

· 临床研究 ·

不同强度运动量对缺乏运动锻炼的老年冠心病患者心肺功能的影响

王雁 朱利月 任爱华

【摘要】目的 以简化 24 式太极拳及慢跑为锻炼手段,观察不同强度的运动量对老年冠心病患者心肺功能的影响。**方法** 选取久坐、缺乏运动锻炼的老年冠心病患者 115 例,分为对照组 24 例、低运动量组 42 例、中运动量组 27 例及高运动量组 22 例。对照组无锻炼,低、中运动量组的运动方式为简化 24 式太极拳,运动强度为 40%~60% 最大耗氧量 ($VO_2\max$),每周运动时间分别为 90 min 和 200 min,高运动量组在跑步机上慢跑,运动强度 $\geq 70\% VO_2\max$,每周运动时间为 200 min。低、中、高运动量组均持续锻炼 6 个月。所有受试者在研究前、后接受活动平板试验,评估 $VO_2\max$ 、最大心率 ($HR_{\max}$)、氧脉搏 ($VO_2/HR_{\max}$)、运动时间 (t) 的变化。**结果** ①低、中、高运动量组 $VO_2\max$ 、 $HR_{\max}$ 、 $VO_2/HR_{\max}$ 、 t 均较锻炼前有显著增加 ($P < 0.05$),功能贮量 (WC) 分别增加了 18.6%、33.0%、34.4%,最大心率分别增加了 9.3%、13.8%、19.1%。而对照组前、后比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$);②低、中、高运动量组较对照组 $VO_2\max$ 、 $HR_{\max}$ 、 t 均有增加,差异有统计学意义 ($P < 0.05$), $VO_2\max$ 分别增加了 9.4%、26.0%、23.1%, $HR_{\max}$ 分别增加了 6.7%、8.8%、12%, t 分别增加了 3.5、4、4.9 min;③中、高运动量组较低运动量组 $VO_2\max$ 分别增加了 16.6%、13.7%, $HR_{\max}$ 分别增加 2.1%、3.2%, t 增加了 0.5、1.4 min;④中、高运动量组 $VO_2\max$ 差异无统计学意义 ($P > 0.05$);⑤高运动量组出现头昏、胸闷、疲乏、不能坚持运动的发生率较其它 3 组明显增多。**结论** 久坐、缺乏运动锻炼的老年冠心病患者经过一定强度的运动锻炼后心肺功能可产生渐变的量反应变化;中等强度的运动锻炼能取得与高强度相似的效果,且安全性更高。

【关键词】 太极拳; 老年; 冠心病; 心肺功能; 运动处方

The influence of exercise intensity on cardiorespiratory function in the sedentary elderly with coronary heart disease WANG Yan, ZHU Li-yue, REN Ai-hua. Department of Cardiac Rehabilitation, Zhejiang Hospital, Hangzhou 310013, China

【Abstract】 Objective To observe the influence of exercise intensity on cardiorespiratory function in the elderly with coronary heart disease using simplified 24-action Taijiquan and jogging. **Methods** A total of 115 sedentary elderly patients with heart disease were randomly divided into a control group (no exercise), a low-intensity exercise group, a medium-intensity exercise group (whose exercise was simplified 24-action Taijiquan at 40-60% of their individual maximum oxygen consumption ($VO_2\max$) for 90 to 200 minutes per week) and a high-intensity exercise group (whose exercise was jogging on a treadmill at $> 70\%$ of their maximum oxygen consumption for 200 minutes per week). The regime was maintained for 6 months. All patients accepted a treadmill exercise test before and after the 6 months of exercise to evaluate the changes in $VO_2\max$, maximum heart rate ($HR_{\max}$), $VO_2\max/HR_{\max}$ and exercise time (t). **Results** (1) After 6 months of exercise, $VO_2\max$, $HR_{\max}$, $VO_2/HR_{\max}$ and t had increased significantly in all three exercise groups. Work capacity had increased 18.6%, 33% and 34.4% and $HR_{\max}$ had increased 9.3%, 13.8%, 19.1%. There was no difference between before and after in the control group. (2) Compared with the control group the average $VO_2\max$, $HR_{\max}$ and t of all three exercise groups had increased significantly. $VO_2\max$ was 9.4%, 26% and 23.1% better; $HR_{\max}$ was 6.7%, 8.8% and 12% better; t was 3.5, 4 and 4.9 minutes longer. (3) Compared with the low-intensity exercise group, $VO_2\max$, $HR_{\max}$ and t in the medium- and high-intensity groups increased significantly more. $VO_2\max$ increased 16.6% and 13.7% more; $HR_{\max}$ increased 2.1% and 3.2% more and average t was 0.5 and 1.4 minutes longer. (4) There was no significant difference between the medium- and high-intensity exercise groups in terms of $VO_2\max$. (5) The incidence of self-reported adverse responses to exercise such as dizziness, chest stuffiness and fatigue in the high-intensity exercise group increased significantly compared with the other 3 groups. **Conclusions** Exercise can gradually improve cardiorespira-

tory function in the sedentary elderly with heart disease. The effects of medium-intensity exercise are similar to those of high-intensity exercise, but medium intensity is safer.

