

不同运动方案对中年2型糖尿病患者健康体适能促进效果的临床疗效观察*

常 凤^{1,2} 杜可新³ 李国平^{4,5}

摘要

目的:观察不同运动方案对中年2型糖尿病患者健康体适能的临床疗效。

方法:招募中年2型糖尿病患者60例,随机分为对照组、有氧运动组和有氧运动结合原地深蹲组,进行24周运动治疗。分别测试治疗前后最大摄氧量、握力、俯卧背伸、坐位体前屈、身体成分等反映健康体适能水平的指标及血糖、糖化血红蛋白,并使用SPSS17.0进行统计学分析,对比不同运动方案治疗效果。

结果:①各组治疗前后,最大摄氧量变化无差异($P>0.05$)。②有氧运动结合原地深蹲组治疗后握力、俯卧背伸较治疗前明显提高($P<0.05$),对照组和有氧运动组则无明显变化($P>0.05$)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组握力和俯卧背伸明显好于对照组、有氧运动组($P<0.05$)。③有氧运动结合原地深蹲组治疗后坐位体前屈较治疗前明显改善($P<0.05$)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组坐位体前屈好于对照组和有氧运动组($P<0.05$)。④治疗前后,有氧运动结合原地深蹲组脂肪重量、脂肪百分比、皮下脂肪、内脏脂肪明显下降($P<0.05$)。治疗后,两运动组脂肪相关指标均低于对照组($P<0.05$)。⑤治疗前后,有氧运动结合原地深蹲组躯干肌增加($P>0.05$, $ES>0.8$),对照组和有氧运动组各部位肌肉含量下降($P>0.05$, $ES<0.8$)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组患者下肢肌肉高于对照组($P<0.05$),且有氧运动结合原地深蹲组高于有氧运动组($P>0.05$, $ES>0.8$)。⑥治疗前后,运动组血糖、糖化血红蛋白明显下降,且治疗后低于对照组($P<0.05$)。

结论:有氧运动结合原地深蹲训练,可起到改善中年2型糖尿病患者力量耐力、柔韧素质和肌肉含量的作用,且优于单纯有氧运动效果。

关键词 有氧运动;原地深蹲;中年2型糖尿病;健康体适能

中图分类号:R587.1,R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2018)-05-0559-06

据国家卫计委发布数据显示,中国糖尿病人口数量呈爆炸式增长,成人2型糖尿病患病率已经达到11.6%,飙升至世界第一位^[1]。糖尿病所带来的健康问题,已引起全社会的广泛关注。1995年,国际糖尿病联盟提出“自身教育、药物治疗、饮食治疗、运动治疗和血糖监测”的“五驾马车”理论^[2]。随着全民健身运动如火如荼地开展及“运动是良医”理念的宣传,越来越多的糖尿病患者认识到运动治疗的重要性,但大多数患者注重有氧运动,忽视抗阻力量训练的积极作用。已有研究证实,抗阻力量训练对增加肌肉体积、胰岛素受体和葡萄糖载体数量,改善胰岛素抵抗等方面具有积极作用^[3-5]。

目前,有关运动对糖尿病患者影响的研究,以血糖、胰岛素、血脂等血液学指标居多,而关于运动前后糖尿病患者心肺功能、肌肉力量和耐力、柔韧性及身体成分的健康体适能

研究报道很少,仅少量关于有氧运动对糖尿病患者身体成分、心肺功能^[6-7]的影响研究。另外,Weeks^[8],Garcia^[9],Takai^[10]等证实,深蹲运动对改善健康人群体适能中的肌肉力量、柔韧性和减少脂肪均具有积极作用。然而,未见糖尿病患者原地深蹲方面的研究报道。鉴于2型糖尿病患者以中老年居多,仰卧起坐、俯卧撑、引起向上等难度较高的对抗自身体重的阻力训练实施困难,而运用器械的阻力训练需要专业人士的指导及保护,且对场地要求较高。所以,本研究选择“原地深蹲”作为阻力训练的方式进行研究,旨在帮助糖尿病患者找到简单易实施的改善健康水平的有效运动方案。

1 资料与方法

1.1 研究对象

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.05.013

*基金项目:黑龙江省自然科学基金青年项目(QC2014C085)

