

· 临床研究 ·

不同强度有氧运动对低高密度脂蛋白胆固醇血症的影响

李旭明 李珊 谢潇冰 方彩莲

【摘要】目的 观察低高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)血症有氧训练的效果。**方法** 选取低 HDL-C 血症患者 60 例,根据训练强度的不同采用随机数字表法分为高、中、低强度 3 个训练组,每组患者 20 例。参照 3 组患者在症状限制性心电图运动试验结果中所取得的最高心率制订运动强度,高强度训练组采用 90% 最高心率为靶心率的运动强度,中强度训练组采取 70% 最高心率为靶心率的运动强度,低强度训练组采取 50% 最高心率为靶心率的运动强度;3 组患者均采用医用跑台(可随时监测心率)跑步的运动方式进行训练;3 组达靶心率的运动时间均为每次 20 min;每组均隔天运动 1 次,疗程为 2 个月。记录 3 组患者训练前和训练 2 个月后(训练后)HDL-C 值,并对其水平变化及 3 组患者训练后低 HDL-C 达正常值的例数进行比较。**结果** 高强度、中强度和低强度训练组 HDL-C 水平分别由训练前的 (0.81 ± 0.22) mmol/L、 (0.82 ± 0.20) mmol/L 和 (0.79 ± 0.25) mmol/L 提高到训练后的 (1.04 ± 0.33) mmol/L、 (1.03 ± 0.37) mmol/L 和 (0.82 ± 0.27) mmol/L;训练后,高强度和中强度训练组的 HDL-C 水平均显著高于组内训练前和低强度训练组训练后,差异均有统计学意义($P < 0.05$),但高强度训练组与中强度训练组间 HDL-C 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。训练后 HDL-C 达正常值($\text{HDL-C} \geq 1.04$ mmol/L)例数分别为高强度训练组 15 例(15/20),中强度训练组 13 例(13/20),低强度训练组 1 例(1/20),且高、中强度训练组与低强度训练组比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 中、高强度有氧运动均能有效地改善低 HDL-C 血症患者的 HDL-C 水平,且中强度训练与高强度训练对其 HDL-C 水平和 HDL-C 达正常值例数的影响,差异无统计学意义($P > 0.05$),建议临床采用中等强度有氧运动治疗低 HDL-C 血症。

【关键词】 有氧运动; 运动强度; 低高密度脂蛋白; 胆固醇血症

The effects of aerobic exercise on low- and high-density lipoprotein cholesterol LI Xu-ming*, LI Shan, XIE Xiao-bing, FANG Cai-lian. * Department of Rehabilitation Medicine, Lishui City Central Hospital, Lishui 323000, China

Corresponding author: FANG Cai-lian, Email: Passion-321@163.com

【Abstract】 Objective To observe the effects of aerobic exercise on low- and high-density lipoprotein cholesterol, and to investigate the relationship between exercise intensities and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) changes. **Methods** Sixty patients with low HDL-C were randomly allocated into a high intensity exercise group, a moderate intensity group or a low intensity group with 20 in each group. According to each patient's maximal heart rate in a restrictive electrocardiogram exercise test, the different aerobic exercise intensities were formulated as follows. The target heart rate of the high-intensity training group was 90% of each subject's maximum heart rate; in the moderate-intensity group it was 70%; in the low-intensity group it was 50%. All 3 groups jogged on a medical treadmill for 20 minutes every other day with their heart rates monitored at all times. They maintained the target heart rate for 20 minutes. The experiment lasted 2 months. **Results** In the high intensity group HDL-C increased from 0.81 ± 0.22 to 1.04 ± 0.33 mmol/L after training; in the moderate intensity group it increased from 0.82 ± 0.20 to 1.03 ± 0.37 mmol/L; in the low intensity group it increased from 0.79 ± 0.25 to 0.82 ± 0.27 mmol/L. That increase in the low intensity group was not statistically significant. After high intensity or moderate intensity training the HDL-C increases were statistically significant, but the difference between the groups was not. After training, in 15 cases among the high intensity group, 13 cases from moderate intensity group and in 1 case from the low intensity group the HDL-C level achieved a normal value (≥ 1.04 mmol/L). Comparing the high intensity group to the low intensity group or the moderate intensity group to the low intensity group, there were sig-

