·综述·

脑卒中患者呼吸肌训练的临床研究进展

邹盛国　吴建贤
安徽医科大学第二附属医院康复医学科,合肥　230601
通信作者:吴建贤,Email:ay2fyjianxianwu@126.com

【摘要】 随着临床对呼吸功能康复逐渐重视,脑卒中患者呼吸肌训练已成为当前研究热点。现有研究显示呼吸肌训练在提高脑卒中患者呼吸肌力量、增强咳嗽能力、降低卒中相关肺炎发病率、改善吞咽功能等方面均具有一定疗效。本文就近年来脑卒中患者呼吸肌训练方面最新研究进展进行回顾性总结,旨在多方面呈现不同研究角度及观点,为脑卒中临床治疗及研究提供参考资料。

【关键词】 脑卒中;　呼吸功能;　呼吸肌训练
基金项目:安徽高校省级自然科学研究项目(KJ2016A346)
Funding:Anhui university provincial natural science research project(KJ2016A346)
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.09.018

脑血管意外不仅影响患者肢体活动能力,而且还影响呼吸肌功能[1]。虽然关于脑卒中患者呼吸功能障碍的发病率目前尚无精确报道[2],但最近一项系统分析显示脑卒中患者呼吸肌肌力甚至达不到健康成人标准的 50%水平[3]。很久以来许多康复医疗机构针对脑卒中患者的康复训练多偏重于肢体活动、吞咽功能等显而易见的功能障碍方面,而脑卒中患者潜在的呼吸功能障碍及其引发的不良影响常被忽视。呼吸肌训练(respiratory muscle training,RMT)是运动医学、康复医学、重症监护医学中的一项重要工具,旨在增强患者或运动员的呼吸肌肌力及耐力,提高运动能力,改善呼吸困难及生活质量[4-7]。脑卒中患者呼吸功能下降及其对康复进程的影响逐渐引起国内、外学者重视,在经过大量研究后临床对脑卒中患者呼吸功能康复有了更全面认识。近年来国内、外相继进行了许多脑卒中患者呼吸肌训练的临床研究,分别采用不同的训练方式及观察指标,从不同角度探究呼吸肌训练对脑卒中患者的疗效。与此同时,也有个别学者提出了质疑,认为呼吸肌训练对脑卒中患者的临床疗效证据有限。本文对近年来脑卒中患者呼吸肌训练方面最新研究进行总结回顾,旨在呈现多方面的研究角度及观点,为临床治疗及研究提供参考建议。

脑卒中后呼吸功能改变

脑卒中后常发生呼吸系统功能紊乱,引起呼吸控制、呼吸模式、呼吸力学等方面改变[8]。以往研究发现 18%~88%的脑卒中患者出现异常呼吸模式,在严重神经功能障碍伴意识障碍患者中更常见,25%~60%的脑卒中患者表现周期性呼吸,其特征是潮气量波动和呼吸暂停或呼吸不足重复周期性出现[9-10]。患侧胸壁肌肉肌张力和痉挛增强限制了偏瘫患者胸壁运动,可导致肺容量减少,胸壁顺应性降低,吸气和呼气运动控制变差以及对肺功能测试的生理学限制[11-12]。脑梗死患者处于相对较低水平的呼吸驱动状态和呼吸驱动储备状态,因此在感染等应激状态下需呼吸中枢兴奋维持呼吸功能时,容易出现神经冲动发放不足,诱发呼吸衰竭,脑梗死患者虽然呼吸功能受累,但因不同程度代偿作用,其呼吸模式可能并未达到紊乱程度[13]。Lista 等[14]一项横断面研究发现慢性脑卒中患者呼吸肌肌力低于正常预计值的 60%,国外两项系统回顾研究同样发现脑卒中患者呼吸肌肌力明显下降[3,6]。

