

·临床研究·

# 呼吸肌训练联合悬吊技术对老年脑卒中患者腹部肌肉张力及平衡功能的影响\*

辛蔚<sup>1</sup> 赵绿玉<sup>1</sup> 喻勇<sup>1</sup> 沈鲁希<sup>1</sup> 宋梅思<sup>1</sup> 窦祖林<sup>1</sup> 姜丽<sup>1,2</sup>

## 摘要

**目的:**探讨呼吸肌训练联合悬吊技术对老年脑卒中患者腹部肌肉张力和平衡功能的治疗效果。

**方法:**选取符合入选条件的老年脑卒中患者60例,随机分为呼吸肌训练组、悬吊技术组和联合训练组,每组20例。3组患者均接受常规康复治疗,呼吸肌训练组在常规康复治疗的基础上采用呼吸肌抗阻训练,悬吊技术组在常规康复治疗的基础上采用悬吊技术,联合组在常规康复治疗的基础上配合呼吸肌训练和悬吊技术。所有患者均于治疗前和治疗4周后分别采用最大吸气压力(MIP)、最大呼气压(MEP)、腹直肌张力和腹外斜肌张力、Berg平衡量表(BBS)以及脑卒中患者姿势评定量表(PASS)进行疗效评定。

**结果:**经过4周治疗后,3组患者的MIP、MEP、腹直肌张力和腹外斜肌张力、BBS评分、PASS评分均较治疗前有明显增加( $P<0.001$ );组间比较,联合训练组的MIP和MEP、腹直肌张力、PASS评分、BBS评分均明显高于呼吸肌训练组和悬吊技术组( $P<0.05$ )。腹外斜肌张力3组间差异无显著性意义( $P<0.05$ )。

**结论:**呼吸肌训练联合悬吊技术对老年脑卒中患者的吸气肌和呼气肌肌力、腹直肌张力、腹外斜肌张力、平衡功能、姿势控制功能改善效果显著,并且较单独使用呼吸肌训练或悬吊技术更有利于老年脑卒中患者的吸气肌和呼气肌肌力、腹直肌张力、平衡功能、姿势控制功能的恢复。临床中推荐对有平衡功能障碍的老年脑卒中患者进行联合悬吊技术的呼吸肌训练。

**关键词** 呼吸肌训练;悬吊技术;老年;脑卒中;平衡功能;腹肌张力

中图分类号:R743.3,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2022)-03-0316-08

**The influence of respiratory muscle training combined with sling exercise training on abdominal muscle tone and balance function in elderly patients with stroke/XIN Wei, ZHAO Lvyu, YU Yong, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(3): 316—323**

## Abstract

**Objective:** To explore the therapeutic effect of respiratory muscle training (RMT) combined with sling exercise training (SET) on abdominal muscle tone and balance function in elderly patients with stroke.

**Method:** Sixty elderly patients with stroke who met the selection criteria were randomly divided into RMT group, SET and RMT+SET group, with 20 patients in each group. Based on conventional rehabilitation therapy, the RMT group added respiratory muscle resistance training, the SET group added sling exercise training, while the combination group received both respiratory muscle resistance training and sling exercise training. Before and after treatments, all patients were measured with MIP and MEP, RA and EOA muscle tone, BBS, PASS, for evaluation and comparison.

**Result:** After 4-week treatments, the MIP, MEP, RA muscle tone, and EOA muscle tone, PASS, BBS were significantly increased within three groups respectively ( $P<0.001$ ); MIP and MEP, RA muscle tone, PASS

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.03.005

\*基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(201811816554903)

1 中山大学附属第三医院康复医学科,广东省广州市,510630; 2 通讯作者

第一作者简介:辛蔚,女,初级技师;收稿日期:2020-12-29

score and BBS score in RET+SET group were more improved than those in RMT group and SET group ( $P < 0.05$ ). However, there was no significant difference in EOA muscle tone among the three groups ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** RMT combined with SET can significantly improve inspiratory and expiratory muscle strength, RA and EOA muscle tone, balance function, and posture control function, in elderly stroke patients. The use of RMT combined with SET is more effective than using RMT or SET alone on improving RA muscle tone, inspiratory and expiratory muscle strength, balance function, and posture control functions in elderly stroke patients, which is recommended to clinical practice.

