

文章编号 1006-8147(2020)03-0222-04

论著

心肺运动试验在指导2型糖尿病患者精准化运动中的效果

王义宁^{1,2}, 田丽³, 邸阜生⁴

(1.天津医科大学三中心临床学院护理部,天津 300070;2.天津市新生医院护理部,天津 300381;3.天津市第三中心医院护理部,天津 300170;4.天津市第三中心医院内分泌科,天津 300170)

摘要 目的:探索心肺运动试验在指导2型糖尿病患者精准化运动中的效果。方法:选择接受心肺运动试验的2型糖尿病患者60例,随机分为对照组和干预组,每组30例。对照组给予患者常规运动指导,干预组根据患者心肺运动试验结果给予精准化指导。运动3个月后,比较两组患者试验前后的糖化血红蛋白(HbA1c)、BMI、峰值摄氧量(VO_{2peak})、峰值氧脉搏(O_2Pulse_{peak})、无氧阈(AT)、峰值潮气量(VT_{peak})结果,统计患者运动过程中不良事件发生情况。结果:3个月后与基线比较,对照组患者HbA1c、BMI、 O_2Pulse_{peak} 、 VT_{peak} 的变化有显著差异($P<0.05$), VO_{2peak} 、AT的变化无差异(均 $P>0.05$),干预组所有数值变化显著(均 $P<0.05$);干预组除HbA1c($P>0.05$)外,其余数值较对照组改善程度明显($P<0.05$);不良事件中,两组患者低血糖的发生无差异($P>0.05$),对照组心脏危险事件明显高于干预组(均 $P<0.05$)。结论:两种运动方式均能降低患者血糖水平,但是根据心肺运动试验结果指导2型糖尿病患者的精准化运动,更能有效提高患者心肺功能,减少运动过程中不良事件发生率。

关键词 心肺运动试验;2型糖尿病;精准化运动

中图分类号 R587.1

文献标志码 A

The effect of cardiopulmonary exercise test in guiding precise exercise of patients with type 2 diabetes mellitus

WANG Yi-ning^{1,2}, TIAN LI³, DI Fu-sheng⁴

(1.Department of Nursing, The Third Central Clinical College, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China;2. Department of Nursing, Tianjin Xincheng Hospital, Tianjin 300381, China;3. Department of Nursing, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China;4. Department of Endocrinology, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China)

Abstract Objective: To explore the effect of cardiopulmonary exercise test in guiding the precise exercise of patients with type 2 diabetes mellitus. **Methods:** After receiving cardiopulmonary exercise test, 60 patients with type 2 diabetes mellitus were randomly divided into intervention group and control group, 30 cases in each group. The control group were received routine exercise guidance, and the intervention group were received precise guidance according to the results of cardiopulmonary exercise test. The results of glycosylated hemoglobin(HbA1c), BMI, peak oxygen uptake(VO_{2peak}), peak oxygen pulse (O_2Pulse_{peak}), anaerobic threshold (AT) and peak tidal volume (VT_{peak}) were compared between the two groups after 3 months of exercise. The incidence of adverse events during exercise was counted. **Results:** Compared with baseline after 3 months, the changes of HbA1c, BMI, O_2Pulse_{peak} and VT_{peak} in the control group were significantly different ($P<0.05$), but the changes of VO_{2peak} and AT were not different (all $P>0.05$). All indicators in the intervention group were significantly different (all $P<0.05$). All indicators in the intervention group were significantly better than those in the control group ($P<0.05$), except HbA1c ($P>0.05$). There was no significant difference in the occurrence of hypoglycemia between the two groups (all $P>0.05$), but the cardiac risk events in the control group were significantly higher than those in the intervention group (all $P<0.05$). **Conclusion:** Both exercise methods can reduce the blood glucose level of patients, but according to the results of cardiopulmonary exercise test to guide the precise exercise of patients with type 2 diabetes mellitus, it can effectively improve the cardiopulmonary function of patients and reduce the incidence of adverse events during exercise.