脑卒中后呼吸功能障碍机制

一、中枢性损伤

机体在平静呼吸时,吸气依靠膈肌等吸气肌收缩,呼气依靠膈肌和肋间外肌舒张,膈肌等主要吸气肌受中枢神经系统支配调控。朱晓东等[13]发现脑梗死患者中枢呼吸驱动力降低且中枢呼吸驱动储备下降,其病理机制可能包括脑卒中直接损害呼吸中枢、破坏神经纤维下行传导通路、中断呼吸中枢间纤维联系、在病灶远、近端造成继发神经纤维顺行性、逆行性损害等。脑干呼吸中枢或额叶运动中枢对呼吸运动的支配依赖完整的运动通路传导,如脑卒中损害到呼吸中枢或运动通路,均会导致呼吸功能障碍[2]。Khedr 等[15]发现呼吸功能障碍与患侧大脑皮质异常的电位潜伏期及中枢传导时间具有显著相关性,该研究证实了脑卒中可引起中枢性膈肌功能受损,导致患者出现不同程度呼吸功能障碍。总之,脑卒中患者可因中枢性损伤导致呼吸肌功能障碍,而且这些影响主要是由中枢或中枢传导受损引起,而非肌肉器质性损害[16]。

二、器质性损伤

脑卒中后使用机械通气会导致呼吸肌相关膈肌功能障碍(ventilator-induced diaphragmatic dysfunction, VIDD);Levine 等[17]研究发现膈肌萎缩与膈肌失活动、机械通气显著相关,该研究结果显示患者膈肌慢肌纤维横截面积减少 57%,快肌纤维横截面积减少 53%;另外长期高水平压力支持通气也可能导致膈肌萎缩和收缩功能障碍[18]。长期卧床会引起膈肌废用性萎缩、呼吸频率加快、水电解质紊乱以及鼻饲饮食造成营养不良,可能会进一步加重膈肌疲劳,可见脑卒中后长期卧床、机械通气、内环境紊乱、营养不良等非中枢性因素均会不同程度影响以膈肌为主的呼吸肌功能。

脑卒中后呼吸肌功能评估

康复治疗依赖精准的康复评估,呼吸肌功能评估对评定患

者呼吸功能受损情况及康复疗效具有重要意义。脑卒中患者呼吸肌评估不同于其他呼吸系统疾病患者,由于部分脑卒中患者因中枢性面神经瘫痪导致不同程度口角歪斜、漏气等情况,还有部分患者伴有认知功能受损,给脑卒中患者呼吸肌功能准确评估增加了难度。呼吸肌收缩效应与呼吸道压力变化息息相关,最大吸气压(maximal inspiratory pressure,MIP)和最大呼气压(maximal expiratory pressure,MEP)能反映呼吸肌随意运动时肌力[2]。MIP 反映所有吸气肌共同产生的最大吸气力量,而膈肌是主要吸气肌,因此 MIP 是反映膈肌收缩性能的较好指标[19],该检查操作简单且患者易于耐受,近年来相关研究多将 MIP 和 MEP 用于评价呼吸肌肌力[3,16,20-21]。另外利用 M 型超声检测脑卒中患者膈肌移动度、厚度也逐渐兴起,具有重复性好、安全无创、简便易行等优点。在神经电生理方面,膈肌运动诱发电位是评价与呼吸有关皮质脊髓束功能和膈肌功能的重要电生理学指标,通过检测膈肌运动诱发电位的兴奋性阈值、潜伏期(皮质及颈部)、患侧和健侧中枢传导时间及其波幅分布特征,从而客观评估脑卒中患者膈肌功能及恢复情况[22]。以上为目前较主流的脑卒中患者呼吸肌功能评估方法,其他方法本文不再赘述。

