

短期有氧运动与高强度间歇运动对男性青年 血脂代谢指标的影响

林鹏杰¹, 蓝道忠², 翁锡全³, 林洁如³

(1.广东工贸职业技术学院 体育部, 广东 广州 510515; 2.江西工业工程职业技术学院 基础部, 江西 萍乡 337000; 3.广州体育学院 运动生物化学重点实验室, 广东 广州 510500)

摘 要: 为了比较短期有氧运动与高强度间歇训练后机体 BMI 及血脂代谢的变化, 探讨短期高强度间歇训练对促进血脂代谢的作用。对 16 名广州体育学院男学生进行最大摄氧量测试后分为 2 组, 实施各为期 8 d 每天 1 次的有氧运动(运动强度为 60%VO_{2max}, 2×30 min, 间歇 5 min)和高强度间歇训练(运动强度为 80%VO_{2max}, 坡度 8%, 4×12 min, 间歇 5 min), 试验前和两种方式最后 1 次运动结束后第 2 天早晨测量受试者身高、体重并计算 BMI; 采集空腹肘静脉血测血脂相关指标, 并计算 TC 与 HDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值。结果发现与试验前比较, 有氧运动和高强度间歇训练后受试者 BMI 未见明显差异($P>0.05$), 两种不同运动方式间也没有差异($P>0.05$); 有氧运动训练后仅 TG、LDL-C 与 HDL-C 的比值出现显著性降低($P<0.05$); 高强度间歇运动后 TC、TG、NEFA 及 LDL-C、TC 与 LDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值等指标均出现显著性或非常显著性降低($P<0.05$, $P<0.01$), HDL-C 出现显著性升高($P<0.05$); 与有氧训练后比较, 高强度间歇运动后 TC 出现非常显著性下降($P<0.01$), TC 与 HDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值出现显著性下降($P<0.05$)。结果表明: 相对于短期有氧运动锻炼, 高强度间歇训练更能改善体内血脂环境。

关 键 词: 运动生物化学; 有氧运动; 高强度间歇训练; 血脂代谢; 男青年

中图分类号: G804.7 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2018)04-0140-05

Effects of short-term aerobic exercise and high-intensity intermittent exercise on young men's blood lipid metabolism indexes

LIN Peng-jie¹, LAN Dao-zhong², WENG Xi-quan³, LIN Jie-ru³

(1.Sports Department, Guangdong Vocational College of Industry and Commerce, Guangzhou 510510, China;
2.Department of Basic Courses, Jiangxi Vocational College of Industry & Engineering, Pingxiang 337000, China;
3.Key Lab of Exercise Biochemistry, Guangzhou Sport University, Guangzhou 510500, China)

Abstract: In order to compared the body's BMI and blood lipid metabolism changes after short-term aerobic exercise and high-intensity intermittent training, and to probe into short-term high-intensity intermittent training's role in promoting blood lipid metabolism, the authors divided 16 male students at Guangzhou Sports University into 2 groups after having tested their maximum oxygen uptake, let them respectively do an aerobic exercise (exercise intensity: 60%VO_{2max}, 2×30 min, interval 5 min) or have high-intensity intermittent training (exercise intensity: 80%VO_{2max}, slope 8%, 4×12 min, interval 5 min) once a day for 8 d, and before the experiment and in the next morning after the last exercises in the two ways were done, measured the testees' height and weight and calculated their BMI, collected elbow venous blood in a fasting condition, tested blood lipid related indexes, and calculated the ratios of TC/HDL-C and LDL-C/HDL-C. The authors revealed the following findings: as compared with that before the experiment, the testees'

BMI after aerobic exercise and high-intensity intermittent training showed no significant difference ($P>0.05$), also showed no difference between the two different exercise ways ($P>0.05$); after aerobic exercise, only TG and LDL-C/HDL-C showed a significant decrease ($P<0.05$); after high-intensity intermittent exercise, such indexes as TC, TG, NEFA, LDL-C, TC/LDL-C and LDL-C/HDL-C showed a significant or very significant decrease ($P<0.05$, $P<0.01$), HDL-C showed a significant increase ($P<0.05$); as compared with those after aerobic training, after high-intensity intermittent exercise, TC showed a very significant decrease ($P<0.01$), TC/HDL-C and LDL-C/HDL-C showed a significant decrease ($P<0.05$). The said findings indicate that high-intensity intermittent training can improve the blood lipid environment inside the body better than short-term aerobic exercise.

