·临床研究·

抗阻训练改善中老年男性原发性高血压患者功能性抗交感的疗效观察

贾钧　王晨宇
郑州航空工业管理学院,体育健康与文化研究中心,郑州　450046
通信作者:王晨宇,Email:wchenyu@126.com

【摘要】 **目的**　探讨 12 周抗阻训练对原发性高血压患者骨骼肌功能性抗交感的影响。**方法**　将 30 例未经治疗的中老年男性 1 级原发性高血压患者纳入高血压组,同时选取 30 例血压正常的健康受试者纳入对照组,2 组受试者均进行 12 周(3 次/周)渐进性抗阻训练。于干预前、后分别利用冷加压实验(CPT)激活受试者交感神经系统,测定其安静及握力运动时前臂血液动力学变化。交感缩血管反应参数用 CPT 诱导肱动脉电导(FVC)的变化率(%FVC)表示,功能性抗交感参数(即肌肉收缩抑制交感缩血管反应的能力)用握力运动时与安静时交感缩血管反应的差值(△%FVC)表示。**结果**　干预前 2 组受试者△%FVC 组间差异无统计学意义[高血压组为(7.4±8.6)%,对照组为(7.9±11.3)%,$P=0.883$]。干预后与组内干预前比较,发现 2 组受试者△%FVC[高血压组为(17.1±5.8)%,对照组为(16.9±9.7)%]均明显升高($P<0.05$),此时组间差异仍无统计学意义($P>0.05$)。**结论**　12 周抗阻训练能明显改善中老年男性原发性高血压患者功能性抗交感,同时发现血压升高本身并不能破坏机体功能性抗交感。

【关键词】 高血压;　抗阻训练;　血液动力学;　交感缩血管反应;　功能性抗交感
基金项目:河南省重点科技攻关项目(152102310117)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.04.014

Resistance training improves functional sympatholysis in persons with primary hypertension

Jia Jun, Wang Chenyu
Research Center of Physical Health and Culture, Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450046, China
Corresponding author: Wang Chenyu, Email: wchenyu@126.com

【**Abstract**】 **Objective**　To explore the effect of twelve weeks of resistance training on the functional sympatholysis of the skeletal muscles in persons with primary hypertension. **Methods**　Thirty untreated adult men with stage 1 essential hypertension (SBP/DBP: 140-159/90-99mmHg) formed a hypertension group, while thirty healthy counterparts (SBP/DBP: 90-120/60-80mmHg) served as a control group. Both groups underwent 12 weeks of progressive resistance training, 3 times a week. Before and after the intervention, any changes in forearm haemodynamics at rest were measured, along with handgrip after activation of the sympathetic nerve using a cold pressor test (CPT). The sympathetic vasoconstriction response was represented by the rate of change in brachial vascular conductance (%FVC) induced by the CPT, and the ability to suppress sympathetic vasoconstrictor responses using muscle contractions (functional sympatholysis) was quantified as the difference in sympathetic vasoconstrictor response between the handgrip test and at rest (△%FVC). **Results**　There were no significant differences between the two groups in their average △%FVCs before the intervention. After the intervention, significant increases were observed in both groups, but there was still no significant difference between the two groups' average △%FVCs. **Conclusion** Twelve weeks of resistance training can improve the functional sympatholysis of adult men with essential hypertension. Their elevated blood pressure does not impair functional sympatholysis.

【**Key words**】 Hypertension;　Resistance training;　Hemodynamics;　Sympathetic vasoconstriction response;　Functional sympatholysis
Funding: A Henan Province Key Science and Technology Project (152102310117)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.04.014

机体运动时交感神经系统活性增强并对心血管系统进行调节,引起心输出量增加、内脏系统及非工作肌(未参与运动的肌肉)血管收缩,进而维持血压稳态并对肌肉血流量进行重新分配;同时还发现运动时工作肌血管收缩明显减弱。Remensnyder 等[1]将骨骼肌收缩抑制甚至抵消交感缩血管反应的现象称

之为“功能性抗交感”(functional sympatholysis),其生理意义在于保证运动过程中工作肌充足的血流灌注。然而高血压患者运动时血压反应异常升高,工作肌血流灌注减少,组织氧供不足,患者容易疲劳、运动耐力下降甚至发生心血管不良事件,其发生机制与功能性抗交感受损有关[2]。

