

康复运动对老年 2 型糖尿病患者 身体活动能力的影响

谭思洁¹ 张 棣² 李 伟³

摘要 目的:探讨有指导的康复运动对 2 型糖尿病患者糖代谢及身体活动能力的影响。方法:对 2 型糖尿病患者进行 6 个月康复运动前后有关糖代谢及身体活动能力各指标对比。结果:实验前后运动组受试者体质指标和功能指标发生明显变化, VO_{2max} 和体适能水平显著提高, 餐后血糖、糖化血红蛋白和空腹尿糖阳性率显著下降($P<0.01$)。结论:科学的康复运动方案有利于提高老年 2 型糖尿病患者糖代谢和身体活动能力。

关键词 2 型糖尿病; 身体活动能力; 糖代谢

中图分类号: R493, R587.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-1242(2009)-08-0719-04

Research on the effects of rehabilitation exercises on physical fitness of elder patients with type 2-diabetes mellitus/ TAN Sijie, LI Wei, ZHANG Li//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(8): 719—722

Abstract Objective: To observe the impact of rehabilitation programme on glycometabolism and physical fitness in type 2-diabetic patients. **Method:** A comparison was conducted on variables of glycometabolism and physical fitness derived pre and post 6-month exercises-based rehabilitation in type 2-diabetic patients. **Result:** The patients demonstrated an apparent modification in physique and functional capacity. These can be recognized by significant increase in VO_{2max} and physical fitness, and significant decrease in 2h PG, and HbA1c($P<0.05$, $P<0.01$). **Conclusion:** The appropriate exercises rehabilitation is beneficial in type 2-diabetic patients to improve their glycometabolism and ability of physical activity. Thus, the quality of life of the patients will be enhanced accordingly.

Author's address Tanjin University of Sport, Tianjin, 300381

Key words type 2-diabetes mellitus; physical fitness; glycometabolism

糖尿病是一种全身代谢性疾病, 老年 2 型糖尿病(type 2-diabetes mellitus, 2 型 DM)患者常因长期的高血糖状态使心肌细胞受损, 心肌收缩力下降, 严重影响患者的心肺功能。运动疗法对 2 型糖尿病的治疗作用已逐渐被人们所接受, 但部分统计结果显示: 进行规律运动的患者不足 5%^[1]。2 型 DM 患者中至少有 25% 的人与惯于久坐的生活方式有关, 而在有规律运动习惯的人群中 2 型 DM 发生率则显著下降。所以, 较有规律的康复运动与 2 型 DM 的低发生率呈正相关^[1-2]。

本研究设计了有针对性的康复运动处方, 并通过 24 周运动康复前后各指标的变化进行效果观察, 评价运动康复对老年 2 型 DM 患者身体活动能力和糖脂代谢的影响, 探索运动效果及预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

市正规三甲医院确诊的 2 型 DM, 年龄 62—75 岁, 男 25 例, 女 26 例。将受试者随机分为运动组(E 组, 26 例)和对照组(C 组, 25 例)。他们均无美国糖尿病协会(ADA)规定的运动禁忌证^[3]。受试者在实验前均被告知实验的风险性, 自愿签署了参加实验的

知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 采用常规方法测量: 身高、体重、腰围、臀围、皮褶厚度, 安静时心率, 血压。

身体质量指数(BMI)= 体重(kg)/身高(m^2);

腰臀比(WHR)=腰围(cm)/臀围(cm)。

1.2.2 有氧能力测试: 使用仪器: Monark-808(瑞典产)功率自行车, 遥测运动心电图仪(美国产)等。实验程序: 空负荷热身 2min, 然后以 50 转/min 的速度, 负荷从 0.5kg 开始, 每 3min 递增 0.5kg, 直至心率达到 120 次/min 后并维持 2min 以上, 记录每分钟心率, 依据 Astrand 列线图推算 VO_{2max} 。

