分布数据的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,各组自身前后的差异比较采用配对 t 检验分析。组间差异比较选用可重复测量资料的方差分析。

## 3. 研究结果

### 3.1. 实验前各生理、生化指标

高抗阻 - 有氧联合训练组、低抗阻 - 有氧联合训练组均选 18 人,其 BMI、体脂率、肌肉量、脂肪量、血糖及血脂等指标进行比较,均无显著性差异( $P > 0.05$ )。见表 4。

**Table 4.** Physiological and biochemical indicators of each group before the experiment ( $\bar{x} \pm s$ )

**表 4.** 实验前各组的生理、生化指标( $\bar{x} \pm s$ )

项目	高抗阻训练组	低抗阻训练组
BMI	23.87 ± 2.95	23.13 ± 3.75
体脂率(%)	28.06 ± 5.46	26.46 ± 8.66
肌肉量(kg)	41.56 ± 6.82	40.49 ± 5.59
脂肪量(kg)	17.35 ± 4.58	15.8 ± 6.12
糖化血红蛋白(%)	6.88 ± 0.44	6.69 ± 0.72
空腹血糖(mmol/L)	7.47 ± 1.25	7.88 ± 0.83
餐后 2 小时血糖(mmol/L)	9.63 ± 1.57	9.61 ± 1.43
总胆固醇(mmol/L)	4.33 ± 0.61	4.21 ± 0.65
甘油三酯(mmol/L)	1.25 ± 0.59	1.1 ± 0.53
高密度脂蛋白(mmol/L)	1.4 ± 0.52	1.52 ± 0.31
低密度脂蛋白(mmol/L)	2.48 ± 0.54	2.32 ± 0.71

### 3.2. 各组实验前后各指标的变化

从表 5、图 1、图 2 的结果显示,不同负荷水平抗阻 - 有氧联合训练 12 周后,高、低抗阻运动组的空腹血糖(FPG)、餐后 2 小时血糖及糖化血红蛋白(HbA1c)均有非常显著性的降低( $P < 0.01$ );高抗阻组高密度脂蛋白显著性的升高( $P < 0.05$ );低抗阻 - 有氧联合训练组总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白(LDL)显著性升高( $P > 0.05$ );其生理、生化指标在干预训练前后无统计学意义( $P > 0.05$ )。组间比较,实验后高抗阻、低抗阻 - 有氧联合训练组之间的各指标无显著性变化( $P > 0.05$ )。

## 4. 讨论

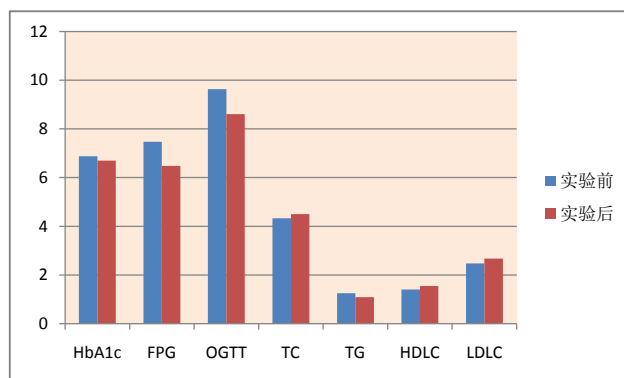
### 4.1. 抗阻 - 有氧联合训练对血糖的影响

既往研究表明,适当的体育锻炼可促进 T2DM 患者体内葡萄糖的代谢,改善机体对胰岛素的敏感性,从而改善血糖水平和减少了对降糖药的依赖[10][11]。

**Table 5.** Comparison of each index group before and after the test and comparison between the groups after the test  
**表 5.** 各指标组内试验前后比较和实验后组间比较