运动疗法是高血压患者重要的非药物康复手段,主要包括有氧运动和抗阻训练两种方式。传统观点认为有氧运动是主要康复方法;近年来有学者发现[3],抗阻训练不仅能有效降低高血压患者血压水平,同时还具有改善肌力、减轻体重、提高安静时代谢率、降低体脂百分比、增加骨密度、提高生活质量等作用,因此是有氧运动干预的有益补充。近期有研究证实[4-5],持续有氧运动以及高强度间歇运动均可改善高血压患者功能性抗交感,但关于抗阻训练对高血压患者功能性抗交感的影响则鲜见报道。由于一氧化氮(nitric oxide,NO)是介导功能性抗交感的重要物质[6],而有氧运动及抗阻训练均可提高机体一氧化氮合酶(nitric oxide synthase,NOS)表达及 NO 含量[7],因此推测抗阻训练同样能改善机体功能性抗交感。基于此,本研究旨在探讨 12 周渐进性抗阻训练对原发性高血压患者骨骼肌交感缩血管反应及功能性抗交感的影响,为制订特异性运动康复处方提供参考依据。

对象与方法

一、对象与分组

选取经河南省郑州市某社区医院确诊的 30 例中老年(50~65 岁)男性 1 级原发性高血压患者纳入高血压组,入选对象在静息坐位状态下非同日 3 次测量,其收缩压(systolic blood pressure,SBP)、舒张压(diastolic blood pressure,DBP)分别为 140~159/90~99 mmHg,并排除继发性高血压,心血管风险分层为低危人群;入选患者均未接受任何针对性治疗,无靶器官损害,无甲亢、贫血等影响心率的疾病以及其它急慢性疾病等。本研究同时选取 30 例年龄、身高、体重与之匹配且血压正常(SBP/DBP:90~120/60~80 mmHg)的健康受试者纳入对照组。所有受试者半年内均无规律性运动习惯(即每周锻炼次数<2 次,每次锻炼时间<30 min)且长期从事坐位工作(如白领、公务员、办公室文员等)。本研究所有受试者均签署知情同意书,同时本研究经郑州航空工业管理学院伦理委员会审核(ZHGG20190513)。在研究实施过程中由于未完成训练计划或测试、无故失联以及其他个人原因,高血压组和对照组分别有 5 例、2 例受试者失访,其数据在统计分析时予以剔除,最终高血压组、对照组有效例数分别为 25 例和 28 例。2 组受试者一般资料情况详见表 1,表中数据经统计学比较,发现年龄、身高、体重、体重指数(body mass index,BMI)、安静心率(heart rate,HR)组间差异均无统计学意义($P>0.05$),高血压组 SBP、DBP 及平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)均显著高于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。

表 1　实验前 2 组受试者一般资料情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	年龄(岁)	身高(m)	体重(kg)	BMI (kg/m^2)
高血压组	25	55.4±4.4	1.71±0.05	75.7±7.2	25.8±2.5
对照组	28	57.5±4.9	1.74±0.06	78.0±10.5	26.0±4.0

组别	例数	HR (b/min)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	MAP (mmHg)
高血压组	25	74±7	151±6^a	95±4^a	113±3^a
对照组	28	72±6	110±7	72±5	84±4

注:与对照组比较,$^aP<0.05$

二、血液动力学测定

先采用 TZCS-4 型电子握力计(中国产)测定受试者非优势侧肢体最大握力(maximal grip strength,MGS),每次持续测试 3 s,重复测试 3 次取平均值;休息 15 min 后取仰卧位,采用 RM-6240C 型多导生理记录仪(中国产)监测 HR,采用 TECH-420 型自动血压仪(美国产)监测血压(包括 SBP、DBP 和 MAP)情况。随后分别于安静(Rest)、安静时行冷加压实验(cold pressor test,CPT)(rest+CPT)、握力实验(handgrip test,HT)以及握力实验同时行冷加压实验(HT+CPT)四种状态下测定前臂血液动力学参数,各状态要点如下:①Rest 状态——受试者以安静仰卧位休息 6 min;②Rest+CPT 状态——受试者安静休息 6 min,于第 2~4 分钟进行 CPT,即将双脚浸入 3℃冰水混合液中,水面到达踝关节位置[5];③HT 状态——非优势手以 30%MGS 进行 6 min 握力运动,用节拍器控制运动节奏(20 次/分钟,运动间歇比为 1:1);④HT+CPT 状态——以 30%MGS 行 6 min 间歇握力运动,于第 2~4 分钟进行 CPT。分别于各状态测试进行第 2~4 分钟时利用 IE33 型多普勒超声仪(荷兰飞利浦产)测定受试者非优势侧肱动脉血流量(brachial blood flow,FBF),肱动脉电导(brachial vascular conductance,FVC)=FBF/MAP×100。