Key words: sports biochemistry; aerobic exercise; high-intensity intermittent training; blood lipid; young men

基于脂肪酸有氧分解的观点,长时间有氧运动被认为是控制肥胖的有效方法^[1],但十几年来不断有研究者提出高强度间歇运动是一种更有效的减肥方法^[2-6],甚至提出力量训练减肥的观点^[7-8],这似乎与传统观点相悖,但自 Tremblay 等^[2]于 1994 年报道有关高强度间歇运动有利于脂质氧化的研究以来,陆续有研究支持大强度间歇运动减脂的观点^[9-12]。高强度间歇运动的减脂作用不仅在于能增加运动中能量消耗,而且还在于运动后休息期机体仍然保持较高的能量消耗,如有研究显示高强度运动后 24~48 h 内的能量消耗增加 5%~15%甚至 20%^[13],且高强度间歇运动后能量消耗主要来自脂肪^[14]。然而以往的研究主要集中在运动后

能量消耗及长期运动(8 周或更长时间)体脂变化的效应上,而对短期高强度间歇运动对血脂代谢影响的研究较少。因此,本研究拟通过了解短期高强度间歇运动后血脂代谢相关指标的变化,进一步探讨短期高强度间歇运动对促进脂代谢的作用。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本试验对象为广州体育学院 16 名本科男学生,身体健康,随机分为 2 组,告知受试者本试验目的,受试者自愿签署知情同意后参与本次试验,受试者基本情况如表 1 所示。

表 1 受试者基本情况($\bar{x} \pm s$)

分组	n/人	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	BMI	VO _{2max} /(L·min ⁻¹)
有氧运动组	8	21.75±1.69	172.63±4.19	67.80±5.14	22.77±1.84	3.73±0.31
高强度间歇运动组	8	21.72±1.48	170.93±3.54	67.98±6.87	23.19±1.98	3.75±0.35

1.2 运动方案

本试验在广州体育学院省运动生化重点实验室进行,受试者测试 VO_{2max} 后在跑台上实施各为期 8 d 每天 1 次的跑步运动,有氧运动组强度为 60%VO_{2max},坡度为 0°,进行 2 组每组 30 min,间歇 5 min 的跑步运动;高强度间歇运动组进行强度为 80%VO_{2max}、坡度为 8%,重复 4 组,每组 2×4 min,每次休息 3 min,组间间歇 5 min 的跑步运动^[15]。

1.3 采样时间及指标测试

在试验前,两种运动方式最后一次运动结束后次日晨 07:00 测量身高、体重(计算 BMI),然后用 2 mL 真空管采集受试者空腹肘静脉血,分离血清待测总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)等血脂 4 项指标和游离脂肪酸(NEFA),并计算 TC 与 HDL-C 及 LDL-C 与 HDL-C 比值,血脂 5 项采用 RT-1904 型半

自动生化分析仪测试,试剂盒分别购自中生北控生物科技股份有限公司及南京建成生物工程研究所,所有指标均为专人按说明书严格测试。

1.4 统计学分析

采用 SPSS17.0 进行统计学分析,所有数据均用均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,试验前、两种方式运动结束后所有指标均采用配对 *T* 检验, $P<0.05$ 为显著性水平, $P<0.01$ 为非常显著性水平。

2 结果及分析

由表 2 可见,有氧运动和高强度间歇运动两种运动方式,各自与试验前比较受试者体重及 BMI 变化差异均没有统计学显著性意义($P>0.05$),两种不同运动方式锻炼后受试者间体重及 BMI 变化也没有统计学显著意义($P>0.05$)。

