

压力生物反馈核心稳定训练联合吸气肌训练对脑卒中偏瘫患者肺功能的影响*

王璐怡¹ 吕雪莹¹ 张玉婷¹ 耿雨涵¹ 王丛笑^{1,2}

脑卒中是世界范围内发病率和致残率较高的疾病之一,在脑卒中患者中,呼吸功能障碍也是一种常见和严重的并发症^[1-2],脑卒中患者存在膈肌、肋间外肌及腹肌等呼吸肌部分或全部肌力下降的情况^[3]。呼吸肌无力是由于中枢神经系统损伤引起的呼吸相关肌肉的力量降低或协调性收缩障碍^[4],也有研究认为,呼吸功能的降低与住院后长期卧床和呼吸功能失调导致的氧转运能力下降有关^[5]。呼吸肌功能下降会导致脑卒中患者肺部感染的风险及病死率增加,加重功能障碍,并且在康复训练或有氧运动时容易疲劳,延长康复进程^[6]。国内外研究表明,呼吸肌训练可以提高脑卒中患者心肺功能,改善患者的运动功能及生活质量^[7-9]。膈肌是主要的吸气肌,吸气肌训练(inspiratory muscle training, IMT)可以增加脑卒中患者的最大吸气压(maximum inspiratory pressure, MIP),改善的呼吸功能及运动功能,提高生活质量^[8]。腹部肌肉(包括腹横肌)是呼吸的辅助肌肉,在呼吸中起到了很重要的作用,腹横肌上下纤维的激活有助于腹内压的变化。膈肌和腹肌的收缩会增加腹内压,并持续促进呼吸和姿势调整^[10]。压力生物反馈核心稳定训练(abdominal drawing-in Maneuver, ADIM)通常用于腰椎稳定训练,旨在激活腹横肌^[11]。既往文献多研究IMT或核心稳定训练对脑卒中呼吸功能或平衡功能的研究,两者联合应用的研究较少。另外,少量联合应用的研究仅关注平衡功能或呼吸肌的激活^[12-14],对呼吸肌及肺功能的影响报道较少,本研究旨在探讨IMT联合ADIM对脑卒中偏瘫患者呼吸肌和肺功能的影响。

1 资料与方法

1.1 试验设计

本研究采用随机对照试验设计,采取评估者盲,受试者和治疗师非盲。两组样本量比值1:1,参考前期预实验结果,以FVC评分作为计算依据,治疗前为 53.13 ± 16.05 ,治疗后为 66.62 ± 18.42 ,差异的效应量为0.777,假设 $\alpha=0.05$,统计学功效power=0.80,通过G*Power软件^[15]计算得到最少需要样本量为16例,考虑到20%的脱落率及其他不确定因素,计划每组纳入20例受试者。由计算机生成随机数字表,从随机数字表的第3行第2列开始选取数字,奇数为试验组,偶数为对照组。

1.2 研究对象

选取2019年6月—2021年6月在我院进行康复治疗脑卒中偏瘫患者40例作为研究对象,其中男性27例,女性13例。纳入标准:①首次发病,符合《中国脑血管疾病分类2015》的标准;②年龄40—75岁,男女不限;③病程1—6个月;④生命体征平稳,无慢性呼吸系统疾病病史,无呼吸系统感染,无气管插管及气管切开,未使用呼吸机;⑤认知功能正常,简易精神状态检查量表(MMSE)评分 ≥ 24 分;⑥患者自愿参加,并配合治疗及检查,对本研究知情同意,通过医院伦理委员会审批(审批号:2019bkky003)。

排除标准:①有严重的意识或认知功能障碍;②患有严重精神疾病;③治疗不能配合者。

采用随机数字表法,分为试验组(IMT+ADIM)20例、对照组(IMT)20例。两组基线资料比较差异无显著性意义($P>0.05$),见表1。

表1 两组患者基线资料比较

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	性别(例)		卒中类型(例)		病程 ($\bar{x}\pm s$,d)	受累侧别(例)		吸烟(例)	
			男	女	脑出血	脑梗死		左侧	右侧	是	否
试验组	20	61.90 \pm 7.34	13	7	5	15	86.54 \pm 25.72	9	11	8	12
对照组	20	57.45 \pm 8.26	14	6	5	15	85.56 \pm 24.13	11	9	10	10
χ^2 值/ t 值		-1.801		0.114		0		1.807		0.4	0.404
P 值		0.08		0.736		1		0.088		0.527	0.525

