

悬吊训练治疗脑卒中患者平衡功能障碍的临床研究

李琳, 杜俊涛, 童心, 徐磊

【摘要】 目的: 观察悬吊训练(SET)对脑卒中患者平衡功能恢复的影响。**方法:** 脑卒中平衡功能障碍患者 40 例, 随机分为对照组和观察组各 20 例, 2 组均接受常规康复训练, 在此基础上, 观察组加以悬吊训练。治疗前和治疗 4 周后采用 Berg 平衡量表(BBS)、Barthel 指数(BI)以及采集竖脊肌表面肌电平均肌电值(AEMG)和中位频率值(MF)对 2 组患者进行评定。**结果:** 治疗 4 周后, 2 组 BBS、BI 评分均明显高于治疗前(均 $P < 0.01$), 且观察组以上评分均明显高于对照组(均 $P < 0.05$)。治疗前, 2 组患者 AEMG、MF 值组内比较健侧均明显高于患侧(均 $P < 0.05$); 治疗 4 周后, 2 组患者健侧竖脊肌 AEMG、MF 值均较治疗前明显提高(均 $P < 0.05$), 观察组健侧 AEMG、MF 值均较对照组明显提高(均 $P < 0.05$), 但观察组健侧 AEMG、MF 值之间无统计学差异。**结论:** SET 能够改善脑卒中患者的竖脊肌 AEMG、MF 值及 BBS 和 BI 评分, 提高脑卒中患者躯干肌肉运动功能, 从而提高平衡功能以及日常生活活动能力, 值得在临床推广应用。

【关键词】 悬吊训练; 脑卒中; 平衡功能障碍; 表面肌电图

【中图分类号】 R49; R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.12.003

Sling exercise therapy in the treatment of balance dysfunction in stroke patients: A clinical trial Li Lin, Du Juntao, Tong Xin, et al. Department of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu 233004, China

【Abstract】 Objective: To observe the effect of sling exercise therapy (SET) on the recovery of balance function in stroke patients. **Methods:** Totally, 40 patients with stroke recovery were randomly divided into control group and treatment group with 20 cases each. The control group and treatment group received routine rehabilitation training, and the treatment group received SET additionally. Before and after 4 weeks of treatment, the patients were assessed using Berg Balance Scale (BBS), Barthel Index (BI), the average EMG (AEMG) and median frequency (MF) values of the erector spinal muscle surface electromyography. **Results:** After 4 weeks of treatment, the BBS score and BI value in the two groups were significantly higher than those before treatment (all $P < 0.01$), and those in the treatment group were significantly higher than those in the control group (all $P < 0.05$). Before treatment, the AEMG and MF values of the un-affected side in the two groups were significantly higher than those of the affected side (both $P < 0.05$); after 4 weeks of treatment, the AEMG and MF values of the erector spinae of the un-affected side in the two groups were significantly higher than those before treatment (all $P < 0.05$). The AEMG and MF values of the un-affected side in the treatment group were significantly higher than those in the control group (all $P < 0.05$), but there was no statistically significant difference in the AEMG and MF values between the two sides in the treatment group. **Conclusion:** SET can improve the AEMG, MF value, BBS and BI scores of erector spinae in patients with stroke, improve the motor function of trunk muscles in patients with stroke, thereby improving the balance function and activities of daily living, which is worthy of clinical application.

【Key words】 sling exercise therapy; stroke; balance dysfunction; surface electromyography

根据 2016 年全球疾病负担研究, 各种心脑血管疾病引起的脑卒中是全球第二大死亡原因。心脑血管疾病已导致全球约 1760 万人死亡, 其中约 550 万人死于脑血管疾病^[1-2]。在中国, 每年有超过 200 万的新发

卒中病例, 在所有疾病中, 伤残调整生命年是最高的^[3]。卒中幸存者通常会损害运动控制和平衡能力^[4-5]。躯干肌不同于四肢肌的是躯干肌神经支配来自两个大脑半球, 由于这个原因, 单侧中风有可能使身体对侧和同侧的躯干肌肉功能恶化^[6]。目前提出了几种激活躯干肌肉的运动方法, 其中包括悬吊运动疗法(sling exercise therapy, SET)。SET 是通过吊绳悬挂在不同的位置和部位, 用来增强核心肌群的稳定性, 以神经肌肉激活原理为基础, 以放松肌肉、增加运动幅度

