

# 不同运动方式改善原发性高血压患者自主神经功能的疗效对比

王建晖, 杨保元, 刘春敏

**【摘要】 目的:**探讨有氧抗阻运动对原发性高血压患者产生降压疗效的自主神经功能变化。**方法:**将106例原发性高血压患者随机分为3组,抗阻组(35例)、有氧组(36例)以及联合组(35例),3组在口服药物的基础上分别进行中等强度抗阻运动、慢跑以及有氧抗阻运动辅助治疗。疗程结束后,对3组患者进行血流动力学测定和心血管自主神经功能评测。**结果:**疗程结束后,3组收缩压和舒张压均明显低于治疗前(均 $P<0.05$ ),联合组收缩压和舒张压均较抗阻组和有氧组低(均 $P<0.05$ );抗阻组心率变异性(HRV)-高频功率(HF)明显低于治疗前,HRV-低频功率(LF)和HRV-LF/HF明显高于治疗前,有氧组与联合组治疗后HRV-HF明显高于治疗前,HRV-LF和HRV-LF/HF治疗后低于治疗前,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );3组治疗后HRV比较:3组中联合组HRV-HF最高,HRV-LF、HRV-LF/HF联合组最低,其次为有氧组,3组比较差异具有统计学意义(均 $P<0.05$ );疗程结束后有氧组与联合组BPV-LF明显低于治疗前(均 $P<0.05$ ),抗阻组BPV-LF较治疗前明显增高( $P<0.05$ );3组中BPV-HF值差异无显著性( $P>0.05$ ),联合组BPV-LF值最低,其次为有氧组,抗阻组最高,3组差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论:**有氧抗阻运动能够明显改善患者心血管自主神经功能,优于单纯抗阻运动及有氧运动。

**【关键词】** 原发性高血压;联合运动;有氧运动;抗阻运动;心血管自主神经功能

**【中图分类号】** R49;R544.1 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2018.03.012

## Curative effect of different exercise improving autonomic nervous function in patients with essential hypertension

Wang Jianhui, Yang Baoyuan, Liu Chunmin. Department of Rehabilitation Medicine, Nanshi Hospital of Nanyang, Nanyang 473000, China

**【Abstract】 Objective:** To explore the changes of autonomic nervous function by depressurization in primary hypertension patients. **Methods:** All 106 cases of primary hypertension were randomly divided into three groups: the resistance group (35 cases), aerobic group (36 cases) and combination group (35 cases). All three groups accepted oral administration of drugs. The resistance group accepted moderate intensity resistance exercise, the aerobic group accepted jogging, and combination group accepted aerobic resistance movement additionally. After the treatment course, the hemodynamic indexes and cardiovascular autonomic nerve functions in three groups were evaluated. **Results:** After the treatment, systolic and diastolic blood pressure in all three groups were significantly lower than those before treatment (all  $P<0.05$ ). Systolic and diastolic blood pressure in combination group was relatively lower than in resistance and aerobic groups (all  $P<0.05$ ). The heart rate variability (HRV)-high frequency (HF) in resistance group was significantly lower than that pretreatment, and HRV-low frequency (LF) and HRV power-LF/HF were significantly higher than pretreatment. HRV-HF in aerobic group and combination group were significantly higher and HRV-LF and HRV-LF/HF were significantly lower than those pretreatment (all  $P<0.05$ ). After treatment, HRV-HF was the highest and HRV-LF and HRV-LF/HF lowest in combination group, followed in aerobic group (all  $P<0.05$ ); BPV-LF in aerobic group and combination group were significantly lower than pretreatment, and BPV-LF in resistance group was higher than pretreatment (all  $P<0.05$ ). There were no significant differences among three groups ( $P>0.05$ ). BPV-LF was lowest in combination group, followed in aerobic group, and lowest in resistance group (all  $P<0.05$ ). **Conclusion:** Aerobic resistance exercise can significantly improve autonomic nervous system in patients with primary hypertension, and is superior to resistance or aerobic exercise alone.