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2024.04.020

*基金项目:国家科技部重点科技部国家重点研发计划(2020YFC2004300);首都医科大学附属北京康复医院科技发展专项(2021-075)

1 首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心,北京市,100144; 2 通讯作者

第一作者简介:王璐怡,女,副主任医师;收稿日期:2022-03-21

1.3 研究方法

两组患者均给予常规康复治疗,包括关节活动度训练、诱发主动运动训练、肌力增强训练、平衡及步行功能训练、物理因子治疗、日常生活活动训练等。在此基础上,对照组接受压力阈值负荷吸气肌训练15min/次,每天2次。试验组接受压力生物反馈ADIM训练和压力阈值负荷吸气肌训练,15min/次,每天各1次,共8周,5天/周。

1.3.1 压力阈值负荷吸气肌训练^[12]:采用Power Breathe KH2吸气肌检测与训练仪(Power Breathe公司,英国)进行吸气肌训练。训练要求患者首先尽可能快速、深入的吸气,缓慢且彻底地呼气,保证吸气体隔时间足够长。初始负荷为的30% MIP,患者适应训练后,逐渐增加负荷到60%MIP。如患者训练过程中感觉到头晕或轻微头痛,应放慢呼吸或停止并休息。患者患有感冒、鼻窦炎或呼吸道感染时停止使用,直到症状完全消失。

1.3.2 压力生物反馈ADIM训练:应用Stabilizer充气式压力生物反馈仪^[14]。患者处于仰卧位,治疗师协助患者使骨盆位于中立位,髋关节屈曲45°,膝关节屈90°。将气囊置于患者腰部下方,充气至40mmHg,将传感器的指示盘朝向患者,以便其能够看到刻度的变化。嘱患者慢慢收腹部,使下腹部和肚脐向脊柱靠近,不要移动骨盆和腰椎,保持压力在40mmHg,上下浮动2—3mmHg,维持10—15s,保持正常呼吸,维持后让受试者休息2—3s,重复20次。运动前,向受试者解释腹部深部肌肉的功能,并告知每位受试者压力生物反馈装置的作用和压力监测机制。

1.4 评定方法

两组患者分别在治疗前和治疗8周后,由经过专业培训的康复医师和治疗师进行评定。

1.4.1 吸气肌功能评定:采用Power Breathe KH2(英国)吸气肌检测仪评估MIP和吸气流速峰值(peak inspiratory flow, PIF)。将设备与breathe-link软件连接同步,每人专用的口含式带滤纸的过滤嘴与仪器连接,健手持设备,直立坐位^[14]。测试前,对患者宣教评估目的和呼吸方式,嘱患者用嘴包住过滤嘴避免漏气。①MIP测试:缓慢吐气后用力吸气,保持至少两秒钟,然后呼气放松。重复3次呼吸,差异小于20%为有效数据,记录3次的平均值。MIP代表吸气肌的最大强度,反映了吸气肌所能提拉的最大重量,是评估吸气肌力量的最重要指标。②PIF测试:指导患者尽可能快速用

力地吸气,直到肺部充满为止,然后缓慢吐气,将肺部完全排空,如此进行30次呼吸,记录平均值。PIF反映吸气肌快速收缩、克服阻力的能力及呼吸系统的弹性。

1.4.2 肺功能评定:采用国产的Pivot Flow300肺功能测试仪,测试前将呼吸训练器的呼吸终端与系统连接,每次测试更换咬嘴。测试前录入患者姓名、性别、年龄、身高、体重,系统自动计算各参数的预计值。①流速流量环(快速肺通气):嘱患者先均匀呼吸,待呼吸逐渐平稳后,快速呼气将补呼气量呼出。然后尽最大努力吸满气后再努力呼气,呼气时不要停止,要尽可能达到最大补呼气量,保证屏幕右侧两个柱状条都变绿,即可停止。记录用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第1秒用力呼气量(forced expiratory volume in one second, FEV1)和呼气流量峰值(peak expiratory flow, PEF)占预计值百分比(%)。②分钟最大通气量:嘱患者大口的吸呼气(不要呼吸过深,要用力并且保证频率)持续呼吸10s结束,记录每分最大通气量(MVV)。

