

· 临床研究 ·

吸气肌训练联合膈肌抗阻训练对脑卒中患者运动和平衡功能的影响

刘西花¹ 杨玉如¹ 李晓旭¹ 毕鸿雁¹ 王静²

¹山东中医药大学附属医院康复科, 济南 250014; ²济南市中心医院呼吸与危重症医学科, 济南 250014

通信作者: 王静, Email: amu0927@163.com

【摘要】 目的 观察吸气肌训练联合膈肌抗阻训练对脑卒中患者呼吸、运动和平衡功能的影响。**方法** 选取符合入选和排除标准的脑卒中患者 88 例, 采用随机数字表法分为呼吸肌训练组和对照组, 每组患者 44 例。2 组患者均给予常规康复训练, 呼吸训练组在此基础上增加吸气肌训练和膈肌抗阻训练, 吸气肌训练和膈肌抗阻训练均每日 1 次, 每周训练 5 d, 连续训练 4 周。分别于治疗前和治疗 4 周后(治疗后)采用吸气肌肌力指数、Fugl-Meyer 评定量表(FMA)和 Berg 平衡量表分别评估 2 组患者的呼吸肌肌力、运动功能和平衡功能, 并采用相关性分析探讨呼吸肌肌力、运动功能和平衡功能的相关性。**结果** 治疗后, 呼吸训练组患者的吸气肌肌力指数、Fugl-Meyer 评分和 Berg 平衡评分分别为 61.80%、75.00 分和 38.00 分, 均显著优于组内治疗前和对照组治疗后($P<0.05$)。Spearman 相关性分析显示, 吸气肌肌力指数与 FMA 评分($r=0.649$, $P<0.001$), Berg 平衡评分与 FMA 评分($r=0.607$, $P<0.001$), 吸气肌肌力指数与 Berg 平衡评分($r=0.475$, $P<0.005$), 3 者间均呈显著相关性。**结论** 吸气肌训练联合膈肌抗阻训练可显著改善脑卒中患者的吸气肌肌力水平, 同时还可促进其运动功能和平衡功能的恢复。

【关键词】 脑卒中; 呼吸肌; 运动; 平衡功能; 相关分析

基金项目: 国家自然科学基金(81802239)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.005

Effects of combining inspiratory muscle training with diaphragm resistance training on the motor and balance functioning of stroke survivors

Liu Xihua¹, Yang Yuru¹, Li Xiaoxu¹, Bi Hongyan¹, Wang Jing²

¹Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; ²Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Jinan Central Hospital, Jinan 250014, China
Corresponding author: Wang Jing, Email: amu0927@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of combining inspiratory muscle training with diaphragm resistance training on the respiratory, motor and balance functioning of stroke survivors. **Methods** Eighty-eight stroke survivors were randomly divided into a respiratory muscle training group and a control group, each of 44. Both groups received routine rehabilitation, but the respiratory muscle training group also received daily inspiratory muscle and diaphragm resistance training, five days a week for 4 weeks. The respiratory muscle strength, motor function and balance of the two groups were evaluated using the inspiratory muscle strength index, the Fugl-Meyer assessment scale and the Berg balance scale before and after the treatment. **Results** After the treatment, the average inspiratory muscle strength index of the respiratory muscle training group was 61.80%, its average Fugl-Meyer score was 75 and its average Berg balance score was 38. All were significantly better than before the treatment and better than the control group's averages at the same time point. Spearman correlation analysis found significant correlation among the three measurements. **Conclusions** Combining inspiratory muscle training with diaphragm resistance training can significantly improve the inspiratory muscle strength of stroke survivors, and promote the recovery of their motor and balance functions.

【Key words】 Stroke; Respiratory muscles; Exercise; balance; Correlation analysis; Diaphragm

Funding: National Natural Science Foundation of China (81802239)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.005

脑卒中作为一种中老年高发疾病,具有发病急、预后差、病死率高等特点,已成为我国首位死亡因素^[1]。调查研究证实,约 75% 的脑卒中患者在病程 3~6 个月时仍存在上肢功能障碍^[2]。康复训练是改善脑卒中患者肢体功能障碍的有效方法,传统的康复训练往往重视肢体功能的康复,容易忽略脑卒中患者的呼吸功能。

近年来,脑卒中患者的呼吸功能障碍已受到越来越多人的关注^[3]。与健康人群相比,部分脑卒中患者的患侧会出现膈肌、肋间和腹部肌肉无力,最大吸气压(maximum inspiratory pressure, MIP)和最大呼气压(maximum expiratory pressure, MEP)均显著降低^[4]。目前的研究表明,呼吸训练可改善患者的呼吸功能^[5-6],但鲜见吸气肌训练对运动和平衡功能影响的研究。基于此,本研究旨在观察呼吸肌训练对脑卒中患者呼吸、运动和平衡功能的影响,并研究其相关性,以期对脑卒中中的临床康复提供参考和借鉴。