交感缩血管反应采用 CPT 诱导的 FVC 变化率(%FVC)表示,即安静时交感缩血管参数(%FVC_{Rest})=($FVC_{Rest+CPT}-FVC_{Rest}$)÷$FVC_{Rest}$×100%,HT 时的交感缩血管参数(%$FVC_{HT}$)=($FVC_{HT+CPT}-FVC_{HT}$)÷$FVC_{HT}$×100%;功能性抗交感参数用 HT 时与安静时交感缩血管反应的差值(△%FVC)表示,即△%FVC=%FVC_{HT}-%FVC_{Rest}。

三、抗阻训练方案

2 组受试者均在综合力量练习器上进行 3 次/周，共 12 周渐进式抗阻训练，抗阻练习动作主要包括哑铃弯举（锻炼肱二头肌）、杠铃耸肩（锻炼斜方肌）、坐姿划船（锻炼背阔肌）、坐姿夹胸（锻炼胸大肌）、坐姿腿屈伸（锻炼股四头肌）及俯卧腿弯举（锻炼胭绳肌）等，完成上述所有动作为 1 个循环（组）。先估算受试者执行上述动作的最大力量，即通过增减负荷找出 10RM（repetition maximum，最大重复次数）对应的重量，以此重量除以 0.75，即为 1RM[8]。若受试者连续 2 天 RM 超过处方中的上限，则重新测定 1RM 水平，并作为调整训练强度的依据，抗阻训练负荷安排详见表 2。在每次训练前、后须进行充分的准备活动和整理活动（如慢跑、拉伸训练等，持续 10～15 min），训练过程中嘱受试者均匀用力、自然呼吸不屏息憋气、避免弯腰动作以及头低于心脏位置；整个训练过程在健身教练指导及医务人员监督下完成；每周进行 1 次健康教育以提高运动依从性。所有受试者训练时其耐受性均良好，除训练后存在轻微延迟性肌肉酸痛外，再无其他明显不良反应（如呼吸困难、过度疲劳、肌肉损伤、高压异常波动、心悸、晕厥、恶心、呕吐等）。

表 2　抗阻训练负荷安排

时间安排	训练强度（%1RM）	重复次数	组数	组间间歇（s）
1～4 周	40%	15～20	3～5	60
5～8 周	60%	8～12	3～5	90
9～12 周	75%	6～8	3～5	120

注：RM 指最大重复次数

四、统计学分析

本研究所得计量数据以（$\bar{x}\pm s$）表示，采用 SPSS 20.0版统计学软件包进行数据分析。实验前受试者一般情况、安静时血液动力学参数、交感缩血管反应以及功能性抗交感参数比较选用 t 检验，$P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结　　果

一、干预前、后 2 组受试者安静时血液动力学变化分析

干预前、后 2 组受试者安静时血液动力学变化详见表 3，干预前与对照组比较，发现高血压组 SBP（$t=23.794$，$P<0.001$）、DBP（$t=19.589$，$P<0.001$）及 MAP（$t=31.708$，$P<0.001$）明显升高，FBF（$t=-4.737$，$P<0.001$）及 FVC（$t=-15.200$，$P<0.001$）明显降低。干预后与组内干预前比较，发现高血压组 SBP（$t=3.165$，$P=0.004$）及 MAP（$t=2.817$，$P=0.010$）明显下降，对照组各项指标干预前、后差异均无统计学意义（$P>0.05$）；通过进一步组间比较发现，干预后高血压组 SBP（$t=19.003$，$P<0.001$）、DBP（$t=17.787$，$P<0.001$）和 MAP（$t=28.183$，$P<0.001$）均较对照组明显升高，FBF（$t=-3.385$，$P=0.002$）及 FVC（$t=-10.121$，$P<0.001$）均较对照组明显降低。

