

- 灭菌设备的研制(一). 医疗设备信息, 2002, 17: 30-31.
- [10] 余学飞, 等. 医学电子仪器原理与设计. 广州: 华南理工大学出版社, 2000: 12-340.
- [11] 于静, 王玉斌, 张丙杰. 铁磁体植入式脑肿瘤的研制. 信息技术与信息化, 2004, 29: 62-64.
- [12] Suzuki S, Arai K, Koike T. Studies on liposomal ferromagnetic particles and a technique of high frequency inductive heating—in vivo studies of rabbits Nippon Gan Chiryo Gakkai Shi, 1990, 25: 2649-2658.
- [13] Jordan A, Wust P, Scholz R. Cellular uptake of magnetic fluid particles and their effects on human adenocarcinoma cells exposed to AC magnetic fields in vitro. Int J Hyperthermia, 1996, 12: 705-722.
- [14] Rehman J, Landman J, Tucker RD, et al. Ferromagnetic self-regulating reheatable thermal rod implants for in situ tissue ablation. J Endourol, 2002, 16: 523-531.
- [15] Sato T, Matsuki H, Hoshino T, et al. Local hyperthermia using a device made of temperature-sensitive ferrite. The first report: temperature, output characteristics. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi 1989, 25, 49: 314-326.
- [16] Shinkai M, Le B, Honda H, et al. Targeting hyperthermia for renal cell carcinoma using human MN antigen-specific magnetoliposomes. Jpn J Cancer Res, 2001, 92: 1138-1145.
- [17] Yanase M, Shinkai M, Honda H, et al. Antitumor immunity induction by intracellular hyperthermia using magnetitecationic liposomes. Jpn J Cancer Res, 1998, 89: 775-782.
- [18] Rabin Y. Is intracellular hyperthermia superior to extracellular hyperthermia in the thermal sense? Int J Hyperthermia, 2002, 18: 194-202.
- [19] Barry JW, Bookstein JJ. Ferromagnetic embolization. Experimental evaluation. Radiology, 1981, 138: 341-349.
- [20] Hase M, Sako M, Fujii M, et al. Experimental study of embolo-hyperthermia for treatment of liver tumor—induction heating to ferromagnetic particles injected into tumor tissue. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi, 1989, 49: 1171-1173.
- [21] Moroz P, Pardoe H, Jones SK, et al. Arterial embolization hyperthermia: hepatic iron particle distribution and its potential determination by magnetic resonance imaging. Phys Med Biol, 2002, 47: 1591-1602.
- [22] Moroz P, Jones SK, Gray BN, et al. The effect of tumour size on ferromagnetic embolization hyperthermia in a rabbit liver tumour model. Int J Hyperthermia, 2002, 18: 129-140.
- [23] Wada S, Yue L, Tazawa K. New local hyperthermia using dextran magnetite complex (DM) for oral cavity: experimental study in normal hamster tongue. Oral Dis, 2001, 7: 192-195.
- [24] Jones SK, Winter JG. Experimental examination of a targeted hyperthermia system using inductively heated ferromagnetic microspheres in rabbit kidney. Phys Med Biol, 2001, 46: 385-398.
- [25] Mitsumori M, Hiraoka M, Shibata T. Targeted hyperthermia using dextran magnetite complex: a new treatment modality for liver tumors. Hepatogastroenterology, 1996, 43: 1431-1437.
- [26] 贾秀鹏, 张东生, 郑杰, 等. 用于肿瘤热疗的锰锌铁氧体纳米粒子的制备及表征. 生物医学工程学杂志, 2006: 1263-1266.

