

# 不同强度有氧运动对2型糖尿病患者生理指标的影响\*

晁敏<sup>1</sup> 梁丰<sup>1</sup> 王尊<sup>1</sup> 王磊<sup>1</sup> 欧阳刚<sup>2</sup> 王旭东<sup>1,3</sup>

## 摘要

**目的:**观察不同强度有氧运动对2型糖尿病患者血糖、血脂、体重、身体成分及最大摄氧量的影响。

**方法:**45例2型糖尿病患者随机分为高强度组(75%VO<sub>2</sub>max)(n=15)、中强度组(50%VO<sub>2</sub>max)(n=15)及对照组(n=15)。高强度及中强度组均进行为期12周有氧运动,每周3次。高强度组每次训练2组,每组20min,组间休息5min,共45min,中强度组每次持续运动55min。所有患者训练前后均进行空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白(LDL)、体重(body weight)、脂肪重量(FW)、瘦体重(LBM)、最大摄氧量(VO<sub>2</sub>max)测定;测定单次运动的能量消耗和整个运动过程的总能量消耗。

**结果:**试验前3组各指标均无明显差异( $P > 0.05$ );试验后高强度和中强度组所有指标均较对照组有明显差异( $P < 0.05$ ),高强度组与中强度组相比仅最大摄氧量有显著性差异( $P < 0.05$ );单次运动能量消耗及12周总运动能量消耗比较,中强度组与高强度组无显著性差异( $P > 0.05$ )。

**结论:**在运动量没有差别的情况下,中强度及高强度有氧运动在改善2型糖尿病患者血糖、血脂、体重、身体成分方面没有显著性差异,但高强度有氧运动更能明显提高2型糖尿病患者的心肺耐力。

**关键词** 有氧运动;2型糖尿病;血糖;血脂;最大摄氧量

中图分类号:R587.1, R454 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2015)-09-0883-05

Effects of aerobic exercises in different intensities to the physiological indicators of type 2 diabetes patients/CHAO Min, LIANG Feng, WANG Zun, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30 (9): 883—887

## Abstract

**Objective:** To observe the effects of aerobic exercises in different intensities to the glucose, lipids, body weight, body composition and VO<sub>2</sub>max of type 2 diabetes patients.

**Method:** Forty-five patients with type 2 diabetes were divided into high-intensity (75%VO<sub>2</sub>max) group (n=15), moderate-intensity (50%VO<sub>2</sub>max) group (n=15) and control group (n=15). Aerobic exercise duration was 12 weeks, 3 times every week. High-intensity group did exercise for 45min per time with 2 sections, and each section lasted 20min with 5min interval, moderate-intensity group administered 55min continuously exercise every time. All patients were evaluated with FPG, HbA1c, TC, TG, LDL, body weight, fat mass, lean body mass and VO<sub>2</sub>max before and after training; both high-intensity exercises group and moderate-intensity exercise group were assessed energy expenditure of a single bout exercise and the whole process of movement.

**Result:** There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) in all variables in three groups before training. After training, the FPG, HbA1c, TC, TG, LDL, body weight, fat mass, lean body mass and VO<sub>2</sub>max of high-intensity group and moderate-intensity were significantly different with control group ( $P < 0.05$ ), only VO<sub>2</sub>max had sig-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.09.004

\*基金项目:国家中医药管理局中医药标准化项目(ZYYS-2011-009);全国高校博士点基金项目(20123237120008)

1 南京中医药大学,南京,210029; 2 江苏省省级机关医院; 3 通讯作者

作者简介:晁敏,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-02-09

nificant difference between high-intensity group and moderate-intensity group( $P<0.05$ ). There was no significant difference ( $P>0.05$ ) in the energy expenditure of a single bout exercise and the whole process of movement between the high-intensity exercises group and moderate-intensity exercise group( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** When the energy expenditure had no difference, there was no significant difference in improving the glucose, lipids, body weight and body composition of type 2 diabetes patients between moderate-intensity aerobic exercise and high-intensity aerobic exercise. However, high-intensity aerobic exercise was more effective to augment cardio-pulmonary endurance.

