

有氧结合抗阻训练对原发性高血压患者血压变异性及血液相关指标的影响

张园园¹ 冯慧¹ 开绍江¹ 姚威¹ 王磊² 张郁青³ 潘化平¹

¹南京医科大学附属江宁医院康复医学科 211100; ²南京中医药大学康复医学系 211100;

³南京医科大学附属江宁医院心内科 211100

通信作者:潘化平, Email: panhp007@hotmail.com

【摘要】 **目的** 观察有氧结合抗阻训练对原发性高血压患者血压变异性(BPV)及血液相关指标的影响。**方法** 将90例原发性高血压患者按照随机数字表法分为常规治疗组、有氧运动组、联合治疗组,每组30例。3组患者均给予常规降压药物治疗,有氧运动组在常规基础上增加有氧运动训练,联合治疗组在有氧运动组基础上增加抗阻训练。治疗前、治疗12周后(治疗后),观察3组患者24h收缩压(SBP)、舒张压(DBP)的平均值及标准差,进行血液指标检查,计算血浆致动脉硬化指数。**结果** 治疗前,3组患者24hSBP、24hDBP及24hSSD、24hDSD比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。与组内治疗前比较,3组患者治疗后24hSBP、24hDBP均有所下降($P<0.05$)。与常规治疗组比较,有氧运动组、联合治疗组治疗后24hSBP、24hDBP均显著下降($P<0.05$)。与有氧运动组治疗后比较,联合治疗组治疗后24hSBP[(126.3±7.56)mmHg]、24hDBP[(84.2±5.1)mmHg]均显著下降($P<0.05$)。与组内治疗前比较,有氧治疗组、联合治疗组治疗后24hSSD下降($P<0.05$)。与常规治疗组治疗后比较,有氧治疗组、联合治疗组24hSSD下降($P<0.05$)。3组患者治疗前AIP、Lp-PLA2比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。与组内治疗前比较,有氧运动组、联合治疗组AIP、Lp-PLA2均有所下降($P<0.05$)。与常规治疗组比较,有氧运动组、联合治疗组AIP、Lp-PLA2均有所降低($P<0.05$)。与有氧运动组治疗后比较,联合治疗组AIP(2.08±0.23)有所降低($P<0.05$)。**结论** 降压药物能够降低血压,但不能有效控制血压变异、降低血脂、改善动脉硬化指数。长期有规律的有氧运动能使中老年高血压患者BPV下降,血脂、动脉硬化指数降低、心血管疾病风险降低。有氧运动结合轻中度循环阻力运动在改善上述指标方面的效果较好。

【关键词】 有氧运动; 抗阻训练; 高血压; 血压变异性; 动脉硬化; 脂蛋白磷脂酶 A2

基金项目:南京市医学科技发展基金项目(YKK15201)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.05.008

Aerobic exercise combined with mild to moderate circulatory resistance exercise can improve blood pressure variability and other circulatory indexes of persons with hypertension

Zhang Yuanyuan¹, Feng Hui¹, Kai Shaojiang¹, Yao Wei¹, Wang Lei², Zhang Yuqing³, Pan Huaping¹

¹Department of Rehabilitation Medicine, Jiangning Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 211100, China;

²Department of Rehabilitation Medicine, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 211100, China;

³Cardiology Department, Jiangning Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing 211100, China

Corresponding author: Pan Huaping, Email: panhp007@hotmail.com

【Abstract】 **Objective** To observe the effect of aerobic exercise combined with impedance training on the blood pressure variability and other blood-related indexes of patients with hypertension. **Methods** Ninety patients with essential hypertension were randomly divided into group A, group B and group C, each of 30. All were treated with conventional anti-hypertensive drugs. Groups B and C additionally underwent 40 minutes of aerobic training and group C also received resistance training. There were 3 training sessions a week for 12 weeks. Each subject's 24 h systolic blood pressure (24hSBP), 24 h diastolic blood pressure (24hDBP) and their standard deviations were observed before and after the 12 weeks. Blood indexes were examined and a plasma arteriosclerosis index was calculated. **Results** Before the treatment, there were no significant differences in any of the average measurements among the three groups. After the treatment, the average 24hSBP and 24hDBP of all three groups had decreased significantly, but larger decreases were observed in groups B and C. Compared with group B, the average 24hSBP and 24hDBP of group C had decreased significantly more. The average levels of atherogenic index of plasma (AIP) and lipoprotein phospholipase A2 of groups B and C were significantly lower than before the treatment and also significantly lower than