(收稿日期: 2007-10-18)

(本文编辑: 阮仕衡)

· 临床研究 ·

有氧运动对 2 型糖尿病的干预作用

谭俊珍 李平 潘建明 刘建卫 李春深 范英昌 陈家琦

【摘要】目的 探讨有氧运动对 2 型糖尿病的治疗作用。**方法** 对 2 型糖尿病患者(运动组)8 周有氧训练前、后血糖、糖化血红蛋白(HbA_{1c})、胰岛素敏感性、血脂、体重指数(BMI)、最大摄氧量(VO₂max)进行分析,并与同等条件的对照组进行对比。**结果** 运动组训练后血糖、胰岛素、HbA_{1c}、总胆固醇(TC)、BMI 明显降低,与对照组相比差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),胰岛素敏感性显著增加,与对照组相比差异有统计学意义($P < 0.01$);对照组无明显变化($P > 0.05$);不同的 BMI 患者间差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 8 周有氧运动对 2 型糖尿病患者糖、脂代谢具有明显改善作用。

【关键词】 有氧运动; 2 型糖尿病; 血糖; 胰岛素敏感性

有关统计资料显示,我国现有糖尿病患者近 4000 万,其中 95% 以上是 2 型糖尿病^[1],运动不足是其发病的重要环境因素。长期以来,运动被认为是治疗和预防 2 型糖尿病的有效措施,尤其是有氧耐力运动。我们选择 31 例无严重并发症及运动禁忌证的 2 型糖尿病患者,随机分为有氧运动组(运动组)和对照组,观察 8 周训练对糖、脂代谢的影响,从而为 2 型糖尿病患者制定运动处方提供依据。

资料与方法

一、对象及分组

纳入标准:①符合 1999 年世界卫生组织糖尿病诊断标准^[2]——有糖尿病临床症状并且随机血浆葡萄糖浓度 ≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dl) 或空腹血浆葡萄糖浓度 ≥ 7.0 mmol/L (126 mg/dl) 或口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test, OGTT) 2 h 血浆葡萄糖浓度 ≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dl), 以上三点满足任何一点均可诊断,但每一点需要在另 1 天加以证实;②运动组患者愿意坚持规律运动。排除标准——经心电

作者单位: 300193 天津, 天津中医药大学基础医学院(谭俊珍、李平、潘建明、刘建卫、李春深、范英昌); 天津运动医学研究所(陈家琦)

图、尿常规、眼科、血压等检查有运动禁忌证者。进入本研究前,对每例患者的的情况进行问卷调查,2 组的资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(表 1)。患者在参加本研究期间饮食、生活习惯、服药种类和剂量保持不变。

二、运动训练方式

1. 运动组:使用功率自行车(国产程控磁阻健身车)进行训练,开始以 45% 最大摄氧量(maximal oxygen uptake, $VO_2\max$)的强度进行,待受试者对运动强度适应后在运动第 2 周内将强度加至 55% $VO_2\max$ (强度指标以该强度 $VO_2\max$ 对应的心率为标准)。以该强度为固定负荷,持续运动至第 8 周,每周 3 次,每次运动时间为 30 min,运动过程中以心率来监测运动强度(心率浮动范围为预定心率 ± 5 次)。运动程序为无负荷 3 min→固定负荷 10 min→休息 3 min→固定负荷 10 min→休息 3 min→固定负荷 10 min→无负荷 3 min。

2. 对照组:不安排运动训练,保持正常生活。

三、观察方法

1. $VO_2\max$ 的测定:运动组和对照组于运动组开始训练的 3 d 前和训练后 3 d 内各测一次 $VO_2\max$,用 Monark-808(瑞典产)功率自行车进行测试。程序如下:安静 2 min,然后女性以 50 r/min 的速度(男性 60 r/min),空负荷热身 1 min,负荷从 25 W 开始,以后每分钟递增 25 ~ 50 W,直至心率达 130 ~ 140 次/min 时停止运动。用 Jeager Oxycon(德国产)测定心肺功能指数,依 Astrand 列线图及年龄补偿值间接推算 $VO_2\max$ 。

2. 体重指数(body mass index, BMI)的评定标准^[3]:采血当日测身高、体重。BMI = 体重(kg)/身高²(m²)。18.5 kg/m² < BMI < 24 kg/m² 为正常,24 kg/m² ≤ BMI < 28 kg/m² 为超重, BMI ≥ 28 kg/m² 为肥胖。

3. 生化指标检测:2 组均于运动组训练前 1 天晚开始禁食 12 h,训练开始当日晨采血一次;8 周之后,运动组最后一次运动后 48 ~ 72 h,2 组再次禁食 12 h 后采血。空腹血糖以葡