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.012.019

作者单位:323000 丽水,浙江省丽水市中心医院康复医学科(李旭明、谢潇冰、方彩莲),公共卫生科(李珊)

通信作者:方彩莲,Email:Passion-321@163.com

nificant differences in the number of patients who achieved normal HDL-C readings, but there was no significant difference between high intensity group and the moderate intensity group. **Conclusion** Low intensity aerobic exercise has no obvious effect on low HDL-C levels. High or moderate intensity aerobic exercise can effectively raise the HDL-C level, but there is no significant difference in the fraction of patients reaching normal values between high and moderate intensity aerobic exercise. So moderate intensity is recommended for improving low levels of HDL cholesterol.

【Key words】 Aerobic exercise; Exercise intensity; High-density lipoprotein cholesterol

低高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 血症是指血清中总胆固醇及甘油三酯含量正常,仅表现为 HDL-C 含量降低 (HDL-C < 1.04 mmol/L) 的一种血脂代谢异常^[1]。低 HDL-C 血症的发病率正在逐年增加,我国尚缺乏相关的流行病学资料^[2]。低 HDL-C 血症与心肌梗死、脑卒中、猝死、冠状动脉成形术后再狭窄、严重的早发冠心病的发生高度相关^[3,4]。目前,国内外的许多文献认为有氧运动具有升高 HDL-C 的作用^[5-11],但上述报道的研究对象多为高脂血症、冠心病、糖尿病、单纯性肥胖、老年人、年轻妇女等人群,少见涉及低 HDL-C 血症患者,也鲜见对其进行有氧运动强度与 HDL-C 水平变化关系的深入研究^[5-10]。本研究旨在观察不同强度有氧训练对 HDL-C 血症患者 HDL-C 水平的影响,进一步探讨运动强度与 HDL-C 水平变化之间的关系,从而为临床采用何种强度进行有氧运动治疗低 HDL-C 血症提供依据。

资料与方法

一、研究对象

纳入标准:①符合普通高等教育“十一五”国家级规划教材《内科学》第 7 版制订的低 HDL-C 血症诊断标准^[1];②年龄 30~60 岁;③病程不限;④患者均签署知情同意书;⑤研究通过本院医学伦理学委员会同意。

排除标准:①合并明确诊断的冠心病、心力衰竭、未控制的心率失常、未控制的高血压、Ⅱ度或Ⅲ度房室传导阻滞、糖尿病酸中毒、严重的骨质疏松、甲状腺功能低下、肝肾功能不全或伴有运动器官畸形和(或)损害等疾病;②正在服用调节血脂的药物和(或)有降血脂作用的保健品及对血脂有影响的相关药物。

选取 2011 年 1 月至 2011 年 7 月经我院门诊诊断且符合上述标准的低 HDL-C 血症患者 60 例,按随机数字表法分为高强度训练组、中强度训练组和低强度训练组,每组 20 例。3 组患者的年龄、性别等一般资料经统计学分析,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 3 组患者一般资料比较

分组	例数	男(例)	女(例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)
高强度训练组	20	15	5	47.31 ± 11.32
中强度训练组	20	14	6	47.43 ± 9.90
低强度训练组	20	13	7	48.10 ± 10.05

二、有氧运动方法

参考《临床技术操作规范-物理医学与康复学分册》制订的有氧训练原则^[12],结合本研究目的,制订如下运动方法。

1. 运动方式:3 组均采取医用跑台(能随时监测运动者心率)跑步方式。

2. 运动强度:根据每位受试对象在症状限制性心电图运动试验结果中所取得的最高心率制订运动强度,高强度训练组采取 90% 最高心率为靶心率,中强度训练组采取 70% 最高心率为靶心率,低强度训练组采取 50% 最高心率为靶心率。