**Author's address** Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, 210029

**Key word** aerobic exercises; type 2 diabetes; blood glucose; blood lipid;  $VO_2\max$

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是继心脑血管疾病和恶性肿瘤之后第三大非传染性慢性疾病,严重威胁患者的生命和生存质量<sup>[1-2]</sup>。研究显示,规律适度的有氧运动能有效地改善胰岛素的敏感性、降低血糖<sup>[3]</sup>,是糖尿病综合治疗的重要手段之一。运动强度是影响运动对T2DM疗效的重要因素<sup>[4]</sup>,但目前不同强度有氧运动对2型糖尿病影响的研究结果并不一致<sup>[5-7]</sup>,本研究在监测不同强度有氧运动量的基础上,比较不同强度有氧训练对2型糖尿病患者血糖、血脂、体重、身体成分及最大摄氧量的作用,明确不同强度有氧运动对2型糖尿病患者相关生理指标影响的差异,对更合理、更有针对性地制定糖尿病有氧运动方案具有重要价值。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选取2014年3—12月,在江苏省省级机关医院康复医学科门诊就诊的2型糖尿病患者45例,其中男21例,女24例,平均(54±6.43)岁,病程2—10年,所有患者均知情同意。纳入标准:①糖尿病诊断均符合2009年美国糖尿病协会诊断标准<sup>[8]</sup>;②年龄45—65岁;③自愿加入本研究者。

排除标准:①空腹血糖>16.7mmol/L者;②近期参加过其他运动训练或患病后保持良好的运动习惯者;③有心肺疾病或影响运动的神经、肌肉、关节疾病;④患有精神疾病或严重的认知障碍及语言表达缺陷;⑤严重糖尿病肾病、糖尿病足、眼底病变、酮症酸中毒等并发症者。

### 1.2 方法

**1.2.1 分组方法:**采用随机数字表法分为对照组、高强度有氧运动组及中强度有氧运动组各15例,3组

患者的性别、年龄、身高、体重、身体质量指数(body mass index, BMI)、病程等差异无显著性( $P>0.05$ ),见表1。

表1 3组患者一般资料比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	病程(年)
		男	女					
对照组	15	6	9	53±7.12	164±7.21	68±7.41	29.73±4.26	4±3.11
中强度组	15	8	7	54±6.53	163±7.89	69±6.17	29.54±4.37	4±2.98
高强度组	15	7	8	54±6.37	164±7.34	68±6.91	29.37±4.72	4±3.05

**1.2.2 评估方法:**①血糖及血脂指标测定:3组患者均在隔夜空腹8h后静脉取血,使用日立7170型自动生化分析仪,采用葡萄糖氧化酶法检测空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG),Bio-Bad的血红蛋白微柱测定法完成糖化血红蛋白(haemoglobin A1c, HbA1c)测定,酶学终点比色法测定血清总胆固醇(total cholesterol, TC)及甘油三酯(triglyceride, TG);消除法测定低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)。②体重测定:采用身高体重测量,要求受试者穿单衣、赤脚。③身体成分指标测定:采用“Bios pace”身体成分分析仪(韩国,INBODY3.0型)测试身体成分,测量指标包括:脂肪重(fat mass, FM)、瘦体重(lean body mass, LBM)。④最大摄氧量( $VO_2\max$ )测定:采用意大利COSME公司生产的K4b2型心肺运动测试训练系统测定 $VO_2\max$ 。训练前后对患者进行心肺运动试验(cardiopulmonary exercise test, CPET)评估,患者坐于功率车上,空载踏车热身2min,然后自5W开始以20W/min负荷幅度递增,患者保持50—60r/min的转速直至力竭或者出现心慌胸闷等不适症状时即终止评估,以患者的 $VO_2\max$ 作为制定患者有氧运动强度的依据。⑤能量消耗测定:应用间接测热法,采用意大利COSMED公司生产的K4b2型心肺功能