1.2.3 下肢肌肉力量测试: 使用美国 Cybex-Norm 等速测力系统。方法: 受试者准备活动后以最大的努力进行有利踝关节屈伸动作。速度为 60°/s 和 30°/s, 各连续完成 4 次测量, 两组间休息 60s 以利于肌力的恢复, 选取峰力矩进行分析评价, 单位为(N·m)。

1 天津体育学院运动人体科学系, 天津, 300381

2 天津工业大学

3 天津财经大学

作者简介: 谭思洁, 女, 教授

收稿日期: 2008-11-28

1.2.4 功能性体适能测试:测试项目:30s 连续坐椅站立、30s 臂屈、2min 原地踏步、坐椅体前伸、抓背伸展、坐站协调能力、6min 走。

1.2.5 血尿生化指标测试:空腹、餐后 2h 血糖(Glu)、尿糖;糖化血红蛋白(HbA1C);空腹、餐后 2h 胰岛素(Ins)。

1.2.6 运动组受试者执行每周 3 次,60min/次,为期 24 周的康复运动处方;康复运动在早上餐后 1.5h 后进行。运动形式主要有:中速步行、健身操、连续交替蹬台阶、半蹲起等下肢肌肉力量练习。强度设计:依据 ADA 推荐的适宜于 DM 的运动强度^[3],根据老年 2 型 DM 特点确定运动心率为 60%—80% HRmax。

对照组组受试者维持原有生活方式。

运动中安全控制:①运动过程患者佩带 Polar 表,并调至个人的规定靶心率,超过靶心率范围 Polar 表发出警示声。主观用力计分(rate of perceived exertion, RPE)控制在 ≤ 15 分范围内^[4]。②如出现低血糖现象立即停止运动,采取治疗措施(监测者备有面包、巧克力、含糖饮料等)。

1.2.7 24 周康复运动结束后进行实验前全部指标的测量。

1.3 统计学分析

实验数据由 SPSS11.5 统计软件进行处理。结果用平均数和标准差来表示,康复前后对各指标进行 t 检验,样本差异显著性选用 0.05 水平。

2 结果

2.1 康复运动前后两组患者身体形态指标比较

康复运动前两组受试者间各项指标无显著差异,康复运动后实验组的 WHR、体脂%显著低于康复前($P<0.05$, $P<0.01$),而对照组没有明显变化,见表 1。

2.2 运动组康复运动前后糖代谢指标比较

康复运动 24 周后,糖尿病患者餐后 2h 血糖(2h PG)、糖化血红蛋白(HbA1c)有显著下降($P<0.05$, $P<0.01$),空腹尿糖阳性率显著降低($P<0.01$),空腹胰岛素(FIns)和餐后 2h 胰岛素(2h Ins)水平无明显变化($P>0.05$)。

2.3 实验前后两组患者下肢肌力的测试比较

24 周有指导的康复运动后运动组的踝关节屈伸肌力量均有不同程度的增长,对照组则无明显变化,见表 3—4。

2.4 康复运动前后两组患者体适能测试比较

运动组在 24 周有指导的康复运动后,最大摄氧量、30s 臂屈伸、2min 原地踏步、坐椅体前伸、抓背伸

展、6 分钟走 5 项测试成绩有显著性提高($P<0.05$);而 30s 连续坐椅站立和坐站走两项的测试结果的改善非常明显($P<0.01$)。对照组实验前后无显著改善,见表 5。

表 1 两组实验前后身体的形态指标 ($\bar{x}\pm s$)

	运动组		对照组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
BMI(kg/m ²)	25.18±2.49	25.26±2.68	25.71±0.82	25.65±1.23
体脂(%)	24.87±6.56	22.39±6.36 ^{①③}	25.46±8.12	26.03±4.63
WHR	0.92±0.05	0.87±0.04 ^{①②}	0.90±0.07	0.91±0.05