脑卒中后呼吸肌训练相关研究

一、呼吸肌训练对呼吸功能的影响

2011 年 Britto 等[23]对 21 例慢性脑卒中患者进行吸气肌训练,发现吸气肌训练能短期内明显改善吸气强度和耐力。2015 年 Messaggi 等[20]选取发病 2 周内的 109 例首发缺血性脑卒中患者作为研究对象,使用一种可同时进行吸气肌、呼气肌训练的双阀门呼吸训练器进行 3 周呼吸肌训练,训练组训练负荷设定为最大呼吸压力的 30%,压力负荷每周增加 10 cmH_2O 作为耐受性间隔;假训练组在整个研究期间以 10 cmH_2O 的固定负荷进行呼吸训练,经训练 3 周后发现 2 组患者呼吸肌力量均有明显提高。Kulnik 等[24]将 82 例脑卒中患者分为观察组及对照组,2 组患者均给予常规治疗,观察组同时采用阈值阻力装置进行呼吸肌训练,经治疗 4 周后发现 2 组患者 MIP、MEP 以及自主咳嗽流量峰值均明显改善,而辣椒素诱发的咳嗽流量峰值无明显改变,并且 2 组患者呼吸功能治疗后组间差异仍无统计学意义(P>0.05),该研究表明急性脑卒中后呼吸肌功能和咳嗽能力随病程延长而提高,吸气或呼气肌训练并不能增强或加速这种改善;虽然得到了与先前研究不同的结果,但 Kulnik 在另一篇报道中认为样本差异和较少训练量可解释该研究结果[25]。2015 年 Jung 等[26]选取 20 例脑卒中患者纳入训练组并给予吸气肌训练,每次训练 30 min,每周训练 5 次,连续训练 6 周,发现治疗后患者肺功能指标及 MIP 明显改善,认为吸气肌训练可改善脑卒中患者呼吸功能。2016 年俞长君等[27]对亚急性期脑卒中患者进行 3 周膈肌抗阻以及呼吸训练器训练,发现治疗后患者动脉氧分压、肺通气功能明显改善。综上所述,大部分研究均观察到呼吸肌训练对脑卒中患者呼吸功能具有改善作用,个别学者对急性期脑卒中患者呼吸肌训练有效性持质疑态度,认为急性脑卒中后呼吸肌功能随病程延长会自行提高。

二、呼吸肌训练对卒中相关性肺炎的影响

免疫抑制、吞咽障碍、活动受限、咳嗽能力减弱等均可导致脑卒中患者发生肺炎,卒中相关性肺炎(stroke-associated pneumonia,SAP)与脑卒中患者住院时间、医疗费用增加密切相关[28]。Messaggi 等[20]通过对 101 例脑卒中患者追踪随访,发现对照组在 6 个月内呼吸并发症频繁发生,随访期间呼吸肌训练能使呼吸道并发症绝对风险值降低 14%。Kulnik 等[24]对 82 例脑卒中患者进行 90 d 随访,未发现呼吸肌训练能降低肺炎发病率。俞长君等[27]通过 3 个月随访发现,亚急性期脑卒中患者通过呼吸肌训练能降低其肺部感染率。总之多数研究均观察到呼吸肌训练能降低脑卒中患者肺炎发病率,另外患者病程、随访时间、样本量、训练方式等均有可能影响呼吸肌训练预防 SAP 的疗效。

三、呼吸肌训练对咳嗽能力的影响

咳嗽可保护肺部免于误吸,神经肌肉疾病患者咳嗽能力减弱可导致肺部并发症,从而增加肺炎发病率及患者死亡率[29]。2016 年 Karen 等[30]纳入 14 例脑卒中患者并进行 5 周 60%最大呼气压负荷的呼气肌训练,发现患者反射性咳嗽冲动及咳嗽效果均较训练前明显改善,但自主咳嗽能力未见明显提高。Myeong 等[31]纳入 42 例脑卒中患者,其中干预组同时使用阈值吸气肌训练器和阈值正呼气压力装置进行 8 周呼吸肌训练,结果显示干预组咳嗽能力明显增强;通过相关性分析发现最大吸气压、最大呼气压及用力肺活量与咳嗽能力明显相关,其中以最大呼气压的相关性最显著。该研究表明最大呼气压在改善脑卒中患者咳嗽能力方面具有重要作用,为提高脑卒中患者咳嗽能力,应同时进行吸气肌及呼气肌训练。

四、呼吸肌训练对吞咽功能的影响

吞咽困难和脑卒中所致免疫抑制综合征是 SAP 的独立危险因素[32]。2015 年杨初燕等[33]研究发现在常规吞咽、摄食训练及电刺激基础上辅以多种呼吸功能训练,能进一步改善脑卒中伴慢性阻塞性肺疾病患者吞咽及呼吸功能。2017 年 Eom 等[34]纳入 42 例脑卒中患者并给予 4 周 70%最大呼气压负荷的呼气阀训练,结果显示该组患者吞咽功能明显改善。章志超等[35]对伴有吞咽功能障碍的脑卒中患者给予吞咽功能训练及呼吸训练,经 4 周训练后发现观察组患者显效率及吞咽造影评分均明显优于对照组。以上研究均表明在吞咽功能训练基础上辅以呼吸肌训练,能进一步改善脑卒中患者吞咽功能。