**【Key words】** primary hypertension; combined training; aerobic exercise; resistance movement; autonomic nervous system

收稿日期:2017-12-14

作者单位:南阳南石医院康复医学科,河南 南阳 473000

作者简介:王建晖(1978-),男,主治医师/副主任技师,主要从事临床康复诊治方面的研究。

原发性高血压患病率居高不下,严重威胁人类健康。做到早期预防、稳定治疗,可使原发性高血压及其并发症得到预防、控制。1989年由世界卫生组织/国际高血压学会修订的高血压治疗指南中,运动疗法作为非药物降压疗法被推广,之后其疗效也被多项研究所证实<sup>[1-3]</sup>,广受好评。运动类型包括抗阻运动、有氧耐力运动,研究显示长期的运动疗法所产生的疗效较单纯使用降压药物好<sup>[4-5]</sup>,其作用机制尚不能明确。心血管自主神经功能紊乱是高血压的重要患病机制之一,但关于抗阻运动、有氧运动以及有氧抗阻运动三者对原发性高血压患者自主神经功能调节影响的临床报道较少。因此,我们进行了与其相关的前瞻性研究,希望能为临床治疗方式的选择提供理论依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2014年5月~2017年6月南阳南石医院收治的原发性高血压患者。纳入标准:符合原发性高血压病诊断标准<sup>[6]</sup>,3次测得收缩压 $\geq 140$ mmHg,舒张压 $\geq 90$ mmHg;依从性高,可完成运动项目;纳入本研究前6个月未进行规律运动者;对本研究知情,并签署知情同意书;通过我院伦理委员会审核。排除标准:继发性高血压;因各种原因导致的运动功能受限者;高血压3级,血压 $\geq 180/110$ mmHg;心、肾、肺功能严重损害者及精神疾病患者;使用雌激素等对心血管系统有影响的药物;无法随访者。根据上述标准,共纳入患者106例。随机将患者分为3组:抗阻组(35例)、有氧组(36例)以及联合组(35例)。3组一般资料比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。见表1。

1.2 方法 3组在口服药物的基础上进行运动辅助治疗。运动前准备:所有患者测量身高、体重,计算BMI,测定 $VO_2 \max$ ,次日测定血流动力学参数及心血管自主神经功能指标,于第3天开始接受运动干预,3组每周均运动3d,2次/d,运动期间监测心率、血压,防止不良事件发生,连续24周。抗阻组:选择中等强度抗阻运动,主要项目包括:单臂哑铃弯举、哑铃交替弯举、斜卧哑铃弯举、摆铃弯举、坐姿划船、坐姿腿屈伸

等,选择2~3项,RM值40%~55%,每组10次,共30min;有氧组:选择慢跑30min,40%~55% $VO_2 \max$ ,全程1.5~2.5km;联合组:先进行有氧运动,之后进行抗阻运动,具体方法、运动强度及时间同另外两组一致。

1.3 评定标准 所有受试者在治疗前及运动后静候15min,进行血流动力学测定和心血管自主神经功能评测。其中收缩压和舒张压采用标准水银柱血压计测量。心血管自主神经功能评测时患者取仰卧位,选用生物信号处理和分析系统(PowerLab,澳大利亚),自回归模型频谱分析法计算患者血压变异性(blood pressure variability, BPV)和心率变异性(Heart rate variability, HRV),其中包括:高频(High frequency, HF)功率、低频(Low frequency, LF)功率、LF/HF比值。右手指处同步记录逐跳动脉血压信号(日本Panasonic公司无创血压监测仪),均持续测量5min。

1.4 统计学方法 应用SPSS 18.0软件包进行数据处理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,在正态性及方差齐性检验之后,属正态分布时行 $t$ 检验,非正态分布时使用Wilcoxon秩和检验,多个均数之间两两比较使用 $q$ 检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者血压变化 治疗后,3组收缩压和舒张压均明显低于治疗前(均 $P<0.05$ )。治疗后3组间比较:联合组收缩压和舒张压均较抗阻组和有氧组低(均 $P<0.05$ ),有氧组和抗阻组比较差异无统计学意义。见表2。

2.2 治疗前后HRV变化 疗程结束后,抗阻组HRV-HF明显低于治疗前( $P<0.05$ ),HRV-LF和HRV-LF/HF明显高于治疗前(均 $P<0.05$ )。有氧组与联合组治疗后HRV-HF明显高于治疗前,HRV-LF和HRV-LF/HF治疗后低于治疗前(均 $P<0.05$ )。3组治疗后HRV比较:3组中联合组HRV-HF最高,其次为有氧组,再次为抗阻组;HRV-LF、HRV-LF/HF联合组最低,其次为有氧组,再次为抗阻组,3组比较差异均具有显著性(均 $P<0.05$ )。见表3。

