

短期高强度间歇运动训练对青年男性运动耐量的影响*

梁 崎¹ 焦 睿¹ 江 沁¹ 王于领¹ 陈艺莉² 伍贵富² 刘 鹏¹ 丁建新^{1,3}

摘要

目的:探讨短期的高强度间歇运动训练对平素缺乏运动的青年男性运动耐量的影响。

方法:符合入选条件的19名青年男性志愿者被随机分为高强度间歇运动训练组(HIT组)、中等强度持续运动训练组(MCT组)和无运动训练的对照组(CON)。HIT组参加持续2周,每周3次,共6次的高强度间歇运动平板训练。MCT组参加2周,每周3次,共6次的中等强度持续运动平板训练。训练前后3天各进行一次极量运动试验,比较前后运动耐量的变化。

结果:HIT组训练后完成运动试验的运动总时间增加,运动耐量由运动前的 (14.1 ± 1.7) METs增加至运动训练后的 (15.0 ± 1.3) METs($P < 0.05$);训练后与CON组比较差异具显著性($P < 0.05$)。MCT组训练后完成运动试验的运动总时间增加($P < 0.05$),但运动耐量增加无显著性。

结论:短期的高强度间歇运动训练能有效提高平素缺乏运动的青年男性运动耐量,其效果优于中等强度持续运动训练。

关键词 高强度间歇运动训练;运动耐量;代谢当量

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2011)-10-0925-04

The effect of short-term high intensity intermittent exercise training on exercise capacity of young males/
LIANG Qi, JIAO Rui, JIANG Qin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2011, 26(10): 925—928
Abstract

Objective: To examine the effect of short-term high intensity intermittent exercise training, compared with moderate intensity continuous exercise training, on exercise capacity of physically inactive young males.

Method: Nineteen physically inactive young male volunteers were randomized to three groups: high intensity intermittent training (HIT, $n=6$), moderate intensity continuous training (MCT, $n=7$) and no training control (CON, $n=6$) group. The training was performed within 2 weeks with 1—2d rest between sessions, 6 times at all. The maximal exercise treadmill test was carried out 3d before and after training. The exercise capacity(METs) and the total exercise time(s) were measured by exercise test and analyzed.

Result: In HIT group, the exercise capacity increased significantly from (14.1 ± 1.7) to (15.0 ± 1.3) METs, and the total exercise time prolonged($P < 0.05$). There was significant difference between HIT and CON groups($P < 0.05$). In MCT group, the total exercise time prolonged, but there was no effect on exercise capacity.

Conclusion: Short term high intensity intermittent training can increase the exercise capacity of physical inactivity young males, the effect is superior to moderate intensity continuous exercise.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080

Key word high intensity interval training, exercise capacity, metabolic equivalent

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.10.008

*基金项目:广东省自然科学基金资助课题(8451008901001056)

1 中山大学附属第一医院康复医学科,广东省广州市中山二路58号,510080; 2 中山大学附属第一医院心血管内科; 3 通讯作者
作者简介:梁崎,女,博士,主治医师; 收稿日期:2011-02-19

高强度间歇运动训练是运动与休息交替进行的一种有氧运动训练方式,其特点为训练期运动强度高,接近最大摄氧量或超过无氧阈,持续时间短,可为几秒至几分钟。间歇期可为低强度运动,持续几秒至几分钟。两者交替进行数个回合^[1]。近年研究表明,高强度间歇运动训练比低或中等强度持续运动训练在提高运动耐量和改善心血管危险因素方面更有效^[1-3]。大多文献报道可检测出最大摄氧量的变化需要的高强度间歇运动训练的时间多为6周,次数在14次以上^[4-6]。另有研究报道,持续2周,每周3次,间隔1—2d进行,总共6次的踏车训练使年轻男性进行次极量运动的持续时间增加1倍,但是对最大摄氧量无影响^[7]。由于不同的训练对象,以及不同的训练方式,均可影响最大摄氧量或运动耐量的变化。本研究假设,对于平素缺乏运动训练的青年男性,短期的高强度间歇平板运动训练较中等强度运动提高运动耐量的效果更明显。研究的主要目的,在于探讨短期的,仅持续2周,每周3次共6次的高强度间歇运动训练对平素缺乏运动的青年男性的运动耐量水平的影响,为高强度间歇运动训练方案的设定提供更多的依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