3. 运动时间:3 组患者运动前,均进行 5 min 的准备活动和 5 min 的整理,然后在医用跑台开始跑步,达到靶心率的运动时间均为 20 min。

4. 运动频率及疗程:3 组均隔天运动 1 次,疗程为 2 个月。

5. 所有研究对象训练疗程期间禁酒和禁止服用调节血脂的药物和(或)有降血脂作用的保健品及对血脂有影响的相关药物,保持平时的饮食习惯和一般的体力活动。

三、观察指标

由专人分别对 3 组患者建立研究档案,包括:①患者训练时的主观感受;②训练前进行症状限制性心电图运动试验;③训练前与最后一次训练结束后第 2 天(训练后)清晨空腹血脂检测结果(每次检测前 1 d 避免高脂饮食,血脂检测采用日立 7600 全自动生化分析仪,用酶法测定)。

疗程结束后,对每组研究对象训练前后 HDL-C 水平的变化、3 组间训练后 HDL-C 水平变化及 3 组训练后 HDL-C 达正常值 (HDL-C ≥ 1.04 mmol/L) 例数等资料进行比较分析。

四、统计学分析

采用 SPSS 11.0 版统计学软件进行数据分析。计

量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,实验前、后差异比较采用配对 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

治疗 1 周后,高强度训练组有 4 例患者训练后出现不同程度的胸闷、头昏、恶心现象,继续训练,2 周后症状消失。整个研究过程中未发生严重心脑血管意外、运动损伤等不良事件。

高强度、中强度和低强度训练组的 HDL-C 水平分别由训练前的 (0.81 ± 0.22) mmol/L、(0.82 ± 0.20) mmol/L 和 (0.79 ± 0.25) mmol/L 提高到训练后的 (1.04 ± 0.33) mmol/L、(1.03 ± 0.37) mmol/L 和 (0.82 ± 0.27) mmol/L; 训练后,高、中强度训练组的 HDL-C 水平均显著高于组内训练前和低强度训练组训练后,且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),但高强度训练组与中强度训练组的 HDL-C 水平比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),详见表 2。训练后 HDL-C 达正常值 ($\text{HDL-C} \geq 1.04$ mmol/L) 例数分别为高强度训练组 15 例、中强度训练组 13 例、低强度训练组 1 例,高、中强度训练组与低强度训练组比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.01$),详见表 2。

表 2 3 组患者训练前、后的 HDL-C 的变化和达正常值例数

组别	例数	训练前 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	训练后 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	HDL-C 达正常值 例数(例)
高强度训练组	20	0.81 ± 0.22	1.04 ± 0.33^{ab}	15 ^c
中强度训练组	20	0.82 ± 0.20	1.03 ± 0.37^{ab}	13 ^c
低强度训练组	20	0.79 ± 0.25	0.82 ± 0.27	1

注:与组内训练前比较,^a $P < 0.05$;与低强度训练组训练后比较,^b $P < 0.05$;与低强度训练组比较,^c $P < 0.05$

讨 论

HDL-C 作为心血管疾病的危险因素正逐渐被人们关注并重视。已有的研究结果显示,单纯低 HDL-C 是冠心病发生的独立危险因素,而高 HDL-C 则能预防动脉粥样硬化的发生和发展^[13-14]。美国国家胆固醇教育计划已将 HDL-C < 1.04 mmol/L 视为明确的冠心病危险因素^[15]。目前研究认为,低 HDL-C 最主要的抗动脉粥样硬化机制是其能与血管壁上的细胞发生交互作用从而能使血管壁上多余的胆固醇逆向转运至肝脏进行再循环或转化为胆酸盐形式排泄^[16]。因此,有效地提高 HDL-C 血症患者 HDL-C 水平,在心脑血管病防治工作中具有重要意义。