测定仪进行气体代谢分析,应用自带软件分析计算试验前中强度组及高强度组单次运动的能量消耗,并记录12周运动总能量消耗。

**1.2.3 干预方法:**3组患者均予严格控制饮食及常规药物治疗。每例患者每日摄入的总能量根据个人标准体重×轻体力劳动125.5—146kJ(30—35kcal)计算得出,其中标准体重=身高(cm)-105。早、午、晚三餐的能量分配大致为20%、40%、40%左右。其中碳水化合物约占总热量50%—60%,蛋白质约占10%—20%,脂肪约占30%<sup>[9]</sup>。①对照组:在门诊予以健康宣教,包括:糖尿病饮食教育,保持日常生活状态等;②中强度有氧运动组:在对照组的基础上予以50% VO<sub>2</sub>max为运动强度进行功率自行车训练,每次持续训练55min;③高强度有氧运动组:在对照组的基础上以75% VO<sub>2</sub>max为运动强度进行功率自行车训练,每次训练2组,每组20min,组间休息5min,共45min。中强度有氧运动组及高强度有氧运动组患者均在餐后60—90min开始运动,运动前后均有5min的准备活动和放松活动,2组患者每周均进行3次有氧运动,共12周。

**1.3 统计学分析**

样本数据用均数±标准差表示。实验数据用SPSS 13.0软件分析,多组均数比较用单因素方差分析,两两比较时采用SNK法。

**2 结果**

**2.1 训练后3组患者之间各生理指标的比较**

试验前3组各指标均无明显差异( $P > 0.05$ );试验前后对照组各指标无明显差异( $P > 0.05$ ),高强度有氧运动组及中强度有氧运动组各指标有明显差异( $P < 0.05$ );试验后高强度和中强度有氧运动组所有指标均较对照组有明显差异( $P < 0.05$ ),高强度组与中强度组相比仅最大摄氧量有显著性差异( $P < 0.05$ ),见表2。

**2.2 中强度组及高强度组能量消耗比较**

单次运动能量消耗及12周总运动能量消耗中强度组与高强度组无显著性差异( $P > 0.05$ ),见表3。

**3 讨论**

本试验证明在运动量没有差别的情况下,中强

**表2 训练后3组患者之间各生理指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )**

指标	试验前	试验后	差值d (试验后-试验前)
<b>FPG(mmol/L)</b>			
高强度组	8.56±1.24	7.03±1.84	-1.43±0.21 <sup>①</sup>
中强度组	8.49±1.32	6.98±1.76	-1.43±0.21 <sup>①</sup>
对照组	8.53±1.27	7.97±1.82	-0.66±0.17 <sup>②③</sup>
<b>HbA1c(%)</b>			
高强度组	8.27±1.12	6.78±0.79	-1.43±0.21 <sup>①</sup>
中强度组	8.15±1.24	6.64±1.24	-1.47±0.34 <sup>①</sup>
对照组	8.07±1.35	7.56±1.71	-0.46±0.17 <sup>②③</sup>
<b>TC(mmol/L)</b>			
高强度组	5.01±1.09	3.52±0.88	-1.47±0.29 <sup>①</sup>
中强度组	5.02±1.13	3.49±0.96	-1.52±0.54 <sup>①</sup>
对照组	4.94±1.24	4.33±1.11	-0.52±0.23 <sup>②③</sup>
<b>TG(mmol/L)</b>			
高强度组	3.28±0.60	2.27±0.53	-0.98±0.12 <sup>①</sup>
中强度组	3.37±0.49	2.22±0.37	-1.02±0.15 <sup>①</sup>
对照组	3.38±0.41	2.76±0.51	-0.54±0.21 <sup>②③</sup>
<b>LDL(mmol/L)</b>			
高强度组	4.48±0.58	2.87±0.58	-1.57±0.12 <sup>①</sup>
中强度组	4.47±0.42	2.91±0.51	-1.52±0.14 <sup>①</sup>
对照组	4.39±0.63	3.93±0.64	-0.49±0.21 <sup>②③</sup>
<b>体重(kg)</b>			
高强度组	68±4.41	66±4.12	-2.45±1.32 <sup>①</sup>
中强度组	69±3.17	67±3.68	-2.21±1.51 <sup>①</sup>
对照组	68±3.91	69±2.54	0.62±0.14 <sup>②③</sup>
<b>FM(kg)</b>			
高强度组	18.65±3.41	14.64±2.79	-4.63±1.51 <sup>①</sup>
中强度组	19.02±3.07	14.84±2.46	-4.76±1.43 <sup>①</sup>
对照组	18.72±3.39	19.65±2.91	0.85±0.01 <sup>②③</sup>
<b>LBM(kg)</b>			
高强度组	49.87±3.12	52.23±2.69	2.43±0.86 <sup>①</sup>
中强度组	50.11±2.84	52.14±3.09	2.34±0.79 <sup>①</sup>
对照组	49.92±3.34	49.06±2.79	-0.38±0.16 <sup>②③</sup>
<b>VO<sub>2</sub>max(ml/kg/min)</b>			
高强度组	25.69±2.47	28.23±3.87	2.87±1.47 <sup>①②</sup>
中强度组	25.72±2.32	26.41±4.63	1.25±0.97 <sup>①③</sup>
对照组	25.64±2.52	24.95±3.25	-0.77±0.29 <sup>②③</sup>