二、干预前、后 2 组受试者交感缩血管反应（%FVC）变化分析

干预前与安静时%FVC 比较，发现高血压组、对照组 HT 时%FVC 均明显降低［高血压组安静时为（-25.7±7.5）%，HT 时为（-18.2±6.3）%，$t=-4.090$，$P<0.001$；对照组安静时为（-29.1±6.6）%，HT 时为（-21.3±7.9%），$t=-3.668$，$P=0.002$］；组间比较发现 2 组受试者安静和 HT 时%FVC 差异均无统计学意义［高血压组安静时为（-25.7±7.5）%，对照组为（-29.1±6.6）%，$t=-1.767$，$P=0.086$；高血压组 HT 时为（-18.2±6.3）%，对照组为（-21.3±7.9）%，$t=1.535$，$P=0.131$］。

干预后与安静时%FVC 比较，发现高血压组、对照组 HT 时%FVC 均明显下降［高血压组安静时为（-28.2±5.9）%，HT 时为（-11.0±4.3）%，$t=-14.735$，$P<0.001$；对照组安静时为（-31.9±6.9）%，HT 时为（-14.9±5.2）%，$t=-9.272$，$P<0.001$］；与组内干预前比较，发现 2 组受试者安静时%FVC 变化均无统计学意义［高血压组干预前为（-25.7±7.5）%，干预后为（-28.2±5.9）%，$t=1.367$，$P=0.184$；对照组干预前为（-29.1±6.6）%，干预后为（-31.9±6.9）%，$t=1.485$，$P=0.149$）］；2 组受试者 HT 时%FVC 均显著下降［高血压组干预前为（-18.2±6.3）%，干预后为（-11.0±4.3）%，$t=-5.666$，$P<0.001$；对照组干预前为（-21.3±

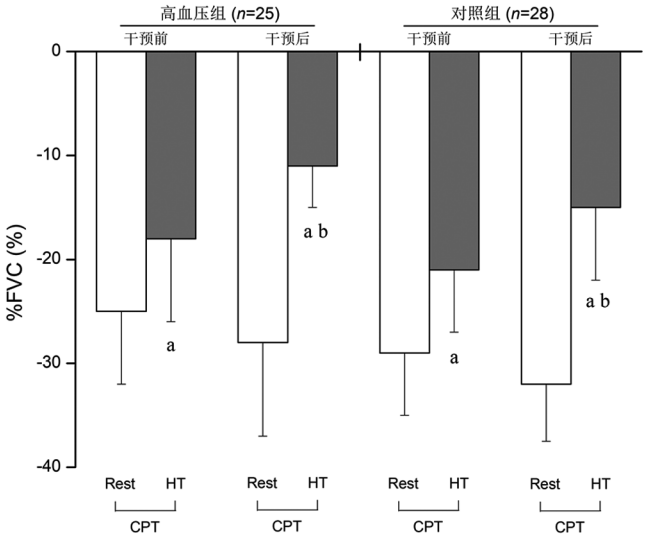
表 3　干预前、后 2 组受试者安静时血液动力学变化分析（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	HR（b/min）		SBP（mmHg）		DBP（mmHg）	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
高血压组	25	74±7	73±10	151±6[b]	146±4[ab]	95±4[b]	94±3[b]
对照组	28	72±6	71±9	110±7	110±9	72±5	73±5

组别	例数	MAP（mmHg）		FBF（mL/min）		FVC（mL/min/100 mmHg）	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
高血压组	25	113±3[b]	112±2[ab]	103±13[b]	105±18[b]	91±11[b]	94±16[b]
对照组	28	84±4	86±4	117±9	119±13	139±12	139±17