1.5 统计学分析

本研究采用SPSS 22.0统计软件进行统计分析。计量资料经K-S正态性检验后,符合正态分布者用平均数±标准差表示,组间比较采用独立样本t检验,组内比较采用配对样本t检验;非正态分布者用中位数和上下四分位数[M(P25, P75)]表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验,组内比较采用Friedman检验。计数资料比较采用 χ^2 检验。显著性水平 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 表示差异具有显著性意义。

2 结果

两组治疗前各项指标比较差异无显著性意义($P>0.05$)。两组治疗后MIP、PIF、FVC、FEV1、PEF、MVV评分与治疗前比较显著改善($P<0.01$)。治疗后,试验组MIP、PIF、FEV1、PEF、MVV评分与对照组相比改善更为明显,差异具有显著性意义($P<0.05$)。见表2—4。

3 讨论

呼吸系统是维持生命所需元素的最重要途径之一。膈肌是最主要的吸气肌,承担70%的呼吸活动^[16]。当这些肌肉收缩时,会增加胸腔的容积,迫使空气进入肺部。用力呼气时,腹肌收缩,参与收缩胸腔,增加胸腔内压力^[14]。脑卒中患者由于中枢神经系统损伤,在呼吸中呼吸肌的力量和下腹部

表2 两组脑卒中患者治疗前后MIP、PIF评分情况比较

组别	例数	MIP(cmH ₂ O)				PIF(L/s)			
		治疗前	治疗后	Z值	P值	治疗前	治疗后	Z值	P值
对照组	20	21.22(11.08, 35.89)	39.29(27.09, 56.59)	-3.92	<0.01	2.20(1.23, 2.92)	3.72(3.09, 4.48)	-3.92	<0.01
试验组	20	18.33(10.31, 45.28)	51.89(40.47, 78.44)	-3.92	<0.01	1.71(1.27, 2.82)	4.61(3.74, 6.61)	-3.92	<0.01
Z值		-0.189	-2.083			-0.284	-2.259		
P值		0.85	0.0371			0.776	0.024		

表3 两组脑卒中患者治疗前后FVC、FEV1评分情况比较

组别	例数	FVC(L)				FEV1(L)			
		治疗前	治疗后	t值	P值	治疗前	治疗后	Z值	P值
对照组	20	53.01±18.05	65.62±16.62	-15.69	<0.01	55.21(40.24,70.20)	65.22(48.30,79.32)	-3.92	<0.01
试验组	20	56.03±21.14	72.49±21.75	-13.89	<0.01	50.93(41.3,61.74)	77.55(66.76,85.36)	-3.92	<0.01
Z值/t值		-0.486	-1.123			-0.243	-2.353		
P值		0.630	0.269			0.808	0.019		

表4 两组脑卒中患者治疗前后PEF、MVV评分情况比较

组别	例数	PEF(L/s)				MVV(L)			
		治疗前	治疗后	Z值	P值	治疗前	治疗后	t值	P值
对照组	20	44.21(30.98,67.49)	51.7(36.25,73.12)	-3.92	<0.01	42.60±22.47	54.75±21.91	-11.71	<0.01
试验组	20	35.27(21.10,60.67)	63.17(50.50,85.83)	-3.92	<0.01	41.46±21.08	69.23±19.56	-24.25	<0.01
Z值/t值		-0.622	-2.137			0.165	-2.204		
P值		0.534	0.033			0.870	0.034		

的作用降低^[17],胸廓活动度减小,使FVC等肺功能指标降低,躯干核心控制能力降低^[18]。深层核心肌群,例如膈肌、腹横肌、盆底肌等,既参与了躯干控制,同时也是呼吸的主要肌群。膈肌和腹横肌的力量或协调能力降低会影响呼吸功能和运动功能的恢复^[19]。研究表明,脑卒中患者存在膈肌无力、移动度降低等表现,并伴吸气功能降低^[19-20]。有学者发现恢复期脑卒中患者MIP及最大呼气压较健康对照组显著降低,参与维持躯干稳定的腹肌力量也较健康成年人弱^[21]。

IMT是通过以对膈肌为主的吸气肌施加压力阈值负荷来提高吸气肌力量和耐力的训练方式^[22]。研究表明IMT能够有效地改善亚急性脑卒中患者肺通气功能、吸气肌功能、膈肌移动度及收缩时厚度^[17-8,23]。其机制在于压力阈值负荷呼吸肌训练,能够提高肌肉组织的储能能力,并能促进神经递质的分泌,吸气肌产生适应性的结构改变,肌肉中的I型和II型纤维数量及体积增长,促使相应呼吸肌的重塑^[24]。另外吸气肌力量训练能增强肺的顺应性及改善胸廓的扩张能力,保障有效的肺通气^[25]。肺功能的改善作用一般通过肺通气功能和吸气肌功能来反映。同样本研究对照组应用Power Breathe KH2呼吸训练仪对脑卒中患者进行8周吸气肌训练后,患者的MIP、PIF、FVC、FEV1、PEF、MVV评分较治疗前有显著的改善($P < 0.01$)。