表1 3组一般资料比较

组别	<i>n</i>	男/女 (例)	平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	平均身高 (m, $\bar{x} \pm s$ )	平均体重 (kg, $\bar{x} \pm s$ )	BMI ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	病程 (年, $\bar{x} \pm s$ )	$VO_2 \max$ [ $\text{ml}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ , $\bar{x} \pm s$ ]
抗阻组	35	18/17	57.50 $\pm$ 13.05	1.68 $\pm$ 0.05	75.97 $\pm$ 7.42	28.91 $\pm$ 4.10	5.79 $\pm$ 2.23	31.72 $\pm$ 4.05
有氧组	36	18/18	56.30 $\pm$ 14.11	1.66 $\pm$ 0.10	77.75 $\pm$ 6.74	26.96 $\pm$ 3.97	5.91 $\pm$ 2.31	31.72 $\pm$ 4.05
联合组	35	20/15	55.12 $\pm$ 13.20	1.67 $\pm$ 0.11	76.87 $\pm$ 7.55	27.75 $\pm$ 4.13	5.84 $\pm$ 2.30	31.72 $\pm$ 4.05

2.3 治疗前后 BPV 变化 疗程结束后有氧组与联合组 BPV-LF 明显低于治疗前(均  $P < 0.05$ ),抗阻组 BPV-LF 较治疗前明显增高( $P < 0.05$ );3 组治疗后 BPV-LF 比较:联合组最低,其次为有氧组,抗阻组最高,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),BPV-HF 值 3 组治疗前后及治疗后组间比较差异无统计学意义。见表 4。

表 2 3 组血压治疗前后比较 mmHg,  $\bar{x} \pm s$

组别	n	收缩压		舒张压	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
抗阻组	35	147.60±11.54	137.42±5.25 <sup>a</sup>	96.56±8.30	85.32±5.65 <sup>a</sup>
有氧组	36	148.35±10.60	136.76±6.30 <sup>a</sup>	96.43±8.31	84.20±6.54 <sup>a</sup>
联合组	35	147.83±11.29	125.33±5.70 <sup>abc</sup>	97.65±7.89	73.21±4.78 <sup>abc</sup>

与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与抗阻组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与有氧组比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$

表 3 3 组治疗前后 HRV 变化比较 ms,  $\bar{x} \pm s$

组别	n	时间	HRV-HF	HRV-LF	HRV-LF/HF
抗阻组	35	治疗前	56.24±2.06	42.26±2.30	38.31±2.02
		治疗后	50.63±2.30 <sup>a</sup>	47.37±2.20 <sup>a</sup>	43.81±2.21 <sup>a</sup>
有氧组	36	治疗前	56.55±2.25	43.51±2.21	41.20±2.50
		治疗后	60.32±2.01 <sup>ab</sup>	39.48±2.11 <sup>ab</sup>	30.19±2.01 <sup>ab</sup>
联合组	35	治疗前	57.28±2.43	44.42±2.20	40.30±2.26
		治疗后	64.55±2.14 <sup>abc</sup>	36.32±2.20 <sup>abc</sup>	25.72±2.11 <sup>abc</sup>

与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与抗阻组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与有氧组比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$

表 4 3 组治疗前后 BPV 变化比较 mmHg,  $\bar{x} \pm s$

组别	n	BPV-HF		BPV-LF	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
抗阻组	35	6.85±1.35	6.81±1.20	9.88±2.61	12.42±2.02 <sup>a</sup>
有氧组	36	6.83±1.43	6.71±1.42	9.82±1.98	7.53±2.31 <sup>ab</sup>
联合组	35	6.80±1.28	6.67±1.41	9.92±2.03	5.84±1.56 <sup>abc</sup>

与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与抗阻组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与有氧组比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$

### 3 讨论

运动康复疗法是治疗原发性高血压的重要辅助方法之一,可有效降低 1 级和 2 级原发性高血压患者血压,其机制较为复杂,目前仍在进一步研究中。猜测可能与运动可降低血容量和外周阻力,改变血管运动中枢适应性,调节患者情绪,纠正原发性高血压的危险因素等有关<sup>[7]</sup>。关于调节自主神经系统功能的研究相对较少。

自主神经功能主要包括交感神经系统与副交感神经系统,其在心血管系统功能中具有重要意义。原发性高血压患者出现心血管自主神经功能紊乱现象,表现为交感神经异常激活,迷走神经功能相对减弱,交感-迷走均衡性破坏,且呈现交感优势,压力反射功能明显受损。临床研究已证实 HRV 是心血管疾病严重程度和预后的独立危险因素,而 BPV 则可定量评价血