募集19名青年男性志愿者,符合以下标准者入选。入选标准:①18—30周岁男性;②平时无参加规律运动训练至少半年以上;③无吸烟、饮酒的不良嗜好;④近1月无患感染性疾病;⑤无高血压病、糖尿病等慢性疾病及其他明确诊断的疾病;⑥近1个月未服用药物;⑦无家族性遗传病史;⑧无肢体疾病;⑨同意签署知情同意书;⑩可以完成一次极量运动试验。研究方案获得中山大学附属第一医院伦理委员会批准通过。

1.2 研究方法

1.2.1 随机分组:告知志愿者本研究的方法及意义,签署知情同意书并完成首次极量运动试验后,采用抽签的方式将志愿者随机分为高强度间歇运动训练(high intensity interval training, HIT)组,中等强度持续运动(moderate intensity continuous training, MCT)组和无训练的对照组(no training control,

CON组)。高强度间歇运动训练组(HIT组)6例,中等强度持续运动组(MCT组)7例,无训练的对照组(CON组)6例。三组间比较,年龄、体重指数、运动训练前休息心率、休息收缩压、运动试验测得运动总时间及最大代谢当量之间的差异均无显著性意义(P 均 >0.05)。

表1 运动训练前三组一般情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

	HIT组(n=6)	MCT组(n=7)	CON组(n=6)
年龄(岁)	22.2 ± 1.2	24.0 ± 2.9	23.0 ± 1.9
体重指数(kg/m ²)	21.5 ± 1.5	23.3 ± 3.7	21.8 ± 1.7
休息心率(次/min)	78 ± 9	74 ± 12	78 ± 8
休息收缩压(mmHg)	132 ± 10	130 ± 13	129 ± 8
最大心率(次/min)	198 ± 8	189 ± 10	192 ± 7
运动总时间(s)	717 ± 82	672 ± 95	686 ± 92
最大代谢当量(MET)	14.1 ± 1.7	13.2 ± 2.1	13.5 ± 1.8

三组间比较各项指标差异均无显著性(P 均 >0.05)

1.2.2 极量运动试验:所有志愿者于运动训练前3天及运动训练结束3d后进行了运动平板试验。志愿者熟悉试验流程及试验设备后,在有经验的心血管内科医生的监护下,在中山大学附属第一医院心血管平板运动实验室进行运动试验(Marquette Case 8000运动心电检测系统,美国GE)。该医生不了解志愿者的分组情况。所有检查均在下午进行,受试者空腹,运动前24h无服用任何药物,运动前2h无服用咖啡、茶饮料、无吸烟。经充分休息30min后开始检查。胸壁皮肤经处理后在相应部位粘贴运动专用氯银电极以获取12导联心电图。所有受试者均进行极量分级运动试验。采用Bruce运动方案,方案开始速度为2.7km/h,坡度为10%,每3min为1个级别。运动开始前记录立位心率、血压和12导联心电图,运动全程持续监测心率和12导联心电图改变。全部血压的测量均由自动运动血压仪经程序控制完成。运动终止的指标为:①疲劳;②心绞痛;③血压下降;④脑缺血症状;⑤严重心律失常;⑥受试者要求终止。本研究中所有受试者的运动终止原因均为疲劳,并且最大心率均达到年龄预测最大心率的95%以上。

1.2.3 运动训练:运动训练实施方法在首次运动试验72h后,HIT组和MCT组志愿者的训练均在中山大学康复治疗学系实验室完成。采用统一的跑台(NORAMCO公司生产,ST4600HRT)进行运动训练。总共进行6次运动训练,隔天1次,在2周内完

成。每次运动训练由5min的热身活动、运动训练及10min放松活动3部分组成。其中HIT组每次运动训练包括6个循环,每个循环由1min的高强度平板跑步运动和1min的间歇期组成,间歇期志愿者以平缓速度步行。MCT组的每次运动训练包括20min中等强度持续运动。运动中志愿者每2min将手放在手柄上显示心率,同时,液晶显示屏持续显示跑步速度及平板坡度,试验监护者同时采用Borg自我疲劳问卷询问志愿者疲劳程度。HIT组和MCT组总运动时间分别是72min和120min。