**Author's address** Department of Rehabilitation Medicine, the Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangdong, Guangzhou, 510630

**Key word** respiratory muscle training; sling exercise training; elderly; stroke; balance function; abdominal muscle tone

脑卒中是全球第二大常见死亡原因,同时也是第三大导致成年人及老年人残疾的常见原因。脑卒中的发生率随年龄增长而增加,其发病率在65岁以上的人群中高达34.4%,在75岁以上的人群中达69%<sup>[1]</sup>;50%的脑卒中患者会遗留严重的永久性肢体残疾或功能障碍<sup>[2]</sup>。在中国,75%的脑卒中患者存在平衡功能障碍,包括独立站立和重心转移能力下降、负重不对称和姿势摇摆等,导致患者的步行及日常生活活动都受到限制,严重降低患者的生活质量<sup>[3]</sup>。呼吸功能障碍也是偏瘫患者的常见功能障碍,其常见原因包括:呼吸肌肌力减弱、胸廓活动度下降、腹部的容积变小及膈肌抬高等,导致患者心肺功能与活动耐力下降,增加肺部系统并发症的风险<sup>[4-5]</sup>。呼吸的主要肌肉包括膈肌、肋间肌和腹肌等,这些肌肉同时也是躯干肌群,有研究显示,脑卒中后呼吸肌肌力下降不仅减弱呼吸功能,还会导致平衡功能障碍<sup>[6]</sup>。

呼吸肌训练(respiratory muscle training, RMT)是一种增加吸气和呼气阻力的肺功能训练。随着康复医学和心肺康复治疗的发展,呼吸肌训练被应用在运动员和脑卒中的平衡训练中<sup>[7-8]</sup>。在2015年, Kim等首次研究发现呼吸肌训练显著改善脑卒中偏瘫患者步态功能,该治疗对脑卒中偏瘫患者躯干控制和平衡功能的影响得到了更多的关注<sup>[7]</sup>。Oh等<sup>[6]</sup>研究表明呼吸肌训练可以显著提高脑卒中偏瘫患者呼吸肌肉力量,增加腹内压,改善腰椎和躯干的稳定能力及躯干的平衡功能。

悬吊技术(sling exercise therapy, SET)是一种常见的康复治疗方式。SET通过悬吊的方法,在不

稳定平面上利用自发性姿势反射和平衡反射调节肌张力,诱发核心肌群产生运动,对增加核心肌群力量和改善躯干姿势协调等方面有良好的治疗效果,目前在临床中被广泛应用于脑卒中患者的康复训练<sup>[9]</sup>。

既往文献中,多采用单一的RMT或SET探讨其对脑卒中患者平衡功能的影响,尚无研究探讨将二者结合对患者功能的影响。另外,现有的研究以平衡量表为指标居多,仅有少量研究关注到治疗对腹肌张力的影响<sup>[10-12]</sup>。基于RMT和SET对脑卒中患者平衡功能的疗效机制,本研究在常规康复治疗的基础上,将RMT与SET联合使用对老年脑卒中偏瘫患者进行治疗,探讨联合治疗方案是否能加强对患者腹肌张力和平衡功能的临床疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究使用G-power 3.1进行样本量计算。假设 $\alpha=0.05$ ,  $\text{Power}(1-\beta)=0.9$ , 效应量( $f$ )=0.66<sup>[13]</sup>, 计算出总例数为56例,假设治疗后有10%的脱落率,总例数约等于60例。因此,选取2018年12月—2019年12月在中山大学附属第三医院康复科住院的脑卒中患者60例作为研究对象,为增加患者依从性,治疗前与家属、病人和临床医生进行了充分沟通,适当延长患者住院时间,预防患者治疗中脱落。

纳入标准:①符合全国第四届脑血管病会议制定的《各类脑血管疾病诊断要点》,并经颅脑CT或MRI证实确诊为脑卒中的患者(包括缺血性和出血性卒中);②首次发作,病程 $\leq 6$ 个月者;③单侧偏瘫

者;④患者年龄60—80岁;⑤有平衡功能障碍,Fugl-Meyer平衡评分<14分;⑥患者本人及家属了解研究流程及风险,并签署知情同意书。

排除标准:①有明显认知功能障碍或精神障碍者(中文版简易智力状况MMSE<21分),既往有脑器质性疾病及精神病患者,不能配合相关检查及治疗者;②伴有严重心肺并发症或其他系统严重疾病者;③呼吸系统疾病(慢性阻塞性肺疾病或肺纤维化等);④并发不稳定性骨折及严重骨质疏松者。

剔除及脱落标准:①治疗过程中并发其他严重疾病;②患者治疗依从性差,无法完成治疗自动退出研究。

分组情况:由计算机程序(www.random.org)按1:1:1的比例自动将数字随机分入3组,将所有符合入选和排除标准的研究对象按就诊先后顺序进行编号,将60例患者随机分配到3组:RMT组(n=20)、SET组(n=20)、RMT+SET组(n=20)。

## 1.2 评定方法

分别在治疗前和治疗后4周对所有参与的患者进行评估,所有评定均由一名专业的评估治疗师完成,该治疗师对分组情况不知情且不参与所有的治疗。评估项目包括:

①呼吸肌肌力评估:采用呼吸肌耐力训练器(厦门赛客XEEK公司,X1)<sup>[14]</sup>,评估患者的最大吸气压力[maximum inspiratory pressure, MIP(cmH<sub>2</sub>O)]和最大呼气压力[maximum expiratory pressure, MEP(cmH<sub>2</sub>O)]。评估方法<sup>[15]</sup>:患者取坐位,背靠座椅上,头放在中立位,上身放松,髋、膝、踝关节屈曲90°双脚平放在地板上,治疗师帮助患者将训练仪放置于前方,待患者休息5min后呼吸平稳时,让患者咬住训练仪的咬嘴,夹住鼻夹,测试过程中要求患者呼气至功能残气位,做最大努力吸气,维持3s,每次测量中间休息1min,测量3次MIP,取最大值;5min后保持同一姿势,吸气至肺总量位,尽最大努力呼气5s,测量3次MEP,取最大值。

②腹直肌和腹外斜肌张力评定:取患侧脐中线外侧2cm作为腹直肌的标记点,腹外斜肌标记点位于肋骨肋缘最下端与髂前上棘之间的中点<sup>[16]</sup>;将Myoton-3肌肉检测仪(爱沙尼亚Müomeetria)的测试探头垂直放置于肌肉测量标记点上方的皮肤表面,

在肌肉放松状态下对其施加短暂的机械冲击力,然后迅速释放。根据肌肉本身的弹力特性,肌肉测量点与探头一起做阻尼振动,其产生的阻尼振动频率F(frequency of the damping oscillations)值代表肌张力,反映肌肉的机械张力由肌节向骨杠杆传递的特性,以及在运动中和运动后的恢复能力<sup>[17-18]</sup>。由于腹直肌和腹外斜肌属于浅层肌群,易于定位和测量,同时共同属于呼吸肌和躯干核心肌群,本研究通过测量腹直肌和腹外斜肌肌腹观察腹肌张力变化。

③平衡功能评定: Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)<sup>[19]</sup>:共有14项,包括站起、坐下、转移等项目,最高分56分,最低分0分,分数越高平衡能力越强。

④姿势控制评定:脑卒中患者姿势评定量表(postural assessment scale for stroke patients, PASS)<sup>[20]</sup>:共有12项,评定患者的卧、坐和站3种动作类型的姿势维持和姿势变化,最高分36分,最低分0分,分数越高姿势控制能力越强。具有良好信度及效度的评估姿势控制的量表,适合脑卒中恢复初期中重度的患者,特别是无法站立和行走的患者。

## 1.3 训练方法

1.3.1 常规康复训练:包括患侧上下肢肌力减弱处的低频脉冲电刺激,每次20min;主被动关节活动,每次10min;床上翻身坐起、床椅转椅训练,每次10min;坐位及立位平衡训练、重心转移及步行功能训练,每次15min;以上治疗每天1次,每周6天,共4周。由2名具有丰富经验的物理治疗师完成所有治疗,为了减少因治疗人员产生的偏倚,所有参与的治疗师在试验前共同接受了8h的培训,并通过测试。

1.3.2 呼吸肌训练方法:在常规康复训练的基础上,RMT组应用呼吸肌耐力训练器进行训练<sup>[14]</sup>。具体操作如下:在患者餐后1—2h开始训练,患者取坐位,背靠座椅上,头放在中立位,上身放松,髋、膝、踝关节屈曲90°,双脚平放在地板上,治疗师帮助患者将训练仪放置于前方,待患者休息5min后,呼吸平稳时,让患者咬住训练仪的咬嘴,利用测试程序测量三次MIP和MEP,取最大值;吸气训练时的阻力设置为30%MIP,要求患者经口进行呼气至功能残气位,做最大努力吸气,维持3s,整个过程经口避免使用鼻子呼吸,30次/组,2组/次,每天1次,每周6

次,共4周。呼气训练时阻力为30%MEP,吸气至肺总量位,尽最大努力呼气5s,整个过程经口避免使用鼻子呼吸,30次/组,2组/次,每天1次,每周6次,共4周。

**1.3.3 悬吊技术方法:**在常规康复训练的基础上,SET组采用多点多轴悬吊技术系统(挪威Jungle Sports®悬吊系统)进行以下训练:①仰卧桥式训练:治疗师协助患者分别取仰卧位于可升降治疗台上,在患者骨盆下放置宽悬带(悬吊点为骶骨),根据患者的耐受能力,选择连接辅助弹力带,调节治疗台高度至治疗师可单个手指将患者骨盆抬离床面,患者双膝下分别放置窄悬带并连接刚性辅助带(悬吊点为膝关节),将患者悬吊至屈髋并与治疗台呈30°,嘱患者上抬髋关节,做伸直躯干的动作;②侧卧位桥式训练:当患者处于患侧卧位时,悬吊点、附属带和悬带位置不变,分别将患者悬吊至髋关节侧屈位,与治疗台呈30°,嘱患者上抬髋关节,做伸直躯干的动作;③俯卧位桥式训练:当患者处于俯卧位时,悬吊点、附属带和悬带位置不变,分别将患者悬吊至髋关节伸展位,与治疗台呈30°,嘱患者上抬髋关节,做伸直躯干的动作;由于患者的下肢功能水平具有差异性,为保证患者能完成正确动作,本研究通过调节辅助弹力带长度增加或减少运作难度,根据患者控制能力的改善程度,将骨盆下的宽悬带移除以增加重量负荷,每次在躯干处于伸直位时保持姿势5s,然后放松5s,每组重复20次,每次2组,每组之间的休息60s,每天1次,每周6天,共4周。