管自主神经活动<sup>[8-9]</sup>。HRV、BPV 是反映自主神经功能状态的无创检测项目,HRV-HF 可有效反映迷走神经调节功能,HRV-LF 则反映交感神经与副交感神经的复合调节功能,LF/HF 比值可反映交感与迷走神经的动态平衡状态<sup>[10]</sup>。BPV-HF 是由呼吸运动对血压的机械效应,BPV-LF 反映阻力血管节律性活动,主要为交感神经缩血管神经纤维调节外周血管的结果。BPV-LF 升高可说明患者存在自主神经功能紊乱<sup>[11-13]</sup>。随着 HRV、BPV 不断被深入研究,其在临床及科研中被推广与应用,这对阐明心血管调节机制也开辟了一条新的途径,同时对研究高血压的发病机理、疗效和预后评估均具有重大临床意义。

在保障安全的前提下,抗阻运动的练习对原发性高血压患者具有积极效果。研究显示抗阻运动与有氧运动相比,其收缩压降低效果没有有氧运动显著<sup>[14-15]</sup>。本研究结果与其一致,结果显示:虽然疗程结束,采用抗阻运动的患者收缩压与舒张压均较治疗前明显降低,但其效果并没有其他两组好,且 3 组比较,HRV-HF 最低,HRV-LF、HRV-LF/HF、BPV-LF 最高;说明抗阻运动在改善患者心血管自主神经功能方面较有氧运动及有氧抗阻运动差;其发生原因有待进一步研究。因此,对于轻度高血压患者,我们认为应先进行约 1 个月的有氧训练,然后再接受低强度、高频率的抗阻训练。

有氧运动是防治高血压进展较为常见的康复方式,主要形式包括慢跑、步行和太极拳等,运动有节奏,强度较低,持续时间长,耗脂的同时提高心肺功能,且可明显改善患者情绪。调查显示有氧运动可明显降低人体体循环儿茶酚胺水平,抑制了交感神经系统的过度活化<sup>[16]</sup>。另有研究显示长期中等强度有氧运动能降低受试者静息状态下的心交感神经张力,增强心迷走神经张力<sup>[17]</sup>。本研究疗程结束后,有氧组的收缩压和舒张压均明显低于治疗前,收缩压平均下降(10.18±6.29)mmHg,舒张压平均下降(12.23±1.77)mmHg,说明有氧运动可明显降低原发性高血压患者的血压,产生与降压药物疗效相似的结果,且无明显不良反应,其所产生的疗效机制可能是有氧运动改善了患者的自主神经功能紊乱。国外资料显示<sup>[18]</sup>:有氧运动可降低高血压患者安静时收缩压(约 8mmHg)和舒张压(约 5mmHg)。Dimeo 等<sup>[4]</sup>研究也证实,对降压效果不佳的难治性高血压患者进行 8~12 周有氧运动,收缩压平均下降 6mmHg,舒张压下降 3mmHg。本研究结果显示,有氧组治疗后 HRV-HF 明显高于治疗前,HRV-LF 和 HRV-LF/HF 治疗后低于治疗前( $P < 0.05$ );说明有氧运动可改善交感神

经张力过高的自主神经功能紊乱,促进迷走神经兴奋性增加,从而维持交感神经与迷走神经的平衡及稳定。有氧组 BPV-LF 明显低于治疗前( $P < 0.05$ ),说明有氧运动减弱了外周血管交感活动,外周阻力下降。但纳入本研究的 3 组中,联合组收缩压和舒张压均较抗阻组和有氧组低( $P < 0.05$ ),收缩压和舒张压下降值也明显高于抗阻组与有氧组( $P < 0.05$ );且联合组 HRV-HF 值是 3 组中最高,HRV-LF、HRV-LF/HF、BPV-LF 值联合组最低( $P < 0.05$ )。说明有氧抗阻运动能够明显改善患者心血管自主神经功能,优于单纯抗阻运动及有氧运动。国外研究显示<sup>[19]</sup>,有氧抗阻运动可降低患者血压 5~7mmHg,且单次有氧抗阻运动与长期抗阻运动的降压幅度差异无显著性。另有研究则证实<sup>[20]</sup>,有氧训练结合抗阻运动可有效改善冠状动脉疾病患者心肺功能和运动能力。在一项对比研究中<sup>[21]</sup>,也显示有氧运动联合抗阻运动所产生的降压效果较单纯有氧运动或抗阻运动好。

