·临床研究·

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*

王 磊[1] 赵志刚[1] 高真真[1] 周 方[1,2]

摘要

目的:比较总运动量相同的间断运动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。

方法:将60例经确诊的轻中度高血压患者随机分为对照组、间断运动组和持续运动组。对照组随意正常生活,不安排特定运动训练;间断运动组每天早、中、晚分3次分别进行20min强度为50% VO_2peak步行运动;持续运动组每晚进行60min相同强度步行运动。运动训练前以及12周运动训练结束之后,监测所有参与者24h的动态血压以及血液流变性变化。观察分析12周运动训练前后的血压和血液流变性变化,并分析两者之间的关系。

结果:对照组各项血压指标在运动训练前后差异无显著性意义($P>0.05$)。训练后组内比较,间断运动组收缩压平均下降了12mmHg,舒张压平均下降了5.8mmHg;持续运动组收缩压平均下降了6.8mmHg,舒张压下降了3.2mmHg。间断运动组和持续运动组24h动态血压与运动训练前相比差异有显著性意义($P<0.05$)。训练后组间比较,间断运动组在训练后24h动态血压下降更为明显,与持续运动组相比,差异有显著性意义($P<0.05$)。对照组12周运动训练前后血液流变性各指标变化无显著性意义($P>0.05$)。12周运动训练前后两个运动组的低切变率下全血黏度、高切变率下全血黏度、血浆比黏度以及红细胞压积的变化都有显著性差异($P<0.05$),且间断运动组的血液流变性改善更加明显($P<0.05$)。而ET、PAR和Fb虽然也出现下降趋势,但无显著性意义($P>0.05$)。

结论:间断运动和持续运动都可以降低轻中度高血压患者的血压以及改善患者的血液流变性,且间断运动的效果更好。

关键词 步行运动;高血压;动态血压;血液流变性

中图分类号:R544.1, R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2016)-01-0045-05

Equal-volume interval and continuous physical exercise on dynamic blood pressure and hemorheology in mild and moderate hypertension/WANG Lei, ZHAO Zhigang, GAO Zhenzhen, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(1): 45—49

Abstract

Objective: To compare the effects of equal-volume interval physical exercise (IPE) and continuous physical exercise (CPE) on dynamic blood pressure(BP) and hemorheology in patients with mild and moderate hypertension.

Method: Sixty patients with hypertension were randomly divided into 3 groups, a control group, IPE group and CPE group. The control group had no specific physical exercise and lived normally. The IPE group was conducted in three 20-min walk at 50% of VO_2peak in the morning, at noon and at night respectively and the CPE group was conducted in 60-min walk at 50% of VO_2peak at night. All participants' dynamic BP and hemorheology were monitored before and after 12 weeks exercise training.

Result: There was no significant difference in blood pressure indexes before and after training in the control group (P>0.05). After training, the systolic blood pressure of IPE group decreased by 12mmHg, and the diastol-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.010

*基金项目:全国高校博士点基金项目(20123237120008)

1 南京中医药大学第二临床医学院,南京,210046; 2 通讯作者

作者简介:王磊,男,博士,副教授;收稿日期:2014-11-14

ic blood pressure decreased by 5.8mmHg; the systolic blood pressure of CPE group decreased by 6.8mmHg, and the diastolic blood pressure decreased by 3.2mmHg. Before and after training, there was significant difference in 24h dynamic blood pressure between the IPE group and the CPE group. Compared with CPE group, the 24h dynamic blood pressure of CPE group decreased obviously after training, the difference was significant. There was no significant difference in blood hemorheology index(P>0.05) before and after training in the control group(12 weeks). The whole blood viscosity at low shear rate, the whole blood viscosity at high shear rate, plasma specific viscosity and hematocrit were significant different between the two groups before and after the 12 week exercise, and the improvement of blood hemorheology in the IPE group was more obvious(P< 0.05). While ET, PAR and Fb were also decreased, but they had no significance(P> 0.05).

Conclusion: The interval and single CPE could reduce BP and improve hemorheology in patients with mild and moderate hypertension, and those of IPE group improved more significantly.