**1.3.4 联合训练方法:**在进行常规康复训练的基础上,RMT+SET组再配合悬吊技术和呼吸肌训练。每天1次,每周6天,共4周。

#### 1.4 统计学分析

采用SPSS 25.0统计学软件进行统计学分析,所得数据以均数±标准差表示。数据服从正态分布。3组间的性别比较用卡方检验,3组间的年龄、病程、病灶类型例数和受累侧别、BMI比较用单因素方差分析。组内治疗前后比较采用配对*t*检验,治疗后组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用LSD*t*检验, $P<0.05$ 表示差异具有显著性意义。

## 2 结果

治疗过程中所有患者未出现严重不适,所有患者均完成治疗,无患者中途退出。

3组患者的病例性别、年龄、病程、发病部位、BMI比较差异无显著性意义( $P>0.05$ )。见表1。

治疗前3组患者的MIP和MEP,患侧腹直肌和腹外斜肌*F*值(Hz),以及PASS评分和BBS评分组间差异无显著性意义( $P>0.05$ )。

治疗后RMT组的MIP( $68.9\pm 18.7$ )cmH<sub>2</sub>O和MEP( $104.5\pm 28.6$ )cmH<sub>2</sub>O、SET组的MIP( $55.2\pm 18.9$ )cmH<sub>2</sub>O和MEP( $97.6\pm 25.1$ )cmH<sub>2</sub>O、及RMT+SET组的MIP( $105.0\pm 68.9$ )cmH<sub>2</sub>O和MEP( $121.0\pm 19.9$ )cmH<sub>2</sub>O较治疗前差异具有显著性意义( $P<0.001$ )。治疗后MIP 3组间差异均有显著性意义( $P<0.05$ ),RMT+SET组明显优于RMT组( $P<0.05$ ),RMT组明显优于SET组( $P<0.05$ );RMT+SET组MET值明显优于RMT组和SET组( $P<0.05$ ),RMT组和SET组组间差异无显著性意义( $P>0.05$ )。见表2。

治疗后RMT组的腹直肌*F*值( $12.6\pm 0.4$ )Hz和腹外斜肌*F*值( $14.1\pm 0.5$ )Hz,SET组的腹直肌*F*值( $12.8\pm 0.6$ )Hz和腹外斜肌*F*值( $14.1\pm 0.8$ )Hz,RMT+SET组的腹直肌*F*值( $13.2\pm 0.7$ )Hz和腹外斜肌*F*值( $14.4\pm 0.5$ )Hz较治疗前差异有显著性意义( $P<0.001$ )。腹直肌*F*值RMT组和SET组间差异无显著性意义( $P>0.05$ ),RMT+SET组显著优于RMT和SET组( $P<0.05$ )。腹外斜肌*F*值3组间差异无显著性意义( $P>0.05$ )。见表3。

治疗后,RMT组的PASS评分( $17.3\pm 8.7$ )分和BBS评分( $22.5\pm 11.7$ )分、SET组的PASS评分( $19.9\pm 8.3$ )分和BBS评分( $29.5\pm 12.2$ )分、及RMT+SET组的PASS评分( $26.5\pm 6.2$ )分和BBS评分( $35.7\pm 7.9$ )分均较治疗前明显改善( $P<0.001$ );PASS评分RMT+SET组优于其他两组,且差异有显著性意义( $P<0.05$ ),但是RMT组和SET组间差异无显著性意义( $P>0.05$ );BBS评分3组之间差异有显著性意义,RMT+SET组明显优于SET组( $P<0.05$ ),SET组优于RMT组( $P<0.05$ )。见表4。

## 3 讨论

当躯体进行转移或者受到外力干扰进行平衡调

表1 3组患者一般资料比较 (x±s)

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	病程(天)	病灶类型(例)		受累侧别(例)		BMI
		男	女			脑梗死	脑出血	左侧	右侧	
RMT	20	10	10	70.0±7.8	42.1±26.2	13	7	12	8	21.5±1.3
SET	20	8	12	70.3±6.3	50.0±32.5	16	4	11	9	21.4±1.5
RMT+SET	20	9	11	70.2±7.2	56.0±28.6	13	7	7	13	20.5±1.3
<i>F</i> / $\chi^2$ 值		0.404		0.013	1.134		1.429		2.800	2.677
<i>P</i> 值		0.817		0.988	0.329		0.490		0.247	0.077