表 2 两种方式运动前后体重和 BMI 结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n/人	体重/kg		BMI	
		试验前	试验后	试验前	试验后
有氧运动组	8	67.80±5.14	67.84±4.78	22.77±1.84	22.80±1.83
高强度间歇运动组	8	67.98±6.87	67.65±4.90	23.19±1.98	22.74±1.85

由表 3 可见,与试验前比较,8 d 有氧运动结束后 TG、LDL-C/HDL-C 出现降低,有统计学显著意义 ($P<0.05$),而 TC、LDL-C、NEFA、TC 与 HDL-C 的比值虽有降低, HDL-C 升高,但其降低或升高无统计学显著意义 ($P>0.05$);与试验前相比,8 d 高强度间歇运动结束后除 LDL-C 降低差异没有统计学显著性意义外 ($P>0.05$),TC、TG、NEFA、TC 与 LDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值均出现降低,有统计学显著性或非

常显著性意义 ($P<0.05$, $P<0.01$),同时 HDL-C 升高,有统计学显著性意义 ($P<0.05$);与有氧运动组试验后相比,高强度间歇运动后血脂代谢相关指标除 HDL-C 含量升高但差异无统计学显著性意义外 ($P>0.05$),其余指标均出现不同程度下降,且 TC、TC 与 HDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值的差异均有统计学显著性或非常显著性意义 ($P<0.05$, $P<0.01$)。

表 3 两种方式运动前后血脂代谢相关指标检测结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n/人	试验前后	c(TC)/(mmol·L ⁻¹)	c(TG)/(mmol·L ⁻¹)	c(HDL-C)/(mmol·L ⁻¹)	c(LDL-C)/(mmol·L ⁻¹)
有氧运动组	8	前	3.80±0.96	0.96±0.47	0.72±0.16	0.88±0.15
		后	3.42±0.66	0.72±0.26 ¹⁾	0.88±0.23	0.86±0.18
高强度间歇运动组	8	前	3.73±0.87	0.95±0.50	0.74±0.21	0.87±0.12
		后	2.39±0.43 ²⁾⁴⁾	0.55±0.15 ²⁾	0.95±0.31 ¹⁾	0.74±0.15

组别	n/人	试验前后	c(NEFA)/(mmol·L ⁻¹)	c(TC)/c(HDL-C)	c(LDL-C)/c(HDL-C)
有氧运动组	8	前	580.68±213.45	5.11±1.99	1.26±0.23
		后	547.43±223.99	4.10±1.22	1.00±0.17 ¹⁾
高强度间歇运动组	8	前	574.92±217.32	5.09±1.74	1.25±0.24
		后	394.11±137.14 ¹⁾	2.75±0.80 ²⁾³⁾	0.84±0.24 ²⁾³⁾

与试验前比较: 1) $P<0.05$, 2) $P<0.01$; 与有氧运动组比较, 3) $P<0.05$, 4) $P<0.01$

3 讨论

人体血脂水平由内源性血脂和外源性血脂相互调节并维持血脂代谢的平衡,如长期处于静态生活或高脂肪、高热量饮食等均可造成血脂升高,而规律性身体运动可促进脂肪组织动员脂肪酸进入血液循环,利于骨骼肌、心肌、肝脏等全身组织摄取利用,对于维持体内脂肪稳态和血脂平衡具有重要意义,同时,由于机体脂肪供能比例随运动持续时间的延长而增大,因此,长期以来将长时间有氧运动方式作为运动减肥和治疗高脂血症患者的运动处方。如李旭辉等^[16]发现 16 周有氧运动处方可显著降低肥胖学生体重、BMI、体脂百分比以及血浆 TG、TCH 和 LDL-C 的浓度,提示长期有氧运动锻炼对血脂代谢异常具有很好的调节作用;曲晓霞^[17]也报道 107 名高血脂患者进行每周运动 5 次,每次 30~60 min,持续 3 个月的有氧运动,结果发现高血脂症患者血清 TC、TG、LDL-C 水平下降