注：与组内干预前比较，[a]$P<0.05$；与对照组相同时间点比较，[b]$P<0.05$

7.9)%,干预后为(-14.9±5.2)%,t=-3.428,P=0.002]。具体数据见图 1。

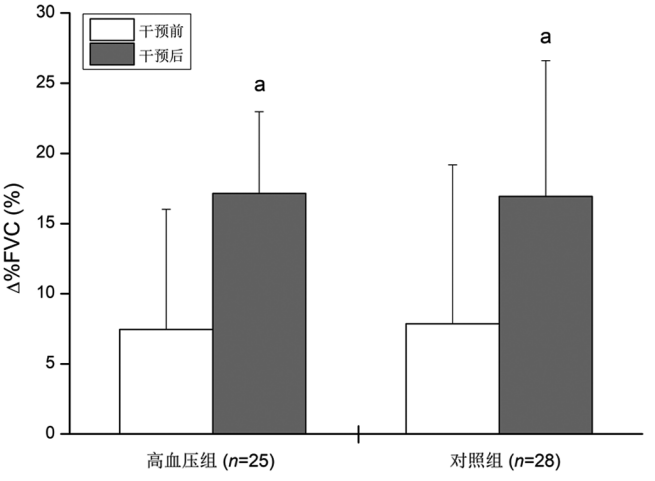


注:与 Rest 时比较,[a]P<0.05;与干预前比较,[b]P<0.05;Rest 表示安静时,HT 表示握力实验,CPT 表示冷加压实验

图 1　干预前、后 2 组受试者交感缩血管反应(%FVC)变化分析

三、干预前、后 2 组受试者功能性抗交感(△%FVC)变化分析

干预前通过组间比较发现,2 组受试者△%FVC 组间差异无统计学意义[高血压组为(7.4±8.6)%,对照组为(7.9±11.3)%,t=-1.148,P=0.883]。干预后与组内干预前比较,发现高血压组及对照组△%FVC 均明显升高[高血压组干预前为(7.4±8.6)%,干预后为(17.1±5.8)%,t=-5.487,P<0.001;对照组干预前为(7.9±11.3)%,干预后为(16.9±9.7)%,t=-2.993,P=0.006],并且干预后 2 组受试者△%FVC 组间差异仍无统计学意义(t=0.098,P=0.922)。具体数据见图 2。



注:与组内干预前比较,[a]P<0.05

图 2　干预前、后 2 组受试者功能性抗交感(△%FVC)变化分析

讨　论

一、高血压组及正常组交感缩血管反应、功能性抗交感比较

激活机体交感神经有多种方法,如下身负压[2]、动脉灌注拟交感神经药物[4]以及 CPT[5]等,其中 CPT 具有简便、无创、易接受、稳定性好等特点,常用于骨骼肌交感缩血管反应以及功能性抗交感研究[5]。本研究利用 CPT 上调交感神经活性后发现,干预前 2 组受试者安静时%FVC 无显著差异,与 Zhao 等[9]利用血管紧张素Ⅱ(angiotensin Ⅱ,AngⅡ)诱导的高血压动物模型基本一致,说明静息状态下机体交感缩血管反应并不受动脉血压升高影响。

有多项研究均证实[2, 9-10],高血压患者/动物模型在肌肉收缩时其交感缩血管反应增强,运动时血压水平明显升高,进而导致肌肉血流灌注减少,并由此推测血压升高是高血压患者功能性抗交感受损的直接原因。但本研究发现,尽管 2 组受试者握力运动时%FVC(交感缩血管反应)均较安静时下降,但△%FVC(功能性抗交感)组间差异并无统计学意义(P>0.05),提示血压升高本身并不能破坏功能性抗交感。上述研究结果间存在差异的原因可能与观察对象、测试部位、交感神经激发手段不同等因素有关。相关动物实验发现,缺血性心力衰竭大鼠血压正常,但其肌肉收缩抑制交感缩血管的效应明显减弱[11],而通过缓慢灌注去甲肾上腺素诱导的高血压大鼠模型其功能性抗交感则维持正常[12],进一步说明血压水平与功能性抗交感可能并无关联。多数文献报道健康青年人群△%FVC 正常范围为 20%~50%[2, 13-14],本研究高血压组、对照组干预前△%FVC 分别为(7.4±8.6)%和(7.9±11.3)%;由于长期制动[15]、衰老[13]等原因可造成机体功能性抗交感受损,故推测本研究中 2 组受试者由于增龄(中老年)以及久坐生活方式(无训练经历且长期从事坐位工作)影响,其功能性抗交感可能均存在异常。