与对照组相比:① $P < 0.05$ ;与中强度组相比:② $P < 0.05$ ;与高强度组相比:③ $P < 0.05$

**表3 中强度组及高强度组能量消耗比较 ( $\bar{x} \pm s, mJ$ )**

组别	单次运动能量消耗	12周总运动能量消耗
中强度组	1.54±0.21	88.4±5.23
高强度组	1.55±0.13	87.9±5.41
<i>t</i>	0.222	0.364
<i>P</i>	0.826	0.719

度及高强度有氧运动在改善2型糖尿病患者血糖、血脂、体重、身体成分方面没有显著性差异,但高强度有氧运动更能明显提高2型糖尿病患者的心肺耐力,对不同需求的T2DM患者有氧运动方案的制订具有重要的参考和指导意义。

T2DM治疗的主要目标是控制血糖<sup>[10]</sup>,HbA1c

作为反映平均血糖和评价血糖控制的金标准已被广泛应用<sup>[11]</sup>。由表2可知,试验后高强度有氧运动组及中强度有氧运动组FPG、HbA1c均明显低于对照组( $P < 0.05$ ),与van Dijk JW等<sup>[12]</sup>的研究结果一致,说明有氧运动对T2DM患者FPG和HbA1c控制有显著有益影响。研究还发现,试验后高强度组及中强度组FPG、HbA1c无明显差异( $P > 0.05$ ),与Balducci S等<sup>[13]</sup>的研究结果一致,可能是因为运动量是影响有氧运动对T2DM患者血糖控制的重要影响因素<sup>[14]</sup>,而本试验过程中,高强度有氧运动及中强度有氧运动无论在单次运动中还是总的运动过程中,两组的能量消耗均没有显著差异( $P > 0.05$ ),从而产生相同的降糖效果。因此,可以认为在运动量一定的情况下,高强度有氧运动同中强度有氧运动对T2DM患者的降糖效果一致。而Boulé NG等<sup>[15]</sup>研究发现,运动量相同的情况下,为期20周高强度有氧运动较中强度有氧运动更有益于控制T2DM患者的血糖和HbA1c。可能是由于骨骼肌的线粒体含量是调节胰岛素敏感性的一个主要因素<sup>[16]</sup>,高强度有氧运动与中强度相比改善线粒体含量效果更优<sup>[17-18]</sup>。此外,Tjønnæ AE等<sup>[19]</sup>将纳入标准的T2DM患者随机分为高强度间歇性耐力训练组和中等强度持续耐力训练组,运动周期为10周,结果发现高强度间歇性耐力训练组患者的降糖效果优于中等强度持续耐力训练组,可能是机体在运动间歇期产生的能量消耗差别引起的<sup>[20]</sup>。