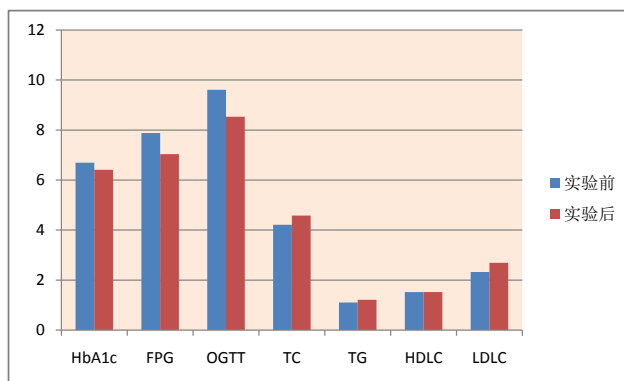
项目	高抗阻训练组		低抗阻训练组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
体重(kg)	61.36 ± 9.44	61.94 ± 9.74	58.69 ± 7.84	59.66 ± 7.69
BMI	23.87 ± 2.95	24.00 ± 2.63	23.13 ± 3.75	22.92 ± 2.64
体脂率(%)	28.06 ± 5.46	28.82 ± 4.30	26.46 ± 8.66	25.48 ± 9.62
肌肉量(kg)	41.56 ± 6.82	41.44 ± 6.42	40.49 ± 5.59	41.08 ± 4.72
脂肪量(kg)	17.35 ± 4.58	17.99 ± 4.30	15.8 ± 6.12	15.60 ± 6.99
糖化血红蛋白(%)	6.88 ± 0.44	6.70 ± 0.49**	6.69 ± 0.72	6.41 ± 0.66**
空腹血糖(mmol/L)	7.47 ± 1.25	6.48 ± 0.71**	7.88 ± 0.83	7.04 ± 0.49**
餐后 2 小时血糖(mmol/L)	9.63 ± 1.57	8.61 ± 1.47**	9.61 ± 1.43	8.53 ± 1.10**
总胆固醇(mmol/L)	4.33 ± 0.61	4.50 ± 0.73	4.21 ± 0.65	4.58 ± 0.90*
甘油三酯(mmol/L)	1.25 ± 0.59	1.09 ± 0.48	1.10 ± 0.53	1.21 ± 0.58
高密度脂蛋白(mmol/L)	1.4 ± 0.52	1.55 ± 0.62*	1.52 ± 0.31	1.52 ± 0.30
低密度脂蛋白(mmol/L)	2.48 ± 0.54	2.67 ± 0.60	2.32 ± 0.71	2.69 ± 0.82*

\*干预前后自身配对比较  $P < 0.05$ ; \*\*干预前后自身配对比较  $P < 0.01$ ; #两组之间的重复测量方差分析比较  $P < 0.05$ ; ##两组之间的重复测量方差分析比较  $P < 0.01$ 。



**Figure 1.** High resistance: changes in blood glucose and lipids before and after the experiment

**图 1.** 高抗阻：实验前后血糖、血脂变化图



**Figure 2.** Low resistance: changes in blood glucose and lipids before and after the experiment

**图 2.** 低抗阻：实验前后血糖、血脂变化



本研究结果显示, 运动后, 两组受试者的空腹血糖和餐后 2 h 血糖有非常显著的下。高抗-有氧联合训练组受试者空腹血糖从 7.47 mmol/L 降至 6.48 mmol/L, 餐后 2 h 血糖从 9.63 mmol/L 降至 8.61 mmol/L。低抗组的空腹血糖和餐后 2 h 血糖也有明显的降低, 空腹血糖和餐后 2 h 血糖分别从 7.88 mmol/L 降至 6.04 mmol/L, 9.61 mmol/L 降至 8.53 mmol/L。组间比较, 高抗组的降糖趋势比低抗组明显, 但两组间无显著差异。本实验显示, 尽管高抗 - 有氧运动与低抗 - 有氧运动的降糖效果无显著差异, 但二者一定程度上都可以改善血糖, 这表明糖尿病患者的血糖只要通过负荷运动, 不管负荷水平高低, 均对血糖能有效改善。