五、呼吸肌训练对步行能力的影响

偏瘫患者最大呼气压下降与躯干控制减弱具有明显相关性[36],而最大吸气压减弱则与步行速度下降有关[37]。2016 年 Lista 等[14]通过观察 30 例具有步行能力的慢性脑卒中偏瘫患者及 30 例健康受试者,发现卒中患者 MIP 及 MEP 均明显低于健康对照组水平,相关性分析显示 MIP 与 6 分钟步行试验(6-minute walk test,6MWT)距离具有正相关性。2017 年 Kyeong 等[21]纳入 12 例发病 6 个月以内的脑卒中患者,采用压力阈值呼吸器对其进行 30%最大吸气压负荷的吸气肌训练,对照组给予常规康复训练,经 4 周治疗后发现 2 组患者 6MWT 距离均较入选时有所提高,并且吸气肌训练组改善幅度明显优于对照组。上述结果表明吸气肌训练能提高慢性脑卒中患者步行耐力。

六、呼吸肌训练对睡眠质量的影响

2015 年 Yo-Han 等[38]尝试探究呼吸肌训练对 20 例脑卒中患者呼吸功能及睡眠质量的影响,采用匹兹堡睡眠质量指数和睡眠测量工具进行睡眠情况评估,每周训练 3 次,持续训练

8 周。经多样性指数分析证实,使用肺功能增强装置进行呼吸训练能有效改善脑卒中患者呼吸功能及睡眠质量。需要指出的是,目前关于呼吸肌训练对睡眠质量影响的研究还存在样本量偏少、设计单一等不足,无法提供充分证据,呼吸肌训练对脑卒中患者睡眠质量的影响还需更多大样本量、长期随访研究证实。

七、呼吸肌训练方式

目前临床采用的呼吸肌训练方式大致可分为吸气肌训练、呼气肌训练及吸气肌-呼气肌联合训练。吸气肌训练主要增强以膈肌为主吸气肌群肌力和耐力,呼气训练主要改善肺通气功能、腹肌力量以及咳嗽功能。常用的呼吸肌训练装置分为两类,包括阈值压力负荷装置和流速阻力负荷装置。前者是一种非流量依赖的线性负荷调节装置,利用加压阀门提供固定的压力负荷值,因其可控性及稳定性,目前是临床、科研中使用较广泛的一种装置;后者是一种流量依赖的非线性负荷调节装置,利用气流阻力提供负荷,负荷受到流速影响,因其不稳定性很少用于科研,但同时该装置具有成本低廉、操作简便等优点,目前在基层医院及家庭康复训练中得到广泛应用[39]。

八、呼吸肌训练的有效性研究

2013 年的一项系统回顾研究显示[16],脑卒中患者 MIP 及 MEP 均显著低于正常人水平;与对照组患者比较,呼吸肌训练对神经系统疾病患者 MIP 影响较显著,对 MEP 无明显影响;该研究认为呼吸肌训练能改善神经系统疾病患者吸气肌力量,而非呼气肌力量,但其临床有效性仍然未知。2015 年 Martín 等[40]对 6 项研究进行方法质量评价,总结了脑卒中患者吸气肌训练各种治疗措施的证据水平及推荐等级,建议进行至少 8 周,每周 3~6 d,每天 1 次,每次 15~30 min,强度为最大吸气压 30%~40%水平的呼吸肌训练,该研究提出的呼吸肌训练推荐参数对于保证训练疗效具有重要意义。

结语

现有研究观察到呼吸肌训练可提高脑卒中患者呼吸肌肌力,进而改善肺功能,增强咳嗽能力,降低 SAP 发病率;同时也有学者观察到呼吸肌训练对脑卒中患者吞咽功能、步行耐力及睡眠质量具有改善作用,但还需要更多大样本、多中心、长周期研究进一步佐证。呼吸肌训练所产生的预期生理效应对患者后续躯体活动及社会参与方面的影响也许是一个新的研究方向,在今后研究中应考虑到年龄段、脑卒中分型、康复时机对疗效结果的影响,探索出更准确的评估手段、更有效的训练方式以及更加具有时效性的呼吸肌训练处方,为科学制订脑卒中患者呼吸肌训练方案提供依据。

参 考 文 献

[1] Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2005, 86(10): 1974-1978. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.03.035.