Key words cardiopulmonary exercise test; type 2 diabetes mellitus; precise exercise

运动治疗是糖尿病治疗的“五驾马车”中至关重要的一个环节^[1],随着现代医学的发展,临床医护人员对糖尿病患者的运动建议也越来越信息化、个

体化和量化。运动治疗在降低糖尿病患者的血糖,改善代谢状况,降低糖尿病并发症的发生风险及脏器功能恢复中也能起到越来越重要的作用^[2-3]。心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing, CPET)作为一种无创伤、可靠有力的检测手段,临床常用于

作者简介 王义宁(1987-),男,主管护师,硕士在读,研究方向:临床护理,重症护理,康复护理;通信作者:田丽, E-mail: szxhlb@126.com。

评估人体多系统功能状态、心肺等系统疾病、术前风险评估以及运动康复和运动处方的方案制订等^[4]。我院糖尿病运动康复门诊联合糖尿病小屋,运用CPET全面评价2型糖尿病患者心肺功能状态、精准化制订运动康复方案及运动处方,取得良好治疗效果,现就临床试验情况汇报如下。

1 对象与方法

1.1 对象 选择我院行CPET的2型糖尿病患者60例。入选标准:(1)确诊2型糖尿病。(2)18周岁 \leq 年龄 \leq 65周岁。(3)有主动参与运动治疗的意愿。(4)有文化,能记录运动情况。排除标准:(1)不能按要求完成运动治疗疗程。(2)不能按期进行随访。(3)新近发生或急剧加重且已确诊的急性疾病;(4)其他未能达到目标运动标准的情况。

1.2 方法 采用随机数字表法,将60例患者按1:1分为干预组和对照组,所有患者进行CPET后转诊到糖尿病小屋由糖尿病专科护士负责后期个性化健康教育^[5]和为期3个月的随访,同时监督指导患者进行相关表格(包括运动日记)的填写。糖尿病专科护士由具有5年以上工作经验并取得省市级糖尿病专科护士资格证的护士担任。要求患者运动过程中佩戴心率带或能显示心率的运动手表,并能记录运动方式及运动过程中心率数值。对于运动依从性差或无实施条件的患者,安排其在医院心肺运动功能室进行心电监护下的运动康复锻炼,对于依从性强的患者可自由选择在家或医院进行规律锻炼。3个月后,患者进行第2次CPET时随访结束。

1.3 运动治疗方案

1.3.1 运动强度的制定

1.3.1.1 对照组患者按照中国2型糖尿病防治指南^[6]建议的运动强度:持续运动时保持心率(次/min)=(220-年龄) \times (60%~70%)。

1.3.1.2 干预组患者根据CPET测试结果:测得其无氧阈数值,标记无氧阈时心率水平,并按照无氧阈时心率水平进行运动,如患者达到无氧阈之前出现影响运动的不良事件,则按照出现不良事件的心率前水平进行运动。即干预组运动强度为:持续运动时保持心率在无氧阈时心率水平或心肺运动测试过程中出现影响运动的不良事件的心率前水平,两者取低值。

1.3.2 运动时间、频率和运动方式 运动时间:每天运动30 min,每周运动5 d;每次运动包括热身5 min,持续运动20 min,运动后恢复5 min;运动方式:运动方式不限,以达到目标心率要求值为准,患