【Key words】 Taijiquan; Elderly; Coronary disease; Cardiorespiratory function; Exercise prescriptions

近年来,心血管疾病的发病率日益增高,严重威胁人们身体健康。久坐、缺少运动锻炼早被列入心血管疾病发生的高危因素之一,改善心肺功能可降低死亡率。但在老年人中,尤其是合并有心血管疾病者,受身体健康条件所限,能选择的运动方式不多。太极拳动作缓慢、安全、流畅,属于低-中等运动强度的有氧运动,运动强度为 40%~60% 最大耗氧量($VO_2\max$),较适合老年人。为此,我们选择简化 24 式太极拳作为这一类人群运动锻炼的手段,与高强度运动锻炼比较,观察不同程度的运动量与老年冠心病患者心肺功能的量反应关系。现报道如下。

对象与方法

一、对象

选取 2007 年 6 月至 2009 年 3 月间在本院住院、缺乏运动锻炼的老年稳定性冠心病患者 115 例(年龄为 60~75 岁),包括稳定性劳力型心绞痛、陈旧性心肌梗死。排除标准:急性冠脉综合征、未控制的高血压($>200/120$ mmHg)、未控制的房性或室性心律失常、未控制的充血性心力衰竭、美国纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级^[1] $\geq$ III 级、肢体活动障碍、骨关节疾病。

二、分组及运动处方

所有受试者继续接受冠心病的规范药物治疗,服用阿司匹林、 β 受体阻滞剂、他汀类、血管紧张素转换酶抑制剂(angiotension converting enzyme inhibitors, ACEI)等药物。在此基础上根据自愿及随机原则分为对照组 24 例、低运动量组 42 例、中等运动量组 27 例及高运动量组 22 例。4 组患者的临床特征、对运动能力有影响的用药(如 β 阻滞剂、硝酸酯类药物)、心肌梗死史差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。115 例患者均知情同意并签署心脏康复知情同意书。对照组 1 周中没有 1 次活动到出汗的程度,低、中运动量组运动方式为简化 24 式太极拳,运动强度为 40%~60%

$VO_2\max$ 。低运动量组太极拳练习每天 30 min,每周 3 d,每周锻炼时间约 90 min;中等运动量组太极拳练习每天 40 min,每周 5 d,每周锻炼时间约 200 min。高运动量组运动方式为慢跑,运动强度 $\geq 70\% VO_2\max$,可用 4 周时间逐步达到该运动强度。在跑步机上按设定的速度慢跑,每天 40 min,可分数次进行,每周 5 d,每周锻炼时间 200 min。运动过程中给予必要的心电监护。每次运动需进行 5~10 min 的热身运动及 5~10 min 的恢复运动,持续 6 个月。

三、测试仪器

1. COSMED K4b2 便携式运动肺功能仪(意大利产):能实时分析受试者运动中每一次呼吸的各项气体代谢和心电参数。每天测试前,仪器先预热 45 min,并进行室内空气校正、涡轮校正及气体校正,以保证每次测试数据的准确性,所有受试者均由专人负责测试。

2. 运动平板:为 MARQUETTE-1 型(美国 3F 电子有限公司产)。

四、观察指标

所有受试者在研究前、后接受活动平板试验,采用修订的 Bruce 方案^[2]:第 1 级,速度 1.7 m/h、平板坡度 0%、持续时间 3 min;第 2 级,速度 1.7 m/h、坡度 5%、持续时间 3 min;第 3 级,速度 1.7 m/h、坡度 10%、持续时间 3 min;第 4 级,速度 2.5 m/h、坡度 12%、持续时间 3 min;第 5 级,速度 3.4 m/h、坡度 14%、持续时间 3 min。症状限制运动试验:当受试者出现胸闷、胸痛、气促、头昏、疲劳、心电图异常、血压异常等症状或体征时停止试验。此时测得的最大耗氧量($VO_2\max$),称为峰值耗氧量(VO_{2peak})^[2]。同时可测定最大心率(HRmax)、最大氧脉搏($VO_2/HRmax$)、运动时间(t)。