1 哈尔滨体育学院,150008; 2 湖北大学体育学院; 3 铁岭市中心医院内分泌科; 4 国家体育总局运动医学研究所; 5 通讯作者
作者简介:常凤,女,副教授,博士; 收稿日期:2016-09-23

2014年3月—2015年3月期间,招募哈尔滨市南岗区45—59岁中年(1991年WHO提出的年龄划分标准)2型糖尿病患者(符合1999年世界卫生组织糖尿病专家委员会诊断标准),并完成本研究。均系单纯饮食或加用降糖药物治疗,临床症状控制良好,既往均无规律运动习惯,无美国糖尿病协会规定的运动禁忌证者。治疗前,详细向患者说明本研究目的、内容、实验程序后,签署知情同意书。然后,根据参与时间,为每位患者编号,综合患者年龄、性别、体重、用药种类、病情、运动能力等因素,采取系统随机法分为对照组、有氧运动组和有氧运动结合原地深蹲组。

选择60例作为研究对象,男女各30例。研究过程中,2例(对照组和有氧运动组男性各1例)因经常外出,2例(有氧运动结合原地深蹲组男女各1例)因不能坚持长期运动自动退出实验,有氧运动组1例女性未按制定的方案运动申请转

到对照组。最终共56例(男27例,女29例)完成研究,其中12例患者未服用任何降糖药物(对照组4例,有氧运动组5例,有氧运动结合原地深蹲组3例);8例患者使用胰岛素降糖(对照组2例,有氧运动组3例,有氧运动结合原地深蹲组3例);32例患者口服二甲双胍降糖(对照组12例,有氧运动组10例,有氧运动结合原地深蹲组10例);其余4例患者中,2例(对照组1例,有氧运动结合深蹲组1例)服用蜂胶,2例(对照组1例,有氧运动结合深蹲组1例)服用拜糖平。治疗前各组年龄、病程、BMI(body mass index,身体质量指数)、血糖、糖化血红蛋白(hemoglobin A1c,HbA1c)指标的基线无显著性差异,一般资料见表1。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法:治疗期间所有糖尿病患者用药种类、剂量及饮食习惯均未改变,各组具体运动方案见表2。

表1 各组患者的一般资料 (x±s)

组别	例数	年龄(岁)	病程(年)	BMI	血糖(mmol/L)	HbA1c(%)
对照组	20	54.35±3.91	3.76±1.14	24.02±2.24	7.26±2.04	6.94±1.87
有氧运动组	18	53.31±3.89	3.79±0.76	23.85±3.96	7.35±1.74	6.81±1.01
有氧运动结合原地深蹲组	18	53.22±4.03	3.30±1.47	24.75±2.54	7.30±1.35	6.84±1.14
P		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

表2 各组运动治疗方案

组别	例数	运动方案
对照组	20	维持原有锻炼习惯 有氧运动组的运动方式:快走或慢跑; 运动强度:50%VO ₂ R; 运动时间:30 min; 运动频率:3次/周(周一、三、五); 运动起始时间:血糖峰值前30—45 min(依据患者自身血糖波动特点确定);
有氧运动组	18	运动注意事项:结伴运动;随身带些糖果,避免低血糖;穿宽松的衣裤、柔软、合脚的鞋袜;重视血糖、血压、心率、并发症的监测;运动时间不包含慢走的准备和整理活动时间;治疗过程中,出现头晕、乏力、食欲减退、入睡困难、基础心率或血压升高等不适情况及时停止运动;第8、16周进行VO ₂ max复测,调整运动强度。
有氧运动结合原地深蹲组	18	有氧运动结合原地深蹲组的有氧运动方案同上。 原地深蹲方案为: 运动方式:原地深蹲; 运动强度:30%最大深蹲次数,5组;运动时间:15—20 min,组间间歇2—3 min; 运动频率:2次/周(周二、四); 运动起始时间:血糖峰值前30—45 min; 运动注意事项:同有氧运动组,运动前进行各关节活动的热身,深蹲时注意呼吸时相及深蹲频率,运动后进行静力性拉伸练习。