者可自由选择慢跑、蹬自行车、练习太极拳等有氧运动,亦可选择哑铃、阻力带等抗阻运动。

1.4 CPET测定 研究开始前及随访结束时均给予患者进行CPET。患者CPET前3 d无剧烈活动,无肌肉酸痛。检查步骤:采用美国森迪斯(Vmax Encore)运动心肺功能测试系统,每天严格定标后进行操作检查。试验前:向患者充分解释检查的目的及意义,患者签署知情同意书;告知患者测试检查的注意事项及步骤;试戴咬口器及鼻夹,保证整个过程不漏气。肺功能测试过程:患者取坐位进行静态肺功能检查,包括最大肺活量(FVC)、第1秒呼气量(FEV1)、最大分钟通气量(MVV),每个项目检查3次,取最佳结果。心肺运动检查过程:患者坐到功率自行车上,连接心电图、血压、血氧饱和度、气体收集装置;检查过程,分别为试验前静息5 min、无负荷状态热身3 min、根据机器预测最大功率 $\div 10$ 逐步递增功率至患者症状限制性最大极限运动状态、恢复期5 min。整个过程维持功率自行车转速60 r/min,期间描记运动状态下呼吸流速环,记录患者RPE^[7]数值及动态检查各项功能指标。整个测试过程密切监测患者生命体征,备好抢救设备,保证患者安全。患者出现如头晕、眼花、眩晕、收缩压 >250 mmHg或下降至基础静态血压的80%、心电图病理性改变或心前区不适症状等影响运动的不良事件时^[8]及时停止测试检查。测试结束后,两名有资质的临床医生根据V-Slope法^[9]分别描记无氧阈(AT),如差值在0.2 L/min以内,两次取平均值作为AT,如差值在0.2 L/min以上,则由第3人进行描记,取两次最接近数值的平均值,如两人无法确定AT,则舍弃该数值。

1.5 观察指标 记录两组患者试验前后HbA1c、BMI、VO_{2peak}、O₂Pulse_{peak}、AT、VT_{peak}的结果,比较两组患者试验前后数值变化情况;统计患者运动过程中不良事件发生情况。

1.6 统计学分析 采用SPSS 19.0软件进行统计处理,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料采用 χ^2 检验,两组比较采用 t 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 试验前两组患者基本情况 两组患者在性别、年龄、BMI、糖尿病史、并发症种类、服用药物种类等基线情况的差异比较均无统计学意义(均 $P > 0.05$);各项观察指标差异比较均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。

表 1 试验前两组患者基本情况

Tab 1 Basic information of patients in the two groups before the trial

项目	总患者 (n=60)	对照组 (n=30)	干预组 (n=30)	χ^2/t	P
性别(男/女)	37/23	20/10	17/13	0.635	0.426
年龄/岁	44.3±13.9	44.3±14.1	44.2±13.9	-0.037	0.971
BMI/(kg/m ²)	26.9±5.4	26.7±5.6	27.2±5.2	0.374	0.710
糖尿病史/年	6.3±5.1	6.2±4.2	6.3±5.9	0.100	0.920
并发症/种	1.2±1.1	1.3±1.1	1.0±1.2	-1.031	0.307
服用药物种类	2.4±0.9	2.5±0.94	2.3±0.92	-0.555	0.581
HbA1c	7.7±0.99	7.7±0.9	7.6±1.0	-0.461	0.646
VO _{2peak}	1.63±0.42	1.56±0.30	1.70±0.51	1.284	0.204
O ₂ Pulse _{peak}	11.01±2.58	10.72±2.51	11.30±2.67	0.858	0.394
AT	1.20±0.26	1.15±1.97	1.25±0.31	1.530	0.131
VT _{peak}	1.68±0.46	1.64±0.43	1.72±0.50	0.708	0.482

表 2 两组患者试验前后数值变化差异比较

Tab 2 Comparison of numerical changes between the two groups before and after the trial

组别		HbA1c	BMI	VO _{2peak}	O ₂ Pulse _{peak}	AT	VT _{peak}
对照组	3 个月前	7.7±0.9	26.7±5.6	1.56±0.30	10.72±2.51	1.15±0.20	1.64±0.43
	3 个月后	7.5±0.8	26.2±5.3	1.57±0.30	11.08±2.33	1.18±0.19	1.68±0.41
	t	-5.055	-3.140	1.130	2.495	2.008	2.692
	P	<0.001	0.004	0.268	0.019	0.054	0.012
干预组	3 个月前	7.6±1.0	27.2±5.2	1.70±0.51	11.30±2.67	1.25±0.31	1.72±0.50
	3 个月后	7.2±0.9	26.2±4.7	1.80±0.53	12.19±2.82	1.41±0.29	1.83±0.51
	t	-6.468	-6.200	3.843	7.607	8.972	4.106
	P	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 两组患者试验前后数值变化程度比较