[2] 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: 123-132. DOI: 10.1186/1745-6215-15-123.

[3] 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. DOI: 10.1016/j.jphys.2016.05.014.

[4] Gosselink R, De Vos J, Van den Heuvel SP, et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence[J]. Eur Respir J, 2011, 37(2): 416-425. DOI: 10.1183/09031936.00031810.

[5] Illi SK, Held U, Frank I, et al. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis[J]. Sports Med, 2012, 42(8): 707-724. DOI: 10.2165/11631670-000000000-00000.

[6] Elkins M, Dentice R. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review[J]. J Physiother, 2015, 61(3): 125-134. DOI: 10.1016/j.jphys.2015.05.016.

[7] Schellekens WJ, van Hees HW, Doorduin J, et al. Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients[J]. Crit Care, 2016, 20(1): 103-111. DOI: 10.1186/s13054-016-1280-y.

[8] Rochester CL, Mohsenin V. Respiratory complications of stroke[J]. Sem Resp Crit Care Med, 2002, 23(3): 248-260. DOI: 10.1055/s-2002-33033.

[9] Lee MC, Klassen AC, Resch JA. Respiratory pattern disturbances in ischemic cerebral vascular disease[J]. Stroke, 1974, 5(5): 612-616.

[10] Bassetti C, Aldrich MS, Quint D. Sleep-disordered breathing in patients with acute supra- and infratentorial strokes. A prospective study of 39 patients[J]. Stroke, 1997, 28(9): 1765-1772. DOI: 10.1161/01.STR.28.9.1765.

[11] Kumar S, Selim MH, Caplan LR. Medical complications after stroke[J]. Lancet Neurol, 2010, 9(1): 105-118. DOI: 10.1016/S1474-4422(09)70266-2.

[12] Fluck DC. Chest movements in hemiplegia[J]. Clin Sci, 1966, 31(3): 383-388.

[13] 朱晓冬,马辉,程焱. 脑梗死患者呼吸中枢驱动和呼吸功能的变化[J]. 中华神经科杂志, 2008, 41(11): 738-741. DOI: 10.3321/j.issn: 1006-7876.2008.11.006.

[14] Lista PA, González DL, Ortigueira GS, et al. Respiratory muscle strength in chronic stroke survivors and its relation with the 6-minute walk test[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2016, 97(2): 266-272. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.10.089.

[15] Khedr EM, Shinawy O, Khedr T, et al. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients[J]. Eur J Neurol, 2000, 7(5): 509-516. DOI: 10.1046/j.1468-1331.2000.00104.x.

[16] Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review[J]. Int J Stroke, 2013, 8(2): 124-130. DOI: 10.1111/j.1747-4949.2012.00811.x.

[17] Levine S, Nguyen T, Taylor N, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans[J]. N Engl J Med, 2008, 359(1): 91-92. DOI: 10.1056/ NEJMoa070447.

[18] Hudson MB, Smuder AJ, Nelson WB, et al. Both high level pressure support ventilation and controlled mechanical ventilation induce diaphragm dysfunction and atrophy[J]. Crit Care Med, 2012, 40(4): 1254-1260. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31823c8cc9.

[19] 周丽娜,李庆云,黄绍光.膈肌功能障碍综合评估方法的研究进展[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(2):115-118.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.02.011.

[20] 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. DOI: 10. 1212/WNL.0000000000001827.

[21] Jung KM,Bang DH.Effect of inspiratory muscle training on respiratory capacity and walking ability with subacute stroke patients:a randomized controlled pilot trial[J].J Phys Ther Sci,2017,29(2):336-339.DOI:10.1589/jpts.29.336.

[22] 王璐,陆晓.脑卒中患者肺功能障碍康复研究进展[J].中国康复医学杂志,2018,33(6):730-734.DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.06.024.