Author's address Nanjing University of Chinese Medicine, 210046

Key word ambulatory exercise; hypertension; dynamic blood pressure; hemorheology

近年来，我国人群高血压患病率呈逐年增长态势，有超过半数的心血管发病与高血压有关[1]。目前我国高血压病的治疗仍以药物治疗为主，长期服药不仅会给机体带来相应的不良反应，同时也给患者带来了较大的经济负担。运动疗法作为高血压最重要的非药物疗法之一，受到人们越来越多的重视，尤其对于轻中度的高血压患者而言，单独应用运动疗法就可预防和控制高血压。大量流行病学和运动介入研究表明，中等强度的有氧运动能显著降低血压，但是最优化的运动方案仍有待临床验证。部分研究证实了短期的间断运动的累积降压效果[2]，但对长期间断运动的累积降压效果研究较少见。本研究通过观察运动总量相同的间断运动和持续运动对于轻中度高血压患者动态血压和血液流变性的影响，分析更方便有效的运动方式，为高血压患者提供运动建议。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取江苏省老年医院心血管科门诊和病房，2014年1—6月收治的60例符合有关诊断和纳入标准的患者。将入选患者使用随机卡的方式随机分为对照组、间断运动组和持续运动组，每组各20例。三组患者在年龄、性别比例、身体质量指数（body mass index, BMI）、病程、血压等方面无显著性差异（$P>0.05$）。见表1。

1.2 纳入标准

①符合高血压病的诊断标准（按《中国高血压防治指南2010》[3]诊断标准）；②符合高血压病诊断轻中度（即1、2级）患者；③病情稳定，意识清醒者；④年龄<50岁；⑤志愿参加本研究项目者。

1.3 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年内规律性地参加运动者。

1.4 检测与方法

参与者均接受正规药物治疗及不良生活方式修正，如低盐低脂饮食、戒烟、限酒等。所有患者治疗前及治疗中既往常规用药不变。在此基础上，在试

表1 入选的三组患者一般资料 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	年龄（岁）	男性（%）	BMI（kg/m²）	病程（年）	mSBP(mmHg)	mDBP(mmHg)
对照组	20	45±9.3	8（57.5）	28.9±6.5	3.6	155.9±13.9	98.4±4.7
间断组	20	44±9.8	7（52.0）	26.3±4.8	4.5	153.5±14.3	97.5±4.6
持续组	20	40±9.6	7（56.2）	27.2±5.2	3.8	154.8±13.6	96.5±4.5
P值		0.20	0.70	0.30	0.70	0.67	0.43

注：mSBP：mean systolic blood pressure，平均收缩压；mDBP：mean diastolic blood pressure平均舒张压

验开始之前三天测定参与者的VO_2peak。VO_2peak的测定采用K4b2心肺功能测定仪(Quark b2, Cosmed, Italy)分别进行两次心肺运动试验,由医者观察每位受试者的峰值摄氧量(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。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≥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。

对照组随意正常生活,不安排特定运动或体育训练。运动组每天在规定时间进入治疗室,在运动平板(Sports Art T625M)进行规定的步行运动(两个运动组的运动强度均为50% VO_2peak)。间断运动组在每天进行3组20min步行运动,3组运动分别安排在早(07:00—08:00),中(11:00—12:00),晚(16:00—17:00)这三个时间段进行;持续运动组在每天(16:00—17:00)进行60min步行运动。运动训练前以及12周运动训练结束之后,监测所有参与者24h的血压。采用动态血压监测仪,袖带缚于患者左上臂。测量时间间隔为白昼(06:00—21:59)15min,夜间(22:00—06:00)30min,24h内有效记录次数<80%者隔日重测。

血液流变性检测采用上海医科大学研制的BM E-1型毛细管式黏度计,电子计数仪计时,电子控温仪控温(25±0.1)℃。分别采集3组运动训练前及12周运动训练后次日血样,对照组与运动组同时采血。清晨(07:00—08:00)空腹,坐位采血。一次抽取上肢肘正中静脉全血8ml,肝素抗凝,在4h内完成检测。在严格的质控条件下,由专人完成各项指标检测。