ADIM训练是一种稳定和强化躯干的训练方法,训练中教患者缩唇腹式呼吸能够调节膈肌收缩舒张活动,提高膈肌工作效率,呼气相时利用腹横肌与盆底肌协同收缩机制,同步收缩盆底肌,可以更好地激活腹横肌,同时动员多裂肌,提高深层核心肌群的肌力和耐力^[11]。由于腹横肌属于深层肌,无法直接观察是否收缩以及测量其收缩程度,运用压力反馈仪为训练提供反馈。在临床上其常用来针对腰痛患者进行腹横肌的运动控制训练^[26],也可以用来评估腹横肌的运动表现^[27]。有研究表明应用ADIM训练对脑卒中患者的躯干控制、平衡和步行功能有显著改善^[28-29]。因ADIM训练中可显

著增加膈肌和肋间外肌的激活^[14],所以有研究通过6周的ADIM核心稳定训练,不仅提高了脑卒中患者平衡功能改善,肺功能也得到改善^[30]。本研究在前人研究的基础上,采用IMT联合ADIM训练,以增加膈肌和深层核心肌群肌力和耐力,结果显示IMT联合ADIM训练较治疗前MIP、PIF、FVC、FEV1、PEF、MVV评分与治疗前比较显著改善,且较单纯吸气肌训练组改善更为显著。ADIM训练可以通过反复刺激腹横肌,诱导呼吸肌收缩,提高肌力和耐力,从而增加腹内压,促进膈肌向上运动,同时降低胸腔腔内压和肺容量,改善肺功能。强健的腹肌在咳嗽和深呼吸等活动中起着重要作用^[31]。因此,激活腹部深层肌肉(如腹横肌)可有效地增强肺功能。

综上所述,压力生物反馈核心稳定训练联合吸气肌训练能进一步改善脑卒中患者呼吸肌肌力和肺功能,提高患者的生活质量。但本研究还存在一些不足,如样本量较小、观察持续时间偏短,还缺少长时间的随访观察等,还需今后进一步深入研究。

参考文献

- [1] Kim M, Lee K, Cho J, et al. Diaphragm thickness and inspiratory muscle functions in chronic stroke patients[J]. Med Sci Monit, 2017, 23:1247-1253.
- [2] Messaggi-Sartor M, Guillen-Sola A, Depolo M, et al. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial[J]. Neurology, 2015, 85(7):564-572.
- [3] Lee KB, Kim MK, Jeong JR, et al. Reliability of an electronic inspiratory loading device for assessing pulmonary function in post-stroke patients[J]. Med Sci Monit, 2016, 22: 191-196.
- [4] Seo K, Hwan PS, Park K. The effects of inspiratory diaphragm breathing exercise and expiratory pursed-lip breathing exercise on chronic stroke patients' respiratory muscle activation[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(3):465-469.