肥胖可以引起胰岛素抵抗,导致血糖和血脂代谢紊乱,是T2DM的独立危险因素,72% T2DM患者存在肥胖及超重者现象<sup>[21]</sup>。有氧运动可以促进脂肪组织分泌肿瘤坏死因子、瘦素等,增强细胞中脂肪酶活性,促进脂肪、胆固醇等利用,减少内源性脂肪的合成及来源,从而减少机体FM<sup>[5]</sup>。此外,运动增加骨骼肌纤维的密度,增加机体LBM,提高骨骼肌脂蛋白脂酶的活性,改善胰岛素抵抗,使机体更多地消耗脂肪酸,改善脂质代谢<sup>[22]</sup>。本研究发现,高强度有氧运动及中强度有氧运动均降低2型糖尿病患者的FM,增加其LBM,减轻患者体重,并降低了患者TC、TG、LDL水平( $P < 0.05$ ),且两组比较没有显著性差异( $P > 0.05$ )(表2),与Hansen D等<sup>[6]</sup>研究结果一致,说明在总的运动能量消耗没有差异的情况

下,高强度有氧运动与中强度有氧运动对T2DM患者的调脂、降低体重、改善身体成分的效果没有差别。与此次研究结果不同,Jung JY等<sup>[23]</sup>研究发现,28例女性T2DM患者,经过12周的有氧运动,中等强度有氧运动相对于高强度有氧运动更有益于降低T2DM患者的FM、体重和血脂。可能因为其试验对象为女性,运动过程中女生动员脂肪供能能力较强,脂肪参与供能的比例高于男性<sup>[24]</sup>而产生的。

T2DM患者普遍存在心肺功能下降<sup>[25]</sup>,而心肺耐力与糖尿病患者病死率密切相关<sup>[24-26]</sup>,因此维持或提高T2DM患者的心肺耐力对其预后具有重要意义。VO<sub>2</sub>max是评估心肺耐力的重要指标<sup>[27]</sup>,本实验结果显示试验前后对照组的VO<sub>2</sub>max无明显差异( $P < 0.05$ ),中强度组与高强度组试验后VO<sub>2</sub>max均较试验改善,高强度组改善更加明显,与Hansen D等<sup>[6]</sup>的结论一致,原因在于运动强度是有氧运动改善机体心肺耐力的主要影响因素<sup>[28]</sup>,且训练强度 $\geq 70\%$  VO<sub>2</sub>max时,有氧运动对心肌及线粒体能产生更适宜的刺激,更益于提高机体最大摄氧量<sup>[29]</sup>。

综上所述,在运动量没有差别的情况下,中强度及高强度在改善T2DM患者血糖、血脂、体重、身体成分方面没有差异,但高强度有氧运动更能明显提高T2DM患者的心肺耐力。因此,T2DM可根据自身心肺耐力水平及运动时间长短选择更适合自己的有氧运动方案,心肺水平较低的T2DM患者进行中等强度的有氧运动即可达到降糖、调脂、改善身体成分的目的,但需要较长的运动时间;对于运动时间不足而心肺耐力较高的T2DM患者可采用时间较短的高强度有氧运动达到同样的降糖、调脂、改善身体成分的目的,并更能提高自身的心肺耐力。

本试验样本较少、时间较短,日后可增加样本量,延长试验周期,进一步研究长期同等运动量的中等强度及高等强度有氧运动对T2DM患者血糖、血脂、体重、身体成分及心肺耐力的影响异同。

## 参考文献

- [1] 张献辉,李娟,崔洪成,等.有氧运动、抗阻训练与2型糖尿病康复[J].中国康复医学杂志,2010,25(5):479—482.
- [2] Chudyk A, Petrella RJ. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis[J]. Diabetes Care, 2011, 34(5):1228—1237.