差异均有统计学显著性意义 ($P<0.05$),血清 HDL-C 水平较运动前升高差异有统计学显著性意义 ($P<0.05$),提示长期有氧运动可有效降低血脂水平。本研究虽然以 BMI 正常的男青年大学生为研究对象进行 8 d 每天 1 次 1 h 60% VO_{2max} 的跑步运动,也可观察到血 TG 显著下降的现象,说明短期有氧运动可一定程度降低血液甘油三酯的浓度;Grandjean 等^[18]研究认为有氧运动对脂肪代谢的作用无论是对肥胖还是高脂血症患者或是体脂正常人群基本是相似的。张勇等^[19]的研究证实, BMI 正常无训练女生在 48.21%~65.41% VO_{2max} 强度的跑步运动中脂肪氧化率高达 95%,脂肪分解增强可以使血浆 TG 含量减少。而不同研究对有氧运动改善血脂其他指标如 TC、HDL-C 等的效应不完全一致,主要原因在于运动锻炼周期长短不同,运动锻炼周期越长其产生效应越明显,因为运动锻炼周期长短直接与低水平瘦素的维持和脂蛋白酯酶活性、载脂蛋白 A1 水

平升高以及载脂蛋白 B100 水平下降有关^[16-19]。

相对于本研究 8 d 有氧运动后仅出现 TG 下降的现象, 8 d 高强度间歇训练后 TG、TC、NEFA、TC 与 LDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值下降, 差异具有统计学显著性或非常显著性意义($P < 0.05$, $P < 0.01$), 而 HDL-C 升高差异具有统计学显著性意义($P < 0.05$), 同时与有氧运动组试验后相比, TC、TC 与 HDL-C、LDL-C 与 HDL-C 的比值下降, 差异具有统计学显著性或非常显著性意义($P < 0.05$, $P < 0.01$), 说明短期高强度间歇运动比有氧运动更能改善体内血脂环境, 其原因可能有两方面: (1) 高强度间歇运动方式更能增加热量消耗, 从而促进血脂代谢。因为虽然高强度运动随着强度增大脂肪供能百分比减少^[1], 但是由于高强度间歇运动后出现较长时间的过量氧耗(EPOC)状态^[20-22], 且与运动强度成正相关^[23], 即说明高强度间歇运动会提高休息其身体的基础代谢率, 而实际上运动后过量氧耗的能量来源均主要为脂肪, 故利于促进血脂代谢而达到降低血脂的目的。(2) 高强度间歇运动较有氧运动更能提高或增加相关脂代谢酶的活性或含量。有研究表明, 高强度间歇锻炼可以明显增加脂蛋白酶的活性^[24], 脂蛋白酶是人体内 TG 水解的关键酶, 它对 HDL-C 转化过程中的调节起重要作用, 与其密度密切相关, 同时运动也会提高脂代谢相关受体的表达, 加速脂质的运转、分解和排泄^[25]。Kraemer 等^[26]研究提示高强度运动较有氧运动更能提高 β -内啡肽的浓度促进脂质代谢, Terada 等^[27]也报道 10 d 的高强度游泳后老鼠骨骼肌脂肪氧化酶的活性提高, 由于本研究并未测试相关脂代谢酶, 故有待进一步研究。当然, 研究显示, 高强度间歇运动促进脂代谢的效果, 还与高强度间歇运动方式的坚持性和愉悦感均远远强于有氧持续运动有关^[28]。

参考文献:

- [1] VAN LOON L J C, GREENHAFF P L, CONSTANTIN-TEODOSIU D, et al. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans[J]. *The Journal of Physiology*, 2001, 536(1): 295-304.
- [2] TREMBLAY A, SIMONEAU J A, BOUCHARD C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism[J]. *Metabolism*, 1994, 43(7): 814-818.
- [3] TRAPP E G, CHISHOLM D J, FREUND J, et al. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women[J]. *International Journal of Obesity*, 2008, 32(4): 684-691.
- [4] IRVING B A, DAVIS C K, BROCK D W, et al. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008, 40(11): 1863-1872.
- [5] DE GLISEZINSKI I, LARROUY D, BAJZOVA M, et al. Adrenaline but not noradrenaline is a determinant of exercise-induced lipid mobilization in human subcutaneous adipose tissue[J]. *The Journal of Physiology*, 2009, 587(13): 3393-3404.
- [6] HEYDARI M, FREUND J, BOUTCHER S H. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males[J]. *Journal of Obesity*, 2012, 2012.
- [7] RICE B, JANSSEN I, HUDSON R, et al. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men[J]. *Diabetes Care*, 1999, 22(5): 684-691.
- [8] GELIEBTER A, MAHER M M, GERACE L, et al. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1997, 66(3): 557-563.
- [9] SHEIKHOLESLAMI V D, AHMADI S, AHMADI D K, et al. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training[J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2011, 51(4): 695-700.
- [10] BOUTCHER S H. High-intensity intermittent exercise and fat loss[J]. *Journal of Obesity*, 2010, 2011.
- [11] SIJIE T, HAINAI Y, FENGYING Y, et al. High intensity interval exercise training in overweight young women[J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2012, 52(3): 255-262.
- [12] 戴伟宇. 大强度间歇游泳运动对青年肥胖女性减肥效果的研究[J]. *广州体育学院学报*, 2014, 34(6): 99-102.
- [13] HUNTER G R, WEINSIER R L, BAMMAN M M, et al. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control[J]. *International Journal of Obesity*, 1998, 22(6): 489-493.
- [14] TREUTH M S, HUNTER G R, WEINSIER R L, et al. Energy expenditure and substrate utilization in older women after strength training: 24-h calorimeter results[J]. *Journal of Applied Physiology*, 1995, 78(6):

2140-2146.

- [15] GIBALA M J, JONES A M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training[M]//Limits of Human Endurance. Karger Publishers, 2013, 76: 51-60.
- [16] 李旭辉, 范晓梅, 薛明明, 等. 16周有氧运动处方对肥胖初中生血浆瘦素水平和血脂代谢的影响[J]. 沈阳体育学院学报, 2014, 33(1): 79-81+86.
- [17] 曲晓霞. 有氧运动对高脂血症患者血脂的影响[J]. 中国社区医师, 2014, 30(7): 137+139.
- [18] GRANDJEAN P W, CROUSE S F, ROHACK J J. Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise[J]. Journal of Applied Physiology, 2000, 89(2): 472-480.
- [19] 张勇, 李之俊. 无训练年轻女性骑车与跑步的脂肪氧化动力学及最大脂肪氧化研究[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(5): 408-413.
- [20] GORE C J, WITHERS R T. Effect of exercise intensity and duration on post exercise metabolism[J]. Journal of Applied Physiology, 1990, 68(6): 2362-2368.
- [21] MATSUO T, OHKAWARA K, SEINO S, et al. Cardiorespiratory fitness level correlates inversely with excess post-exercise oxygen consumption after aerobic-type interval training[J]. BMC Research Notes, 2012, 5(1): 646-649.
- [22] BØRSHEIM E, BAHR R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption[J]. Sports Medicine, 2003, 33(14): 1037-1060.
- [23] TALANIAN J L, GALLOWAY S D R, HEIGENHAUSER G J F, et al. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women[J]. Journal of Applied Physiology, 2007, 102(4): 1439-1447.
- [24] AELLEN R, HOLLMANN W, BOUTELLIER U. Effects of aerobic and anaerobic training on plasma lipoproteins[J]. International Journal of Sports Medicine, 1993, 14(7): 396-400.
- [25] DURSTINE J L, GRANDJEAN P W, DAVIS P G, et al. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise[J]. Sports Medicine, 2001, 31(15): 1033-1062.
- [26] KRAEMER W J, FLECK S J, CALLISTER R, et al. Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1989, 21(2): 146-153.
- [27] TERADA S, TABATA I, HIGUCHI M. Effect of high-intensity intermittent swimming training on fatty acid oxidation enzyme activity in rat skeletal muscle[J]. The Japanese Journal of Physiology, 2004, 54(1): 47-52.
- [28] DREYER L, DREYER S, RANKIN D. Effects of a 10-week high-intensity exercise intervention on college staff with psychological burnout and multiple risk factors[J]. ICHPER-SD Journal of Research, 2012, 7(1): 27-33.