group A's average. The decrease in group C was significantly greater than in group B. **Conclusions** Anti-hypertensive drugs can lower blood pressure, but cannot effectively control blood pressure variation, reduce blood lipids or improve the arteriosclerosis index. Long-term, regular aerobic exercise can decrease these indicators and reduce cardiovascular disease risk in elderly patients with hypertension. Aerobic exercise combined with mild to moderate circulatory resistance exercise is more effective than aerobic exercise alone.

【Key words】 Aerobic exercise; Resistance training; Hypertension; Blood pressure variability; Arteriosclerosis; Lipoprotein phospholipase A2

Fund program: A Nanjing Medical Science and Technology Development Fund Project (no. YKK15201)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.05.008

高血压是导致动脉硬化的主要危险因素。有研究指出,血压变异性(blood pressure variability, BPV)也是导致动脉硬化的危险因素之一^[1]。一般来讲,血压随生理和环境的变化而变化,以保证器官足够的血流量,正常的血压曲线为双峰一谷的规律,这种血压波动称为 BPV,其表示个体在一定时间内血压波动的程度,通常以血压在一定时间内变化的标准差来表示。有氧运动疗法被认为是防治轻中度高血压的有效方法^[2-3],长期有规律的有氧运动,不仅利于降低血压,还可以降低 BPV、降低血脂、改善血液粘度、改善动脉硬化。近年来,有研究指出抗阻训练也是防治高血压的有效运动补充方式^[4-5],但抗阻运动对于 BPV 和血液指标有何作用和不良反应,国内尚鲜见报道。结合课题组前期实验结果,本研究采用有氧结合抗阻运动的训练形式,对轻中度原发性高血压患者进行运动干预,观察运动方式对于高血压患者的阶段性降压效果,并进行对比分析。

对象与方法

一、研究对象

选取 2016 年 6 月至 2018 年 2 月在南京医科大学附属江宁医院心内科和康复科心肺康复门诊就诊的轻中度原发性高血压患者 90 人。纳入标准:①年龄 45~70 岁;②高血压病程在 3 个月以上,靠单纯饮食控制血压仍未达标,尚未使用任何药物治疗;③非同日 3 次测量上肢血压,收缩压(systolic blood pressure, SBP)在 140~180 mmHg 之间和(或)舒张压(diastolic blood pressure, DBP)在 90~110 mmHg 之间;④自愿参加实验,并能配合完成评估。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、心动过速、不稳定性心绞痛、心衰、严重肝肾功能障碍等患者;④合并肌肉关节病变、感染类疾病不能运动者;⑤半年内规律性地参加运动者;⑥年龄>70 岁。

研究前对受试者的一般情况、病史、健康状况进行了解,检测心电图、超声心动图等心血管系统指标及血糖、血脂、尿素氮等生化指标,旨在鉴别受试者是否为原发性高血压、其级别及有无合并症等,以确定其为原发性 1、2 级高血压患者。共 90 位患者接受 12 周的研究,研究方案通过南京市江宁医院伦理审批委员会批准。患者均签署知情同意书。按照随机数字表法将患者分为常规治疗组、有氧运动组、联合治疗组,每组 30 例。3 组患者年龄、性别、病程、体重指数(body mass index, BMI)等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

二、治疗方法

对 90 名高血压患者进行为期 12 周的药物和运动干预。常规治疗组只给予常规降压药物治疗,且保持原先生活方式不变,药物均为长效制剂,如非病情需要一般不轻易改变药物类型及增加药物剂量;除降压药物外未使用其他药物如降脂药物。有氧运动组和联合治疗组除常规药物治疗外,参加集中式的运动训练,每组累计的总运动时间相等,控制在 40 min,运动前后均有 5 min 热身和整理时间,40 min 分成两阶段训练,中间可休息 10 min。有氧运动组为 40 min 有氧平板步行运动,联合治疗组为 20 min 的平板步行运动及 20 min 的抗阻训练。每周 3 次,持续 12 周。