1.5 观察指标

24h动态血压(ambulatory blood pressure monitoring, ABPM):分析时剔除收缩压高于225mmHg或低于50mmHg,舒张压高于150mmHg或低于30mmHg的值。①24h平均收缩压(mean systolic blood pressure, mSBP);②24h平均舒张压(mean diastolic blood pressure, mDBP);③白昼平均收缩压(day systolic blood pressure, dSBP);④白昼平均舒张压(day diastolic blood pressure, dDBP);⑤夜间平均收缩压(night systolic blood pressure, nSBP);⑥夜间平均舒张压(night diastolic blood pressure, nDBP)。

血液流变性检测:低切变率下全血黏度(nbl)、高切变率下全血黏度(nbh)及血浆比黏度(np);用温氏法测定红细胞电泳时间(ET),红细胞压积(HCT),纤维蛋白原(Fb)用12.5%亚硫酸钠沉淀双缩脲比色法测定,血小板聚集率(PAR)采用双通道聚集仪检测。

1.6 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。组内比较采用配对样本t检验,组间多重比较采用完全随机设计资料的单因素方差分析,两组间比较采用SNK-q检验。

2 结果

2.1 血压变化

对照组各项血压指标在运动训练前后差异无显著性意义($P>0.05$)。训练后组内比较,间断运动组收缩压平均下降12mmHg,舒张压平均下降5.8mmHg;持续运动组收缩压平均下降6.8mmHg,舒张压下降3.2mmHg。间断运动组和持续运动组24h动态血压与运动训练前相比差异有显著性意义($P<0.05$)。训练后组间比较,间断运动组在训练后24h动态血压下降更为明显,与持续运动组相比,差异有显著性意义($P<0.05$)。见表2—3。

2.2 血液流变性变化

对照组12周运动训练前后血液流变性各指标变化无显著性意义($P>0.05$)。12周运动训练前后两个运动组的低切变率下全血黏度、高切变率下全血黏度、血浆比黏度以及红细胞压积的变化都有显著性差异($P<0.05$),且间断运动组的血液流变性改善更加明显($P<0.05$)。而ET、PAR和Fb虽然也出现下降趋势,但无显著性意义($P>0.05$)。见表4。

3 讨论

高血压是一种常见病和多发病,近年来随着人们生活水平的提高和生活方式的改变,我国高血压呈现逐年发展趋势,严重威胁国人身心健康和社会

表2 三组患者12周运动训练前后动态收缩压变化 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)

组别	例数	mSBP		dSBP		nSBP	
		初始值	结束值	初始值	结束值	初始值	结束值
对照组	20	143.2±13.8	142.3±14.8	145.5±13.7	145.3±12.5	139.5±12.8	138.6±11.9
间断组	20	142.2±14.9	130.2±12.7①	144.5±14.7	138.3±13.2①	128.6±13.8	122.8±11.9①
持续组	20	144.4±13.3	137.6±12.9②③	148.4±13.0	140.7±11.8②③	130.4±16.2	125.6±10.5②③

训练后间断组与对照组血压值比较:①$P<0.05$;训练后持续组与对照组血压值比较:②$P<0.05$;训练后持续组和间断组比较:③$P<0.05$
mSBP: 24h平均收缩压; mDBP: 24h平均舒张压; dSBP: 白昼平均收缩压

表3 三组患者12周运动训练前后动态舒张压变化 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)

组别	例数	mDBP		dDBP		nDBP	
		初始值	结束值	初始值	结束值	初始值	结束值
对照组	20	92.5±10.5	91.6±11.3	93.4± 9.9	93.2±9.8	87.4±9.7	86.8±7.6
间断组	20	92.1±10.0	86.3± 7.7①	94.9±10.1	90.6±8.3①	86.3±9.8	82.6±7.3①
持续组	20	93.3± 5.8	90.1± 6.8②③	96.5± 7.6	92.1±6.7②③	87.4±8.1	82.9±9.6②③

训练后间断组与对照组血压值比较:①$P<0.05$;训练后持续组与对照组血压值比较:②$P<0.05$;训练后持续组和间断组比较:③$P<0.05$
mSBP: 24h平均收缩压; mDBP: 24h平均舒张压; dSBP: 白昼平均收缩压