基金项目: 安徽高校自然科学研究项目(KJ2019A0397)

收稿日期: 2021-05-19

作者单位: 蚌埠医学院第一附属医院康复医学科, 安徽 蚌埠 233004

作者简介: 李琳(1994-), 女, 硕士研究生, 主要从事神经康复与呼吸康复方面的研究。

通讯作者: 徐磊, xuleibyfy@163.com

和牵引力、稳定肌肉组织和感觉运动为目的的高强度静态和动态收缩的运动感觉综合训练系统^[7]。本研究采用 SET 治疗脑卒中患者平衡功能障碍,并通过观察治疗前后竖脊肌表面肌电平均肌电值(average EMG, AEMG)和中位频率值(median frequency, MF)的变化,以及采用 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)和 Barthel 指数(Barthel index, BI)来综合评估此治疗方法的有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究对象为蚌埠医学院第一附属医院 2020 年 4 月~2021 年 4 月住院或门诊患者 40 例。通过在医院内张贴招募启事,媒体、网络、微信群宣传等方式招募受试者。入选标准:符合中国脑血管疾病分类的相关诊断标准^[8],并经影像学证实(头颅 CT 或 MRI);首次中风,病程 14~100d;年龄 40~75 岁,性别不限;Berg 平衡量表评分<30 分;病人神志清醒,情况稳定;患者自愿同意使用该方法进行治疗,并签署知情同意书。排除标准:可逆性神经功能损害;脑肿瘤、脑损伤等疾病引起的神经功能缺损;孕妇或哺乳期妇女;患有精神疾病、严重原发疾病无法配合完成训练的患者。利用 SPSS 23.0 统计软件制作数字随机表,将其分为对照组和观察组各 20 例,患者按顺序依次入组。2 组患者一般资料无显著性差异,见表 1。本研究通过蚌埠医学院伦理委员会审批(批件号:[2020]第 091 号),并在中国临床试验中心注册(注册号:ChiCTR2100044582)。

1.2 方法 2 组患者均接受常规药物治疗,对于伴随症状和并发症,给予对症处理。生命体征稳定后,康复治疗师会对其进行“一对一”的常规康复治疗,康复治疗主要包括坐位平衡训练到站位平衡训练,在平行杠内进行重心转移训练,在平衡板上进行动态平衡训练等。对照组每次训练 30 min,每天 1 次,每周 5d,连续训练 4 周。观察组在上述训练基础上采用悬吊治疗系统进行悬吊训练,具体训练方法如下:①悬吊半桥式运动:病人的双踝关节悬挂,髋关节、膝关节伸展尽可能高地将躯干抬高床面并保持半桥姿势(如果患者很难完成,可以只悬吊健侧踝关节);②仰卧位:用悬吊绳悬

置胸、髌、膝和踝关节,此时身体脱离床面的状态下交替进行髋关节内收外展;相同仰卧位下用悬吊绳悬置胸、髌、膝和踝关节使身体脱离床面,其中髌部选用有弹力的悬吊绳固定,在此状态下指导患者屈曲髋关节,使臀部尽可能靠近床面;③健侧卧位:用悬吊绳悬置患侧踝关节,指导患者进行抬高髋关节使身体达到同一水平并尽量远离床面动作(功能较好者可选择患侧卧位)。观察组每天训练 1 次,每次 40min,每周 5d,连续训练 4 周。所有参加试验的康复治疗师均接受统一的悬吊方法培训,治疗师和评定师分别由专人负责,不知道对方的分组情况。