[23] Britto RR,Rezende NR,Marinho KC,et al.Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors:a randomized controlled trial[J].Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92 (2): 184-190. DOI: 10. 1016/j. apmr. 2010.09.029.

[24] Kulnik ST,Birring SS,Moxham J,et al.Does respiratory muscle training improve cough flow in acute stroke? Pilot randomized controlled trial[J].Stroke,2015,46(2):447-453.DOI:10.1161/STROKEAHA.114.007110.

[25] Kulnik ST.Should we train respiratory muscles after stroke? [J].Neurology, 2015, 85 (7): 560-561. DOI: 10. 1212/WNL.0000000000001846.

[26] Jung NJ,Ju JY,Choi SJ,et al.The effect of inspiratory muscle training on respiratory function in stroke patient[J].J Int Acad Phys Ther Res,2015,6(1):795-801.DOI:10.5854/JIAPTR.2015.03.31.795.

[27] 俞长君,李雪萍,林强,等.呼吸肌训练对亚急性期脑卒中患者呼吸功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(10):735-739.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.10.004.

[28] Hannawi Y,Hannawi B,Rao CP,et al.Stroke-associated pneumonia:major advances and obstacles[J].Cerebrovasc Dis,2013,35(5):430-443.DOI:10.1159/000350199.

[29] Park JH,Kang SW,Lee SC,et al.How respiratory muscle strength correlates with cough capacity in patients with respiratory muscle weakness[J].Yonsei Med J,2010,51(3):392.DOI:10.3349/ymj.2010.51.3.392.

[30] Hegland KW,Davenport PW,Brandimore AE,et al.Rehabilitation of swallowing and cough functions following stroke:an expiratory muscle strength training trial[J].Arch Phys Med Rehabil,2016,97(8):1345-1351.DOI:10.1016/j.apmr.2016.03.027.

[31] Jo MR,Kim NS.The correlation of respiratory muscle strength and cough capacity in stroke patients[J].J Phys Ther Sci,2016,28(10):2803-2805.DOI:10.1589/jpts.28.2803.

[32] Hoffmann S,Harms H,Ulm L,et al.Stroke-induced immunodepression and dysphagia independently predict stroke-associated pneumonia-the predict study[J].J Cereb Blood Flow Metab,2017,37(12):3671-3682.DOI:10.1177/0271678X16671964.

[33] 杨初燕,冯珍,刘玲玲.呼吸功能训练对脑卒中伴老年慢性阻塞性肺病患者吞咽功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2015,37(4):266-268.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.04.006.

[34] Eom MJ,Chang MY,Oh DH,et al.Effects of resistance expiratory muscle strength training in elderly patients with dysphagic stroke[J].Neurorehabilitation,2017,41(4):747-752.DOI:10.3233/NRE-172192.

[35] 章志超,周芳,乔娜,等.呼吸训练治疗脑卒中后吞咽功能障碍患者的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(10):742-746.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.10.005.

[36] Jandt SR,Caballero RM,Junior LA,et al.Correlation between trunk control,respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke:an observational study[J].Physiother Res Int,2011,16(4):218-224.DOI:10.1002/pri.495.

[37] Pinheiro MB,Polese JC,Faria CD,et al.Inspiratory muscular weakness is most evident in chronic stroke survivors with lower walking speeds[J].Eur J Phys Rehabil Med,2014,50(3):301-307.DOI:10.5152/tftrd.2014.71597.

[38] Cho YH,Lee SB.Impact of respiratory muscle exercises on pulmonary function and quality of sleep among stroke patients[J].J Korean Soc Phys Med,2015,10(4):123-131.DOI:10.13066/kspm.2015.10.4.123.

[39] 张玮淞,邢艳丽,范星月.脑卒中患者吸气肌力量训练理论依据及临床研究进展[J].中国康复医学杂志,2017,32(11):1317-1320.DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.11.025.

[40] Martín-Valero R,De La Casa Almeide M,Casuso-Holgado MJ,et al.Systematic review of inspiratory muscle training after cerebrovascular accident[J].Resp Care,2015,60(11):1652-1659.DOI:10.4187/respcare.03981.

(修回日期:2019-06-19)
(本文编辑:易　浩)