萄糖氧化酶-过氧化物酶法测定,放免法测定血清胰岛素,胰岛素敏感性 = 1/(空腹血糖 × 空腹胰岛素)的自然对数^[4],血清甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)以生化法测定,糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobinA₁C, HbA₁C)以低压液相色谱法用抗凝血进行测定。血糖、TG、TC、HDL-C、LDL-C 采用半自动生化仪(荷兰威图 microlab300)检测, HbA₁C 采用 BIO-RAD 公司的 DiaSTAT(美国产)检测。

四、统计学分析

采用 SPSS 11.5 版统计软件进行统计处理,数据用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验,组间 BMI 比较采用双因素方差分析, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义,采用 Pearson 相关分析检验参数的相关性。

结 果

一、2 组 8 周训练前、后各指标的变化

与训练前相比,运动组血糖、HbA₁C、胰岛素、TC、LDL-C/TC/HDL-C、BMI 均显著下降($P<0.05$ 或 $P<0.01$),胰岛素敏感性显著增加($P<0.01$),见表 2; Pearson 相关分析显示,血糖下降与 BMI 降低之间呈正相关($r=0.503, P<0.05$)。对照组各指标于训练前、后比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

二、运动组和对照组各指标比较

训练前 2 组间各项指标比较差异无统计学意义($P>0.05$);2 组训练后血糖、胰岛素、HbA₁C、TC、胰岛素敏感性比较差异有统计学意义($P<0.05$ 或 $P<0.01$),其余各指标比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。不同的 BMI 患者间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 2 组患者一般情况($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	性别(男/女,例)	年龄(岁)	病程(年)	身高(cm)	体重(kg)
运动组	16	9/7	53.88 ± 6.51	5.00 ± 4.83	162.63 ± 8.69	68.88 ± 12.02
对照组	15	7/8	55.73 ± 7.78	5.30 ± 4.66	163.42 ± 8.92	69.85 ± 12.91

表 2 8 周训练前、后各项生理指标的变化($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	血糖(mmol/L)	胰岛素(μIU/ml)	胰岛素敏感性	HbA ₁ C(%)	TC(mmol/L)	TG(mmol/L)
运动组	16						
训练前		8.36 ± 2.66	15.61 ± 6.93	-4.74 ± 0.49	7.09 ± 1.70	5.66 ± 1.04	2.56 ± 2.11
训练后		6.92 ± 1.27 ^{ac}	12.06 ± 6.31 ^{bd}	-4.30 ± 0.50 ^{bd}	6.37 ± 1.06 ^{bc}	5.24 ± 1.10 ^{ac}	2.28 ± 2.23
对照组	15						
训练前		8.46 ± 2.40	12.62 ± 4.20	-4.58 ± 0.46	8.43 ± 2.57	5.76 ± 1.28	2.85 ± 1.71
训练后		8.77 ± 2.42	16.27 ± 8.03	-4.82 ± 0.60	7.94 ± 2.09	5.93 ± 1.25	2.78 ± 2.22
组 别		HDL-C(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)	LDL-C/HDL-C	TC/HDL-c	BMI(kg/m ²)	VO ₂ max(L/min)
运动组							
训练前		1.18 ± 0.33	3.31 ± 0.93	3.06 ± 1.38	5.25 ± 0.20	25.90 ± 3.16	1.78 ± 0.36
训练后		1.18 ± 0.31	3.02 ± 0.99	2.76 ± 1.36 ^a	4.79 ± 1.80 ^a	25.14 ± 2.91	1.77 ± 0.40
对照组							
训练前		1.08 ± 0.26	3.38 ± 0.93	3.11 ± 0.50	5.40 ± 1.01	26.03 ± 3.46	1.80 ± 0.68
训练后		1.08 ± 0.35	3.59 ± 1.38	3.30 ± 0.83	5.78 ± 1.24	25.79 ± 3.21	1.71 ± 0.60

注:与组内训练前比较,^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与对照组训练后比较,^c $P<0.05$,^d $P<0.01$