二、抗阻训练对交感缩血管反应及功能性抗交感的影响

本研究发现,高血压组及对照组经 12 周抗阻训练后,在安静时%FVC 并无显著性变化,与孙一等[4]采用有氧运动方式的观察结果基本一致。Wray 等[16]通过病例对照发现,自行车运动员(长期从事下肢训练)与无训练经历者在安静时其交感缩血管反应并无明显差异;Mizuno 等[6]以自发性高血压大鼠为实验模型并证实,12 周随意转轮运动并未改变安静时交感缩血管反应。结合本研究数据推测,骨骼肌静息状态下交感缩血管反应并不受长期运动训

练影响。

目前有大量研究均证实[4,6,13,17],规律性的有氧运动能改善高血压患者/实验大鼠功能性抗交感,但关于抗阻训练对功能性抗交感的影响则鲜见报道;并有少量研究得出阴性结果,如健康男性对象经 5 周单腿伸膝训练后,其运动肢功能性抗交感与对侧非运动肢差异无统计学意义($P>0.05$)[15],经 6 周握力训练后上肢功能性抗交感并未改变[18]。本研究则发现,2 组受试者经干预后在握力运动时%FVC 均明显下降,而△%FVC 均显著升高,提示抗阻训练能增强高血压患者以及血压正常者功能性抗交感。上述研究结果间存在差异可能与实验对象、运动方案以及测试部位不同等因素有关。Mizuno 等[6]研究证实,运动改善骨骼肌功能性抗交感的效果与运动强度具有正相关性;由于抗阻训练可直接刺激骨骼肌系统,同时本研究受试者运动强度在 12 周内渐进式增加(40%~70% 1RM),因此推测能够对受交感神经支配的血管调控产生显著影响。

相关药理学研究发现,具有相似降压效果的不同种类抗高血压药物对功能性抗交感的影响存在显著差异[2,19],其中厄贝沙坦(AngⅡ受体阻断剂)[2]能恢复高血压患者肌肉运动时受损的交感缩血管反应,但美托洛尔(β1-肾上腺素受体阻断剂)[19]却无此效果,提示单纯降压并不能改善功能性抗交感,因此本研究中抗阻训练改善高血压患者功能性抗交感并非由于血压下降介导,另外血压正常的对照组受试者经抗阻训练后即使血压并未下降,其功能性抗交感依然得到改善,其具体机制尚不明确。与传统有氧运动比较,抗阻训练在改善血管内皮功能、胰岛素敏感性以及血管硬度等方面具有一定优势[7],而上述因素均可能影响功能性抗交感[2];更为重要的是,由 NO(由血管内皮合成)介导的血管舒张作用是功能性抗交感的主要机制[6],而 AngⅡ通过烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(nicotinamide-adenine dinucleotide phosphate, NADPH)氧化酶途径诱导氧化应激进而引起 NO 合成及利用减少,是高血压实验大鼠[9]及高血压患者[2,20]功能性抗交感受损的重要原因,因此推测抗阻训练对高血压及血压正常者功能性抗交感的良性效应与抑制 AngⅡ诱导的氧化应激,进而改善血管内皮功能并促进 NO 合成与利用有关。

综上所述,本研究结果表明,12 周抗阻训练能有效改善中老年原发性高血压患者以及血压正常者受损的功能性抗交感,并发现血压升高本身并不能破坏功能性抗交感;结合前期研究结果,本实验认为有氧运动或抗阻训练均可增强高血压患者功能性抗交感,后续将针对这两种运动方式联用在改善骨骼肌血流灌注及降低不良心血管事件发生率方面是否具有协同效应进行观察,有助于优化高血压患者运动康复方案。

参 考 文 献

[1] Remensnyder JP, Mitchell JH, Sarnoff SJ. Functional sympatholysis during muscular activity.Observations on influence of carotid sinus on oxygen uptake[J].Circ Res,1962,11:370-380.DOI:10.1161/01.res.11.3.370.

[2] Vongpatanasin W,Wang Z,Arbique D,et al.Functional sympatholysis is impaired in hypertensive humans[J].J Physiol,2011,589(5):1209-1220.DOI:10.1113/jphysiol.2010.203026.