Tab 3 Comparison of the degree of changes between the two groups before and after the trial

组别	HbA1c	BMI	VO _{2peak}	O ₂ Pulse _{peak}	AT	VT _{peak}
对照组	-0.3±0.3	-0.4±0.7	0.02±0.07	0.36±0.79	0.03±0.08	0.04±0.08
干预组	-0.4±0.4	-1.0±0.9	0.11±0.15	0.89±0.64	0.15±0.09	0.10±0.14
t	-1.777	-2.779	2.974	2.867	5.518	2.112
P	0.081	0.007	0.004	0.006	<0.001	0.039

注:数值变化程度即试验后数值与试验前数值之差

表 4 两组患者试验过程不良事件发生情况比较

Tab 4 Comparison of adverse events between the two groups

不良事件	对照组/次	干预组/次	χ^2	P
低血糖	7	8	0.667	0.881
心脏危险事件	11	4	4.356	0.037

注:运动过程中出现的头晕、眼花、胸闷、心悸、全身无力且休息后很难缓解等症状均归为心脏危险事件

2.5 干预组患者运动时心率水平与指南推荐的关系 干预组 30 例患者中有 12 例心率水平在指南推荐范围内;18 例不在范围内,其中 13 例超过指南推荐范围,5 例低于指南推荐范围 [指南推荐范围:心率(次/min)=(220-年龄)×60%~70%],见图 1。

2.2 两组患者试验前后数值变化差异比较 3 个月对照后 HbA1c、BMI、O₂Pulse_{peak}、VT_{peak} 值较试验前有显著改善 (均 $P<0.05$),VO_{2peak}、AT 的变化无差异 (均 $P>0.05$);干预组患者所有数值较试验前均有显著改善 (均 $P<0.05$),见表 2。

2.3 两组患者试验前后数值变化程度比较 3 个月对照后干预组患者的 HbA1c 变化程度较对照组无明显变化 ($P>0.05$);BMI 的降低程度以及 VO_{2peak}、O₂Pulse_{peak}、AT、VT_{peak} 的升高程度明显高于对照组 (均 $P<0.05$),见表 3。

2.4 两组患者试验过程不良事件发生情况比较 两组患者低血糖的发生无差异 ($P>0.05$),对照组心脏危险事件明显高于干预组 ($P<0.05$),见表 4。

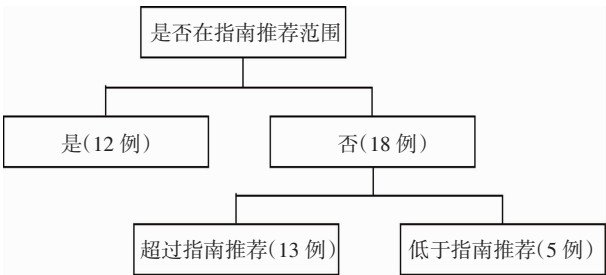


图 1 干预组患者运动时心率分布情况

Fig 1 Heart rate distribution of patients in intervention group during exercise

3 讨论

糖尿病的运动治疗作为“五驾马车”中的重要一环,越来越受到广大糖尿病患者的青睐,也已经

让无数患者受益。本研究也再次证实了运动治疗对降低2型糖尿病患者血糖、减轻体重、改善心肺功能中的作用。干预组心肺功能显著提高,可能与无氧阈状态下的运动强度大于对照组,高强度运动更能有效刺激系统的适应性反应,增加了摄氧量、心脏舒张功能、左室质量增加、肌纤维和毛细血管密度增加而引起的主要肌群的增强有关^[10]。对照组心肺功能改善程度明显低于干预组,这可能与运动强度不够有关。根据CPET结果,达到无氧阈时患者心率多数超高了70%的最大心率,研究认为,心肌细胞的适应性效果主要取决于运动强度,大强度训练可以使心肌细胞产生14%的增长,中等强度运动仅为5%,而低强度运动对心肺耐力的提升需要一个过程,因此对照组心肺功能提升效果不如干预组^[11-12]。因此精准化指导2型糖尿病患者的运动治疗能显著提升患者的心肺运动功能,这也与Grelier等^[13]的研究一致。