1.2.2 测试方法:①最大摄氧量:使用瑞典Monark839E功率自行车中Astrand(A)6min间接测试方案,男性选择300或600kg·m/min起始负荷;女性选择300或450kg·m/min起始负荷,运动过程中的前3min调整负荷,使心率达到120次/min后(基础心率:男性为71.32±4.53次/min,女性为74.64±2.67次/min),继续踏车3min,完成运动负荷试验。通过Astrand-Rhyming表格及年龄修正系数经软件自动推算,获得

最大摄氧量(oxygen uptake maximal,VO₂max)。为确保研究对象的安全,测试过程中校医务室内科医生在场。根据储备摄氧量(oxygen uptake reserve,VO₂R)百分比法设定运动强度,其计算公式为^[11]:靶摄氧量强度(target VO₂)=(VO₂max-VO₂rest)×EI+VO₂rest。VO₂rest是指安静摄氧量或静息代谢率,为3.5ml/kg/min,本研究结合前期结果,运动强度(exercise intensity,EI)选取50%,该强度降糖效果较好,且

运动后血糖反弹幅度较小^[12]。

②原地深蹲:测试时,要求受试者两脚并拢,全身中正,重心落在前脚掌上,挺胸收腹,头不可倾斜和后仰;下蹲时膝盖要控制在脚尖以内,彻底下蹲后再缓缓上起;为减少因体位变化造成血压的明显波动,要求受试者在下蹲时呼气,起立时吸气,深蹲速度控制在2—3s完成1次^[13]。非同日测试3次最大蹲起次数(受试者达力竭状态时,完成的蹲起次数)。运动治疗时,选取30%最大次数,5组^[12],组间休息2—3min^[14]。在蹲起过程中,要求受试者左右手各握装满矿泉水的水瓶,下蹲时两臂前平举,上起时,放至体侧。为保证患者的安全性,靠近墙壁或辅助座椅进行深蹲,避免摔倒。

③肌肉力量及耐力素质:肌肉力量素质选择握力指标,按照《国民体质测定标准手册(成年人部分)》^[15]严格进行测试。肌肉耐力素质选择适合45—59岁人群的1min俯卧背伸,按照《普通人群体育锻炼标准》测试^[16]。

④柔韧素质:柔韧素质选择坐位体前屈,按照《国民体质测定标准手册(成年人部分)》测试^[15]。

⑤身体成分:使用韩国ZEUS9.9身体成分分析仪,采用生物电阻法间接测试肌肉、脂肪、水等成分,要求受试者空腹,且体内无金属导电物。

⑥血糖:使用荷兰威图SELECTRA-EPLUS全自动生化分析仪利用光电比色原理测试血糖。

⑦糖化血红蛋白:使用美国BIO-RAD伯乐D-10糖化血红蛋白仪,利用离子交换高效液相色谱分析的原理测试。

1.3 统计学分析

使用SPSS17.0进行统计学处理,测试结果以平均数±标准差表示,采用描述性分析、配对 t 检验、单因素方差分析等统计学方法, $P<0.05$,具有显著性意义。另外,由于研究的样本量相对较少,为避免样本数量对实验结果的影响,进行效应量(effect size, ES)计算,通过Cohen's d 值获得组间

真正的差异占统计学差异的比例,计算公式为:

$$\text{Cohen's } d = (M_1 - M_2) / s_{\text{pooled}}$$

其中

$$s_{\text{pooled}} = \sqrt{[(s_1^2 + s_2^2) / 2]}, M_1, M_2 \text{ 分别代表对比的两组数据}$$

均值, S_1, S_2 分别代表标准差。若 $ES>0.8$,则表示增大样本量, $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 不同运动方案对心肺耐力的影响

三组患者治疗前后对照组 $VO_2\text{max}$ 基本不变,运动组稍有升高;组间比较,无显著性差异。说明,6个月运动治疗未能明显提高中年2型糖尿病患者的心肺功能。

2.2 不同运动方案对肌肉力量和耐力的影响

对照组治疗前后握力和1min俯卧背伸结果变化不大,有氧运动组稍有升高($P>0.05$),有氧运动结合原地深蹲组明显升高($P<0.05$)(表4)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组握力和俯卧背伸明显好于对照组和有氧运动组($P<0.05$),但有氧运动组与对照组无显著性差异。说明有氧运动结合原地深蹲对改善糖尿病患者上肢肌肉力量及躯干肌肉耐力具有积极作用,且好于单纯的有氧运动。