五、统计学分析

采用 SPSS 11.5 版统计软件,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,多组样本均数比较用方差分析,进一步两两比较用 LSD 法,计数资料比较用卡方检验, $P<0.05$

表 1 4 组患者的基本临床特征比较

组别	例数 (男/女)	年龄 (岁)	体重指数 (kg/m ²)	硝酸酯类 [例数(%)]	β -阻滞剂 [例数(%)]	陈旧性心梗 [例数(%)]	冠脉介入术 [例数(%)]	NYHA 分级 I 级 [例数(%)]	NYHA 分级 II 级 [例数(%)]
对照组	24(15/9)	69.5 $\pm$ 4.0	23.8 $\pm$ 1.9	12(50.0)	22(91.7)	8(33.3)	16(66.7)	19(79.2)	5(20.8)
低运动量组	42(28/14)	67.9 $\pm$ 6.8	23.5 $\pm$ 2.5	20(47.6)	37(88.1)	11(26.2)	26(61.9)	32(76.2)	11(23.8)
中运动量组	27(18/9)	68.7 $\pm$ 7.0	22.6 $\pm$ 2.9	12(44.4)	23(85.2)	8(29.6)	17(63)	21(77.8)	6(22.2)
高运动量组	22(15/7)	65.5 $\pm$ 6.9	24.5 $\pm$ 2.4	10(45.5)	20(90.9)	6(27.3)	13(59.1)	17(77.3)	5(22.7)

为差异有统计学意义。

结 果

一、4 组患者研究前、后心肺功能的变化情况

随访 6 个月,研究前、后各组自身比较:低、中、高运动量组 $VO_2\max$ 、 $HR\max$ 、 $VO_2/HR\max$ 、运动时间均较锻炼前有显著增加,差异有统计学意义($P < 0.05$),而对照组前、后比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。6 个月后 4 组间比较:低、中、高运动量组较对照组 $VO_2\max$ 、 $HR\max$ 、 t 均有增加($P < 0.05$), $VO_2\max$ 分别增加了 9.4%、26.0%、23.1%, $HR\max$ 分别增加 6.7%、8.8%、12.0%, $VO_2/HR\max$ 增加 0.7 ml/bpm、1.4 ml/bpm、2.9 ml/bpm, t 增加了 3.5 min、4 min、4.9 min。中、高运动量组较低运动量组 $VO_2\max$ 分别增加了 16.6%、13.7%, $HR\max$ 分别增加 2.1%、3.2%。中、高运动量组 $VO_2\max$ 差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

表 2 4 组患者研究前、后心肺功能比较
(症状限制运动试验)($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	$VO_2\max$ (ml/kg/min) (% 预计 $VO_2\max$)	$HR\max$ (bpm) (% 预计 $HR\max$)	$VO_2/$ $HR\max$ (ml/bpm)	运动时间 (min)
对照组	24				
研究前		16.6 ± 1.6(62.2)	122.4 ± 5.5(80.2)	8.2 ± 1.5	7.7 ± 0.4
研究后		17.6 ± 1.9(65.9)	125.3 ± 4.5(82.6)	8.5 ± 1.6	8.9 ± 1.6
低运动量组	42				
研究前		15.6 ± 2.1(56.7)	117.0 ± 8.7(80.0)	8.1 ± 1.3	8.2 ± 0.9
研究后		20.7 ± 1.9(75.3) ^a	135.7 ± 6.6(89.3) ^a	9.2 ± 1.2	12.4 ± 1.3 ^a
中运动量组	27				
研究前		15.9 ± 2.3(58.9)	118.3 ± 6.7(77.6)	7.8 ± 1.2	8.1 ± 0.9
研究后		23.8 ± 2.3(91.9) ^{ab}	139.6 ± 7.8(91.4) ^{ab}	9.9 ± 1.2 ^a	12.9 ± 1.1 ^a
高运动量组	22				
研究前		15.3 ± 2.1(54.6)	117.4 ± 5.6(75.5)	8.7 ± 1.6	7.6 ± 0.7
研究后		24.9 ± 2.5(89) ^{ab}	146.6 ± 5.3(94.6) ^{abc}	11.4 ± 1.91 ^{ac}	13.8 ± 0.9 ^{abc}