表2 3组患者训练前后MIP和MEP的对比 (x±s)

组别	例数	MIP(cmH <sub>2</sub> O)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	MEP(cmH <sub>2</sub> O)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗后			治疗前	治疗后		
RMT	20	30.7±13.6	68.9±18.7	-17.674	0.000	64.8±29.8	104.5±28.6	-12.959	<0.001
SET	20	32.0±15.4	55.2±18.9	-10.920	0.000	67.0±30.9	97.6±25.1	-9.624	<0.001
RMT+SET	20	31.6±14.2	105.0±68.9	-15.579	0.000	65.9±26.0	121.0±19.9	-14.522	<0.001
<i>F</i> 值		0.042	12.914			0.027	4.692		
<i>P</i> 值		0.959	0.000			0.973	0.013		

表3 3组患者训练前后患侧腹直肌和腹外斜肌张力的对比 (x±s)

组别	例数	腹直肌张力(Hz)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	腹外斜肌张力(Hz)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗后			治疗前	治疗后		
RMT	20	12.2±0.4	12.6±0.4	-13.781	0.000	13.7±0.6	14.1±0.5	-11.670	<0.001
SET	20	12.1±0.5	12.8±0.6	-26.406	0.000	13.3±0.8	14.1±0.8	-21.185	<0.001
RMT+SET	20	12.1±0.6	13.2±0.7	-7.976	0.000	13.6±0.7	14.4±0.5	-7.271	<0.001
<i>F</i> 值		0.25	5.61			0.135	1.511		
<i>P</i> 值		0.975	0.006			0.874	0.229		

表4 3组患者训练前后PASS和BBS评分的对比 (x±s)

组别	例数	PASS(分)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	BBS(分)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗后			治疗前	治疗后		
RMT	20	12.3±8.6	17.3±8.7	-9.747	0.000	14.2±11.9	22.5±11.7	-13.055	<0.001
SET	20	11.4±7.5	19.9±8.3	-8.602	0.000	14.3±10.5	29.5±12.2	-9.527	<0.001
RMT+SET	20	9.6±5.9	26.5±6.2	-18.964	0.000	12.5±7.3	35.7±7.9	-16.523	<0.001
<i>F</i> 值		0.653	7.381			0.194	7.465		
<i>P</i> 值		0.524	0.001			0.825	0.001		

整时,需要通过腹直肌,腹斜肌、斜方肌、背阔肌及竖脊肌共同协调快速收缩来完成<sup>[21]</sup>。腹部肌群附着在中央腱膜内侧,身体两侧的中央腱膜互相交叉形成腹白线,当躯干发生有效运动时所有腹部肌肉都会参与并相互影响<sup>[22]</sup>。研究发现,脑卒中患者偏瘫侧肌肉的粘弹性发生改变,导致肌肉挛缩且张力降低,当躯干进行侧屈或旋转等姿势变化时,偏瘫侧肌群被拉长并无法收缩,影响正常的生物力学,降低姿势维持的能力,最终导致平衡功能障碍,阻碍患者的步行功能恢复<sup>[23-24]</sup>。

腹部肌群是重要的呼吸肌,其中腹直肌为吸气肌,腹斜肌和腹横肌为呼气肌,脑卒中患者的呼吸中枢损伤降低呼吸肌协调功能,易导致限制性通气障碍<sup>[25]</sup>。Messaggi-Sartor等<sup>[28]</sup>发现,脑卒中患者的MIP

和MEP明显下降,其MIP的平均值为17—57cmH<sub>2</sub>O,MEP的平均值为25—68cmH<sub>2</sub>O。Teixeira-Salmela等<sup>[27]</sup>不仅发现脑卒中患者的MIP和MEP值显著低于健康个体,并且患者下腹部肌肉力量下降。本研究结果显示,所有纳入患者的MIP和MEP的基线平均值分别为30.7 cmH<sub>2</sub>O和64.85 cmH<sub>2</sub>O,与既往研究结果一致。

本研究在常规物理治疗的基础上,将已被以往研究证实对脑卒中偏瘫患者平衡功能有效的呼吸肌训练与悬吊技术联合应用在老年脑卒中偏瘫患者中,目的是通过评估脑卒中患者的腹肌张力和平衡功能来确定新疗法的效果,从而提出新疗法在临床中应用的可能性。

### 3.1 呼吸肌训练对脑卒中患者呼吸肌肌力、平衡功

能及腹肌张力的影响

Messaggi-Sartor 等<sup>[28]</sup>对脑卒中患者进行 30%最大呼吸压的呼气和吸气阻力训练,其研究结果显示 3 周后训练组的 MIP 和 MEP 均有显著增加。国内的一项研究使用 30%MIP 的吸气阻力训练对脑卒中患者进行 4 周训练后, MIP 和 MEP 均有显著改善<sup>[4]</sup>。本研究结果与既往研究结果相似,显示 RMT 组 MIP 和 MEP 值均较治疗前显著改善( $P<0.001$ ),提示呼吸阻力训练可以显著提高呼吸肌肌力。考虑可能机制如下:高强度的力量训练可以增加肌力和肌肉体积,重复性的耐力训练可以增加底物的转换和利用<sup>[29]</sup>。

