

·临床研究·

单次运动对轻度高血压患者血压、自主神经功能和氧化应激的影响*

周 方¹ 赵志刚¹ 潘化平² 王 磊^{1,3}

摘要

目的:探索轻度高血压患者单次运动后体内自主神经功能和氧化应激的变化,及其与血压变化的关系。

方法:选取 29 例经过明确诊断的轻度原发性高血压患者。所有受试者进行心肺运动试验检测其峰值摄氧量 VO_{2peak} 后,被安排以 60% VO_{2peak} 进行 40min 踏车运动。运动前及运动后 2h 内,通过心脏超声检测左心室血流动力学指标,并计算体循环血管阻力(SVR);肘前静脉采血,检测脂质过氧化物(LOOH);用心电动态监测仪监测受试者的心率变异性(HRV)指标。

结果:与运动前相比,运动后受试者平均动脉压(MABP)降低($P < 0.05$),SVR 降低($P < 0.05$),LOOH 浓度升高($P < 0.05$)。运动后心率变异性低频指标(LF)、低/高频比值(LF/HF)低于运动前($P < 0.05$),高频指标(HF)、正常心搏间期标准差高于运动前($P < 0.05$)。

结论:单次运动后血压下降,同时体循环血管阻力降低、自主神经功能改善、氧化应激增强。提示单次运动后血压的下降与体循环血管阻力降低、自主神经功能改善有关,而与氧化应激无关。

关键词 单次运动;高血压;氧化应激;自主神经功能

中图分类号:R544.1, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2015)-09-0894-04

Effects of a single exercise on blood pressure, autonomic function and redox regulation in hypertension patients/ZHOU Fang, ZHAO Zhigang, PAN Huaping, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30(9): 894—897

Abstract

Objective: To observe blood pressure, autonomic function and redox-mediated regulation post a single exercise in hypertension patients.

Method: Twenty-nine mild hypertension patients were studied following a single 40-min cycle exercise at 60% VO_{2peak} after the maximal graded exercise test. The following measurements were administered pre-, immediately post-, 1-hour post- (P1) and 2-hours post- (P2) exercise: systemic vascular resistance (SVR) determined by mean arterial blood pressure (MABP)/cardiac output (CO) via echocardiography; lipid hydroperoxides (LOOH) via peripheral venous blood; heart rate variability (HRV) by ECG monitor.

Result: Compared with pre-exercise, there was significant decrease of MABP($P < 0.05$) as well as SVR ($P < 0.05$) and increase of LOOH concentration ($P < 0.05$) in hypertension patients after exercise. Meanwhile, the post-exercise low-frequency power (LF) and ratio of low-frequency to high-frequency power (LF/HF) decreased ($P < 0.05$), the post-exercise high-frequency power (HF) and standard deviation of NN intervals (SDNN) increased ($P < 0.05$).

Conclusion: A single exercise could result in attenuated blood pressure, reduced SVR, improved autonomic

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.09.006

*基金项目:全国高校博士点基金项目(20123237120008)

1 南京中医药大学康复医学系,南京,210023; 2 南京江宁医院; 3 通讯作者

作者简介:周方,男,硕士研究生; 收稿日期:2014-12-11

function and enhanced oxidative stress. It showed that the attenuated blood pressure following exercise was associated with reduced SVR and improved autonomic function, but independent of oxidative stress.

Author's address Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, 210023

Key word single exercise; hypertension; oxidative stress; autonomic function

近年来,我国人群高血压患病率呈逐年增长态势,而运动疗法作为一种重要的防治高血压手段也受到越来越多的关注^[1]。但是运动降低血压的机制尚不十分清楚。已有研究证实长期运动通过改善患者自主神经功能和氧化应激水平而降低血压,但单次运动对高血压患者自主神经功能和氧化应激影响的研究尚少见。本研究通过对单次运动前后轻度高血压患者自主神经功能和氧化应激水平的观察,探索运动降低血压的可能机制,为高血压患者进行运动疗法提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取南京江宁医院心血管科门诊和病房2014年4月—2014年6月收治的29例轻度原发性高血压患者。纳入标准:①年龄45—70岁;②尚未使用降压药物;③非同日3次测量上肢血压,收缩压(systolic blood pressure, SBP)在140—159mmHg之间和(或)舒张压(diastolic blood pressure, DBP)在90—99mmHg之间。