目前,尚无单独升高 HDL-C 的药物,常用的降脂药如他汀类只能提高 HDL-C 水平约 5% ~ 15%,烟

酸类升高 HDL-C 幅度虽可达 15% ~ 35%,但该类药物不良反应较大,患者难以耐受。因此,越来越多的临床工作者试图寻找可有效升高 HDL-C 水平的非药物疗法。近年来,有氧运动的作用越来越引起人们关注,迄今为止,国内外的众多研究均认为有氧运动可有效地改善 HDL-C 的水平^[5-11]。Stasiulis 等^[10]的研究结果显示,有氧运动能使年轻妇女 HDL-C 的总水平上升;陆晓^[17]报道,有氧运动可增加 HDL-C $0.0518 \sim 0.0777$ mmol/L; Kodama 等^[18]的研究认为,规律的有氧运动能适度增加 HDL-C 的水平,降低心血管疾病的风险。虽然有氧运动增加 HDL-C 水平的机制目前尚未完全了解,但文献报道,其与有氧运动能引起脂蛋白酶脂肪和卵磷脂-胆固醇酰基转移酶活性的增加,以及肝脂肪酶等活性下降有关^[19-20]。

目前的临床研究基本停留在验证有氧运动具有升高 HDL-C 作用上,鲜见对某一对象就运动强度、运动时间等有氧运动变量对 HDL-C 水平的影响作深层次的研究。本研究结果显示,HDL-C 血症患者进行低强度有氧运动训练后,HDL-C 水平未见有效地改善;而高、中强度训练组训练后 HDL-C 水平较组内训练前均有显著改善 ($P < 0.05$),但 2 组间的 HDL-C 水平比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。训练后,对 3 组 HDL-C 达正常值例数进行统计分析,结果显示,高、中强度训练组与低强度训练组比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.01$),而高强度训练组与中强度训练组比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究结果表明,对低 HDL-C 血症患者进行有氧训练,只有达到中等强度以上才能有效地改善患者的 HDL-C 水平;在中等强度以上,HDL-C 水平及 HDL-C 达正常值的例数并未随着强度的提高而进一步增加,提示在有效强度以上,HDL-C 水平变化与运动强度之间并无明显正相关系。

Kodama 等^[18]曾对美国国立图书馆收藏的国际性综合生物医学信息书目数据库中 1966 年至 2005 年有关有氧运动对 HDL-C 影响的研究结果进行统计分析发现,HDL-C 水平变化与运动强度及运动频率无关,仅与运动持续时间有关。该结果与本研究结果相悖,原因尚待分析;本研究与国内姚保龙等^[9]的不同有氧运动锻炼对老年人血脂影响的观察结果相似;与国内既往报道小强度的有氧运动亦可有效升高青少年 HDL-C 水平的结果不同^[21]。其原因可能与研究对象的年龄不同有关,其研究对象为青少年,而本研究对象以中老年为主。两种不同的研究结果提示,相同强度的有氧运动对不同年龄段的人群或训练前 HDL-C 基线水平不同的人群可能产生不同的影响,其具体原因还有待进一步研究分析。

本研究还观察到,高强度运动量训练时部分训练

者因出现运动后不良反应,存在不易接受及难以坚持训练的现象。本研究有 4 例患者在前 3 次运动后出现头昏、胸闷、恶心现象,每次予监测生命体征及心电图检查未见明显异常,休息后症状消失,继续进行训练,上述症状逐步减轻,2 周后消失,而中强度训练组未见此现象。基于本研究结果提示,采取有氧运动治疗低 HDL-C 血症,为减少运动不良反应和潜在风险,使患者易于接受与坚持训练,以取中等强度为宜。并注意一定要在训练前对患者进行全面的心脑血管系统功能检查和评估,以保证训练的安全性。