CPET指导的精准化运动能有效预防运动过程不良事件的发生。本研究中,干预组心脏危险事件的发生明显低于对照组,这与心肺运动试验过程中给予患者持续的运动监测,及时关注并发现影响患者运动的不良事件的发生有密切关系。CPET过程中,取患者出现不良事件时的心率水平和无氧阈时心率水平的低值作为运动依据,而传统的运动指导方式,无法准确判断患者的运动风险,也无法排除患者在达到目标心率前出现运动不良事件的可能性,因此风险也更大。干预组5/30的运动心率小于 $(220-\text{年龄})\times 60\%$,即还未达到推荐心率就达到了无氧阈水平或出现了影响运动的不良事件,如未进行CPET而继续按照指南推荐心率进行运动,则会增加不良事件的发生率。王晓东等^[14]也证实了与传统处方相比,CPET可以作为一种可靠的检测手段,在改善患者的心肺功能、提高运动能力、降低心血管疾病死亡风险方面更具优势。

综上所述,运动治疗仍是2型糖尿病患者一种简单有效的治疗手段,根据CPET全面评估患者身体机能状况,制订精准化运动方案在降低患者血糖水平、改善身体机能、降低运动不良事件等方面具

有重要意义,值得临床所借鉴。

本研究的不足是由于临床来源的限制,导致参与研究的患者人数较少、随访时间短,同时没有将患者的运动方式纳入分层研究。在未来的研究中,应继续扩大样本量,细化研究方向,以便进一步研究和分析,为患者提供更有力的指导。

参考文献:

- [1] 向红丁.我国糖尿病及其慢性并发症的流行病学现状及防治策略[J].医学研究通讯,2005,34(6):6
- [2] 张洁,傅力.有氧运动干预对2型糖尿病患者血清网膜素-1及糖、脂代谢的影响[J].中国运动医学杂志,2015,34(6):525
- [3] Armstrong M J, Martin B J, Arena R, et al. Patients with diabetes in cardiac rehabilitation: attendance and exercise capacity [J]. Med Sci Sports Exerc, 2014, 46(5):845
- [4] Taylor C, Nichols S, Ingle L. A clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing 1: an introduction[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2015, 76(4):192
- [5] 刘娜.个性化健康教育对94例2型糖尿病患者血糖控制效果的观察[J].天津护理,2014,22(3):255
- [6] 中华医学会糖尿病学分会.中国2型糖尿病防治指南(基层版)[J].中华全科医师杂志,2013,12(8):675
- [7] Gros Lambert A, Mahon A D. Perceived exertion: influence of age and cognitive development[J]. Sports Medicine, 2006, 36(11):911
- [8] 孙兴国.心肺运动试验的规范化操作要求和难点-数据分析图示与判读原则[J].中国应用生理学杂志,2015,31(4):361
- [9] Beaver W L, Wasserman K, Whipp B J. A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange[J]. J Appl Physiol, 1986, 60(6):2020
- [10] Jin L, Min G, Wei C, et al. Exercise training on chronotropic response and exercise capacity in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Exp Ther Med, 2017, 13(3):899
- [11] Wisloff U, Ellingsen O, Kemi O J. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training[J]. Exerc Sport Sci Rev, 2009, 37(3):139
- [12] 许杰,谢敏豪,严翊,等.12周不同强度运动干预对大鼠心肺耐力的改善效果[J].中国运动医学杂志,2017,36(6):479
- [13] Grelier S, Serresse O, Boudreau-Lariviere C, et al. Effects of a three-month combined training program on the cardiopulmonary and muscle strength capacities of type 2 diabetic subjects [J]. J Sports Med Phys Fitness, 2013, 53(1):56
- [14] 王晓东,谢友红,孙兴国,等.心肺运动试验精准制定个体化强度运动处方对代谢综合征患者心肺功能的影响[J].中国运动医学杂志,2019,38(1):3

(2019-09-23 收稿)