关于运动时间,研究认为 3~20min 的单个运动所产生的降压疗效可维持数小时,而 30~60min/d 的运动为最为适宜<sup>[7]</sup>。至于运动频率,尚未找到每周运动次数与降压效果关系的报道。本研究中 3 组每周均运动 3d,2 次/d,30min/次,取得较好疗效,能够明显改善患者心血管自主神经功能。但我们认为对于体质指数异常的原发性高血压患者,为达到理想降压效果,最好养成每天运动的习惯。值得注意的是,运动治疗原发性高血压应遵循循序渐进的原则,且在患者进行运动前,应因人而异,进行医学评估后制定个性化运动方案,运动期间做到实时监控。另外,因为运动疗法是一种辅助疗法,应考虑药物对运动的影响,例如利尿剂会影响原发性高血压患者的散热能力,患者应根据运动环境变化及时补液。本研究由于样本量有限,研究可能存在不足,运动可以降压和降低自主神经兴奋性有关,至于不同方式的运动训练的运动频率、频度、维持或持续时间与降低自主神经兴奋性关系又如何?今后需要进一步研究证实。

### 【参考文献】

- Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2013,2(1):e004473.
- Dimeo F, Pagonas N, Seibert F, et al. Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension[J]. *Hypertension*, 2012, 60(3):653-658.
- 王久亮,郝利霞. 有氧运动和抗阻运动对原发性高血压患者自主神经功能干预效果对比研究[J]. *神经损伤与功能重建*, 2016, 11(6):560-561,568.
- Del Rio R, Quintanilla RA, Orellana JA, et al. Neuron-Glia Crosstalk in the Autonomic Nervous System and Its Possible Role in the Progression of Metabolic Syndrome: A New Hypothesis[J]. *Front Physiol*, 2015,1(6):350.
- 贾丽晔,郭琪,王鹏程,等. 运动疗法对心血管疾病患者的影响和作用机理研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(9):1041-1044.
- 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2010[J]. *中华心血管病杂志*, 2011, 40(8):701-743.
- 王俊巧. 原发性高血压的治疗进展[J]. *中国医药指南*, 2012, 10(17):452-453.
- 高玉梅,叶琳,刘振东,等. 老年高血压患者家庭自测血压变异性与心率变异性的相关性研究[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2014, 16(4):374-376.
- 贾志越,关欣,王国凤,等. 血压变异性与心率变异性的相关性分析[J]. *中国药物与临床*, 2015, 15(5):683-685.
- Ryder JR, OConnell M, Bosch TA, et al. Impaired cardiac autonomic nervous system function is associated with pediatric hypertension independent of adiposity[J]. *Pediatr Res*, 2016, 79(1-1):49-54.
- Kawase M, Komatsu T, Nishiwaki K, et al. Heart rate variability and arterial blood pressure variability show different characteristic changes during hemorrhage in isoflurane-anesthetized, mechanically ventilated dogs[J]. *Anesth Analg*, 2002, 94(1):16-21.
- 李萃,董蕾,刘遂心,等. 心血管神经症患者自主神经功能的变化及综合运动干预对其的影响[J]. *中国循环杂志*, 2017, 32(4):322-325.
- Barroso R, Silva-Filho AC, Dias CJ, et al. Effect of exercise training in heart rate variability, anxiety, depression, and sleep quality in kidney recipients: A preliminary study[J]. *J Health Psychol*, 2016, 21(1):1359105316676329.
- 孙漾丽,白起君. 有氧运动对老年顽固性高血压患者心血管自主神经功能的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2015, 17(16):4600-4602.
- 黄伟. 不同运动方式对顽固性高血压患者心血管自主神经功能的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2014, 33(5):431-439.
- 王松涛,曾云贵,赵晋. 健步走锻炼对原发性高血压病患者自主神经功能的影响[J]. *现代预防医学*, 2007, 34(15):2848-2851.
- 张学领. 长期有氧运动对原发性高血压患者心血管自主神经功能的调节[J]. *河南大学学报(自然科学版)*, 2015, 45(1):73-77.
- Goldberg MJ, Boutcher SH, Boutcher YN. The effect of 4 weeks of aerobic exercise on vascular and baroreflex function of young men with a family history of hypertension[J]. *J Hum Hypertens*, 2012, 26(11):644-669.
- 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.
- Liu SX, Chen YY, Xie KL, et al. Effects of aerobic exercise combined with resistance training on the cardiorespiratory fitness and exercise capacity of patients with stable coronary artery disease [J]. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*, 2017, 45(12):1067-1071.
- Anunciacao PG, Farinatti PT, Goessler KF, et al. Blood pressure and autonomic responses following isolated and combined aerobic and resistance exercise in hypertensive older women[J]. *Clin Exp Hypertens*, 2016, 38(8):710-714.