与康复前比:① $P<0.05$,与 C 组实验后比② $P<0.05$,③ $P<0.01$ 。

表 2 实验前后血糖、胰岛素和糖化血红蛋白的测试结果 ($\bar{x}\pm s$)

	运动组		对照组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
FPG(mmol/L)	7.64±1.39	7.09±1.33	7.56±1.63	7.39±1.41
2h PG(mmol/L)	15.99±5.51	10.33±4.2 ^②	16.09±5.76	15.89±5.24
FIns(μ U/ml)	7.29±2.63	8.59±3.06	7.19±2.58	7.86±2.12
2h Ins(μ U/ml)	39.26±7.65	38.73±8.72	39.64±7.43	39.27±8.10
HbA1c(%)	6.92±0.74	6.17±0.96 ^①	6.86±0.92	7.05±0.83
空腹尿糖阳性率(%)	23.0(6/26)	7.7(2/26) ^②	24.0(6/25)	24.0(6/25)
餐后 2h 尿糖阳性率(%)	61.5(16/26)	46.1(12/26) ^②	64.0(16/25)	64.0(16/25)

与康复前比:① $P<0.05$,② $P<0.01$

表 3 男性实验前后下肢肌力的测试结果 ($\bar{x}\pm s$)

	踝关节跖屈 60°/s(N·m)	踝关节背屈 60°/s(N·m)	踝关节跖屈 30°/s(N·m)	踝关节背屈 30°/s(N·m)
运动组				
实验前	15.00±6.19	9.22±2.05	34.00±12.46	15.55±5.79
实验后	28.22±9.17 ^①	13.22±3.05 ^①	48.11±13.92 ^②	20.00±4.27
对照组				
实验前	16.33±4.02	9.53±2.56	40.33±11.05	21.00±2.64
实验后	20.35±5.63	11.00±5.36	39.64±13.53	22.33±4.35

与康复前比:① $P<0.05$,② $P<0.01$

表 4 女性实验前后下肢肌力的测试结果 ($\bar{x}\pm s$)

	踝关节跖屈 60°/s(N·m)	踝关节背屈 60°/s(N·m)	踝关节跖屈 30°/s(N·m)	踝关节背屈 30°/s(N·m)
运动组				
实验前	14.33±7.23	8.67±2.58	32.71±13.63	13.85±4.41
实验后	21.33±4.08 ^①	10.61±1.72	40.71±13.40 ^①	15.82±0.95
对照组				
实验前	15.33±8.01	6.67±1.73	26.33±10.44	10.67±2.08
实验后	18.02±6.8	11.33±4.00	30.00±9.07	11.33±3.37

①与康复前比 $P<0.05$

3 讨论

3.1 康复运动对老年 2 型 DM 患者身体活动能力的影响

对于 2 型 DM 防治来说,在人们普遍认可的“三驾马车”理论中,运动干预的方法更强调患者身体活动能力的提高和功能的改善^[5],这对于促进机体正常的代谢,延缓并发症的发生,提高 2 型 DM 患者生存质量有着更为重要的意义。良好的生存质量离不开全面发展的体适能,即一般所说的身体活动能力,其外在表现和影响因素为心肺功能、身体成分、肌肉力量和柔韧性等。作为影响 2 型 DM 重要危险因子之

表 5 实验前后两组患者体适能指标变化的对比

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

	运动组		对照组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
VO _{2max} (ml/kg/min)	31.88±5.85	34.94±6.47 ^①	32.68±6.35	33.46±7.9
30s 连续坐椅站立(次)	16.13±3.58	20.25±5.66 ^②	16.98±4.19	17.35±5.2
30s 臂屈伸(次)	17.39±4.27	19.56±4.79 ^{①③}	16.83±5.09	17.15±4.85
2min 原地踏步(次)	175.28±48.04	202.72±31.69 ^{①③}	172.94±21.56	169.46±35.67
坐椅体前伸(cm)	1.60±11.82	6.22±11.39 ^{①③}	2.01±8.66	2.54±6.94
抓背伸展(cm)	-11.83±13.11	-8.67±10.23 ^{①③}	-13.46±14.01	-14.59±15.03
坐站走(s)	6.44±0.92	4.59±0.69 ^{②③}	6.34±1.14	6.39±1.07
6min 走(m)	523.64±51.32	597.64±49.90 ^{①③}	530.55±48.54	512.36±57.82