2.3 不同运动方案对柔韧性的影响

各组治疗前后比较,有氧运动结合原地深蹲组坐位体前屈好于治疗前($P<0.05$),其余运动组虽有增加,但均无显著

表3 治疗前后各组最大摄氧量变化 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前 $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min)	治疗后 $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min)
对照组	20	34.56±5.32	35.81±4.29
有氧运动组	18	37.02±6.28	38.15±4.38
有氧运动结合原地深蹲组	18	36.98±4.12	38.87±3.55

表4 治疗前后各组肌肉力量和耐力变化 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前		治疗后	
		握力(kg)	俯卧背伸(次/min)	握力(kg)	俯卧背伸(次/min)
对照组	20	30.57±4.05	24.21±2.75	30.43±3.95 ^②	24.52±3.29 ^②
有氧运动组	18	30.66±4.69	25.43±3.22	32.64±4.91 ^②	26.48±3.66 ^②
有氧运动结合原地深蹲组	18	30.64±5.21	25.34±3.31	35.65±4.81 ^①	33.47±3.60 ^①

注:①同一指标与同组治疗前比 $P<0.05$;②同一指标与有氧运动结合原地深蹲组治疗后比 $P<0.05$

性差异($P>0.05$)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组坐位体前屈成绩高于对照组和有氧运动组($P<0.05$),但有氧运动组与对照组无差异(表5)。说明,有氧运动结合原地深蹲运动对改善糖尿病患者的柔韧素质好于单纯有氧运动。

2.4 不同运动方案对身体成分的影响

2.4.1 脂肪:治疗前后,有氧运动结合原地深蹲组脂肪重量、脂肪百分比、皮下脂肪、内脏脂肪重量均明显下降($P<0.05$),

表5 治疗前后各组坐位体前屈变化 ($\bar{x} \pm s$, cm)

组别	例数	治疗前	治疗后
对照组	20	6.18±2.56	6.02±3.25 ^②
有氧运动组	18	5.91±3.18	6.69±4.12 ^②
有氧运动结合原地深蹲组	18	6.25±4.06	8.08±4.23 ^①

注:①与同组治疗前比 $P<0.05$;②与有氧运动结合原地深蹲组治疗后比 $P<0.05$

对照组、有氧运动组则变化不明显($P>0.05$)。治疗后,运动组脂肪相关指标均低于对照组($P<0.05$),但两运动组间比较,无显著性差异($P>0.05$,见表6)。说明,有氧运动结合原地深蹲运动对减少糖尿病患者脂肪含量效果较好。

2.4.2 肌肉:治疗前后,对照组、有氧运动组肌肉含量下降($P>0.05$, $ES<0.8$),有氧运动结合原地深蹲组躯干肌肉含量增加($P>0.05$, $ES>0.8$)。治疗后,有氧运动结合原地深蹲组左右下肢肌肉高于有氧运动组和对照组($P>0.05$, $ES>0.8$,表7)。提示,有氧运动结合原地深蹲可增加躯干及下肢肌肉含量,效果好于单纯有氧运动。

2.5 不同运动方案对血糖及相关指标的影响

治疗前、治疗后3个月及6个月分别采静脉血测试血糖、

糖化血红蛋白,掌握患者血糖变化情况。治疗前,三组患者空腹血糖值均高于7.0mmol/L,糖化血红蛋白均高于6.0%,且组间比较,均无显著性差异($P>0.05$)。说明,治疗前各组血糖相关指标接近。治疗3个月与治疗前比较,无明显差异($P>0.05$),故省略该时间点数据。

治疗前后对比发现,对照组各项指标有所升高($P>0.05$),有氧运动组和有氧运动结合原地深蹲组HbA1c下降($P>0.05$),但运动组血糖较治疗前明显下降($P<0.05$)。治疗后,运动组HbA1c较对照组明显下降($P<0.05$),但两运动组比较,无显著性差异($P>0.05$)。说明,研究制定的运动方案具有维持血糖稳定的作用。