讨 论

长期以来,运动被认为是治疗和预防 2 型糖尿病的有效措施,它能增加底物的利用,改善胰岛素抵抗。

长期训练可明显改善 2 型糖尿病患者的糖代谢,坚持有氧运动使 2 型糖尿病患者空腹血糖显著降低^[5]。本研究得出同样结果。HbA_{1c} 水平和血糖的关系非常紧密,临床上作为长期血糖水平的监测指标。本研究在观察到血糖下降的同时,HbA_{1c} 也显著下降,与以前研究结果一致。运动通过促进骨骼肌对血液中葡萄糖的直接摄取和利用,使胰岛素受体亲和力和受体浓度趋于正常^[6],增加骨骼肌胰岛素受体底物 1 的 mRNA 表达,从而改善糖代谢。2 型糖尿病的发病机理尚未完全阐明,但在其发病过程中,一直伴随胰岛素抵抗和胰岛素分泌不足。一次剧烈运动就能使 2 型糖尿病患者的葡萄糖代谢增加,健康肥胖者进行 55%~70% 强度有氧运动使血糖显著降低^[7],说明运动能增加外周胰岛素的敏感性。但急性运动后的胰岛素敏感性增加是短暂的,所以强调了长期运动的重要性。研究表明,8 周有氧运动增加胰岛素敏感性,与对照组相比有统计学意义,这可能与运动增加骨骼肌细胞膜葡萄糖转运载体 4 (glucose transporter 4, GLUT4) 蛋白的含量有关,改善了受体后缺陷。

2 型糖尿病患者中有 40%~50% 合并脂代谢紊乱^[8]。血脂水平增高不仅是胰岛素抵抗的直接原因,还是胰岛 β 细胞发生进行性功能障碍的重要因素^[9]。运动不仅通过能量消耗而减少脂肪,还能升高血液中儿茶酚胺的水平,从而抑制脂肪的合成,促进脂肪的分解与动员,达到降脂减肥的目的^[10]。本研究显示,训练后和训练前相比,运动组 TC、LDL-C/HDL-C、TC/HDL-C 均显著下降,与对照组相比,TC 的降低有统计学意义。说明有氧运动能降低 2 型糖尿病患者血液中的脂质成分,尤其是 TC 水平,这对预防糖尿病心脑血管并发症的发生有重要意义。

2 型糖尿病患者中大部分是肥胖者,肥胖引起的胰岛素抵抗是 2 型糖尿病的一个独立危险因素,高水平的游离脂肪酸能抑制骨骼肌中胰岛素刺激的糖的利用和肌糖元的合成,胰岛素介导的糖异生受损,肝脏和骨骼肌对胰岛素的敏感性下降。2 型糖尿病患者减肥、调整血脂与控制血糖同等重要,这也是防治糖尿病并发症、降低死亡率的主要手段。有研究显示,随年龄增长,如果避免肥胖的发生,胰岛素敏感性和葡萄糖的利用会明显

改善^[11]。本研究虽然观察到不同的 BMI 患者差异无统计学意义,但运动组训练后和训练前相比,BMI 显著下降,相关分析发现,BMI 的降低与血糖的下降之间呈正相关。这表明 BMI 的降低在一定程度上可以改善 2 型糖尿病患者的糖代谢。