与组内实验前比:①P<0.05,②P<0.01;与 C 组实验后比:③P<0.05

一的体脂肪增加,以及 2 型 DM 发展进程中因能量代谢异常导致的体成分改变,使去脂体重持续性降低已经是影响老年 2 型 DM 患者身体活动能力的重要方面。表 1 显示,24 周有指导的康复运动后运动组在身体质量指数(BMI)未发生明显变化的同时体脂百分比明显降低($P<0.05$),这提示经过康复运动的 2 型 DM 患者在不改变体重的情况下,降低体脂含量,使机体的瘦体重增长。同时,判断脂肪分布的另一项指标腰臀比运动组也显示了明显的改善,表明本康复程序有利于改善 2 型 DM 患者腹部多脂的代谢异常^⑨。而未参加康复运动的对照组实验前后未发生明显变化($P>0.05$)。

一般认为,老年人随年龄增长,肌肉常发生退行性变化,表现为瘦体重的减少,老年 2 型 DM 患者由于糖代谢的异常,肌肉萎缩导致瘦体重减少更为严重,常与体成分的改变共同造成肌力的衰退,这种肌肉和力量的衰退会直接影响他们的衣食住行,特别是腿部肌肉的萎缩会导致支撑不稳,表现为下肢肌力明显下降,身体活动能力降低,容易出现疲劳。因此对于老年 2 型 DM 患者来说,延缓下肢肌肉的萎缩,防止瘦体重过度减少有重要意义。肌肉力量是维持人体基本活动能力和健康的保证,为了提高患者的身体活动能力,必须考虑肌肉力量的提高。老年 2 型 DM 患者因代谢异常导致肌肉发生退行性变化,肌肉的工作能力下降会增加跌倒的风险,影响日常活动能力。众多研究表明^{⑦-⑨},力量性运动练习可以增长肌肉力量,提高肌肉工作能力。由于本处方注意了在有氧运动同时进行规律的肌肉力量特别是下肢肌力的练习,使参加康复的老年 2 型 DM 患者身体成分有了明显的改善。与此同时,表 3、表 4 证实,患者的肌肉力量也得到了相应的提高,无论是评估上下肢肌力的体适能指标(表 5),还是通过 Cybex 等速测力系统直接测得的下肢肌肉力量均表现明显的升高(表 3、表 4)。这可能的机制是,运动使机体的血液循环速度加快,肌肉的血流量增加,新陈代谢的速率加快,分布在肌肉的毛细血管密度增加;再有运动改善了患者的糖代谢,使肌糖元合成加强,肌纤维增