[3] Bertani RF, Campos GO, Perseguin DM, et al. Resistance exercise training is more effective than interval aerobic training in reducing blood pressure during sleep in hypertensive elderly patients[J].J Strength Cond Res, 2018, 32(7): 2085-2090. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002354.

[4] 孙一,朱荣,李学恒,等.长期有氧运动改善中年原发性高血压患者功能性抗交感活性[J].西安体育学院学报,2018,35(1):96-103.DOI:10.16063/j.cnki.issn1001-1747x.2018.01.014.

[5] 许绍哲,朱荣.短期高强度间歇训练对中老年男性原发性高血压患者安静时和握力运动中交感缩血管反应的影响[J].中国运动医学杂志,2018,37(6):468-478.DOI:10.16038/j.1000-6710.2018.06.002.

[6] Mizuno M,Iwamoto GA,Vongpatanasin W,et al.Exercise training improves functional sympatholysis in spontaneously hypertensive rats through a nitric oxide-dependent mechanism[J].Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2014, 307(2): H242-251. DOI: 10.1152/ajpheart.00103.2014.

[7] Hasegawa N,Fujie S,Horii N,et al.Effects of different exercise modes on arterial stiffness and nitric oxide synthesis[J].Med Sci Sports Exerc, 2018, 50(6): 1177-1185. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001567.

[8] 杨静宜,徐俊华.运动处方[M].北京:高等教育出版社,2005:223.

[9] Zhao W,Swanson SA,Ye J,et al.Reactive oxygen species impair sympathetic vasoregulation in skeletal muscle in angiotensin II-dependent hypertension[J].Hypertension,2006,48(4):637-643.DOI:10.1161/01.HYP.0000240347.51386.ea.

[10] Egan B,Panis R,Hinderliter A,et al.Mechanism of increased alpha adrenergic vasoconstriction in human essential hypertension[J].J Clin Invest,1987,80(3):812-817.DOI:10.1172/JCI113138.

[11] Thomas GD,Zhang W,Victor RG.Impaired modulation of sympathetic vasoconstriction in contracting skeletal muscle of rats with chronic myocardial infarctions: role of oxidative stress[J].Circ Res,2001,88(8):816-823.DOI:10.1161/hh0801.089341.

[12] Sala-Mercado JA, Spranger MD, Abu-Hamdah R, et al. Attenuated muscle metaboreflex-induced increases in cardiac function in hypertension[J].Am J Physiol Heart Circ Physiol,2013,305(10):H1548-1554.DOI:10.1152/ajpheart.00478.2013.

[13] Mortensen SP,Nyberg M,Winding K,et al.Lifelong physical activity preserves functional sympatholysis and purinergic signalling in the ageing human leg[J].J Physiol,2012,590(23):6227-6236.DOI:10.1113/jphysiol.2012.240093.

[14] 崔彩,吴翠平,王晨宇.美托洛尔联合有氧运动改善高血压患者骨骼肌功能性抗交感及运动能力的疗效观察[J].中华物理医学与

康复杂志,2019,41(7):526-531.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.07.012.

[15] Mortensen SP,Mørkeberg J,Thaning P,et al.Two weeks of muscle immobilization impairs functional sympatholysis but increases exercise hyperemia and the vasodilatory responsiveness to infused ATP[J].Am J Physiol Heart Circ Physiol,2012,302(10):H2074-2082.DOI:10.1152/ajpheart.01204.2011.

[16] Wray DW,Donato AJ,Nishiyama SK,et al.Acute sympathetic vasoconstriction at rest and during dynamic exercise in cyclists and sedentary humans[J].J Appl Physiol,2007,102(2):704-712.DOI:10.1152/japplphysiol.00984.2006.

[17] Mortensen SP,Nyberg M,Gliemann L,et al.Exercise training modulates functional sympatholysis and α-adrenergic vasoconstrictor responsiveness in hypertensive and normotensive individuals[J].J Physiol,2014,592(14):3063-3073.DOI:10.1113/jphysiol.2014.273722.