表 1 3 组患者一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	性别(例)		病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	心率 (次/分, $\bar{x}\pm s$)	SBP (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	DBP (mmHg, $\bar{x}\pm s$)
			男	女					
常规治疗组	30	58.7±8.6	21	9	5.9±2.7	26.1±4.6	74.9±6.1	153.2±12.5	94.9±8.3
有氧运动组	30	57.4±8.9	19	11	7.6±4.1	25.3±3.9	75.4±6.2	156.7±11.6	96.5±8.4
联合治疗组	30	56.8±9.5	18	12	5.8±2.5	25.8±4.7	76.7±5.3	154.2±13.9	95.8±7.9

有氧运动方案:研究开始前 3 d,测定受试者的峰值摄氧量 $VO_{2peak}^{[6]}$ 。 VO_{2peak} 的测定采用 K4b2 心肺功能测定仪,分别进行两次心肺运动试验,由心肺评估医师观察每位受试者的 VO_{2peak} ,记录两次的均数并记录,测定参与者运动心肺测试至主观感觉不能再坚持运动时的 VO_2 峰值,即为 VO_{2peak} 值。在运动测试过程中进行动态心电图监测。根据每位患者运动评估结果确定有氧运动强度,以 40%~60% VO_{2peak} 的强度进行平板步行训练。

抗阻训练方案:研究开始前对受试者进行运动能力评估^[5],确定运动强度,方法是先测定训练特定肌群能完成 10 次动作的最大负荷量,即最大值(10 repetition maximum, 10RM)。所有患者在测定前均热身 5 min,测定及训练的设备采用德国 Compass 系列的运动控制力量训练系统进行。测定值作为抗阻训练的基数,制订运动方案,每 2 周重新测定 1 次 10RM 值。上肢采用 40%10RM 的运动负荷进行坐位的平推、坐拉和水平内收运动,下肢采用 50%10RM 的运动负荷进行坐靠位的水平推蹬及外展、内收运动。运动时要求持续用力,缓慢进行,每一动作进行 8~10 次为 1 组,组间可稍作休息 1 min,6 个动作各做完一组为 1 个循环,训练时间约 20 min。

运动训练每周 3 次,持续 12 周。实验者在训练及评估时保持室温在 24~27 °C 之间,训练安排在下午 14:00~17:00 间进行。在评估及训练时均嘱其用力时避免憋气,运动中及运动后每 10 min 监测 1 次血压,如血压>180/110 mmHg,则相应降低运动强度,保证运动过程中避免过高的血压波动。运动过程中若出现面色潮红、头晕、关节及肌肉疼痛等不适,则立即停止运动。

三、观察指标

1. 动态血压检测:采用动态血压检测仪进行无创动态血压检测^[7],测量间隔时间昼间(06:00~21:59)每 30 min 1 次,夜间(22:00~05:59)每 60 min 1 次,计算软件自动剔除无效数据,所测参数>80%有效,以 mm Hg(1 mmHg=0.133 kPa)为血压的单位。监测指标有:24 h 平均收缩压(24h systolic blood pressure, 24hSBP), 24 h 平均舒张压(24h diastolic blood pressure, 24hDBP)。以 24 h 动态血压监测得到的血压标准差作为长时血压变异的指标,包括 24 h 收缩压标准差(24h systolic blood pressure standard deviation, 24hSSD), 24 h 舒张压标准差(24h diastolic blood pressure standard deviation, 24hDSD)。

2. 实验室检查:入选者采血前 8 h 禁食、禁水,2 h 内不能剧烈运动。空腹抽血 10 ml,分离血清,均采用全自动生化分析仪检查生化指标,观察指标为总

胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)。计算血浆致动脉硬化指数(atherogenic index of plasma, AIP), $AIP = \log [TG/HDL-C]$ 。血清脂蛋白磷脂酶 A2(lipoprotein-associated phospholipase A2, Lp-PLA2)活性由酶联免疫吸附(ELISA)法检测,Lp-PLA2 试剂盒由上海江莱生物制品公司提供。采集的血液标本室温下静置 1 h,离心后分离血清存于 Eppendorf 管密封后,置于 -20 °C 冰箱储存备用。操作严格按照试剂说明书进行,所有受试者 12 周治疗前后低温保存的两次血液样品,3 个月内在同一实验条件下由同一名检验医师 1 次检验完成。