注:与对照组研究后比较,^a $P < 0.05$;与低运动量组研究后比较,^b $P < 0.05$;与中运动量组研究后比较,^c $P < 0.05$

二、运动训练中不良反应的发生率

高运动量组 2 例(9.1%)出现胸闷、4 例(18.2%)出现呼吸困难、3 例(13.6%)出现头晕、14 例(63.6%)出现肌肉酸痛、16 例(72.7%)出现疲劳,有 5 例因疲乏中断运动 1~3 d。中运动量组 2 例(8.3%)出现呼吸困难、5 例(18.5%)出现肌肉酸痛、4 例(14.8%)出现疲劳。低运动量组仅有 2 例(4.8%)出现疲劳。

讨 论

本研究由心肺运动仪直接测定 $VO_2\max$, $VO_2\max$ 是人的综合体力的重要指标,主要取决于心肺功能、肌肉的代谢能力。氧脉搏是每次心搏输送的氧量,相当于每搏量。氧脉搏除主要取决于心输出量外,肌肉氧化能力、动-静脉氧差也是重要的影响因素。心、肺功能下降均可使氧脉搏下降。人体活动所需要的能量绝大部分来自于碳水化合物和脂肪的氧化,因而能量的释放是以氧的消耗为基础的,机体活动能力可以氧耗为代表。故可利用 VO_2 及其有关参数来表示运动强度(VO_2 越多,运动强度越大),作为制定运动处方的规定,指导日常活动、康复运动和工作。

心脏病患者的运动强度一般要求 50%~60% $VO_2\max$,起始可定为 40% $VO_2\max$ 。简化 24 式太极拳是低至中等强度的有氧运动,对心血管系统、呼吸系统、神经系统、心理状态^[3]的疗效已得到证实。我院心脏康复中心测得的老年人平均 VO_2 为 (644.57 ± 153.6) ml/min,达 $(47.9 \pm 10.06)\%$ $VO_2\max$ 。周雷等^[4]证实,太极拳练习过程中心血管反应适中,肺通气量、耗氧量、氧脉搏、相对耗氧量曲线在太极拳开始后 2 min 左右基本达稳定状态,直至运动结束。以上特点说明太极拳符合稳态运动的基本特征,能满足有氧运动的要求。

经症状运动试验所测得的“最大耗氧量”、“最大心率”实际上与正常人运动耗竭时所测得的最大耗氧量、最大心率不同,应称之为峰值耗氧量、峰值心率。经过训练后受试者的峰值耗氧量、心率、心输出量都会升高。本研究中低、中、高运动量组经 6 个月训练后, $VO_2\max$ 、 $HR\max$ 、 $VO_2/HR\max$ 、运动时间均较 6 个月前有显著增加($P < 0.05$),而对照组前、后比较差异无统计学意义;随着运动量的增加,3 组间比较 $VO_2\max$ 、 $HR\max$ 、运动时间均有显著增加。功率贮量(work capacity, WC)是用来评价体力的指标,以 $VO_2\max$ 占预计 $VO_2\max$ 的百分比来表示。研究前 3 组的体力均属于中度下降(WC:46%~59%),经 6 个月的训练后,低运动量组 WC 上升到轻度下降(WC:60%~73%),而中、高运动量组体力已进入了正常范围(WC≥85%)。WC 分别比研究前增加了 18.6%、33.0%、34.4%。最大心率增加了 9.3%、13.8%、19.1%。说明 3 组患者研究结束后功能贮量、心率储备都得到显著提高。本研究发现,即使是较低的运动强度也能使功能贮量较低的老年冠心病患者心肺功能得到提高,与对照组相比差异有统计学意义,与文献报道结果一致^[5]。随着运动量的增加,心肺功能也随之增加,中、高运动量组较低运动量组 $VO_2\max$ 、 $HR\max$ 及运动时间均有增加,差异

有统计学意义。

耐力运动可使心肌有氧代谢能力加强,肌凝蛋白 ATP 酶活性加强,横桥活化水平增高,可能是心肌收缩力增强、心输出量增加的生化基础;同时通过增强肌肉氧化酶的活性,改善骨骼肌的氧化能力,增加对血液氧的摄取和增大动-静脉氧差等改善患者功能贮量。