[18] Wimer GS,Baldi JC.Limb-specific training affects exercise hyperemia but not sympathetic vasoconstriction[J].Eur J Appl Physiol,2012,112(11):3819-3828.DOI:10.1007/s00421-00012-2359-z.

[19] Price A,Raheja P,Wang Z,et al.Differential effects of nebivolol versus metoprolol on functional sympatholysis in hypertensive humans[J].Hypertension,2013,61(6):1263-1269.DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01302.

[20] Fadel PJ,Farias IM,Gallagher KM,et al.Oxidative stress and enhanced sympathetic vasoconstriction in contracting muscles of nitrate-tolerant rats and humans[J].J Physiol,2012,590(2):395-407.DOI:10.1113/jphysiol.2011.218917.

(修回日期:2020-03-20)
(本文编辑:易　浩)

负荷深呼吸训练联合负氧离子吸入治疗稳定期 COPD 患者的疗效观察

师永斌[1]　牛同舟[1]　赵玉苗[2]　宋宁[2]　许爱国[2]
[1]河南大学体育学院,开封　475000;[2]郑州大学第一附属医院,郑州　450000
通信作者:牛同舟,Email:yljzlj@126.com

【摘要】　目的　观察负荷深呼吸训练联合负氧离子吸入治疗稳定期轻中度慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者的疗效。**方法**　采用随机数字表法将 40 例稳定期轻中度 COPD 患者分为观察组及对照组,每组 20 例。2 组患者均给予负荷深呼吸训练(主要包括深呼吸、加压深呼吸训练、阻力深呼吸训练及自然呼吸调节等),观察组患者在此基础上辅以负氧离子吸入干预。于治疗前、治疗 3 个月后检测 2 组患者呼吸肌功能[包括最大吸气压(MIP)、最大呼气压(MEP)]改善情况,同时采用生活质量综合评定量表(GQOLI-74)中的躯体功能维度及心理健康维度对 2 组患者进行评价,并对比治疗结束时 2 组患者治疗满意度情况。**结果**　经治疗 3 个月后,发现 2 组患者%MIP、%MEP 及 GQOLI-74 躯体功能评分、心理健康评分均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且治疗后观察组%MIP(61.25±5.29)、%MEP(63.20±5.81)、GQOLI-74 躯体功能评分[(75.84±6.52)分]、心理健康评分[(78.54±5.82)分]及治疗满意度(满意率为 55.0%)均显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论**　在负荷深呼吸训练基础上辅以负氧离子吸入治疗,能进一步提高稳定期轻中度 COPD 患者康复疗效,改善肺功能,同时治疗过程中患者满意度较好,有助于其长期坚持训练。

【关键词】　慢性阻塞性肺疾病;　负氧离子;　呼吸训练;　身心健康
基金项目:河南省高等学校重点科研项目(17B320020;20B320032)
Funding: Key Scientific Research Project of Higher Education Institutions in Henan Province (17B320020;20B320032)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.04.015

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease,COPD)简称慢阻肺,患者发病原因多与长期暴露于粉尘、化学物质等空气污染环境有关,其病理表现主要包括气道受阻,肺及胸廓顺应性下降,膈肌活动度变小、收缩力减弱乃至膈肌萎缩,呼气时气道塌陷闭塞,肺泡气体不能有效排出,从而影响正常气体交换,致使患者呼吸困难及活动能力下降;同时该病是一种以不完全可逆气流受限为主要特征的慢性肺功能损伤性疾病,其致残率、致死率均较高[1]。目前临床针对重症 COPD 患者多采用药物治疗,而病情处于稳定期的轻中度 COPD 患者多给予健身锻炼、呼吸训练等辅助干预,对改善患者肺功能具有一定疗效[2];但患者在肺功能训练(尤其是负荷深呼吸训练)过程中,往往因血氧供应不足而影响训练效果[3]。Ma 等[4]研究表明,在高浓度负氧离子环境下进行有氧训练能提高训练者血氧水平,增强人体运动耐受性进而提高训练效率,但目前鲜见采用负氧离子吸入辅助 COPD 患者进行康复训练的相关报道。基于此,本研究采用负氧离子吸入作为稳定期轻中度 COPD 患者进行负荷深呼吸训练时的辅助干预措施,发现康复疗效满意,现报道如下。