表6 治疗前后各组脂肪含量及相关指标变化

($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前				治疗后			
		脂肪重量(kg)	脂肪百分比(%)	皮下脂肪(kg)	内脏脂肪(kg)	脂肪重量(kg)	脂肪百分比(%)	皮下脂肪(kg)	内脏脂肪(kg)
对照组	20	16.37±2.73	25.48±2.98	13.92±3.15	2.15±0.85	16.88±2.93	26.32±4.63	13.54±2.58	2.04±0.42
有氧运动组	18	15.76±2.85	24.39±4.77	13.64±4.29	2.13±0.72	15.22±5.52 ^②	23.88±4.75 ^②	12.58±3.28 ^②	1.81±0.83 ^②
有氧运动结合原地深蹲组	18	16.19±2.55	24.92±2.50	14.01±2.85	1.93±0.45	13.59±1.73 ^{①②}	21.28±3.31 ^{①②}	12.13±3.44 ^{①②}	1.76±0.45 ^{①②}

注:①同一指标与同组治疗前比 $P<0.05$;②同一指标与对照组治疗后比 $P<0.05$

表7 治疗前后各组肌肉含量变化

($\bar{x}\pm s$, kg)

组别	例数	治疗前					治疗后				
		躯干	右上肢	左上肢	右下肢	左下肢	躯干	右上肢	左上肢	右下肢	左下肢
对照组	20	22.56±2.35	3.18±0.28	3.05±0.31	8.17±0.49	8.24±0.57	22.07±1.84	3.29±0.41	3.03±0.39	7.76±0.76	7.94±0.77
有氧运动组	18	22.65±2.17	3.06±0.41	3.09±0.39	8.35±1.03	8.47±1.16	22.37±2.52	3.03±0.45	2.89±0.38	7.81±0.94	8.01±0.94
有氧运动结合原地深蹲组	18	22.38±2.02	3.07±0.41	3.04±0.41	8.20±0.87	8.27±1.31	23.84±2.09 ^①	3.26±0.47	3.13±0.40	8.89±0.74 ^{②③}	8.92±1.12 ^{②③}

注:①同一指标与同组治疗前比 $ES>0.8$;②同一指标与对照组治疗后比 $P<0.05$;③同一指标与有氧运动组治疗后比 $ES>0.8$

表8 治疗前后各组血糖及相关指标变化

($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前		治疗后	
		血糖(mmol/L)	HbA1c(%)	血糖(mmol/L)	HbA1c(%)
对照组	20	7.24±2.12	6.95±1.88	7.41±1.30	7.12±2.15
有氧运动组	18	7.35±1.73	6.81±1.01	6.57±1.29 ^①	6.46±0.71 ^②
有氧运动结合原地深蹲组	18	7.32±1.41	6.75±0.52	6.41±1.50 ^{①②}	6.32±0.58 ^②

注:①同一指标与同组治疗前比 $P<0.05$;②同一指标与对照组治疗后比 $P<0.05$

3 讨论

体适能指身体有足够的活力和精力处理日常事物,而不会感到过度疲劳,并且还有足够的精力享受休闲活动和应付突发事件的能力。健康体适能则是指一般人为了促进健康、预防疾病,提高日常生活、工作、学习效率所追求的体适能。健康体适能包含心肺耐力素质、肌肉力量和耐力素质、柔韧素质、身体成分^[17]。

3.1 心肺耐力

最大摄氧量是用于评价心肺功能的常用指标,本研究患者最大摄氧量测试结果低于参考值(男性:50—55ml/kg/min,女性:40—45ml/kg/min)^[18]。这与治疗对象BMI较高

(23.68—24.78,参考值18.5—23.9),部分人群处于超重水平有关。研究发现,中年2型糖尿病患者最大摄氧量的个体差异较大,年龄相近的患者最大摄氧量相对值最大相差20.48ml/kg/min,与该指标受遗传影响较大有关^[18]。本研究结果说明,在制定运动方案过程中,要因人而异,简单地通过最大心率百分比或180(170) - 年龄,设计运动强度,缺乏个性化,增加运动的风险,降低运动效果。

运动组VO₂max治疗后虽均较治疗前有所增加,但均未出现显著性差异。该结果与Middlebrooke^[19]报道一致,但Boule^[20], Swift^[21]报道运动对心肺功能具有改善作用。考虑与运动方案中运动强度的设计有关,研究选择50%VO₂R强