总之,本研究的运动方案是以科学为依据、考虑到物质代谢因素以及 2 型糖尿病自身特点的适合患者的有效方案。8 周有氧运动对 2 型糖尿病患者糖、脂代谢皆具有明显改善作用,至于其具体机制还有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 田凤华. 中国糖尿病现状及初步分析. 中华流行病学杂志, 1998, 19:361-362.
- [2] 胡绍文, 郭瑞林, 董光焕. 实用糖尿病学. 北京: 人民军医出版社, 2003:70-71.
- [3] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人适宜体重指数切点的前瞻性研究. 中华流行病学杂志, 2002, 23:431-434.
- [4] 李光伟, 潘孝仁, Stephen Lilioja, 等. 检测人群胰岛素敏感性的一项新指数. 中华内科杂志, 1993, 32:656-660.
- [5] Di Loreto C, Fanelli C, Lucidi P, et al. Make your diabetic patients walk: long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. Diabetes Care, 2005, 28:1295-1302.
- [6] 胡永善, 冯光斌, 吴毅, 等. 运动对糖尿病大鼠肝细胞膜胰岛素受体的影响. 中国康复医学杂志, 1997, 12:109-111.
- [7] Gan SK, Kriketos AD, Ellis BA, et al. Changes in aerobic capacity and visceral fat but not myocyte lipid levels predict increased insulin action after exercise in overweight and obese men. Diabetes Care, 2003, 26:1706-1713.
- [8] 廖志红, 余斌杰. 2 型糖尿病患者脂代谢紊乱及其与血糖控制的关系. 中华内分泌代谢杂志, 1998, 14:277-279.
- [9] Kashyap S, Belfort R, Gastaldelli A, et al. A sustained increase in plasma free fatty acids impairs insulin secretion in nondiabetic subjects genetically predisposed to develop type 2 diabetes. Diabetes, 2003, 52:2461-2474.
- [10] 蔡蕾, 陈吉棣. 运动和山楂对大鼠高脂血症的治疗作用及其机理的研究. 中国运动医学杂志, 2000, 19:29-32.
- [11] Knopp RH, Retzlaff B, Aikawa K, et al. Management of patients with diabetic hyperlipidemia. Am J Cardiol, 2003, 91:24E-28E.

(修回日期: 2008-01-08)

(本文编辑: 松 明)

· 消息 ·

中华医学会第十次全国物理医学与康复学学术会议征文通知

中华医学会第十次全国物理医学与康复学学术会议定于 2008 年 11 月 7 至 11 日在广州珠江宾馆召开。本次会议的主题是“继往开来, 共创物理医学与康复学新时代”, 将邀请国内外著名专家就康复医学领域的热点问题作专题演讲; 评选优秀论文; 搭建学术平台, 交流学科发展思路; 举办先进设备展览。本次会议由中华医学会物理医学与康复学分会主办, 广东省医学会物理医学与康复学分会承办, 诚挚邀请物理医学与康复科、康复医学科、理疗科、骨科、神经内科、神经外科、老年医学科及其它相关学科的医生、治疗师、护士参加。

征文范围: 神经系统疾病康复、骨与关节疾病康复、心肺疾病的康复、儿童脑瘫的康复、语言、吞咽与认知障碍的康复; 针灸、按摩、各种自然及人工物理因子的应用; 疼痛、痉挛的评估与治疗; 矫形器的制作与应用等康复实践方面的成功经验; 社区康复的理论与实践; 学科设置和建设、康复医学教育及康复护理; 康复理疗仪器设备的研制与应用等。**征文要求:** 论文摘要 1 份, 800~1000 字。要求科学性强, 数据真实可靠, 文字表达准确精炼, 稿件请注明单位名称、作者姓名及通讯地址、邮编、E-mail 地址。**文稿格式:** Word 文档格式, 文件名以文章题目命名。第 1 行文题, 字号为宋体小三加粗, 第 2 行作者及工作单位, 通讯地址, 联系电话及 E-mail 地址, 第 3 行论文摘要(包括目的、方法、结果和结论), 字号为宋体小 4 号字, “目的”、“方法”、“结果”和“结论”等字加粗。**投稿方式:** 请以网上在线方式投稿, 投稿网址为 www.capmr.org, 或电子邮件投稿, 电子邮箱为: zjzhong@fimmu.com。邮件主题为“广州全国年会投稿”。非电子邮件投稿恕不接收。**优秀论文:** 本次大会将分别设中英文优秀论文一、二、三等奖若干名。参加优秀论文评选的作者报送 4000 字以内中文或英文全文 2 份和电子邮件文稿, 来稿注明“优秀论文征文”。**截稿时间:** 2008 年 9 月 15 日。**联系人:** 广东省医学会物理医学与康复学分会 兰月(医师)13711161667; 张建宏(医师)13380092979

中华医学会学术会部