人体血液中的葡萄糖与血红蛋白发生非酶催化反应形成的糖化血红蛋白, 又称糖基化血红蛋白[12]。人体血循环中的红细胞平均寿命约为 120 天, 在凋亡前, 血糖化血红蛋白量会保持动态稳定。因此, HbA1c 与血糖含量正相关, 能反映过去 2~3 月内血糖的平均水平。运动时由于肌组织代谢增加, 对糖的需求增加, HbA1c 进而被分解, 血红蛋白的糖基化因此减少, 血红蛋白与氧的结合率增加, 血糖降低, 进而降低糖尿病大血管、微血管及神经病变等并发症的发生率。因此, 降低 HbA1c 含量能显著控制糖尿病并发症的发生[13]。

#### 4.2. 抗阻 - 有氧联合训练对血脂的影响

血脂也是是评价糖尿病的并发症和合并症非常重要的指标[14]。运动可以促进人体脂肪动员, 进行能量消耗并减少多余脂肪, 同时改善异常的高脂血症, 降低总胆固醇、甘油三酯(TG)及低密度脂蛋白等对血管疾病的负作用, 又能提高密度脂蛋白含量。

本实验结果显示, 高抗阻 - 有氧联合训练组的高密度脂蛋白(HDLC)有显著性升高, 低抗阻 - 有氧联合训练组的总胆固醇、低密度脂蛋白升高明显, 可能与抗阻运动对脂类代谢影响和时间、运动强度有关。有研究表明, 运动后总胆固醇水平会下降, 但在 HDLC 和 LDLC 水平无明显变化[15]。长时间中、低负荷水平的运动干预有利于减少体脂和改善血脂[16] [17]。本研究中的其他血脂指标有所改善, 但无统计学差异, 可能与实验开始前大多数受试者的血脂水平已经处在正常范围内有关, 3 月的运动干预不足以其血脂产生显著影响。一定程度上也解释了为什么各组间的各项指标比较无显著差异。

#### 4.3. 抗阻 - 有氧联合训练对体成分的影响

体重、BMI、体脂率、肌肉量、及脂肪量都是评价体成分的重要指标。

本研究结果显示, 高、低抗阻 - 有氧联合训练组的上述指标均无显著性改变, 但两组受试者体重前后均有多增加, 究其原因, 可能与受试者的饮食控制有关。有研究认为, 运动干预中不对患者的饮食不设控的话, 身体成分的影响因素加大, 即各项身体成分降低、增加和无变化的结果均可出现。本次研究仅对受试者进行饮食宣传教育, 并未严格控制饮食, 故可能影响了运动干预对各项体成分的作用。另外, 运动干预的持续时间可能也是解释本次实验各体成分指标没有显著改变的原因之一[18]。总的来说, 高抗阻 - 有氧联合训练组对脂肪的减少, 肌肉的增加效果稍突出。

### 5. 结论和建议

不同水平的抗阻运动均能有效改善中老年 2 型糖尿病患者的空腹血糖、餐后两小时血糖及糖化血红蛋白水平, 并且不同负荷强度效果均显著。高抗阻 - 有氧联合运动组对血脂中的高密度脂蛋白的改善效果佳。但负荷水平高低对各项指标影响不大。本研究结果中, 低抗阻 - 有氧联合组的总胆固醇、低密度脂蛋白水平显著升高, 后期还需要扩大样本量, 结合饮食控制进一步探索, 以便更精准地明确运动干预对各指标的影响, 提高中老年 2 型糖尿病患者运动治疗的认知和实践能力。