排除标准:①继发性高血压病;②急进性高血压、重症高血压或高血压危象;③并发严重心律失常、冠心病、慢性阻塞性肺疾病、心肌梗死、心力衰竭、脑血管疾病、糖尿病、肿瘤、严重的感染性疾病、心动过速、不稳定性心绞痛、严重肝肾功能障碍等患者;④合并肌肉关节病变不能运动者;⑤1年内服用过抗心律失常的药物或低剂量毒蕈碱受体阻滞剂,包括阿托品和莨菪碱等影响心率变异性的药物。

1.2 检测与方法

1.2.1 峰值摄氧量(VO_{2peak})检测以及定量负荷运动检测:在试验开始之前三天测定受试者的 VO_{2peak} 。 VO_{2peak} 的测定采用K4b2心肺功能测定仪(Quark b2, Cosmed, Italy)分别进行2次心肺运动试验,由医者观察每位受试者的峰值摄氧量,记录两次的均数,测定受试者运动心肺测试至主观感觉不能再坚持运动时的 VO_{2peak} 值,即为 VO_{2peak} 值。在

运动测试过程中进行心电图监测。运动测试终点为出现以下情况之一:①运动负荷进行性增加而心率反而减慢或血压反而下降者;②心电图出现ST段下移 $\geq 0.2mV$ 或心绞痛;③患者有循环不良的表现或因其他因素而不能坚持。定量负荷运动采用心率检测表进行监测,受试者被安排以60% VO_{2peak} 进行40min踏车运动,运动过程中以60% VO_{2peak} 时对应的心率作为靶心率控制运动强度,使得运动强度在90%—110%靶心率范围内。

1.2.2 体循环血管阻力(systemic vascular resistance, SVR)检测:卧位超声心动图监测,在运动前和运动后的2h之内,通过心脏超声仪(日本产 Aloka-SSD710型)测定心排出量(cardiac output, CO),同时监测SBP和DBP。计算SVR:平均动脉压(mean arterial blood pressure, MABP) = $(SBP + 2 \times DBP) / 3$,体循环血管阻力 $SVR = MABP / CO$ 。分别记录运动前(Pre)、运动后即刻(Post)、运动后1h(P1)、运动后2h(P2)的SVR。

1.2.3 过氧化脂质(lipid hydroperoxide, LOOH)检测:肘前静脉采血,分别取运动前(Pre)、运动后即刻(post)、运动后1h(P1)、运动后2h(P2)血样检测血浆。用分光光度法检测LOOH作为氧化应激水平的指标。所用试剂:过氧化氢脂质测试盒(日本协和公司),按照测试盒操作方法测定LOOH。

1.2.4 心率变异性(heart rate variability, HRV)检测:所有受试者都采用美国GP/DMasia公司生产的Holter-TECH 8000型仪器测量。检查前平卧休息5min,临床采样心电图10min,心电信号输入微机上处理后得到时域和频域参数,采用短时HRV软件进行分析。采用快速傅立叶转换方法,得到频域低频指标(LF)(0.04—0.15Hz),高频指标(HF)(0.15—0.40Hz)。参加分析的有效心率达96%以上。记录运动前(Pre)、运动后即刻(Post)、运动后1h(P1)、运动后2h(P2)的HRV指标:LF、HF、LF/HF和正常心搏间期标准差(standard deviation of NN intervals, SDNN)。应用软件分析并通过人机对话去除

伪差、干扰。

1.3 统计学分析

计量资料采用均数±标准差表示,采用 SPSS 19.0统计软件进行统计分析。运动前后不同时间的各组数据采用重复测量设计的方差分析。

2 结果

本研究初始选取 29 例患者,有 1 例患者在进行

心肺运动试验时出现心绞痛,剔除 1 例,最终纳入分析 28 例。

与运动前相比,受试者运动后平均动脉压降低 ($P < 0.05$),SVR 减弱 ($P < 0.05$),LOOH 浓度升高 ($P < 0.05$)。运动后心率变异性 LF、LF/HF 低于运动前 ($P < 0.05$),HF、SDNN 高于运动前 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 受试者运动前后 MABP、SVR、LOOH、HRV 的比较 (x±s)