老年人随着年龄的增加,血管中弹性组织进行性减少,胶原组织逐渐增加,使血管的弹性减退,心脏也会因为相似的原因而发生心室壁的顺应性进行性减退,心脏舒张功能下降。动态运动时,静脉回心血量大量增加,可导致心脏舒张功能进一步减退,比较小的功率负荷就可引起左室舒张末压升高,肺毛细血管嵌压上升,发生呼吸困难。冠心病患者的康复运动要求是有氧运动,一旦运动负荷达到无氧阈代谢水平时,对心血管病患者是不利的,故对于老年人、心肺功能下降的患者,运动强度应控制在无氧阈以下。一般正常人的无氧阈占 50% ~ 60% $VO_2\max$,老年及心血管病患者更为下降,高强度的运动($\geq 70\% VO_2\max$)往往超出无氧阈水平。因此,如果进行高强度大运动量训练极有可能诱发不良反应,发生危险,并使患者产生厌烦情绪,不利于长期坚持运动。本研究中,高强度运动对心肺功能的改善并没有进一步增加,中等强度的运动量对 $VO_2\max$ 的改善程度与高强度运动量相似,而运动导致的不良反应却增加。出现胸闷、呼吸困难等症状是心肌缺血、心功能不全的预警信号,高强度运动量组的发生率显著高于其它组,且中断运动者较多。现在认为,通过增加运动持续时间、运动频率可以使较低运动强

度($\leq 50\% \sim 60\% VO_2\max$)获得与较大运动强度(60% ~ 70% $VO_2\max$)相似的功能贮量改善^[6]。本研究以太极拳作为运动方式,以延长运动时间或增加运动频率的方式来增加运动量,较增加运动强度更为安全,更适合老年病患者。

综上所述,与静态的生活方式相比,即使是较低的运动量,也能改善心肺功能,随着运动量的增加, $VO_2\max$ 逐渐增加,与运动量呈渐变的量反应关系。中等强度的运动训练亦能获得和高强度运动训练相似的效果,而且更安全。将太极拳作为久坐、缺少运动锻炼的老年冠心病患者的运动处方安全有效,值得推广。

参 考 文 献

- [1] 陈灏珠,林果为. 实用内科学. 13 版. 北京:人民卫生出版社,2010: 1371.
- [2] 刘江生. 康复心脏病学. 北京:中国科技出版社,1996:67,100.
- [3] 杨松涛,龙云芳,黄宇霞. 太极拳运动对中老年人心理和自主神经功能的影响. 中华物理医学与康复医学杂志,2004,26:348-356.
- [3] 王雁,任爱华,朱利月. 老年人简化 24 式太极拳能量消耗测定. 中国康复医学杂志,2010,25;
- [4] 周雷,王健,吴飞. 高、中、低架势太极拳运动的气体代谢反应. 中国运动医学杂志,2007,26:211-213.
- [5] Michael L, Pollock M. Exercise prescription for cardiac rehabilitation. In: Heart Disease and Rehabilitation. 3rd ed. Champaign (USA): Human Kinetics, 1995:243-277.
- [6] 吴兆苏,译. 世界卫生组织专家组报告:心血管康复——重点发展中国家. 北京:人民卫生出版社,1994:54.

(修回日期:2010-03-17)

(本文编辑:松 明)

· 消息 ·

2011 年北京大学第一医院举办全国学习班暨脊柱常见伤病 康复评定和康复治疗技术培训班通知

应广大学员强烈要求,北京大学第一医院康复科将再次邀请英国国家物理治疗学会常务委员、运动损伤物理治疗学会主席、Glasgow 物理治疗及运动损伤医院院长 G. Smith 教授在此培训班授课。Smith 教授在北京大学第一医院举办了六期“骨关节疾病康复评定和康复治疗技术培训班”,其间系列主讲了脊柱和四肢关节康复评定以及包括关节松动术在内的康复治疗技术,获得全体学员的一致好评。根据学员建议,此次学习班将重点介绍脊柱(颈、腰椎为主)常见损伤和疾病临床检查方法以及康复治疗技术的新进展。Smith 教授具有丰富的临床经验,而且是一位出色的讲师,对此以往的学员感受颇深。此外,学习班还将讲授目前热点知识:脊柱稳定性控制机制及其训练技术。学习班以理论授课、技术演示和实习指导相结合,紧密联系临床实践,强调实用性。授课内容不仅有助于治疗师学习规范的治疗技术,更有助于提高康复医师临床检查技能和临床思维能力。开课时间为 2011 年 3 月 27 日-4 月 1 日(27 日全天报到),学费 1000 元(含讲义),食宿统一安排,费用自理。考试合格者授予国家级 1 类继续教育学分 10 学分。报名材料请于 2011 年 3 月 10 日前寄至:100034 北京大学第一医院物理医学康复科罗春收,或电子邮件联系:luochun226@sina.com,也可电话联系:010-83575162 或 010-83572455。若无第二轮通知,请按时到北京市西城区大红罗厂街 1 号北京大学第一医院第二住院部教学楼一层报到。

北京大学第一医院物理医学康复科
2010 年 11 月