1.3 评定标准 治疗前后对 2 组患者进行以下评定:①BBS 量表^[9]:评价患者从由坐到站、独立站立、独立坐等由易到难动作的完成情况。每项得分 0~4 分,满分 56 分。得分越高,平衡性越好。②BI 量表^[10]:包括穿衣、修饰、如厕等 10 项日常活动,满分 100 分,评分越高,生活独立性越好。③表面肌电测试^[11]:将诊室室温调至 20~24℃,湿度 50%~70%,采用型号 Myo-Move-EOW 表面肌电图仪(上海诺成医疗器械有限公司)采集双侧竖脊肌表面肌电 AEMG、MF 值。具体方法:在系统主页面进行患者病历登记,输入患者的病历号、性别等基本信息,创建新患者。选择测试项目,在参数设置中选择两个通道,分别选择竖脊肌腰段(左)、竖脊肌腰段(右)。患者俯卧位于治疗床上,双手自然置于两侧,用 75%酒精棉球擦拭竖脊肌以降低电阻(必要时去除毛发)。使用一次性 Ag-AgCl 表面电极,频带 100~5000Hz。表面电极片放置位置:竖脊肌腰段一平 L₃ 脊柱旁开 2cm^[24],记录电极放置应平行于被采样肌纤维的长轴方向,电极直径为 0.5cm,电极间距约为 2cm,参比电极与记录电极的距离大约为 3cm。观察到肌电信号基线稳定后,开始记录。记录稳定信号 10s 后,指令受试者进行躯干伸展,到达受试者最高能力位置后保持 5s,然后放松并保持肌电图信号基线稳定 10s,重复 3 次。所有试验应严格按照操作说明中的要求进行,并记录试验期间的 AEMG、MF 值,记录时去除短暂的干扰信号。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 23.0 统计软件,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内比较采用配对样本 *t* 检验,组间

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	<i>n</i>	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	脑卒中类型(例)		卒中侧(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死	左	右
对照组	20	14	6	57.25±6.89	51.40±18.20	12	8	11	9
观察组	20	12	8	55.10±9.41	44.80±15.56	9	11	8	12
<i>t</i> / χ^2		0.440		0.825	1.232	0.902		0.902	
<i>P</i>		0.507		0.415	0.225	0.342		0.342	

比较采用独立样本 t 检验,计数资料采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者治疗前后 BBS、BI 评分比较 治疗前 2 组 BBS、BI 评分无显著性差异。治疗 4 周后,2 组 BBS、BI 评分均明显高于治疗前(均 $P<0.01$),且观察组以上评分均明显高于对照组(均 $P<0.05$)。见表 2,3。

表 2 2 组患者治疗前后 BBS 评分比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	治疗前	治疗后	t	P
对照组	20	13.45±5.59	25.25±5.87	12.716	0.000
观察组	20	11.65±6.74	29.30±6.28	22.184	0.000
t		0.920	-2.107		
P		0.364	0.042		

表 3 2 组患者治疗前后 BI 评分比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	治疗前	治疗后	t	P
对照组	20	38.25±13.50	48.25±14.53	10.420	0.000
观察组	20	42.00±12.71	57.25±13.42	12.990	0.000
t		-0.904	-2.034		
P		0.372	0.049		

2.2 2 组患者治疗前后竖脊肌 AEMG、MF 值比较 治疗前,2 组患者健侧和患侧 AEMG、MF 值组间比较无显著性差异,2 组患者 AEMG、MF 值组内比较健侧均明显高于患侧(均 $P<0.05$);治疗 4 周后,2 组患者健侧竖脊肌 AEMG、MF 值均较治疗前明显提高(均 $P<0.05$),观察组健侧 AEMG、MF 值均较对照组明显提高(均 $P<0.05$),但观察组健侧 AEMG、MF 值之间无统计学差异,对照组健侧 AEMG、MF 值较患侧均明显提高(均 $P<0.05$)。见表 4,5。