Lee 和 Kim<sup>[10]</sup>研究结果显示,经过 6 周呼吸肌训练后,脑卒中患者的 BBS 评分较治疗前显著提高。李惠琳<sup>[15]</sup>研究报道,4 周吸气阻力训练不仅能改善脑卒中患者的平衡功能,并显著增加躯干控制能力。本研究显示,在 RMT 组中治疗后患者的 BBS 和 PASS 评分较治疗前显著提高( $P<0.001$ )。研究者们认为:呼吸阻力训练可改善吸气肌肌力,进而提高膈肌收缩功能,增加通气效率和腹内压,让脊柱与骨盆在足够的腹腔压力作用下维持稳定,为躯干平衡和姿势变化提供支持<sup>[30]</sup>。

肌张力是在静止状态下肌肉对被动拉伸的抵抗力,可以帮助维持动作,因此腹肌张力对躯干维持平衡具有重要意义<sup>[31]</sup>。与本课题组前期研究相似,本研究采用便携式肌肉检测仪 Myoton-3 测量腹直肌和腹外斜肌的阻尼振动频率  $F$  值,从而评估目标肌肉的肌张力<sup>[8]</sup>。结果显示,在 RMT 组中腹直肌和腹外斜肌  $F$  值较治疗前有显著增加( $P<0.001$ ),提示 4 周呼吸阻力训练可以显著改善脑卒中患者患侧腹直肌和腹外斜肌张力。这个结果与 Wang 等<sup>[17]</sup>研究相似, Wang 等发现通过 4 周呼吸肌训练和核心肌训练,脑卒中患者的双侧腹直肌和腹外斜肌的张力均有显著性增加( $P<0.05$ )。该结果产生的原因可能机制:通过重复性的吸气和呼气阻力训练,腹直肌、腹外斜肌和膈肌等具有呼吸肌和姿势控制肌双重功能的肌肉能够得到直接激活和训练<sup>[15]</sup>。Ogasawara 等<sup>[32]</sup>进行了相关机制研究,发现低负荷(30%—50%最大值)抗阻训练可通过增强肌肉活动性间接促进肌肉体积增加并增强肌肉力量,同时反复进行肌肉

收缩能够增加肌肉疲劳并激活更多的运动单位改善肌肉张力。

### 3.2 悬吊技术对脑卒中患者呼吸肌肌力、平衡功能及腹肌张力的影响

既往研究证实,SET 有助于改善脑卒中患者躯干稳定性<sup>[33]</sup>。本研究结果显示,经过 4 周 SET,患者的 MIP 和 MEP 均较治疗前有显著改善( $P<0.001$ ),提示 SET 可以显著改善脑卒中患者吸气肌和呼气肌肌力。其有效的可能机制是悬吊技术可激活包括膈肌在内的深层核心肌群,其中膈肌是维持躯干平衡的核心肌也是重要的呼吸肌,膈肌肌力的改善有助于增加呼吸效率;同时膈肌的激活和呼吸效率的改善刺激呼吸中枢,降低增快的呼吸频率,减少呼吸做功,提高神经肌肉协调收缩能力,增加呼吸肌肌力<sup>[34]</sup>。

本研究结果显示,经过 4 周 SET,患者的 PASS 评分和 BBS 评分均较治疗前有显著改善( $P<0.001$ ),提示 SET 能够显著改善脑卒中患者的姿势控制能力和平衡功能。本研究结果与 Lee 等研究相似, Lee 对脑卒中患者进行了 6 周的悬吊技术和传统的等速及步行训练,结果发现 SET 组的 BBS 评分较传统训练对照组显著提高( $P<0.01$ )<sup>[35]</sup>。本研究结果显示,SET 组患者的腹直肌和腹外斜肌  $F$  值较治疗前有显著增加( $P<0.001$ ),提示患者在悬吊技术后偏瘫侧腹直肌和腹外斜肌张力显著改善。本结果与既往一项肌电图研究结果相似, Lee 等<sup>[35]</sup>发现 4 周的悬吊技术可显著改善偏瘫侧患者腹直肌和腹外斜肌肌肉活动性。研究者认为产生以上结果的机制可能是由于平衡功能不仅受到肌肉的控制,还受到神经的支配,在不稳定的支撑平面上进行悬吊技术可以刺激更多的本体感受器、神经根和大脑的运动器官,从而最大程度的激发平衡感,激活躯干核心肌群,改善姿势控制能力和躯干平衡功能<sup>[9]</sup>。另有研究发现,反复运动可扩大控制此区域的大脑皮质区域,兴奋神经传导回路,有利于神经可塑,促进新的神经传导回路建立正确运动程序,从而改善运动功能<sup>[13]</sup>。因此,偏瘫患者通过悬吊技术进行重复性正确运动模式训练,能够增强腹肌肌力,同时提高躯干的随意性,进而改善患者的平衡功能。