度, Middlebrooke 为 70%—80% 最大心率, 两研究安排的运动强度接近。而 Boule 运动强度设定为 75%VO₂max, Swift 运动强度设定为 50%—80%VO₂max, 高于本研究制定的运动强度。另外, 王娟^[22]等提出 60%—79%VO₂max 可提高糖尿病患者心肺功能。所以, 本研究虽起到改善心肺功能作用, 但无明显差异, 与运动强度安排偏低有关。研究前期结果^[12]显示, 中年糖尿病患者进行 70%VO₂R 强度运动后, 血糖出现明显的第二次高峰, 且波动幅度较大, 部分患者高于运动前血糖水平, 且患者难以维持。所以, 研究选择 50%VO₂R 作为有氧运动方案的运动强度。结合最大摄氧量变化情况, 在今后研究中, 适当增加运动强度至 60%VO₂R 以上, 更好地提高患者的心肺功能水平。

3.2 肌肉力量和耐力

握力是反映力量素质的重要指标, 该指标可反映手臂肌肉的最大抓握力量。1min 俯卧背伸则可反映腰背部肌肉力量耐力。本研究的测试结果与《国民体质测定标准》握力评价标准^[15](2010 年, 男 41.5—45.1kg, 女 25.2—27.0kg) 和《2014 年国民体质公报》^[23]数据(男 40.3—43.6kg, 女 24.8—26.5kg) 比较发现, 糖尿病患者运动治疗前握力均低于标准结果。俯卧背伸的结果与《普通人群体育锻炼标准》^[16]对比, 分值则在 2 分的不及格水平。这与糖尿病为慢性消耗疾病密切相关, 患者因胰岛素分泌不足及出现不同程度的胰岛素抵抗现象, 致使机体葡萄糖利用障碍。为满足代谢的需要, 脂肪、蛋白质等能源物质的异化作用增强, 消耗量较正常人增多, 导致肌肉力量下降^[24]。

研究发现, 治疗后有氧运动结合原地深蹲组握力和俯卧背伸较治疗前明显改善, 而单纯有氧运动组则未出现显著性差异。这与单纯的有氧运动主要进行心肺功能锻炼, 而原地深蹲附加手握矿泉水运动过程中, 通过克服自身体重和自由重物的方式, 使股四头肌、腓绳肌、臀大肌、腓肠肌、腹直肌、背长肌、三角肌等肌肉得到锻炼^[25—26], 促进全身的力量素质发展^[27—28], 而单纯的有氧运动, 起不到增强肌肉力量的作用。

3.3 柔韧性

坐位体前屈测量在静止状态下的躯干、腰、髋等关节可能达到的活动幅度, 主要反映这些部位的关节、韧带和肌肉的伸展性和弹性及身体柔韧素质的发展水平。本研究糖尿病患者的坐位体前屈测试结果与《国民体质测定标准》比较发现, 治疗前、后各组患者的得分均在 3 分^[15], 且与《2014 年国民体质监测公报》(男 3.0—4.7cm, 女 8.0—8.4cm)^[23]数据接近。说明, 本研究的糖尿病患者柔韧素质较好。

研究发现, 运动组坐位体前屈治疗前后无显著改善, 治疗后有氧运动结合原地深蹲组坐位体前屈成绩高于对照组和有氧运动组。出现该结果, 与本研究安排的原地深蹲运动可通过增强大腿腓绳肌、股四头肌及臀大肌、腹直肌等腰臀

部肌肉的延展性, 进行促进躯干、腰、髋部关节活动幅度, 改善患者坐位体前屈成绩密切相关^[8]。另外, 有氧运动结合原地深蹲组患者, 运动前安排进行 10min 全身各关节活动的热身及活动结束后的颈部、肩、上臂、背部、胸腹部、股四头肌、腓绳肌、小腿等拉伸运动, 每个动作感到肌肉受到牵拉后持续 10—30s, 重复 4 次, 进而改善了患者的柔韧素质。单纯有氧运动组在热身及整理活动时, 则采取走的方式, 故对柔韧素质的改善作用不明显。