本研究存在一定局限性:①因目前对有氧运动高、中、低强度的划分尚无统一标准,本研究中按 90%、70%、50% 最大心率划分高、中、低强度的方法是否合理,尚值得商榷,因而本研究结果也仅建立在上述高、中、低强度划分方法基础之上;②本研究样本量较少,研究结果尚需大样本进一步验证;③低 HDL-C 血症进行高、中强度有氧训练后,如停止运动,体内 HDL-C 水平升高能维持多久,本研究未作进一步随访观察;④本研究在设计初,为保证每例对象均能完成疗程,特别是为高强度训练组训练的安全性和耐受性着想,将达靶心率的运动时间设定为 20 min,如将达靶心率的运动时间延长至 30 min 或更长,结果如何,需进一步观察;⑤本研究虽然显示低强度有氧运动对升高 HDL-C 水平无效,但该结果是建立在 3 组相同训练时间与疗程前提下,如果延长低强度训练组的训练时间和(或)疗程,是否会有不同结果,也需作进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 陆再英,钟南山. 内科学. 北京:人民卫生出版社,2010:801-803.
- [2] 吴付轩,袁玉美. 低高密度脂蛋白胆固醇血症研究现状. 中华全科医师杂志,2006,5:163.
- [3] Goldbourt U, Yaari S, Medalie JH. Isolated low HDL cholesterol as a risk factor for coronary heart disease mortality. A 21-year follow-up of 8000 men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*,1997,17:107-113.
- [4] Weverling-Rijnsburger AW, Jonkers IJ, van Exel E, et al. High-density vs low-density lipoprotein cholesterol as the risk factor for coronary artery disease and stroke in old age. *Arch Intern Med*, 2003,163:1549-1554.
- [5] 伊士优,张安民,胡淑萍,等. 运动疗法对糖尿病患者血糖、血脂的影响. 山西师大体育学院学报, 2008,23:124-126.
- [6] Tani S, Nagao K, Anazawa T, et al. Coronary plaque regression and lifestyle modification in patients treated with pravastatin. Assessment mainly by daily aerobic exercise and an increase in the serum level of high-density lipoprotein cholesterol. *Circulation*, 2010,74:954-961.
- [7] 周勇,李旭平. 运动疗法对冠心病 PTCA 术后患者疗效的影响. 心血管康复医学杂志,2006,1:7-8.
- [8] 韩冠宙,王成绩,韩江,等. 长期有氧运动对 2 型糖尿病患者血糖、血脂代谢的影响. 中华物理医学与康复杂志,2009,31:555-556.
- [9] 姚保龙,金冬云,霍文景,等. 不同有氧运动锻炼对老年人血脂的影响. 中国康复,2008,1:28-29.
- [10] Stasiulis A, Mockiene A, Vizbaraitė D, et al. Aerobic exercise-induced changes in body Composition and blood lipids in young women. *Medicina (Kaunas)*, 2010,46:129-134.
- [11] Wooten JS, Biggerstaff KD, Anderson C. Response of lipid, lipoprotein-cholesterol and electrophoretic characteristics of lipoproteins following a single bout of aerobic exercise in women. *Eur J Appl Physiol*, 2008,104:19-27.
- [12] 中华医学会. 临床技术操作规范-物理医学与康复学分册. 北京:人民军医出版社,2004:206-210.
- [13] Assmann G, Schulte H. Relation of high-density lipoprotein cholesterol and tri-glycerides to incidence of atherosclerotic coronary artery disease (the PROCAM experience). *Am J Cardiol*,1992,70:733-737.
- [14] Singh IM, Shishehbor MH, Ansell BJ. High-density lipoprotein as a therapeutic target: a systematic review. *JAMA*, 2007,298:786-798.
- [15] [No author]. Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). *JAMA*, 2001, 285:2486-2497.
- [16] Toth PP. Reverse cholesterol transport:high-density lipoprotein's magnificent mile. *Curr Atheroscler Rep*, 2003, 5:386-393.
- [17] 陆晓. 运动疗法与原发高血压及高血脂. 中国临床康复,2004,12:2237-2239.
- [18] Kodama S, Tanaka S, Saito K, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med*, 2007,167:999-1008.
- [19] 宋利山. 有氧运动对高密度脂蛋白代谢的影响. 湖北体育科技, 2005,24:317-318.
- [20] 张娜,赵斐,张勇. 有氧运动改善高脂血症分子机理的研究Ⅲ:运动对饮食性高胆固醇血症大鼠肝脏 LCAT 和 apoAⅠ 基因表达的影响. 中国运动医学杂志,2001,20:232-235.
- [21] 陈英杰,徐立彬. 不同强度规则有氧运动对青少年血脂的影响研究. 沈阳体育学院学报,2008,27:56-59.

(修回日期:2012-10-04)

(本文编辑:阮仕衡)

本刊随时恭候广大读者、作者就如何办好刊物提出批评与建议