粗,因此肌肉力量得以提高,这就为提高患者的身体活动能力提供了力量保障。

由于一般适用于普通人的体能测试方法不适于身体活动能力下降的老年体弱人群,2001 年 Rikli 和 Jones^⑩两位学者设计了功能性体适能的测试方法(FF)。这种方法的安全性更适合老年慢性患者身体活动能力的评价,并且可以引导他们作为日常运动锻炼方法。近年来,国外许多学者利用该评估方法针对老年人体质及运动能力进行评估,且显示了该方法的有效性^{⑪-⑫}。康复前后的对比实验表明,老年 2 型 DM 患者 2min 原地踏步由 175.28±48.04 次提高到 202.72±31.69 次,6min 走的距离也明显增长,与此同时,VO_{2max} 也明显改善(表 2),说明本处方有利于改善老年 2 型 DM 患者的有氧能力。资料报道,糖尿病对患者心肺功能的影响较严重,心脏功能的下降也是糖尿病患者心脏并发症的常见表现之一。Jackson^⑬的研究发现,DM 大鼠 6 周时即有心脏功能下降,从患病第 14 天起即可引起心肌细胞的超微结构的变化。心肌细胞这种超微结构的变化致使心肌收缩力下降,心功能降低。另外由于长期高血糖致使血管上皮细胞损伤,肺弹性下降而引起肺功能出现明显下降^⑭,具体表现为最大吸氧量降低、肺活量降低等。本研究证实康复运动对老年 2 型 DM 患者心肺功能有明显的提高作用(表 5),其可能的机制是,运动改善胰岛素抵抗的作用(表 3),增强血管收缩功能^⑮,从而提高了心肌功能;另外本处方中设计了腹式呼吸练习,腹式呼吸可加大膈肌的收缩与舒张,使横膈的上升下降幅度增大,不断改变胸压和腹压,呼吸肌力量加强,胸式呼吸和腹式呼吸相结合,可使呼吸器官得到合理的改善,血氧供应更充分,进而改善了心肺功能^⑫。

3.2 康复运动对老年 2 型 DM 患者糖代谢的改善

随着运动医学和治疗预防糖尿病相关研究的深入,运动改善 2 型 DM 患者糖脂代谢及其胰岛素敏感性的研究已经取得一定的进展^⑩,有学者对老年 2 型 DM 患者一年有氧运动前后血糖、胰岛素的变化做了研究,结果表明,有氧运动能显著降低血糖,提

高胰岛素敏感性^[17]。本研究中老年 2 型 DM 患者康复前后的 FPG、2h PG、FIns 和 2h Ins 的测定结果显示,FPG 水平与康复前无明显变化,但 2h PG 由康复运动前 $15.99 \pm 5.5 \text{ mmol/L}$ 降低到 $10.33 \pm 4.2 \text{ mmol/L}$ ($P < 0.05$, 表 2),尤为可喜的是,康复后部分患者餐后血糖水平恢复到正常值。FPG 水平不变,2h PG 水平的改善一般被认为是胰岛素水平提高或胰岛素敏感性的加强,本研究对患者胰岛素测试结果显示,FIns 和 2h Ins 水平在康复运动后无显著变化(表 2),这说明本研究中老年 2 型 DM 患者 2h PG 水平的改善主要是因为胰岛素敏感性的提高。

胰岛素敏感性下降表现为胰岛素抵抗,它使周围组织不能有效利用葡萄糖,形成高血糖。一般认为,胰岛素抵抗贯穿于 2 型 DM 的整个发病过程^[1],对于久病的老年 2 型 DM 患者来说,胰岛素敏感性在调节机体葡萄糖稳态中起着更为关键作用。运动能够提高胰岛素敏感性,促进骨骼肌对血糖的吸收,且运动时可以明显减少外周血糖,但少有低血糖症的危险,这虽是肝葡萄糖释放的结果,但主要在于骨骼肌对血糖的吸收、氧化和储存^[18]。吴毅通过大鼠糖尿病动物模型实验研究发现,运动训练主要减少了骨骼肌细胞胰岛素受体后的抵抗,表明即使体重不下降,运动也能提高葡萄糖利用率、改善胰岛素抵抗。本研究在人体实验中的结果更加充分证明康复运动有利于对抗胰岛素抵抗(表 2)。另外运动还可以通过增加肌细胞膜上胰岛素受体的数量,从而提高对胰岛素作用的敏感度。

本实验结果发现,6 个月的康复运动后,在患者胰岛素水平无明显变化的同时,HbA1c 显著降低($P < 0.05$, 表 2),说明在胰岛素水平不变的情况下血糖控制稳定下降,进一步证实他们的胰岛素敏感性得到提高。本研究对于尿糖的观察结果显示,康复运动后患者尿糖阳性率显著下降(表 2)。说明了有指导的康复运动对改善血糖控制和肾小管的重吸收功能有明显作用。在 2 型 DM 患者的药物治疗中,某些降糖药物对肾脏有一定的损伤,而康复运动的治疗作用在改善糖代谢的同时恰好避免了降糖药物的这一弊端。