运动训练强度的确定和监测采用靶心率法和自我疲劳程度法确定和检测运动训练强度。HIT组进行高强度训练阶段心率需达到休息心率加90%储备心率水平,自我疲劳程度采用Borg量表评分需达到18—20分。训练时平板速度为9.7—11.3km/h,坡度为11%—12%。间歇期降低平板速度至最大速度的40%,坡度降至0,自我疲劳程度降至9—10分;MCT组训练靶心率为休息心率加60%—65%储备心率水平,自我疲劳程度采用Borg量表评分需达到11—13分,训练时平板速度7.2—9.7km/h,坡度5%—8%。

1.3 统计学分析

采用SPSS13.0软件进行分析,数据采用均数±标准差表示,各组运动训练前后比较采用配对t检验分别分析,三组间比较采用单因素ANOVA法,三组间两两比较采用LSD法。

2 结果

2.1 不同运动训练对运动耐量的影响

经过两周共6次的运动训练,HIT组和MCT组的运动试验完成运动总时间增加,CON组无改变。只有HIT组的最大代谢当量增加,其余两组训练前后差异均无显著性。见表2。

2.2 三组间运动训练后运动耐量比较

将运动训练后3组的运动试验完成总时间和最大代谢当量进行ANOVA分析和LSD两两分析,3组运动试验完成总时间比较, $F=3.38, P=0.06$ 。最大代谢当量比较, $F=3.39, P=0.059$ 。LSD两两分析显示,仅HIT组和CON组之间的运动试验完成总时间和最大代谢当量之间的差异具显著性, $P=0.02$ 。

表2 三组运动训练前后运动耐量变化 ($\bar{x}\pm s$)

组别	运动试验总时间(s)		最大代谢当量(MET)	
	训练前	训练后	训练前	训练后
HIT组	717±82	784±49 ^{①③}	14.1±1.7	15.0±1.3 ^{②③}
MCT组	672±95	714±105 ^②	13.2±2.1	13.6±1.8
CON组	686±92	659±83	13.5±1.8	13.2±2.1

与训练前比较: ① $P<0.01$;② $P<0.05$;与CON组比较:③ $P<0.05$

3 讨论

本研究结果显示,只需6次,间隔1—2d,持续2周的高强度间歇平板运动训练可提高平素缺乏活动的健康青年男性的运动耐量,表现为进行极量运动试验时的运动总时间延长,最大代谢当量增加。在本研究中,高强度间歇运动训练提高运动耐量的效果较中等强度持续有氧运动训练为著。这个结果和既往的研究结果一致,即运动训练的效果与运动训练的总量和运动强度有关,运动强度越高,运动耐量的增加越显著,高强度间歇运动训练可显著增加健康人最大摄氧量^[1,3]。

在既往的研究中,能增加最大摄氧量的高强度间歇运动训练为14—48次,持续2—16周^[4-6]。Kirsten等报道,每周3次,持续两周的高强度间歇运动训练可使年轻男性进行次极量运动的持续时间增加1倍,但是对最大摄氧量无影响^[7]。在该研究中,高强度间歇运动方案为尽力踏车30s,间歇期休息4min总共4—7个回合,2周总的高强度运动时间为15min。而我们研究采取的方案为平板运动,高强度运动时间1min,间歇期休息1min,每次6个回合,2周总的高强度运动训练时间为36min。我们推测运动方式和运动总量的不同是导致两个研究结果差异的可能原因。

高强度间歇运动训练改善运动耐量的机制比较复杂,心血管系统、呼吸系统、神经系统、骨骼肌系统的适应性变化均参与,其中骨骼肌的研究表明高强度间歇运动导致的骨骼肌功能、代谢和分子生物学方面的适应性变化与中等强度运动训练相似。既往的研究表明2周的高强度间歇运动训练使得骨骼肌功能增强,线粒体生物合成增加,线粒体内柠檬酸合成酶升高,并且线粒体内的细胞色素C氧化酶增多,线粒体转录因子A升高^[8-9]。调节线粒体生物合成的关键信号分子过氧化物酶体增殖物激活受体γ辅激活因子PGC-1α及其激活因子SIRT1升高。高强