对象与方法

一、研究对象和分组

纳入标准:①经颅脑 CT 或磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查确诊为脑卒中,符合中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014^[7];②年龄 20 岁~80 岁,病情稳定;③无严重的认知功能障碍,可理解基本指令,并配合治疗;④无严重的呼吸系统疾病(呼吸衰竭、慢性阻塞性肺疾病者、哮喘等);⑤没有服用影响代谢或呼吸肌肌力的药物;⑥患者或家属签署知情同意书。

排除标准:①伴有影响呼吸肌测试的其他肌肉、骨骼问题,如肌肉拉伤、肋骨骨折等;②伴有临床体征的呼吸系统疾病;③意识水平受损或存在严重的认知障碍。

选取 2018 年 12 月至 2020 年 4 月山东中医药大学附属医院康复科收治、并符合上述标准的脑卒中患者 88 例,采用随机数字表法将其随机分为呼吸训练组和对照组,每组患者 44 例。2 组患者的平均年龄、性别、平均体重指数(body mass index, BMI)、病程、病变性质和病变部位等一般资料经统计学分析,差异均无统计学意义($P>0.05$),详见表 1。本研究经山东中医药大学附属医院医学伦理学会审批通过(L20-164A)。

二、干预方法

2 组患者均给予常规康复训练,呼吸训练组在此基础上增加吸气肌训练联合膈肌抗阻训练。

1. 常规康复训练:包括物理治疗(肌力训练、平衡训练),每日治疗 30 min,每周治疗 5 d,连续治疗 4 周;作业治疗和日常生活活动能力训练,每日共治疗 30 min,每周治疗 5 d,连续治疗 4 周。

2. 吸气肌训练:采用英国 Power Breathe 公司生产的 K5 型深度呼吸训练器(图 1)进行吸气肌训练。患者取舒适坐位,身体稍前倾 10°~15°,采用腹式呼吸模式调整呼吸,待呼吸平稳后采用 K5 型深度呼吸训练器的测试程序测得 MIP,将初始吸气阻力设置为 30% MIP 后即开始训练。患者采用吸气滤嘴经嘴呼吸,首先快速、用力地吸气至最大肺容量,然后拿开滤嘴缓慢吐气,每次吐气 6 s,每次训练 30 下,每日 1 次,每周训练 5 d,连续训练 4 周^[8]。每周最后 1 次训练结束后需重新测定 MIP,并根据测定结果调整下一周的吸气阻力^[9]。



图 1 Power Breathe K5 型吸气肌训练仪

3. 徒手膈肌抗阻训练:取患者舒适体位,嘱其做腹式呼吸,治疗师手放于剑突下缘的上腹部,嘱患者最大力量吸气和呼气,进行等长收缩时,治疗师在患者吸气中后期徒手施加一个阻力,以不影响患者的膈肌活动度为宜,令患者在吸气末停留 3~5 s。进行等张收缩时,治疗师在吸气的开始即徒手施加一个逐渐减小的力,以不影响患者的膈肌运动幅度为宜。徒手膈肌抗阻训练每日做 2 组,每组 20 下,每周训练 5 d,连续训练 4 周。

三、效果评价

分别于治疗前、治疗 4 周后采用吸气肌肌力指数、Fugl-Meyer 评定量表(Fugl-meyer motor assessment, FMA)及 Berg 平衡量表对两组患者呼吸肌肌力、运动功能及平衡能力进行评定。

表 1 2 组患者的一般资料

组别	例数	平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	性别(例)		平均 BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	病程(例)			病变性质(例)		病灶部位(例)	
			男	女		<3 个月	3~6 个月	>6 个月	脑出血	脑梗死	涉及脑干	不涉及脑干
呼吸训练组	44	60.48 $\pm$ 12.80	29	15	26.30 $\pm$ 4.21	24	8	12	15	29	9	35
对照组	44	62.78 $\pm$ 14.51	25	19	24.72 $\pm$ 5.01	22	11	11	13	31	11	33

1. 吸气肌肌力测定:采用英国 Power Breathe 公司生产的 K5 深度呼吸训练器进行吸气肌肌力测试。康复治疗师先教会患者膈式呼吸,嘱其测试时尽可能地用膈肌进行吸气。患者取坐位或立位,将咬嘴器放入患者口中,要求患者用嘴包裹住咬嘴并用嘴吸气,为防止鼻子漏气可用鼻夹夹住。引导患者在吸气前,将气缓缓呼干净,然后再快速用力吸气,如此进行 30 下为 1 次完整的测试过程,整个测试过程 5~10 min。记录患者吸气肌的肌力指数,然后计算其吸气肌百分比(实际肌力指数/预计肌力指数×100%),百分比越高表明患者吸气肌肌力越好^[10]。