## 基金项目

文章来源于《抗阻-有氧联合训练对中老年 2 型糖尿病患者适应性影响的研究》江苏省体育局局管重点课题, 课题立项号: ST12100202。

## 参考文献

- [1] 王萧, 马红梅, 陈媛, 等. 2 型糖尿病运动疗法与护理的研究进展[J]. 职业与健康, 2018, 34(13): 1867-1869+1872.
- [2] 郭晓蕙, Pavika Jain, 于忱非. 中国 2 型糖尿病患者教育的长期成本效果评估[J]. 中华糖尿病杂志, 2012, 4(2): 81-84.
- [3] Lynch, J., Helmrich, S.P., Lakka, T.A., *et al.* (1996) Moderately Intense Physical Activities and High Levels of Cardiorespiratory Fitness Reduce the Risk of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus in Middle-Aged Men. *Archives of Internal Medicine*, **156**, 1307-1314. <https://doi.org/10.1001/archinte.1996.00440110073010>
- [4] Udell, J.A., Bhatt, D.L., Braunwald, E., *et al.* (2015) Saxagliptin and Cardiovascular Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes and Moderate or Severe Renal Impairment: Observations from the SAVOR-TIMI 53 Trial. *Diabetes Care*, **38**, e88-e89. <https://doi.org/10.2337/dc15-0006>
- [5] Sigal, R.J., Kenny, G.P., Boulé, N.G., *et al.* (2007) Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Randomized Trial. *Annals of Internal Medicine*, **147**, 357-369. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-6-200709180-00005>
- [6] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版) [J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(4): 292-344.
- [7] 李胜楠. 抗阻-有氧联合训练对中老年 2 型糖尿病患者运动干预的研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京体育学院, 2013.
- [8] 张成飞. 健步走配合足反射疗法对 2 型糖尿病患者血糖和足底压力的影响[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2010.
- [9] 孙宝莉, 孙丽. 个体化运动处方结合心理护理对 2 型糖尿病患者血糖的影响[J]. 糖尿病新世界, 2016, 19(19): 133-134.
- [10] 刘富鑫. 阻抗运动与有氧运动结合对 T2DM 患者辅助治疗的研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 辽宁师范大学, 2017.
- [11] Richter, E.A., Turcotte, L., Hespel, P. and Kiens, B. (1992) Metabolic Responses to Exercise: Effects of endurance training and implications for diabetes. *Diabetes Care*, **15**, 1767-1776. <https://doi.org/10.2337/diacare.15.11.1767>
- [12] 唐峻岭, 陆惠娟, 陈蕾, 等. ADAMS-(TM)A1 c HA-8160 全自动糖化血红蛋白分析仪的评估[J]. 中华医学杂志, 2004(21): 1836-1838.
- [13] 夏雪影, 晏理红. 糖化血红蛋白、空腹血糖、餐后血糖与糖尿病微血管病变的关系[J]. 中国医药指南, 2018, 16(22): 136-137.
- [14] 钟宏文, 刘江梅, 朱丽康, 等. 血脂水平和血液流变学指标在 2 型糖尿病并发症诊断中意义[J]. 实用糖尿病杂志. 2016, 12(3): 35-37.
- [15] 蔡劲薇. 糖尿病四级量化运动处方在糖尿病患者中的应用效果探讨[J]. 南宁: 广西医科大学, 2008.
- [16] Hamasaki, H., Kawashima, Y., Tamada, Y., *et al.* (2015) Correction: Associations of Low-Intensity Resistance Training with Body Composition and Lipid Profile in Obese Patients with Type 2 Diabetes. *PLoS ONE*, **10**, e0137154. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137154>
- [17] Usui, K., Yamanouchi, K., Asai, K., *et al.* (1998) The Effect of Low Intensity Bicycle Exercise on the Insulin-Induced Glucose Uptake in Obese Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **41**, 57-61. [https://doi.org/10.1016/S0168-8227\(98\)00068-0](https://doi.org/10.1016/S0168-8227(98)00068-0)
- [18] 王蓓蓓. 运动对肥胖少年体成分、体脂分布及其身体素质的影响[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京体育大学, 2005.