- [3] 李迎光,董幼平.运动疗法对2型糖尿病患者血糖、血脂的影响[J].中国疗养医学,2013,22(3):207—209.
- [4] Segerström AB, Glans F, Eriksson KF, et al. Impact of exercise intensity and duration on insulin sensitivity in women with T2D[J]. Eur J Intern Med, 2010, 21(5):404—408.
- [5] Argani N, Sharifi G, Golshahi J. Comparison of the effect of different intensity exercise on a bicycle ergometer on postprandial lipidemia in type II diabetic patients[J]. ARYA Atheroscler, 2014, 10(3):147—153.
- [6] Hansen D, Dendale P, Jonkers RA, et al. Continuous low-to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients[J]. Diabetologia, 2009, 52(9):1789—1797.
- [7] 李洁.不同强度有氧运动对2型糖尿病患者血糖血脂水平的影响[J].白求恩医学院学报,2013,11(3):219—221.
- [8] Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. Diabetes Care, 2009, 32(1):7.
- [9] 张英.论糖尿病治疗的饮食疗法[J].中国现代药物应用,2011,5(17):115.
- [10] 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.
- [11] Stratton IM, Adler AI, Neil HA, et al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study[J]. BMJ, 2000, 321(7258):405—412.
- [12] van Dijk JW, Manders RJ, Tummers K, et al. Both resistance- and endurance-type exercise reduce the prevalence of hyper glycaemia in individuals with impaired glucose tolerance and in insulin-treated and non-insulin-treated type 2 diabetic patients[J]. Diabetologia, 2011, 29(9):203—221.
- [13] Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, et al. Effect of high- versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES) [J]. PLoS One, 2012, 7(11):e49297.
- [14] van Dijk JW, van Loon LJ. Exercise therapy in type 2 diabetes: is daily exercise required to optimize glycemic control[J]? Diabetes Care, 2012, (35):948—954.
- [15] Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, et al. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetologia, 2003, 46(8):1071—1081.
- [16] Bruce CR, Anderson MJ, Carey AL, et al. Muscle oxidative capacity is a better predictor of insulin sensitivity than lipid status[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2003, 88(11):5444—5451.
- [17] 赵斐,靳庆勋,乔海荣,等.有氧运动改善高脂膳食诱导的胰岛素抵抗:增强骨骼肌线粒体融合与分裂及功能[J].中国运动医学杂志,2012,31(1):24—30.
- [18] 彭丽娜,王东良.外源性补充左旋肉碱及不同强度运动对骨骼肌线粒体功能的影响[J].甘肃科技,2009,25(6):42—45.
- [19] Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study[J]. Circulation, 2008, 118(4):346—354.
- [20] 张勇.中等强度持续跑和间歇跑机体能量消耗与底物代谢特征研究[J].中国体育科技,2010,46(4):115—120.
- [21] 余瑞芬,李冬梅,白慧如.新诊断2型糖尿病患者体重指数与血脂的关系[J].内蒙古医学杂志,2014,46(4):418—419.
- [22] Kuna ST, Reboussin DM, Borradaile KE, et al. Long-term effect of weight loss on obstructive sleep apnea severity in obese patients with type 2 diabetes[J]. Sleep, 2013, 36(5):641—649.
- [23] Jung JY, Han KA, Ahn HJ, et al. Effects of aerobic exercise intensity on abdominal and thigh adipose tissue and skeletal muscle attenuation in overweight women with type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetes Metab J, 2012, 36(3):211—221.
- [24] 张勇.普通大学生骑车运动中机体能量消耗和底物代谢的性别差异研究[J].中国运动医学杂志,2009,28(5):491—495.
- [25] American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2003, 167(2):211—277.
- [26] Crouse SF, O'Brien BC, Grandjean PW, et al. Training intensity, blood lipids, and apolipoproteins in men with high cholesterol[J]. J Appl Physiol, 1997, 82(1):270—277.
- [27] 智睿,丁玉江,杜坚,等.2型DM患者肺功能状态观察[J].中国糖尿病杂志,2000,(4):253.
- [28] 王娟,张献博,王正珍.规律运动对糖尿病患者心肺耐力的影响-Meta分析[J].北京体育大学学报,2013,36(3):50—56.
- [29] MacDougall D, Sale D. Continuous vs. interval training: a review for the athlete and the coach[J]. Can J Appl Sport Sci, 1981, 6(2):93—97.