### 3.3 联合训练对脑卒中患者呼吸肌肌力、平衡功能

及腹肌张力的影响

本研究结果显示,RMT+SET训练组患者的偏瘫侧腹直肌和腹外斜肌F值、呼吸肌肌力MIP和MEP、BBS评分和PASS评分较治疗前均有显著改善。组间数据比较显示,与RMT组和SET组相比,RMT+SET组的MIP、MEP、PASS评分和BBS评分及腹直肌F值改善明显优于其他两组( $P<0.05$ ),提示RMT训练和SET联合改善脑卒中患者的平衡功能、腹直肌张力以及呼吸肌肌力的效果更显著。本研究结果显示,治疗后腹外斜肌张力值在3组间无显著差异,该结果与既往研究结果一致。本研究认为,造成结果无统计学差异的可能原因与腹外斜肌的生理功能和本研究采用的训练方法有关。腹外斜肌功能包括躯干的侧屈、前屈及旋转。本研究的两种训练方法未针对躯干旋转进行训练。

在本研究中,对偏瘫患者的呼吸肌肌力、平衡功能和腹肌张力的改善来源于创新地将呼吸肌训练与悬吊技术相结合,以往呼吸肌训练多用于改善脑卒中患者的呼吸功能,如增加呼吸肌肌力,仅有少数研究观察呼吸肌训练对脑卒中患者平衡功能的影响,且没有研究观察呼吸肌训练对腹肌张力的影响;同时以往悬吊技术研究缺少对呼吸肌肌力和腹肌张力的评估。研究腹肌张力、呼吸肌肌力及平衡功能在治疗前后的变化对探索治疗的作用机制起到至关重要的作用。

本研究结果显示RMT+SET联合治疗取得更好疗效,考虑其可能的作用机制主要有:除SET对躯干周围肌群有良好的效果,另一方面,RMT弥补了悬吊技术对呼吸肌刺激不足的缺点,①通过呼吸阻力训练激活膈肌,提高呼吸效率,避免发生膈肌“窃流现象”,相对增加偏瘫患者下肢血液氧供,有助于下肢运动功能恢复<sup>[15]</sup>;②RMT增加呼吸效率和减少呼吸肌做功,减少患者运动疲劳,有助于改善患者平衡功能<sup>[15]</sup>;③RMT利用呼吸抗阻训练对膈肌、腹肌、肋间肌等呼吸肌肉进行重复性疲劳刺激,增加肌力和肌张力,有助于增加腹压提高脊柱稳定性,改善脑卒中患者的躯干平衡功能<sup>[6]</sup>。

本研究不足之处:本研究纳入的患者均为60岁以上的老年人,此结论可用来解释呼吸肌训练联合悬吊技术对老年脑卒中患者的有效性,后期将继续

随访研究,增加样本量,并对其他年龄段的患者进行更深入的分层研究。

综上所述,本研究结果显示,联合训练不仅可以改善有平衡功能障碍的老年脑卒中偏瘫患者的呼吸肌肌力和腹肌张力,还能增强患者的平衡功能和躯干姿势控制能力,且效果优于呼吸肌训练和悬吊技术单独训练组。表明此方法对脑卒中患者的平衡功能、躯干姿势控制能力、腹直肌张力和呼吸肌肌力有很好的改善作用,在有平衡功能障碍的老年脑卒中患者的康复训练中值得推广应用。

### 参考文献

- [1] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, et al. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010 [J]. *The Lancet*, 2014, 383(9913): 245—255.
- [2] Coco DL, Lopez G, Corrao S. Cognitive impairment and stroke in elderly patients [J]. *Vascular Health and Risk Management*, 2016, 12:105—116.
- [3] Liu L, Wang D, Wong KSL, et al. Stroke and stroke care in China: huge burden, significant workload, and a national priority[J]. *Stroke*, 2011, 42(12):3651—3654.
- [4] Billinger SA, Coughenour E, Mackay-Lyons MJ, et al. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations[J]. *Stroke Research and Treatment*, 2011, 2012:1—12.
- [5] Brogan E, Langdon C, Brookes K, et al. Respiratory infections in acute stroke: nasogastric tubes and immobility are stronger predictors than dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2014, 29(3):340—345.
- [6] Oh D, Kim G, Lee W, et al. Effects of inspiratory muscle training on balance ability and abdominal muscle thickness in chronic stroke patients[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2016, 28(1): 107—111.
- [7] 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]. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2015, 22(4):262—270.
- [8] Hajghanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses[J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27(6):1643—1663.
- [9] Chen L, Chen J, Peng Q, et al. Effect of sling exercise training on balance in patients with stroke: a meta-analysis