2. FMA 评分:患者的肢体运动功能采用 FMA 进行评定^[11],该量表分为上肢和下肢两部分,上肢最高评分 66 分,下肢最高 34 分,得分越高,表明患者的运动功能越好。

3. Berg 平衡量表:该量表包括站起、坐下、独立站立、闭眼站立、上臂前伸、双足交替踏台阶、单腿站立等 14 个动作项目,每个项目以 0~4 分 5 级评分法进行评定。最低分 0 分,最高 56 分,得分越高,表明患者的平衡能力越好,得分>40 分表明患者平衡功能良好,可以独立步行^[12]。

四、统计学方法

采用 SPSS 22.0 版统计学软件对本研究所得数据进行分析,符合正态分布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料采用中位数表示,组间比较采用非参数检验;计数资料分析采用 χ^2 检验;相关性分析采用 Spearman 相关系数法。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、患者依从性

本研究过程中,失访患者为 7 例,其中呼吸训练组 4 例,对照组 3 例,最终纳入本研究的患者为:呼吸训练组 41 例,对照组 40 例。

二、2 组患者治疗前、后吸气肌肌力指数比较

干预前,2 组患者的吸气肌肌力指数组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);干预后,2 组患者的吸气肌肌力指数较组内干预前均显著改善,且呼吸训练组患者干预后的吸气肌肌力指数显著高于对照组干预后,差异均有统计学意义($P<0.05$),详见表 2。

三、2 组患者治疗前、后运动功能和平衡功能比较

干预前,2 组患者的 FMA 评分和 Berg 平衡评分组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后,2 组患者的 FMA 评分和 Berg 平衡评分较组内干预前均显著改善,且呼吸训练组患者干预后的 FMA 评分和 Berg 平衡评分均显著高于对照组干预后($P<0.05$),详见表 3。

表 2 2 组患者治疗前、后吸气肌肌力指数的比较[%,中位数(IQR)]

组别	例数	干预前	干预后
呼吸训练组	40	35.80(22.25,48.75)	61.80(30.13,73.00) ^{ab}
对照组	41	37.55(22.82,52.46)	50.65(26.53,62.65) ^a

注:IQR 为四分位距(interquartile range);与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

表 3 2 组患者治疗前、后 FMA 评分和 Berg 平衡评分比较[分,中位数(IQR)]

组别	例数	FMA 评分	Berg 平衡评分
呼吸训练组			
干预前	40	71.00(43.00,83.00)	29.00(13.00,45.00)
干预后	40	75.00(62.00,89.00) ^{ab}	38.00(24.00,49.00) ^{ab}
对照组			
干预前	41	67.00(41.00,80.00)	27.00(15.00,43.00)
干预后	41	68.00(51.00,81.00)	32.00(22.00,43.00) ^a

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

四、吸气肌肌力指数、Berg 平衡评分和 FMA 评分 3 项指标间的相关性分析

Sperman 相关性分析显示,吸气肌肌力指数与 FMA 评分($r=0.649$, $P<0.001$),Berg 平衡评分与 FMA 评分($r=0.607$, $P<0.001$),吸气肌肌力指数与 Berg 平衡评分($r=0.475$, $P<0.005$),3 项指标间均呈显著相关性。

讨 论

本研究结果显示,呼吸训练组经吸气肌训练联合膈肌抗阻训练 4 周后,其吸气肌肌力指数、运动能力和平衡能力均明显优于组内干预前和对照组干预后,该结果表明,吸气肌训练联合膈肌抗阻训练不仅可以改善脑卒中患者的吸气肌功能,还可提高其运动和平衡能力。其可能机制在于通过有效的呼吸训练可以增强呼吸肌肌力、扩展胸廓、提高肺组织弹性以及改善肺通气功能,而脑卒中患者经呼吸训练后,其呼吸功能的改善可增强核心肌群的稳定性,从而促进平衡功能和运动功能的改善^[13-14]。

研究表明,脑卒中患者因神经功能受损和残疾卧床的限制,会致使其呼吸肌力量减弱,且伴随膈肌和腹肌功能障碍,继而引起呼吸肌功能障碍,并往往伴有呼吸模式的改变^[15-16]。近年来,国内、外相继进行了相关临床研究,从不同角度探索了呼吸肌训练对脑卒中患者的疗效,但也有研究发现,呼吸训练对脑卒中患者的肺康复无显著疗效^[17-18]。为此,本研究对吸气肌联合膈肌抗阻训练对脑卒中患者吸气肌肌力、运动和平衡功能的干预效果进行系统的研究。