表4 三组患者12周运动训练前后血液流变性变化 ($\bar{x}\pm s$)

项目	对照组(n=20)		间断组(n=20)		持续组(n=20)	
	初始值	结束值	初始值	结束值	初始值	结束值
nbl(mPa·s)	9.58± 1.16	9.66± 1.19	9.69± 2.12	7.08± 1.56①	9.79± 2.00	7.18± 1.66②③
nbh(mPa·s)	6.30± 1.05	6.33± 0.95	6.22± 0.84	5.60± 0.74①	6.32± 0.94	5.60± 0.78②③
np(mPa·s)	1.83± 0.11	1.78± 0.20	1.88± 0.20	1.60± 0.08①	1.78± 0.10	1.58± 0.08②③
HCT(%)	45.01± 8.80	45.50± 6.80	43.10± 5.90	40.00± 6.21①	43.20± 5.80	41.00± 5.21②③
ET(s)	22.16± 1.55	21.56± 2.11	22.33± 1.85	20.65± 2.01	22.34± 1.65	20.34± 2.01
PAR	0.65± 0.18	0.64± 0.14	0.62± 0.14	0.58± 0.16	0.66± 0.24	0.48± 0.35
Fb(mg/dl)	365.80±28.2	347.80±25.2	345.10±32.1	339.80±35.5	354.10± 27.1	338.80±37.5

训练后间断组与对照组比较:①$P<0.05$;训练后持续组与对照组比较:②$P<0.05$;训练后间断组与持续组比较:③$P<0.05$;注:全血黏度(nbl)、高切变率下全血黏度(nbh)、血浆比黏度(np)、红细胞电泳时间(ET)、红细胞压积(HCT)、纤维蛋白原(Fb)、血小板聚集率(PAR)

发展。在我国约1.6亿的高血压人群中,绝大多数是早中期高血压(占90%)。高血压运动疗法的方式很多,但目前都以有氧运动为主,有氧运动可使收缩压降低,安静时舒张压降低[4]。大多数的运动建议指出坚持长期运动才会有较显著的降压效果,但大多数患者往往很难做到,运动疗法的降压效果也大大降低。探索更适合社区和家庭的间断运动方式已引起国外研究人员的关注,但国内的研究尚少见。本研究通过对间断和持续两种运动方式的观察比较,探索更加易于推广和更方便有效的运动处方。

3.1 不同运动训练对血压的影响

本研究表明,经过12周运动训练,与对照组相比,等量的间断和持续运动训练都可明显降低轻中度高血压患者的血压,而且间断运动组的降压效果优于持续运动组。大多数的运动建议指出长期持续的有氧运动可以有效降低血压,meta分析指出,长期有氧运动可使轻度高血压患者SBP和DBP分别下降8mmHg和5mmHg[5]。一些研究也同时指出,与持续运动相比,等量的间断运动能更有效地提高运动能力、改善心血管功能[6],这与本研究的结果相似。本课题组之前的实验研究证明,相对于中等强度低时长和低强度高时长的运动量来说,30min 45% VO_2peak的快走训练降压时效更长,与本研究间断运动组的运动方式类似。等量的间断运动后产生的降压效果,可以简单地认为是多次短期运动效应的积累[7]。从本研究的结果来看,间断运动组每天3次20min 50% VO_2peak既保证了运动降压时效的累积又兼顾了训练时间的灵活性。Lamina S等[8]研究发现,经过8周的间断运动(45—60min/次,强度为60%—79%最大心率),140例轻中度高血压患者的收缩压和舒张压均低于运动前,但取得的降压效果不如本研究的间断运动组,可能与不同的运动时效累积有关。Tjønna AE等[9]对代谢综合征患者分别进行16周高强度的间断有氧训练(90%最大心率)和中等强度的持续有氧训练后发现,两种训练方式均能使患者的血压降低,但高强度间歇有氧训练更有效地改善患者的血管内皮功能以及血糖等指标。目前,在医院监护下进行高强度的间歇运动训