3 讨论

脑卒中的临床症状是高度个性化的,但平衡障碍是最常见的症状,而平衡功能严重影响患者步行能

力^[12-13]。有证据表明,在脑血管意外相关症状中,平衡障碍位居第一,据统计,平衡功能障碍存在于超过 80% 的脑卒中患者中^[14]。众所周知,躯干控制能力的下降对平衡、功能独立性和总体恢复有重大影响^[15]。脑卒中后幸存的偏瘫患者大部分存在躯干肌肉力量的降低,其中躯干姿势不对称的脑卒中患者的预后并不令人满意,两侧躯干肌肉不平衡是由本体感受觉受损或四肢和躯干麻痹引起的^[16-17]。有研究发现脑卒中偏瘫患者在屈伸时躯干浅表肌群受损,尤其是腹外斜肌、竖脊肌离心收缩功能受损更为明显,为提高躯干肌控制能力,因此需强化躯干肌的离心收缩训练^[18]。近年来,SET 已逐渐应用于临床,与传统疗法相比,SET 表现出更好的治疗效果^[19-21],作为一种在不稳定的支撑面上以骨骼肌训练为主要训练躯干肌离心收缩的新方法,通过弱链测试和闭链训练来确定患者的弱链结构,增强肌肉力量。而这种在不稳定支持状态下的训练可以同时协调运动器官中的多个本体感受器,不断重复的肌肉训练动作可以逐渐纠正异常的肌肉运动控制模式^[22]。研究显示 SET 能够恢复高级运动中心功能,其机制是能够改善缺血区的血供,促进血液循环功能,有效提高患者的平衡能力^[23]。本研究采用的 AEMG 和 MF 是表面肌电分析中常用的两大指标,分别反映放电频率同步化、运动单位募集的变化和肌肉的疲劳程度。多数研究认为二者均与肌力呈正相关,即随着肌力的增加而增加^[24-25]。

本研究结果显示:治疗 4 周后,2 组患者的 BBS 和 BI 评分均明显高于治疗前,竖脊肌 AEMG、MF 值明显高于治疗前,观察组各项指标明显优于对照组。这表明 SET 能显著改善脑卒中患者的躯干肌力、躯干控制能力、平衡和运动功能。此外,观察组治疗 4 周后,健侧的竖脊肌的 AEMG、MF 值没有统计学上的显著差异,说明 SET 能使患者两侧竖脊肌收缩力量趋于

表 4 2 组患者治疗前后竖脊肌表面肌电 AEMG 值比较 $\mu V, \bar{x} \pm s$

组别	n	治疗前		t	P	治疗后		t	P
		健侧	患侧			健侧	患侧		
对照组	20	26.39±10.24	16.30±9.82	3.187	0.003	40.97±10.36	29.38±10.30	3.546	0.001
观察组	20	26.14±10.46	16.66±9.38	3.018	0.005	49.59±10.79	48.70±10.11	0.269	0.790
t		0.076	-0.117			-2.579	-5.985		
P		0.940	0.907			0.014	0.000		

表 5 2 组患者治疗前后竖脊肌表面肌电 MF 值比较 $\mu V, \bar{x} \pm s$

组别	n	治疗前		t	P	治疗后		t	P
		健侧	患侧			健侧	患侧		
对照组	20	41.68±12.01	32.62±11.53	2.436	0.020	50.77±12.41	42.52±11.29	2.198	0.034
观察组	20	41.66±15.58	31.60±15.75	2.029	0.049	59.95±15.71	59.19±15.12	0.156	0.877
t		0.007	0.232			-2.051	-3.950		
P		0.995	0.818			0.047	0.000		

平衡。相对于常规训练,悬吊训练在不稳定平面上训练,正是这个不稳定因素使肌肉训练的难度和参与运动的肌肉大大增加^[26],同时悬吊训练能有效的激发患者力弱肌群的活动^[27]。从生物力学分析,由于脑卒中患者患侧下肢无力,悬吊训练中的动作需要患侧竖脊肌代偿性增高。这可能是患侧竖脊肌与健侧竖脊肌肌力逐渐趋于平衡的原因,这将有赖于进一步的研究以确认。

综上所述,对于脑卒中偏瘫患者,采用 SET 可改善患者的躯干肌肉运动功能和平衡功能,提高日常生活活动能力,较常规康复训练效果更理想。但我们的研究结果的概括存在一定的局限性。首先,本课题没有排除中风自然恢复过程的影响,为了扩大这项研究的结果,慢性卒中患者也应接受检查,以排除卒中自然恢复的影响。其次,我们没有进行长期的随访评估。因此,需要进一步的研究以评估长期效果。最后,只有少数患者来自同一地理位置,需要进一步的研究,包括更大的患者队列,以充分验证我们的结果。