吸气肌训练作为一种呼吸训练方式,主要目的为锻炼以膈肌为主的具有吸气功能肌肉的力量和耐力,

同时,吸气肌的肌力训练需最适合的阻力负荷才可达最佳的训练效果^[19]。研究表明,Power Breathe K5 吸气肌训练系统可根据受试者的呼吸肌强度变化调节其吸气阻力,从而确保吸气肌维持在最佳的阻力训练状态,以达到最佳的训练效果^[19]。本研究结果也证实,通过吸气肌训练,患者的吸气肌肌力明显改善。

本研究结果还显示,患者吸气肌肌力、患者平衡能力和肢体功能 3 项指标间存在显著的相关性。研究表明,呼吸肌训练可在短期内改善患者的肺功能和肢体功能,即脑卒中患者的吸气肌肌力与躯干的稳定性和运动能力密切相关^[20]。从运动控制理论来看,四肢的运动要依赖于躯干以呼吸肌和腰背部肌肉为主的核心肌群的稳定性^[21]。本课题组认为,脑卒中后神经功能的损伤会降低其对肌肉的调动能力,从而导致平衡功能减弱,而呼吸训练不仅可以改善核心肌群的稳定性,对其运动和呼吸功能也有积极的促进作用。

综上所述,吸气肌训练联合膈肌抗阻训练不仅可以增强脑卒中患者吸气肌的肌力,还可促进其运动和平衡功能的改善,值得在脑卒中临床康复中应用。由于本研究的样本量偏小和随访时间较短,对研究结果的准确性和远期效果都有不同程度的影响。本课题组在今后将进一步扩大样本量,并延长随访时间,以期对本研究进行完善。

参 考 文 献

- [1] Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, et al. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 2015 (10) : CD004433. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub3.
- [2] Chen CM, Yang YH, Chang CH, et al. Effects of transferring to the rehabilitation ward on long-term mortality rate of first-time stroke survivors: a population-based study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2017, 98(12) : 2399-2407. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.03.020.
- [3] Messaggi-Sartor M, Guillen-Solà A, Depolo M, et al. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: a randomized clinical trial[J]. *Neurology*, 2015 , 85 (7) : 564-572. DOI: 10.1212/WNL.0000000000001827.
- [4] 廖源,孙光华,封蔚彬,等. 强调呼吸训练的脑卒中偏瘫患者综合康复治疗的临床有效性[J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40(4) : 698-701. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2020.04.008.
- [5] 姚先丽,吴志远,李坤彬,等. 呼吸训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响[J]. *广东医学*, 2020, 41 (15) : 1553-1557. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.20192095.
- [6] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.11.006.
- [7] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014[J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48(4) : 1092-1098. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.

04.002.

- [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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.11.006.
- [9] Langer D, Jacome C, Charusisin N, et al. Measurement validity of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD[J]. *Respir Med*, 2013, 107(4) : 633-635. DOI: 10.1016/j.rmed.2013.01.020.
- [10] Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, et al. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2010, 24(3) : 240-250. DOI: 10.1177/0269215509358932.
- [11] 肖悦,许光旭,曹蓉,等. 全身振动训练促进脑卒中偏瘫患者平衡功能和步行效率的研究. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(4) : 312-316. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.04.005.
- [12] Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, et al. Fugl Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials[J]. *Stroke*, 2011, 42 (2) : 427-432. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.592766.
- [13] 章志超,刘金明,李祖虹,等. 膈神经电刺激联合呼吸训练对脑卒中患者肺功能、躯干稳定性及平衡功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40 (7) : 486-490. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.07.002.
- [14] Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2008, 32 (1) : 14-20. DOI: 10.1097/NPT.0b013e3181660f0c.
- [15] Zhang X, Zheng Y, Dang Y, et al. Can inspiratory muscle training benefit patients after stroke? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Rehabil*, 2020, 34(7) : 866-876. DOI: 10.1177/0269215520926227.
- [16] Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review[J]. *Inter J Stroke*, 2013, 8 (2) : 124-130. DOI: 10.1111/j.1747-4949.2012.00811.x.
- [17] 肖灵君,郭倩,黄粉燕,等. 脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能与肺通气功能及呼吸肌肌力的相关性[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100 (7) : 504-508. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.07.001.
- [18] 刘小明,曾盼,余灵芝,等. 康复呼吸训练对慢性脑卒中后病人肺功能、平衡和步态的影响[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2020, 18(15) : 2534-2537. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2020.15.041.
- [19] Yoo HJ, Pyun SB. Efficacy of bedside respiratory muscle training in patients with stroke: a randomized controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2018, 97 (10) : 691-697. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000933.
- [20] Jung NJ, Na SS, Kim SK, et al. The effect of the inspiratory muscle training on functional ability in stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2017, 29(11) : 1954-1956. DOI: 10.1589/jpts.29.1954.
- [21] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.08.004.

(修回日期:2022-07-28)

(本文编辑:阮仕衡)