3.4 身体成分

运动组糖尿病患者治疗后身体成分中体脂量较治疗前下降, 有氧运动结合原地深蹲组下降明显, 而单纯有氧运动组未出现显著性差异。该结果与 Sigal^[29]、Kadoglou^[30]报道的仅有氧联合力量练习对 2 型糖尿病患者体脂有显著影响, 而单纯有氧运动无显著差异一致。

治疗后组间比较显示, 有氧运动结合原地深蹲降体脂效果稍好于单纯有氧运动, 但未出现显著性差异。该结果与 Jennings^[31]报道一致。考虑与研究设计的原地深蹲方案运动负荷(30%最大蹲起次数)较低, 总运动时间较短(15—20min), 蹲起时以糖有氧氧化供能占主导, 脂肪供能比例较低有关。本运动方案的其他结果^[32]也证实, 有氧运动结合原地深蹲运动对改善糖尿病患者血糖、糖化血红蛋白、胰岛素敏感性等作用优于单纯有氧运动。

有氧运动结合原地深蹲组患者治疗后肌肉含量较治疗前增多, 而对照组和有氧运动组则下降。与糖尿病为代谢性疾病, 体内蛋白质代谢增强, 进而导致对照组肌肉含量减少^[24]; 单纯有氧运动减脂同时, 肌肉也减少^[33]; 有氧运动结合原地深蹲的综合训练, 患者需克服自身重力, 动员大腿、小腿、臀部、腹部等多块肌肉, 达到增加患者肌肉质量的作用^[34]。故增加肌肉的临床疗效好于单纯有氧运动, 与报道一致^[35]。由此说明, 糖尿病患者每周进行 2—3 次的抗阻力量训练, 维持肌肉含量是非常必要的。

3.5 血糖及相关指标

研究发现, 运动组糖尿病患者空腹血糖明显降低, 与运动可以诱导 GLUT4 蛋白表达增多, 提高肌组织葡萄糖的利用率, 促进骨骼肌摄取葡萄糖及有氧氧化, 增强胰岛素敏感性, 降低氧化应激水平, 减少运动后儿茶酚胺类激素分泌^[36]等多种机制密切相关。

运动组患者糖化血红蛋白下降, 且有氧运动结合原地深蹲组效果好于单纯有氧运动组, 但两个组别间比较, 无显著性差异。该结果与其他研究报道相近, 但也存在一定分歧^[37], 考虑与运动强度、训练方法及受试者不同有关。本研究显示有氧结合原地深蹲使 HbA_{1c} 下降了 6.4%, 与 Loiaa-la^[38]报道的下降 6% 接近。此外, 在治疗过程中, 建立微信、QQ 群, 每天与患者进行沟通, 及时了解受试者运动中是否出

现乏力、饮食/睡眠不良、低血糖反应、膝关节不适等情况,有利于及时处理。治疗第1周,有氧运动结合原地深蹲组2例患者出现血压升高较明显的现象,通过进一步降低蹲起速度(2s下蹲,2s起立),波动明显减弱。治疗第2周,1例肥胖患者,出现膝关节疼痛现象。通过减少深蹲次数,靠墙或背后放座椅的方法症状得到缓解。所有患者无其他不良反应。

综上所述,6个月运动治疗后,有氧运动结合原地深蹲组患者握力、俯卧背伸、坐位体前屈、脂肪重量、躯干及下肢肌肉含量明显改善,且治疗后下肢、躯干肌肉含量、力量素质和柔韧素质明显好于单纯有氧运动组和对照组,患者无明显不适反应。由此说明,有氧运动结合原地深蹲适合糖尿病患者,且对改善中年2型糖尿病患者肌肉力量、柔韧性、身体成分的治疗效果优于单纯的有氧运动。