度间歇运动也改善了骨骼肌的糖代谢,表现为肌糖元和骨骼肌细胞葡萄糖运载体4蛋白含量增加^[10]。这些改变均增加了肌肉的有氧能力,从而使得机体的运动耐量增强。

近年来高强度间歇运动训练逐渐得到重视,已有研究表明,稳定性冠心病患者^[3]、冠脉成形术后患者^[11-12]、慢性心力衰竭患者^[13-14]、慢性阻塞性肺疾病患者^[15]、超重患者^[16]、代谢综合征患者^[6]、高血压^[17]、高血脂患者^[18]及老年人^[19]均可安全进行该训练并且效果显著。本研究显示,志愿者均按要求完成6次的运动训练,除了在前两次的运动训练后出现轻微的下肢肌肉酸痛外无任何不适,因此,对于缺乏训练的青年男性,进行高强度间歇平板运动训练同样是安全的。同时,高强度间歇运动训练可明显节约运动时间。本研究中,HIT组平均运动时间为72min,而MCT组为120min。鉴于现代人参与体力活动的最主要的障碍是缺乏充足的时间^[20],耗时较少而效果显著的高强度间歇运动训练对促进人群参与运动训练具有重要作用。

本研究的主要不足在于由于条件限制,评估运动耐量时未能采用最大摄氧量这个“金标准”,因此,与既往的研究比较说服力不足。但是平板运动试验测得的最大代谢当量由于测定方法便利,意义与最大摄氧量相似,是临床常用的评估运动耐量的指标,故我们的研究亦采用该指标。另外,由于不同人群的高强度运动训练方案并无统一的标准,我们的训练方案是在预试验的基础上自行拟定的,受试者虽然基本完成训练,但是普遍反映训练后有显著疲劳,因此,有必要寻找更佳的训练方案。

参考文献

- [1] Gormley SE, Swain DP, High R, et al. Effect of intensity of aerobic training on VO2max[J]. Med Sci Sports Exerc, 2008,40(7):1336—1343.
- [2] Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training[J]? Exerc Sport Sci Rev, 2009,37(3):139—146.
- [3] Helgerud J, Høydal K, Wang E, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training[J]. Med Sci Sports Exerc, 2007,39(4):665—671.
- [4] Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, et al: High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease[J]. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 2004,11(3): 216—222.
- [5] McKenna MJ, Heigenhauser GJ, McKelvie RS, et al. Enhanced pulmonary and active skeletal muscle gas exchange during intense exercise after sprint training in men[J]. J Physiol, 1997,5(1): 703—716.
- [6] Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, et al. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome - “pilot study” [J]. Circulation, 2008, 118(4): 346—354.
- [7] Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, et al. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans[J]. J Appl Physiol, 2005,98(6): 1985—1990.
- [8] Parra J, Cadefau JA, Rodas G, et al. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle[J]. Acta Physiol Scand, 2000,169(2): 157—165.
- [9] Rodas G, Ventura JL, Cadefau JA, et al. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism[J]. Eur J Appl Physiol, 2000,82(5—6): 480—486.
- [10] Little JP, Safdar A, Wilkin GP, et al. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms[J]. J Physiol, 2010,588(Pt 6):1011—1022.
- [11] Munk PS, Staal EM, Butt N, et al. High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation: A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation[J]. Am Heart J, 2009,158(5):734—741.
- [12] Munk PS, Butt N, Larsen AI. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris[J]. Int J Cardiol, 2010, 145(2): 312—314.
- [13] Nilsson BB, Westheim A, Risberg MA. Effects of group-based high-intensity aerobic interval training in patients with chronic heart failure [J]. Am J Cardiol, 2008,102(10):1361—1365.
- [14] Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study[J]. Circulation, 2007, 115(24):3086—3094.
- [15] Bjørgen S, Helgerud J, Husby V, et al. Aerobic high intensity one-legged interval cycling improves peak oxygen uptake in chronic obstructive pulmonary disease patients; no additional effect from hyperoxia[J]. Int J Sports Med, 2009,30(12): 872—878.
- [16] Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multi-treatment approach in overweight adolescents[J]. Clin Sci (Lond), 2009,116(4):317—326.
- [17] Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, et al. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension[J]. Hypertens Res, 2010, 33(8):836—843.
- [18] Musa DI, Adeniran SA, Dikko AU, et al. The effect of a high-intensity interval training program on high-density lipoprotein cholesterol in young men[J]. J Strength Cond Res, 2009,23(2):587—592.
- [19] Nemoto K, Gen-no H, Masuki S. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people[J]. Mayo Clin Proc, 2007, 82(7):803—811.
- [20] Strazdins L, Broom DH, Banwell C, et al. Time limits? Reflecting and responding to time barriers for healthy, active living[J]. Health Promot Int, 2010, 26(1): 46—54.