时间	MABP(mmHg)	SVR(mmHg·min/L)	LOOH(μmol/L)	HRV			
				LF(ms ²)	HF(ms ²)	LF/HF	SDNN(ms)
Pre	106±27.1	17.4±4.5	0.69±0.13	610.3±150.2	110.4±5.0	4.32±3.42	67.4±8.05
Post	101±26.4 ^①	12.0±3.9 ^①	0.73±0.08 ^①	603.4±165.7 ^①	127.3±8.9 ^①	3.03±1.98 ^①	70.5±7.32 ^①
P1	102±23.5 ^①	15.0±3.9 ^①	0.86±0.18 ^①	452.8±139.8 ^①	139.6±9.8	2.25±1.82 ^②	78.5±5.63
P2	104±24.8 ^①	15.8±3.8 ^①	0.81±0.11 ^①	550.8±164.2	125.8±7.6	3.05±1.75	71.8±4.73

①各指标运动前后比较 $P < 0.05$

3 讨论

高血压是心脑血管疾病的重要危险因素,在我国高血压相关疾病所带来的社会负担越来越重^[2]。高血压药物治疗的弊端日益凸显,而运动作为生活方式控制中的重要一环受到越来越多的重视^[3],尤其对于轻中度高血压患者而言,单独应用运动疗法就可预防和控制高血压。目前的研究表明,运动能够降低血压主要机制是减少高血压相关危险因素,是神经、血管、内分泌功能相互作用下的综合效应^[3]。但是运动降压的机制仍未完全阐明,对运动降低血压机制的研究具有重要意义。本研究通过观察轻度高血压患者单次运动后体内自主神经功能和氧化应激的变化,及其与血压变化的关系,进一步探索运动降压的可能机制。

体循环血管阻力作为左心室后负荷的主要指标,主要受血管和体液因素的影响,与患者血压之间关系密切,高血压患者的 SVR 高于正常人。本研究的结果显示单次运动后血压下降的同时 SVR 也下降,SVR 与血压变化之间具有一致性。

心率变异性作为一个无创定量反映心脏自主神经张力及其调节功能的检测方法,对评价高血压等心血管病进程中自主神经的变化具有非常重要的临床价值^[4]。原发性高血压患者的心率变异性下降,从而发生心血管事件几率及猝死的危险性增大。随着交感神经张力的增高和迷走神经张力的降低,HRV

下降是预测心血管疾病死亡的独立危险指标^[5]。本研究结果显示,与运动前相比,受试者运动后即刻的 HRV 各指标发生变化,反映交感神经和迷走神经双重调节的 LF 降低,反映迷走神经张力的 HF 升高,反映交感神经和迷走神经张力平衡的 LF/HF 降低,反映自主神经总体变化的 SDNN 升高。Montano 等^[6]研究发现,原发性高血压患者交感神经张力增高,副交感神经张力降低,其程度与血压的高低呈正相关。而运动应激使迷走神经兴奋,代偿性地拮抗了部分交感神经兴奋的作用,与本研究结果一致。Po-ber 等^[7]对 11 例受试者进行 60min 的 65%最大耗氧量的自行车运动,通过对 HRV 监测发现副交感神经活性增强,交感神经活性减弱,并认为这种单次运动所产生自主神经功能改善与长期运动所产生的自主神经功能改善相类似,单次运动所产生的效果较弱。本研究结果也同样显示了运动前后受试者的自主神经功能的改善,并且 MABP 和 SVR 的变化与之相关。运动对高血压患者 HRV 影响的研究中多以有氧运动为主要干预方式^[8-9],结论较为一致,即长期中等强度有氧运动可导致安静状态下的心交感神经张力降低以及心迷走神经张力增强。本研究证实了单次运动对自主神经功能的调节作用,而长期运动的降压效应可以看作是单次运动效应的累积。总之,运动对高血压患者自主神经功能的调节是运动降压的重要机制之一。