【参考文献】

- [1] GBD 2016 Dementia Collaborators. Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(1): 88-106.
- [2] Katan M, Luft A. Global Burden of Stroke[J]. *Semin Neurol*, 2018,38(2):208-211.
- [3] Wu S, Wu B, Liu M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(4): 394-405.
- [4] Hariharasudhan R, Balamurugan J. Enhancing trunk stability in acute poststroke subjects using physioball exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation technique: A pilot randomized controlled trial[J]. *International Journal of Advanced Medical and Health Research*, 2016, 3(1):5-10.
- [5] 侯玮佳,朱志中,于洋,等. 运动想象疗法联合平衡功能评定与训练对初发脑卒中患者平衡功能及日常生活活动能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018,40(7):495-499.
- [6] Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, et al. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2000, 79(3):228-234.
- [7] 黄旻. 悬吊康复运动对出血性脑卒中偏瘫患者平衡功能恢复的促进作用[J]. *按摩与康复医学*, 2017,8(10):9-11.
- [8] 吴江,杨弋,饶明俐. 中国脑血管疾病分类 2015[J]. *中华神经科杂志*, 2017,50(3):168-171.
- [9] 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.
- [10] 林强,陈安亮,程凯,等. 针刺疗法对脑卒中患者的运动功能、平衡功能及日常生活活动能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(9):898-901,906.
- [11] 王惠娟,江志锦,石真润,等. 脑卒中患者腰背屈伸肌表面肌电与坐位平衡相关性分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2019,34(9):1054-1057,1064.
- [12] 沈顺姬,李杰,郭俊峰,等. 平衡功能及等速肌力训练对脑卒中患者步行能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015,37(1):37-39.
- [13] 朱勤贤,周湘明. 头针结合康复训练治疗脑卒中后平衡及步行障碍的疗效分析[J]. *中国康复*, 2019,34(11):563-566.
- [14] 全逸峰,孟兆祥,尹正录,等. 头针联合跪位躯干强化训练对脑卒中偏瘫患者平衡及步行能力的影响[J]. *中国康复*, 2016,31(4):252-254.
- [15] 林君,宋成宪,李舜,等. 核心稳定性训练对脑卒中患者平衡功能及腹肌厚度的影响[J]. *中国临床研究*, 2017,30(4):498-501.
- [16] 王惠娟,何任红,江志锦,等. 脑卒中患者的平衡功能和躯干屈伸肌群表面肌电特征[J]. *中国康复理论与实践*, 2017,23(11):1245-1249.
- [17] 关晨霞,郭钢花,郭小伟,等. 脑卒中偏瘫患者在坐位躯干旋转时躯干肌群表面肌电信号特征研究[J]. *中国康复*, 2017,32(3):192-195.
- [18] 乐琳,关晨霞,郭钢花,等. 脑卒中偏瘫患者直立坐位及坐位屈伸运动时躯干浅表肌群表面肌电信号特征研究[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2019,22(12):1303-1309.
- [19] 胡川,顾莹,李军. 悬吊运动训练对脑卒中后偏瘫患者平衡功能的影响[J]. *中国康复*, 2015,30(2):114-115.
- [20] 朱红刚. 阿基米德运动悬吊系统治疗脑卒中后平衡功能障碍的临床效果及其对 Berg 平衡量表、Barthel 指数量表及 Lindmark 平衡评分的影响[J]. *当代医学*, 2021,27(2):81-83.
- [21] 汤俊. 悬吊运动疗法对脑卒中后偏瘫患者平衡功能的影响[J]. *中国实用医药*, 2020,15(36):161-163.
- [22] 郑增宾,马明,赵祥虎,等. 悬吊运动疗法结合肌内效贴对脑卒中偏瘫患者平衡和步行功能的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2019, 25(5):564-569.
- [23] Jung KM, Choi JD. The Effects of Active Shoulder Exercise with a Sling Suspension System on Shoulder Subluxation, Proprioception, and Upper Extremity Function in Patients with Acute Stroke [J]. *Med Sci Monit*, 2019,25:4849-4855.
- [24] 郑洁皎,胡佑红,俞卓伟. 表面肌电图在神经肌肉功能评定中的应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2007,13(8):741-742.
- [25] 龚剑秋,司马振奋,张芳,梁文清. 核心稳定性训练对腰椎间盘突出症患者表面肌电时频参数的影响[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2018,33(5):484-487.
- [26] Kang HK, Jung JH, Yu JH. Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain[J]. *J Sport Sci Med*, 2012,11(3):510-515.
- [27] 孙增鑫. 悬吊训练对脑卒中偏瘫患者躯干功能的影响[D]. 河北师范大学, 2012.