- [5] 杨晓龙,张甜甜,曲斯伟,等. 脑卒中后呼吸功能康复的研究进展[J]. 中国康复医学杂志,2020,35(9):1136—1140.
- [6] Wu F, Liu Y, Ye G, et al. Respiratory muscle training improves strength and decreases the risk of respiratory complications in stroke survivors: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2020, 101(11): 1991—2001.
- [7] Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, et al. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review[J]. J Physiother, 2016, 62(3): 138—144.
- [8] 王璐,程怡慧,张秀,等. 吸气肌训练对亚急性脑卒中患者肺功能及膈肌运动的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2020,42(11):987—991.
- [9] 戴勇,黄怀. 呼吸肌训练在脑卒中患者肺康复中的应用进展[J/OL]. 中华脑科疾病与康复杂志,2020,10(1):48—52.
- [10] Yoon HS, Cha YJ, You J. Effects of dynamic core-postural chain stabilization on diaphragm movement, abdominal muscle thickness, and postural control in patients with subacute stroke: A randomized control trial[J]. NeuroRehabilitation,2020,46(3):381—389.
- [11] Oh YJ, Park SH, Lee MM. Comparison of effects of abdominal draw-in lumbar stabilization exercises with and without respiratory resistance on women with low back pain: a randomized controlled trial[J]. Med Sci Monit, 2020, 26: e921295.
- [12] 于美庆,刘文辉,王丛笑,等. 综合呼吸训练对脑卒中偏瘫患者平衡及运动功能的影响[J]. 中国康复医学杂志,2021,36(9):1101—1106.
- [13] 莫贺龙,李祖虹,王赛华,等. 呼吸训练联合核心稳定训练治疗脑卒中后偏瘫患者的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志,2021,43(8):690—692.
- [14] Faul F, Erdfelder E, Lang A G, et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences[J]. Behav Res Methods,2007,39(2):175—191.
- [15] Kim CY, Lee JS, Kim HD, et al. Effects of the combination of respiratory muscle training and abdominal drawing-in maneuver on respiratory muscle activity in patients with post-stroke hemiplegia: a pilot randomized controlled trial [J]. Top Stroke Rehabil,2015,22(4):262—270.
- [16] Kelley RC, Ferreira LF. Diaphragm abnormalities in heart failure and aging: mechanisms and integration of cardiovascular and respiratory pathophysiology[J]. Heart Fail Rev, 2017, 22(2): 191—207.
- [17] Liaw MY, Hsu CH, Leong CP, et al. Respiratory muscle training in stroke patients with respiratory muscle weakness, dysphagia, and dysarthria: a prospective randomized trial[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(10): e19337.
- [18] Kulnik ST, Rafferty GF, Birring SS, et al. A pilot study of respiratory muscle training to improve cough effectiveness and reduce the incidence of pneumonia in acute stroke: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2014, 15: 123.
- [19] 李卫卫,周停,王红星. 脑卒中慢性期吸气肌肌力的改变[J]. 中国康复理论与实践,2018,24(7):843—845.
- [20] Choi YM, Park GY, Yoo Y, et al. Reduced diaphragm excursion during reflexive citric acid cough test in subjects with subacute stroke[J]. Respir Care, 2017, 62(12): 1571—1581.
- [21] Santos R, Dall'Alba S, Forgiarini S, et al. Relationship between pulmonary function, functional independence, and trunk control in patients with stroke[J]. Arq Neuropsiquiatr, 2019,77(6):387—392.
- [22] Gomes-Neto M, Saquetto MB, Silva CM, et al. Effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and exercise tolerance in patients poststroke: a systematic review with meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2016, 97(11): 1994—2001.
- [23] 吴雨晨,丁楠楠,姜变通,等. 阈值负荷吸气肌训练对呼吸肌功能影响的Meta分析[J]. 中国康复理论与实践,2019,25(10):1150—1161.
- [24] Bonnevie T, Villiot-Danger JC, Gravier FE, et al. Inspiratory muscle training is used in some intensive care units, but many training methods have uncertain efficacy: a survey of French physiotherapists[J]. J Physiother,2015,61(4): 204—209.
- [25] 郝世杰,李琳琳,毕鸿雁,等. 六字诀联合吸气肌训练对脑卒中偏瘫患者肺功能的影响[J]. 中国康复,2018,33(2):107—110.
- [26] Sivapuratharasu B, Bull A, Mcgregor AH. Understanding low back pain in traumatic lower limb amputees: a systematic review[J]. Arch Rehabil Res Clin Transl, 2019,1(1—2):100007.
- [27] 董煜琳,王雪强,胡静芸. 压力生物反馈仪测试腰痛的信度评价[J]. 中国组织工程研究, 2015,19(37): 6060—6063.
- [28] Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2017,31(3):240—249.
- [29] Lee HJ, Kang TW, Kim BR. Effects of diaphragm and deep abdominal muscle exercise on walking and balance ability in patients with hemiplegia due to stroke[J]. J Exerc Rehabil, 2018, 14(4): 648—653.
- [30] Kim B, Jung YD, Jeong D. Effects of deep abdominal muscle strengthening exercises on pulmonary function and the ability to balance in stroke patients[J]. The Journal of Korean Society of Physical Therapy, 2015, 27(4): 258—263.
- [31] Mccaughey EJ, Borotkanics RJ, Gollee H, et al. Abdominal functional electrical stimulation to improve respiratory function after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis[J]. Spinal Cord, 2016, 54(9): 628—639.