四、统计学方法

采用 SPSS 18.0 版统计学软件对数据进行统计学分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)形式表示,组内运动前后指标比较使用自身配对 *t* 检验,组间比较采用重复测量的方差分析, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、3 组患者治疗前、后血压相关指标比较

治疗前,3 组患者 24hSBP、24hDBP 及 24hSSD、24hDSD 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。与组内治疗前比较,3 组患者治疗后 24hSBP、24hDBP 均有所下降($P < 0.05$)。与常规治疗组比较,有氧运动组、联合治疗组治疗后 24hSBP、24hDBP 均显著下降($P < 0.05$)。与有氧运动组治疗后比较,联合治疗组治疗后 24hSBP、24hDBP 均显著下降($P < 0.05$)。与组内治疗前比较,有氧治疗组、联合治疗组治疗后 24hSSD 下降($P < 0.05$)。与常规治疗组治疗后比较,有氧治疗组、联合治疗组 24hSSD 下降($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 3 组患者治疗前、后血压相关指标比较

(mmHg, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	24hSBP	24hDBP	24hSSD	24hDSD
常规治疗组					
治疗前	30	148.2±11.24	99.3±5.9	13.2±4.9	8.9±4.2
治疗后	30	138.7±8.73 ^a	92.8±5.4 ^a	11.9±5.3	8.1±4.3
有氧运动组					
治疗前	30	147.8±9.86	98.9±6.7	14.2±5.2	9.3±3.2
治疗后	30	130.4±8.36 ^{ab}	87.7±6.9 ^{ab}	8.3±5.8 ^{ab}	7.8±3.8
联合治疗组					
治疗前	30	148.3±10.8	97.7±6.8	13.9±4.6	9.1±4.1
治疗后	30	126.3±7.56 ^{abc}	84.2±5.1 ^{abc}	7.2±4.3 ^{ab}	7.6±4.3

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与常规治疗组治疗后比较,^b $P < 0.05$;与有氧运动组治疗后比较,^c $P < 0.05$

二、3 组患者治疗前、后血脂相关指标比较

3 组患者治疗前 AIP、Lp-PLA2 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。与组内治疗前比较,有氧运动组、联合治疗组 AIP、Lp-PLA2 均有所下降($P<0.05$)。与常规治疗组比较,有氧运动组、联合治疗组 AIP、Lp-PLA2 均有所降低($P<0.05$)。与有氧运动组治疗后比较,联合治疗组 AIP 有所降低($P<0.05$)。详见表 3。

表 3 3 组患者治疗前、后血脂相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	AIP	Lp-PLA2(ng/ml)
常规治疗组			
治疗前	30	2.16±0.25	97.8±13.9
治疗后	30	2.15±0.28	93.5±9.8
有氧运动组			
治疗前	30	2.20±0.32	95.8±12.8
治疗后	30	2.10±0.27 ^{ab}	83.8±8.5 ^{ab}
联合治疗组			
治疗前	30	2.22±0.26	102.3±13.2
治疗后	30	2.08±0.23 ^{abc}	83.2±9.3 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与常规治疗组治疗后比较,^b $P<0.05$;与有氧运动组治疗后比较,^c $P<0.05$

讨 论

目前研究认为,原发性高血压是一种低度炎症性疾病,从 EH 的发生、发展到对靶器官的损害,血管炎症是一个主要的、共同的病理特征^[8]。Lp-PLA2 是心血管疾病中一种新的炎症标记物。由巨噬细胞等炎症细胞分泌生成,并受炎症介质调节。Lp-PLA2 可促进动脉粥样硬化形成,是心脑血管疾病独立炎症指标,与心脑血管事件显著相关^[9]。有研究发现,血脂异常是心脑血管疾病的另一重要因素,原发性高血压组血清 Lp-PLA2、TG、LDL 和 LP(α) 水平均高于对照组;血压越高,患者血清 Lp-PLA2 和 LP(α) 水平越高^[8]。适当运动有利于控制血压,降低心血管事件风险。但目前国内外关于血清 Lp-PLA2 水平与运动和高血压关系的报道不多。