高血压患者氧化应激水平的升高不仅参与了血压升高的病理生理机制,也是高血压患者易患冠心病、动脉粥样硬化的重要原因^[10],同时高血压患者的抗氧化保护水平低于正常人^[11]。LOOH是脂质过氧化的代表产物,其含量可以准确反映机体氧化应激水平^[12]。本研究结果显示,运动后脂质氢过氧化物 LOOH 浓度升高,说明运动后受试者体内氧化应激增强。本研究结果中 LOOH 的浓度在运动后升高又降低并回到运动前的变化趋势,是单次急性运动所产生的氧化应激一过性增强。Bailey 等^[13]证明人体急性运动后可引起肌肉内活性氧堆积和脂质过氧化,近期再次证明了大强度运动诱导肌肉内活性氧产生增加。本研究运动后 LOOH 的变化独立于 MABP 和 SVR 的变化,这说明单次运动并没有立即通过降低氧化应激水平使得血压降低。单次运动后的血压降低可能是通过其他通路所产生的,也可能与本研究设定运动强度和运动时间有关,有待进一步研究。单次运动与长期运动所产生的氧化应激水平变化不同。一些研究显示,长期规律运动能改善患者的氧化应激并降低血压。Kurban 等^[14]研究表明,3个月的长期规律运动训练使2型糖尿病患者血清中活性氧浓度降低,同时患者的血压显著低于运动前。也有较短期的运动训练显示氧化应激改善,这可能与选择的运动方式有关,Morikawa 等^[15]发现3天连续的有氧间断运动可以改善变异性心绞痛患者氧化应激和炎症反应状态。大量研究表明,运动对氧化还原平衡调节存在两面性^[16],合适的运动方式仍有待进一步探索。单次急性运动使受试者氧化应激一过性增强,长期规律运动是高血压患者降低体内氧化应激更为有效的方式。

本研究为高血压患者临床上运动处方的制定提供了依据,运动疗法通过运动应激对患者的自主神经功能和氧化应激水平进行调节,进而降低患者血压。通过对比其他文献研究,笔者同时也注意到运动疗法只有长期有规律地坚持才能取得较好的效果。为了探究不同运动方式的运动降压机制,可在后期研究中对受试者进行进一步的效应观察,并评估其自主神经和氧化应激改善情况。

参考文献

- [1] Montero D, Roche E, Martinez-Rodriguez A. The impact of aerobic exercise training on arterial stiffness in pre- and hypertensive subjects: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Cardiol*, 2014, 173(3):361—368.
- [2] Perkovic V, Huxley R, Wu Y, et al. The burden of blood pressure-related disease: a neglected priority for global health [J]. *Hypertension*, 2007, 50(6):991—997.
- [3] Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36(3):533—553.
- [4] Prinsloo GE, Rauch HG, Derman WE. A brief review and clinical application of heart rate variability biofeedback in sports, exercise, and rehabilitation medicine[J]. *Phys Sportsmed*, 2014, 42(2):88—99.
- [5] Drenjancevic I, Grizelj I, Harsanji-Drenjancevic I, et al. The interplay between sympathetic overactivity, hypertension and heart rate variability (review, invited)[J]. *Acta Physiol Hung*, 2014, 101(2):129—142.
- [6] Montano N, Porta A, Cogliati C, et al. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2009, 33(2):71—80.
- [7] Pober DM, Braun B, Freedson PS. Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36(7):1140—1148.
- [8] Parati G, Ochoa JE. Effects of physical training on autonomic cardiac modulation in hypertension: assessment by heart rate variability analysis[J]. *Hypertens Res*, 2012, 35(1):25—27.
- [9] Gayda M, Bosquet L, Paillard F, et al. Effects of sauna alone versus postexercise sauna baths on short-term heart rate variability in patients with untreated hypertension[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2012, 32(3):147—154.
- [10] Ferroni P, Basili S, Paoletti V, et al. Endothelial dysfunction and oxidative stress in arterial hypertension[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2006, 16(3):222—233.
- [11] Dekleva M, Lazic JS, Pavlovic-Kleut M, et al. Cardiopulmonary exercise testing and its relation to oxidative stress in patients with hypertension[J]. *Hypertens Res*, 2012, 35(12):1145—1151.
- [12] 常翠青,靳沙沙,吕伟然.营养对运动诱导的自由基损伤的防治作用[J].*中国康复医学杂志*,2014,(06):580—584.
- [13] Bailey DM, McEneny J, Mathieu-Costello O, et al. Sedentary aging increases resting and exercise-induced intramuscular free radical formation[J]. *J Appl Physiol*, 2010, 109(2):449—456.
- [14] Kurban S, Mehmetoglu I, Yerlikaya HF, et al. Effect of chronic regular exercise on serum ischemia-modified albumin levels and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus [J]. *Endocr Res*, 2011, 36(3):116—123.
- [15] Morikawa Y, Mizuno Y, Harada E, et al. Aerobic interval exercise training in the afternoon reduces attacks of coronary spastic angina in conjunction with improvement in endothelial function, oxidative stress, and inflammation[J]. *Coron Artery Dis*, 2013, 24(3):177—182.
- [16] 刘静,龙建纲,刘健康.运动与氧化还原信号调控[J].*生理科学进展*,2014,(4):263—266.