- [J]. PLoS one, 2016, 11(10):e0163351.
- [10] Lee DK, Kim SH. The effect of respiratory exercise on trunk control, pulmonary function, and trunk muscle activity in chronic stroke patients[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2018, 30(5): 700—703.
- [11] 陈丹凤, 燕铁斌, 黎冠东, 等. 三种平衡评定量表在脑卒中早期患者中的应用及其相关性研究[J]. 中国康复, 2018, 33(2):133—135.
- [12] Pollock C, Eng J, Garland S. Clinical measurement of walking balance in people post stroke: a systematic review [J]. Clinical Rehabilitation, 2011, 25(8):693—708.
- [13] Lee JY, Kim SY, YU JS, et al. Effects of sling exercise on postural sway in post-stroke patients [J]. Journal of Physical Therapy Science, 2017, 29(8):1368—1371.
- [14] 韩亮, 李惠琳, 欧貽斌, 等. 呼吸肌训练对脑卒中后躯干控制和平衡功能的影响[J]. 海南医学院学报, 2019, 25(7): 538—542.
- [15] 李惠琳. 呼吸肌训练对脑卒中后躯干控制和平衡功能的影响 [D]. 海南医学院, 2018.
- [16] Yoon TL, Kim KS. Effect of craniocervical flexion on muscle activities of abdominal and cervical muscles during abdominal curl-up exercise[J]. Physical Therapy Korea, 2013, 20(4):32—39.
- [17] Wang JS, Cho KH, Park SJ. The immediate effect of diaphragm taping with breathing exercise on muscle tone and stiffness of respiratory muscles and SpO<sub>2</sub> in stroke patient [J]. Journal of Physical Therapy Science, 2017, 29(6): 970—973.
- [18] 温红梅, 兰月, 窦祖林, 等. Myoton-3 肌肉检测仪在健康成人肌张力测量中的评价者间信度 [J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(11):1058—1060.
- [19] Jorgensen V, Opheim A, Halvarsson A, et al. Comparison of the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest for assessing balance in ambulatory people with spinal cord injury: validation study[J]. Physical Therapy, 2017, 97(6): 677—687.
- [20] 瓮长水. 脑卒中患者姿势控制量表 (PASS) 介绍[J]. 中国康复理论与实践, 2003, 9(12):724—745.
- [21] 刘珏, 朱玉连. 躯干控制: 脑卒中功能恢复的前提[J]. 中国康复, 2013, 28(3):205—209.
- [22] Jandt SR, Da Sil Caballero RM, Junior LAF, et al. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: an observational study[J]. Physiotherapy Research International, 2011, 16(4): 218—224.
- [23] Marcucci FCI, Cardoso NS, Berteli KDS, et al. Alterações eletromiográficas dos músculos do tronco de pacientes com hemiparesia após acidente vascular encefálico [J]. Arquivos de Neuro-psiquiatria, 2007, 65(3B): 900—905.
- [24] Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, et al. Application of a volar static splint in poststroke spasticity of the upper limb [J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005, 86(9):1855—1859.
- [25] Andonian S, Herati AS, Atalla MA, et al. Laparoendoscopic single-site pfannenstiel donor nephrectomy[J]. Urology, 2010, 75(1):9—12.
- [26] Park JH, Hwangbo G. The effect of trunk stabilization exercises using a sling on the balance of patients with hemiplegia[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2014, 26(2):219—221.
- [27] Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005, 86(10):1974—1978.
- [28] Messaggi-Sartor M, Guillen-SOLà A, Deplol M, et al. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: a randomized clinical trial[J]. Neurology, 2015, 85(7): 564—572.
- [29] 马继政. 运动性骨骼肌适应的分子机制[J]. 首都体育学院学报, 2009, 21(2):208—212.
- [30] Garland SJ, Gray VL, Knorr S. Muscle activation patterns and postural control following stroke[J]. Motor Control, 2009, 13(4):387—411.
- [31] Flansbjerg UB, Miller M, Downham D, et al. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation [J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 40(1):42—48.
- [32] Ogasawara R, Loenneke JP, Thiebaud RS, et al. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training[J]. International Journal of Clinical Medicine, 2013, 4(2):114.
- [33] Chen B, Li L, Donovan C, et al. Prevalence and characteristics of chronic body pain in China: a national study [J]. Springerplus, 2016, 5(1):938.
- [34] 程先宽, 孙迎春. 悬吊运动训练对30例脑卒中偏瘫患者平衡功能及步行能力的影响[J]. 中国中医药现代远程教育, 2019(11):64—66.
- [35] Lee JS, Lee HG. Effects of sling exercise therapy on trunk muscle activation and balance in chronic hemiplegic patients[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2014, 26(5):655—659.