4 结论

24 周规律的有氧加力量综合性康复程序可以使 2 型 DM 患者在维持原有体重基础上降低体脂百分比和 WHR,使瘦体重增加。同时,多样化的康复运动可以明显改善他们的最大摄氧量、功能性体适能

和下肢肌肉力量,有利于提高患者的身体活动能力,改善其生存质量。中低强度的康复运动可以有效地降低老年 2 型 DM 患者的血糖水平和 HbA1c,但胰岛素水平不变,提示运动可以调节老年 2 型 DM 的糖脂代谢,提高胰岛素敏感性,改善胰岛素抵抗。

参考文献

- [1] 刘莉莉,江钟立,李骏,等.热卡不同运动方式糖尿病患者代谢因素和心血管反应的研究[J].中国康复医学杂志,2006,21(5):419—421.
- [2] Ryan AS. Insulin Resistance with Aging: Effects of Diet and Exercise[J]. Sports Medicine, 2000, 30(5): 327—46.
- [3] 黄晖明,曹维明. 2 型糖尿病的运动疗法及发展趋势[J]. 福建体育科技,2005,24(2):35—38.
- [4] Borg GA. An introduction to Borg's RPE scale[M]. Movement Publications, Ithaca, 1985, 14.
- [5] 郭慧,李骏,江钟立,等.体力活动的增加对 2 型糖尿病患者糖脂代谢和医药费用的随访观察[J].中国康复医学杂志,2007,22(5):395—398.
- [6] Kang J. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients[J]. Diabetes Care, 1996, 19 (4): 341—345.
- [7] Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults[J]. Sports Med, 2004, 34 (5):329—348.
- [8] Aades PA, Savage PD, Brochu M, et al. Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease[J]. J Appl Physiol, 2005, 98(4): 1280—1285.
- [9] 谭思洁,杨凤英.规律的力量练习对中老年人有氧工作能力的影响[J].中国康复医学杂志,2007,22(9):776—778.
- [10] Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults[J]. Aging Phys Acti, 1999, 7:129—161.
- [11] Toraman NF, Ayceman N. Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training[J]. British Journal of Sports Medicine, 2005, 39(8):565—568.
- [12] Jackson CV, Mcgrath GM, Tabiliani AG, et al. A functional and ultrastructural analysis of experimental diabetic rat myocardium. Manifestation of a cardiomyopathy[J]. Diabetes, 1985, 34(9):876—883.
- [13] Gumieniczek A, Hopkala H, Wójtowicz Z, et al. Changes in antioxidant status of lung tissue in experimental diabetes in rabbits[J]. Clin Biochem, 2002, 35(2):147—149.
- [14] Elena De Filippis, Kenneth Cusi, Gloria Ocampo, et al. Exercise -induced improvement in vasodilatory function accompanies increased insulin sensitivity in obesity and type 2 diabetes mellitus[J]. Clin Endocrinol Metab, 2006, 91(12): 4903—4910.
- [15] D. Singh-Grewal, S. Stephens, O. Bar-Or, et al. Physical Activity Aan Exercise in Kids (PEAK): The Effects of Vigorous Exercise Training on Motor Function and Functional Fitness in Children With Arthritis[J]. Annals of the Rheumatic Diseases, 2006, 65(2):569.
- [16] Boule NG, Haddad E, Kenny GP, et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials[J]. JAMA, 2001, 286(23):1218—1227.
- [17] 史亚丽,刘新生,王瑞元. 有氧运动对中老年人血糖、胰岛素及血脂的影响[J].体育科学,2004,24(4):26—27.
- [18] Ruderman N. The health professionals guide to diabetes and exercise[J]. Alexandria (VA): American Diabetes Association, 1995:3—4.