参考文献

- [1] 中华医学会糖尿病学分会调查报告[R]. 中华医学会糖尿病学分会,2013.
- [2] Nadeau DA. Management of type 2 diabetes mellitus in self-motivated patients:optimized diet,exercise and medication for weight loss and cardiometabolic fitness[J].Phys Sports Med, 2014,42(4):49—59.
- [3] Brooks N, Layne JE, Gordon PL, et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in hispanic older adults with type 2 diabetes[J]. Int J Med Sci,2007, 4(1): 19—27.
- [4] Stephens NA,Sparks LM.Resistance to the beneficial effects of exercise in type 2 diabetes: are some individuals programmed to fail?[J]. J Clin Endocrinol Metab,2015,100(1): 43—52.
- [5] Lumini JA, Magalhaes J, Oliveira PJ, et al. Beneficial effects of exercise on muscle mitochondrial function in diabetes mellitus[J]. Sports Med, 2008,38(9):735—750.
- [6] 毛芝海,张一兵,高宝华,等. 十周康复运动对中老年糖尿病患者功能体适能的影响[J]. 成都体育学院学报,2008,34(7):68—70.
- [7] 于学美,崔西泉,刘海斌,等. 有氧运动对老年2型糖尿病患者糖代谢及体适能的影响[J]. 中国老年学杂志,2012,32(2):584—585.
- [8] Weeks BK,Carty CP,Horan SA. Effect of sex and fatigue on single leg squat kinematics in healthy young adults[J]. BMC Musculoskel Dis, 2015,16(1):1—9.
- [9] García RA, Nebot V, Padial P,et al. Effects of short inter-repetition rest periods on power output losses during the half squat exercise[J]. Isokinet Exerc Sci, 2016,24(4):323—330.
- [10] Takai Y, Fukunaga Y, Fujita E, et al. Effects of body mass-based squat training in adolescent boys[J]. J Sports Sci and Med,2013,12(1):60—65.
- [11] 王正珍.ACSM运动测试与运动处方指南[M]. 北京:人民卫生出版社,2010.205—210.
- [12] 常凤.2型糖尿病运动干预方案与策略研究[D]. 武汉体育学院, 2015.
- [13] Formenti D,Ludwig N,Trecroci A,et al. Dynamics of thermographic skin temperature response during squat exercise at two different speeds[J]. J Therm Biol, 2016,59(5):58—63.
- [14] Martorelli A, Bottaro M, Vieira A,et al. Neuromuscular and blood lactate responses to squat power training with different rest intervals between sets[J]. J Sports Sci and Med,2015,14(2):269—275.
- [15] 国家体育总局. 国民体质测定标准手册(成年人部分)[M]. 北京:人民体育出版社,2003.22—25.
- [16] 国家体育总局普通人群体育锻炼标准研制组. 普通人群体育锻炼标准锻炼手册[M]. 北京:人高等教育出版社,2003.16.
- [17] 杨静宜,徐俊华. 运动处方 [M]. 北京:高等教育出版社, 2005.16—17.
- [18] 王瑞元. 运动生理学[M]. 北京:人民体育出版社,2002.259—260.
- [19] Middlebrooke AR, Elston LM,Macleod KM, et al. Six months of aerobic exercise does not improve microvascular function in type 2 diabetes mellitus[J].Diabetologia,2006,49 (10):2261—2271.
- [20] Boule NG,Kenny GP, Haddad E,et al. Meta-analysis of effect of structure exercise training on cardialrespiratory fitness in type 2 diabetes[J]. Diabetologia,2003,46(8):1071—1081.
- [21] Swift DL,Johannsen NM,Earnest CP,et al. Effect of exercise training modality on C-reactive protein in type 2 diabetes[J].Med Sci Sports Exerc,2012,44(6):1028—1034.
- [22] 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.
- [23] 国家体育总局公布《2014年国民体质监测公报》[EB/OL].http://sports.people.com.cn/n/2015/1125/c35862- 27855794. html. 11-25.
- [24] 张晋峰. 糖尿病[M]. 济南:济南出版社,2006:15—16.
- [25] 杨涛,李世明,康平. 脑瘫学生蹲起动作的足底压力分布于肌电特征分析[J]. 天津体育学院学报,2013,28(4).350—354.
- [26] 刘瑞东,洪扬,陈小平. 稳定与多级非稳定条件下徒手与负重深蹲的肌电特征研究及其对当前力量训练的启示[J]. 体育科学, 2015,8(35):45—51.
- [27] Bolgla L,Cook N,Hogarth K,et al. Trunk and hip electromyographic activity during single leg squat exercises do sex differences exist?[J]. Int J Sports Phys Ther,2014,9(6): 756—764.
- [28] Alenezi F,Herrington L,Jones P,et al. The reliability of biomechanical variables collected during single leg squat and

(下转第568页)