练的安全性可以得到保障,但高强度运动不适合在社区和家庭中推广,而本研究中的中等强度的间断运动更安全,同时也能达到良好的降压效果。

3.2 不同运动训练对血液流变性的影响

血液流变性指标反映了血液和血管的宏观与微观流变性的规律,血液黏度的增加会使得循环阻力升高,血流速度减慢,血压升高,高血压患者存在不同程度的微循环障碍。血液流变性认为,高血压等疾病的根本病因在于血液的流变性、黏性切变应力和切变速率发生了变化。运动训练在降压的同时,能使血液黏度明显降低,从而使高血压患者的危险因素降低[10]。本研究表明,运动训练12周后,低切和高切全血黏度、血浆比黏度等血液流变性指标均显著下降,说明运动训练对高血压病患者有一定的降黏解聚作用,从而改善心肺功能,缓解病情。血液流变性的改善与血压状况的明显改善一致,间断运动组的血液流变性改善优于持续运动组。毕业等[11]研究发现长期(6个月)坚持太极拳运动的高血压患者的多项血液流变性指标得到改善,并与对照组有显著性差异。太极拳运动与本研究中的中等强度步行运动同属有氧运动,对高血压患者血液流变性都有一定改善作用,有利于高血压患者的康复。与高强度运动训练相比,中等强度的运动训练能更有效地改善血液流变性[12],与本研究采取的运动强度相似。短暂的运动可以使血液黏度一过性升高,而长期的运动可以降低血液黏度[13]。有证据表明[14],12周的有氧训练(一周3次,每次40min,强度控制在60%的储备心率)以后,参与者的血液黏度下降了16.6%,红细胞压积下降了10.4%,与本研究的结果类似。

3.3 运动训练降压的机制

长期的有氧运动能够降低血压,其机制主要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综合效应的积累。长期的运动可以改善人体神经系统功能,神经系统调控对高血压患者的血压有重要意义。交感神经系统的调节(交感神经兴奋性加强,副交感神经兴奋性减弱)和血压降低有关[2]。间断运动降压效果优于持续运动的机制可能在于间断运动对神经系统的刺激效果更强。随机对照实验[15]发现,长期运动训练在有效控制血压的同时,能够有效逆转颈动脉壁的动脉硬化病变。Guimarães GV等[16]研究证明,长期(16周)间断运动和长期运动都可以有效降压,但是只有间断运动能够降低血管硬度改善动脉硬化,说明间断运动可以更有效地改善血管顺应性。与持续运动比较,间断运动中患者更多地进行高低强度的来回变换,产生了更高的剪切应力梯度,这是间断运动降压效果较优的可能机制。Wisløff U等[17]研究证明,与持续运动相比,间断运动能更有效地改善肱动脉的内皮功能,这是间断运动组降压效果优于持续运动组的可能机制。

综上所述,间断运动和持续运动都可以降低高血压患者的血压以及改善患者的血液流变性,且间断运动的效果更好。低中强度的训练不仅起到显著的降压作用,且让人易于接受,有较好的依从性[18]。每天间断进行几组少量步行运动可以达到和长期持续运动一样的降压效果,简单易行,对场地及环境要求都不高,风险性小,而且训练的可控性较强,易被中老年人接受,适合社区和家庭康复,值得推广。

参考文献

[1] Ciolac EG,Bocchi EA,Greve JM.Heart rate response to exercise and cardiorespiratory fitness of young women at high familial risk for hypertension: effects of interval vs continuous training[J]. European Journal of Preventive Cardiology, 2011, 18(6): 824—830.

[2] Park S, Rink L, Wallace J. Accumulation of physical activity: blood pressure reduction between 10-min walking sessions [J]. Journal of Human Hypertension, 2008, 22(7):475—482.

[3] 刘力生.中国高血压防治指南2010[J].中华高血压杂志,2011,19(08):701—743.

[4] Dimeo F, Pagonas N, Seibert F, et al. Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension[J]. Hypertension, 2012, 60(3):653—658.

[5] Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis[J]. Journal of the American Heart Association, 2013, 2(1):e004473.

[6] Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease[J]. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, 2004, 11(3):216—222.

[7] Strasser B, Haber P, Strehblow C, et al. The benefit of

(下转第76页)