BPV 增大是高血压患者靶器官危害的危险因素,尤其是清晨和夜间血压变异程度大,可显著增加靶器官损害和心脑血管事件发生^[1]。据报道,SBP 变异性对颈总动脉内中膜厚度有明显影响^[10]。即使血压控制良好的患者,如若 BPV 较高,即使增大药物剂量,其预后也较差,SBP 变异性甚至可作为冠心病、心衰住院率及卒中发生的强有效预测因子^[10]。BPV 将成为高血压治疗的重要目标。

本研究采用 3 种方案对轻中度高血压患者进行干预,常规治疗组仅提供常规药物治疗,在研究结束后血压虽有所下降,但 BPV、Lp-PLA2、AIP 等指标均无明显变化,提示常规治疗组患者血压虽然得到了控制,但

BPV 仍可能存在,不能有效延缓动脉硬化,仍有较高的心血管事件风险。在临床工作中,选用降压谷/峰比值大的长效药物降低 BPV,也可达到 24 h 平稳降压^[8]。但由于药物的特点不同,服药时间不同,药物的半衰期不同,同时还有药物的服用时间长、副反应大,停药后血压反射性升高等原因,致使高血压的治疗不能仅仅依靠药物,还需要依靠饮食调节及运动^[8]。

国内外已多有研究证实,有氧运动具有干预 BPV 的作用,BPV 主要反映交感和迷走神经对血管调节的动态平衡,反映自主神经功能的完整性,交感神经占优势,BPV 增高,迷走神经为主导,BPV 减少^[1,3]。另外,一氧化氮是血压的主要调节因子,是稳定血压的必要因子。相关研究早已表明,有氧运动可促进血管内皮细胞释放一氧化氮,改善内皮依赖的血管舒张反应,改善氧化应激状态,降低高血压患者的炎症因子水平^[3]。本研究也通过 12 周的运动实验证实了轻中度高血压患者在降压药物控制基础上配合有氧运动不仅有利于降低血压、降低 BPV,还有利于降低血脂,改善动脉硬化。

适度的抗阻训练可作为高血压患者运动方式的一种有效补充方式,但应该采取何种方式的抗阻运动,目前的高血压指南并未有详细推荐^[8]。目前的研究结果认为抗阻训练可以增加外周肌肉力量,增加每日能量消耗,减少脂肪堆积,改善血脂。通过做功效率的提高,可改善心血管的自主神经兴奋性,从而降低外周血管阻力^[11-13]。

本研究通过运动前心肺评估和运动能力的评估,引导患者在监护下进行指定项目的抗阻训练。经过 12 周的有氧结合抗阻运动,患者降压效果显著,不仅较好地控制了血压水平,降低 BPV,降低血脂,而且在降低血压幅度、改善动脉硬化指数上的效果略优于单纯的有氧运动方案。究其原因可能是利用了有氧运动、阻力运动的优点,通过运动心肺评估及运动方案的优化设计,降低了阻力运动的不良反应。但是高血压患者个体差异较大,且高血压患者有血压容易升高且波动较大的特点^[14-15],因此运动过程中应监测心率、血压^[16]。建议每位高血压患者进行专业的心肺评估后再进行规律的个体化有氧抗阻运动。

综上,有氧结合轻中度循环抗阻运动可以作为部分轻中度原发性高血压患者尤其是早期患者的干预方法之一,也可作为服用降压药物的中重度高血压患者的辅助或补充干预方法,其降压效果较好,与降压药物有协同作用,值得应用。

参 考 文 献

[1] 刘文奇,张洪斌.原发性高血压病人血压变异性及有氧运动干预

- 的研究进展 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2016, 14(9): 972-975. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2016.09.015.
- [2] Getty AK, Wisdo TR, Chavis LN, et al. Effects of circuit exercise training on vascular health and blood pressure [J]. *Prev Med Rep*, 2018, 10(1): 106-112. DOI: 10.1016/j.pmedr.2018.02.010.
- [3] 张前锋, 徐晓阳, 李捷. 有氧运动对原发性高血压的降压作用及可能机制 [J]. 中国循环杂志, 2016, 31(12): 1238-1240. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.12.021.
- [4] 马云. 运动干预高血压的研究进展 [J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(9): 829-832. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.09.019.
- [5] 王磊, 高真真, 潘化平, 等. 不同形式的抗阻训练对轻度高血压患者血压的短时及阶段性效应观察 [J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(4): 339-343. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2015.04.006.
- [6] 王磊, 赵志刚, 高真真, 等. 等量间断和持续运动对轻中度高血压患者动态血压和血液流变性的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(1): 45-49. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.010.
- [7] 中国高血压联盟, 中国医师协会高血压专业委员会血压测量与监测工作委员会. 动态血压监测临床应用中国专家共识 [J]. 中华高血压杂志, 2015, 23(8): 727-730.
- [8] 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]. 中华高血压杂志, 2011, 19(8): 701-742.
- [9] 来春林, 邢金平, 胡风云, 等. 脂蛋白相关磷脂酶 A2 与原发性高血压患者发生缺血性卒中的相关性分析 [J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(9): 455-459. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2016.09.002.
- [10] 陈少敏, 陈宝霞, 聂颖, 等. 动态血压水平和血压变异性与心肌做功指数的关系 [J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(4): 304-307. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.04.005.
- [11] Martin M, Krystof S, Jiri R, et al. Modulation of energy intake and expenditure due to habitual physical exercise [J]. *Curr Pharm Des*, 2016, 22(24): 3681-3699.
- [12] Manimmanakorn A, Hamlin MJ, Ross JJ, et al. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes [J]. *J Sci Med Sport*, 2013, 16(4): 337-342. DOI: 10.1016/j.jsams.2012.08.009.
- [13] Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2014, 24(1): 55-61. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2012.01489.x.
- [14] Mitchell JH. Abnormal cardiovascular response to exercise in hypertension: contribution of neural factors [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2017, 312(6): 851-863. DOI: 10.1152/ajpregu.00042.2017.
- [15] Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, et al. Acute effects of exercise on blood pressure: a meta-analytic investigation [J]. *Arq Bras Cardiol*, 2016, 106(5): 422-433. DOI: 10.5935/abc.20160064.
- [16] Sharman JE, La Gerche A, Coombes JS. Exercise and cardiovascular risk in patients with hypertension [J]. *Am J Hypertens*, 2015, 28(2): 147-158. DOI: 10.1093/ajh/hpu191.

(修回日期: 2019-03-02)

(本文编辑: 凌琛)

· 外刊撷英 ·

A preliminary comparison of motor learning across different non-invasive brain stimulation paradigms shows No consistent modulations

BACKGROUND AND OBJECTIVE Non-invasive brain stimulation (NIBS) has been widely explored as a way to safely modulate brain activity and alter human performance for nearly three decades. Research using NIBS has grown exponentially within the last decade with promising results across a variety of clinical and healthy populations. However, recent work has shown high inter-individual variability and a lack of reproducibility of previous results. Here, we conducted a small preliminary study to explore the effects of three of the most commonly used excitatory NIBS paradigms over the primary motor cortex (M1) on motor learning (Sequential Visuomotor Isometric Pinch Force Tracking Task) and secondarily relate changes in motor learning to changes in cortical excitability (MEP amplitude and SICI).

METHODS We compared anodal transcranial direct current stimulation (tDCS), paired associative stimulation (PAS25), and intermittent theta burst stimulation (iTBS), along with a sham tDCS control condition. Stimulation was applied prior to motor learning. Participants ($n=28$) were randomized into one of the four groups and were trained on a skilled motor task. Motor learning was measured immediately after training (online), 1 day after training (consolidation), and 1 week after training (retention).

RESULTS We did not find consistent differential effects on motor learning or cortical excitability across groups.

CONCLUSION Within the boundaries of our small sample sizes, we then assessed effect sizes across the NIBS groups that could help power future studies. These results, which require replication with larger samples, are consistent with previous reports of small and variable effect sizes of these interventions on motor learning.

【摘自: Lopez-Alonso V, Liew SL, Fernández DM, et al. A preliminary comparison of motor learning across different non-invasive brain stimulation paradigms shows No consistent modulations. *Front Neurosci*, 2018, 12: 253. doi: 10.3389/fnins.2018.00253.】